


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:
4	2005-11-10	2006-01-01	Peter Löfgren		3	1(7)

3.1 Betong med lågt vct / vbt

Materialet 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 ”traditionell” betong.

En avgörande skillnad är att betong med lågt vct är tätare och har lägre fuktkapacitet än en ”traditionell” husbyggnadsbetong. 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 den blir ordentligt vattenmättad tar den mycket längre tid att torka ut än vad man normalt räknar med. En stor fördel med betong med lågt vct är de korta torktider som kan uppnås när merparten av blandningsvattnet binds kemiskt och fysikaliskt 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 högra 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 mätpunkter och för liten avdunstningsyta mot RF-sensorn är ytterligare faktorer som ger större fel på mätningarna än vid mätning i traditionell betong. 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.


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 mellan mätningarna. Dvs man får inte mäta flera gånger under en kort period i samma mäthål. Om man mäter oftare så finns det risk att man mäter lägre RF vid 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 torkas ut till ett lägre RF före mätningen än vad man avser att mäta då det troligtvis är lättare för betongen att avge fukt än att ta upp den. Ett sätt att torka ut givaren är att placera den i en kalibreringsburk över en saltlösning med t.ex. 59% RF i några timmar före mätningen. Alternativt kan salt med 33 eller 75 % RF väljas beroende på tid till förfogande för uttorkning av givaren och RF i betongen man ska mäta i.

Avläsning av mätvärde ska ske när jämvikt uppnåtts, dock tidigast 48 timmar efter montage av givare. / 9 /

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfördad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
4	2005-11-10	2006-01-01	Peter Löfgren		3	2(7)

Mätning på uttaget prov

Mätning på ett och samma prov får endast utföras en gång. Detta beror på att fukten förbrukas vid RF-bestämningen och ett upprepat antal mätningar ger ett successivt sjunkande RF-värde. RF-bestämningen på detta prov får således också ett fel, då fukten förbrukas, vilket varierar i storlek beroende på använd givares fuktkapacitet. Felets storlek kan uppskattas genom att göra en ny RF- bestämning och subtrahera från den första då lika mycket fukt antas förbrukas vid varje RF-bestämning.

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. Hus AMA 98 föreskriver att provbehållaren minst ska innehålla 15 cm³ provbitar och att behållaren ska vara fylld till minst hälften av sin volym. / 9 /

Avläsning av mätvärde ska ske när jämvikt uppnåtts, dock tidigast 48 timmar efter montage av givare. / 9 /

När RF ska bestämmas 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.

Ytfukt


En betong med lågt vct blir så tät att en fuktbelastning i ytan normalt inte märks, vid mätning på ekvivalent mätdjup. Fukten tränger in några millimeter i ytan vilket gör att ytan kan ha en mycket hög RF trots att RF ligger på rätt nivå på ekvivalent mätdjup. Då det ej finns något vedertaget sätt att mäta ytfukt rekommenderas att betongytan hålls helt fri från fukt och får torka minst fyra veckor före matläggning. 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 RF:s omfördelningen 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.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
4	2005-11-10	2006-01-01	Peter Löfgren		3	3(7)

3.3 Håldäcksbjälklag

Ett håldäcksbjälklag är ett bjälklag uppbyggt av prefabricerade håldäckselement, HD/F-element. Efter montage gjuts de längs- och tvärgående skarvarna 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. Ofta används en betong med betydligt högre vct i dessa igjutningar än vad som används då elementen gjuts.

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.

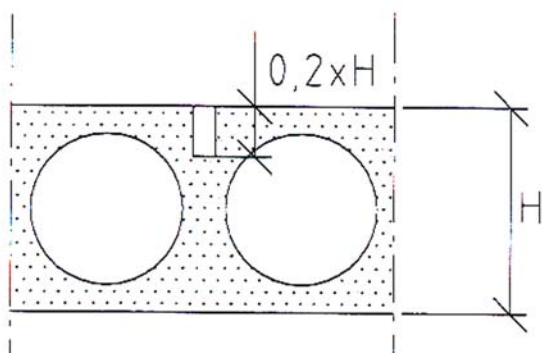
Det är vanligt förekommande med ursparningar i håldäckselement avsedda för genomgående installationer, statiska förankringar och schakt. Dessa hål gjuts oftast igen när armering och installationer färdigställts. Det är således många punkter att beakta när fuktmätning ska utföras i ett håldäcksbjälklag.

