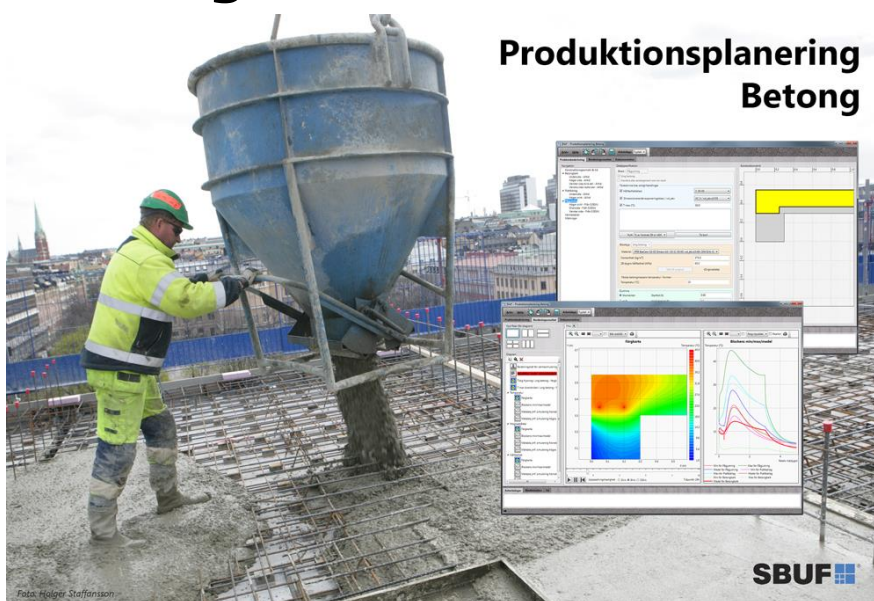


Branschgemensamma behov för prognoser av härdning och uttorkning i betong



Hans Hedlund¹, Bengt Ström², Fredrik Gränne³,
Ted Rapp⁴ och Peter Brander¹

1. Skanska Sverige AB, 2. Betongkonsult, 3. NCC Construction Sverige AB, 4. Sveriges Bygginstrument Service

Förord

Projektet har genomförts i ett samverkansprojekt med den svenska byggbranschen representerade av Skanska Sverige AB, NCC Construction Sverige AB och Sveriges Byggindustrier med stöd av referensgruppen, intervjuer och finansiärer.

Vi i projektgruppen vill tacka alla finansiärer enligt nedan som gjort det möjligt att genomföra detta projekt;

- SBUF - Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond
- Skanska Sverige AB
- NCC Construction Sverige AB

Göteborg, januari 2013, november 2015

Hans Hedlund et al.

Sammanfattning

Denna rapport utgör grunden i två programspecifikationer för branschgemensamma prognosverktyg för temperatur- och hållfasthetsutveckling respektive uttorkning av nygjutna betongkonstruktioner.

I rapporten har sammanställningar av branschens efterfrågan av – befintliga såväl som önskade – funktioner i dylika prognosverktyg.

Sedan grundspecifikationen utarbetats – denna rapport – har flera parallella aktiviteter och händelser skett i och om kring det utvecklingen av ett alternativt flera branschgemensamma verktyg för prediktering av hårdnande betongs egenskaper samt cement och betongs uttorkningsegenskaper. Många av händelserna runt programutvecklingen har varit till följd av gamla ägarkonstellationer och blockeringar av marknadens särintressen.

Exempelvis påbörjades och genomfördes under 2013 och första kvartalet 2014 utveckling och implementering (SBUF 12799) av ett fritt och branschgemensamt prognosverktyg för planering av betonggjutningar med avseende på temperatur- och hållfasthetsutveckling. SBUF 12799 utmynnade i paraplyprogrammet **Produktionsplanering Betong**.

Verktygslådan Produktionsplanering Betong kommer framgent att kompletteras med en uttorkningsmodul för prediktering och planering av uttorkningen av en betongkonstruktion. Vidare kommer Produktionsplanering Betong att kompletteras med ett verktyg för bedömning och planering av temperatursprickbegränsande åtgärder i hårdnande betongkonstruktioner. Förstudieprojekt för de närmast tillkommande verktygen har genomförts i SBUF 13059 samt 13064.

Produktionsplanering Betong – Fukt står närmast för implementering för att ersätta TorkaS 3, vilket i dagsläget varken är baserat på det vanligaste cementet på marknaden (Bascement) eller har kapacitet att möta entreprenörernas behov av att kunna simuleringar verklighetstroga situationer. Vid tidpunkten för utkastet till denna slutrapport förmodades TorkaS vara möjligt att utgå ifrån för framtagande av ett nytt och fritt planeringsverktyg för uttorkning. Genom ett nära samarbete mellan industrin och akademien har för stora begränsningar identifierats i TorkaS varför ett helt nytt koncept för hantering av uttorkning och nya cements sammansättningar kommer att implementeras.

Innehåll

Förord	1
Sammanfattning	2
Bakgrund	4
Syfte och mål.....	4
Projektorganisation.....	5
Befintliga prognosverktyg – svenska marknaden	5
Beräkningsprogram – FUKT.....	5
Beräkningsprogram – TEMPERATUR	12
Branschgemensamma prognosverktyg.....	13
Beräkningsprogram – FUKT.....	13
Förbättringar i nytt prognosverktyg – Fukt.....	18
Beräkningsprogram – TEMPERATUR	24
Namnförslag – prognosverktyg.....	27
Sammanfattning	28
Bilagor.....	29

Bakgrund

Under slutet på 1990-talet utarbetades två datorprogram – *Hett 97* respektive *TorkaS* – med avsikt att ge platschefen ett lättanvänt verktyg för att prognostisera härdning, dvs temperatur och hållfasthetsutveckling i hårdnande betong, samt uttorkning av generella betongkonstruktioner.

Byggbranschen har tidigare stöttat utvecklingen av de gemensamma prognosverktygen (SBUF 6005 respektive SBUF 6028) samt uppdatering och revideringar med hänsyn till nya forskningsrön (SBUF 10075 och SBUF 11970). Ytterligare att antal branschfinansierade projekt har genomförts för att ta fram och utvärdera materialdata till programmen.

Dagens – fritt tillgängliga programvaror – för prognostisering av;

- härdningsfasen är *Hett 97*,
- uttorkningsförloppet är *TorkaS 3*.

Därutöver finns det andra kommersiella programvaror som är mer avancerade, forskningsinriktade alternativt företagsinterna system (exempelvis DryIT, Bi Dry och TorkBI, ConTeSt Pro mfl).

Programvaran *Hett97* har idag en gammal programstruktur som inte utvecklats sedan framtagandet och kan med svårighet eller inte alls köras på datorer med nyare operativsystem. Det är relativt lätt att komplettera med materialdata för andra cementbaserade produkter i en öppen materialdatafil, vilket möjliggör att använd betong kan anpassas till en aktuell mix.

Programvaran *TorkaS 3* har relativt nyligen uppdaterats med nya forskningsrön. Användaren är styrd att utföra prognoser med det i programmet bifogade betongsammansättningarna och kan inte ändra eller komplettera med egna provningar av annan betong.

Signaler från branschen indikerar att verktyg för prognostisering av härdning och uttorkning av betong är viktiga och att de kan – under eget ansvar – kompletteras med exempelvis betong med andra cement, egen provning av materialegenskaper (materialdata) etc.

Syfte och mål

Projektets syfte är att insamla branschens aktuella och framtida behov för lättanvända och branschgemensamma prognostiseringsverktyg för härdning och uttorkning i betongkonstruktioner.

Projektets mål är att slutrapporten skall utmynna i en samlad specifikation av byggbranschens behov för att möta egna och kunders krav vad gäller härdningsstyrning och uttorkning.

Projektorganisation

Organisationen består av en arbetsgrupp samt en referensgrupp, vilket även utgör projektets styrgrupp. Nedanstående organisation har tillfrågats och accepterat deltagande i projektet.

Arbetsgrupp tillika referensgrupp:

Hans Hedlund, Skanska Sverige AB (projektledare)
Bengt Ström, Betongkonsult (fd NCC Teknik)
Fredrik Gränne, NCC Teknik
Peter Brander, Skanska Sverige AB
Ted Rapp, Sveriges Byggindustrier

Befintliga prognosverktyg – svenska marknaden

På den svenska marknaden finns i dagsläget nedanstående prognosverktyg.

Beräkningsprogram – FUKT

Dry IT

DryIT baserar uttorkningsprognoser på tidigare utförda mätningar. Denna datauppsättning är inte fritt tillgänglig att använda på egen hand för branschen annat än i uppdragsform via DryIT.

Bi Dry

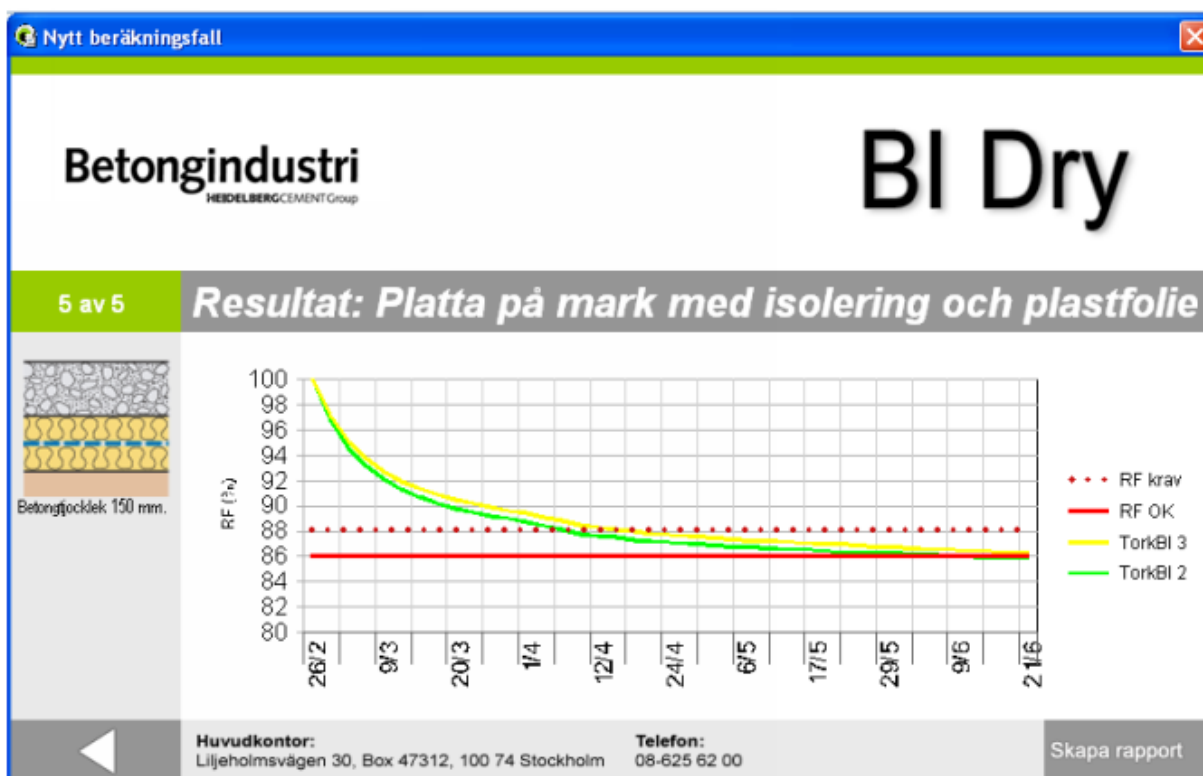
Datorprogrammet **Bi Dry** är utvecklat av Betongindustri AB (Heidelberg Cement Group). Programmet upplåtes för användning genom tidsbegränsade enanvändarlicenser. Programmet får endast användas av licensierade användare. Gå in på www.bidry.se för att ansöka om en användarlicens.

Programmet **Bi Dry** gör först en beräkning av temperaturförloppet, och baserat på de framräknade temperaturerna görs därefter en fuktberäkning. De bakomliggande modellerna och erforderliga ekvationer redovisas i Jonasson, Carlsson och Mjörnell (2005) och Jonasson, Carlsson och Mjörnell (2006).

Programmet **Bi Dry** baseras vad gäller värmeutveckling, mognadsutveckling och hållfasthetstillväxt på resultat redovisade i Hedlund och Jonasson (1999).

Ett antal betonger tillverkade hos Betongindustri har undersökts med avseende på uttorkning och självuttorkning. Beräkningar med programmet **BI Dry** har jämförts med försöksresultat.

Vid användning av prognosverktyget **BI Dry** föreslås användaren att välja någon av Betongindustris produkter som bedöms vara lämplig med hänsyn till användarens angivna förutsättningar (indata), se exempel i Figur 1.



Figur 1: Exempel på resultat från prognosverktyget *Bi Dry*.

Produktbeskrivning av **BI Dry** och betongprodukterna TorkBI är en grupp betongkvaliteter med utprovade betongsammansättningar som möjliggör förkortade uttorkningstider.

TorkBI-betongerna har dokumenterade uttorkningsegenskaper vilket tas till vara vid fuktdimensioneringar. För att optimera valet av betong med hänsyn till tidplaner och andra förutsättningar bör alltid en fuktdimensionering utföras. Betongindustri har utvecklat beräknings-programmet **BI Dry**, se www.bidry.se

TorkBI levereras i hållfasthetsklasserna C 32/40 till C 54/65 och med extra lufttillsatt betong vilket reducerar hållfasthetsklasserna 2 steg. Konsistensklasserna är S2-S5 och SF1-SF2 (vibreringsfri betong). TorkBI levereras normalt med Byggcement. Produkt	Hållfasthetsklass	vct	Max. stenstorlek, mm
TorkBI - 1	C 54/65	0.34	8, 16 resp 27
TorkBI - 2	C 45/55	0.38	8, 16 resp 27
TorkBI - 3	C 40/50	0.43	8, 16 resp 27
TorkBI - 4	C 35/45	0.47	8, 16 resp 27
TorkBI - 5	C 32/40	0.53	8, 16 resp 27
	C 25/30	0.66	
TorkBI – 1 luft	C 45/55		8, 16 resp 27
TorkBI – 2 luft	C 35/45		8, 16 resp 27
TorkBI – 3 luft	C 32/40		8, 16 resp 27
TorkBI – 4 luft	C 28/35		8, 16 resp 27
TorkBI – 5 luft	C 25/30		8, 16 resp 27

TorkBI är avsedd att användas vid gjutning av alla typer av konstruktioner där krav på maximala fuktnivåer förekommer, t ex på bjälklag före beläggning av golvmaterial speciellt om arbetsplatsen har tidsmål i produktionsplanen.

Inverkan av avjämningsmassa beaktas inte i programmet **BI Dry**.

Pågjutning av befintlig betong behandlas i programmet **BI Dry** som ett fuktmotstånd på den nygjutna konstruktionens rand och beräknas utifrån tjocklek och ånggenomsläpplighet enligt Fukthandboken (Nevander och Elmarsson, 1981).

Insugning av vatten stående på konstruktionen sker kapillärt till ett visst djup, men modelleras inte i **BI Dry**. Stående vatten från "normalt" regn beaktas som en fuktvariation på randen.

TorkaS

Uttorkning av byggfukt i betong tar oftast relativt lång tid och bestämmer i hög grad byggtiden, dvs. uttorkning av betong ligger ofta på kritiska linjen i ett bygges tidplan. Genom att välja konstruktionsutformning, betongkvalitet, produktionsmetoder etc. kan torktiden påverkas, dvs. förkortas eller förlängas.

Om man redan i projekteringsstadiet gör en första (preliminär) fuktdimensionering, så kan uttorkningstiden bedömas och därmed finns möjligheter att få en bättre ekonomisk utformning av betongkonstruktionen. Val av ytmaterial och utformningen av konstruktionen närmast under ytmaterialen påverkar naturligtvis även uttorkningstiden, dvs. till vilken relativ fuktighet (RF) som betongen behöver torka.

All upphovsrätt i Sverige till denna programvara tillkommer Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, NCC AB, Cementa AB samt LTH. Programmet kan kostnadsfritt, efter registrering av användare hämtas på www.fuktcentrum.lth.se. Programmet får inte kopieras eller spridas på annat sätt än genom hemsidan ovan.

Datorprogrammet är den senaste länken i en lång process. Vid avd. Byggnadsmaterial, LTH har man arbetat med fuktfrågor sedan högskolans start 1964. Redan Lennart Ahlgren redovisade 1973 några uttorkningsförsök på betong. Lars-Olof Nilsson presenterade 1977 sin välkända tabell för bedömning av erforderlig torktid till 90 % RF. År 1983 föreslog Arne Hillerborg, dåvarande professor vid avd. Byggnadsmaterial, LTH, att man skulle bestämma fukttransportegenskaperna hos betong, cement bruk och cementpasta under så verklighetstroga förhållanden som möjligt. Arbetet, som finansierades av BFR, resulterade i en avhandling (Hedenblad 1993).

År 1991 startades ett omfattande arbete med att undersöka uttorkning hos "nygjuten" betong. Projektet initierades av dåvarande professor Göran Fagerlund, Byggnadsmaterial, LTH. Projektet finansierades av SBUF. Projektledare var Olof Adler på dåvarande Siab Bygg i Helsingborg. I projektet undersöktes uttorkningen hos ett 40-tal olika betongkvaliteter och ett 10-tal andra parametrar studerades. De uppmätta egenskaperna var fuktavgång från samt RF i provkropparna under uttorkning. Laboratoriearbetet utfördes till stora delar av Bo Johansson och Bengt Nilsson. Försöksledare var Göran Hedenblad.

Projektet ovan var en bas för informationsskriften "Uttorkning av byggfukt i betong - torktider och fuktmätning". Denna ingår i skriftserien "Fuktsäkerhet i byggnader" med författare från Fuktgruppen i Lund. Informationsskriften är ett mycket starkt koncentrat av laboratorieprojektet. Resultaten i informationsskriften har sedan bearbetats vidare och använts i bl. a SBUF's lathund "Betongtorkning" samt som en del i Svenska betongföreningens skrift "Betong för sunda golv - fuktdimensionering, materialval, produktion". Den senare skriften sammanfattar den då gällande kunskapen om hur man kan minimera risken för skadliga emissioner från golvsystemet.

Resultaten som redovisas i skrifterna ovan täcker dock inte alla olika fall som ett byggobjekt kan bli utsatt för. Härdningsvillkor, torkklimat och betongsammansättningar kan skilja från de som ingick i undersökningen. År 1995 beviljade SBUF medel för en förstudie, som avsåg att undersöka om det gick att ta fram ett mer generellt datorprogram för beräkning av betongs torkning.

I den första versionen av datorprogrammet (TorkaS 1.0) har de beräknade uttorkningsförloppen kunnat jämföras med de uppmätta uttorkningsförloppen från uttorkningsprojektet som startade 1991, vid LTH. D.v.s. en omfattande jämförelse mellan

beräkningar och mätta torkförlopp har utförts. Vidare har jämförelser gjorts med ett examensarbete (Linné & Utgenannt 1995) i vilket uttorkningsförloppet hos ett 15 tal betongkonstruktioner i byggnader under uppförande har studerats. TorkaS 1.0 gjordes för Slite std-cement.

I denna senaste version av datorprogrammet (TorkaS 3) har jämförelse skett och anpassning till resultaten från ett uttorkningsförsök lett av tekn. dr Peter Johansson vid Byggnadsmaterial, LTH. I projektet har Byggcement använts och ett antal parametrar har varierats och gett ett 50-tal olika uttorkningsförsök.

TorkaS 3 är utvecklat för Windows 7 och skrivet i Delphi-Pascal.

Beräkninggång

Inledningsvis delas betongplattans tjocklek automatiskt upp i ett antal beräkningsceller samt det stabila tidssteget beräknas. För varje tidssteg och för varje cell som konstruktionen är indelad i beräknas följande:

- hydratationsutveckling (RF och temperaturberoende samt vct-beroende)
- jämviktsfuktkurva (vct och hydratationsgradsberoende)
- Fuktransportegenskaperna (RF, vct, temperatur och hydratationsgradsberoende)
- Kemiskt bundet vatten (hydratationsgradsberoende)
- fuktflöde till och från cellen under tidssteget
- inverkan av alkali på RF och därmed på jämviktsfuktkurvan

Indata

All normal indata till programmet är lagd på fliken "Förutsättningar" i programfönstret. Man skall ange

- Typ av konstruktion, det finns 6 olika att välja mellan
- Ort i Sverige, det finns 12 st. att välja mellan
- Gjutdatum
- Datum för tätt hus, dvs. då det inte längre kan regna eller snöa på betongen
- Datum då uttorkningen påbörjas
- Datum då uttorkningen skall vara avslutad
- Uttorkningsklimat, dvs. RF och temperatur
- Betongkvalitet i form av vct
- Vattenhalt per m³ betong.

I denna flik kan även fler inställningar aktiveras, se nedan.

Om man vill kontrollera och eventuellt justera härdnings- eller torkklimatet kan man gå in på flik i menyn "Torkklimat". Under denna flik redovisas

- Temperaturer
- RF som omger konstruktionen
- Eventuellt regn (anges som R)
- Eventuell membranhärdning (anges som M, i kolumnen för Regn)

Ort

Väderdata för tolv olika orter i Sverige utnyttjas i TorkaS.

De klimatdata som programmet använder är representativ för perioden 1995 – 2005 och beskriver ett normalt år utan extrema perioder av värme, kyla, fuktighet eller torka.

Dessa klimatdata kan skilja sig från de som använts i Tidigare versioner av TorkaS.

För val av ort: Klicka på någon av orterna som finns utsatta på kartan.

Om fler inställningar har markerats på fliken "Förutsättningar" så kommer fliken "Temp.påverkan" (flik fyra) fram. Under denna finns

- Gjuttemperatur
- yp av form
- Eventuell formisolering
- Eventuell täckning
- Vind

Utdata

Det som redovisas av datorprogrammet, under flik tre i menyn är

- RF på normalt mätdjup, som funktion av tiden
- RF- utvecklingen i hela betongkonstruktionen, som funktion av tiden

Under flik 4 "Temp.påverkan" redovisas beräknad temperatur i betongen.

En rapport kan skapas på flik 3 och denna innehåller både indata och utdata.

Under rubriken "Arkiv", längst upp till vänster på TorkaS 3, kan RF-fördelningen i konstruktionen sparas som funktion av tid.

Begränsningar

Enbart en beräkning av uttorkningstiden är inte tillräckligt för att säkerställa att betongen har torkat till den RF-nivå som man vill uppnå. För att verkligen säkerställa att RF-nivån är uppnådd bör en fuktmätning också utföras. Vid fuktmätningen tas hänsyn till mätningens osäkerhet genom att mätningens osäkerhet adderas till mätvärdet innan det jämförs med kritisk RF, se Boverkets regelsamling för byggande – BBR 17 från 2010, avsnitt 6:51- 65:3. För bedömning av en mätningens osäkerhet, se Manual – Fuktmätning i betong från Rådet för Byggkompetens, RBK.

Först då beräkning och fuktmätning visar ungefär samma RF kan man börja få förtroende för resultaten. Om beräkningen och fuktmätningen visar olika RF får man kontrollera både fuktmätningen och beräkningen. Vid beräkningstillfället hade man kanske inte de aktuella förutsättningarna helt klart för sig, t ex kan vädret blivit annorlunda än det antagna, även materialkvaliteter och eventuellt konstruktionsutförande kan ha ändrats.

Vid en fuktdimensionering skall man skilja mellan "betongfukt", "ytfukt" och "limfukt".

- Betongfukt, med denna avses den fukt som tillfördes betongen vid gjuttillfället (blandningsvattnet) minskat med den hårdnade betongens kemiskt bundna vatten.
- Ytfukt, vid betongs härdning och ibland under dess torkning kan vatten tillföras på betongens yta, t ex i form av regn, vattenbegjutning eller snö. Beroende på betongens kvalitet, dvs. vattencementtal (vct) eller dess vattenbindemedelstal (vbt), kan denna fukt kapillärt sugas olika snabbt och långt in i betongen. För vanlig betong (vct större än ca 0.5) sker denna insugning relativt snabbt. För betong med lågt vct/vbt kan insugningen ta lång tid. Det betyder att ytan på denna typ av betong kan ha högt fukttillstånd, medan RF på det normerade mätdjupet kanske är under kritisk nivå, dvs. acceptabelt.
- Limfukt, det som här kallas limfukt är all fukt som till förs betongytan strax före själva golvläggningen, dvs. inte enbart eventuell fukt från limmet utan även från spackling mm.
- Vid betong med lågt vct/vbt kan insugningen av limfukten ta lång tid, varför samma förhållande gäller som för ytfukten vid lågt vct/vbt.

Programmet TorkaS 3 tar hänsyn till betongfukt och i viss mån ytfukt (för vanlig betong).

Avancerade verktyg för fuktberäkningar

Avancerade fuktberäkningsprogram finns tillgängliga inom forskarvärlden. Dock är dessa beräkningsverktyg inte fritt tillgängliga för byggbranschens allmänna aktörer, som utför uttorkningsprognoser för nygjutna betongkonstruktioner och listas inte här.

Beräkningsprogram – TEMPERATUR

Hett97

Programpaketet **Hett97** är ett resultat av ett SBUF-projekt, initierat och lett av fd SIAB AB, nuvarande NCC AB. Projektet har finansierats av NCC AB, SBUF, Cementa AB och Svenska Fabriksbetongföreningen. Framtagning av materialmodeller respektive utveckling och dokumentation av programvaran har utförts av JEJMS Concrete AB. Luleå Tekniska Universitet har utfört mätningar och tagit fram materialdata på uppdrag av Cementa AB.

Projektets arbetsgrupp har bestått av Bengt Ström (NCC), Patrik Larsson (NCC), Arne Retelius (Cementa), Bo Strandberg (SFF, tom 961231), Evert Sandahl (SFF from 970101), Jan-Erik Jonasson (JEJMS Concrete/Luleå Tekniska Universitet), Marcin Stelmarczyk (JEJMS Concrete/Luleå Tekniska Universitet) och Leif Eklund (NCC).

En stor mängd praktiska synpunkter på programvarans innehåll och utformning har framkommit från projektets referensgrupp, bestående av ca 30 personer från NCC AB och Skanska AB.

Hett97 är ett planeringsverktyg som ger byggbranschen möjlighet att på ett tidigt stadium simulera olika gjutsituationer på ett överskådligt sätt så användaren lätt kan förstå vad som sker i samband med betongens hårdnande. Detta är av största vikt när man planerar sina gjutningar, tar fram prognoser för formrivningstider och glättningstider respektive väljer åtgärder mot för tidig frysning vid vintergjutningar.

För övrigt är det bara användarens egen fantasi som sätter gränser på vad man kan få fram med programmet. **Hett97** är även ett pedagogiskt verktyg som kan användas inom utbildningen av medarbetare av alla kategorier för att få förståelse för hur betongen skall hanteras på ett kostnadseffektivt sätt.

Programmet **Hett97** har dålig / ingen funktionalitet vid användning i ett 64-bitars operativsystem, som exempelvis Windows 7.

Sedan två år har respektive delägare i programpaketet **Hett97** möjlighet att fritt utveckla det befintliga programmet.

Hett11

Programpaketet **Hett11** är uppgradering av det gamla programpaketet Hett97 med funktionalitet i ett 64-bitars operativsystem. Programpaketet **Hett11** ägs och distribueras av Cementa AB (Heidelberg Cement Group).

I programpaketet har mindre justeringar av materialmodeller för beskrivning av den tidiga fasen av betongens hårdnande och berör främst glättningstider. I övrigt har materialdataformatet anpassats till justerade materialmodeller. Den gamla materialdatabasen från **Hett97** har omvärderats i enighet med de nya parametrarna i materialmodellerna.

I dagsläget är det oklart om och hur möjligheten kommer att finnas för förnyelse av moderna betonger med nya cement.

Branschgemensamma prognosverktyg

Beräkningsprogram – FUKT

Funktionsbeskrivning

Beskrivning av gränssnitt och användning för TorkaS version 3.11, version 3.2 finns tillgänglig, men har ej beskrivits i denna rapport.

Användargränssnitt

Konstruktioner

Två konstruktionstyper med tre underkategorier var

Platta på mark

- Platta på mineralull
- Platta på cellplast
- Platta på plastfolie

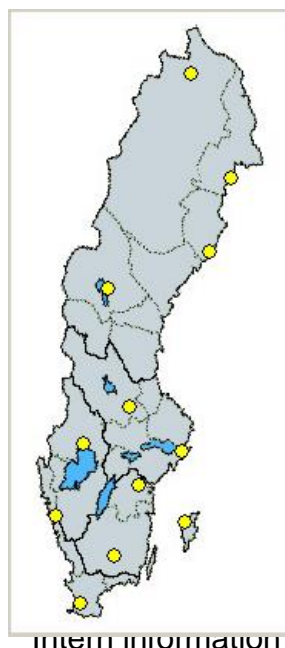
Mellanbjälklag

- Dubbelsidig uttorkning
- Plattbärlag
- Kvarsittande plattform (*enkelsidig uttorkning*)

Klimat

12 orter för klimatval (väljs från en karta)

- Kiruna
- Luleå
- Umeå
- Östersund
- Borlänge
- Karlstad
- Stockholm
- Norrköping
- Göteborg
- Visby
- Växjö
- Lund



Tider för uttorkningen

Val av fyra datum för processen

- Gjutning
- Tätt hus
- Styrd torkning
- Slut

Betongtjocklek

- Standardvärde 10 cm
- Minimum 7 cm
- Maximum 35 cm
- Steg 1 cm

Vattencementtal (vct)

- Standardvärde 0,60
- Minimum 0,32
- Maximum 0,8
- Steg 0,01

Vattenhalt

- Standardvärde 180 l/m³
- Minimum 160 l/m³
- Maximum 210 l/m³
- Steg 1 l/m³

Isolertjocklek

Vad val av platta på mark med mineralull eller cellplast tillkommer val isolertjocklek

- Standardvärde 10 cm
- Minimum 5 cm
- Maximum 30 cm
- Steg 5 cm

Plattbärlag

Vad val av mellanbjälklag med plattbärlag tillkommer bärlagstjocklek

- Standardvärde 5 cm
- Minimum 1 cm
- Maximum 15 cm
- Steg 1 cm

Uttorkningsklimat

Uttorkningsklimat kan ändras på tre sätt

- För uttorkningsklimat kan man efter datumet för "styrd torkning" ställa in en temperatur och en RF. Man får då detta för hela perioden.
 - Torktemp
 - Standardvärde 18 °C
 - Minimum -10 °C
 - Maximum 30 °C

- Steg 1 °C
 - TorkRF
 - Standardvärde 60 %
 - Minimum 35 %
 - Maximum 99 %
 - Steg 1 %
- Man kan gå in och redigera dag för dag avseende Temp och RF i en lista. För att simulera regn så kan man lägga in R i tabellen och för att simulera membranhärdning så kan man lägga in ett M.
- Man kan hämta in en fil med klimatdata

Ung betong

Ung betong kan hanteras genom 5 parametrar

- Gjuttemperatur
 - Standardvärde 15 °C
 - Minimum 10 °C
 - Maximum 30 °C
 - Steg 1 °C
- Form (bara aktivt vid mellanbjälklag)
 - Ingen
 - Stål
 - Standardvärde 15 °C
 - Minimum 10 °C
 - Maximum 30 °C
 - Steg 1 °C
 - Plywood
 - Trä
- Formisolering
 - Tjocklek
 - Standardvärde 0 cm
 - Minimum 0 cm
 - Maximum 10 cm
 - Steg 1 cm
 - Värmekonduktivitet
 - Standardvärde 0,05 W/(mK)
 - Minimum 0,01 W/(mK)
 - Maximum 10 cm
 - Steg 1 cm
- Täckning
 - Ingen
 - Presenning
 - Isolering
- Vind
 - Vindstill
 - Vind
 - Stark vind
- Temperatur under bjälklag (bara aktivt vid mellanbjälklag)

- Standardvärde 15 °C
- Minimum 0 °C
- Maximum 30 °C

Arbetsgång vid användandet av programmet

1. Välj konstruktionstyp (platta på mark eller mellanbjälklag) och underkategori
2. Välj de fyra olika datumen
3. Välj betongtjocklek
4. Välj vct
5. Kontrollera ifall vattenhalten ska justeras
6. Välj ort för gjutningen
7. Ifall inga avancerade inställningar för ung betong ska göras gå vidare till fliken "Torkklimat" och fortsätt till punkt 8 nedan.
 - a. Ifall man vill göra med detaljstyrning av det tidiga skedet bocka i rutan "aktivera fler inställningar". Efter att man har gjort det dyker det upp ytterligare en flik "Temp. påverkan".
 - b. För mellanbjälklag kan temperatur under bjälklaget anges
 - c. Ange gjuttemperatur
 - d. Formval för mellanbjälklag.
 - e. Val av formisolering ifall form har valts
 - f. Val av täckning
 - g. Val av vindstyrka
8. Utomhusklimatet för vald ort finns inlagt i en tabell fram till angivet datum för styrd torkning. Efter styrd torkning är det de angivna värdena under tabellen som styr om man inte har manuellt redigerat tabellen.
9. Ifall klimatet i tabellen inte är det önskade justera värdena eller gå vidare genom att klicka på knappen "beräkna".
10. Man förflyttas automatisk till fliken "Resultat". Avläs resultatet och se ifall det är det önskade, annars gå tillbaka och ändra några parametrar tills man får det efterfrågade resultatet.
11. Från resultatsidan kan man skapa en rapport. Klicka på "Skapa rapport", klicka på "ok" och se rapporten i "Report preview". Klicka på diskettssymbolen för att spara ner rapporten som en pdf-fil.

Efterfrågade funktioner – utveckling

Användarvänlighet. Begränsningar baserade på funktioner i TorkaS

1. Möjlighet att kunna föra över resultatet till Excel är ett starkt önskemål.
2. Möjlighet att exportera resultat till Excel
3. Jag har pratat med några av kollegerna och det vi skulle vilja ha, är att alla data (RF & temp) skall vara synliga och helst kopierbara till Excel. Tanken är att kunna se fuktprofilema under uttorkningen för att bl.a. kunna kopiera dessa.
4. Diagrammen bör vara utskriftvänliga, (ej så mycket färg).
5. Rapporten bör kunna göras om för att på ett enkelt sätt maila iväg, idag måste vi klippa och klistra i Word.
6. Möjlighet att exportera data till Excel
7. Mer anteckningsfält i rapporten (antal tecken).

8. Bättre utskriftsfunktioner
9. Förbättra rapporteringen till kund vad gäller avstämning av uppmätta värden i förhållande till teoretiskt beräknade. Vad sägs om ett fönster för inmatning av uppmätta värden (värde + datum) som plottas valfritt tillsammans; med teoretisk uttorkningskurva.
10. Vad jag saknar i programmet är en tabell där man själv kan lägga in uppmätta värden och som plottas in i en jämförande kurva för teoretiska torkvärden (X-Y diagram).
11. Vore bra om programmet sparar ner filer i välkända format (Word alt Excell).
12. Membranhårdning bör fungera under hela torkförloppet och inte som nu endast före tätt hus.
13. Möjlighet att styra temperaturen under de första dygnet till över 30°C.
14. Det finns inget temperaturberoende, man tar inte hänsyn till vind m m
15. Integration med Hett vore optimalt.
16. Önskar att torkklimatet gick att sänka ytterligare en bit under de 35 % som nu är möjligt.
17. Vattenhalten bör kunna ökas mer. Vi får ofta förfrågningar på betong med endast 0-8 grus och då är vattenhalten betydligt högre än 200 kg.
18. Tunnare betongtjocklek ned till ca 40:mm.
19. Inte sällan finns voter som är 400 eller 600 mm. Programmet har en begränsning på 350 mm (även om dessa sä11an torkar),
20. Saknar möjligheten att få inblick i programmet. Idag är det som en "svart" låda.
21. Större insyn och möjlighet att påverka/ändra materialdata i programmet.

