



---

# FUKTRISKER I HÅLDÄCKSBJÄLKLAG FÖRSTUDIE

---



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

---

<b>1.FÖRORD.....</b>	<b>4</b>
1.1. BEGRÄNSNINGAR .....	4
1.2. METODIK .....	5
1.3. HISTORIK .....	5
<b>2.SYFTE .....</b>	<b>6</b>
<b>3. SLUTSATSER.....</b>	<b>6</b>
<b>4. HD/F-BJÄLKLAGETS VÄG GENOM BYGGPROCESSEN.....</b>	<b>7</b>
4.1. PROGRAMSKEDE .....	7
4.2. PROJEKTERING.....	7
4.3. TILLVERKNING .....	7
4.4. MONTAGE .....	8
4.5. ARBETSPLATSEN.....	8
<b>5. BESKRIVNING AV FUKTRISKER I HD/F-BJÄLKLAG .....</b>	<b>9</b>
5.1. GENERELLA FUKTRISKER .....	9
5.2. GOLVSYSTEM 1 .....	11
5.3. GOLVSYSTEM 2.....	12
5.4. GOLVSYSTEM 3.....	13
<b>6.FUKTKÄLLOR.....</b>	<b>14</b>
6.1. FUKT I MATERIAL .....	14
6.2 TILLFÖRSEL AV VATTEN UTIFRÅN .....	16
<b>7. PROVISORISK VATTENBORTLEDNING PÅ BYGGET .....</b>	<b>18</b>
<b>8. PROJEKTERINGSRIKTLINJER.....</b>	<b>19</b>
8.1. GENERELLT.....	19
8.2. VAL AV YTMATERIAL .....	19
8.3 VAL AV BETONGKVALITÉER.....	19
8.4. DRÄNERINGSHÅLENS UTFORMNING OCH PLACERING .....	20
8.5. KRAV PÅ TORKKLIMAT .....	21
8.6. KONTROLLPROGRAM.....	21
<b>9. KONTROLLER/MÄTMETODER .....</b>	<b>22</b>
9.1. KONTROLL AV SÅGSLAM OCH BETONGRESTER I KANALERNA.....	22
9.2. KONTROLL AV FRITT VATTEN I KANALER .....	22
9.3. KONTROLL AV DRÄNERINGSHÅLENS FUNKTION .....	23
9.4. KONTROLL AV RF I IGJUTNINGAR.....	23
9.5. KONTROLL AV TORKKLIMAT .....	24
9.6. KONTROLL AV RF I UPPREGLAT ÖVERGOLV .....	24
9.7. KONTROLL AV RENGÖRING AV BETONGYTOR.....	25
9.8 INSPEKTIONSBARHET OCH LÄCKAGEVARNING.....	25

<b>10.RESULTAT FRÅN INTERVJUER .....</b>	<b>26</b>
10.1 SKADEBILDEN.....	26
10.2 PROVISORIER.....	26
10.3 FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER .....	26
<b>11. GRUNDLÄGGANDE BEGREPP .....</b>	<b>27</b>
<b>12.CHECKLISTA FÖR FUKT.....</b>	<b>29</b>
12.1. HÄNVISNINGAR TILL VAL AV MÅLVÄRDEN.....	30
12.2. IFYLLT EXEMPEL .....	31
<b>13.FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE .....</b>	<b>33</b>
<b>14.REFERENSER OCH LITTERATUR.....</b>	<b>34</b>
<b>15. FRÅGELISTA VID INTERVJUER.....</b>	<b>35</b>

## 1.FÖRORD

---

2001 råkade Skanska på ett skadefall i ett HD/F-bjälklag där man hade limnedbrytning över foggjutningar som hade varit för blöta vid läggning av ytmaterial. Det fanns fina mätprotokoll på att själva HD/F-plattan var torr men ändå fanns det en skada. Intresset var väckt. Efter lite rundfrågning dök det upp fler problem man kunde råka ut för. Det som slog mig var att alla tyckte sig veta vad felet berodde på men ingen hade i projekthandlingarna reglerat felkällorna. Det verkade alltså finnas ett stort tyckande om bjälklagstypen som kanske inte alltid var faktabaserat. Framförallt skiljde sig uppfattningarna om vem som skulle hantera olika frågeställningar. Därav behovet av denna rapport.

När man börjar läsa rapporten rekommenderas att avsnitt 11 (grundläggande begrepp) läses först om man inte är insatt i fuktproblematiken och prefab-förkortningar.

Rapporten sammanställdes 2003-01-01 till 2003-10-30 av: Skanska Teknik AB, Peter Brander 040-144500, RBK-auktorerad på borrhålmätning med HumiGuard (Aukt.nr:0041), medlem i byggdoktorena.

Tack till alla i Referensgruppen som bidragit med tid, material och kunskap i projektet. Särskilt tack till Nicklas Johansson från avd. för Byggnadsmaterial på Lunds Tekniska Högskola som hjälpt till med intervjuerna.

Finansiärer i projektet har varit:

- SBUF
- Skanska Prefab AB
- Skanska Teknik AB

PETER BRANDER, MALMÖ, 2003-10-30

### 1.1. BEGRÄNSNINGAR

Vi pratar i denna rapport om HD/F-bjälklag generellt. I verkligheten finns det dock väldigt få rena HD/F-bjälklag utan man kombinerar HD/F-plattor med D/F-plattor, D-plattor, foggjutningar och platsgjutna konstruktioner. Vi har dock valt att kalla det HD/F-bjälklag av enkelhetsskäl när det ingår HD/F-plattor i bjälklaget. Denna skrift tar enbart upp fuktrisker med HD/F-bjälklag. Fördelarna med HD/F-bjälklag som är många överlåter jag med varm hand till prefabindustrin att sprida.

### 1.2. METODIK

Rapporten är förutom personliga erfarenheter byggd på :

- ❑ Litteraturstudier
- ❑ Referensgruppsmöten.
- ❑ Telefonintervjuer har utförts med: projektledare (1st), montageledare (1st), fuktskadeutredare (2st), produktionschefer (5st).
- ❑ Platsbesök har gjorts på: Arbetsplats under pågående montage (2st), prefabfabrik.(1st).

### 1.3. HISTORIK

- ❑ HD/F-bjälklag kom till Sverige i början på 60-talet. Skånska cementgjuteriet (nuvarande Skanska Prefab AB) sålde 1963 slakarmerade håldäck. Spännarmerade håldäck började tillverkas kring 1970.

## 2. SYFTE

---

Denna skrift har till syfte att utreda de fuktrelaterade risker som kan uppstå i HD/F-bjälklag samt att ge riktlinjer om hur man skulle kunna hantera dem. På grund av sin utformning och hantering i processen skiljer sig riskbilden delvis från massiva konstruktioner. Vissa fuktrisker blir mindre, andra fuktrisker tillkommer.

Målet är att få fram en översiktlig beskrivning av hur HD/F-bjälklag bör definieras, hanteras och kontrolleras fuktmässigt för att undvika fuktrelaterade problem i byggprocessen.

---

## 3. SLUTSATSER

---

Alla stomsystem har risker och möjligheter. Det är när man är okunnig om riskerna eller låter bli att hantera dem som man får problem.

Om fuktriskerna i HD/F-bjälklag ska kunna hanteras bra måste det ske en dialog tidigt för att sätta fokus på viktiga parametrar genom hela kedjan. I projekteringen, mellan prefab leverantören och de som föreskriver påbyggnader och ytmaterial, montageledningen samt arbetsplatsledningen.

Ett bra sätt att uppnå fokus på viktiga parametrar är att det finns påtalat redan i projekteringsanvisningarna samt i upphandlingen av prefableverantören. Riktlinjerna förs därefter in i ordinarie handlingar, viktiga kvalitetsparametrar kontrolleras i produktion, i fabrik, vid montage på arbetsplats osv. På detta sätt erhålls en kontinuerlig informationskedja med uttalade styrparametrar samt kontrollpunkter. Riskhanteringen lyfts då tidigt upp på bordet för diskussion medan man fortfarande inte låst alla ingångsvärden. Utan denna helhetssyn på projekten visar det sig tyvärr ibland att man får skadliga suboptimeringar eller att viktiga saker helt enkelt glöms bort.

Dagens fuktrisker i HD/F-bjälklag beror till största del på att denna fuktfokus inte skapas i tillräckligt stor utsträckning mellan parterna. Projekteringsledningen ställer väldigt få krav på vad konsulterna ska leverera för utdata i olika skeden (det saknas alltså uttalade prioriteringar på vad som är viktigt). Projekteringshandlingarna kräver för det mesta inte heller någon specificerad kontroll i projektets olika skeden utan det blir upp till den så kallade egenkontrollen att hantera det som respektive disciplin själv tycker är viktigt.

Det respektive disciplin inte tycker är viktigt är det inte heller någon annan som ifrågasätter. Problemet blir då att kvalitetsrevisionerna går ut på att kontrollera att det som man själv säger ska utföras utförts som man sagt, men man får ingen garanti för att alla viktiga kontroller faktiskt är gjorda.

I dagsläget handlar alltså inte fuktriskerna i HD/F-bjälklag generellt om kunskapsbrister utan om kommunikationsbrister där kunskapen sitter på fel ställe i processen eller inte samordnas till bäst möjligt för projektet. De checklistor, riktlinjer och hjälpmedel som tagits fram i den här rapporten kan förhoppningsvis förbättra kommunikationen framöver och tydliggöra de saker som måste samordnas för ett lyckat slutresultat.

