


INNEHÅLL FLIK 3

BETONG MED LÅGT vct / vbt

3.1 Betong med lågt vct / vbt	sid 2
3.2 RF-mätning	sid 2
3.3 Håldäcksbjälklag	sid 4
3.4 Uttorkningsegenskaper beroende på betongens vct	sid 6

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
5	2010-06-11	2010-10-21	Peter Löfgren		3	1(8)

3.1 Betong med lågt vct/vbt

Materialiet under denna flik ska beaktas när betongens vct eller vbt är mindre än 0,4.

Texten kompletterar resterande material i manualen angående fuktmätning i betong. Således är detta ytterligare faktorer som måste beaktas vid fuktmätning i betong med lågt vct/vbt. Materialet ska användas som tillägg till beskrivningen av fuktmätning i betong med ett vct på 0,40 eller högre.

En avgörande skillnad är att betong med lågt vct är tätare, innehåller mindre fukt och har lägre fuktkapacitet än en betong med högt vct. Detta har både fördelar och nackdelar. För att undvika nackdelarna så är det mycket viktigt att betongen hanteras på rätt sätt genom hela byggprocessen. Som exempel kan nämnas att en tät betong är mindre känslig mot tillfälligt vattenläckage men om vatten lyckats tränga in i betongen tar uttorkningen mycket längre tid än för betong med ett högre vct. En stor fördel med betong med lågt vct är de korta torktider som kan uppnås. Detta beror på att en stor del av blandningsvattnet binds kemiskt vid cementreaktionen och således inte behöver torkas bort genom diffusion. När cementreaktionen avklingat tar däremot en fortsatt RF-sänkning genom diffusion avsevärt längre tid än för en betong med högre vct.

Den låga fukttransportförmågan och den låga fuktkapaciteten gör att risken för mätfel är större än för mätningar i traditionell betong. Temperaturvariationer, för kort mättid, läckage i mätpunkten och för liten avdunstningsyta mot RF-sensorn är ytterligare faktorer som ökar risken för mätfel. Detta gör att RF-mätning i betong med lågt vct skiljer sig från mätning i traditionell betong och innebär att de olika felkällorna kan ge ett större bidrag till mätosäkerheten än vid mätning i traditionell betong.


Det är viktigt att notera att även betong med högre vct än 0,4 bör behandlas som betong med lågt vct när RF närmar sig 85 % . Fuktinnehållet i betongen minskar och fukttransporten går långsammare med sjunkande RF. Detta innebär att erforderlig tid till fuktjämvikt kan ta längre tid än 12 timmar. Mättiden bör förlängas, upp till 48 timmar, för att säkerställa att fuktjämvikt är uppnådd.

3.2 RF-mätning

Mätning i borrhål

Mätning i ett och samma hål med fuktgivare som avlägsnas mellan varje mätning måste utföras med minst en veckas mellanrum. Givaren får således inte monteras och demonteras flera gånger under en kort period i samma mätthål. Om man mäter oftare så finns det risk att lägre RF erhålls för varje mätning. Detta beror på betongens täthet och låga fuktkapacitet. När man monterar och demonterar givaren så förbrukar givaren fukt som finns i hålet och hålet hinner inte återhämta sig mellan mätningarna om detta sker för ofta.

Givaren ska torka ut till lägre RF, än vad som kan förväntas i betongen, innan den monteras. Anledningen är att det troligtvis är lättare för betong med lågt vct att avge fukt än att ta upp den. Felaktig hantering skulle kunna leda till för höga mätvärden och mätfel på grund av hysteres. Se avsnitt 2.14 under flik 2.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfördad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
5	2010-06-11	2010-10-21	Peter Löfgren		3	2(8)

Praktiskt är detta oftast inget problem eftersom RF i omgivande luft vanligen har lägre RF än betongen. Lämpligt utförs en avläsning av givarens RF, på mätplatsen, precis innan den ska monteras för att säkerställa att givaren har lägre RF än vad som förväntas i betongen.