Nya möjligheter

36. Eventuellt fler cementsorter.
37. Silikans inverkan på olika sorters Cement.
38. Endast silikaeffekten för 0 och 5 % kan modelleras, detta bör utvecklas.
39. Självkompakterande betong; Torkar väl snabbare vid samma vct/vbt(?)
40. Pågjutningar på (gammal) betong.
41. Inverkan av plattbärlag/kvarsittande betongform vid pågjutning: typ, tjocklek, betongkvalitet hållf.klass, fukthinnehåll, mm. T ex: Blir det någon skillnad i uttorkning om man har C30/37 eller C40/50 i plattbärlaget? Skiljer det något mellan 45 mm platttjocklek kontra 70 mm?
42. Pågjutning på platta på mark; samma frågeställning som plattbärlag.
43. Hur uttorkningen av betongen påverkas av avjämningsmassa/flytspackel (olika tjocklekar, olika fabrikat).
44. Nu när kunskapen verkar ha ökat angående spacklens uttorkningstid kanske man skulle kunna väga in detta i programmet, vilket skapar en större genomslagskraft och acceptans att det faktiskt tar tid om man spacklar. Man spacklar ofta stora kontor ovanpå HDFbjälklag (220- 260 mm HDF) vilka är överspända upp till kanske 40mm. HDF bjälklag har en stor variation i RF% svåra att förutsäga, ofta utsatta för långvarig uppfuktning under byggskedet.
45. Håldäcksbjälklag
46. Inverkan av golvvärme.
47. En annan parameter som skulle vara värdefull att kunna lägga in är naturligtvis påverkan av golvvärme.
48. Ingjuten golvvärme är mycket vanligt att de använder sig av vid uttorkning av betongplattorna vid villabebyggelse genom att de installerar en provisorisk elpatron. Temperaturen kan i de fallen gå upp till 35 grader inne i betongen.

49. De som använder Torka S tycker att programmet är bra och ger en indikation om förväntade torktider, dock lite för mycket på den säkra sidan eftersom resultatet alltid utgår från ensidig uttorkning.
50. Mineralull nästan aldrig används under golv på mark. Antingen används EPS eller XPS alternativt BEPS (Bitumenlimmad EPS) typ ISODRÄN-skivan. Översättningen av ångpermeabiliteten från mineralull till BEPS är för de flesta inte naturlig trots att värdena i stort sett är lika. Det vore därför bra ur användarsynpunkt att även ange BEPS som ett materialval.
51. Inte heller XPS-skivor finns med i materialvalet. Det vore bra då man där i princip har en plastfolie under betongplattan med underliggande värmeisolering.
52. En annan svaghet är att det inte går att välja tjocklek på isoleringen. Idag är 2-300 mm legio vilket påverkat uttorkningstiden i positiv riktning. Att inte kunna räkna med detta ses som ett problem.
53. Inverkan av voter.

Förbättringar i nytt prognosverktyg – Fukt

Temperaturdelen:

Beräkning av temperatur i fuktdelen för ersättning av Hett.

Fuktdelen:

Tillägg för uttorkningsberäkning	Kommentarer
1. I indata skall även anges det RF% som gäller för det material som ytan skall beläggas med (bör även vara möjligt med pop upp fönster som visar tabell som visar kritiska värden för olika material).	Dvs koppling till kravställning. Bra.
2. Betong med nya tillsatsmedel bör utredas för att ingå i nya prognosverktyg även i temperaturmodul.	Vore bra
3. Dagens luftporbildares inverkan på uttorkningen bör utredas för att ingå. (luftporbildare används i syftet att hålla ned hållfastheten och förbättra arbetsbarheten på betonger med lågt vct).	Vore bra
4. "Räddaren" en funktion som gör det möjligt att från en uppmätt fuktprofil med uttaget prov på fem djup fördelat från ytan till 80% av betongens tvärsnitt enkelt mata in värden och	Ska det vara i det vanliga gränssnittet eller ska det vara en separat modul? Känns som det vore lämpligt som en

beräkna resultat/RF/% efter omfördelning under tätskikt.	
5. Funktion i programmet som gör det möjligt att ha utomhus klimatdata som ligger aktivt även efter tätt hus för att kunna se hur uttorkningsklimatet förändras av temp skillnad ute/inne, bör kunna visas som färgskala eller i siffror 1-10 mycket Dåligt – Mycket bra med eventuellt råd om åtgärd.	Mycket bra!
6. Inmatningsfält för uppmätta värden och dessa skall kunna visas i prognosens uttorkningskurva	Datum, metod, värde och osäkerhet bör väl matas in här. Dvs den information man normalt får i ett RBKprotokoll. Det är väl lämpligt att det görs ett enkelt gränssnitt för inmatning av detta. Ska man ta med metod så kan det lämpligen vara en drop-downmeny.
7. Möjlighet att öppna program i flera fönster och kunna välja dessa öppna fönster till rapporten eller skriva ut samt skriva ut som PDF.	Är det för att kunna jämföra olika alternativ (scenarior) och kunna få med de i samma diagram eller för att göra beräkningar för olika gjutetapper i samma projekt?

RBK-auktoriserade fuktkontrollanter

Önskemål från RBK-auktoriserade fuktkontrollanter vad gäller program för uttorkning av betong.

Följande frågor skickades ut till de 72st personerna som är RBK-auktoriserade med liten respons. Det första syftar till att ta fram en spec till ett nytt datorprogram för att beräkna torktider i betong. Det andra ska ge oss mer kunskap om hur vi ska mäta RF i pågjutna konstruktionen. Exempel är pågjutningar på HD/F-bjälklag, pågjutning på homogena plattor eller pågjutningar på mycket tjocka plattbärlag, 150 – 200mm.

1. Vad skulle du vilja att ett beräkningsverktyg för uttorkning av betong skulle kunna behandla och ge svar på?
2. Vilka pågjutna konstruktioner, (uppbyggnad, tjocklekar, material, vct mm), har du stött på?

Fundering/fråga 1.

a. att programmet tar hänsyn till när en eventuell pågjutning/avjämning utförs och tjocklek på avjämningen

- b. effekt av värmeslingor och placering av slingorna (förslag på placering vid olika tjocklekar och konstruktioner) möjligen en varningsflagga om slingor är placerade för högt upp i en tjock platta t.ex. och när det är optimalt att slingorna driftsätts
- c. effekt av vaccumsugning. Tjocka konstruktioner är kanske inte så lämpliga att vaccumsugas!
- d. effekt av stålglättad yta. Här är såklart utförandet helt avgörande då man ibland ser "svarta" troligen rätt täta ytor.
- e. behandla olika cementtyper och tillsatser exempelvis (SKB)
- f. effekt av luftväxling och inte bara klimatdata (temp, RF)
- g. igjutningar i exempelvis HD/f-element, RD-element
- h. pågjutning på äldre, torra, bjälklag i. när kan man bortse från fuktutjämning, vid vilket vct-tal, i vot till ovanliggande platta på mark?

Fråga 2.

- a. pågjutning på EPS-cement, skumbetong
- b. pågjutning på prefabkonstruktioner (RD, HD/f, plattbärlag, TT-kassetter, kvarsittande form)
- c. pågjutning på äldre, torra, bjälklag
- d. pågjutning på cetrisskiva (VST-system)

Erhållna svar till punkt 1 blir följande:

- Voter och kantförstyvningar.

Bara för att skapa ett hum om vad som händer om man gjuter traditionellt med jättekonstruktioner. Idag görs beräkningarna av betongleverantören och för den bestämda plattjockleken, vilket sen skapar problem när voterna och kantförstyvningarna är 3--5 gånger tjockare.

- Golvvärme såklart!

- Att aktuella väderförhållande påpekas vid beräkningen. Dvs om jag gjuter på vintern är inte torkförhållande på 60 % särskilt bra och betyder säkerligen en massa fuktillskott i byggnaden. Det bör framgå direkt vid start av beräkningen vilka förhållande man normalt kan räkna med vid en viss period. Med och utan fuktstyrning.

- Plattbärlag och HDF-bjälklag?

Punkt 2: HDF på 260 mm samt 80-100 mm avjämningsmassa har jag dykt på nyligen. Även samma konstruktion med betong, vilken helt klart är vanligare. Vct:tal från 0.65 till 0.38. 0,55 är nog ganska vanligt förekommande när det gäller villor och mindre företag. Dock inte ovanligt med 0.6 och 0.65 tyvärr. 0.38-0.45 används av större entreprenörer samt för kommun och landstingsbyggnader oftast. Det är oftast dom som bryr sig om att skriva in något gällande fuktmätningar och vct-tal. Jag vet att många av hustillverkarna helt skippar mätningar i alla sina hus och stenhårt går på de torkasberäkningar som gjorts någon gång. För plattjocklekarna då självklart.

Mindre plattbärlag och mer hdf för tillfället!

Btw (anm. Btw = *by the way*), varför ett nytt verktyg? Varför inte jobba vidare med dom som finns?

1. RF- och temperaturprofiler i hela konstruktionen, även i utskriften, med interval på 4 -5 cm. Det är möjligt att jag kommer på mera men nu är det som jag behöver mest.

2. Pågjutna:

- tjockputs - isolering - betongkärna (vct=0,27---0,6) - (isolering ibland) - puts

- HDF med avjämningsmassan på

- betong vct 0,5-0,55 med penetron (växande markand, mycket viktigt att greppa RF-utveckling i den). Denna kommentar bör beaktas med största försiktighet – penetrons funktion och verkningsätt är diskutabel //HH.

- betong med luftkanaler (vct 0.4--0.5), betong med värmeslingor (vct 0,45-0,6).

- tegelgjuten i betong - isolering- betong med vct= 0,4--0.55.

Har muntligen fått in uppgifter om några konstruktionstyper avseende bjälklag som används ute på byggarbetsplatserna.

- 380mm HD/F med en pågjutning av 130mm betong, vct 0,55
- 500mm (!) HD/F med en avjämnning ovanpå
- 150mm (!) plattbärlag (Filigran) med pågjutning i två etapper 90mm + 150mm
- 120mm plattbärlag med pågjutning i två etapper 70mm + 100mm
- Ca 25mm pressad cementfiberskiva med en pågjutning av 200mm och avjämnning på toppen.

Manual till Program för att prognostisera uttorkningstid.

Användarmanualen som följer med programmet skall innehålla.

1. Enkel presentation av programmet. (typ det som finns på fuktcentrums hemsida om TorkaS).
2. Beskrivning av inmatning av konstruktionstyp.
3. Beskrivning av inmatning av tidplan.

Hur viktigt det är att man följer denna tidplan gör även användaren uppmärksam på var och när man gör beräkningen, att de automatiska klimatdata som genereras är genomsnittsvärden på ett antal år och att detta kan ge både bättre och sämre förutsättningar för resultatet av beräkningen beroende på det faktiska klimatet. Varje steg av de tre sista datumen och dess påverkan på beräkningsresultatet bör beskrivas utförligt i synnerhet riskerna med för snäva beräkningstider. Bra! Lika viktigt att förklara att osäkerheten ökar med långa beräkningstider som det numera görs i TorkaS.

Hur påverkas beräkningen om man får ändrat datum tätt hus eller start av klimatstyrning, tyvärr måste man i många fall förklara att det påverkar slutdatum.

Tror som sagt tidigare att det varit informativt att räkna lite i exempelvis WUFI och redovisa hur mycket vatten som hinner sticka ur konstruktionen via diffusion med olika betongkvaliteter och torkklimat. Det är förvånansvärt lite när vi kommer till lite bättre betonger.

4. Val av Betong.

Enkel beskrivning av för och nackdelar med högt eller lågt vct och hög och låg Cementhalt, även val av betonger för pågjutning på plattbärlag och HDF även gammal betong.

Behöver vara extra tydliga med fukthärdning

5. Klimatdata

Hur man går in och ändrar bör beskrivas väl, och även risker med att själv vara duktig på att spå väder. Att möjligheten att ändra värden efter gjutning för att göra om prognosen med uppföljda värden.

Samma som vi pratat om tidigare att kunna spara beräkningar över tid och kunna köra flera kurvor ihop. Kan man dessutom trycka in mätvärden kan de bli mycket infomativt.

Vill ha möjligheten att köra flera olika inomhusmiljöer över tid (klimatskal under utveckling).

6. Temperaturdelen

Skall beskrivas hur uttorkningsresultatet påverkas av åtgärder som gjuttemperatur, vind, samt värmeutvecklingen vid härdning, vilket kan påverkas med täckning eller värmeslingor.

7. Allmänt

I övrigt så kan den befintliga manualen användas som Bas, men bör kompletteras med skärm dumpar som tydligt visar var man trycker på för knappar.

Även hur man sparar indata och hämta indata, spara klimatdata, importera nya uppföljda klimatdata för ny uppföljningsprognos bör beskrivas väl såväl med bilder som med text.

I ett nytt program som skall kunna göra ny prognos på resterande uttorkningstid som utgår från det datum då man gjort mätningar bör noggrant beskrivas. (t.ex. jag har betong x, som härdat under vissa betingelser, och kommer att ha detta uttorkningsklimat $RF = xx$ Temp= xx

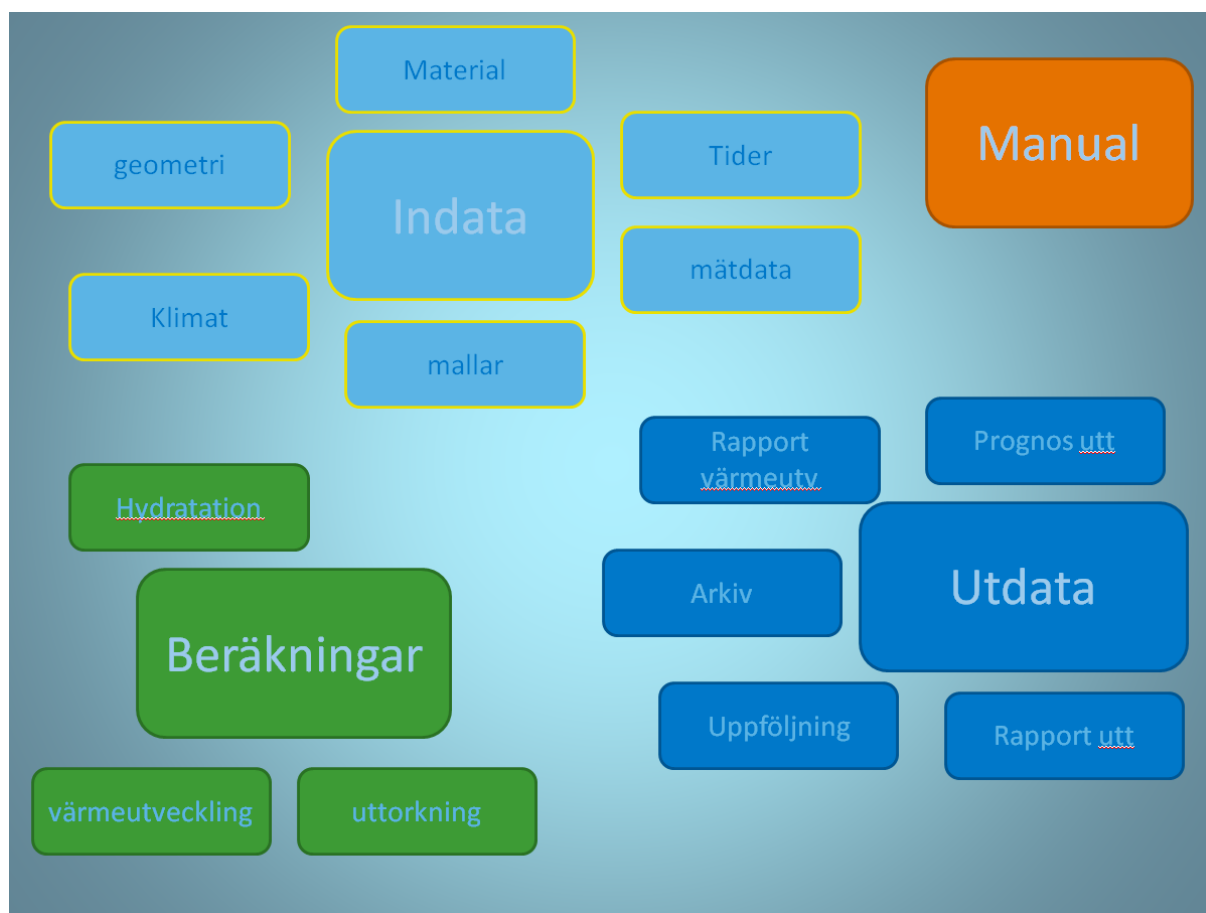
Ge akt på att fukttransporten ur betongens täthet påverkas av härdningssätt.

Bakgrundsdata.

Bakgrundsdata som provningsresultat och hur programmet är uppbyggt med teorier som ligger bakom samt litteraturhänvisningar skall anges genom länk vad man hittar detta för de som vill veta mer.

Programstruktur

Ett nytt branschgemensamt prognosverktyg för FUKT bör ha en programstruktur illustrerad i Figur 2



Figur 2: Programstruktur – Prognosverktyg FUKT.

Beräkningsprogram – TEMPERATUR

Funktionsbeskrivning Hett97

- 1 Att komma igång med Hett97
 - 1.1 Dator
 - 1.2 Installation
- 2 Första beräkningen
 - 2.1 Vad är ett fall?
 - 2.2 Att skapa ett nytt fall.
 - 2.3 Inmatning av fallbeskrivningen
 - 2.3.1 Grundläggande
 - 2.3.2 Ung betong
 - 2.3.3 Ovansida
 - 2.3.4 Undersida
 - 2.3.5 Inre värme
 - 2.4 Beräkning
 - 2.5 Utvärdering av resultat
 - 2.5.1 Kurvdiagram - hållfasthet.
 - 2.5.2 Färgkarta - temperatur
 - 2.5.3 Lista - nyckelvärden
 - 2.6 Att spara fallet.
- 3 Att arbeta med fallet
 - 3.1 Att öppna ett sparad fall.
 - 3.2 Redigering av indata
 - 3.3 Ny beräkning
 - 3.4 Utvärdering av fler resultat
 - 3.4.1 Kurvdiagram temperatur
 - 3.4.2 Lista - nyckelvärden, återbesök
 - 3.4.3 Färgkarta - temperatur, återbesök.
 - 3.4.4 Kurvdiagram - värmeflöde över ränder
 - 3.5 Att spara under ett nytt namn
- 4 Jämförelse av olika lösningar
 - 4.1 Vad är arbetsläge serieberäkning?
 - 4.2 Att skapa en alternativlista
 - 4.2.1 Att lägga till variabler
 - 4.2.2 Specifikation av olika alternativ
 - 4.3 Beräkning i arbetsläget serie
 - 4.4 Resultatjämförelse
 - 4.4.1 Glättningstid
 - 4.4.2 Formrivningstid
 - 4.4.3 Tid för viss hållfasthet
 - 4.5 Detaljer för en viss lösning
 - 4.6 Att spara under ett nytt namn
- 5 Jämförelse av flera lösningar.
 - 5.1 Inre värme
 - 5.2 Redigering av en alternativlista
 - 5.3 Fler alternativlistor

- 5.4 Ny beräkning
- 5.5 Resultatjämförelse
 - 5.5.1 Formrivningstid
 - 5.5.2 Att välja värde för alternativlistor som inte visas
 - 5.5.3 Att välja alternativlista för rader/kolumner
 - 5.5.4 Glättningstid
- 6 Att ställa en enkel fråga
 - 6.1 Vad är arbetsläge fråga?
 - 6.2 Specifikation av krav
 - 6.3 Att välja fria variabler
 - 6.4 Styrning av sökningen
 - 6.5 Beräkning i arbetsläget fråga
 - 6.6 Svaren
 - 6.7 Detaljer i ett av svaren
- 7 Att ställa en seriefråga
 - 7.1 Vad är en seriefråga?
 - 7.2 Definition av alternativlistor
 - 7.3 Byte av arbetsläge mellan serie och fråga
 - 7.4 Krav
 - 7.5 Fri variabel
 - 7.6 Ny beräkning
 - 7.7 Resultat
- 8 Kostnader
 - 8.1 Stöd för kostnadsberäkning
 - 8.1.1 Materialkostnader
 - 8.1.2 Andra kostnader
 - 8.2 Härdningsförlopp för kostnadsbedömning
 - 8.3 Inmatning - materialkostnader
 - 8.4 Att godkänna kostnader
 - 8.5 Lista - kostnader
 - 8.6 Inmatning - andra kostnader
 - 8.6.1 Form
 - 8.6.2 Täckning
 - 8.6.3 Intäckning/väderskydd
 - 8.6.4 Uppvärmning
 - 8.7 Att godkänna redigerade kostnader
 - 8.8 Lista - kostnader, återbesök
- 9 Kostnader - serieberäkning och fråga
 - 9.1 Serieberäkning för kostnadsbedömning
 - 9.2 Utvärdering av resultaten
 - 9.3 Kostnadsinmatning i serieberäkning - materialkostnad
 - 9.4 Att titta på kostnadssammanställning för serien
 - 9.5 Kostnadsinmatning i serieberäkning - andra kostnader
 - 9.5.1 Beräkning i ruta A2
 - 9.5.2 Beräkning i ruta B2
 - 9.5.3 Beräkning i ruta B1
 - 9.6 Totalkostnader för serien

- 9.7 Kostnader p g a sen glättning
- 10 Egna anteckningar .
 - 10.1 Vad är egna anteckningar?
 - 10.2 Att arbeta med egna anteckningar
- 11 Rapporter
 - 11.1 Vad är en rapport?
 - 11.2 Att generera en rapport
- 12 Materialdata
 - 12.1 Hur hanteras olika material?
 - 12.2 Materialdatabaser
 - 12.2.1 Standardval
 - 12.3 Programmet Material
 - 12.3.1 Öppna / Skapa ny
 - 12.3.2 Redigering av en materialdefinition
 - 12.3.3 Redigering av enstaka uppgift
 - 12.3.4 Lägg till nytt material
 - 12.3.5 Ta bort material
 - 12.3.6 Välj som standard
 - 12.3.7 Spara / Spara som.
 - 12.4 Uppläggnig av egna material
- 13 Export av resultat
 - 13.1 Att exportera en lista
 - 13.2 Diagram i MS
 - 13.2.1 Inläsning av textfilen
 - 13.2.2 Formatering av tabellen
 - 13.2.3 Diagram

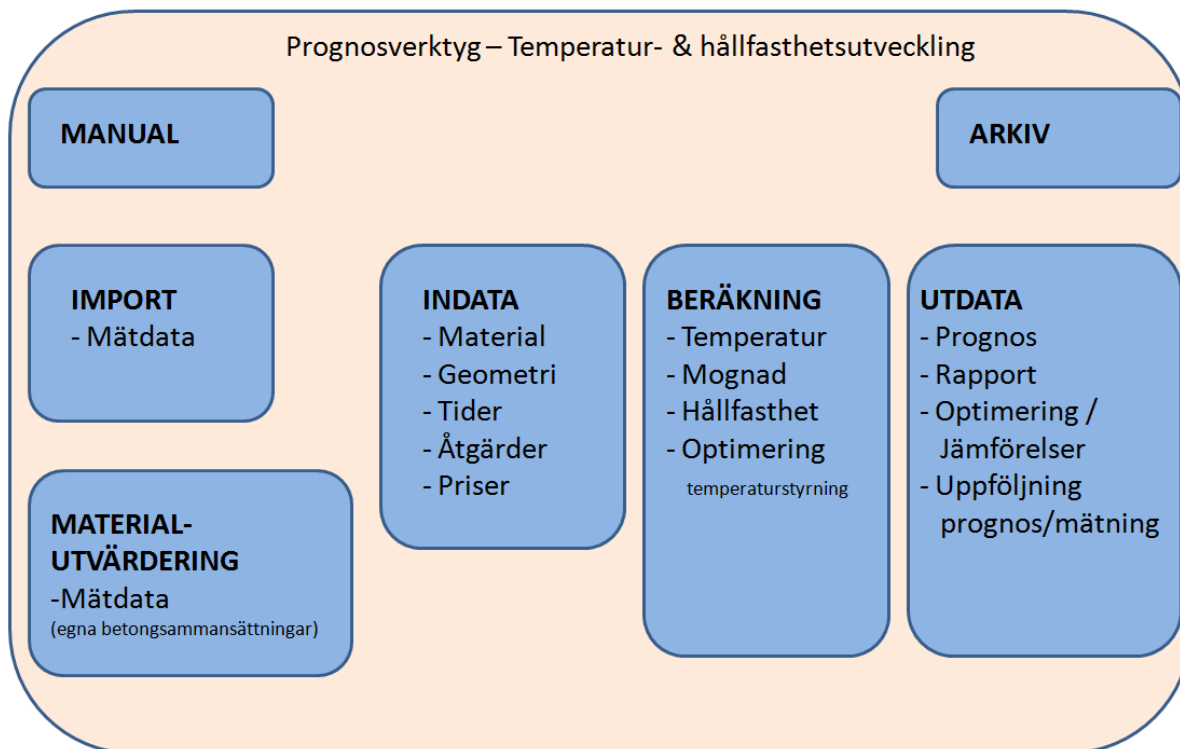
En fullständig funktionalitetsbeskrivning av Hett97 återfinns i Bilaga C.

Efterfrågade funktioner – utveckling

Funktionaliteten i Hett97 upplevs som erforderlig i stor utsträckning. Dock önskar sig användarna av programvaran att;

1. Nya recept med moderna tillsatsmedel, dvs uppdatering av materialdatabasen krävs.
2. Utvärdera och lägga in provningar av egna betongrecept.
3. Även luftporbildaren bör ses över med möjlighet att justera lufthalt upp till 15% med tanke på att kunna hålla ned hållfasthet på låga vct och förbättra arbetbarheten vid gjutning.
4. Kalkyldelen för kostnader kan tas bort – används i mycket liten utsträckning.
5. Anpassning till framtidens operativsystem.
6. Skapa möjlighet för import data från uppföljningsverktyg (Conreg, Skanska BetongDatorn).
Skapa parallella kurvor prognos/uppföljt
7. Önskvärt om man kunde visa ungefärligt vct jämfört med hållfasthetsklass.
8. Fritt tillgänglig programvara

Programstruktur



Figur 3: Programstruktur – Prognosverktyg Temperatur och hållfasthetsutveckling.

Namnförslag – prognosverktyg

Medhänsyn till marknadsläget och ägarförhållanden skall nyutvecklad programvara ges nya namn, dvs TorkaS respektive Hett97 går i graven.

Fukt

- ?
-

Temperatur

- Produktionsplanering Betong
- Protest

Sammanfattning och slutsatser

Sedan grundspecifikationen utarbetats – denna rapport – har flera parallella aktiviteter och händelser skett i och om kring det utvecklingen av ett alternativt flera branschgemensamma verktyg för prediktering av hårdnande betongs egenskaper samt cement och betongs uttorkningsegenskaper. Många av händelserna runt programutvecklingen har varit till följd av gamla ägarkonstellationer och blockeringar av marknadens särintressen.

Exempelvis påbörjades och genomfördes under 2013 och första kvartalet 2014 utveckling och implementering (SBUF 12799) av ett fritt och branschgemensamt prognosverktyg för planering av betonggjutningar med avseende på temperatur- och hållfasthetsutveckling. SBUF 12799 utmynnade i paraplyprogrammet **Produktionsplanering Betong**.

Verktygslådan Produktionsplanering Betong kommer framgent att kompletteras med en uttorkningsmodul för prediktering och planering av uttorkningen av en betongkonstruktion. Vidare kommer Produktionsplanering Betong att kompletteras med ett verktyg för bedömning och planering av temperatursprickbegränsande åtgärder i hårdnande betongkonstruktioner. Förstudieprojekt för de närmast tillkommande verktygen har genomförts i SBUF 13059 samt 13064.

Produktionsplanering Betong – Fukt står närmast för implementering för att ersätta TorkaS 3, vilket i dagsläget varken är baserat på det vanligaste cementet på marknaden (Bascement) eller har kapacitet att möta entreprenörernas behov av att kunna simuleringar verklighetstroga situationer. Vid tidpunkten för utkastet till denna slutrapport förmodades TorkaS vara möjligt att utgå ifrån för framtagande av ett nytt och fritt planeringsverktyg för uttorkning. Genom ett nära samarbete mellan industrin och akademien har för stora begränsningar identifierats i TorkaS varför ett helt nytt koncept för hantering av uttorkning och nya cements sammansättningar kommer att implementeras.

Bilagor

- A. Datorprogrammet TorkaS 3
- B. Uttorkning av betong, labbförsök bakom TorkaS 3.
- C. Manual Hett 97

Datorprogrammet TorkaS 3, som prognosverktyg vid val av ekonomisk betongkvalitet från uttorkningssynpunkt

Jesper Arfvidsson, professor, Lund

Göran Hedenblad, tekn. dr.

Lars-Olof Nilsson, professor, av för Byggnadsmaterial, LTH

Innehållsförteckning

	Sid.
Allmänt	1
Upphovsrätt	1
Ansvar	1
Inledning	1
Historik	2
Datorprogrammets uppbyggnad	3
Beräkningsgång	3
Indata	4
Utdata	5
Begränsningar	5
Teori	6
Fukttransportegenskaper	6
Jämviktsfuktkurvor	11
Hydrationsutveckling	12
Temperaturpåverkan vid och efter gjutning	13
Finansiärer mm	17
Referenser	17

Allmänt

Upphovsrätt

All upphovsrätt i Sverige till denna programvara tillkommer Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, NCC AB, Cementa AB samt LTH. Programmet kan kostnadsfritt, efter registrering av användare hämtas på www.fuktcentrum.lth.se. Programmet får inte kopieras eller spridas på annat sätt än genom hemsidan ovan.

Ansvar

Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, NCC AB, Cementa AB, LTH eller programutvecklarna svarar inte för direkta eller indirekta skador, utebliven vinst eller annan ekonomisk skada till följd av användningen av TorkaS 3.

Datorprogrammet TorkaS 3 kan användas för bedömning av uttorkningstiden hos betongkonstruktioner och gäller enbart för Byggcement.

Inledning

Att få en god inomhusmiljö ställer krav på kompetens och erfarenhet både hos beställare och

utförare vid uppförandet av en byggnad och vid ombyggnad. Kraven gäller många olika områden t ex ljud, ljus, fukt, termisk inomhusmiljö och luft men också den fysiska utformningen av byggnaden. Beställarens och samhällets krav samt kraven på kompetens skall uppfyllas från skede till skede genom en hel byggprocess. Det har i vissa fall konstaterats att något eller några krav inte har uppfyllts varvid problem uppstått med inomhusmiljön.

Ökande konkurrens, minskade eller helt borttagna räntesubventioner, kostnader för byggnadskreditiv samt önskemål om allt snabbare tillträde har gjort att produktionstiderna i byggprocessen har minskat. Uttorkning av byggfukt i betong tar oftast relativt lång tid och bestämmer i hög grad byggtiden, dvs. uttorkning av betong ligger ofta på kritiska linjen i ett bygges tidplan. Genom att välja konstruktionsutformning, betongkvalitet, produktionsmetoder etc. kan torktiden påverkas, dvs. förkortas eller förlängas.

Om man redan i projekteringsstadiet gör en första (preliminär) fuktdimensionering, så kan uttorkningstiden bedömas och därmed finns möjligheter att få en bättre ekonomisk utformning av betongkonstruktionen. Val av ytmaterial och utformningen av konstruktionen närmast under ytmaterialiet påverkar naturligtvis även uttorkningstiden, dvs. till vilken relativ fuktighet (RF) som betongen behöver torka.

Historik

Datorprogrammet är den senaste länken i en lång process. Vid avd. Byggnadsmaterial, LTH har man arbetat med fuktfrågor sedan högskolans start 1964. Redan Lennart Ahlgren redovisade 1973 några uttorkningsförsök på betong. Lars-Olof Nilsson presenterade 1977 sin välkända tabell för bedömning av erforderlig torktid till 90 % RF. År 1983 föreslog Arne Hillerborg, dåvarande professor vid avd. Byggnadsmaterial, LTH, att man skulle bestämma fukttransportegenskaperna hos betong, cement bruk och cementpasta under så verklighetstroga förhållanden som möjligt. Arbetet, som finansierades av BFR, resulterade i en avhandling (Hedenblad 1993).

År 1991 startades ett omfattande arbete med att undersöka uttorkning hos ”nygjuten” betong. Projektet initierades av dåvarande professor Göran Fagerlund, Byggnadsmaterial, LTH. Projektet finansierades av SBUF. Projektledare var Olof Adler på dåvarande Siab Bygg i Helsingborg. I projektet undersöktes uttorkningen hos ett 40-tal olika betongkvaliteter och ett 10-tal andra parametrar studerades. De uppmätta egenskaperna var fuktavgång från samt RF i provkropparna under uttorkning. Laboratoriearbetet utfördes till stora delar av Bo Johansson och Bengt Nilsson. Försöksledare var Göran Hedenblad.

Projektet ovan var en bas för informationsskriften ”Uttorkning av byggfukt i betong - torktider och fuktmätning”. Denna ingår i skriftserien ”Fuktsäkerhet i byggnader” med författare från Fuktgruppen i Lund. Informationsskriften är ett mycket starkt koncentrat av laboratorieprojektet. Resultaten i informationsskriften har sedan bearbetats vidare och använts i bl. a SBUF's lathund ”Betongtorkning” samt som en del i Svenska betongföreningens skrift ”Betong för sunda golv - fuktdimensionering, materialval, produktion”. Den senare skriften sammanfattar den då gällande kunskapen om hur man kan minimera risken för skadliga emissioner från golvsystemet.

Sedan 1985 har BFR ekonomiskt stött Beräkningsgruppen vid Byggnadsfysik, LTH, under ledning av professor Johan Claesson. Detta har gjort det möjligt att bygga upp en stor erfarenhetsbank då det gäller modellering och programutveckling av olika

byggnadsfysikaliska förlopp. Införandet av en äkta flödespotential, Kirchhoff potentialen innebar ett genombrott i såväl tolkning av mätdata som av lösandet av de olinjära partiella differentialekvationer som styr fuktflödet. Noggrannheten i beräkningarna ökade samtidigt som beräkningstiderna förkortades. Detta arbete resulterade i en doktorsavhandling 1998 (Arfvidsson, 1998).

Ett informellt samarbete har under denna tid skett mellan avd. Byggnadsmaterial och Beräkningsgruppen vid Byggnadsfysik. Detta gjorde det naturligt att vi skulle samarbeta om datorprogrammet för uttorkning av betong.

Datorprogrammets uppbyggnad

Resultaten som redovisas i skrifterna ovan täcker dock inte alla olika fall som ett byggobjekt kan bli utsatt för. Härdningsvillkor, torkklimat och betongsammansättningar kan skilja från de som ingick i undersökningen. År 1995 beviljade SBUF medel för en förstudie, som avsåg att undersöka om det gick att ta fram ett mer generellt datorprogram för beräkning av betongs torkning. Förstudien visade det skulle det skulle gå, och på våren 1996 beviljade SBUF anslag för detta projekt.

En viktig del i modelleringen av betongs torkning är de fukttransportegenskaper som redovisas i (Hedenblad 1993). Även om dessa fukttransportegenskaper är framtagna för flera år gammal välhydratiserad betong av olika kvaliteter, så kan de räknas om till nygjuten betong. Fukttransportegenskaperna för betong varierar mycket starkt med hydratationsgraden, som i sin tur påverkas av betongens ålder, RF, temperatur, vct och cementtyp.

En annan viktig del vid beräkning av betongs torkning är dess hydratationsutveckling och dess jämviktsfuktkurvor. Till grund för hydratationsutvecklingen har legat en avhandling från Byggnadsmaterial, CTH (Norling Mjörnell, K. 1997), vars resultat modifierats i denna version av TorkaS. Till grund för jämviktsfuktkurvorna har legat en avhandling från Byggnadsmaterial, LTH (Nilsson, L-O. 1980), en viss modifikation skett bl.a. har inverkan av alkali beaktats.

I den första versionen av datorprogrammet (TorkaS 1.0) har de beräknade uttorkningsförloppen kunnat jämföras med de uppmätta uttorkningsförloppen från uttorkningsprojektet som startade 1991, vid LTH. D.v.s. en omfattande jämförelse mellan beräkningar och mätta torkförlopp har utförts. Vidare har jämförelser gjorts med ett examensarbete (Linné & Utgenannt 1995) i vilket uttorkningsförloppet hos ett 15 tal betongkonstruktioner i byggnader under uppförande har studerats. TorkaS 1.0 gjordes för Slite std-cement.

I denna senaste version av datorprogrammet (TorkaS 3) har jämförelse skett och anpassning till resultaten från ett uttorkningsförsök lett av tekn. dr Peter Johansson vid Byggnadsmaterial, LTH. I projektet har Byggcement använts och ett antal parametrar har varierats och gett ett 50-tal olika uttorkningsförsök.

TorkaS 3 är utvecklat för Windows 7 och skrivet i Delphi-Pascal. Då programmet är installerat på en dator, startas det genom att klicka på programmets ikon.