---

## 4. HD/F-BJÄLKLAGETS VÄG GENOM BYGGPROCESSEN

---

Följande kapitel är en mycket generell beskrivning av hur HD/F-bjälklagen hanteras genom byggprocessen idag. Detta för att ge en bakgrund till varför och när fuktriskerna uppstår och bör hanteras. Skillnader mellan tillverkare och montagesätt kan förekomma.

### 4.1. PROGRAMSKEDE

HD/F-bjälklag väljs preliminärt på grund av prestanda (långa spännvidder, arkitektoniska kvalitéer, attraktivt pris eller något annat). Ofta finns det inga tekniker med djupare HD/F-kunskaper med i detta skede.

### 4.2. PROJEKTERING

#### 4.2.1. SYSTEMHANDLINGAR

Primära data som bärriktningar, bjälklagshöjder, laster och stora hål förs in i handlingarna. Fortfarande har man för det mesta inte kopplat in prefableverantören i detta skedet utan det är en konstruktionsfirma som gör beräkningarna. Kunskapsnivån om HD/F-bjälklag varierar kraftigt.

#### 4.2.2. BYGGHANDLINGAR

Här kopplas ofta HD/F-leverantören in som bollplank eller för att ta fram produktionsritningar i totalentreprenader. I utförandentreprenader där man överlåter upphandlingen av HD/F-leverantören till byggentreprenören är det inte ovanligt att produktionshandlingar för fabriken inte upprättas förrän i ett mycket sent skede.

Även så här sent i processen är det ofta inte bestämt vilka ytmaterial som ska ligga på golven beroende på att hyresgästen inte skrivit kontrakt men byggherren än (gäller främst bostadsprojekt och kontorsprojekt).

#### 4.2.3. TILLVERKNINGSHANDLINGAR:

Varje platta ritas upp med håltagning, armering, ytbehandling o.s.v. för fabrikstillverkningen och för montaget. För det mesta tas dessa handlingar fram av prefabttillverkaren själv efter att tillverkaren handlats upp.

### 4.3. TILLVERKNING

HD/F-Plattorna gjuts på långa stålbanor av en läggarmaskin som med skruvar skapar kanalerna. Större urtagningar, K-ändar, schakt och lyftankare förbereds. Betongen täcks med plast för fukthärdning.

På morgonen dagen efter tvärkas betongen upp i lämpliga längder för projektet med våtkapning, elementen lyfts ut ur hallen och dräneringshålen borras. Ändpluggar monteras och elementen läggs upp på mellanlager utomhus för transport.

#### 4.4. MONTAGE

Elementen lastas på bil för transport till arbetsplatsen.

Elementen lyfts upp med speciella lyftok eller i ingjutna lyftöglor. Rasförankring armeras och eventuella kompletteringar med ingjutningsgods monteras.

Foggjutning av skarvar och ändar görs. Är det inte en ren betongstomme så jobbar man ofta parallellt med en stålentreprenör som monterar nya pelare och balkar efterhand som underliggande bjälklag blir klara.



*Bild 4.1,2:Pågående foggjutning.*

#### 4.5. ARBETSPLATSEN

Efter färdigt prefabmontage är det för det mesta byggentreprenören som tar över (om inte byggentreprenören även monterar elementen). Entreprenören skapar tätt hus, torkar ut konstruktionen till förutbestämda RF-nivåer, gör eventuella pågjutningar eller uppbyggnader samt lägger ytmaterial. Ofta via en rad olika underentreprenörer.

I detta skede görs även en del platsborrad håltagning. Antingen av bortglömda hål eller sparade hål som inte kunnat tas i fabrik på grund av att elementet då inte skulle gått att lyfta. En del hål sparas också för att det är mer praktiskt att utföra dem på arbetsplatsen beroende på toleranskrav eller annat.



---

## 5. BESKRIVNING AV FUKTRISKER I HD/F-BJÄLKLAG

---

Beroende på vilka golvuppbbyggnader, ytmaterial och takkonstruktioner osv. som skall användas i projektet så finns det olika risker att hantera. En del risker ger om de faller ut estetiska problem (ex. missfärgade golv), andra risker kan resultera i problem med inomhusmiljön för brukaren (ex. mögelallergi).

### 5.1. GENERELLA FUKTRISKER

#### 5.1.1. FRITT VATTEN I KANALER

Fritt vatten i kanalerna uppträder även i sena skeden när dräneringen av kanalerna inte fungerat tillfredställande. Det är näst intill omöjligt att hindra fritt vatten att nå kanalerna under en normal byggprocess. Står vatten kvar i kanalerna kan följande problem uppstå.

- ❑ Sönderfrusna däckplattor. Ovanligt men händer ibland i tidiga skeden innan tätt hus. Man ska även vara uppmärksam vintertid så att man inte monterar HD/F-plattor med fruset vatten i eftersom man då kan få problem med läckage när bjälklaget börjar tina.
- ❑ Dropp ur dräneringshål. Fungerande dräneringshål kommer det normalt att droppa ur tidvis innan tätt hus. Riskerna uppstår även i sena skeden när man börjar lasta in saker på bjälklaget och får en nedböjning av bjälklaget som ändrar kanalens lutning. Vattenpölar i kanalerna som inte tidigare varit i kontakt med dräneringshål kan då börja att dräneras. Ibland inträffar även läckage när man borrar hål för infästningar i taket. Vatten från kanalerna kan även skapa problem med skador på vissa ytmaterial beroende på att vattnet fräter (är basiskt pga. betongen).
- ❑ Fuktpåverkan på igjutningar. Står vatten i kontakt med igjutningar med hög vct kan det bli 100% relativ fuktighet (RF) i dem. Se mer under för fuktig betong (kap 5.1.2)
- ❑ Fuktbläckor i tak. Uppträder oftast vid igensatta dräneringshål. Det blir sällan fuktgenomslag genom betongen under en vattenfylld kanal pga. den höga betongkvaliteten.



Bild 5.1, 2: Upplagda HD/F-plattor innan foggjutning. Notera i bilden till vänster de två yttersta kanalerna mot yttervägg som har rasförankring vilket skär av kanalerna med igjutningar varannan meter. Här krävs det många dräneringshål för att få säkerställd dränering. Bilden till höger visar rasförankring när bjälklaget bär på yttervägg.

### 5.1.2. FÖR FUKTIG BETONG

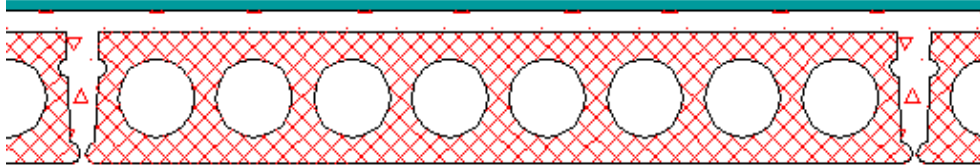
Uppträder när man inte lyckats torka ut byggfukten i betongen tillräckligt. HD/F-plattan torkar ofta snabbt till under 85%RF. D-plattor och D/F-plattor gjuts oftast med betong med högre vct än i HD/F-plattan och måste därför ges större hänsyn för att klara uttorkningskraven i projektet. För det mesta är det igjutningar, platsgjutna konstruktioner eller pågjutningar som har störst risk för fuktig betong. Uttorkningsproblematiken försvåras om man valt betong med för högt vattencementtal (vct), misslyckats med torkklimatet eller låtit vattenpölar stå kvar på bjälklaget. Därför bör man alltid göra uttorkningsberäkningar innan gjutning. Riskerna är:

- ❑ Fuktpåverkan på golvmaterial. Riskerna är intimt förknippade med typen av golvmaterial. Känsliga ytmaterial och limmer kan råka ut för alkalisk nedbrytning (limförtvålning). Avjämningsmassor som är baserade på aluminatcement kan även få en hållfasthetsförsämring vid höga fuktnivåer. Lösningen är att justera vct, uttorkningstid och uttorkningsklimat med hänsyn till kritiska fuktnivåer för valt ytmaterialet så att betongen är tillräckligt torr vid montage.
- ❑ Fuktpåverkan på syllar. Risk för mögelpåväxt finns alltid eftersom mögelrisken inte blir riktigt låg förrän under 75%RF. Därför skall det alltid finnas syllisolering mellan betong och trä, även när man har en uppklossad vägglösning. Man ska också vara uppmärksam på att inte motgjuta väggar med flytspackel som låser ihop fukten i HD/F-bjälklaget med träreglarna och gipsskivan..
- ❑ Fuktpåverkan på yttertak. Har man uppstolpade tak kan byggfukten från en betongyta vara tillräcklig för att skapa problem för yttertaket. Därför jobbar man i känsliga lägen med plastfolie som hindrar diffusion från betongen till utrymmet. Känsligt blir det vid tjock bjälklagsisolering och högt vct på betongen. Oftast är dock HD/F-bjälklag mindre riskfyllt än både massiva betongkonstruktioner såväl som lättbetongbjälklag.
- ❑ Smuts (sågspån, jord osv.) på betongen som möglar. Förekommer för det mesta under en fuktspärr i form av plastfolie, uppreglat övergolv eller liknande. Därför måste det vara helt rent från biologiskt material på betongen innan montage av exempelvis plastfolie.

## 5.2. GOLVSYSTEM 1

Nedan följer en genomgång av de fuktrisker som kan uppstå i de tre vanligaste golvuppbbyggnaderna som används idag.