Avläsning av mätvärde ska ske när fuktjämvikt uppnåtts mellan givare och mätbehållare, dock tidigast 48 timmar efter montage av givare. / 9 /

Mätning på uttaget prov

Mätning på ett och samma prov får endast utföras en gång. Detta beror på att fukt förbrukas av givaren vid RF-bestämningen. Provet innehåller bara en begränsad mängd fukt och varje gång en givare monteras i provröret åtgår det en viss mängd för att fukta upp givaren. Detta ger successivt sjunkande RF om givaren demonteras och återmonteras i provröret flera gånger. Även vid det första montaget kommer mätresultatet bli något för lågt. Hur stor inverkan detta medför beror på givarens fuktkapacitet och provets vct. RF-bestämningen erhåller således ett fel. För att hantera detta fel görs en korrigering av mätresultatet genom att öka avläst RF något. Korrigeringens storlek beror på vilken givare som används. I denna manual görs ingen skillnad på om provet har lågt vct eller högt. Sannolikt är effekten något mindre för betong med högre vct eftersom detta prov innehåller mer fukt än ett prov med lågt vct.

Om så önskas kan felets storlek uppskattas genom att demontera och återmontera givaren i provröret efter den första mätningen. Efter ny avläsning subtraheras erhållet resultat från den första mätningen. Eftersom lika mycket fukt antas förbrukas vid varje RF-bestämning ger detta en uppskattning på felets storlek. Detta förutsätter att givaren torkas ut till samma RF mellan montagen som den hade innan första montaget.


Provet ska konditioneras i provrör i minst tre dygn före givarmontage / 9 /.

Vid mätning i provrör är det viktigt att röret är ordentligt fyllt för en korrekt RF-bestämning. AMA Hus 08 föreskriver att provbehållaren minst ska innehålla 15 cm³ provbitar och att behållaren ska vara fylld till minst hälften av sin volym. / 9 /

Även vid RF-bestämning på uttaget prov måste givaren ha lägre RF än betongen när den monteras i provröret.

Avläsning av mätvärde ska ske när fuktjämvikt uppnåtts mellan provmaterialet och givaren, dock tidigast 48 timmar efter montage av givare. / 9 /

När RF ska bestämmas i en betongkonstruktion med mätning endast vid ett tillfälle, till skillnad mot att följa uttorkningen under en längre tid med flera mätningar, är RF-bestämning på uttaget prov att rekommendera.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
5	2010-06-11	2010-10-21	Peter Löfgren		3	3(8)

Ytfukt

En betong med lågt vct blir så tät att en fuktbelastning i ytan normalt inte märks på mätdjupet. Fukten tränger in några millimeter i ytan vilket gör att ytan kan ha en mycket hög RF trots att RF är betydligt lägre på ekvivalent mätdjup. Eftersom det inte finns något vedertaget sätt att mäta ytfukt rekommenderas att hålla betongytan under uppsikt för att säkerställa att den är helt fri från fukt och har torka minst fyra veckor före mattläggning. Se även / 11 / och / 12 /.

Alkalieffekten

Cement innehåller alkali. Alkaliinnehållet i cementen varierar med cementtyp. Slite Std cement har mest löslig alkali och Degerhamn Std (anläggningscement) minst av de svensktillverkade cementen. Alkaliinnehållet i betongen påverkar jämviktsfuktkurvan, så att vid en given fukthalt i betongen (kg vatten per m³ betong) minskar RF med ökande alkaliinnehåll. /11/

Detta innebär att man i en betong med högt alkaliinnehåll mäter ett lägre RF-värde än för samma betong med mindre alkaliinnehåll och således skulle behöva göra en justering av RF-värdet. Men det som en golvbeläggning "känner av" är RF i betongytan närmst golvbeläggningen. Vid låga vct, där alkalieffekten är mest uttalad, tar det lång tid för fukten att omfördelas från djupare delar av betongkonstruktionen till den belagda betongytan. Detta medför att innan omfördelningen av RF är klar, så har betongens fortsatta hydratation sänkt RF ytterligare på det normerade mätdjupet. Man bör således inte behöva utföra någon korrektion för alkalieffekten. För att undvika emissioner etc. från golvbeläggningar är det troligtvis betydligt viktigare att ta hänsyn till limfukt och ytfukt.