Beräkningsgång

Inledningsvis delas betongplattans tjocklek automatiskt upp i ett antal beräkningsceller samt det stabila tidssteget beräknas. För varje tidssteg och för varje cell som konstruktionen är indelad i beräknas följande:

- hydratationsutveckling (RF och temperaturberoende samt vct-beroende)
- jämviktsfuktkurva (vct och hydratationsgradsberoende)
- Fukttransportegenskaperna (RF, vct, temperatur och hydratationsgradsberoende)
- Kemiskt bundet vatten (hydratationsgradsberoende)
- fuktflöde till och från cellen under tidssteget
- inverkan av alkali på RF och därmed på jämviktsfuktkurvan

Indata

All normal indata till programmet är lagd på fliken "Förutsättningar" i programfönstret. Man skall ange

- Typ av konstruktion, det finns 6 olika att välja mellan
- Ort i Sverige, det finns 12 st. att välja mellan
- Gjutdatum
- Datum för tätt hus, dvs. då det inte längre kan regna eller snöa på betongen
- Datum då uttorkningen påbörjas
- Datum då uttorkningen skall vara avslutad
- Uttorkningsklimat, dvs. RF och temperatur
- Betongkvalitet i form av vct
- Vattenhalt per m³ betong.

I denna flik kan även fler inställningar aktiveras, se nedan.

Om man vill kontrollera och eventuellt justera härdnings- eller torkklimatet kan man gå in på flik i menyn "Torkklimat". Under denna flik redovisas

- Temperaturer
- RF som omger konstruktionen
- Eventuellt regn (anges som R)
- Eventuell membranhärdning (anges som M, i kolumnen för Regn)

Ort

Väderdata för tolv olika orter i Sverige utnyttjas i TorkaS.

Orterna är:

Kiruna, Luleå, Umeå, Östersund, Borlänge, Karlstad, Stockholm, Norrköping, Göteborg, Visby, Växjö, Lund.

De klimatdata som programmet använder är representativ för perioden 1995 – 2005 och beskriver ett normalt år utan extrema perioder av värme, kyla, fuktighet eller torka. Dessa klimatdata kan skilja sig från de som använts i Tidigare versioner av TorkaS.

För val av ort: Klicka på någon av orterna som finns utsatta på kartan.

Om fler inställningar har markerats på fliken "Förutsättningar" så kommer fliken "Temp. påverkan" (flik fyra) fram. Under denna finns

- Gjuttemperatur
- Typ av form
- Eventuell formisolering

- Eventuell täckning
- Vind

Utdata

Det som redovisas av datorprogrammet, under flik tre i menyn är

- RF på normalt mätdjup, som funktion av tiden
- RF- utvecklingen i hela betongkonstruktionen, som funktion av tiden

Under flik 4 "Temp.påverkan" redovisas beräknad temperatur i betongen.

En rapport kan skapas på flik 3 och denna innehåller både indata och utdata.

Under rubriken "Arkiv", längst upp till vänster på TorkaS 3, kan RF-fördelningen i konstruktionen sparas som funktion av tid.

Begränsningar

Enbart en beräkning av uttorkningstiden är inte tillräckligt för att säkerställa att betongen har torkat till den RF-nivå som man vill uppnå. För att verkligen säkerställa att RF-nivån är uppnådd bör en fuktmätning också utföras. Vid fuktmätningen tas hänsyn till mätningens osäkerhet genom att mätningens osäkerhet adderas till mätvärdet innan det jämförs med kritisk RF, se Boverkets regelsamling för byggande – BBR 17 från 2010, avsnitt 6:51- 65:3. För bedömning av en mätningens osäkerhet, se Manual – Fuktmätning i betong från Rådet för Byggkompetens, RBK.

Först då beräkning och fuktmätning visar ungefär samma RF kan man börja få förtroende för resultaten. Om beräkningen och fuktmätningen visar olika RF får man kontrollera både fuktmätningen och beräkningen. Vid beräkningstillfället hade man kanske inte de aktuella förutsättningarna helt klart för sig, t ex kan vädret blivit annorlunda än det antagna, även materialkvaliteter och eventuellt konstruktionsutförning kan ha ändrats.

Vid en fuktdimensionering skall man skilja mellan "betongfukt", "ytfukt" och "limfukt".

- Betongfukt, med denna avses den fukt som tillfördes betongen vid gjuttillfället (blandningsvattnet) minskat med den hårdnade betongens kemiskt bundna vatten.
- Ytfukt, vid betongs härdning och ibland under dess torkning kan vatten tillföras på betongens yta, t ex i form av regn, vattenbegjutning eller snö. Beroende på betongens kvalitet, dvs. vattencementtal (vct) eller dess vattenbindemedelstal (vbt), kan denna fukt kapillärt sugas olika snabbt och långt in i betongen. För vanlig betong (vct större än ca 0.5) sker denna insugning relativt snabbt. För betong med lågt vct/vbt kan insugningen ta lång tid. Det betyder att ytan på denna typ av betong kan ha högt fukttillstånd, medan RF på det normerade mätdjupet kanske är under kritisk nivå, dvs. acceptabelt.
- Limfukt, det som här kallas limfukt är all fukt som till förs betongytan strax före själva golvläggningen, dvs. inte enbart eventuell fukt från limmet utan även från spackling mm. Vid betong med lågt vct/vbt kan insugningen av limfukten ta lång tid, varför samma förhållande gäller som för ytfukten vid lågt vct/vbt.

Programmet TorkaS 3 tar hänsyn till betongfukt och i viss mån ytfukt (för vanlig betong).

Teori

Teori

Fukttransportegenskaper

Begreppet ångpermeabilitet som det normalt används (enligt bl. a ISO-standarden 9346:1987), se ekvation (1), avser den totala fukttransporten i ett material och med ånghalt eller ångtryck som potential (drivkraft). Ångpermeabiliteten kan teoretiskt delas upp i två olika delar, nämligen ren ångtransport i luften inne i materialets ”tomma” porer och dels vätsketransport i materialets vattenfyllda porer. Relationerna mellan dessa två olika delar beror bl. a på RF. Vid låg RF dominerar ångtransporten och vid hög RF dominerar normalt vätsketransporten.

$$g = \delta_v \frac{\partial v}{\partial x} \quad (1)$$

g är fuktflöde per ytenhet (kg/m^2)

δ_v är ångpermeabiliteten (m^2/s)

v är ånghalten i porluften inne i materialet (kg/m^3)

x är längd (m)

När cement hydratiserar (reagerar med vatten) så bildas en mycket finporös massa närmst cementkornen, kallad gel. Beroende på förhållandet mellan andelen blandningsvatten och andelen cement, förhållandet kallas vattencementtal (vct), så får det hydratiserade cementet olika porositet. Om det finns ”mycket” vatten i cementpastan så räcker inte gelen till för att fylla hela utrymmet mellan cementkornen, detta utrymme kallas för kapillärporer. Så cementpasta har två olika porsystem nämligen de porer som finns i gelen (gelporer) och kapillärporer.

Gelporerna är de minsta porerna. Porstrukturen ändras allt eftersom hydratationen sker, andelen gelporer ökar medan kapillärporerna minskar. Vid låga vct (ca 0.4) och en relativt hög hydratationsgrad så finns det i huvudsak gelporer i cementpastan. Betong har dels de porer som finns i cementpastan, men det finns även en porös fasgräns mellan cementpastan och ballasten, i denna transporteras också fukt. Transporten genom gelen är transport av adsorberat vatten men också transport av kapillärkondenserat vatten. Fukttransport genom gelen är en ”långsam” process. Mer information finns i Nilsson (2006).

Vid lägre RF är de större porerna (kapillärporerna) tomma på kondenserat vatten och det är vattenånga som transporteras i kapillärporerna och i den porösa fasgränsen. Vid något högre RF börjar kapillärporerna att fyllas med vatten och man får en ökad total ångpermeabilitet. Vid 100 % RF är det kapillära porsystemet vattenfyllt och den totala ångpermeabiliteten beror nästan enbart på vätskeflöde i cementpastan eller betongen.

I (Hedenblad 1993) redovisas i avsnitt 13.2 ett samband mellan fukttransportförmågan

(ångpermeabiliteten, m^2/s) och fukthalten eller fuktkvoten. Sambandet gäller då ångpermeabiliteten börjar öka på grund av ökat fukttinnehåll i materialet. Endast en kortare sammanfattning redovisas nedan.

Detta samband (av Gilliland m fl. 1958) har använts i TorckaS, Det är ett teoretiskt samband, mellan "ångpermeabiliteten" över en viss grundnivå och jämviktsfuktkurvan för ett material. Grundnivån är den nivå där materialet endast är så fuktigt (någon eller några molekyllager vatten är adsorberade på materialets inre porytor eller att vatten har kondenserat i mikroporer) att fuktransporten sker långsamt. Vid högre fukttinnehåll börjar vattenånga att kondensera i materialets porer. Detta vatten är betydligt lösare bundet till porstrukturen och har därmed lättare att flytta sig.

Teorin från Gilliland m fl., säger i princip att om man i ett diagram plottar den del av totala ångpermeabiliteten som beror på vätskeflöde (på Y-axeln) mot kvoten $(\Delta w)^2/RF$ eller $(\Delta u)^2/RF$, så erhålls en rak linje. Δw är fukthalt (kg/m^3 material) och Δu är fuktkvot (kg per kg material) räknat från den grundnivå i RF, där ångpermeabiliteten börjar öka på grund av vätsketransport. I Fig. 1 till Fig. 3 ges exempel på tekniken.

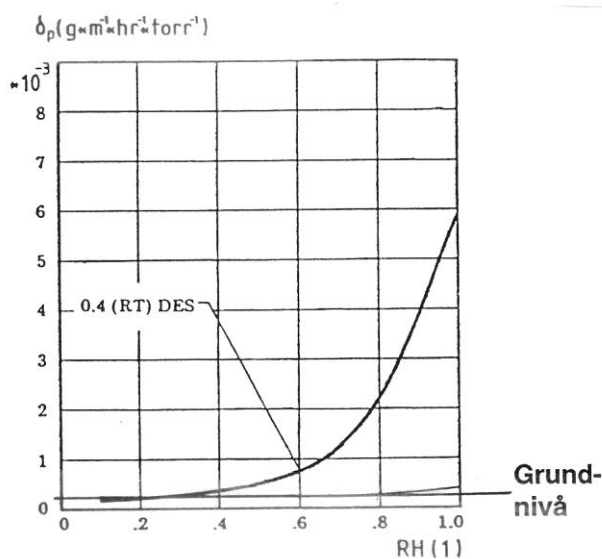


Fig. 1 Ångpermeabilitet hos cementpasta med vct 0.4 som funktion av RF. Bearbetat, från (Sörensen 1980).

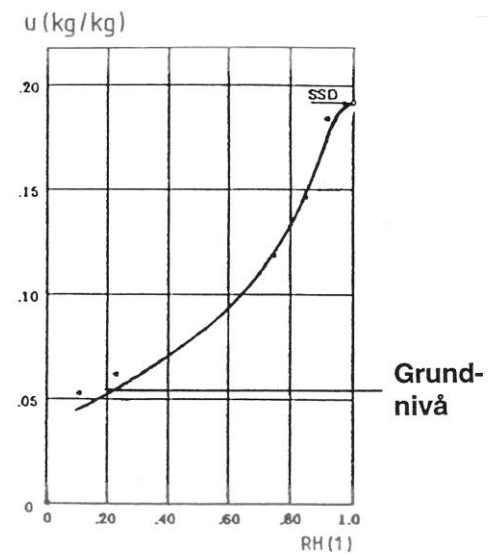


Fig. 2 Jämviktsfuktkurva för cementpasta med vct 0.4 som funktion av RF. Bearbetat, från (Sörensen 1980).

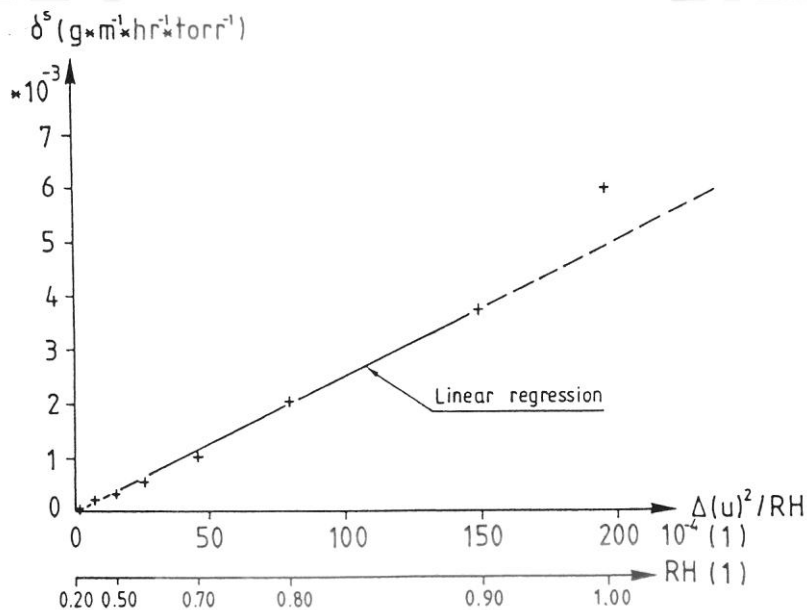


Fig. 3 Samband mellan ångpermeabilitet och jämviktsfuktkurva räknat från ”grundnivån” enligt texten ovan. Bearbetning av Fig. 1 och Fig. 2.

Korrelationskoefficienten för den linjära regressionen i Fig. 3 är 0.999 om man exkluderar den sista punkten i figuren. Denna punkt är inte medräknad därför att desorptionsisotermen kanske är något för låg vid 100 % RF se Fig. 2.

På Y-axeln i Fig. 1 visas hur ångpermeabiliteten ökar (över en viss grundnivå) med ökande fukttinnehåll i cementpastan. Om den variabla ångpermeabiliteten integreras mellan två fuktnivåer (t ex i RF) så erhålls Kirchhoff-potentialen, se ekvation (2). Om vi på Y-axeln redovisar Kirchhoff-potentialen och samtidigt integrerar uttrycket för X-axeln, från $(\Delta w)^2 / RF$ till $(\Delta w)^3 / RF$ alternativt $(\Delta u)^2 / RF$ till $(\Delta u)^3 / RF$, så bör vi i det nya diagrammet få en rak linje. Vid integreringen har bortsetts från konstanter.

$$\psi(v) = \psi_{ref} + \int_{v_{ref}}^v \delta_v(v') \partial v' \quad (2)$$

$\psi(v)$ är Kirchhoff-potentialen med ånghalt som bas.

ψ_{ref} sätts alltid lika med noll för referensnivån v_{ref}

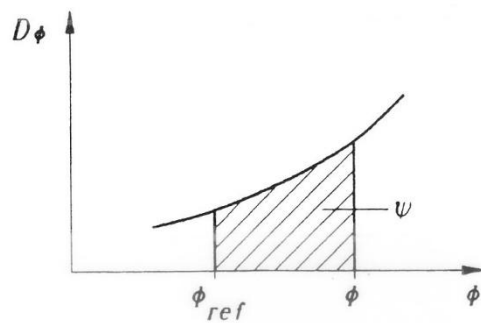


Fig. 4 Definition av Kirchhoff-potentialen (Arfvidsson 1994)

Vid utvärderingen av Kirchhoff-potentialen som funktion av fukthalten för betong har utgångspunkten varit att under 65 % RF är ångpermeabiliteten konstant för de undersökta betongtyperna, se TABELL 1. Samband mellan RF, PSI (Ψ) och fukthalt (w) redovisas i Arfvidsson (1994). Isotermerna som använts är ursprungligen redovisade i (Nilsson 1977).

TABELL 1 Ångpermeabilitet hos välhydratiserad ”gammal” betong. (Hedenblad 1993).

RH	δ_v (m^2/s)			
(%)	Vct 0.5	vct 0.6	vct 0.7	vct 0.8
33 - 65	$0.14 \cdot 10^{-6}$	$0.17 \cdot 10^{-6}$	$0.17 \cdot 10^{-6}$	$0.17 \cdot 10^{-6}$
80	0.33	0.38	0.38	0.38
86	0.59	0.73	0.73	0.73
90	1.0	1.5	1.5	1.5
93	1.7	3.2	3.2	3.2
95	2.8	7.5	7.5	7.5
96	4.2	8.5	9.5	11
97	9	14	17	26
97.6	-	22	28	42
98	-	-	38	63
98.5	-	-	-	130

Resultaten är framtagna på betong tillverkad av Slite Std-cement och helt utan några tillsatser. Om tillsatser, t ex silikastoft används erhålls andra samband

I följande två figurer, Fig. 5 och Fig. 6 redovisas ψ för samtliga 4 betongtyper som funktion av fukthalten över ”referensnivån” vid 65 % RF. Dessa två diagram visar att ψ är nästan oberoende av betongkvaliteten i form av vct. ψ beror nästan enbart av mängden vatten över referensnivån, 65 % RF. Detta samband är mycket användbart vid bestämning och beräkning av betongs fukttransportegenskaper. Det är även användbart för ”nygjuten” betong, dvs. för betong vars byggfukt torkar ut. Man kan enkelt beräkna fukttransportegenskaperna som funktion av vct, hydratationsgrad och jämviktsfuktkurva. I Fig. 5 och Fig. 6 där data för en betongkvalitet slutar är denna betongs porsystem helt fyllt med vatten.

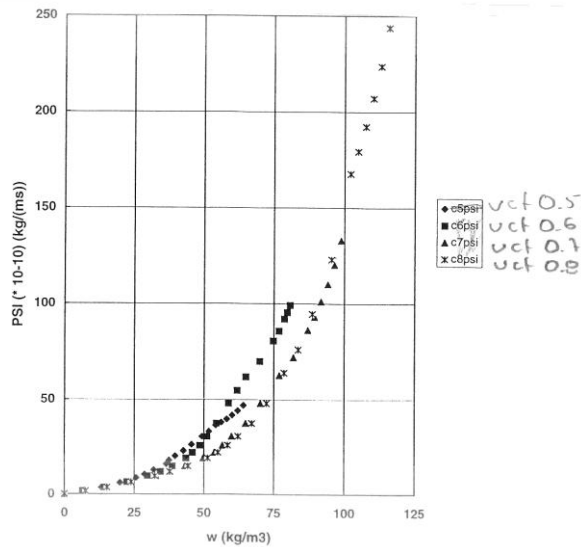


Fig. 5 Kirchhoff-potentialen som funktion av fukthalten för betong med vct 0.5, 0.6, 0.7 och 0.8. Fukthalten vid 65 % RF är satt till noll (0).

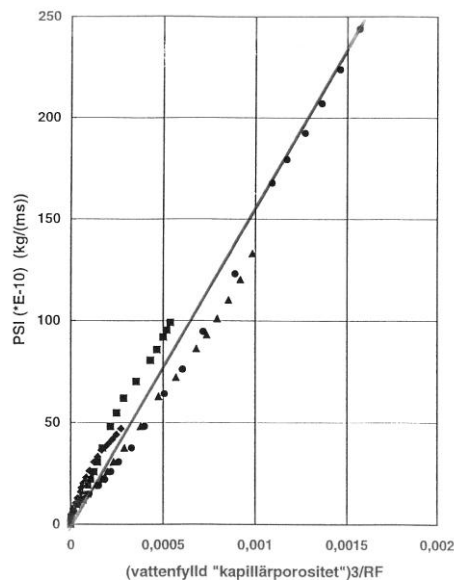


Fig. 6 Kirchhoff-potentialen som funktion av fukthalten³/RF. Betong med vct 0.5, 0.6 0.7 och 0.8. Fukthalten vid 65 % RF är satt till noll (0).

Med hänsyn till spridning i mätresultaten för ångpermeabiliteten och därmed för ψ samt i jämviktsfuktkurvorna ersätts de något olika sambanden för de olika betongkvaliteterna i Fig. 6 med en linje (inlagd i figuren). Linjen tecknas, vid +20°C, som

$$\Delta\psi = 1.6 \cdot 10^{-12} \cdot (\Delta w)^3 / RF$$

Ovan angivna ekvation gäller då fukthalten vid 65 % RF är satt till noll. Dessutom måste hänsyn tas till den del av ψ som beror RF mindre än 65 % RF.

Vid andra temperaturer än +20°C sker en korrigering av ψ med hänsyn till mätnadsånghaltens temperaturberoende samt till ångpermeabilitetens temperaturberoende, se

Hedenblad (1996). Dessutom tas hänsyn till inverkan på ψ av konstruktionstjockleken, med termen $(0.388+5.747 \cdot \text{tjockleken (m)})$. Inverkan av tjockleken på fukttransportkoefficienten är påvisad i Hedenblad (1993).

Jämviktsfuktkurvor

I Nilsson (1980) redovisas jämviktsfuktkurvor för cementpasta under uttorkning, se Fig. 7.

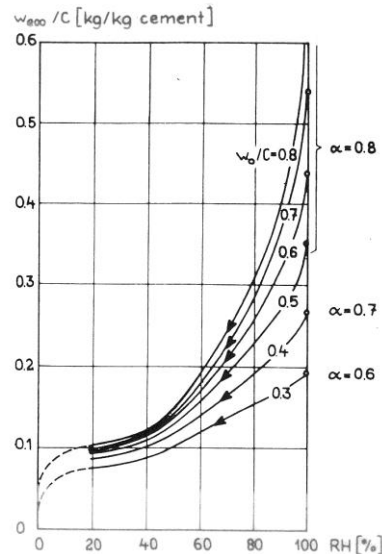


Fig. 7 Jämviktsfuktkurva för cementpasta med olika vct. Nilsson (1980).

Norling Mjörnell (1997) redovisar en matematisk beskrivning av jämviktsfuktkurvan under uttorkning, som har tagits fram av Hedberg (Hedberg 1994). Beskrivningen tar hänsyn till hydratationsutvecklingen hos cementpastan. Hedbergs matematiska beskrivning av jämviktsfuktkurvorna, med utgångspunkt från jämviktsfuktkurvorna i Nilsson (1980), har använts i TorkaS 3.

Då ett material innehåller salter av olika slag, så påverkas jämviktsfuktkurvan. För betong är det huvudsakligen alkali i form av kaliumhydroxid (KOH) och natriumhydroxid (NaOH) från cementet som påverkar jämviktsfuktkurvan. Detta sker genom att för samma fukthalt (kg vatten per m³ betong) så minskar RF. För helt vattenmättad betong blir RF mindre än 100 %. Ju mer alkali som finns i betongen desto lägre blir mätnads-RF. Olika typer av cement innehåller olika mängd alkali. En del av alkalin är bunden till cementstrukturen och en del är löst i porvätskan. Ju högre cementinnehåll (lägre vct) i betongen desto högre är mängden alkali. I Fig. 8 visas beräknad och uppmätt mätnads-RF som funktion av vct för Slite Std-cement. Mer information ges i (Hedenblad 1988) samt i (Hedenblad & Janz 1994). Vad författarna känner till så har inte motsvarande mätningar gjorts för Byggcement. I TorkaS 3 har justering gjorts med hänsyn till att alkaliinnehållet är lägre för byggcement än det var för Slite Std-cement.

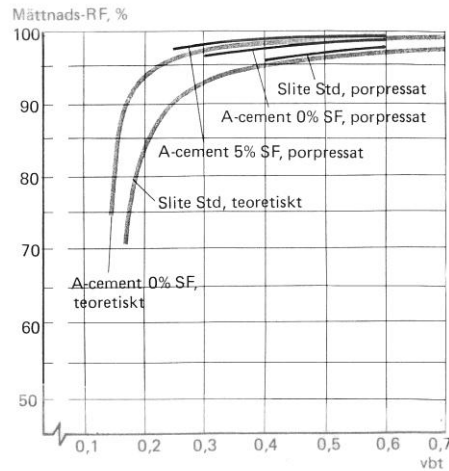


Fig. 8 Mättnads-RF för Slite Std cement som funktion av vct. (Hedenblad & Janz 1994).

Hydratationsutveckling

Norling Mjörnell redovisar och diskuterar även hydratationsutvecklingen hos olika typer av cementpasta och vilka parametrar som inverkar på denna utveckling. I Fig. 9 och Fig. 10 visas uppmätt hydratationsutveckling för cementpasta med vct 0.4 och vct 0.7 som funktion av tid och RF. Temperaturen anges till $+20 \pm 1^\circ\text{C}$. (Norling Mjörnell 1997).

I Fig. 9 och Fig. 10 framgår tydligt att omgivningens RF har stor inverkan på hydratationsutvecklingen, som kan anta värden mellan noll (0) och ett (1). Då den är ett är de kemiska reaktionerna hos cementet avslutade (all cement har reagerat med vatten).

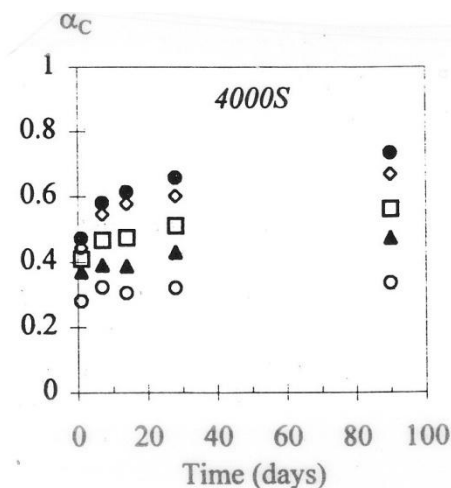


Fig. 9 Hydratationsutveckling för cementpasta med vct 0.4. Slite Std. Olika RF. (Norling Mjörnell 1997).

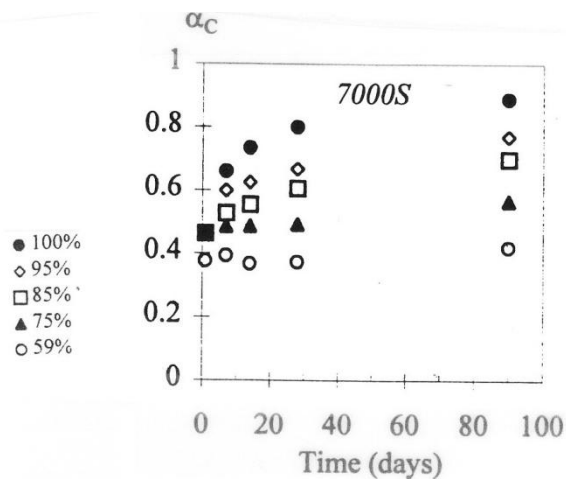


Fig. 10 Hydratationsutveckling för cementpasta vct 0.7. Slite Std. Olika RF. (Norling Mjörnell 1997).

Inverkan av temperaturen på hydratationsutvecklingen kan beskrivas med en Arrhenius ekvation för termisk aktivitet se ekvation (3). Referenstemperaturen (T_{ref}) är 273+20 K.

$$\beta_T = e^{\theta \left(\frac{1}{T_{ref}} - \frac{1}{T+273} \right)} \quad (3)$$

β_T är hastighetsfaktor för hydratationsutvecklingen (1)

θ är den s.k. "aktiveringstemperaturen"

T är temperaturen i °C.

Enligt klassisk teori skall θ vara konstant. När det gäller cementreaktionen är den dock något temperaturberoende (Fagerlund 1997). θ kan skrivas som

$$\theta = \theta_{ref} \cdot \left(\frac{30}{T+10} \right)^{\kappa_3} \quad (4)$$

θ_{ref} ("aktiveringstemperaturen") är ca 5300 K för Slite Std-cement

κ_3 är i storleksordningen 0.45.

Vid de RF-mätningar som har gjorts inför denna uppdatering av TorkaS har det påvisats att gjut- och härdningstemperatur har påverkan på uppmätt RF vid samma beräknade hydratationsgrad. Detta gäller framförallt vid lägre vct.

När betong torkar så töms porerna i cementet efter sin storleksordning, först töms de största porerna. Ju lägre gjut- och härdningstemperatur under de första dyggen desto lägre uppmätt RF. En trolig förklaring är att en lägre temperatur ger en långsammare kemisk reaktion mellan vatten och cement. Cementpastan som bildas kan då få en tätare struktur med större andel "små" porer. Vid samma totala porositet så ger detta en mindre andel "stora" porer. Vilket betyder att för samma RF i betongen så är det mindre mängd vatten tillgängligt i den tätare cementstrukturen.

För att behålla stukturen hos de tidigare versionerna av TorkaS, men ändå ta hänsyn till de nya RF-mätdata så är det huvudsakligen i den ovan beskrivna hydratationsutvecklingen som ändringar har gjorts. Dessa ändringar baseras inte på någon teori utan har gjorts för att beräknad RF skall stämma så bra som möjligt med uppmätt RF.

Temperaturer vid och strax efter gjutning

Den tidiga cementshydratationen, självuttorkningen och fukttransporten är starkt beroende av betongens temperatur. Denna i sin tur är betydligt högre än omgivningens temperatur under de första dagarna på grund av värmeutveckling från cementreaktionerna. Hur hög temperatur betongen får och hur länge den högre temperaturen varar bestäms av denna värmeutveckling och den avkyllning som värmeflödena till omgivningen ger.

Dessa processer har man modellerat sedan länge i samband med bedömning av sprickrisker och det finns kommersiellt tillgängliga datorverktyg, t ex Hett 97, som kan ta hänsyn till många parametrar i detalj.

För uttorkningsberäkningar med TorkaS 3 bedömdes det att en enklare temperaturberäkning skulle vara tillräcklig, med inte allt för många och komplicerade indata. En modell för detta har inarbetats i TorkaS 3 som i huvudsak är baserad på ett kompendiekapitel i en LTH-kurs, ”Betong i ett LivsCykelPersktiv”. Detta kapitel är skrivet av professor Göran Fagerlund. Nya data för Byggcement har inkluderats.

Modellen baseras på värmeledningsekvationen, med en källterm för värmeutveckling

$$\frac{dE}{dt} = \gamma_b \cdot c_b \cdot \frac{d\theta}{dt} = C \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{d}{dx} \lambda \cdot \frac{d\theta}{dx} \quad [J/(m^3 \cdot s)] \quad (5)$$

där

E är energiinnehållet, J/m³

Y är betongens densitet, kg/m³

c_b är betongens specifika värmekapacitet, J/kgK

θ är temperaturen, K

C är cementhalten, kg/m³

q är värmeflödet W/m²

λ är värmekonduktiviteten, W/mK

x är lägeskoordinaten, m

t är tiden, s

Värmeutvecklingen från cementreaktionerna beskrivs med en enkel ekvation

$$q = q_{\infty} a [kJ/kg] \quad (6)$$

där

q_{∞} är maximalt möjliga, totala värmeutvecklingen från ett cement om det hydratiseras fullständigt

α är hydratationsgraden.

Hydratationsgraden beskrivs som funktion av tiden, genom att utgå från den ekvivalenta åldern, med en enda ekvation

$$\alpha = e^{a \cdot (\ln t)^b} = \left(e^{(\ln t)^b} \right)^a \quad (7)$$

där a och b är parametrar som är unika för cementet och t är ekvivalent ålder vid $+20^{\circ}\text{C}$.

Parametern q_{∞} erhålls som ett mätvärde från laboriemätningar. Normalvärden för rent Portlandcement är 500 kJ/kg . För Byggcement har använts 440 kJ/kg , baserat på mätningar av Cementa, se Fig. 11. Byggcementet är inte ett rent Portlandcement utan har späts ut med kalkstensfiller som inte ger någon (större) värmeutveckling.

Parametrarna a och b för Byggcement framgår också av Fig. 11.

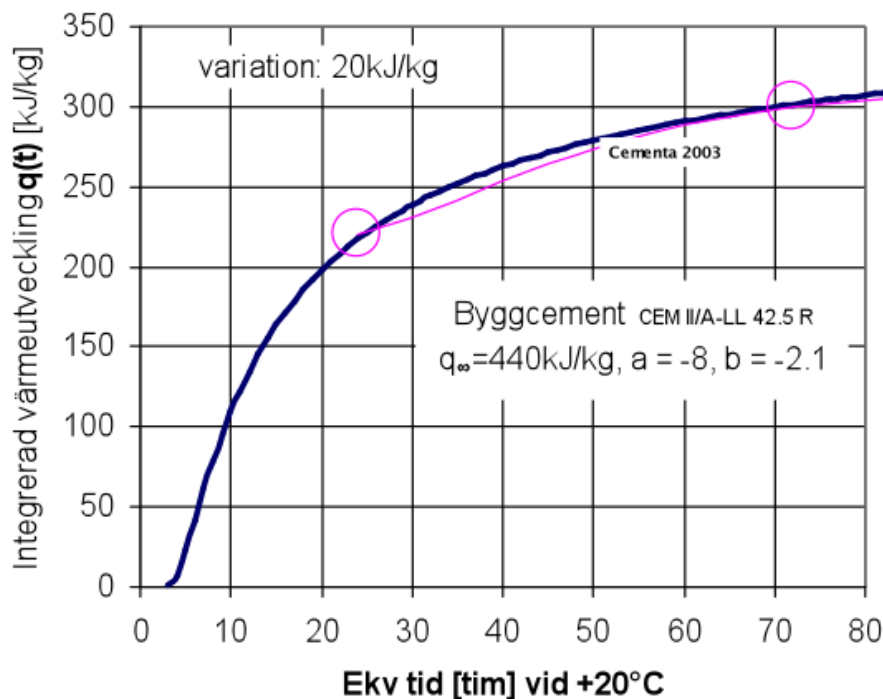


Fig. 11 Värmeutveckling från Byggcement. Ringar från Cementa (2003). Kurva från ekvation (6) och (7).

Randvillkoret vid betongytorna beskrivs genom att värmeflödet från betongytan skall vara lika med värmeflödet genom formmaterial, isolering, täckning och värmemotståndet vid ytan

$$-\lambda \frac{d\theta}{dx}(yta) = \frac{\theta_y - \theta_u}{R} = h \cdot (\theta_y - \theta_u) \quad (8)$$

där

λ är betongens värmekonduktivitet, W/mK

R är det totala värmemotståndet hos materialen på respektive yta, inklusive värmemotståndet hos ytan, m²K/W

h är värmeöverföringstalet, 1/R

Begynnelsevillkoret, är betongens utgångstemperatur, dvs. betongens temperatur vid gjutning.

Tunna konstruktioner: Vid temperaturberäkningar i TorkaS antas att plattorna är ”tunna”, vilket innebär att man antar att betongtemperaturen θ är densamma på alla djup, dvs $\theta = \theta_y$ i ekvation (4). Värmeledningsekvation (5) kan då förenklas till

$$\begin{aligned} \Delta\theta &= C \cdot \frac{\Delta q}{\gamma_b \cdot c_b} - \frac{\sum_i h_i \cdot A_i (\theta - \theta_u)}{\gamma_b \cdot c_b \cdot V} \cdot \Delta t = \\ &= C \cdot \frac{\Delta q}{\gamma_b \cdot c_b} - \beta (\theta - \theta_u) \cdot \Delta t \end{aligned} \quad (9)$$

där

A_i är arean hos respektive över- och undersida

V är betongvolymen, dvs. plattjockleken för 1 m²

β är ”avkylningstalet”.

Ekvation (9) kan lösas på olika sätt. Här har valts att integrera den och beräkna betongens temperatur θ stegvis med summan i en serie tidssteg

$$\theta(t) = \theta_0 + \frac{C}{\gamma_b \cdot c_b} q(t_{20}) - \sum_0^t \beta \cdot (\theta - \theta_u) \cdot \Delta t = \theta_0 + \theta_q - \theta_\beta \quad (10)$$

Finansiärer mm

Utvecklingen och vidareutvecklingen av TorkaS (1.0, 2.0 och 3.0) har huvudsakligen finansierats med bidrag från Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, *SBUF*, till NCC. Till detta projekt, TorkaS 3, har CEMENTA, TYRÉNS och SWEROCK har bidragit med finansiering.

För TorkaS 3 har Bengt Ström, fram till sin pensionering, på NCC varit projektledare, en uppgift som övertogs av Fredrik Gränne, NCC.

På Byggnadsmaterial vid Lunds Tekniska Högskola (LTH) har tekn. dr. Peter Johansson varit projektledare för de RF-mätningar som legat till grund för denna revidering av TorkaS.

Lars-Olof Nilsson, professor vid avd. Byggnadsmaterial, LTH har stått för modellen för temperaturer vid och strax efter gjutning (Flik 4).

Implementering, numerisk modell och klimatdata har gjorts av professor Jesper Arfvidsson.

Tekn. dr. Göran Hedenblad har gjort materialmodellerna.

Idén till TorkaS 1.0 kom från Göran Fagerlund, dåvarande professor vid avd. Byggnadsmaterial, LTH.

Referenser

Ahlgren, L., 1973. Fukt i betonggolv med tät beläggning. Byggmästaren nr 6, p 17.