### 5.2.1. KONSTRUKTION:



*Bild 5.3: Golvsystem 1, Ytmaterial, tunn pågjutning, HD/F-platta*

### 5.2.2. RISKER:

- ❑ Alkalisk hydrolys av mattlimmer (limförtvålning), tätskikt, mattor osv. Oftast farligast över igjutningar eller andra platsgjutna bjälklagskonstruktioner. Gör en uttorkningsberäkning och justera vct med hänsyn till kritiska fuktnivåer för valt ytmaterial innan gjutning.
- ❑ Biologiskt material mellan fuktspärr och betong som kan mögla vid  $RF > 75\%$  (parkett på plastfolie, löslagd plastmatta). Utför noggrann städning innan montage av plastfolie.
- ❑ Biologisk påväxt på ytmaterial vid  $RF > 75\%$  (korksmulepapp, baksidan av parkettbrädor). Ta reda på kritiska fuktnivåer för valda ytmaterial och använd dem i uttorkningsberäkningen.
- ❑ Vattenläckage i ingjutna rör. Skapar för det mesta bara en lokal vattenskada. Använd godkända rörkopplingar och provtryck innan gjutning.

## 5.3. GOLVSYSTEM 2

## 5.3.1. KONSTRUKTION:

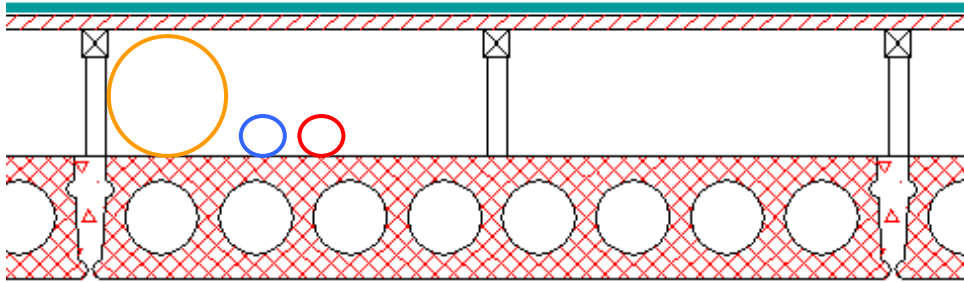


Bild 5.4: Golvsystem2, Ytmaterial, uppreglad golvkonstruktion, HD/F-platta

## 5.3.2. RISKER:

- ❑ Biologiskt material på betongen som kan mögla vid  $RF > 75\%$ . Utför noggrann städning innan montage av golv och såga inte i samma rum som ni monterar golv i.
- ❑ För höga RF-nivåer för golvkonstruktionen i det uppreglade utrymmet (ytmaterial sväller och kan få mögelpåväxt). Även väggars nedre delar under det uppreglade golvet kan komma att ligga för fuktigt. Torka ut bjälklagen tillräckligt innan montage av övergolv, helst  $< 80\%RF$  i de stora ytorna. Var särskilt försiktig vid täta ytbeläggningar som plastmattor.
- ❑ Vattenläckage i ledningssystem kan spridas i sidled och pågå under lång tid utan att det syns. Svårt att anordna tillräcklig läckagevarning på vatteninstallationerna. Läckagevarna till utrymmen med golvbrunn, inga T-kopplingar under golven, tätning av skyddsror så att det bara kan läcka vid läckagevarningen.

## 5.4. GOLVSYSTEM 3

## 5.4.1. KONSTRUKTION:

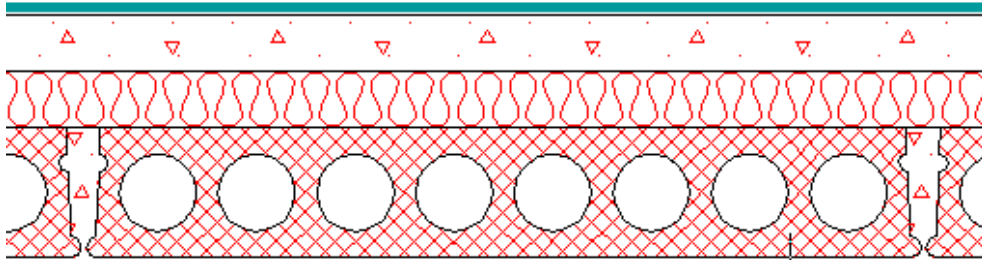


Bild 5.5: Golvsystem 3, Ytmaterial, betongpågjutning, isolering, HD/F-platta

## 5.4.2. RISKER:

- ❑ Alkalisk hydrolys av mattlimmer (limförtvålning), tätskikt, mattor osv. Oftast farligast över igjutningar eller andra platsgjutna bjälklagskonstruktioner. Gör en uttorkningsberäkning och justera vct med hänsyn till kritiska fuktnivåer för valt ytmaterial innan gjutning.
- ❑ Biologiskt material mellan fuktspärr och pågjutning som kan mögla vid  $RF > 75\%$  (parkett på plastfolie, löslagd plastmatta). Utför noggrann städning innan montage av plastfolie.
- ❑ Biologisk påväxt på ytmaterial (korksmulepapp, baksidan av parkettbrädor). Ta reda på kritiska fuktnivåer för valda ytmaterial och använd dem i uttorkningsberäkningen.
- ❑ Eventuellt biologisk påväxt under i och på isolering om det varit smutsigt och blött vid montage. Oftast består isoleringen av en tunn stegljudsisolering som det inte kan växa i. Ibland kan det dock vara en tjockare mineralullsisolering. Blöt mineralull får inte monteras.
- ❑ Vattenläckage i ledningssystem kan spridas i sidled och pågå under lång tid utan att det syns. Svårt att anordna tillräcklig läckagevarning på vatteninstallationerna. Använd godkända rörkopplingar och provtryck innan gjutning

---

## 6.FUKTKÄLLOR

---

Kapitlet beskriver varför vatten kommer in i HD/F-Bjälklaget, var och när.

### 6.1. FUKT I MATERIAL

#### 6.1.1. BETONGFUKT FRÅN FABRIK

När man blandar betong till bjälklagsplattorna häller man i vatten. En del av detta vattnet binds kemiskt när betongen bränner, en del binds fysikaliskt till de inre ytorna i materialet och resten kallar vi överskottsfukt eller byggfukt beroende på hur mycket vatten vi ska torka ut. Mängden vatten och hur snabbt man kan torka ut den beror till stor del på vilket vct man väljer i betongen samt vilket torkklimat man klarar av att skapa i produktionsfasen. Mängden byggfukt varierar också med vilken jämvikt man strävar mot. Vid 85%RF kommer mängden vatten som behöver torkas att öka.

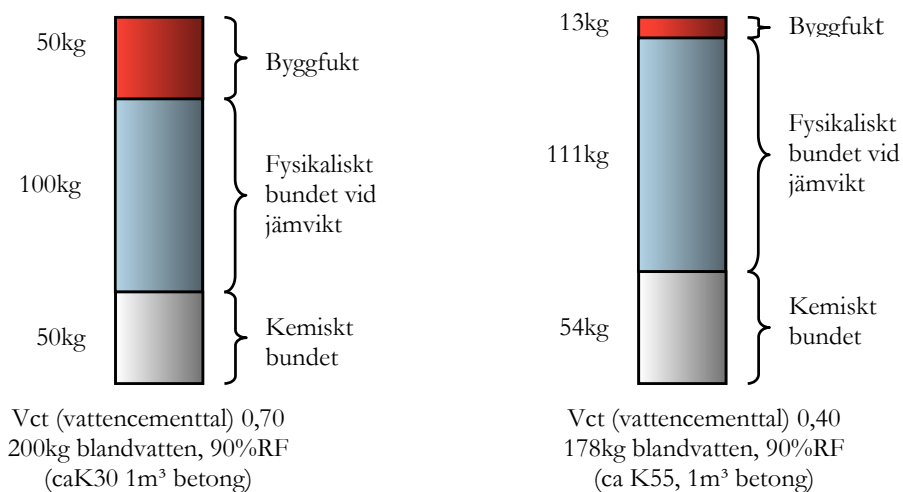


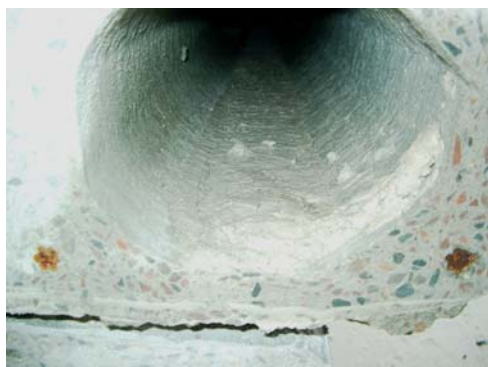
Bild 6.1: Jämförelsemellan vattenfördelning i två olika väl hydratiserade betonger.

### 6.1.2. BETONGFUKT FRÅN SÅGSLAM OCH BETONGRESTER I KANALERNA

Vid kapningen av plattorna rinner det in sågslam i kanalerna. Vid tillverkning av K-ändar för man ibland in betongresterna i kanalerna vilket är ett mindre fuktillskott om man tittar på helheten. Dock kan det bli problematiskt om slamm eller betongresterna sätter igen dräneringshålen. Har man till exempel betongslam som inte härdat i kanalen när man borrar sina dräneringshål uppstår lätt kraterkanter som hindrar vattnet att rinna ut. Därför bör alltid dräneringshålens funktion kontrolleras.



*Bild 6.2: Betongrester i kanaler vid K-ändar. Tätning av kanalernas ändar måste finnas för att hindra betong att rinna in och sätta igen dräneringshålen vid igjutning. Tätning kan ske med cellplastplugg eller betong. Jämfört med cellplastpluggen innebär alternativet med betongplugg att dränering av kanalen inte kan ske i tidiga skeden via kanalände. Vid utförande med betongplugg är det viktigt att hela hålet tätas.*



*Bild 6.3.: Normalt förekommande betongslam i kanal.*

### 6.1.3. BETONGFUKT FRÅN IGJUTNINGAR

Samma problembild som i avsnitt 6.1.1. Skillnaden består i att foggjutningen sker senare i processen och att delar av foggjutningen ofta står under vatten tidvis innan tätt hus erhålls. Igjutningarna blir också uttorkningsmässigt inlåsta i många lägen, inne i kanaler, mellan bjälklagelement, i stålbalkar, under väggskivor osv.