3.3 Håldäcksbjälklag

Ett håldäcksbjälklag är ett bjälklag uppbyggt av prefabricerade håldäckselement, HD/F-element. Efter montage gjuts längs- och tvärgående skarvar mellan elementen ihop för att skapa ett sammanhängande bjälklag. De tvärgående skarvarna kan ligga upplagda på betongväggar, betong- eller stålbalkar och i dessa igjutningar kan det bli en ansenlig mängd betong att beakta i fukthänseende. Det kan hända att betong/bruk med betydligt högre vct än i håldäcksbjälklagen används till att gjuta ihop elementen.

I ett håldäcksbjälklag kan även homogena betongplattor förekomma t.ex. på ställen där geometrin inte medger att ett helt håldäckselement monteras. Dessa betongplattor är viktiga att lokalisera inför en fuktmätning eftersom de brukar vara fuktigare än HD/F-elementen.

Det är vanligt förekommande med ursparningar i håldäckselement avsedda för genomgående installationer, statiska förankringar och schakt. Dessa hål gjuts oftast igen när armering och installationer färdigställts. Det är således många punkter att beakta när fuktmätning ska utföras i ett håldäcksbjälklag.

Beroende på vilket ytskikt som ska användas kan olika punkter vara intressanta för fuktmätning. Om ett uppreglat golv ska monteras på bjälklaget kan det vara genomsnittlig RF-nivå i bjälklaget som är av intresse. I detta fall utförs lämpligen mätning i håldäckselementen,

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
5	2010-06-11	2010-10-21	Peter Löfgren		3	4(8)

som till ytan utgör den största delen av bjälklaget, och inte i igjutningarna. Ska däremot en matta limmas på betongbjälklaget måste de fuktigaste punkterna lokaliseras. HD/F-elementen är ofta ointressanta i detta läge eftersom de vanligen torkar fortare än igjutningar och de homogena bjälklags-elementen.

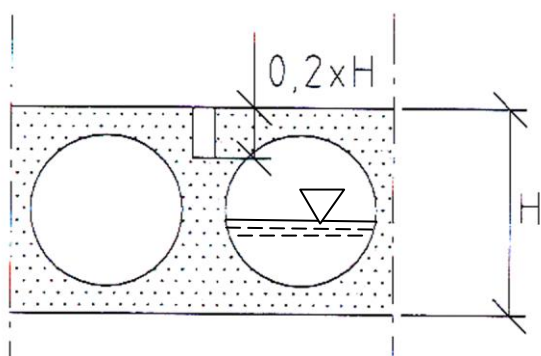
Fuktmätning i håldäcksbjälklag

När fuktmätning ska utföras i håldäcksbjälklag är det viktigt att beakta att detta bjälklag är uppbyggt av flera delar vilket är beskrivet i föregående avsnitt. Merparten av bjälklaget består av håldäckselement men det finns även igjutningar mellan bjälklagen, vid väggar och i slitsar samt i vissa fall en mindre del homogena bjälklagsplattor. Mätning i dessa delar sker på olika sätt och var mätningen utförs beror på vad resultatet ska användas till.

Av produktionstekniska skäl, gjuts håldäckselement med betong som har ett lågt vct. Detta är anledningen till att RF-mätning i HD/F behandlas under denna flik. Vct varierar beroende på vilken fabrik som levererar håldäcken.

Som exempel använder Skanska Prefab sig av ett vct mellan 0,32 och 0,42 och sker leveransen från deras fabrik i Strängnäs så används en betong med tillsats av 5,9 % silika och ett vct på 0,42. Strängbetong däremot tillsätter inte silika och gjuter med ett vct mellan 0,37 och 0,42.

Eftersom håldäck har ett vct som pendlar kring gränsen för betong med lågt vct ska RF-mätning utföras enligt anvisningarna för mätning i betong med lågt vct.



Figur 3.1 Mät djup i håldäckselement.

Mätning av RF i själva håldäckselementet ska utföras enligt följande:

- Mätning av RF ska göras mellan håldäckets kanaler. Se Figur 3.1.
- Mät djupet ska vara 20 % av håldäckets höjd, H. Se Figur 3.1.