Arfvidsson, J., 1994. Isotherma fuktförlopp i porösa material – Beräkning och utvärdering av mätdata. Avd. Byggnadsfysik, LTH, Lund. Rapport TVBH-1007.

Arfvidsson, J., 1998. Moisture Transport in Porous Media, Modelling Based on Kirchhoff Potentials. Avd. Byggnadsfysik, LTH, Lund. Rapport TVBH-1010.

Fagerlund, G., 1997. Kompendium i byggnadsmaterial FK. Avd. Byggnadsmaterial, LTH, Lund.

Fagerlund, G., 1999. Temperaturutveckling hos betong. Kapitel 8 i kurspärm till ”Betong i ett LivsCykelPerspektiv”, Avd. Byggnadsmaterial, Lunds Tekniska Högskola, februari 1999.

Gilliland, E. R., Baddour & Russel, J. L., 1958. Rates of flow through microporous solids. American Institute of Chemical Eng. 4/1958, pp 90-96.

Hedberg, B., 1994. Application for Excel of the Model of self-desiccation in cement paste. Computer software. Department of Building Materials, Chalmers University of Technology, Sweden.

Hedenblad, G., 1993. Moisture Permeability of Mature Concrete, Cement Mortar and Cement

Paste. Avd. Byggnadsmaterial, LTH, Lund. Rapport TVBM-1014.

Hedenblad, G. & Janz, M. 1994. Inverkan av alkali på uppmätt RH i betong. Avd. Byggnadsmaterial, LTH, Lund. Rapport TVBM-3057.

Hedenblad, G., 1995. Uttorkning av byggfukt i betong, torktider och fuktmätning. Byggeforskningsrådet, Stockholm. Rapport T12:1995. Distribution; Svensk Byggtjänst.

Hedenblad, G., 1996. Materialdata för fukttransportberäkningar. Byggeforskningsrådet, Stockholm. Rapport T19:1996. Distribution; svensk Byggtjänst.

Hett 97, <http://www.heidelbergcement.com/se/sv/cementa/tjanster/index.htm>

Linné, B. och Utgenannt, P. 1995. Uttorkning av betong – en fältstudie. Avd. Byggnadsmaterial, LTH, Lund. Rapport TVBM-5029.

Nilsson, L-O., 1977. Fuktproblem vid betonggolv. Avd. Byggnadsmaterial, LTH, Lund. Rapport TVBM-3002.

Nilsson, L-O., 2006. Modelling moisture conditions in cementitious materials – some present challenges. Keynote paper at 2nd International Symposium on Advances in Concrete through Science and Engineering, September 11-13, 2006, Quebec City, Canada

Norling Mjörnell, K., 1997. Moisture Conditions in High Performance Concrete - mathematical modelling and measurements. Inst. för Byggnadsmaterial, CTH, Göteborg. Rapport P-97:6.

SBUF, 1995. Betongtorkning - lathund. Stockholm. SBUF informerar nr 95:14.

Svenska Betongföreningen, 1997. Betong för sunda golv - fuktdimensionering, materialval, produktion. Betongrapport nr 6. Distribution; Cement och Betonginstitutet, Stockholm.

Sörensen, E. G., 1980. Water vapour permeability of hardened cement paste. Building Materials Laboratory, Department of Civil Engineering, Technical University of Denmark. Technical Report 83/80.

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
LUNDS UNIVERSITET

Avd Byggnadsmaterial

UTTORKNING AV BETONG

-Laborariestudien bakom TorkaS3

Peter Johansson

Rapport TVBM-316X

Lund 2012

UTTORKNING AV BETONG

-Laborariestudien bakom TorKaS3

1 BAKGRUND

Målsättningen med denna undersökning var att ta fram mätdata som underlag för uppdatering av det datorbaserade prognosverktyget TorKaS3(Ref). Med prognosverktyg kan uttorkningshastigheten hos betonger av varierande sammansättning predikteras utifrån indata som exempelvis omgivande förutsättningar och klimat samt betongen sammansättning. Vid projektets start samlades information in om vilka betongkvaliteter som vanligen förekommer inom husbyggnadssammanhang i Sverige och också vilka gjut- och härdningsklimat som kan vara aktuella. För att kunna genomföra nödvändiga laboratoriförsök inom en för projektet rimlig omfattning beslutades att betonger med tre olika vattencementtal skulle tillverkas samt att ett standardcement (Byggcement) skulle användas som bindemedel för alla vattencementtal och som tillägg för det lägsta vattencementtalet användes också ett snabbhärdande cement (SH-cement). Syftet med att också prova SH-cement var att klara ut om ett byta av bindemedel kunde vara en möjlig väg att nå snabbare uttorkning. Härdningsförhållanden, gällande temperatur och relativ fuktighet, varierades för de olika proven för att efterlikna härdning vid olika årstider. Alla försök genomfördes i avdelning Byggnadsmaterials laboratorium vid LTH.

2 UTTORKNINGSFÖRSÖK

2.1 MATERIAL

Vid uttorkningsförsöken provades fyra olika betonger med tre olika vattencementtal (vct) där dessa var 0,38, 0,45 och 0,65. För samtliga vct användes Byggcement, Cementa AB Sverige, med ett varierande innehåll av obränd och mald kalksten mellan 13-15 vikts-% som fanns tillsatt i bindemedlet. Betong med vct 0,38 blandades också i en variant med snabbhärdande cement som bindemedel (SH-cement), Cementa AB Sverige. Sammansättningen hos de provade betongerna valdes så att dessa skulle representera de som vanligen används inom den svenska husbyggnadssektorn, se tabell 2.1. Kravet på bearbetbarhet motsvarade ett sättmått av 150 mm vilket var målet vid alla gjutningar. Recepten enligt tabell 2.1 utgör en sammanställning av recept från fabriksbetongtillverkare inom Sverige och ska endast betraktas som schablonmässiga. Eftersom ballastens utformning varierar mellan olika områden i landet varierar också betongens vattenbehov beroende av ballast vilket resulterade i att ett flertal provgjutningar genomfördes och recepten enligt tabell 2.1 justerades.

Gjutningar gjordes vid temperaturerna 5°C, 20°C och 30°C för alla vct där gjutningar vid en viss temperatur gjuts under samma dag. Vid gjutdagens början mättes det genomsnittliga fukttinnehållet i den ballast som skulle användas under dagen. Recepten justerades därefter med hänsyn till fukttinnehåll i ballast samt den efterfrågade bearbetbarheten (150 mm sättmått). I tabell 6.1–6.9 redovisas uppmätt fukttinnehåll i ballast samt hur ursprungliga recept justerats till slutgiltiga. I tabellerna redovisas också

Tabell 2.1 Recept för provade betonger av respektive vattencementtal samt delmaterial som (kg/m^3).

Vattencementtal	0,38	0,45	0,65
Bindemedel (Byggcement)*	450	420	320
Vatten	171	189	208

Ballast (0-8mm)	880	904	977
Ballast (8-12mm)	440	417	400
Ballast (12-16mm)	440	417	399
Flyttillsats (Sika Evo 26)	1,13	0,84	0,32

*Även SH-cement som bindemedel för vct 0,38

2.2 METOD

2.2.1 Gjutning och exponering

Uttorkningshastigheten undersöktes för betonger med vct 0,38, 0,45 och 0,65 där härdningsförhållanden varierades på olika sätt för att efterlikna verkliga förhållanden. Totalt provades 49 olika varianter, se provplan i tabell 6.10. Som gjutform användes 5 liters cylindriska plåtburkar med möjlighet att montera lock av plåt för försegling, se figur 2.1. Formarna hade diametern 200 mm och höjden 150 mm och proven lagrades i formarna under hela härdningsförloppet.

För att i så stor utsträckning som möjligt efterlikna verkliga härdningsförhållanden under olika årstider så göts- och lagrades de provade betongkvaliteterna vid temperaturerna 5°C, 20°C och 30°C. Gjutningar vid 5°C genomfördes i klimatrum där ballast, blandningsvatten och blandare lagrades i det aktuella klimatet cirka ett dygn före gjutning för att anta klimatrums temperaturen. För att hålla temperaturen i samband med gjutningarna vid 20°C krävdes inga åtgärder utan dessa kunde genomföras i ordinarie betonglaboratorium. Vid gjutningarna med målsättning att hålla 30°C fick ballasten värmas till cirka 30°C och blandningsvattnet värmdes ytterligare till mellan 40-45°C för att kompenseras att blandningen skedde i betonglaboratoriet som var rumstempererat där också blandaren var uppställd. I samband med gjutningarna mättes betongtemperaturen i blandaren samt i formar både vid gjutning och direkt efter att proven placerats i klimatrum. Avvikelsen mellan önskad och verklig betongtemperatur var mindre än 1,5°C för alla varianter. Att dessa relativt små avvikelser kunde klaras var till stor del beroende av att blandning/gjutning skedde i klimatrum eller direkt anslutning till dessa. Under pågående gjutning transporterades prov succesivt in i klimatrum vilket sannolikt också var en bidragande faktor för att klara små temperaturavvikelser.

Proven försågs med utvändig värmeisolering under härdningsförloppets tidiga skede för att temperaturutvecklingen skulle efterlikna den i en verklig betongplatta på mark med halvoändlig utbredning och underliggande värmeisolering. För att uppfylla detta placerades formarna på en 150 mm tjock cellplast och runt mantelytan monterades mineralullsisolering med tjockleken 100 mm. Alla prov förutom de med betongtäckmatta, se tabell 6.10, var oisolerade på överytan. Isoleringen demonterades när proven antagit omgivande lagringsklimat vilket normalt inträffade senast efter en vecka från gjutning.

En del av proven tilläts torka och exponerades i de fallen för en kontrollerad relativ fuktighet medan andra prov var förseglade under hela härdningsförloppet, se tabell 6.10. På de förseglade proven monterades lock i samband med gjutning och för att säkerställa tätning mellan form och lock så applicerades en mjukfog. Under härdningsförloppet kontrollerades förseglingen regelbundet genom vägning av proven. Under första månaden lagrades proven i följande klimat: 5°C/80 % RF, 20°C/55 % RF och 30°C/35 % RF. Efter 1 månad i olika härdningsklimat flyttades alla prov till klimatet 20°C/55 % RF vilket motsvarar då man i det

verkliga fallet får en tät byggnad och med detta kan styra torkklimatet. En serie av prov exponderades för kontinuerlig vattenbegjutning under två veckor från och med gjutning för att efterlikna fallet då betong utsätts för regn tidigt under härdningsskedet, se tabell 6.10. Efter vattenbegjutningen tilläts proven torka i respektive lagringsklimat.

Syftet med lagring i olika klimat första månaden var ett efterlikna verkliga härdningsförhållanden vid olika årstider. För sommarfallet var gjut- och lagringstemperatur samma där alternativen var 20°C eller 30°C. Gjuttemperaturerna för vinterfallet var 5°C eller 30°C medan lagringstemperaturen i båda fallen var 5°C. Syftet med att använda varm betong (30°C) i vinterfallet var att klara ut om detta kunde vara ett alternativ att nå snabbare uttorkning. Som alternativ till varm betong användes betongtäckmatta av polyetencellplast med tjocklek 9 mm och värmeledningsförmåga 0,04 W/mK enligt tillverkare (NOMATEC, KB-produkter, Kvillsfors, Sverige). Effekten av betongtäckmatta provades i vinterfallet på betong med gjuttemperatur 5°C men också i sommarfallet med gjut- och lagringstemperatur 20 °C. Betongtäckmattan monterades vid gjutning och togs bort ett dygn senare.

2.2.2 Mätning av RF och temperatur

Fyra provkroppar, a-d, tillverkades för var variant vilka alla göts samtidigt från samma blandning samt hanterades och lagrades likvärdigt. Provkropp a-c användes för RF-mätning på uttaget prov där provtagningen genomfördes först på provkropp a som därmed var förbrukad och vid senare tidpunkter på prov b och c. Det huvudsakliga syftet med referensprovkroppen d var att kunna följa uttorkningsförloppet och avgöra lämplig tidpunkt för att ta uttaget prov.

Provkropp d var referensprov och försågs med en kvarsittande givare för mätning av RF och temperatur av fabrikat HumiGuard (Nordisk Industriefysik AB, Järfälla, Sverige), se figur 2.1. Före gjutning monterades mätrör av plast på mät djupet 60 mm vilket motsvara 40 % av provets höjd. Röret monterades på djupet cirka 60 mm från manterytan och försågs med semipermeabel tejp över öppningen för att förhindra betong att rinna in i röret i samband med gjutning, se figur 2.2. Givaren monterades i röret efter en viss tid från gjutning då RF bedömdes vara lägre än 95 %. Vid något tillfälle överskred RF 95 % och då demonterades givaren i avvaktan på vidare uttorkning och en ny givare monterades vid ett senare tillfälle. Före montering avlägsnades eventuellt kondensvatten från mätrörets insida. Parallellt med mätningen på provkropparna så genomfördes mätning på referensgivare monterade i referenscell, där denna lagrades i samma utrymme som provkropparna.



Figur 2.1 Behållare (5 liter) och lock av plåt som form för prov. Ingjutet plaströr (se pil) för montering av RF-givare, HumiGuard.



Figur 2.2 Ingjutet plaströr, sett från insida gjutform, för montering av HumiGuard RF-sensor och försett med semipermeabel tejp som hinder mot färsk betong.

Förutom att temperaturen mättes med HumiGuard givaren, vilken mätte betongtemperaturen indirekt eftersom det fanns luft mellan sensor och betong, mättes temperaturen också direkt i betongen med hjälp av ingjutet termoelement. Detta monterades på mätrörets utsida (inne i provet) invid mätrörets öppning vilket innebär 60 mm från provets övre yta och 60 mm in från mantelytan. Termoelementen var kopplade till en datoransluten insamlingsenhet och

mätutrustningen kontrollerades mot en precisionskammare för RF och temperatur (Thunder scientific 2500).

Mätning av RF på proven a-c gjordes enligt principen för uttaget prov vilket inleddes med att formen demonterades. Första steget var att öppna skarven i formens mantel med hjälp av en tång, se figur 2.3-2.4. Därefter vändes formen med botten upp och provet kunde separeras från formen genom att knacka på formens botten med en mjuk hammare.



Figur 2.3 Demontering av prov från form sker genom att mantel delas vid befintlig skarv med hjälp av tång.



Figur 2.4 Demontering av prov från form sker genom att mantel delas vid befintlig skarv med hjälp av tång. När mantelplåten öppnats tillräckligt, som på bild, vänds provet upp och ner varpå prov lossnar från form.

Efter avformning placerades provet i en hydraulisk press för spräckning, se figur 2.5. Målet med spräckning var att ta bort yttre delar närmast mantelytan medan provet var oförändrat i höjdlängd. Spräckningen genomfördes i fyra steg där cirka en fjärdedel av mantelytan, betraktat från provets övre yta, avlägsnades per steg. Slutligen återstod ett prov i form av ett rätblock med den ungefärliga sidan 50 mm och provets oförändrade höjd 150 mm, se figur 2.6.



Figur 2.5 Hydraulisk press för spräckning av prov som demonterats ur form.



Figur 2.6 Kvarvarande prov i form av rätblock efter att yttre delar nära mantelyta spräckts bort med hydraulisk press. Provets höjd var oförändrad, 150 mm, och sidan cirka 50 mm efter spräckning.

Inför RF-mätningen på uttaget prov bilades provbitar ut från djupen 0-20 mm, 50-70 mm och 130-150 mm, se figur 2.7. Provbitarna placerades i glasrör allt eftersom de togs ut, figur 2.8. Glasrören förseglades med gummikork i väntan på fuktmätning.



Figur 2.7 Från rätblock enligt figur 2.6 tas prov ut på tre djup, 0-20 mm, 50-70 mm och 130-150 mm, med hjälp av bilningsmaskin.



Figur 2.8 Uttagna provbitar från respektive djup placeras i glaströr som förseglas med gummikork i väntan på RF-mätning.

RF-mätningen på de uttagna proven gjordes med givare av fabrikat Vaisala och modell HMP44 (Vaisala Oyj, Helsingfors, Finland). Givarna var kopplade till en datoransluten insamlingsenhet vilken möjliggjorde att mätresultaten kunde registreras som funktion av tid. Före mätning på de uttagna proven konditionerades dessa i klimatkammare tillsammans med RF-givarna för att minimera fel orsakade av temperaturskillnader. I klimatkammaren där konditionering och mätning gjordes var temperaturen $20 \pm 1^\circ\text{C}$ och RF $55 \pm 1\%$. Före varje mätning kontrollerades givarna vid temperaturen 20°C och RF i stegen 75, 85, 90 och 95 % under en varaktighet av minst 6 timmar vid respektive steg för att uppnå jämvikt. Detta gjordes genom att de placerades i precisionsfuktkammare (Thunder scientific 2500) och anslutningskablar drogs ut genom sluss så att avläsning kunde ske löpande. Fuktkgeneratorns mätosäkerhet var $\pm 0,45\%$ RF och $\pm 0,03^\circ\text{C}$. Vid RF-mätning i glasrören på de uttagna proven, se figur 2.9, monterades givaren tidigast tre dagar efter att proven togs ut och mätningen avslutades senast 10 dagar efter det att proven tog ut, vilket är enligt RBKs fuktmätningrutin **REF**. Under RF-mätningen registrerades mätvärden som funktion av tid för säkerställande av tillräcklig jämvikt mellan prov och givare. Jämviktsläget bedömdes genom extrapolering av det registrerade sambandet RF-tid mot oändligheten och då avvikelser mellan det aktuella värdet och det uppskattade slutvärdet understiga 0,1 % RF så valdes det aktuella värdet. Det uppställda jämviktskriteriet uppnåddes vanligen efter cirka två dygn för prov med lågt vct och efter något kortare tid för prov med högre vct.

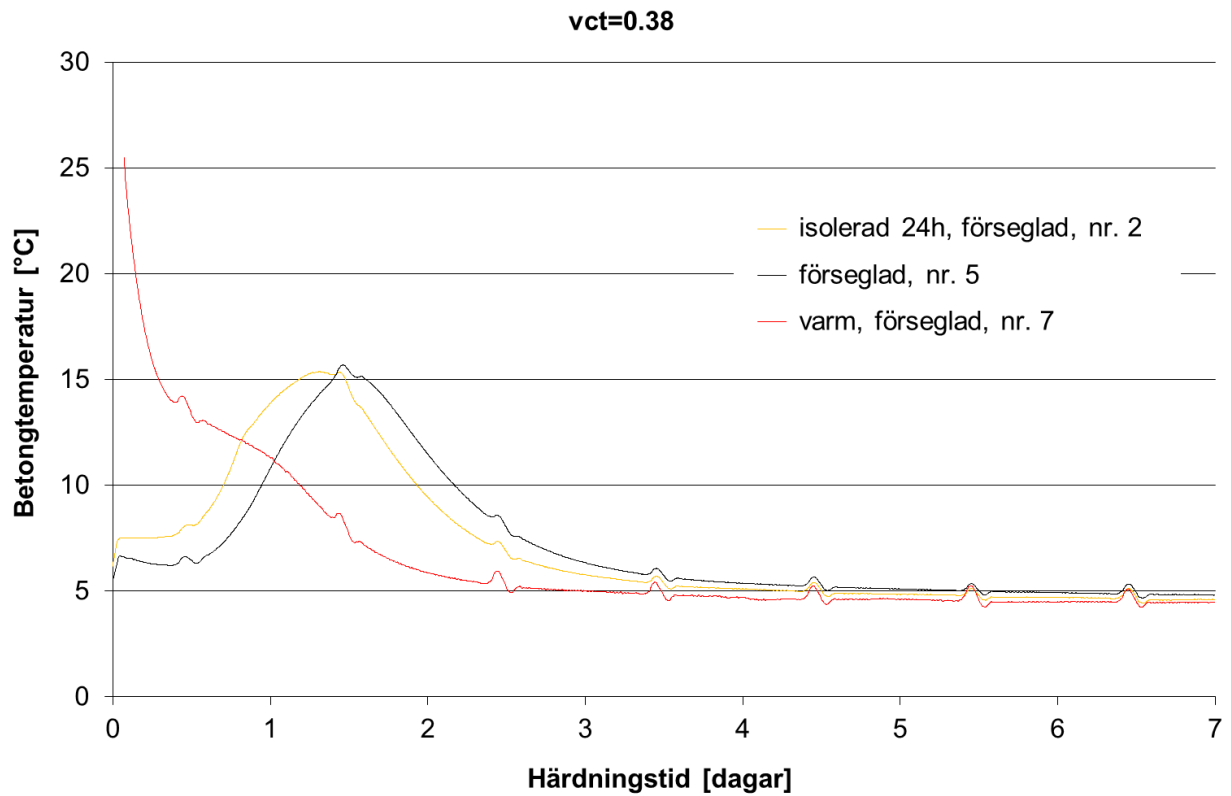


Figur 2.9 Mätning av relativ fuktighet på uttagna prov placerade i provrör med sensor av fabrikat Vaisala.

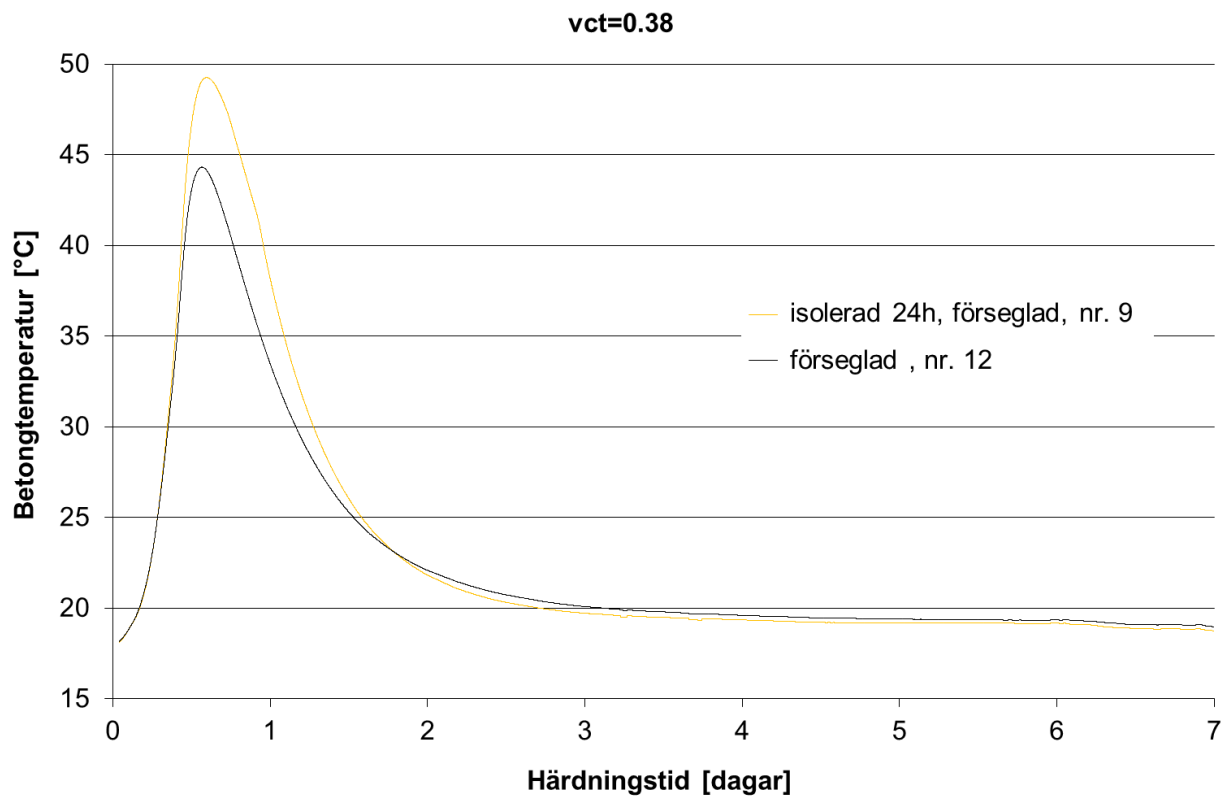
2.3 RESULTAT

2.3.1 Temperaturutveckling

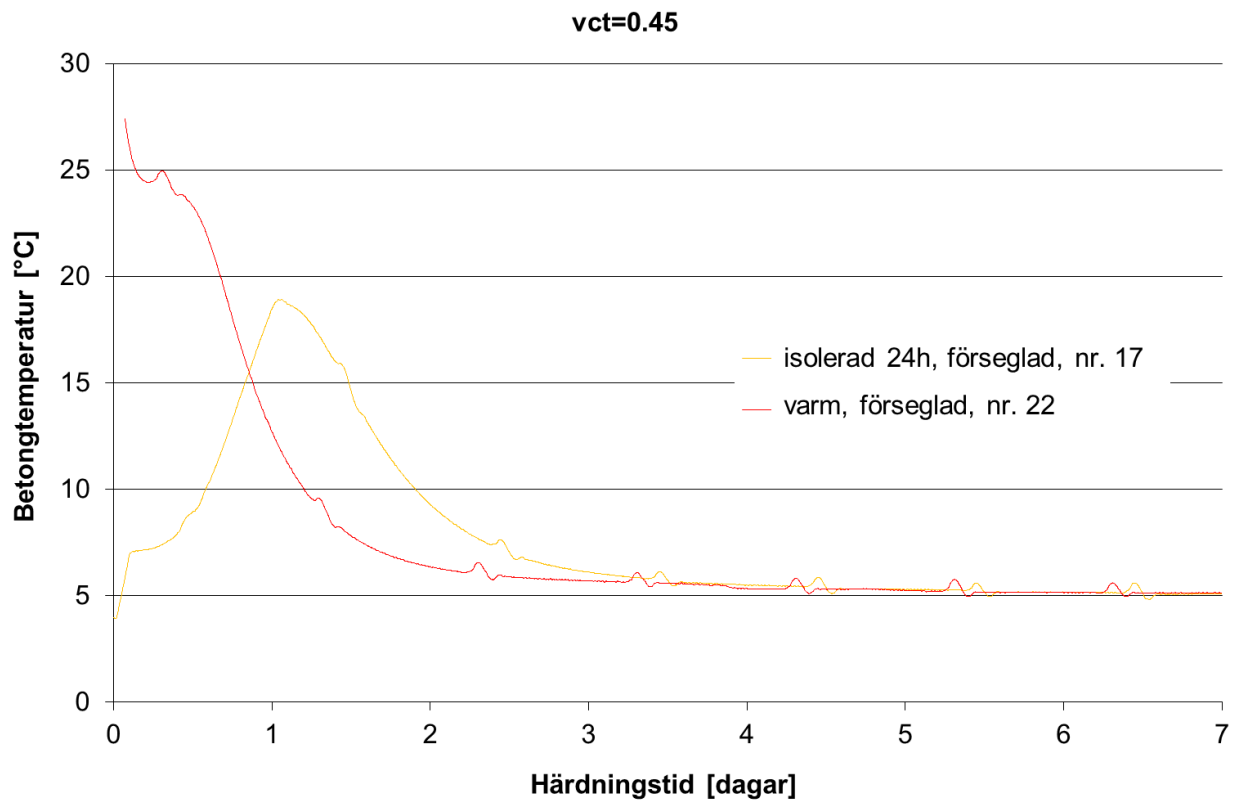
Under det tidiga härdningsförloppet mättes och registrerades betongtemperaturen som funktion av tiden för utvalda prov, se tabell 6.10. Mätningar genomfördes på prov med vattencementtalen 0,38, 0,45 och 0,65 och Byggcement som bindemedel. Proven lagrades i temperaturerna 5 °C, 20 °C och 30 °C. Resultaten redovisas i figur 2.9-2.14 nedan där resultat från prov lagrade i 30 °C saknas på grund av att mätutrustningen slutade fungera under första dygnet.



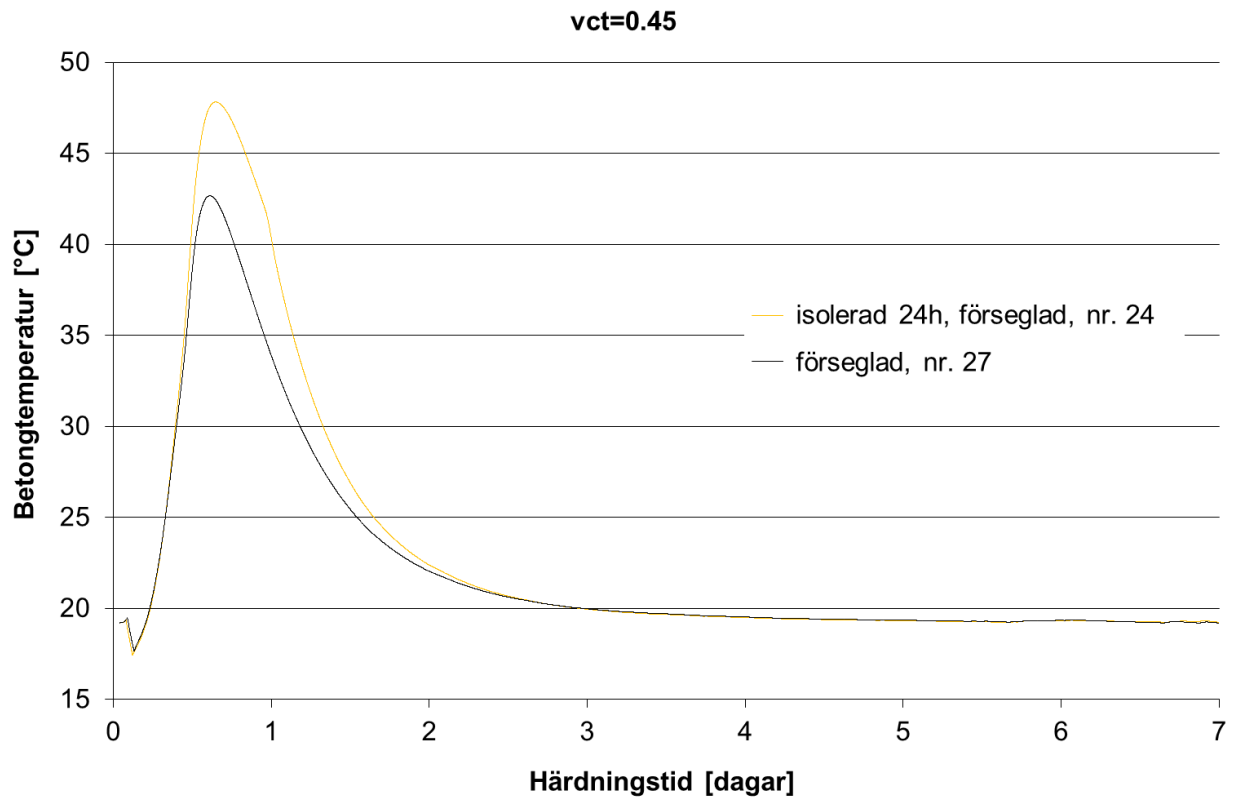
Figur 2.10 *Betongtemperatur mätt centriskt i prov på djupet 60 mm som funktion av härningstid. Lagringsklimat 5°C och 80 % RF.*



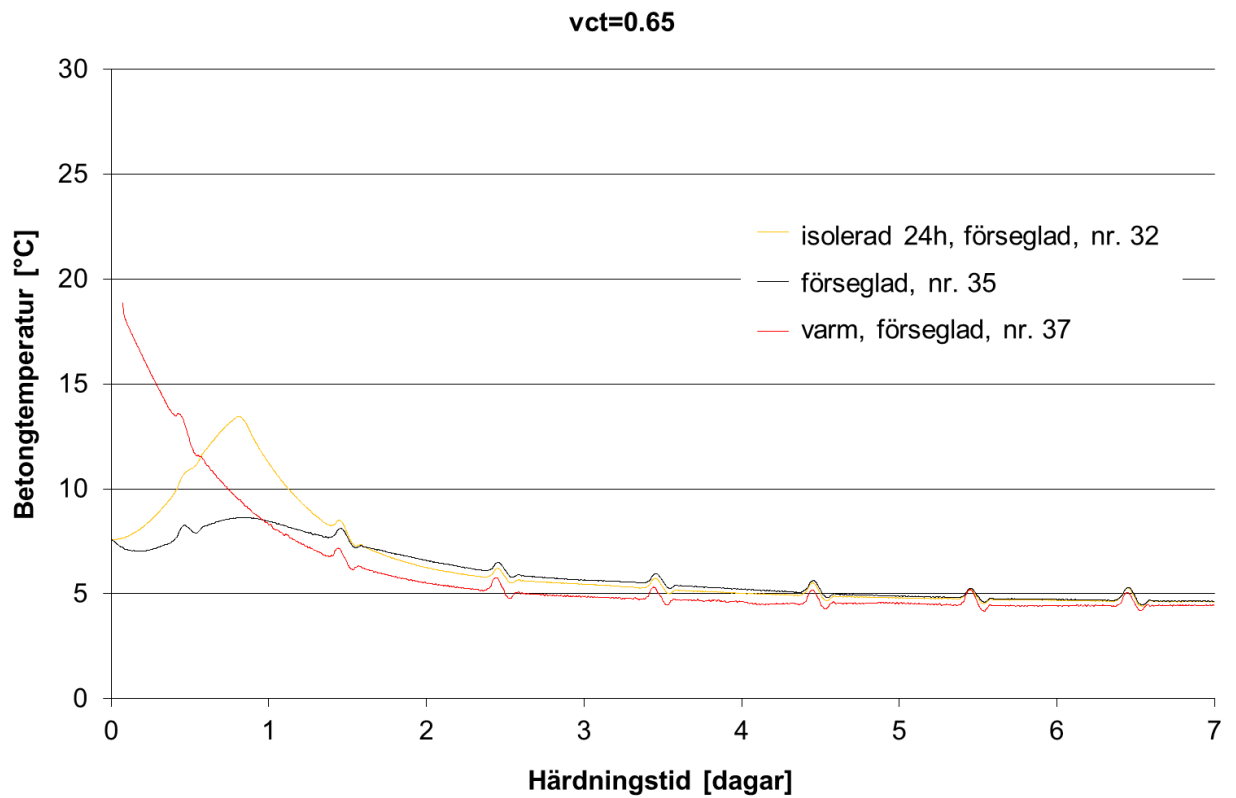
Figur 2.11 *Betongtemperatur mätt centriskt i prov på djupet 60 mm som funktion av härdningstid. Lagringsklimat 20°C och 55 % RF.*



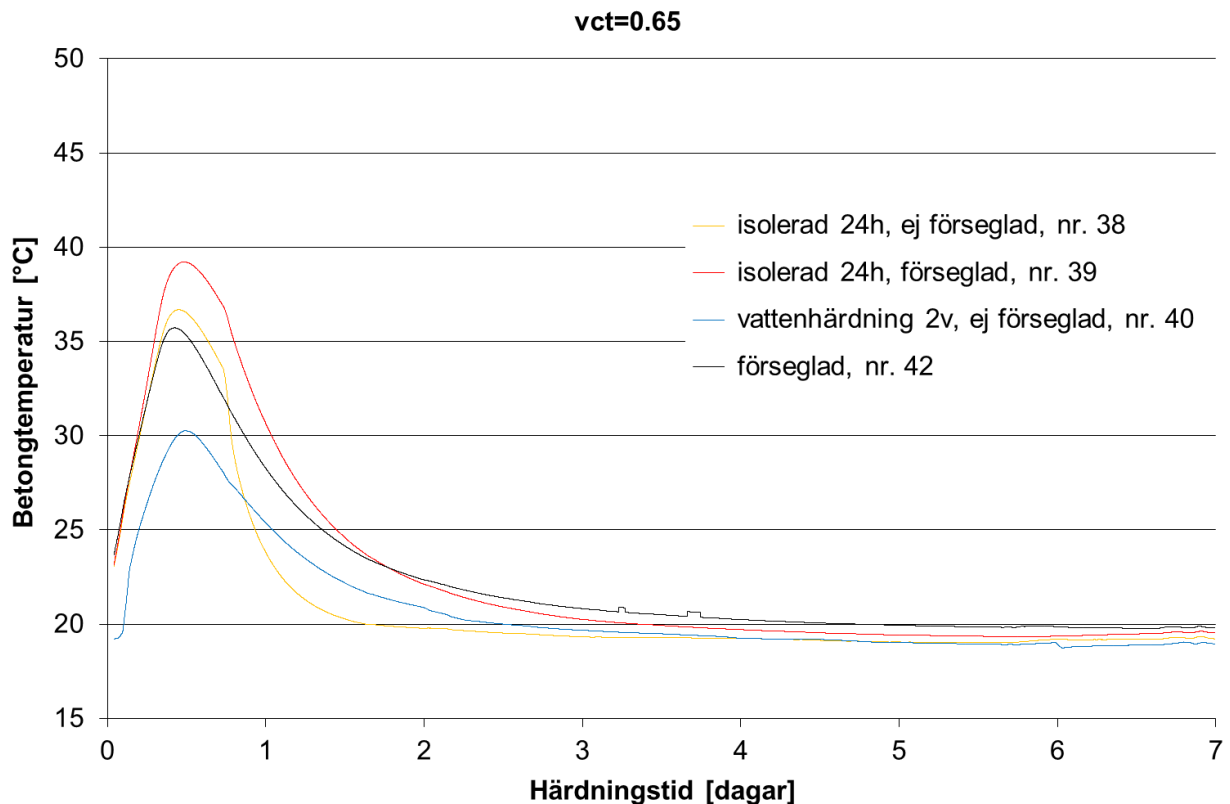
Figur 2.12 *Betongtemperatur mätt centriskt i prov på djupet 60 mm som funktion av härdningstid. Lagringsklimat 5°C och 80 % RF.*