### 6.1.4. BETONGFUKT FRÅN PLATSGJUTNA KONSTRUKTIONER

Samma problembild som i avsnitt 6.1.1. Normalt sett är det här man har störst bekymmer på grund av större betongmängder och sämre betongkvalitéer.

### 6.1.5. BETONGFUKT FRÅN PÅGJUTNINGAR

Även pågjutningarna måste hinna torka ut ordentligt. Grundregeln är att torka varje skikt för sig. Alltså gäller att bjälklaget ska vara torrt innan man lägger på pågjutningen så att fortsatt uttorkning inte förhindras. Undantaget är när man använder kemiskt självtorkande betong där det till stor del är temperaturen i betongen som bestämmer uttorkningshastigheten.

Gjuter man med avjämningsmassor kommer torkprocessen även delvis att skilja sig från vanlig betong beroende på olika fysikaliska egenskaper i materialen. Bland annat ser sorptionskurvorna för materialen olika ut. Därför bör man undvika exempelvis tjocka aluminatcementskikt (>5cm) eftersom de kan ta väldigt lång tid att torka ut. Torkegenskaperna för vald avjämningsmassa måste kontrolleras noga hos leverantören av materialet. Tumregler som xmm/dag eller liknande fungerar inte generellt och framförallt inte vid tjockare skikt. Kräv uttorkningsdata från leverantörerna.

## 6.2 TILLFÖRSEL AV VATTEN UTIFRÅN

### 6.2.1. TILLFÖRSEL AV VATTEN VID LAGRING PÅ FABRIK

Bjälklagen lagras ofta under bar himmel på fabrikena. Normalt sett ett försumbart problem om dräneringshålen fungerar. Lagringstiderna är korta, elementen lyfts aldrig helt horisontell varför man ser vid lyft om det finns vatten i elementen. Farligare vintertid när vattnet kan frysa och sen inte blir dräneringsbart förrän efter tätt hus när uppvärmningen startar.

### 6.2.2. TILLFÖRSEL AV VATTEN VID TRANSPORT TILL ARBETSPLATS

Samma problembild som i avsnitt 6.2.1.

### 6.2.3. TILLFÖRSEL AV VATTEN VID MELLANLAGRING PÅ ARBETSPLATS

Samma problembild som i avsnitt 6.2.1, mellanlagring på arbetsplats sker nästan aldrig.

### 6.2.4. TILLFÖRSEL AV VATTEN INNAN IGJUTNING

**Det är mycket farligt om det kommer ett regn och dräneringen inte fungerar tillfredställande.** 1mm nederbörd genererar 1liter vatten per m<sup>2</sup> bjälklag och allt kan rinna in i kanalerna. Det kan bli många kubikmeter vatten in i huset vid kraftigt regn. Vid igjutningen förvattnas betongen runt fogen och även här kan många liter sprutas in i kanalsystemet.

### 6.2.5. TILLFÖRSEL AV VATTEN INNAN TÄTT HUS

Detta är kanske den farligaste perioden. Vattenpölar ställer sig väldigt karakteristiskt på HD/F-bjälklag. Eftersom elementen är överhöjda kommer vattnet att ställa sig naturligt över kortändarna där elementet är som lägst. Igjutningarna brukar för det mesta även ligga lite lägre än plattorna. Även bärande stålbalkar brukar vara överhöjda mitt emellan upplagen och då blir lågpunkten även koncentrerad till pelare. Låter man vattnet stå kvar på bjälklaget och det finns en spricka mellan foggjutningen och HD/F-elementet (kan man nästan förutsätta med härdningskrympning, temperaturrörelser och krypningar i betongen) in till kanalen kan hela kanalen fyllas med vatten om dräneringen är igensatt eller saknas. Särskilt vid förankringar av parallellt liggande HD/F-plattor mot väggar eller balkar får man ofta kanaldelar som har väldigt många igjutningar med ett par meters mellanrum. Här krävs det stor omsorg vid utförandet av dräneringshål så att de blir tillräckligt många.





*Bild 6.3,4: Sprickbildning i HD/F-plattor. Bilden till vänster visar sprickbildning kring injutet lyftankare. Bilden till höger visar sprickbildning över kanal som man kan få om man har problem med betongkonsistensen vid gjutningen av elementet. Finns sprickbildningen bör dräneringshålen kompletteras kring sprickan.*

Står vatten i kontakt med igjutningar med högt vct suger dessa vatten kapillärt och kan bli vattenmättade. Schakthål är också känsliga, här kan det fortsätta rinna stora mängder vatten även efter att nästa bjälklag är på plats. Ett specialfall som är extra känsligt är när man förbereder större håltagningar genom att ta bort ovankanten på elementet men behåller underkanten temporärt av transportmässiga skäl. Därför bör man alltid jobba med säkring av dräneringshålens funktion i tidiga skeden samt överväga bättre betongkvalitéer i igjutningarna. Betong med lågt vct som man redan har i Prefabplattorna i övrigt suger inte vatten kapillärt.

#### 6.2.6. TILLFÖRSEL AV VATTEN VID HÅLTAGNING

Viss större håltagning på plats får man alltid räkna med. Dessa hål tas nästan uteslutande med någon form av vattenkylning för borren/sågen. Beroende på hur kanalen lutar kommer vatten då att rinna vidare i kanalsystemet. Ju senare hålen tas desto större risker. Därför bör man komplettera med dräneringshål innan man gör sådana håltagningar.

#### 6.2.7. TILLFÖRSEL AV VATTEN VID VATTENLÄCKAGE

Ibland börjar rör läcka och ibland håller inte klimatskärmen tätt. Problembilden liknar 6.2.5. Upptäckt av läckaget försvåras ofta av att vattnet rinner ovanpå bjälklaget och ibland i kanalerna och kommer ut synligt en bit från vattenläckan.

---

## 7. PROVISORISK VATTENBORTLEDNING PÅ BYGGET

---

Som nämnts i föregående kapitel koncentrerar sig vattenpölar till vissa punkter på ett HD/F-bjälklag. Med fokus på att eliminera dessa kvarstående vattenpölar hade mycket av vatteninträgningsproblematiken kunnat lösas. Branchen har en stor utvecklingspotential som idag borde kunna utnyttjas. Nedan följer några förslag på hur man skulle kunna minska vattenbelastningen i projektet. Vilka metoder som är lämpliga att använda i ett projekt bestämmer projektet men oftast blir det en kombination av ett antal olika åtgärder. Med rätt val av ytmaterial, betongkvalitéer samt rätt utformning av dräneringshål blir behoven av extra åtgärder små. Man ska också vara observant på hur vattnet transporteras bort från huset. Vid prefabytterväggar kan det till exempel bli missfärgningar av fasaden om man låter nederbörd från bjälklaget rinna ut över väggarna.

- ❑ Bjälklagsplattor som bär från yttervägg till yttervägg gör att det inte blir stående pölar inne på bjälklagen. En konstruktiv åtgärd som måste beslutas tidigt eftersom den påverkar spännvidder och grundläggning.
- ❑ Vattengenomföringar i bjälklaget vid lågpunkter med provisoriska vattenutledning från huset innan tätt hus. Kan ske med genomstick av plaströr i igjutningar och provisoriska avloppsrör. Används inte idag men borde kunna vara en kostnadseffektiv lösning.
- ❑ Vattendammsugning av kvarstående vattenpölar. På betonger med högt vct(>0,6) kan kapillär insugning ske snabbt. Därför bör man inte låta vattenpölar bli stående på bjälklaget mer än i enstaka dagar. Via sprickor kan vattnet även nå kanalerna. Vid fungerande dränering och vct<0,6 är problemet mindre men det kan ibland av tidsskäl inte tillåtas att vattnet dräneras bort via kanalsystemet.
- ❑ Fokus på tätt hus. Tätning kring schakthål efterhand som stommen reses gör att man minskar vattenbelastningen på underliggande bjälklag. Följer man med upp med inklädd ställning minskar också vattenbelastningen. Särskilt vid slagregn.
- ❑ Bortskrapning av kvarstående vattenpölar med vattenskrapor. Enkelt och effektivt men vattnet förs ofta bara nedåt till nästa våning. Risken för missfärgning av fasader måste beaktas.
- ❑ Fuktblastningen från nederbörd varierar kraftigt över året. Torraste perioden inträffar i Sverige februari till maj. Väljer man att resa stommen under denna period kommer man statistiskt att få in mindre vatten i projektet. Tur med vädret kan betyda väldigt mycket i de här sammanhangen.

---

## 8. PROJEKTERINGSRIKTLINJER

---

Kapitlet ska ses som ett försök att styra upp hur man projekterar HD/F-bjälklag på ett fuktsäkert sätt och kan med fördel användas i formuleringar vid upphandling av konsulter.

### 8.1. GENERELLT

Syftet med projekteringen är att få en slutprodukt som harmoniserar med ställda funktionskrav, regelverk samt ekonomiska aspekter. Som underlag vid fuktprojekteringen (fuktdimensioneringen) av HD/F-bjälklagen används denna rapport. Alla viktiga projektuppgifter skall så långt det går infogas i de normala projekthandlingarna (AF-delar, ritningar, beskrivningar osv.).

Som underlag för information som ska tas fram och hanteras kan checklistan i denna rapport användas. I det specifika projektet kan dock även andra icke nämnda parametrar vara viktiga.