Beroende på vilket yttskikt 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 och då utförs mätning i håldäckselementen som till ytan utgör den största delen av bjälklaget. Ska däremot en matta limmas på betongbjälklaget måste de fuktigaste punkterna lokaliseras. HD/F-elementen är ofta ointressanta i detta läge eftersom det oftast torkar fortare än igjutningar och homogena bjälklagselement.

Fuktmätning i håldäcksbjälklag

Av produktionstekniska skäl, gjuts håldäckselement med betong med lågt vct. Således behandlas RF-mätning i HD/F 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 med 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.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
4	2005-11-10	2006-01-01	Peter Löfgren		3	4(7)

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 bredare hål, diameter 90 mm, än hålet för borrhålmätning, diameter 16 mm och således kommer material nära kanalerna i håldäckselementet att ingå i provmängden. RF i kanalen kan således påverka uppmätt RF t.ex. om det står fritt vatten i kanalen jämfört med uppmätt värde i borrhålet mellan kanalerna.

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

HD/F - elementen är överhöjda i mitten vilket gör att elementen troligen är 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 mätpunktspacering. 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 urparningar 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 höjded.


Exempel på detta är igjutning av långsgående 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 i u.k. vid elementändarna. Dessa måste kontrolleras efter montage då de kan sättas igen 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. 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/.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utförd av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
4	2005-11-10	2006-01-01	Peter Löfgren		3	5(7)

3.4 Uttorkningsegenskaper beroende på betongens vct

Det är här viktigt att betona att nedan beskrivna egenskaper är beroende av vilket cement som används i betongen. I texten beskrivs de egenskaper som fås 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 fuktsammanhang. 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 och om dessa avviker från kända cements motsvarande värden bör de fukttekniska egenskaperna utredas.

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.

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

Denna betong benämns traditionell husbyggnadsbetong i denna skrift.


Vid tillverkning och gjutning fås ett stort överskott av blandningsvatten i betongens kapillärporer som sedan måste torkas ut.

Betongen får en relativt porös struktur och vid ideala förhållanden är ett mycket grovt riktvärde på uttorkningshastigheten 0,5 - 1,5 % RF per vecka.

Betongen är extremt känslig för nederbörd och långvarig vattenbegjutning, vilket ger upphov till långa torktider, varvid betongen bör skyddas mot nederbörd och vattenläckage.

Uttorkningshastigheten avtar med ökad ålder på betongen. 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, är normalt inte något problem då denna betong används 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 ej är knivskarpa.

Version:	Datum:	Gäller från:	Utfärdad av:	Sign. Revisionsledare RBK	Flik:	Sida:
4	2005-11-10	2006-01-01	Peter Löfgren		3	6(7)


Betong med vct eller vbt < 0,4

I denna kategori hamnar den betong som benämns betong med lågt vct / vbt. Vid cementets hydratation binds merparten av blandningsvattnet kemiskt och fysikaliskt i strukturen varvid RF sjunker. Således uppnås önskad RF huvudsakligen 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. Uttorkningshastigheten kan vara så låg som knappt en procent RF per månad vilket betonar vikten av korrekt val av vct.

Betongens självtorkande förmåga är temperaturberoende och följer i princip hållfasthetsutvecklingen i betongen. Låg temperatur ger således en fördröjning och i vissa fall avstannar självtorkningen 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 i detta skede är betongens porstruktur fortfarande öppen och vatten kan lättare sugas in i betongen.

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

Om betongen står i kontakt med vatten så suges det normalt endast in vatten några 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:
4	2005-11-10	2006-01-01	Peter Löfgren		3	7(7)