Figur 2.13 *Betongtemperatur mätt centriskt i prov på djupet 60 mm som funktion av härningstid. Lagringsklimat 20°C och 55 % RF.*



Figur 2.14 *Betongtemperatur mätt centriskt i prov på djupet 60 mm som funktion av härdningstid. Lagringsklimat 5°C och 80 % RF.*



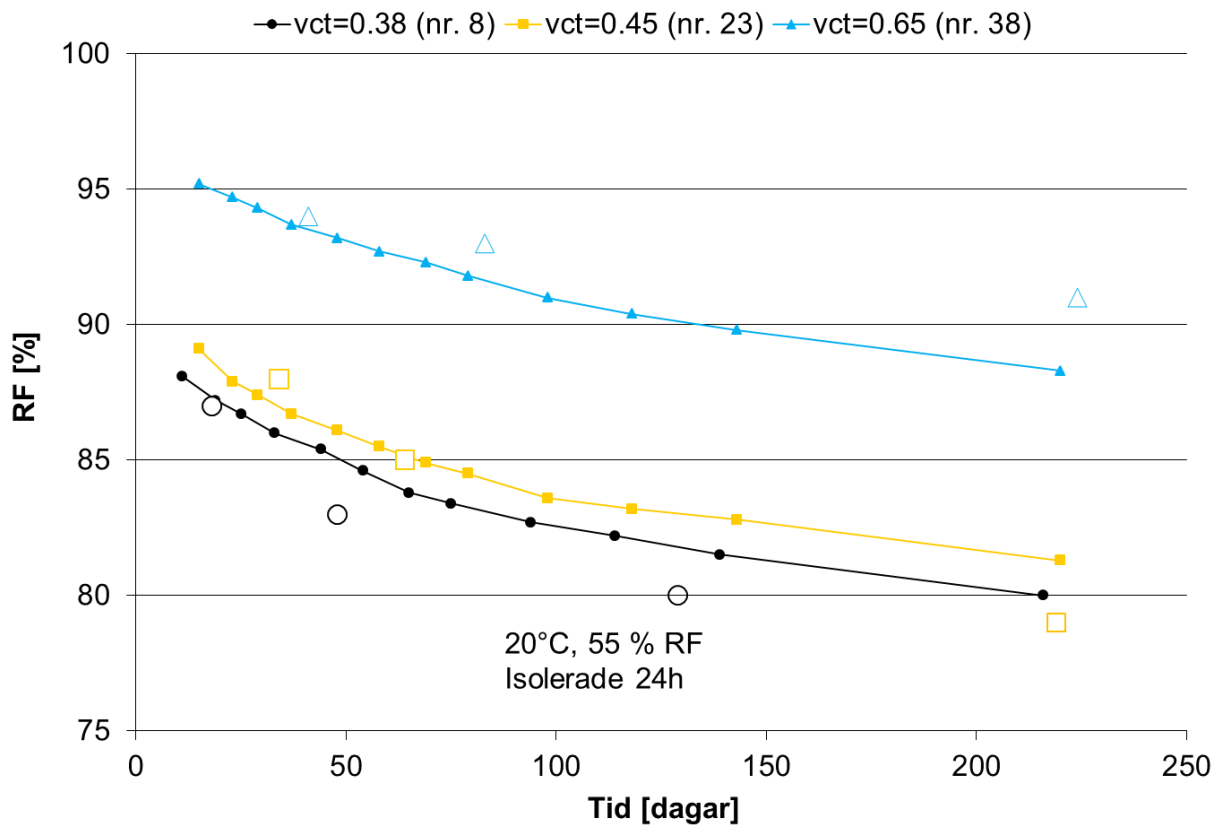
Figur 2.15 *Betongtemperatur mätt centriskt i prov på djupet 60 mm som funktion av härdningstid. Lagringsklimat 20°C och 55 % RF.*

2.3.2 Uttorkningshastighet

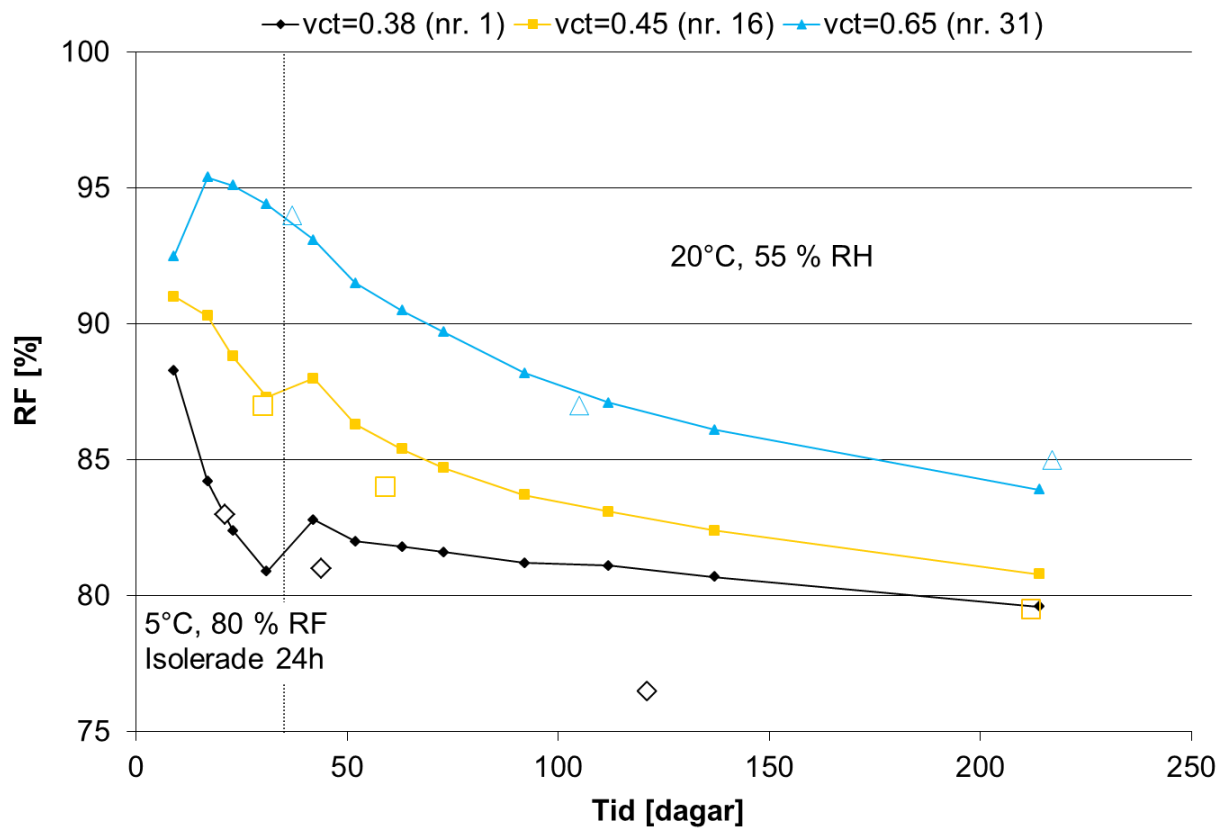
Resultaten från samtliga uttorkningsförsök som genomfördes enligt provplan i tabell 6.10 finns redovisade i tabellform med mätresultat från uttaget prov i tabell 6.11 och från mätning med kvarsittande givare i tabell 6.12.

I figurerna 2.15-2.26 nedan visas exempel på resultat från uttorkning av betonger med Byggcement och vct 0,38, 0,45 och 0,65 enligt provplan i tabell 6.10. I figurerna visas relativa fuktigheten som funktion av härdningstid. Fuktmätningen genomfördes enligt två olika principer, se avsnitt 2.3.2, där mätresultat från uttaget prov (mät djup 50-70 mm) redovisas som ofyllda punkter och resultat från kvarsittande sensor (mät djup 60 mm) redovisas som fyllda punkter sammanbundna med linje. I figurernas övre förklaringsfält anges vct samt om betongen är varm (30°C) vid start av härdning eller försedd med isolering av betongtäckmatta först dygnet. Där anges också provens nummer vilka är enligt provplan i tabell 6.10.

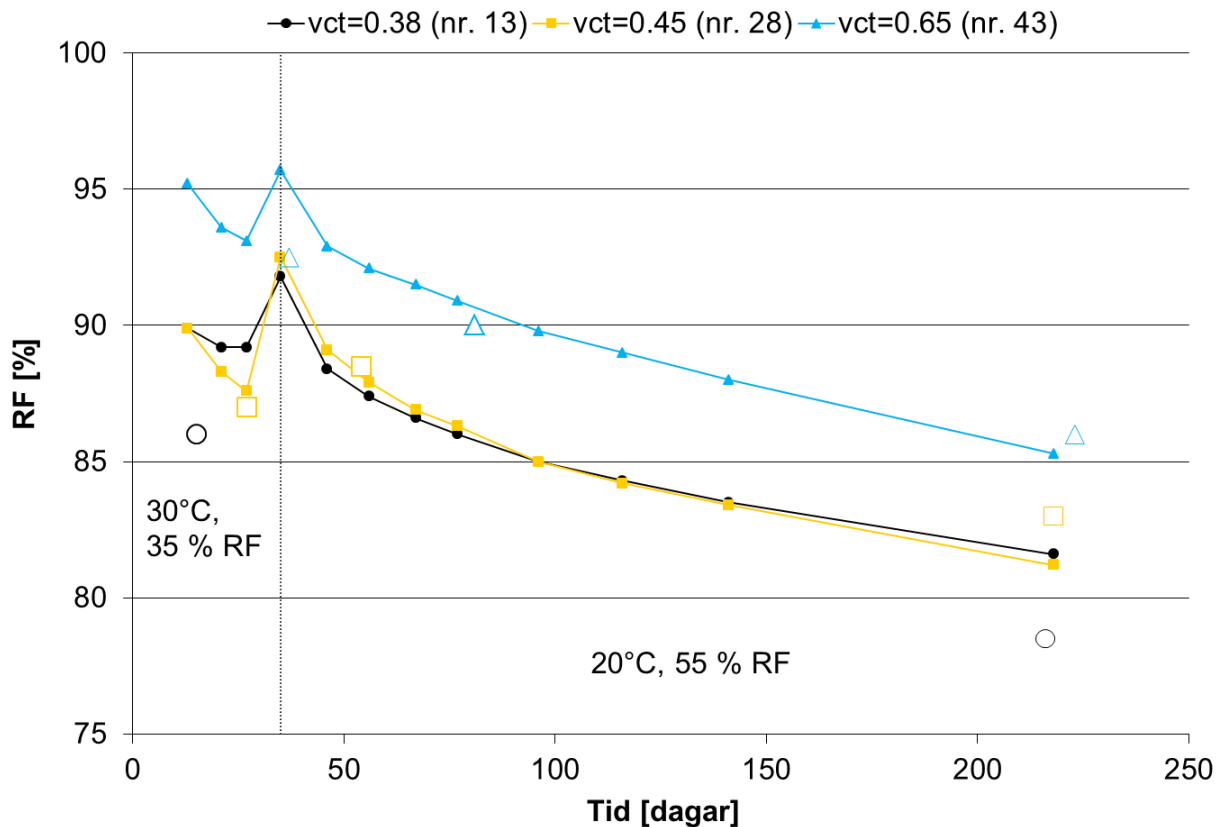
Figur 2.15 visar uttorkningshastighet för betonger, representerande alla vct, vilka var försedda med betongtäckmatta första dygnet och tilläts sen torka i klimatet 20°C/ 55 % RF. I figurerna 2.16 och 2.17 jämförs effekten av härdning i låg (5°C) respektive hög temperatur (30°C) första månaden för de olika betongkvaliteterna.



Figur 2.16 Relativ fuktighet som funktion av härdningstid, dels med uttaget prov (ofyllda punkter) och dels med kvarsittande sensor (fyllda punkter med mellanliggande linje). Samtliga varianter var försedda med betongtäckmatta första dygnet.

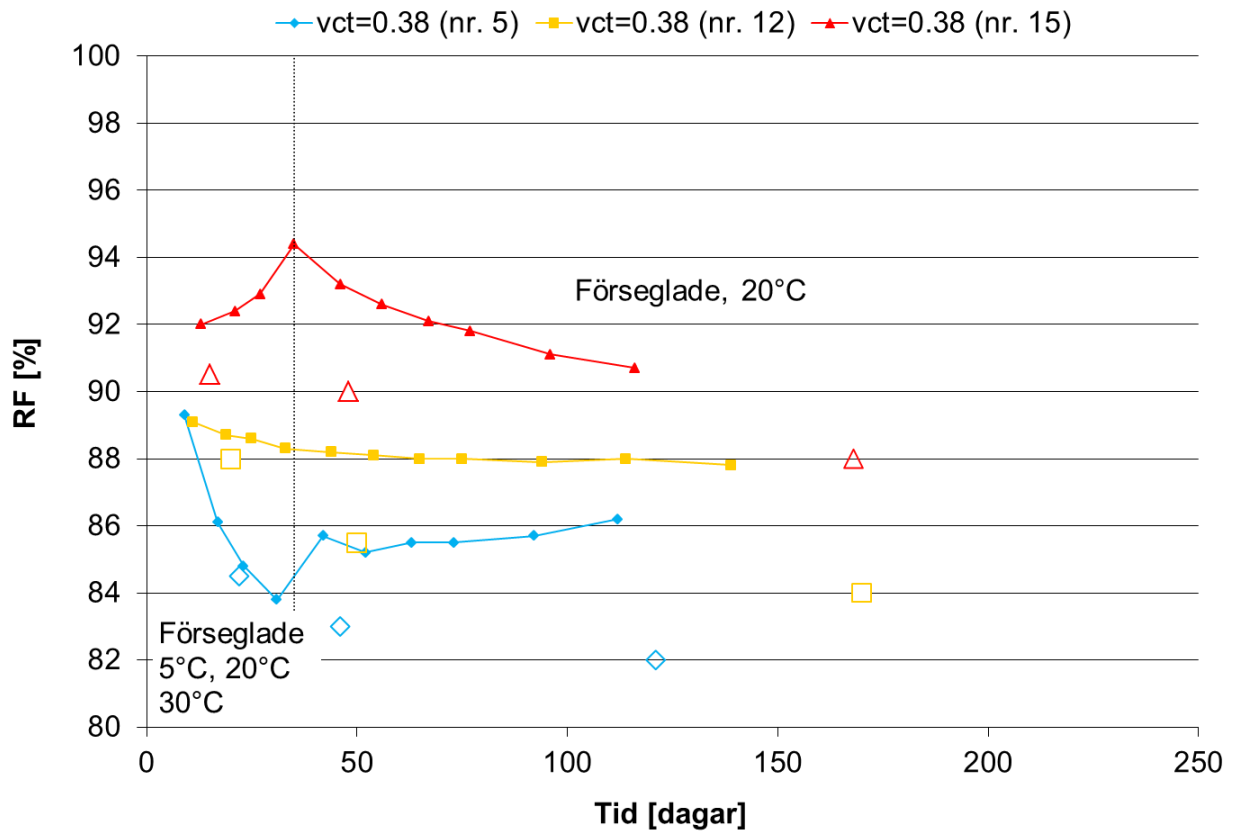


Figur 2.17 Relativ fuktighet som funktion av härdningstid, dels med uttaget prov (ofyllda punkter) och dels med kvarstående sensor (fyllda punkter med mellanliggande linje). Gjuttemperatur 5°C och samtliga varianter var försedda med betongtäckmatta första dygnet.

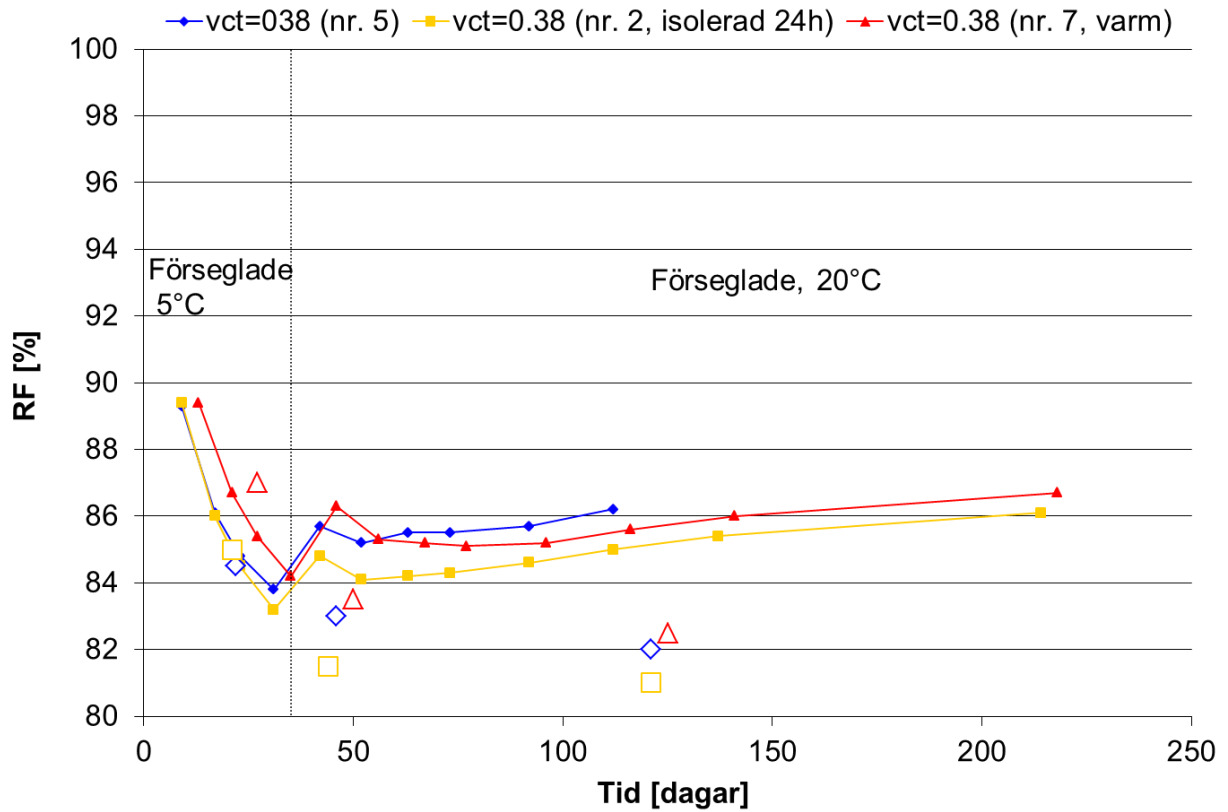


Figur 2.18 *Relativ fuktighet som funktion av härdningstid, dels med uttaget prov (ofyllda punkter) och dels med kvarsittande sensor (fyllda punkter med mellanliggande linje). Temperatur vid gjutning var lika som under första månaden för respektive variant.*

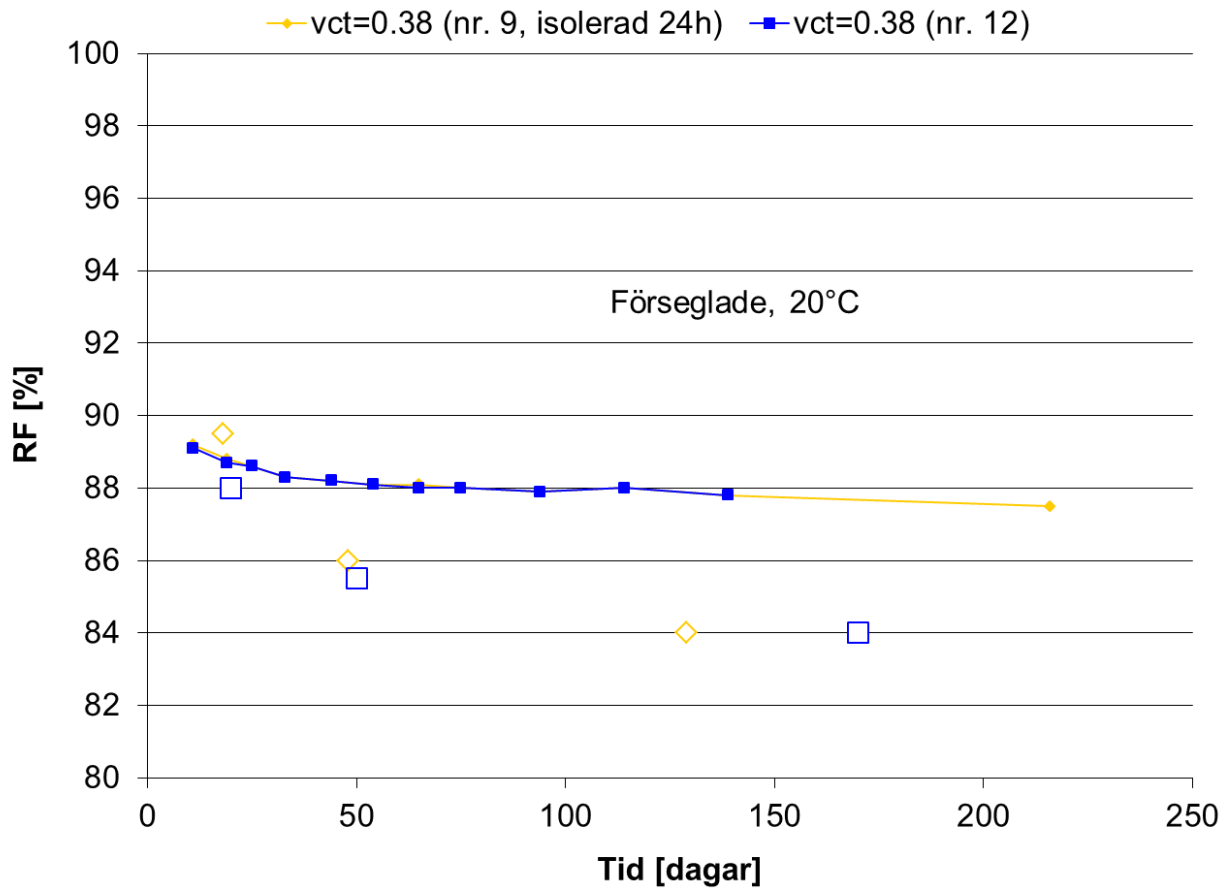
Effekten av olika härdningstemperatur första månaden undersöktes vilket redovisas i figur 2.18, figur 2.21 och figur 2.24 där den vertikala prickade linjen visar när proven flyttades till klimatet 20°C/ 55 % RF. För vinterfallet då härdningstemperaturen var 5°C under första månaden provades dels isolering av provet första dygnet och dels varm betong (30°C) som olika sätt att nå snabbare uttorkning vilket redovisas i figur 2.19, figur 2.22 och figur 2.25. I sommarfallet (20°C) provades effekten av betongtäckmatta på förseglade prov, se figur 2.20, figur 2.23 och figur 2.26.



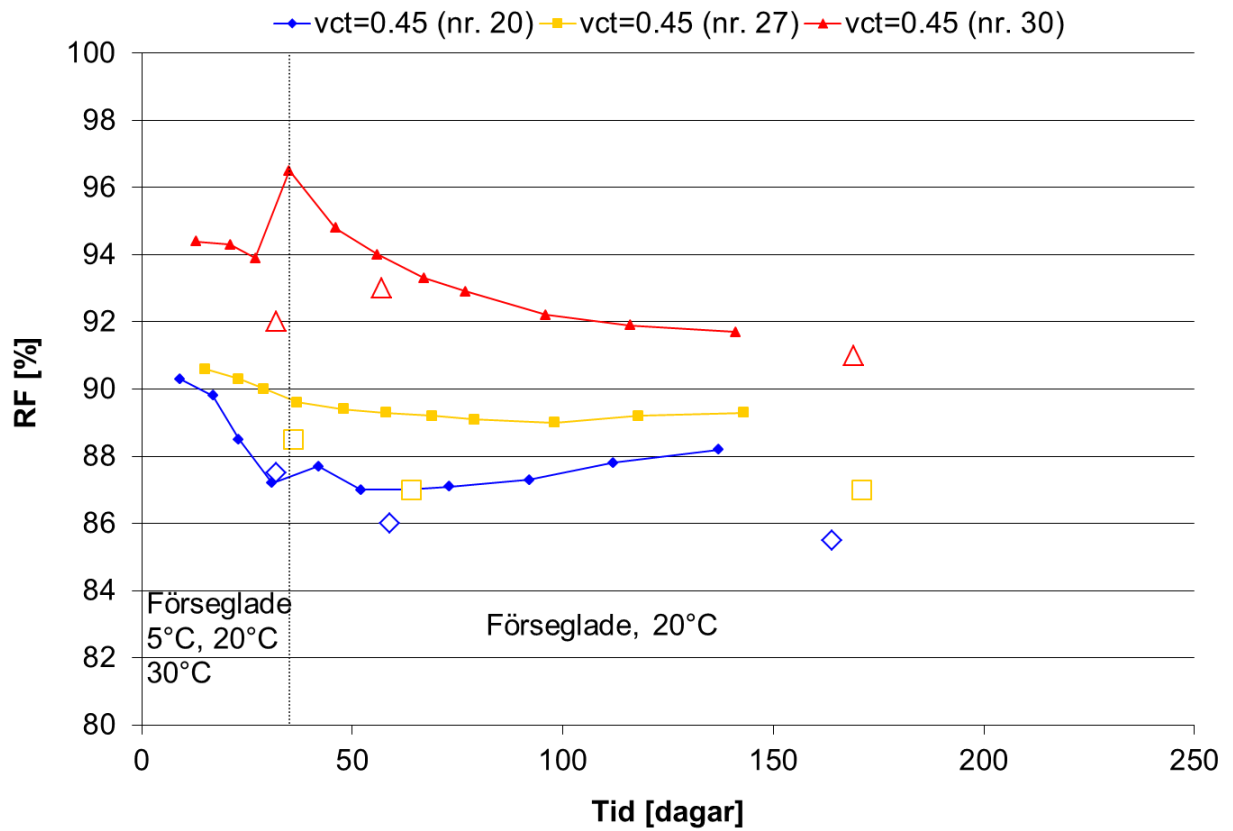
Figur 2.19 Relativ fuktighet som funktion av härdningstid, dels med uttaget prov (ofyllda punkter) och dels med kvarsittande sensor (fyllda punkter med mellanliggande linje). Temperatur vid gjutning var lika som under första månaden för respektive variant.



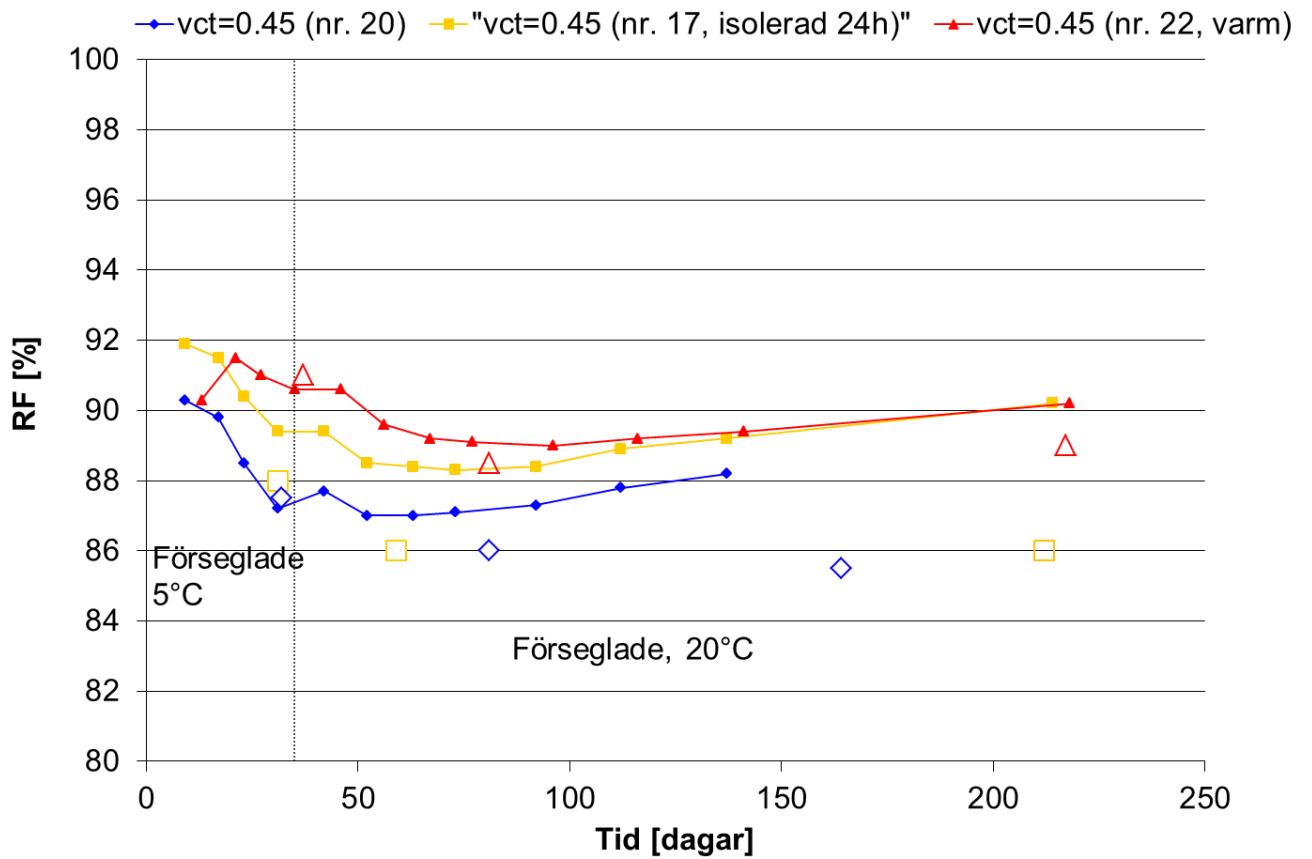
Figur 2.20 Relativ fuktighet som funktion av härdningstid, dels med uttaget prov (ofyllda punkter) och dels med kvarsittande sensor (fyllda punkter med mellanliggande linje). Temperatur vid gjutning var 5°C för nr. 2 och 5 samt 30°C för nr. 7.



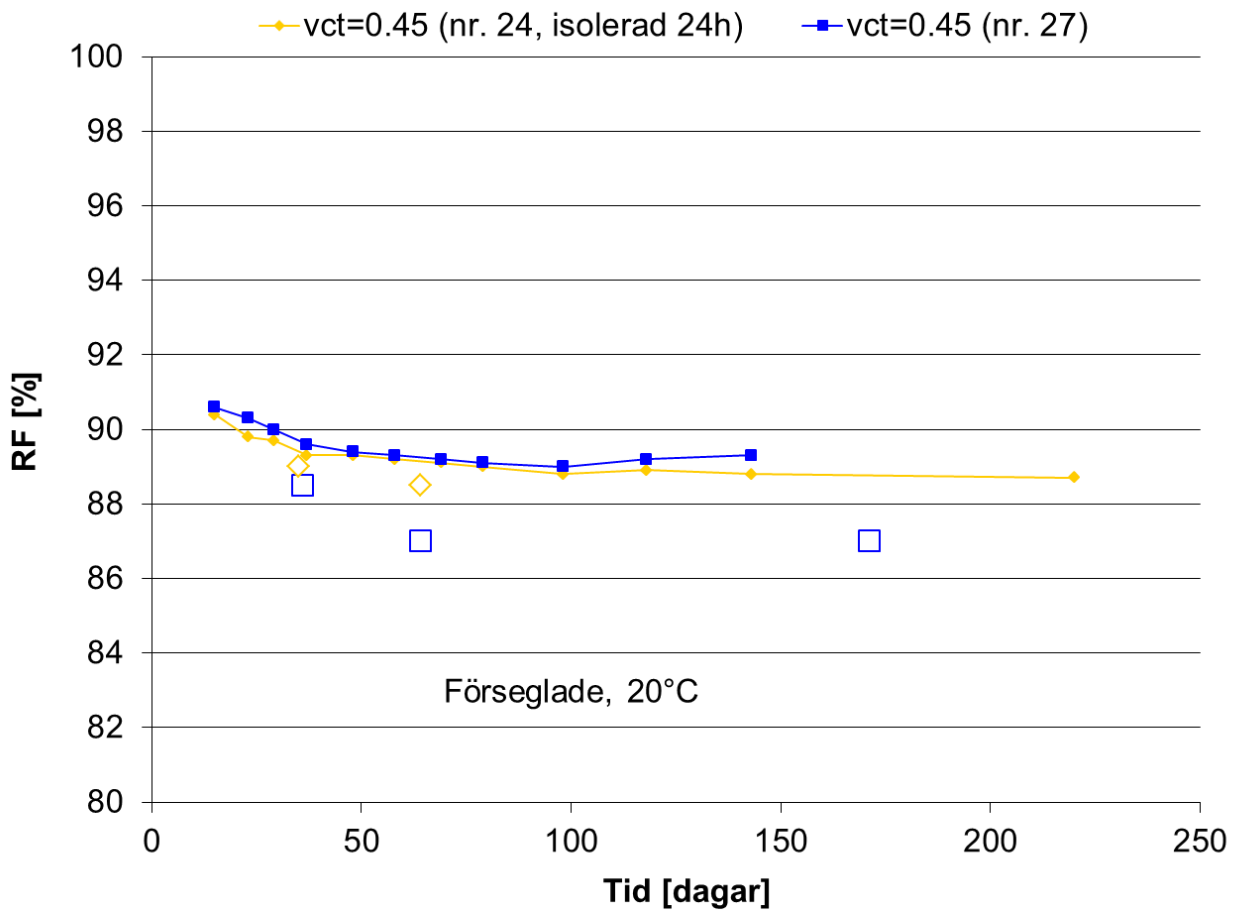
Figur 2.21 Relativ fuktighet som funktion av härdningstid, dels med uttaget prov (ofyllda punkter) och dels med kvarstående sensor (fyllda punkter med mellanliggande linje).