### 8.2. VAL AV YTMATERIAL

Ytmaterial ska väljas så tidigt som möjligt för att ge ingångsvärden på kritiska RF-nivåer som ska uppnås. Kritiska RF-nivåer för ytmaterial tas fram av respektive materialleverantör. I hus-AMA lämnas riktlinjer för kritiska fuktnivåer i kapitel M men det är alltid leverantörens krav som gäller. I en del fall har man för känsliga ytmaterial och måste därför jobba med fuktskydd i form av något spärrsystem. Det är viktigt att påpeka i projekthandlingarna att om man i ett senare skede vill förändra ytmaterial (om man byter till fukt känsligare lösningar) så kan det påverka hela konstruktionens uppbyggnad med betongkvalitéer osv.

Det finns även andra fukttekniska aspekter än fukt i betong som måste beaktas vid vissa golvlösningar. Vid till exempel direktlimmade massiva trägolv är det lika viktigt att hålla reda på de rörelse krafter som skapas i betongen beroende på fuktrörelser i brädorna orsakade av luftfuktighet osv.

För att definiera fuktriskerna med valt ytmaterial kan exempelvis RBK-auktoriserade fuktkontrollanter och Byggdoktorer användas som bollplank.

### 8.3 VAL AV BETONGKVALITÉER

Betongkvalitéer i betongen bör väljas så att uttorkning kan nås till under kritiska fuktnivåer med bestämd produktionstid vid ett normalt torkklimat. Problemet är oftast mindre på själva HD/F-plattorna eftersom de vanligtvis gjuts med en betong med låg vct som från början har en högre kemisk själv torkning. Fokus bör istället ligga mer på homogena konstruktionsdelar, platsgjutna konstruktioner, igjutningar och pågjutningar. Vid val av betongkvalitéer är det även viktigt att komma ihåg andra tekniska aspekter på igjutningar och pågjutningar. Risker för kantresning, skjuvkrafter mellan skikt som har olika E-modul, sprickbildning osv. Problemen är även årstidsbaserade till viss del då varma bjälklag ger större risker med sprickbildning. I en del fall gör detta att man inte kan lösa uttorkningen med lågt vct utan måste jobba med fuktspärrar.

Vilka betongkvalitéer som finns i prefabbetongen är en uppgift som respektive betongelementleverantör jobbar med separat och man kan ha olika recept på sina betonger. HD/F-plattornas vct-tal är oftast låsta däremot kan man ofta justera vct vid massiva plattor. Därför är det i samråd med prefableverantören man måste stämma av nödvändiga uttorkningstider i projektet.

För att definiera uttorkningskraven och betongkvaliteter i övriga konstruktionsdelar kan exempelvis RBK-auktoriserade fuktkontrollanter eller Byggdoktorer användas som bollplank.. Prefableverantörens synpunkter på andra konstruktiva egenskaper styr möjliga val.

#### 8.4. DRÄNERINGSHÅLENS UTFORMNING OCH PLACERING

För att få tillräckligt bra dränering av kanalerna bör följande aspekter beaktas.

- ❑ Dräneringshålens placering bör kontrolleras via egenkontroll. Rutiner för hur denna kontroll går till bör inhämtas från vald prefableverantör. Vid omfattande håltagning på plats kan det även krävas borrplaner.
- ❑ Dräneringshål bör placeras på båda sidor om alla igjutningar (gäller även vid lyftankare).
- ❑ Dräneringshålen ska så långt det är möjligt sitta i lågpunkter.
- ❑ Dräneringshålen ska vara minst Ø16mm. Tillräckligt stora för att inte sättas igen och tillräckligt stora för att kunna högtryckstorka utan ytterligare uppborrning.
- ❑ Hålen ska borras så sent efter tillverkning av elementen (eller med en anpassad metod) att det inte bildas kraterkanter kring hålen inne i kanalerna.
- ❑ Hålen ska i största möjliga mån borras på fabrik innan montage. Eventuell kompletteringsborrning sker lämpligast senast direkt efter igjutning så att man inte riskerar vattenansamlingar i kanaldelar.
- ❑ Dräneringshål ska finnas kring stora ursparningar/schakt. Gäller vid schakt med öppna kanaländar samt större håltagningar där man provisoriskt lämnat underdelen av elementet kvar för håltagning på plats.
- ❑ Dräneringshål ska borras med en metod som centrerar hålet till kanalbotten.
- ❑ Kompletterande dräneringshål ska utföras underifrån på båda sidor om planerat hål innan borrning och sågning med vattenkylning i monterade bjälklag.

Ovanstående punkter skall kontrolleras via kontrollplaner och mätprogram. Se kapitel 10.

### 8.5. KRAV PÅ TORKKLIMAT

Uttorkning av betong är till största del en fysikalisk process som tar lång tid (om man inte jobbar med lågt vct och kemisk självtorkning). För att få reda på hur lång tid det tar för olika betonger att torka behöver man prata med respektive betongleverantör. Det finns även enkla hjälpmedel att använda för att göra en grov bedömning. SBUF:s lathund och TorkaS2.0 är två gratis bra hjälpmedel som kan användas i tidiga skeden.

Torktiderna är även beroende av hur varmt man lyckas få i betongen (påverkar både den kemiska härdningen och de fysikaliska drivkrafterna), vilken ånghalt man håller i luft och i material (påverkar diffusionen) samt omrörningen på luften (påverkar hur jämnt torkklimat man skapar och hur effektivt man kan föra bort vattnet från huset). Betongens uttorkning beror också på hur stor yta som ligger mot torkklimatet samt hur tjock konstruktionen är. Mer information finns att hämta i RBK-manualen.

För att lyckas med en uttorkning är det viktigt att redovisa vilket uttorkningsklimat man tänkt skapa sig samt vilken uttorkningstid man räknar med. Ett vanligt riktvärde för lämpligt torkklimat vintertid är 15-18°C 40-50%RF. Då har man ett behagligt arbetsklimat som gör att ”gubbarna” inte mixtrar med maskinparken samt att andra produkter som virke inte riskerar att torka för snabbt och spricka. Sommartid kan det vara både varmare och betydligt fuktigare. Det är viktigt att redovisa för arbetsplatsen vad som krävs för att klara projektet. Hårt drivet torkklimat med hög energianvändning kräver exempelvis ofta kompletterande energikällor förutom byggel. För att över huvud taget ha en chans att styra en uttorkning måste man mäta torkklimatet.



*Bild 8.1: Aggregat för högtryckstorkning av HD/F-bjälklag. Varm, torr luft trycks genom dräneringshålen och får blåsa ut via dräneringshålen i andra änden av elementet. Ett mycket snabbt sätt att torka HD/F-plattor.*

För att titta på torkutrustning, energibehov och torkklimat fungerar många torkfirmor utmärkt som bollplank.

### 8.6. KONTROLLPROGRAM

Kontrollprogrammet bör upprättas under projekteringen. Fuktmätning i fält i betong utförs lämpligen av RBK-auktoriserade fuktkontrollanter. I övrigt får man beakta riskerna i kapitel 5 och kontrollmetoder i avsnitt 9 för att bestämma vad som bör gälla i just det projekt man håller på med.

En viktig grundregel att tänka på är att mätning och kontroll bara är effektivt om det finns förutsättningar för att lyckas. Felaktiga förutsättningar kan inte åtgärdas genom mätning.

---

## 9. KONTROLLER/MÄTMETODER

---

Kapitlet är tänkt som en beskrivning av tillgängliga kontrollmetoder som framkommit i undersökningen. Vilka kontroller och mätningar som är lämpliga att använda i ett aktuellt projekt varierar. Vem som utför kontrollen bestäms i samråd mellan parterna. Finns det ett tydligt kvalitetsarbete med egenkontroller genom hela processen blir det lite stickprovskontroller längs vägen. Får man däremot en odefinierad produkt till arbetsplatsen krävs omfattande mätprogram för att säkra upp att rätt kvalitet är levererad.

### 9.1. KONTROLL AV SÅGLAM OCH BETONGRESTER I KANALERNA.

Betongrester i kanalerna får inte finnas i en omfattning så att dräneringshål blir igensatta eller att vattnet inte kan rinna fram till dräneringshålen.

- ❑ Visuellt kontroll innan montage av ändpluggar på fabrik + eventuell rensning.
- ❑ Visuellt stickprovskontroll vid mottagning på arbetsplats genom att ta bort ändpluggar + eventuell rensning (är svårt att utföra i detta skede eftersom slammet och betongen härdar fast till kanalväggarna).

### 9.2. KONTROLL AV FRITT VATTEN I KANALER

Kontroll av fritt vatten i kanaler kan ske med ett flertal metoder. Nedan följer en uppräknig av de vanligaste.

#### 9.2.1. RF-MÄTNING I KANALLUFT

Korttidsmätning av RF i kanalluft. Alla höga värden kontrolleras noggrannare med andra metoder.

- ❑ + Hyfsat snabb mätmetod. Enmansmetod.
- ❑ - Ger ingen varning för igensatta kanaldelar utan dräneringshål (mäter ju aldrig i de kanaldelarna). Osäker mätmetod eftersom man rör om luften när man stoppar i givaren. Långtidsmätningar brukar ge högre värden. Svårt att veta var gränsen går. Många felkällor i mätsystemet. Kräver kompletterande metoder.