Det bör observeras att mätning i borrhål och på uttaget prov kan ge olika resultat. Detta beror på att provmängden vid uttaget prov tas ur ett hål som är bredare, diameter 90 mm, än hålet för borrhålmätning som har diametern 16 mm. Således kommer material nära kanalerna att ingå i uttagen provmängd medan borrhålmätningen ger ett mätvärde med mindre påverkan av RF i kanalerna. RF i kanalen kan påverka uppmätt RF i ett uttaget prov, t.ex. om det står fritt vatten i kanalen, men behöver inte ha samma påverkan på uppmätt värde i ett borrhål som är placerat mellan kanalerna.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
5	2010-06-11	2010-10-21	Peter Löfgren		3	5(8)

Vid val av mätpunkter i HD/F - element bör följande beaktas.

HD/F - elementen är överhöjda i mitten vilket gör att eventuellt vatten som kommer på elementen rinner ut mot ändarna. Därför är det troligen fuktigast ut mot ändarna och således bör mätning inte ske i plattmitt. Eftersom håldäcket inte är massivt är det inte lika temperaturstabil som ett homogent bjälklag vilket bör beaktas vid mätpunktsplacering. Därför är det extra viktigt att inte placera mätpunkter där man kan förvänta sig drag, solljus eller temperaturgradienter beroende på att undersidan har väsentligt skild temperatur mot översidan av elementet.

Mätning i homogena plattor och igjutna ursparningar genom hela HD/F-elementets höjd, där dubbelsidig uttorkning är möjlig, utförs på 20 % av elementets höjd H.

Mätning i igjuten betong som är instängd mellan två HD/F – element, element och balk, element och vägg eller vid bjälklagsände och som således är förhindrad att torka åt två håll ska utföras mitt i igjutningen. Det gäller både i sidled och i höjddled.

Exempel på detta är igjutning av längsgående elementskarvar, igjutning över vägg och balkar eller igjutning vid bjälklagsände. Bjälklagsändan kan vara en kritisk punkt eftersom det oftast är kallare i denna punkt än inne i byggnaden vilket i sin tur förlänger torktiden.


Det är viktigt att det inte står fritt vatten i håldäckselementets kanaler. Vatten i kanalerna kan bero på läckage genom otätheter och håltagningar under byggtiden eller spill av kylvatten vid kärnborring i elementen. För att undvika att detta vatten blir kvar i kanalerna levereras håldäcken med borrarade dräneringshål på undersidan i närheten av elementändarna. Hålen måste kontrolleras efter montage eftersom de kan vara igensatta av cementslam och borrhax. Av konstruktiva skäl kan delar av kanaler bli avstängda från de delar som har dräneringshål. Om så är fallet måste man komplettera med extra dräneringshål. Dräneringshålen får inte sättas igen förrän byggnaden är tät och det är säkerställt att kanalerna är fria från vatten. Fritt vatten kan stå i kanalerna utan att det upptäcks vid RF-mätning i HD/F-elementet enligt figur 3.1. Det är inte säkert att vattnet i den högra kanalen upptäcks genom mätningen på 20 % djup. Detta måste kontrolleras på annat sätt.

Det är av yttersta vikt att det inte kommer vatten på HD/F-bjälklaget efter mätning eftersom vattnet snabbt tränger in i de sprickor som ofta finns i elementen och mellan element och igjutningar.

För mer information om fuktrisker i håldäcksbjälklag se /20/.

3.4 Uttorkningsegenskaper beroende på betongens vct

Det är viktigt att betona att nedan beskrivna egenskaper är beroende av vilket cement som används i betongen. I texten beskrivs de egenskaper som erhålls med Slite Std cement vilket är ett vanligt förekommande cement i husbyggnadssammanhang. Cementet Skövde Std som används i betong i Västsverige har större specifik yta och lägre alkalitet än Slite Std vilket är en fördel i fuktssammanhang. Detta cement kan således antas vara jämförbart med Slite Std cement vad gäller uttorkningsegenskaper. Om man i stället använder sig av annat inhemskt cement eller ett importerat cement måste egenskaper som alkalihalt och specifik yta undersökas. Om dessa avviker från kända cements motsvarande värden bör de fukttekniska egenskaperna utredas.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utförd av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
5	2010-06-11	2010-10-21	Peter Löfgren		3	6(8)

RBK-auktoriserad fuktkontrollant - betong

En studie av betong med Byggcement har utförts på Lunds Tekniska Högskola. Den visade att betong med vct i intervallet 0,40 – 0,80 inte tar längre tid att torka än betong med Slite Std cement.