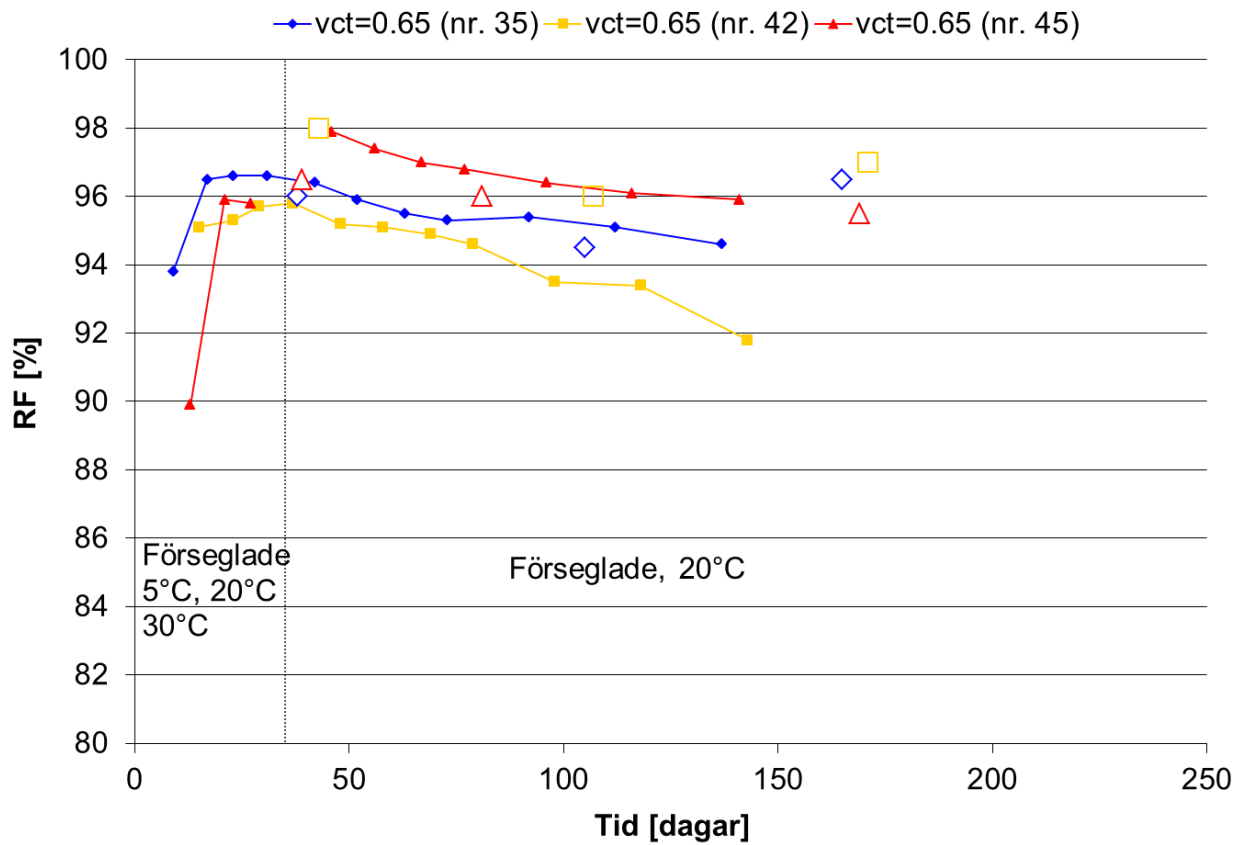
Figur 2.22 *Relativ fuktighet som funktion av härdningstid, dels med uttaget prov (ofyllda punkter) och dels med kvarsittande sensor (fyllda punkter med mellanliggande linje). Temperatur vid gjutning var lika som under första månaden för respektive variant.*



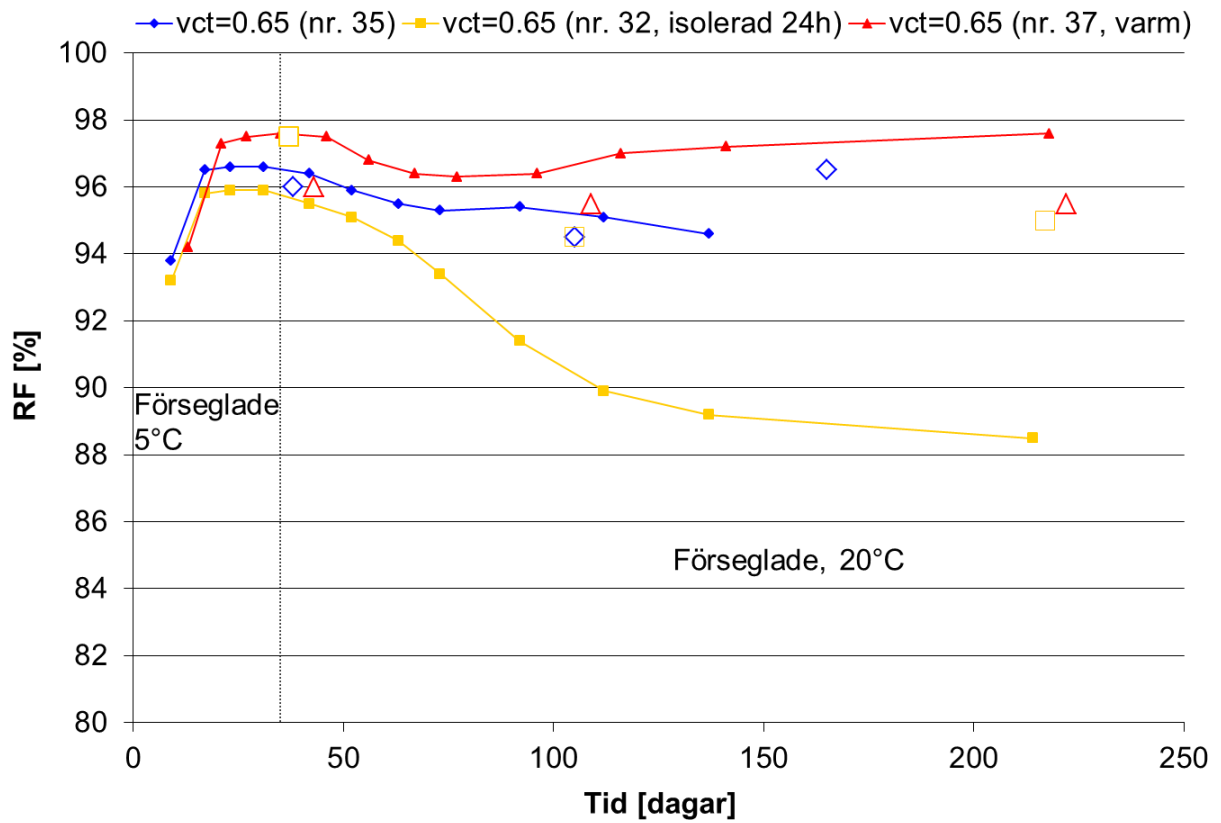
Figur 2.23 Relativ fuktighet som funktion av härdningstid, dels med uttaget prov (ofyllda punkter) och dels med kvarsittande sensor (fyllda punkter med mellanliggande linje). Temperatur vid gjutning var 5°C för nr. 17 och 20 samt 30°C för nr. 22.



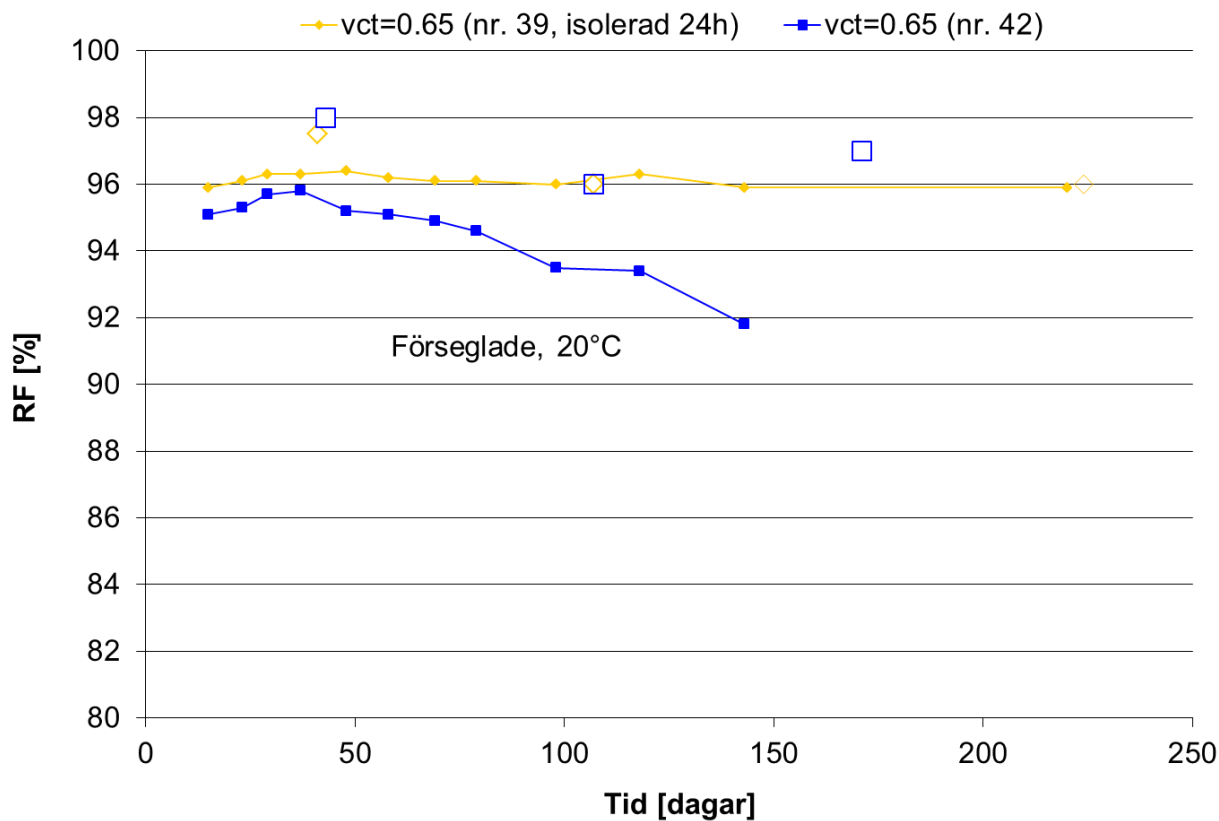
Figur 2.24 Relativ fuktighet som funktion av härdningstid, dels med uttaget prov (ofyllda punkter) och dels med kvarsittande sensor (fyllda punkter med mellanliggande linje).



Figur 2.25 Relativ fuktighet som funktion av härdningstid, dels med uttaget prov (ofyllda punkter) och dels med kvarsittande sensor (fyllda punkter med mellanliggande linje). Temperatur vid gjutning var lika som under första månaden för respektive variant.

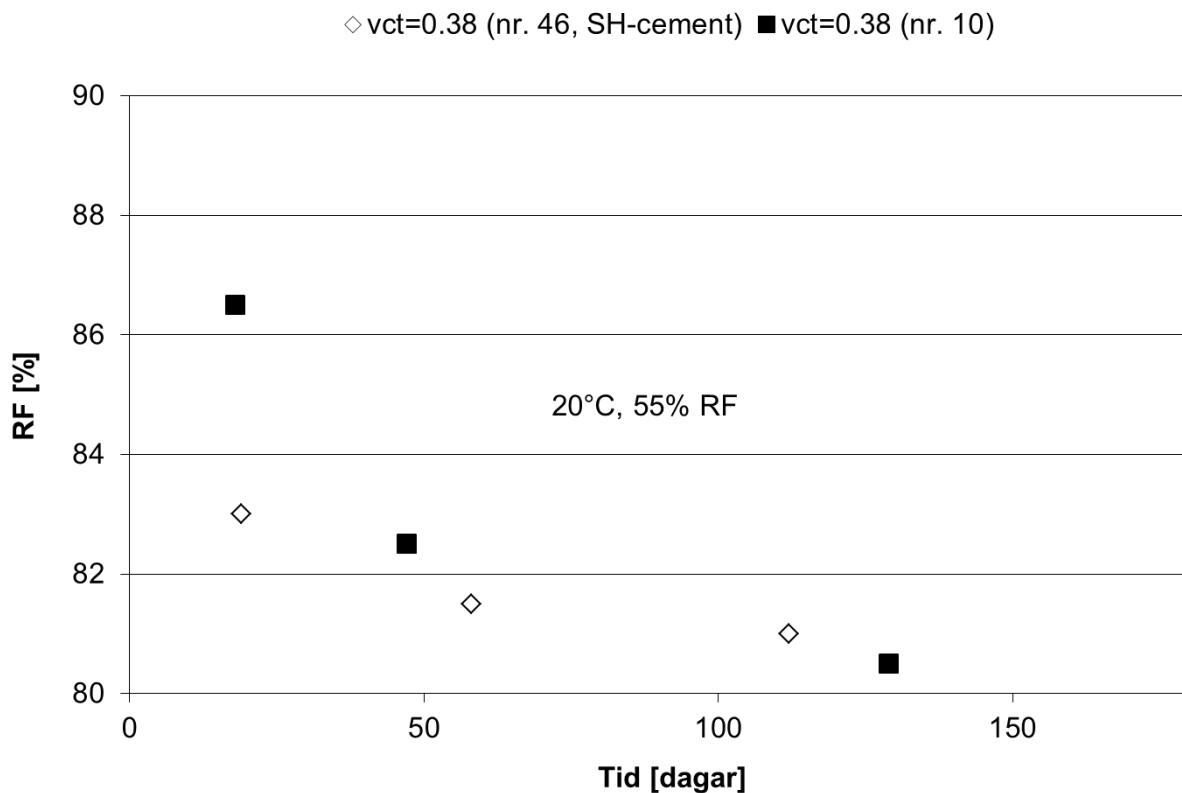


Figur 2.26 Relativ fuktighet som funktion av härdningstid, dels med uttaget prov (ofyllda punkter) och dels med kvarstående sensor (fyllda punkter med mellanliggande linje). Temperatur vid gjutning var 5°C för nr. 32 och 35 samt 30°C för nr. 37.

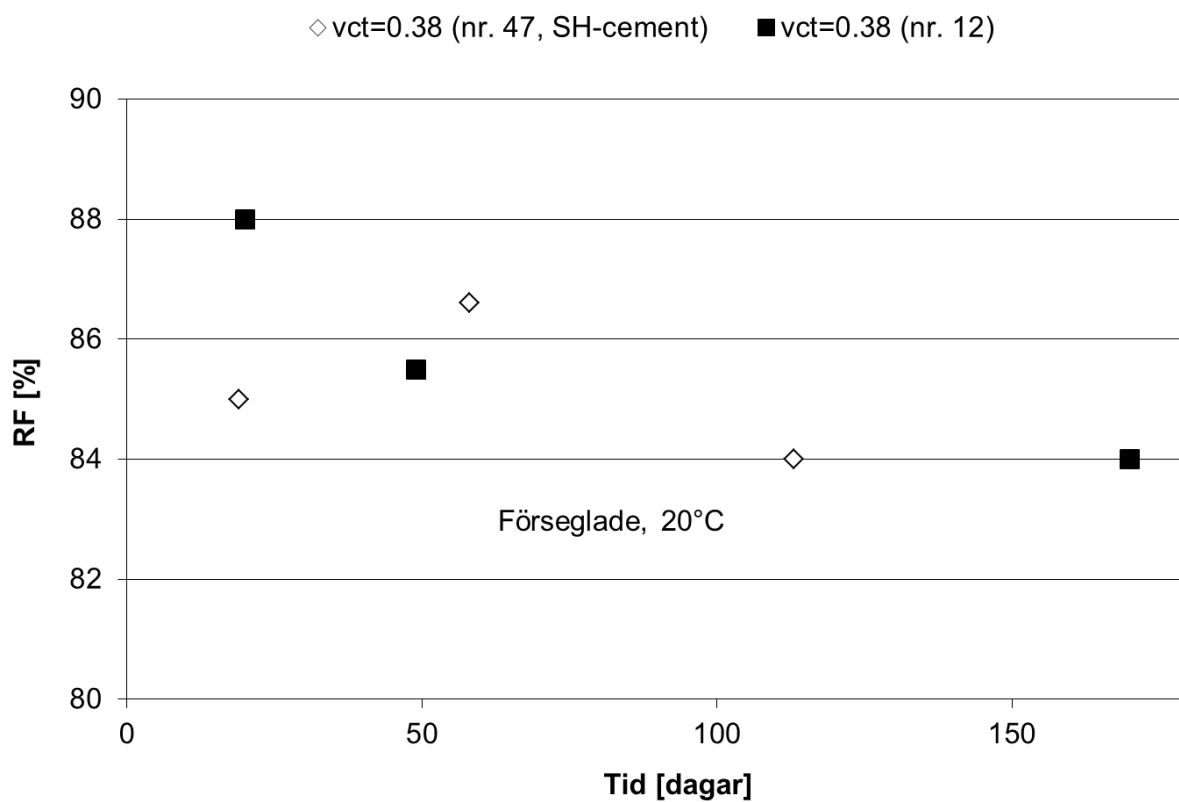


Figur 2.27 *Relativ fuktighet som funktion av härdningstid, dels med uttaget prov (ofyllda punkter) och dels med kvarsittande sensor (fyllda punkter med mellanliggande linje).*

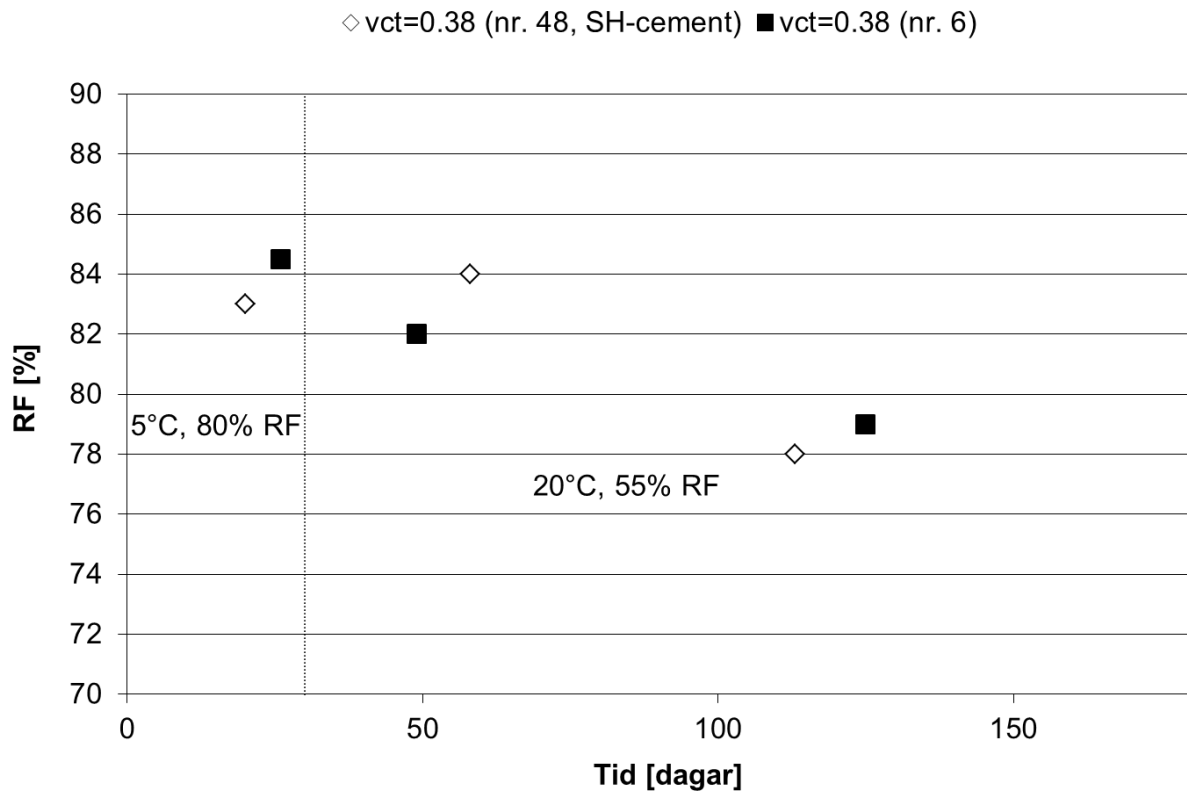
Effekten av att använda ett snabbhärdande cement undersöktes för det lägsta vattencementtalet och redovisas i Figur 2.27-2.30. Vid dessa försök med snabbhärdande cement gjordes fuktmätningarna endast enligt principen för uttaget prov. Gjut och härdningsvillkor redovisas i tabell 6.10 och resultaten från fuktmätningarna i tabell 6.11.



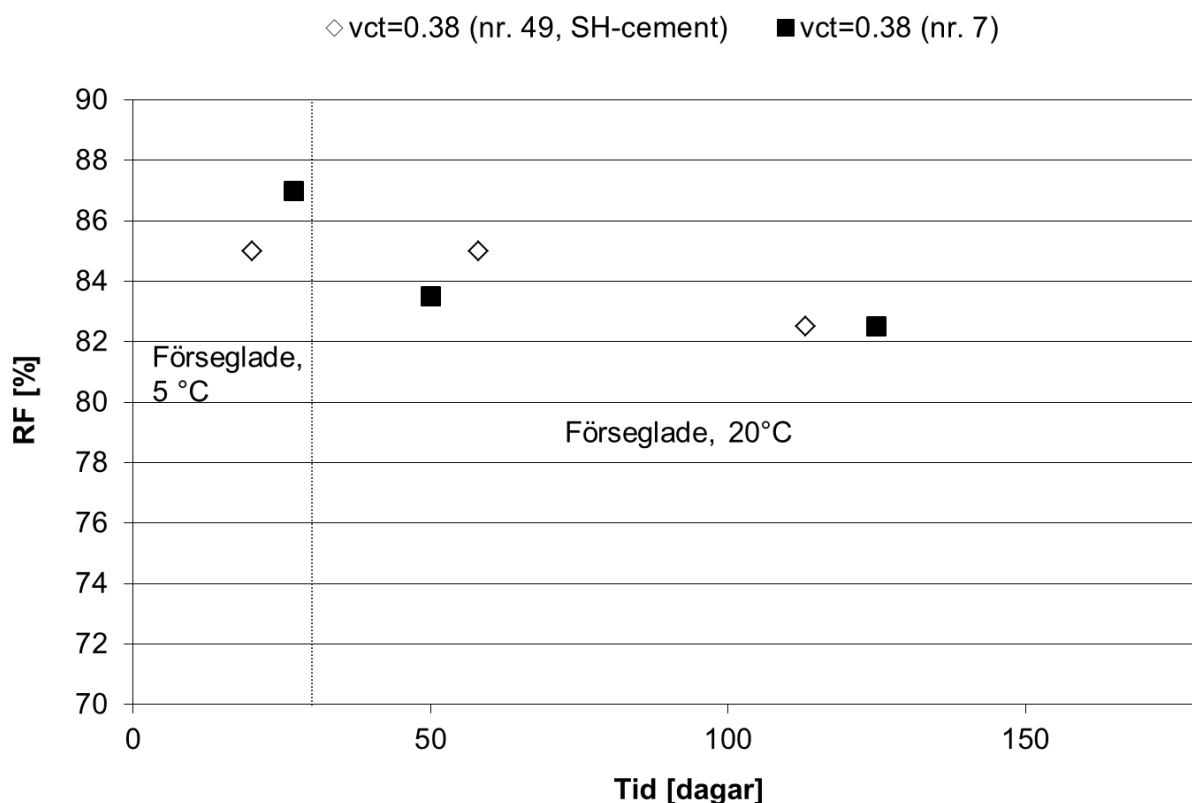
Figur 2.28 Relativ fuktighet enligt uttaget prov som funktion av härdningstid för betong med dels Byggcement och dels SH-cement som bindemedel. Gjut- och härdningstemperatur var 20°C.



Figur 2.29 Relativ fuktighet enligt uttaget prov som funktion av härdningstid för betong med dels Byggcement och dels SH-cement som bindemedel. Gjut- och härdningstemperatur var 20°C.

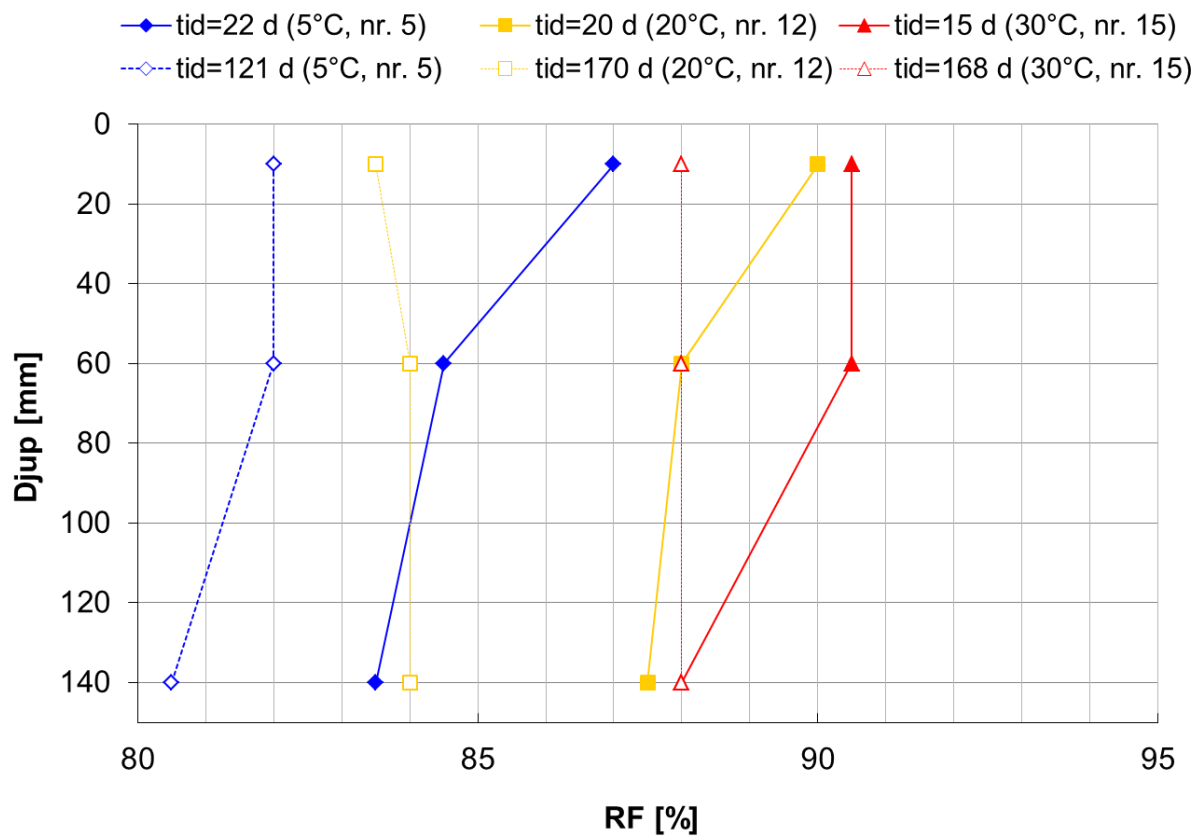


Figur 2.30 Relativ fuktighet enligt uttaget prov som funktion av härdningstid för betong med dels Byggcement och dels SH-cement som bindemedel. Gjut- och härdningstemperatur under första månaden var 5°C och därefter 20°C.

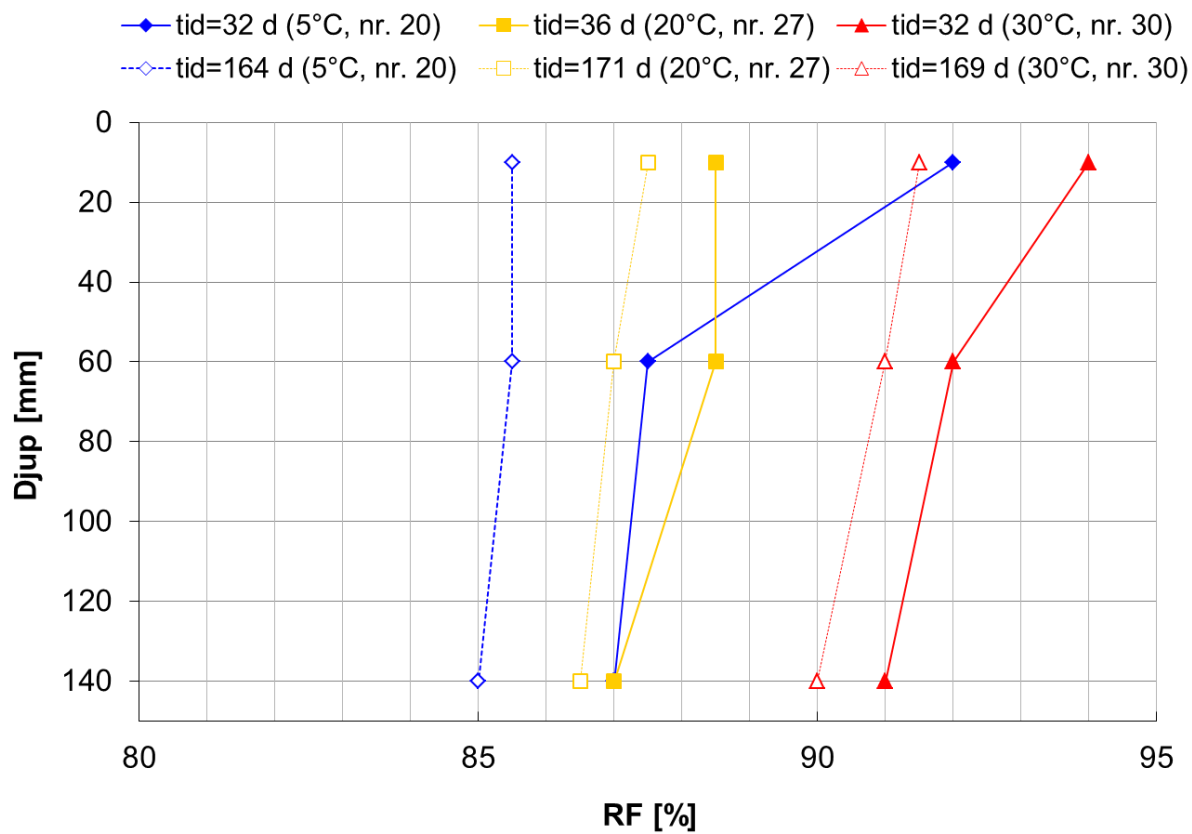


Figur 2.31 Relativ fuktighet enligt uttaget prov som funktion av härdningstid för betong med dels Byggcement och dels SH-cement som bindemedel. Gjut- och härdningstemperatur under första månaden var 5°C och därefter 20°C.

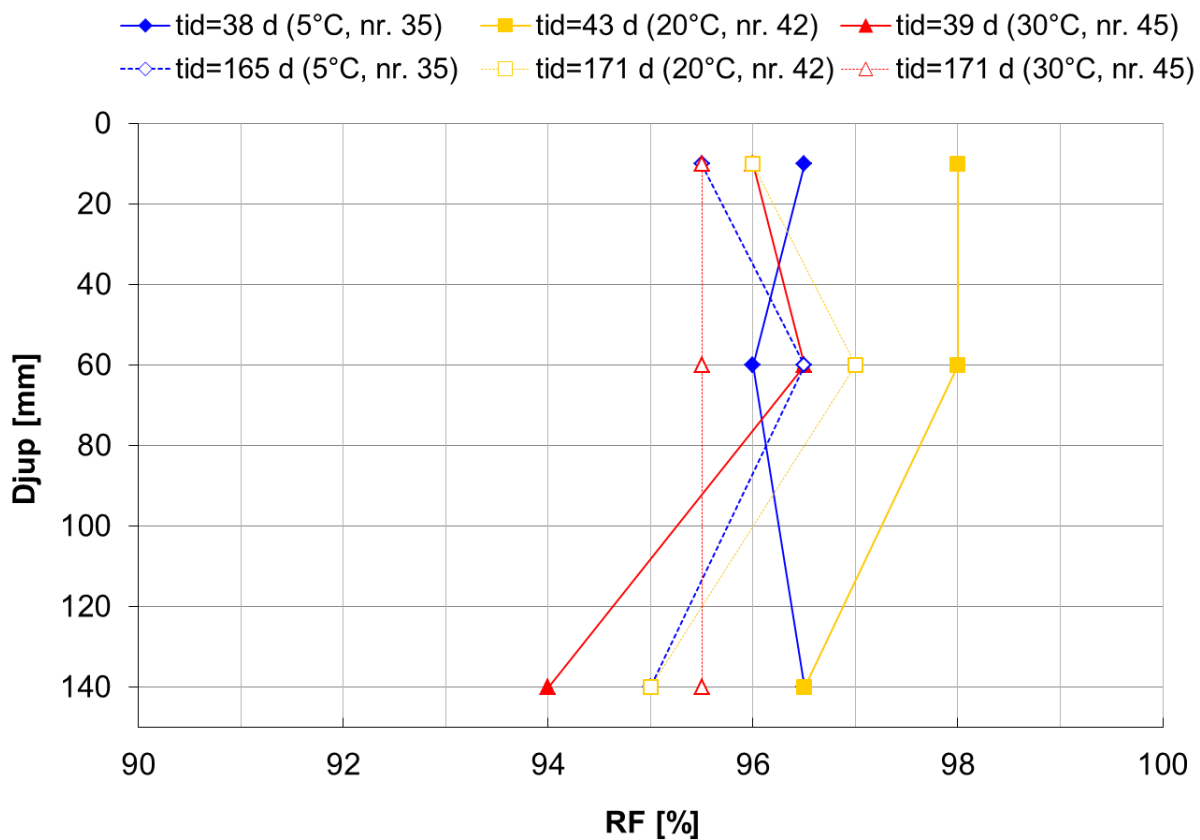
I nedanstående figurer 2.31-2.35 redovisas mätresultat från uttaget prov som fuktprofiler med mätresultat från samtliga tre mätdjup. Fuktprofilerna är mätta vid tre olika tidpunkter under härdningsskedet och i figurerna redovisas två av dessa mätningar där tidpunkten anges i figurernas övre förklarings-text. I figur 2.31-2.33 visas fuktprofiler vid två olika tidpunkter för betonger som härdats i 5°C, 20°C och 30°C under den första månaden. Vid jämförelse mellan de tre figurerna så observeras tydligt att uttorkningshastigheten hos betong med högre vct inte påverkas av temperaturförändring under första månaden. Fuktprofilerna enligt figur 2.34 är mätta hos betonger vilka torkar i klimatet 20°C/55 % RF medan figur 2.35 visar fuktprofiler för förseglade prov med samma betongsammansättningar och härdningstemperatur.



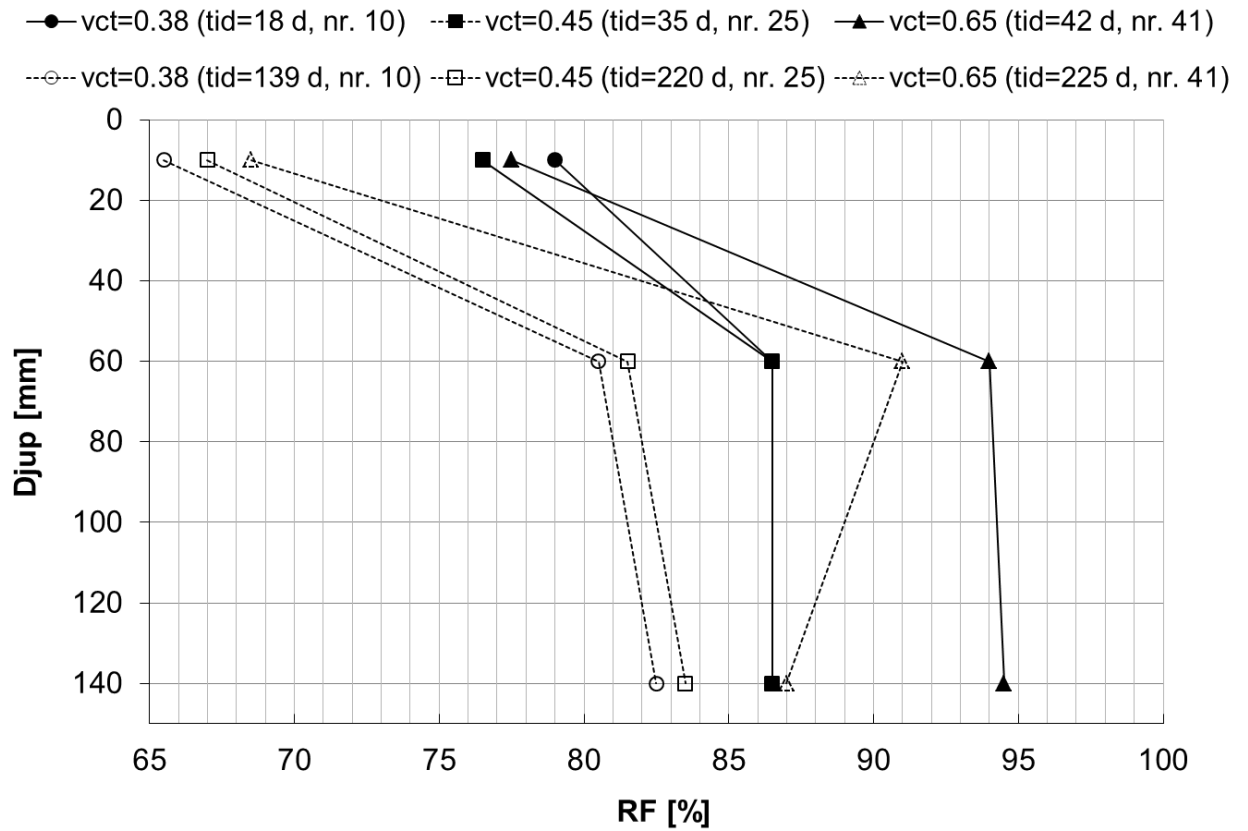
Figur 2.32 Relativ fuktighet enligt uttaget prov på tre djup i förseglad betong vct 0.38. Från och med 1 månads ålder lagrades proven i 20°C.