#### 9.2.2. VISUELL KONTROLL MED FIBEROPTIK

Fiberoptik förs in i hålet

- ❑ + Snabb enkel metod. Ser direkt om det finns vatten som inte kan rinna ut kring hålet. Enmansmetod. Kan se om kanalen är igengjuten längre bort.
- ❑ - Svårt att få in tillräckligt med ljus för att se hela kanalen (beroende på instrumentmodell). Eventuellt får man komplettera med ljuskälla i andra dräneringshål. Kräver vana att förstå vad man ser. Dyra instrument om man ska ha lång kabel så att man kan jobba stående på bjälklaget under.

### 9.2.3. BLÅSNING MED TRYCKLUFT I KANALEN

Tryckluft appliceras i ett dräneringshål. Utblåsning i nästa dräneringshål kontrolleras.

- ❑ + Enkel metod. Säkert sätt att se att dräneringshålen har kontakt med varandra. Kan användas som effektiv torkinsats i blöta kanaler.
- ❑ - Kräver två man för att vara effektivt, Kan ligga fritt vatten i kanalen som inte påverkas av tryckluften vid testningen.

### 9.2.4. AMMONIAKMÄTNING I KANALLUFT

Vid tillgång till fritt vatten bildas det ammoniak i kemiska reaktioner med alkaliskt vatten och restprodukter i ballast och tillsatsmedel. Luftprover tas via temaxrör eller liknande och skickas på analys på labb. Metoden används ibland vid skadeutredning.

- ❑ + Bevis på att det finns tillgång till fritt vatten.
- ❑ - Dyr. Avancerad teknik. De kemiska processerna är inte entydiga. Provtagningsmetoden är inte standardiserad.

## 9.3. KONTROLL AV DRÄNERINGSHÅLENS FUNKTION

Sker vid fabrik och kontrolleras stickprovsmässigt igen vid montage. Alla befintliga hål sticks med sticka eller motsvarande för att garantera att de inte är igensatta av foggjutningen, sågslam eller betongrester. Kontroll mot produktionsritningar och ursparningar att alla dräneringshål är borrarade.

Innan pågjutning eller övergolv skall igjutningar kontrolleras mot prefabritningar på översida bjälklag att alla igjutningarna är iritade. På undersida kontrolleras sedan att alla nödvändiga dräneringshål är tagna.

Dagen efter foggjutning/igjutning skall dräneringshålen ”stickas” för att kontrollera att inga hål blivit igensatta.

## 9.4. KONTROLL AV RF I IGJUTNINGAR

Det finns ett antal mätinstrument och mätmetoder för att bestämma RF i betong. Nedan följer en djupare förklaring om var man bör mäta i HD/F-bjälklag. För hanteringen av mätinstrument hänvisas till RBK-manualen.

### 9.4.1. RF-MÄTNING I IGJUTNINGAR

RBK ger inga generella anvisningar om var man mäter i igjutningar i HD/F-bjälklag. Däremot finns det tydliga riktlinjer på hur man mäter i HD/F-plattan. Följande klargöranden bör påpekas angående mätningar i HD/F-bjälklag:

Snabbaste uttorkningen får man normalt i HD/F-plattan. Därför är denna mätpunkt ofta minst intressant att mäta i. D-plattor liksom platsgjutna konstruktioner mäts normalt på 20% av djupet enligt RBK-manualen. Vid samma vct och torkklimat är det tjockaste konstruktionsdelen som torkar långsammast.

I igjutningar däremot har man ofta inget nominellt mätdjup att gå efter av flera anledningar.

Gjuter man med betong med lågt vct där kemisk självtorkning är den dominerande torkmekanismen finns det mycket liten variation i fuktprofilen varför mätdjup blir av mindre intresse. Mät mitt i igjutningen. Då får man även den mest temperaturstabila mätningen vilket ökar mätnoggrannheten.

Om man använder en betong med högt vct utan större kemisk självtorkning blir den uttorkningsmässigt inlåst mellan betong av högre kvalitet i form av HD/F-plattor eller till och med mellan stålplåtar om man gjuter i stålbalkar. Det blir inte sällan till och med sämre förutsättningar än för ensidig uttorkning. Eftersom det dessutom ofta står vatten över igjutningarna kan man även få kapillär insugning av vatten. Har man fritt vatten i kanalerna i kontakt med igjutningen har man även kapillär sugning inifrån kanalen. Mät mitt i igjutningen.

#### 9.4.2. LOGGNING AV TEMPERATUR FÖR BEDÖMNING AV HYDRATATION

Jobbar man med kemiskt självtorkande betong är det hydratationen (hur mycket betongen bränt) som till största del avgör RF-nivån. Hastigheten som betongen bränner med är starkt temperaturberoende varför man kan kontrollera RF-nivån med temperaturloggning (billigare än RF-mätning). Mätningen förutsätter att man verkligen har koll på att man fått rätt vct eller lägre. I dagsläget är det inte en standardiserad mätmetod för fältmätning och rekommenderas därför inte till detta. Hydratationens utveckling är inte heller utredd när man har kraftiga temperaturvariationer under tillväxtfasen.

#### 9.5. KONTROLL AV TORKKLIMAT

Vid uttorkningsberäkningar förutsätts vissa klimatdata. För att uttorkningen ska gå med den hastighet man beräknat måste torkklimatet kontrolleras och helst vara lite bättre än förutsatt. Denna manual går inte in på styrning av torkprocesser mer än specifika metoder för HD/F-plattor. Dimensionering av torkutrustning och kontrollerande mätningar av torkklimat (RF och temperatur) bör dock göras i alla projekt som ska styra en uttorkning.

#### 9.6. KONTROLL AV RF I UPPREGLAT ÖVERGOLV

Beroende på byggfukt från betongen, luftväxlingen alternativt vattenläckage kan man få för höga RF-nivåer i utrymmet mellan betong och golvyta. Särskilt om man jobbar med igjutningar med högt vct som har fått stå under vattenpölar samt vid diffusionstäta ytbeläggningar. Systemet behöver idag utredas ytterligare för att få mer mätdata på hur stora risker som skapas. Idag finns det mycket få kända mätningar gjorda på vilket klimat man får i det uppreglade utrymmet.

Vid tveksamheter bör utrymmets RF loggas. Man kan också jobba med Alfasensorer klistrad på betongen eller golvets undersida för att se om riskfyllda RF-nivåer uppnås. Känsligaste läget är sensommar och tidig höst. Metoden kräver tillgång till utrymmet via inspektionslucka eller liknande.



### 9.7. KONTROLL AV RENGÖRING AV BETONGYTOR

Görs med visuell kontroll innan utläggning av eventuell plastfolie eller övergolv. Ingen organisk smuts får förekomma på betongen (sågsån, jord osv.). Även montageskedet måste kontrolleras vid uppreglade övergolv så att man inte tillför organiskt material vid läggning av golvet (sågsån).



*Bild 9.1: Kvarliggande sågsån på uppreglat spånskivegolv. Hur mycket kan ha ramlat ned vid väggarna?*

### 9.8 INSPEKTIONSBARHET OCH LÄCKAGEVARNING.

I uppreglade övergolv (golvsystem 2) är en av de största riskerna att ett rör börjar läcka någon gång i framtiden. Är VS-installationen då inte utförd så att läckagevarning sker synligt till utrymmen med golvbrunn kan skadorna bli omfattande innan man upptäcker läckan. Man bör även ha en möjlighet att visuellt inspektera utrymmet mellan betong och övergolv.

Ofta jobbar man med PEX-rör i så kallade rör i rör system. Det är då viktigt att rören dras oskarvade mellan kopplingsplint och uttag samt att skyddsroret följer med oskadat hela vägen. T-kopplingar nere i golvet innebär att vissa rördelar inte blir läckagevarnade. Det finns även speciella manschetter för genomföringar i väggar och anslutningar till element som gör att yttre röret tätas vid kopplingspunkten. Detta för att läckagevarningen endast ska kunna ske vid kopplingsplinten.



*Bild 9.2,3: Olika utförande på läckagevarning av kopplingsplint med PEX-system. Till vänster specialsåp och till höger har man gjutit upp och tätat kring rör genomföringarna.*

## 10. RESULTAT FRÅN INTERVJUER

---

I det här kapitlet redovisas resultaten från intervjuerna generellt. Sammanlagt finns det erfarenheter från över 100.000 m<sup>2</sup> HD/F-bjälklag med i underlaget.

### 10.1 RISKBILDEN

TVå saker anses överlägset som mest problematiska att hantera i en byggprocess. Vatten i kanalerna och blöta igjutningar som har för långa torktider. I svaren finns sönderfrusna element, nedbrutna lim, möjliga väggar oftast som ett resultat av vatten i kanalerna eller för blöta igjutningar.

### 10.2 PROVISORIER

De provisoriska tätningar som utförts i projekten har mestadels berört tätning av schakt. Ett projekt hade flutit en tunn pågjutning på översta bjälklaget samt jobbat med inklädd ställning och kappor ut från bjälklaget för att få tätt mot inträngande vatten. Alla projekten kompletteringsborrar dräneringshål på plats i viss omfattning.

### 10.3 FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER

Det finns en stor enighet i undersökningen att stora dräneringshål är att föredra >16mm. Man vill även generellt ha renare kanaler och större fokus på kompletteringsborring av dräneringshål. Även bättre fokus på betongkvalitéer och uttorkningstider önskas. Både vid igjutningar och vid pågjutningar.