Med varierande vct får betong skilda torkegenskaper. Val av vct styr därmed vilken RF som är möjlig att uppnå i betongen inom rimlig tid. Detta åskådliggör vikten av att välja rätt vct för att nå den RF som ställs som krav för en konstruktion och för att detta ska ske inom erforderlig tid.

När man talar om betong med lågt vct dyker begreppen snabbtorkande och självtorkande betong upp. Med snabbtorkande betong avses en betong som har ovanligt snabb uttorkning vid normala förhållanden. Självtorkande betong är en betong som är så tät och innehåller så lite byggfukt att dess inre RF blir lågt även om betongen skulle utsättas för nederbörd under uttorkningen. Ytterligare benämningar på betong med lågt vct är högpresterande betong och byggfuktfri betong /11/.

Det råder delade meningar om vilka gränser på vct som gäller för respektive betongtyp tillverkad av olika cement. Av denna anledning skiljer vi endast på ”traditionell” betong och betong med lågt vct i denna manual och drar gränsen vid vct eller vbt 0,4. Detta synsätt överensstämmer med AMA Hus 08.

Betong med vct eller vbt $\geq 0,4$


Denna betong benämns traditionell husbyggnadsbetong i denna skrift. Vid tillverkning och gjutning erhålls ett överskott av blandningsvatten i betongens kapillärporer som sedan måste torkas ut. Betongen får en relativt porös struktur vilket är gynnsamt för uttorkning genom diffusion.

Betongen är extremt känslig för nederbörd och långvarig vattenbegjutning, vilket ger upphov till långa torktider, varför betongen bör skyddas mot nederbörd och vattenläckage. Uttorkningshastigheten avtar med ökad ålder och sjunkande RF. En tidig torkstart är därför att föredra eftersom betongen tättnar med tiden. Fukten kan lättare torka ut i ett tidigt skede när betongen ännu är relativt öppen.

Ytfukt, vilket behandlas i 3.2, orsakar normalt inte något problem vid fuktkontroll i denna betong eftersom insugning av fukt kan nå ner till normenligt mätdjup. Naturligtvis bör man vara aktsam när betongens vct eller vbt närmar sig 0,4 eftersom gränserna inte är knivskarpa.

Betong med vct eller vbt $< 0,4$

I denna kategori hamnar den betong som benämns betong med lågt vct/vbt. Vid cementets hydratation binds större del av blandningsvattnet kemiskt och fysikaliskt i strukturen varvid RF sjunker. Således kan önskad RF huvudsakligen uppnås genom att välja rätt vct och inte genom traditionell torkning. Om däremot en ytterligare RF-sänkning önskas genom fortsatt torkning går detta mycket långsamt när självtorkningseffekten avtagit. Detta betonar vikten av ett lämpligt val av vct.


Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
5	2010-06-11	2010-10-21	Peter Löfgren		3	7(8)

RBK-auktoriserad fuktkontrollant - betong

Betongens självtorkande förmåga är temperaturberoende och följer i princip hållfasthetsutvecklingen i betongen. Låg temperatur kan ge en fördröjande effekt och i vissa fall finns risk att självtorkningen avstannar helt. Det är ännu inte fastställt om betongen når samma uttorkningsgrad i relation till hållfasthetstillväxten när temperaturen återigen ökar. Vid låga temperaturer och innan betongen hydratiserats i nämnvärd utsträckning bör man undvika vattentillförsel till betongen. Det är troligtvis så att betongens porstruktur i detta skede fortfarande är öppen vilket kan medföra att vatten lättare kan sugas in i betongen.

Betongen är i sig mycket tät och självtorkar även under vattenbegjutning förutsatt att den har rätt temperatur.

Om betongen, efter härdning, står i kontakt med vatten så suges det normalt endast in vatten någon millimeter i ytan vilket då inte syns vid mätning på ekvivalent mätdjup. Detta ger en ytfukt som är viktig att beakta, se avsnitt 3.2.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
5	2010-06-11	2010-10-21	Peter Löfgren		3	8(8)