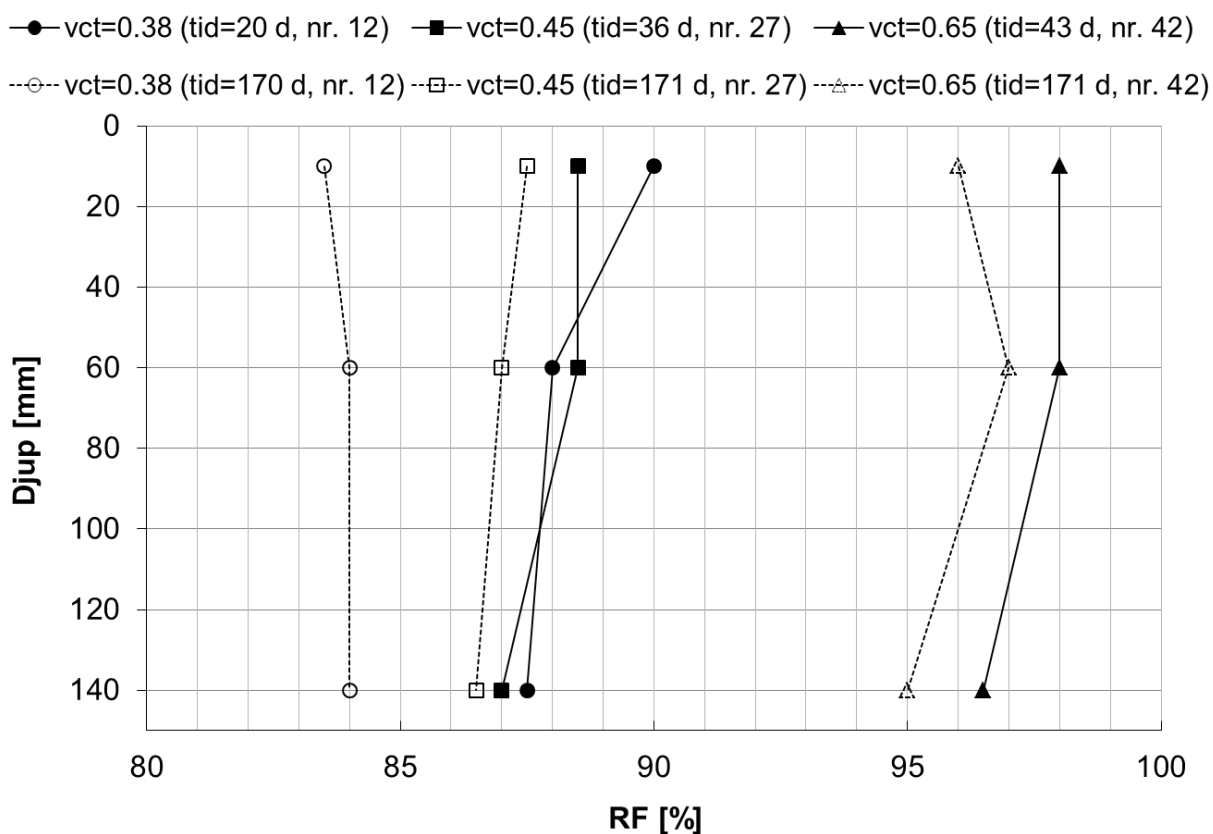
Figur 2.33 Relativ fuktighet enligt uttaget prov på tre djup i förseglad betong vct 0.45. Från och med 1 månads ålder lagrades proven i 20°C.



Figur 2.34 Relativ fuktighet enligt uttaget prov på tre djup i förseglad betong vct 0.65. Från och med 1 månads ålder lagrades proven i 20°C.



Figur 2.35 Relativ fuktighet enligt uttaget prov på tre djup i betong med varierande vct och härdningsklimat 20°C och 55 % RF.



Figur 2.36 Relativ fuktighet enligt uttaget prov på tre djup i betong med varierande vct och härdningsklimat 20°C samt försegling.

2.4 SAMMANFATTNING AV RESULTAT OCH DISKUSSION

2.4.1 Temperaturutveckling

Proven som isolerades med betongtäckmatta visade på cirka 2-5°C högre maxtemperatur. Ett undantag påträffades för vct 0,38 där ingen temperaturskillnad registrerades mellan isolerat och oisolerat prov. Tidpunkten då maximal temperatur inträffade var relativt oberoende av om proven var isolerade eller inte. Däremot observerades en tydlig eftersläpning där de isolerade proven behöll en högre temperatur längre. Skillnader i beteende mellan isolerade prov kan till viss del förklaras med otätheter mellan prov och betongtäckmatta vilka kunde uppstå eftersom den inte helt plana betongtäckmattan placerades löst på proven. Temperaturen hos varma betonger sjönk snabb och var nästan alltid lägre än temperaturen hos ej värmda betonger vid tidpunkten då dessa uppvisade sin maximala temperatur.

För prov med vattenhärdning på ytan sänktes den maximala härdningstemperaturen med cirka 5°C jämfört med motsvarande förseglat prov. Senare under härdningsförloppet då cementreaktionen avstannat antog det vattenhärdade provet en något lägre temperatur än omgivningen. Orsaken till att det vattenhärdade provet antar markant lägre maximal härdningstemperatur är sannolikt beroende av den värmeenergi som förbrukas då vattnet avdunstar.

2.4.2 Uttorkningshastighet

Jämförelse mellan mätresultaten från uttaget prov och kvarsittande givare visade i vissa fall på systematiska avvikelser på cirka 4 % RF. Avvikelserna påträffades hos prov med vct 0,45 och var speciellt tydlig hos prov med vct 0,38. För prov med vct 0,65 överensstämde resultaten mellan de två mätmetoderna. Förutom vct så verkade temperaturhistorien vara en faktor som påverkade avvikelsen mellan mätmetoderna där överensstämmelsen var dålig för prov som utsatts för klimatbyte efter 1 månads härdningstid. Effekten av klimatbyte verkade vara oberoende av om proven flyttades från ett varmt (30°C) eller ett kallt (5°C) klimat till 20°C. Skillnaden bestod även efter flera månaders vidare härdning i den nya temperaturen.

Vid jämförelser mellan uttorkningshastighet, mätt på uttaget prov, hos förseglade betonger med vct 0,38 och byggcement som bindemedel visade härdningstemperaturen spela en avgörande roll. Prov som hade gjut- och lagringstemperaturen 30°C första månaden uppvisade 4 % högre RF jämfört med prov som lagrats i 20°C under hela härdningsförloppet efter cirka 6 månaders total härdningstid. Vid jämförelse mellan prov som lagrats i 5°C respektive 30°C första månaden var skillnaden i RF cirka 6 % efter 6 månaders total härdningstid, det vill säga lagring i 20°C under månad 2-6. Uttorkningsförloppet hos prov med vct 0,45 uppvisade liknande temperaturberoende fast inte lika tydligt. För prov med vct 0,65 påträffades inget märkbart temperaturberoende hos uttorkningshastigheten.

Värmeisolering med betongtäckmatta under första dygnet påverkade inte uttorkningsförloppet i nämnvärd omfattning oavsett betongkvalitet och lagringstemperatur.

Byte av bindemedel från byggcement till snabbhärdande cement för prov med vct 0,38 påskyndade det tidiga uttorkningsförloppet. Efter cirka 2 månaders härdning nådde emellertid

blandningarna med byggcement samma RF och därefter var uttorkningsförloppen relativt lika oavsett bindemedel.

Resultaten från fuktprofilmätningar med uttaget prov visade på tydligt högre fuktnivåer i toppen av proven vid mätningar tidigt under härdningsförloppet. Vid senare mätningar när prover tillåtit ytterligare lagringstid visade profilerna på utjämning där RF-nivåerna sjunkit i toppen av proven och ökat något längre ner på grund av omfördelning. Troliga orsaker till stora skillnader i RF tidigt under härdningsskedet kan dels vara att kondensation uppstår på lockets undersida orsakad av sjunkande temperatur uppåt i provet under det tidiga härdningsskedet och dels på grund av eventuell separation hos den färska betongen med högre vct i provens ytskikt som följd.

3 UTVÄRDERING AV METODER FÖR MÄTNING AV RF

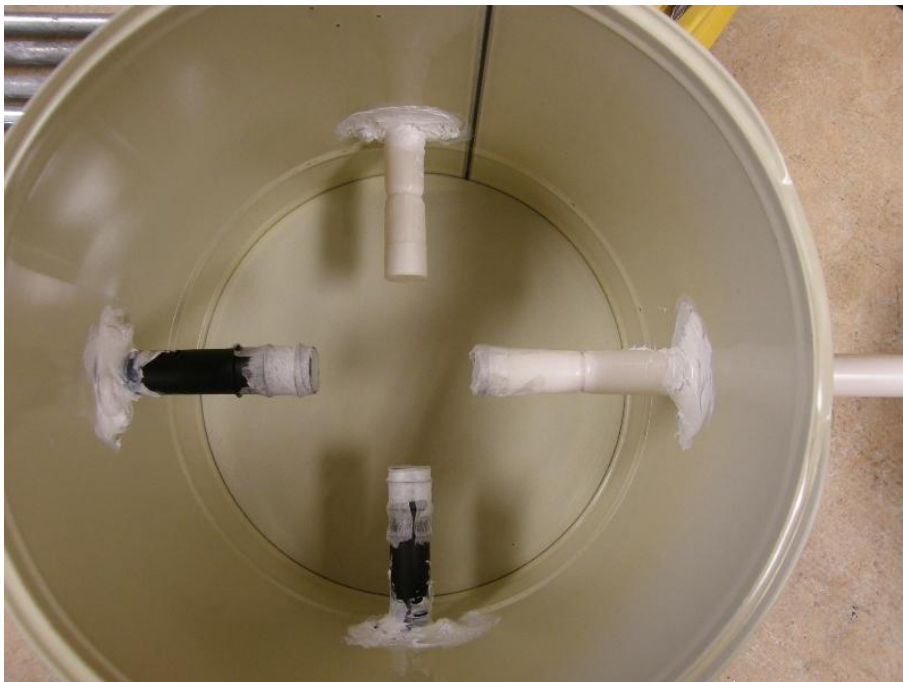
3.1 INLEDNING

3.2 MATERIAL

3.3 METOD

3.3.1 Viktsförlust vid uttaget prov och dess effekt

3.3.2 Mätning på uttaget prov samt i prov med HumiGuard- och Vaisala-givare



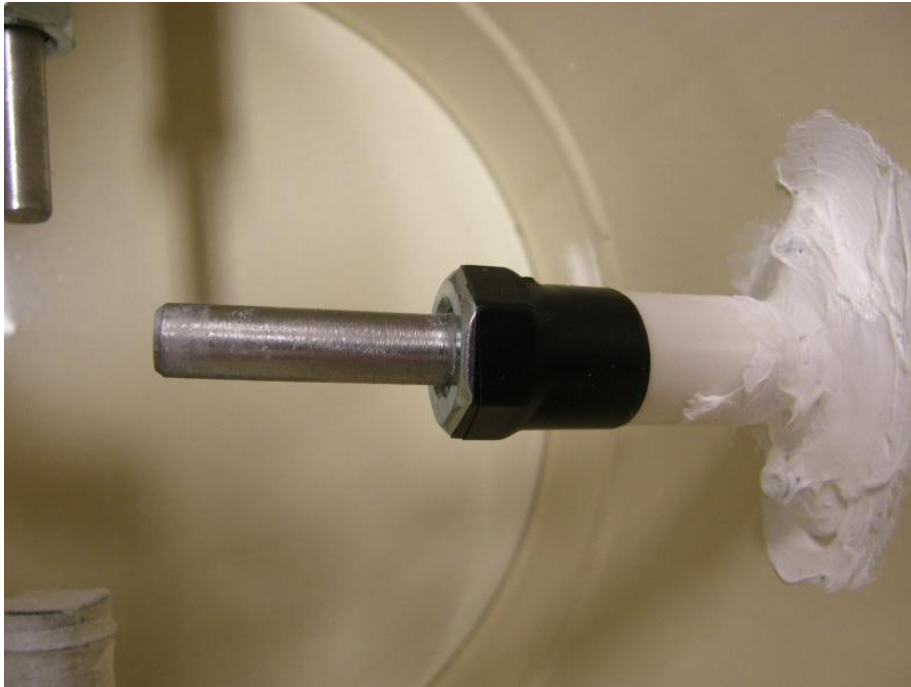
Figur 3.1 Form för prov där mätning av relativ fuktighet genomförs med flera metoder, prov 1-3 enligt tabell 6.14. HumiGuard sensor monteras i vita plaströr medan Vaisala monteras i svarta där öppningen på samtliga rör var försedd med semipermeabel tejp, se figur 3.3.



Figur 3.2 Form för prov där mätning av relativ fuktighet genomförs med flera metoder, prov 4-6 enligt tabell 6.14. HumiGuard sensor monteras i vitt plaströr medan Vaisala monteras i svarta. Två av de svarta rören var försedda med semipermeabel tejp medan resterande två med skruv, se figur 3.4, vilken demonterades under härddningen.



Figur 3.3 Mätör för montering av Vaisala RF-sensor försett med semipermeabel tejp som hinder mot den färska betongen.

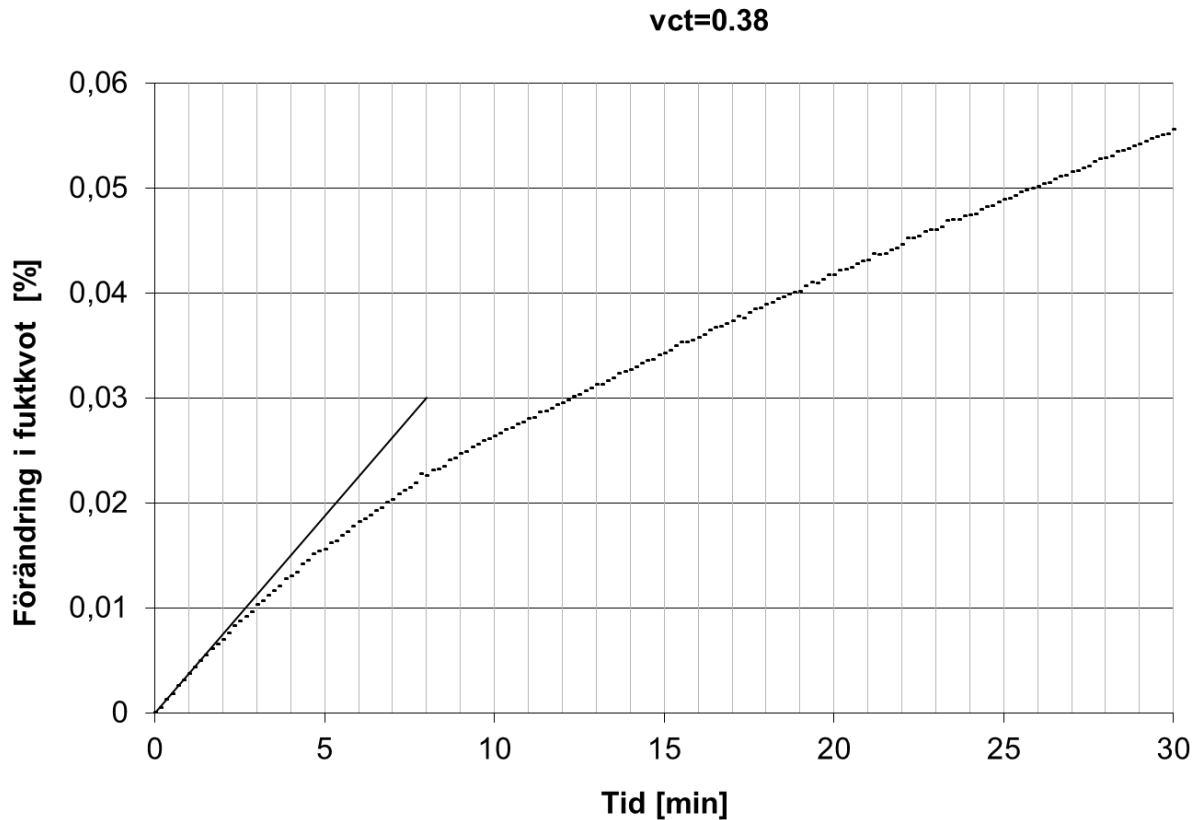


Figur 3.4 Mätör för montering av HumiGuard RF-sensor försett skruv som hinder mot den färska betongen.

3.3.3 Mätning på uttaget prov samt i prov enligt olika principer med Vaisala-givare

3.4 RESULTAT

3.4.1 Viktsförlust vid uttaget prov och dess effekt



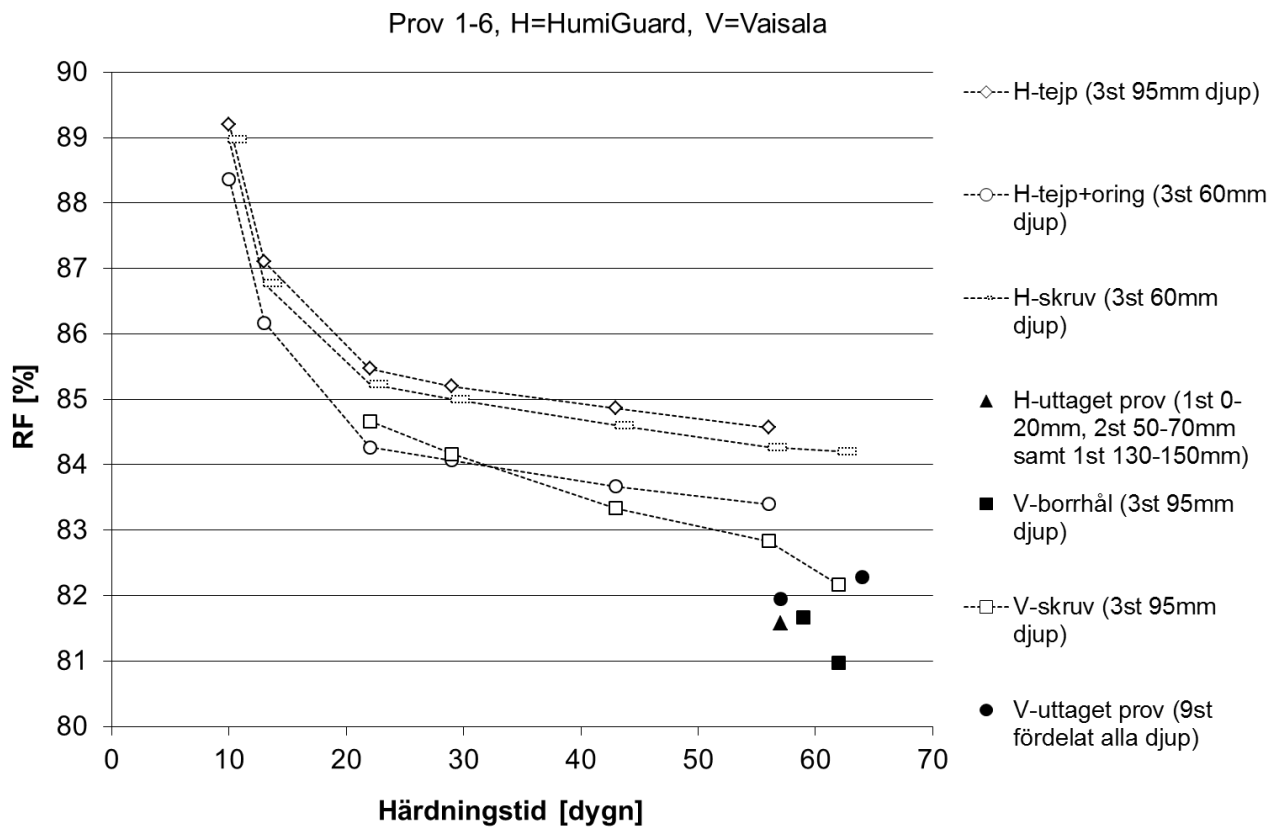
Figur 3.5 Förändring av fuktkvot hos uttaget prov av representativ storlek (55 gram torrsvikt) som funktion av hanteringstid vid provtagningsförfarande. Punkter visar resultat från försök och heldragen linje är anpassad till förändringen i fuktkvot under de första minuterna.

Figur 3.6

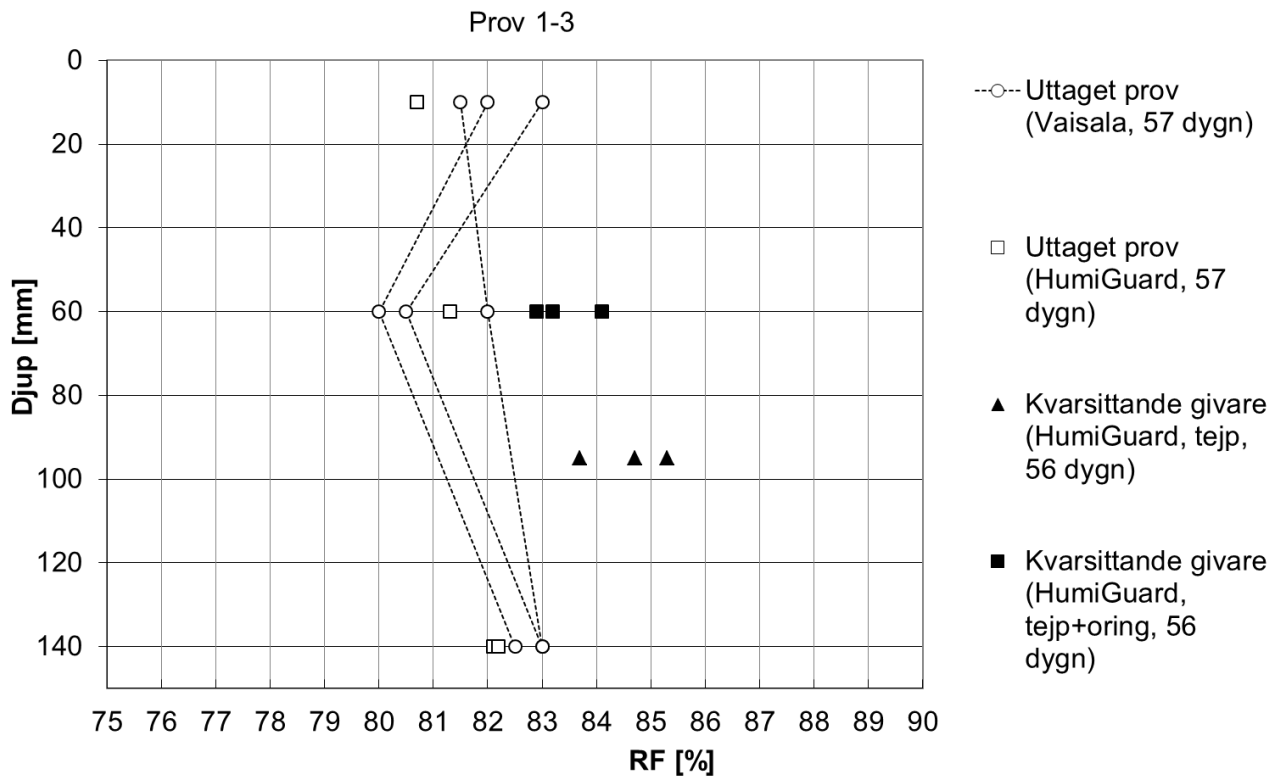
FIGUR MED DESORPTIONSISOTERM (VCT=0,4) INFOGAS (REF NILSSON 1980)

RF-FÖRLUST SOM FUNKTION AV PROVTAGNINGSTID REDOVISAS

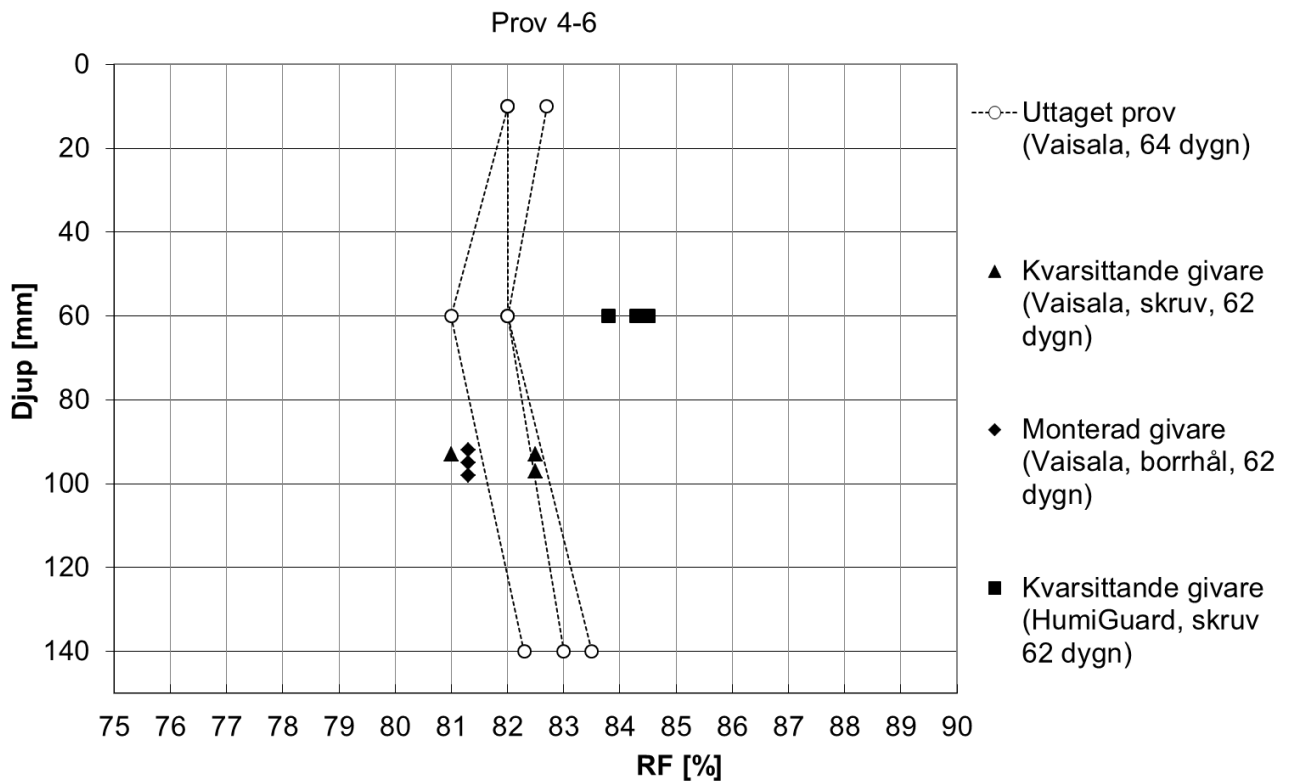
3.4.2 Mätning på uttaget prov samt i prov med HumiGuard- och Vaisala-givare



Figur 3.7 *Relativ fuktighet som funktion av härningstid för förseglade prov med vct 0,38. Mätning med givare av två olika fabrikat monterade enligt dels lika och dels olika principer där ofyllda punkter visar resultat från kvarstående givare meden fyllda punkter visar resultat från givare monterad inför mätning.*

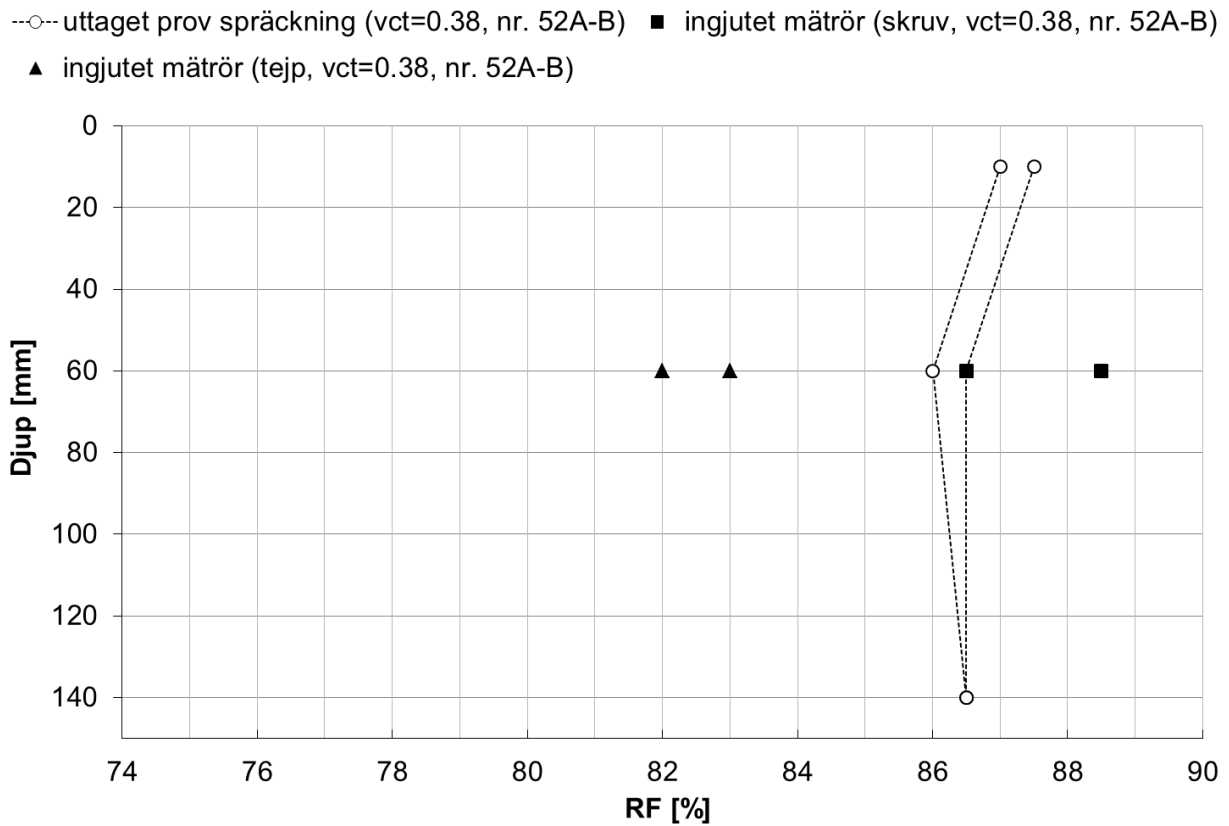


Figur 3.8 Relativ fuktighet mätt på olika djup med uttaget prov, ofyllda punkter, och med kvarsittande givare, fyllda punkter. Förseglade prov av vct 0,38.



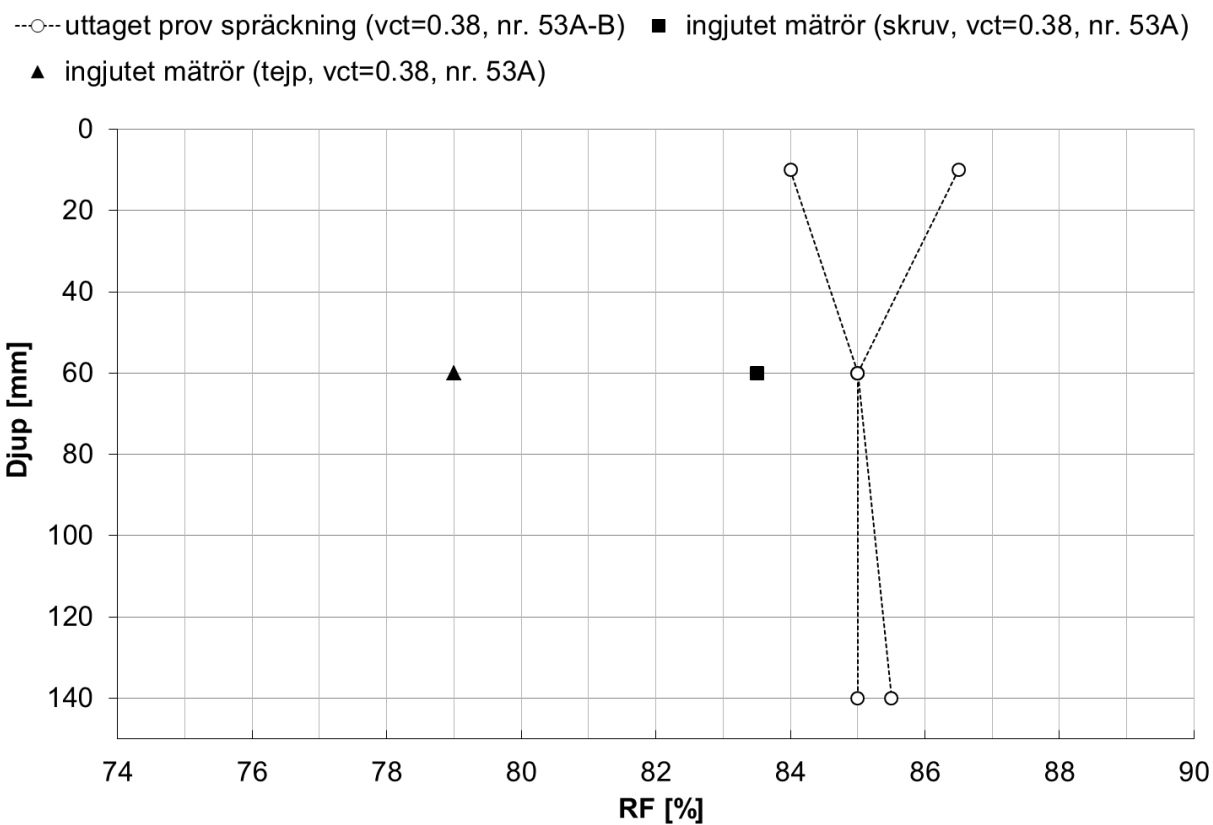
Figur 3.9 *Relativ fuktighet mätt på olika djup med uttaget prov, ofyllda punkter, och med kvarsittande givare alternativt monterad inför mätning, fyllda punkter.*
Förseglade prov av vct 0,38.

3.4.3 Mätning på uttaget prov samt i prov enligt olika principer med Vaisala-givare.

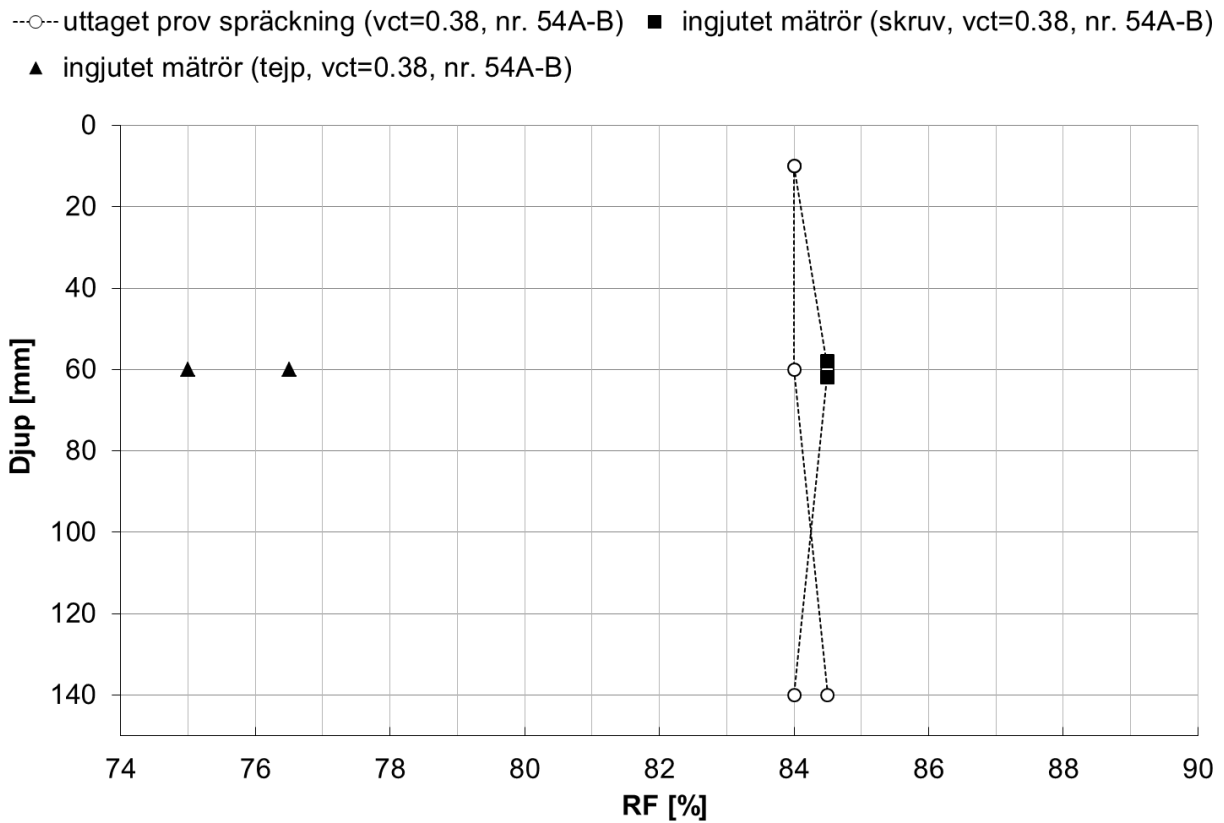


Figur 3.10 Relativ fuktighet mätt på förseglade prov med Vaisala givare dels på uttaget prov från tre djup och dels i ingjutet mätrör på ett djup. Två ingjutna mätrör monterades per prov där ett försågs med kvarsittande semipermeabel tejp och det andra med skruv som hinder mot den färska betongen. Gjut- och lagringklimat enligt tabell 6.15.