---

**11. GRUNDLÄGGANDE BEGREPP**

---

- ❑ Alfasensorn: Mätmetod där man får en synlig kemisk reaktion på en klisterlapp vid överstigande av vissa kalibrerade fuktnivåer. Används för att garantera att vissa RF-nivåer inte överstigits. Ger även en tidsindikation på hur länge fuktnivån har överstigits.
- ❑ Alkalisk hydrolys: Vatten med högt pH som reagerar med kolkedjor. Ett av grundproblemen vid blöt betong eftersom betong är väldigt basiskt. Limmer och plaster består av kolkedjor som kan brytas ned.
- ❑ Byggfukt: Det vatten som tillförs byggnaden under byggprocessen och som måste torka ut innan byggnaden är i jämvikt med omgivningen igen.
- ❑ D/F-platta: Massiv däcksplatta med förspänd armering.
- ❑ D-platta: Massiv slakarmerad däcksplatta
- ❑ Foggjutning/igjutning: Betongen som fyller hålrummen mellan elementen men även den gjutning som gjuter ihop väggar med bjälklag, över balkar etc.
- ❑ Fysikaliskt bundet vatten: Vatten som binds in till de inre ytorna i ett material (mantelytan på materialkornen). Lämnar materialet när det torkar ut. Mäts för de flesta material genom att först konditionera prover vid kända RF-nivåer för att sedan torka dem vid 105°C tills de inte längre minskar i vikt. Viktminskningen mäts och beror på att det fysikaliskt bundna vatten dunstat bort. Sambandet mellan RF och fukthalt (vatteninnehåll) redovisas i så kallade sorptionskurvor.
- ❑ HD/F-bjälklag: Håldäcksplattor med igjutningar, foggjutningar, massiva plattor, pågjutningar, schakthål och platsgjutna bjälklagsdelar.
- ❑ HD/F-platta: Håldäcksplatta med förspänd armering.
- ❑ Kemiskt bundet vatten: Ingår i materialets strukturuppbyggnad. Enda sättet att frigöra det är att förstöra materialet
- ❑ Kemisk torkning/hydratation: Den kemiska process där cementet reagerar med vatten och binder ihop betongen. Vatten binds alltså vid reaktionen.
- ❑ Kritisk fuktnivå: Den fuktnivå som när den överskrids i ett material riskerar att generera fuktrelaterade skador. Samma material kan ha flera olika kritiska fuktnivåer beroende på olika skadefenomen.
- ❑ K-ände: Konstruktionsände. Kortändan på elementet urgröpt i ovankant för att man ska komma åt bättre att gjuta fast elementen.
- ❑ Mättnadsånghalt (vs): Betecknar den mängd vattenånga i gram/m<sup>3</sup> som maximalt kan finnas i gasform i en luftvolym vid en viss temperatur utan att kondensera. Ju varmare luften är desto mer vattenånga kan den innehålla, dvs. desto högre är mättnadsånghalten.
- ❑ Relativ fuktighet, RF (%): Anger hur stor del av den möjliga mängden vattenånga, vid en viss temperatur, som faktiskt finns i luften. Beräknas genom att dividera ånghalten med mättnadsånghalten. RF är temperaturberoende via

mättnadsånghalten. Vid konstant ånghalt händer följande. En sänkning med 1°C ger en ökning på runt 5%RF. Höjs temperaturen sjunker RF.

- VCT: Vattencementtal. Förhållandet mellan cement och vatten i en betongblandning. En av de parametrar som bestämmer betongs uttorkningsegenskaper mest.
- Ånghalt (v): Används om fukt i luft och anger hur många gram vattenånga det finns per m<sup>3</sup> luft.
- Ändplugg: Pluggar av plast, frigolit eller annat material som sätts fast innanför K-änden i kanalen för att hindra betongen att fylla kanalen vid gjutning samt för att hindra nedsmutsning av kanalen. Pluggen är alltså inte tänkt för att hindra vatteninträning i kanalerna.
- Överskottsfukt: Den del av byggfukten som måste torkas för att vi inte ska riskera att råka ut för fuktrelaterade skador.

---

## 12.CHECKLISTA FÖR FUKT

---

Nedanstående checklista är en hjälp för projektledningen att se vilka moment som behöver hanteras för att uppnå låga fuktrisker samt vilka aktörer som blir berörda av dessa moment. Generellt bör man alltid sträva efter att få in alla anvisningar i ordinarie projektdokument. Under målvärden är tanken att de krav som bestäms i respektive projekt skrivs in och kommuniceras till berörda parter. I 12.1. står dock hänvisningar till rapportrubriker som hjälp att välja de olika värdena. 12.2. ger ett exempel på hur en ifylld lista kan gestalta sig. Vem som ska hantera vad kan skilja från projekt till projekt.

Dokumentet är levande genom projekteringen och även vidare i produktionen. Alla frågor går inte att besvara i tidiga skeden. Till exempel produktionstidplanen justeras ofta många gånger innan man kommer till produktion. Genom att sätta en produktionstid tidigt har man dock satt fokus på att den har stor betydelse för byggprocessen och kanske man tänker sig för lite extra när och om den ska kortas.

Använd exemplet som ett underlag för projekterings beskedlista angående fukthanteringen. Det finns ju även många andra besked som skall hanteras i projektet som är minst lika viktiga. Lycka till.

12.1. HÄNVISNINGAR TILL VAL AV MÅLVÄRDEN

Punkter	Målvärden	Projekteringsledning	Tillverkningsritningar	Tillverkning	Montage	Arbetsplats
Bjälklagstjocklek (mm)						
Torktid i prod.tidplan	Kap: 8.3.; 8.5.					
Torkklimat	Kap: 8.5.; 9.4.; 12.					
Ytmaterial (typ)	Kap: 8.2.					
Ytmaterial (RF-krit)	Kap: 5.1.-4.; 8.2.					
Mål RF	Kap: 5.1.-4.; 8.2.;					
HD/F-platta betong (vct)	Kap: 8.2.; 8.3.; 8.5.					
HD/F-platta torktid(v)	Kap: 8.2.; 8.3.; 8.5.					
D-platta betong (vct)	Kap: 8.2.; 8.3.; 8.5.					
D-platta torktid (v)	Kap: 8.2.; 8.3.; 8.5.					
Foggjutning betong (vct)	Kap: 8.2.; 8.3.; 8.5.					
Foggjutning torktid (v)	Kap: 8.2.; 8.3.; 8.5.					
Igjutningar betong(vct)	Kap: 8.2.; 8.3.; 8.5.					
Igjutningar torktid(v)	Kap: 8.2.; 8.3.; 8.5.					
Platsgjutet betong (vct)	Kap: 8.2.; 8.3.; 8.5.					
Platsgjutet torktid (v)	Kap: 8.2.; 8.3.; 8.5.					
Pågjutning (Typ)						
Pågjutning (mm)						
Pågjutning torktid (v)	Kap: 8.2.; 8.3.; 8.5.					
Dräneringshålens placering	Kap: 8.4.; 8.6.					
Dräneringshålens utformning	Kap: 8.4.; 8.6.					
Kompletteringsborrning	Kap: 8.4.; 8.6.; 9.3.					
Kontroll av dräneringshål	Kap: 8.4.; 8.6.; 9.3.					
Kontroll av sågslam och betong i kanaler	Kap: 8.6.; 9.1.					
Kontroll av fritt vatten i kanaler	Kap: 8.6.; 9.2.					
RF-mätning i betong	Kap: 8.2.; 8.6.; 9.4.					
RF-mätning i luft	Kap: 8.5.; 8.6.; 9.4.; 9.6.					
Städning innan övergolv	Kap: 5.1.2.; 8.6.; 9.7.					
Städning innan plastfolie	Kap: 5.1.2.; 8.6.; 9.7.					
Inspekterbarhet i uppreglade övergolv	Kap: 8.6.;					
Läckagevarning i uppreglade övergolv	Kap: 8.6.;					
Riktlinjer till brukare	Kap: 8.6.;					
Fuktpåverkan på tak	Kap: 5.1.2.; 8.6.					
F=Föreskriver, I=Informeras, K=kontrollerar, U=Utför						

12.2. IFYLLT EXEMPEL

Punkter	Målvärden	Projekteringsledning	Tillverkningsritningar	Tillverkning	Montage	Arbetsplats
Bjälklagstjocklek (mm)	270	F	I	U		
Torktid i prod.tidplan	ca 2003-09-28 till ca2004-01-01	F	I			U
Torkklimat	18°C 60%RF	F	I			U
Ytmaterial (typ)	Limmad plastmatta	F				U
Ytmaterial (RF-krit)	85%RF	F	I			I
Mål RF	<85%	F	I			I
HD/F-platta betong (vct)	0,42	I	F	U		
HD/F-platta torktid(v)	16veckor	I	F			K
D-platta betong (vct)	0,42	I	F	U		
D-platta torktid (v)	26veckor	F	K			K
Foggjutning betong (vct)	0,38	I	F		U	
Foggjutning torktid (v)	8veckor	I	F			K
Igjutningar betong(vct)	0,38	I	F		U	
Igjutningar torktid(v)	8veckor	F	K			K
Platsgjutet betong (vct)	0,38	F				U
Platsgjutet torktid (v)	12veckor	F				K
Pågjutning (Typ)	Aluminatcement	F	I			U
Pågjutning (mm)	10-40	F	I			U
Pågjutning torktid (v)	3veckor	F	I			K
Dräneringshålens placering	Enligt Kap8.4. redovisas på planritningar	F	F	U	U	K
Dräneringshålens utformning	Ø20	F	F	U	U	K
Kompletteringsborrning	Enligt Kap: 8.4. senast direkt efter foggjutning. Kontroll mot planritningar.		F		U	K
Kontroll av dräneringshål	Sker innan pågjutning av aluminatcement enligt Kap 9.6.	F		K	K	K
Kontroll av sågslam och betongrester i kanaler	Enligt kapitel 9.6. Sker som mottagningskontroll på arbetsplatsen	F		K		K
Kontroll av fritt vatten i kanaler	Enligt Kap 9.2.2. sker i alla dräneringshål.	F				K
RF-mätning i betong	Kap: 8.2.; 8.6.; 9.3. RBK-auktoriserad ska ha lämnat utlåtande om torktider innan betongen får hällas i formen. Projektledningen köper mätningen direkt.	F	I			I
RF-mätning i luft	Kap: 8.5.; 8.6.; 9.3.; 9.5. Mätplan tas fram av arbetsplatsen och ska godkännas av projekteringsledningen.	F				U
Städning innan övergolv	Ej relevant					
Städning innan plastfolie	Ej relevant					
F=Föreskriver, I=Informeras, K=kontrollerar, U=Utför						

SBUF-FUKTRISKER I HÅLDÄCKSBJÄLKLAG

Inspekterbarhet i uppreglade övergolv	Ej relevant					
Läckagevarning i uppreglade övergolv	Ej relevant					
Riktlinjer till brukare	Städrutiner enligt GBR lämnas över i kvalitetspärm och monteras i städutrymmen	F				U
Fuktpåverkan på tak	Plastfolie på översta bjälklaget mot vind	F	I			U
F=Föreskriver, I=Informeras, K=kontrollerar, U=Utför						



---

**13.FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE**

---

Mycket av det som uppmärksammats i denna rapport har varit mer eller mindre känt länge av olika personer därför blir det viktigaste fortsatta arbetet att sprida den kunskap som finns till de som faktiskt behöver den samt att få aktiv användning av de checklistor och riktlinjer som redovisas. Att skriva en rapport förändrar ju inget i sig självt. Förhoppningsvis kan det material som nu finns framme vara till stor hjälp i detta arbete. Öppen dialog tidigt med högt till taket är en bra början för en bra slutprodukt.

I rapporten beskrivs en hel del mät och kontrollmetoder som inte är standardiserade. För att kunna lita på att en egenkontroll blir rätt utförd måste den definieras så att den blir gjord likadant oberoende av person. En hel del arbete kvarstår i att definiera hur detta ska gå till i detalj.

Den kanske största utvecklingspotentialen ligger dock i provisorier på arbetsplatsen som borde kunna utvecklas via system som för bort regnvattnet automatiskt. Det är få människor som avbryter sina semester och helger för att det regnar på arbetsplatsen.

PEX rör i ”rör i rör” system bör definieras tydligare. Särskilt hur man uppnår tillräcklig läckagevarning vid uppreglade övergolv.

---

14.REFERENSER OCH LITTERATUR

---

- ❑ 2003 [www.byggdoktor.com](http://www.byggdoktor.com) (fuktskadeutredare i sverige)
- ❑ 2003 "Uttorkning på byggarbetsplatsen, -klimat och uttorkningsprocesser", Mikael Lilliesköld, Johan Lindahl, KTH, Institutionen för Byggvetenskap, Avdelningen för Byggnadsteknik. (Examensarbete på Väg och vatten)
- ❑ 2003 "Aspekter på fukt och uttorkning i prefabricerade betongbjälklag" Refik Salievski, internt material Skanska Prefab.
- ❑ 2002 "Fukt i Hulldecker", Tom Arne Mosås, internt material Skanska Selmer.
- ❑ 2002 "TorkaS 2.0", Göran Hedenblad, Jesper Arvidsson, [www.fuktcentrum.lth.se](http://www.fuktcentrum.lth.se) (beräkningsprogram för uttorkning av betong),
- ❑ 2001 "Manual fuktmätning i betong", Version 3, [www.rbk.nu](http://www.rbk.nu) (mätmanual för fuktmätning i betong)
- ❑ 1999 "Klimatdata" [www.fuktcentrum.lth.se](http://www.fuktcentrum.lth.se) (statistisk väderdata för Sverige)
- ❑ 1998 "Fuktdimensionering med generell checklista", Eva Harderup, TVBH-3031, [www.fuktcentrum.lth.se](http://www.fuktcentrum.lth.se) (grunderna i fuktdimensionering)

15. FRÅGELISTA VID INTERVJUER

**A. Allmänna frågor:**

**A1a.**

Ålder: \_\_\_\_\_

Telefonnummer: (om OK) \_\_\_\_\_

**A1b. Min befattning är**

- Projektledare,  Produktionschef,  Projekteringsledare,  
 Skadeutredare,  Montageledare,  Elementleverantör,

Annat: \_\_\_\_\_

**A2. I hur många projekt har du varit i kontakt med HD/F-bjälklag de senaste 10 åren?**

1-2st,  3-5st ,  >5st

**A3. Hur många m<sup>2</sup> bjälklag rör det sig om?**

0-500m<sup>2</sup>,  500-2000m<sup>2</sup>,  >2000m<sup>2</sup>

**A4. Vilka dimensioner har du generellt haft på dräneringshålen i bjälklagen**

8mm,  10mm,  12mm,  14mm,  16mm,  18mm,  20mm,  
 >20mm  annat: \_\_\_\_\_mm

Ser du en koppling mellan dräneringshålens storlek och fuktrelaterade bekymmer?

Kommentarer: \_\_\_\_\_

**A5. Om du haft fuktrelaterade problem i HDF-bjälklagen de senaste 10 åren. I hur många av projekten har du haft det?**

<30%,  30-60%,  60-90%,  >90%

**A6. Om du haft fuktrelaterade problem. Hur många gånger och vilken typ av problem har du stött på?**

- |  |             |
|--|-------------|
| <input type="checkbox"/> Fritt vatten i kanaler under byggtid          | Ca: _____st |
| <input type="checkbox"/> Fritt vatten i kanaler efter inflyttning      | Ca: _____st |
| <input type="checkbox"/> Alkalisk/kemisk nedbrytning av lim/ytmaterial | Ca: _____st |
| <input type="checkbox"/> Mögel/biologisk nedbrytning av lim/ytmaterial | Ca: _____st |
| <input type="checkbox"/> För fuktiga igjutningar i produktion          | Ca: _____st |
| <input type="checkbox"/> För fuktiga pågjutningar i produktion         | Ca: _____st |
| <input type="checkbox"/> Mögelpåväxt på uppreglade övergolv            | Ca: _____st |

- Mögelpåväxt på syllar i utfackningar Ca: \_\_\_\_\_st  
 Mögel på väggar som ligger mot pågjutningar i btg. Ca: \_\_\_\_\_st  
 Släpp på direktlimmade massiva trägolv Ca: \_\_\_\_\_st  
 Annat: \_\_\_\_\_

## B Kontroller

Jobbar du med arbetsberedningar med hänsyn till fukt i anslutning till HD/F-bjälklag?

- JA  NEJ

**B1. Vilka fuktrelaterade kontroller/mätningar sker från er sida på fabriken?**

- Inga  
 Kontroll av betongrester i kanaler.  
 Kontroll av sågslam i kanaler.  
 Kontroll av dräneringshålens placering.  
 Kontroll av dräneringshålens dimension.  
 Kontroll av torktider mot produktionstidplan  
 Annat: \_\_\_\_\_

**B2. Vilka fuktrelaterade kontroller/mätningar sker från er sida på arbetsplatsen?**

- Inga  
 Mottagningskontroll för att kontrollera betongrester/betongslam i kanaler.  
 Mottagningskontroll för att kontrollera dräneringshålens dimension.  
 RF-mätning i HDF-platta enligt RBK:s riktlinjer.  
 RF-mätning i massiv-platta enligt RBK:s riktlinjer.  
 RF-mätning i igjutningar enligt RBK:s riktlinjer.  
 RF-mätning i pågjutningar enligt RBK:s riktlinjer.  
 RF-mätning i kanalluft i HDF-bjälklaget  
 Kontroll av dräneringshål  
 Fuktindikering på undersida bjälklag instrument: \_\_\_\_\_  
 Fuktindikering på ovansida bjälklag instrument: \_\_\_\_\_  
 Annat: \_\_\_\_\_

## C Provisoriska åtgärder

**C1a. Har ni använt några provisorier för att täta schakten under stomresning i projekten?**

- Nej  
 Ja (rita och beskriv):

**C1b Har ni använt några provisorier för att skydda K-ändar mot fritt vatten innan igjutning?**

- Nej  
 Ja (rita och beskriv):

**C2. Vattenavledning. Har ni använt några provisorier för att lösa vattenavledningen från bjälklagen under stomresning i projekten?**

- Nej  
 Ja (rita och beskriv):

**C3a. Har ni kompletteringsborrat dräneringshål i bjälklagens kanaler?**

- Nej  
 Ja direkt från fabrik  
 Ja innan igjutning  
 Ja efter igjutning  
 Ja innan pågjutning  
 Ja efter pågjutning

Annat: \_\_\_\_\_

---

**C3b. Om ni kompletteringsborrat. Hur gick det till?**

- På ena sidan om igjutningen  
 På båda sidor om igjutning  
 Med bormall för centrering av hålen i kanalbotten  
 Kontroll och eventuellt borrar av alla befintliga dräneringshål.

Annat: \_\_\_\_\_

---

**C4. Forcerad torkning. Har ni använt forcerande åtgärder för att få betongen att torka fortare i projekten?**

- Trycksatt varm/torr luft i kanalen  
 Betong med lågt vct(<0,4) i igjutningar  
 Betong med lågt vct(<0,4) i pågjutningar.

Annat: \_\_\_\_\_

---

**D Skadebild**

**D1. Om ni upptäckt en fuktskada vad berodde det på?**

Skada 1:

---

Orsak:

---

---

**E Utvecklingsmöjligheter**

**E1. Vad tycker du kan/bör förbättras när det gäller dagens hantering av HD/F-bjälklag med avseende på fukt?**

**E2. Vad tycker du är de största fruktrelaterade problemen med HD/F-bjälklag i dag?**