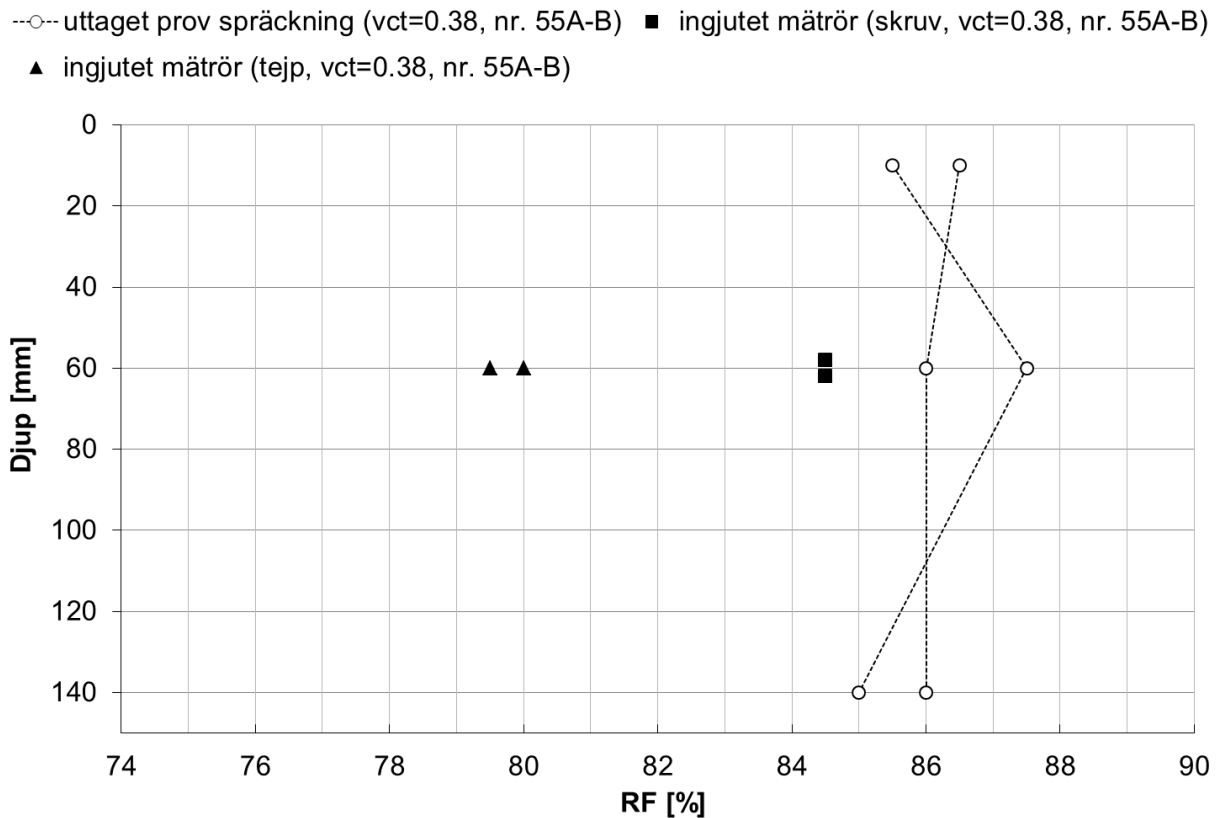
3.4.4 Huvudförsök för jämförelse av Vaisala och HumiGuard



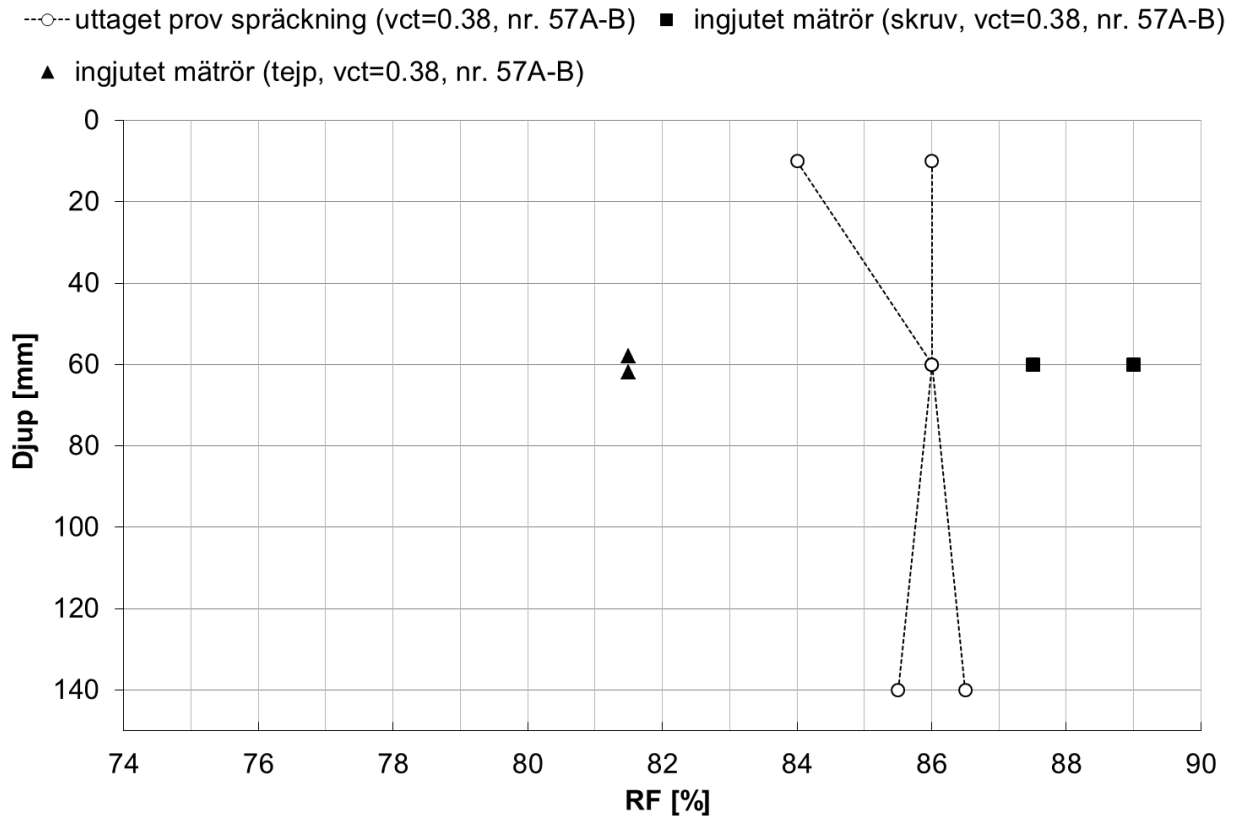
Figur 3.11 Relativ fuktighet mätt på förseglade prov med Vaisala givare dels på uttaget prov från tre djup och dels i ingjutet mätrör på ett djup. Två ingjutna mätrör monterades per prov där ett försågs med kvarsittande semipermeabel tejp och det andra med skruv som hinder mot den färska betongen. Gjut- och lagring klimat enligt tabell 6.15.



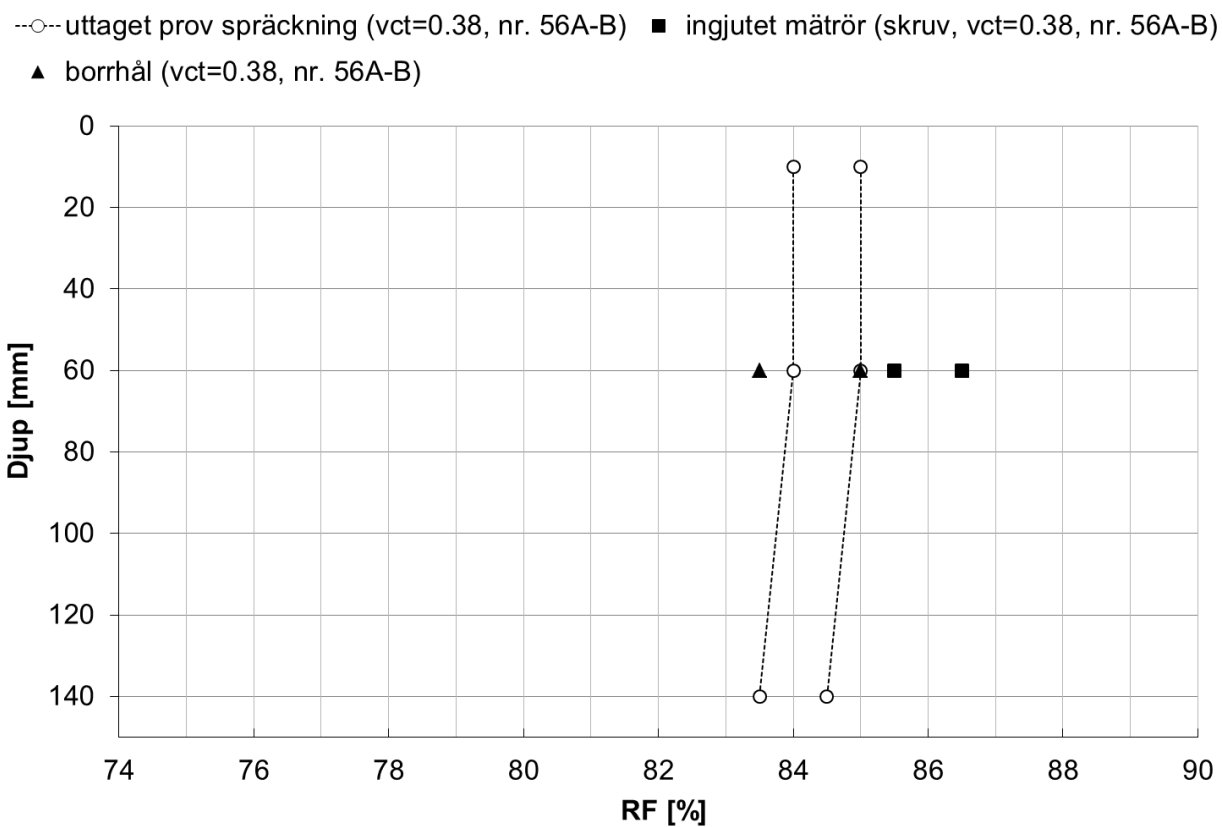
Figur 3.12 *Relativ fuktighet mätt på förseglade prov med Vaisala givare dels på uttaget prov från tre djup och dels i ingjutet mätrör på ett djup. Två ingjutna mätrör monterades per prov där ett försågs med kvarsittande semipermeabel tejp och det andra med skruv som hinder mot den färska betongen. Gjut- och lagring klimat enligt tabell 6.15.*



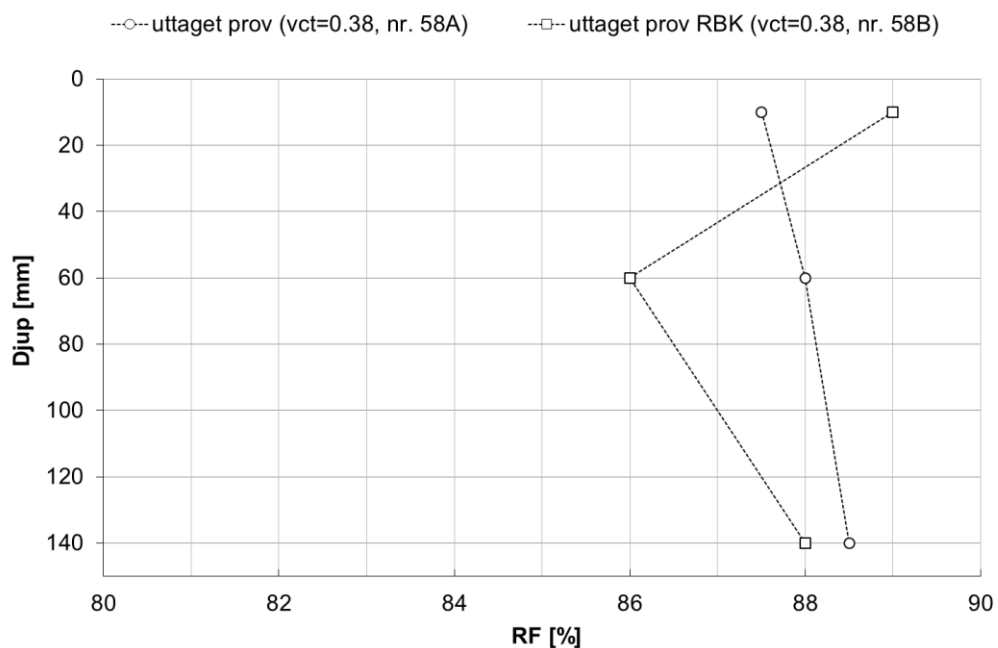
Figur 3.13 Relativ fuktighet mätt på förseglade prov med Vaisala givare dels på uttaget prov från tre djup och dels i ingjutet mätrör på ett djup. Två ingjutna mätrör monterades per prov där ett försågs med kvar sittande semipermeabel tejp och det andra med skruv som hinder mot den färska betongen. Gjut- och lagring klimat enligt tabell 6.15.



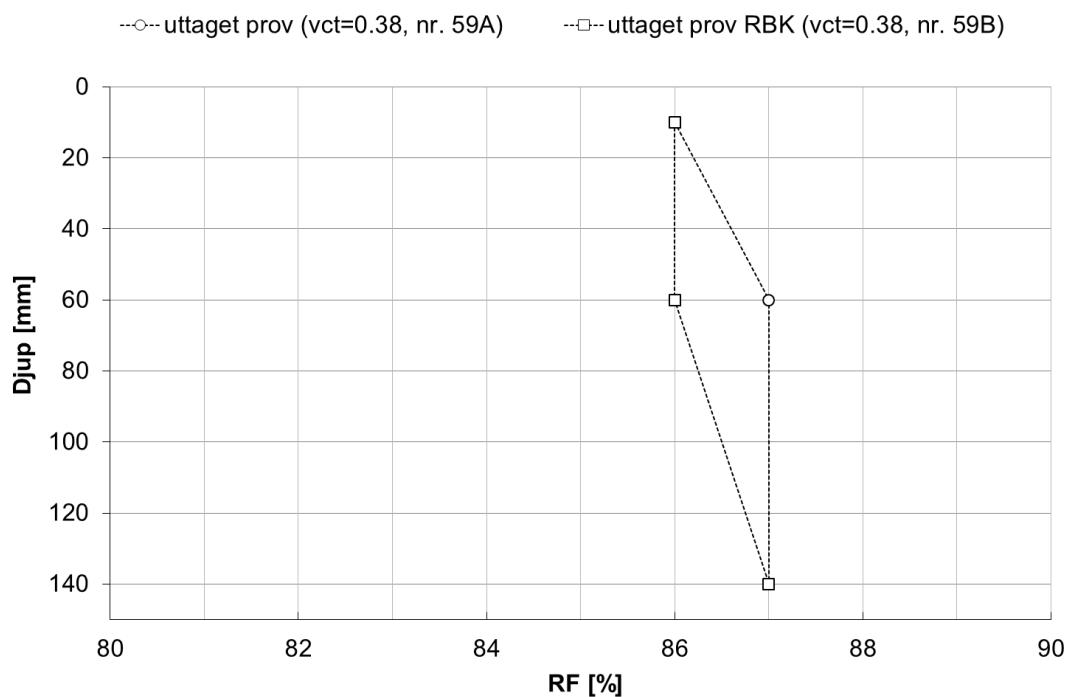
Figur 3.14 Relativ fuktighet mätt på förseglade prov med Vaisala givare dels på uttaget prov från tre djup och dels i ingjutet mätrör på ett djup. Två ingjutna mätrör monterades per prov där ett försågs med kvarsittande semipermeabel tejp och det andra med skruv som hinder mot den färska betongen. Gjut- och lagring klimat enligt tabell 6.15.



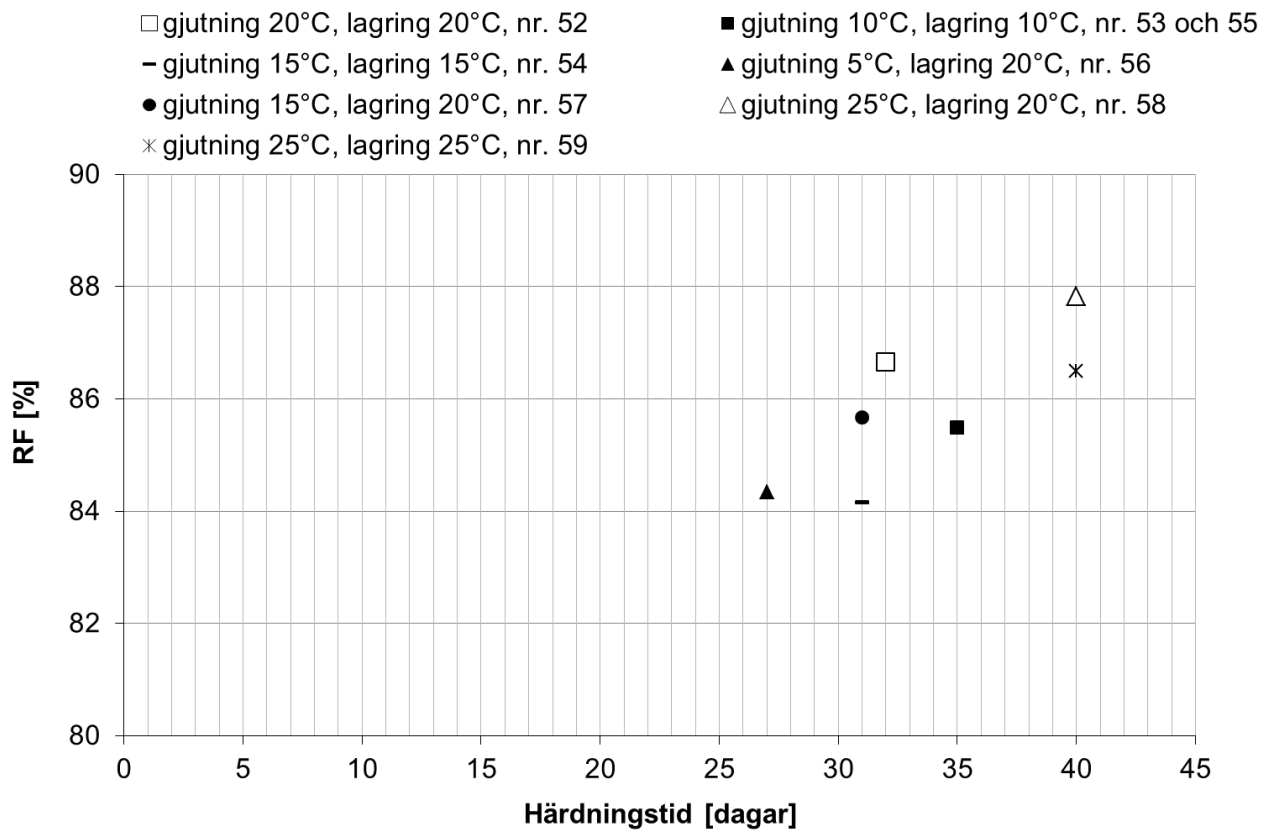
Figur 3.15 Relativ fuktighet mätt på förseglade prov med Vaisala givare dels på uttaget prov från tre djup och dels i ingjutet mätrör på ett djup. Två ingjutna mätrör monterades per prov där ett försågs med kvarsittande semipermeabel tejp och det andra med skruv som hinder mot den färska betongen. Gjut- och lagring klimat enligt tabell 6.15.



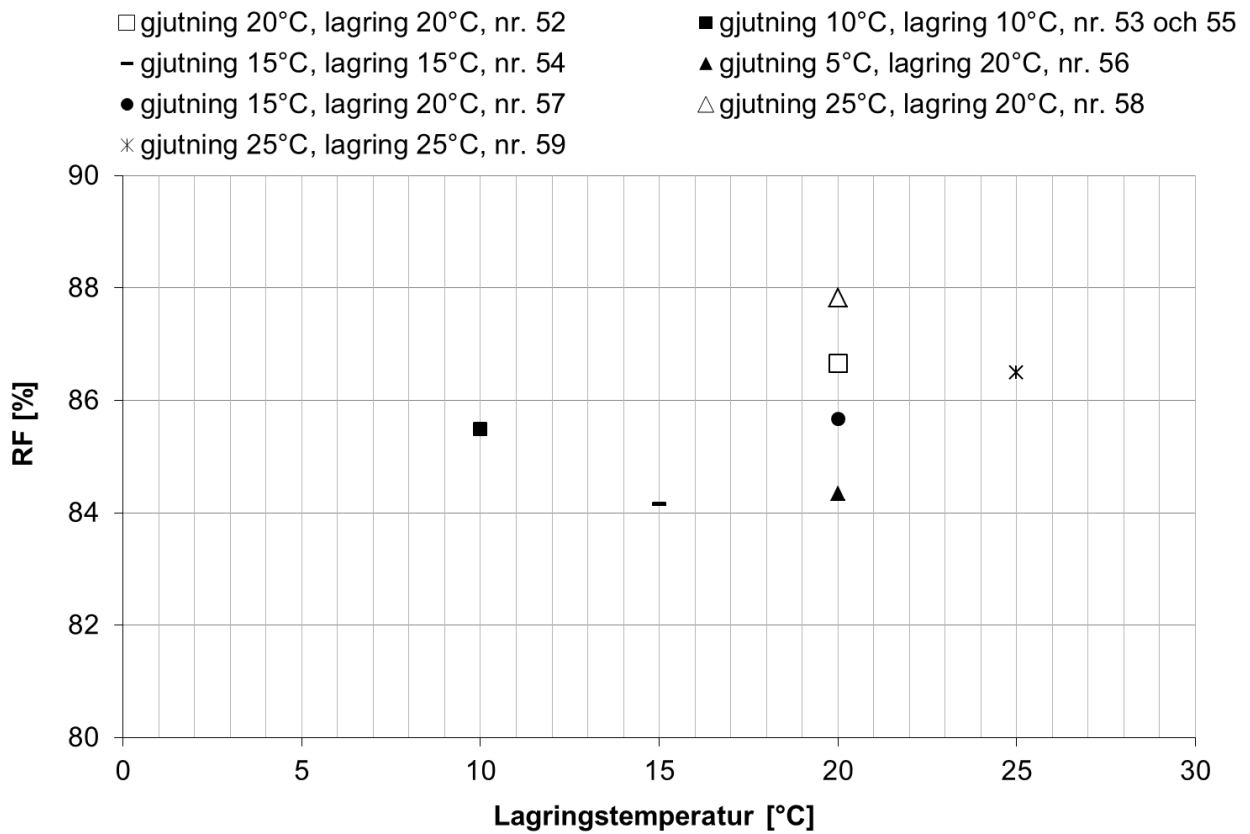
Figur 3.16 Relativ fuktighet från uttaget prov, dels enligt spräckprincip och dels enligt RBK, mätt på tre djup i förseglad betong. Gjut- och lagring klimat enligt tabell 6.15.



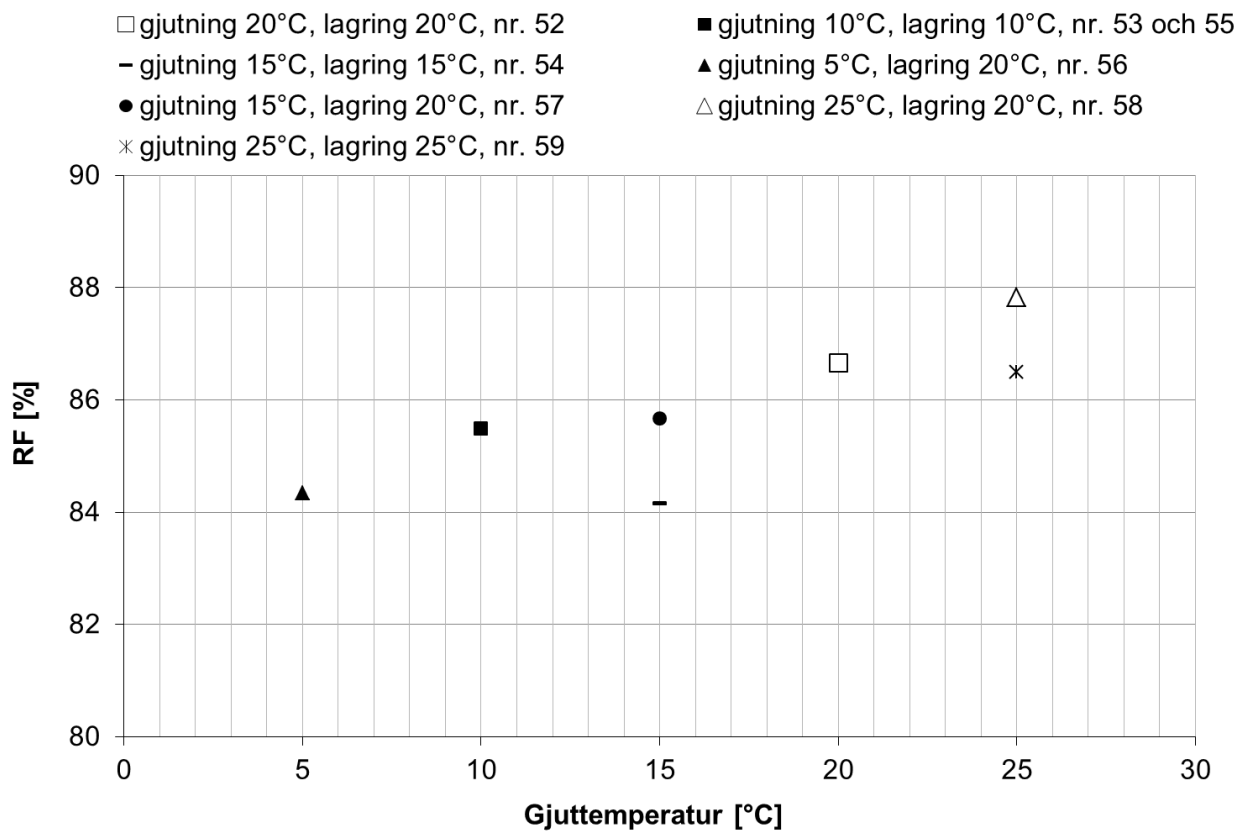
Figur 3.17 Relativ fuktighet från uttaget prov, dels enligt spräckprincip och dels enligt RBK, mätt på tre djup i förseglad betong. Gjut- och lagring klimat enligt tabell 6.15.



Figur 3.18 Relativ fuktighet som funktion av härdningstid mätt på uttaget prov och redovisad som medelvärde av mätning på tre djup i förseglad betong (totalt 6 st mätpunkter). Gjut- och lagringklimat enligt tabell 6.15.



Figur 3.19 Relativ fuktighet som funktion av lagringstemperatur mätt på uttaget prov och redovisad som medelvärde av mätning på tre djup i förseglad betong (totalt 6 st mätpunkter). Gjut- och lagringklimat enligt tabell 6.15.



Figur 3.20 Relativ fuktighet som funktion av gjuttemperatur mätt på uttaget prov och redovisad som medelvärde av mätning på tre djup i förseglad betong (totalt 6 st mätpunkter). Gjut- och lagring klimat enligt tabell 6.15.

3.5 DISKUSSION

4 SLUTSATS

6 BILAGA

Tabell 6.1 Fuktkvot hos ballast för gjutningar vid 5°C

Ballast (mm)	Fuktkvot (%)
0-8	1,16
8-12	0,1
12-16	0,1

Tabell 6.2 Ursprungliga- samt korrigerade recept med hänsyn till bearbetbarhet och fukttinhåll i ballast.

Delmaterial för 130L blandning (kg)	Vattencementtal					
	0,38		0,45		0,65	
	Ursprunglig	Slutlig	Ursprunglig	Slutlig	Ursprunglig	Slutlig
Bindemedel (Byggcement)	58,5	58,5	54,6	54,6	41,6	41,6
Vatten	22,23	20,79	24,57	23,1	27,04	25,64
Ballast (0-8 mm)	114,4	115,73	117,52	118,882	127,01	128,48
Ballast (8-12 mm)	57,2	57,26	54,21	54,26	52,00	52,05
Ballast (12-16 mm)	57,2	57,26	54,21	54,26	51,87	51,92
Flyttillsats (Sika Evo 26)	-	0,428	-	0,116	-	-

Tabell 6.3 Egenskaper hos betonger (slutliga) blandade vid 5°C.

Vattencementtal	0,38	0,45	0,65
Sättnått (mm)	95	120	115
Luft (l/m ³)	2,5	3,0	2,1
Densitet, färsk betong (kg/m ³)	2400	2340	2330
Vattentemperatur (°C)	0,3	0-0,5	1,1
Temperatur, färsk betong (°C)	5,2	4,5	5,6
Kubhållfasthet ,	87	76	50

medelvärde (MPa)			
Kubhållfasthet, standardavvikelse (MPa)	2,0	0,8	0,4

Recept för gjutning vid 20° justerade med hänsyn till fukttinhåll i ballast

Tabell 6.4 Fuktkvot hos ballast för gjutningar vid 20°C

Ballast (mm)	Fuktkvot (%)
0-8	3,9
8-12	0,2
12-16	0,1

Tabell 6.5 Recept för ursprungliga betonger (sättnått 150 mm) av respektive vattencementtal samt delmaterial som (kg/m³).

Delmaterial för 130L blandning (kg)	Vattencementtal					
	0,38		0,45		0,65	
	Ursprunglig	Slutlig	Ursprunglig	Slutlig	Ursprunglig	Slutlig
Bindemedel (Byggcement)	58,5	58,5	54,6	54,6	32	16
Vatten	22,23	17,60	24,57	20,01	16,87	8,435
Ballast (0-8 mm)	114,4	118,86	117,52	121,65	101,51	50,75
Ballast (8-12 mm)	57,2	57,31	54,21	54,79	40,08	20,04
Ballast (12-16 mm)	57,2	57,26	54,21	54,36	39,94	19,97
Flyttillsats (Sika Evo 26)	0,361	0,329	-	0,152	-	-

Tabell 6.6 Egenskaper hos betonger (slutliga) blandade vid 20°C.

Vattencementtal	0,38	0,45	0,65 (100L)	0,65 (50L)
Sättnått (mm)	165	137	130	120
Luft (l/m ³)	2,2	2,9	2,35	2,1
Densitet, färsk betong (kg/m ³)	2380	2350	2330	2320
Vattentemperatur (°C)	-	-	-	-
Temperatur, färsk betong (°C)	-	-	-	-
Kubhållfasthet, medelvärde (MPa)	88	76	43	-

Kubhållfasthet, standardavvikelse (MPa)	0,4	1,6	0,2	-
---	-----	-----	-----	---

Recept för gjutning vid 30° justerade med hänsyn till fukttinhåll i ballast

Tabell 6.7 Fuktkvot hos ballast för gjutningar vid 30°C.

Ballast (mm)	Fuktkvot (%)
0-8	1,79
8-12	0,1
12-16	0,1

Table 6.8 Recept för ursprungliga betonger (sättnått 150 mm) av respektive vattencementtal samt delmaterial som (kg/m³).

Delmaterial för 130L blandning (kg)	Vattencementtal					
	0,38		0,45		0,65	
	Ursprunglig	Slutlig	Ursprunglig	Slutlig	Ursprunglig	Slutlig
Bindemedel (Byggcement)	58,5	58,5	54,6	54,6	41,6	41,6
Vatten	22,23	20,07	24,57	22,36	27,04	22,66
Ballast (0-8 mm)	114,4	116,45	117,52	119,62	127,01	129,28
Ballast (8-12 mm)	57,2	57,26	54,21	54,26	52,00	52,05
Ballast (12-16 mm)	57,2	57,26	54,21	54,26	51,87	51,92
Flyttillsats (Sika Evo 26)	-	0,334	-	0,087	-	-

Table 6.9 Egenskaper hos betonger (slutliga) blandade vid 30°C.

Vattencementtal	0,38	0,45	0,65
Sättnått (mm)	160	130	80
Luft (l/m ³)	3,0	2,4	2,2
Densitet, färsk betong (kg/m ³)	2380	2350	2330

Vattentemperatur (°C)	-	0	-
Temperatur, färsk betong (°C)	32,8	33	32
Kubhållfasthet, medelvärde (MPa)	82	67	43
Kubhållfasthet, standardavvikelse (MPa)	1,7	0,2	1,0

Tabell 6.10 Provplan till försök enligt avsnitt 2.3.

Prov	vct	Betongtemperatur vid gjutning (°C)	Betongtäckmatta, 0-24 tim	Lagringsklimat, 0-28 dygn Temp/RF (°C/%)	Årstid
1 a-d	0.38	5°C	Ja	5°C, 80%	vinter
2 a-d	0.38	5°C	Ja	5°C, förseglad	vinter
3 a-d	0.38	5°C	–	5°C, 80%	vinter
4 a-d	0.38	5°C	–	5°C, vatten (0-14 dygn)+80%	vinter
5 a-d	0.38	5°C	–	5°C, förseglad	vinter
6 a-d	0.38	30°C	–	5°C, 80%	vinter
7 a-d	0.38	30°C	–	5°C, förseglad	vinter
8 a-d	0.38	20°C	Ja	20°C, 55%	sommar
9 a-d	0.38	20°C	Ja	20°C, förseglad	sommar
10 a-d	0.38	20°C	–	20°C, 55%	sommar
11 a-d	0.38	20°C	–	20°C, vatten (0-14 dygn)+55%	sommar
12 a-d	0.38	20°C	–	20°C, förseglad	sommar
13 a-d	0.38	30°C	–	30°C, 35%	sommar
14 a-d	0.38	30°C	–	30°C, vatten (0-14 dygn)+35%	sommar
15 a-d	0.38	30°C	–	30°C, förseglad	sommar
16 a-d	0.45	5°C	Ja	5°C, 80%	vinter
17 a-d	0.45	5°C	Ja	5°C, förseglad	vinter
18 a-d	0.45	5°C	–	5°C, 80%	vinter
19 a-d	0.45	5°C	–	5°C, vatten (0-14 dygn)+80%	vinter
20 a-d	0.45	5°C	–	5°C, förseglad	vinter
21 a-d	0.45	30°C	–	5°C, 80%	vinter
22 a-d	0.45	30°C	–	5°C, förseglad	vinter
23 a-d	0.45	20°C	Ja	20°C, 55%	sommar
24 a-d	0.45	20°C	Ja	20°C, förseglad	sommar
25 a-d	0.45	20°C	–	20°C, 55%	sommar

26 a-d	0.45	20°C	–	20°C, vatten (0-14 dygn)+55%	sommar
27 a-d	0.45	20°C	–	20°C, förseglad	sommar
28 a-d	0.45	30°C	–	30°C, 35%	sommar
29 a-d	0.45	30°C	–	30°C, vatten (0-14 dygn)+35%	sommar
30 a-d	0.45	30°C	–	30°C, förseglad	sommar
31 a-d	0.65	5°C	Ja	5°C, 80%	vinter
32 a-d	0.65	5°C	Ja	5°C, förseglad	vinter
33 a-d	0.65	5°C	–	5°C, 80%	vinter
34 a-d	0.65	5°C	–	5°C, vatten (0-14 dygn)+80%	vinter
35 a-d	0.65	5°C	–	5°C, förseglad	vinter
36 a-d	0.65	30°C	–	5°C, 80%	vinter
37 a-d	0.65	30°C	–	5°C, förseglad	vinter
38 a-d	0.65	20°C	Ja	20°C, 55%	sommar
39 a-d	0.65	20°C	Ja	20°C, förseglad	sommar
40 a-d	0.65	20°C	–	20°C, vatten (0-14 dygn)+55%	sommar
41 a-d	0.65	20°C	–	20°C, 55%	sommar
42 a-d	0.65	20°C	–	20°C, förseglad	sommar
43 a-d	0.65	30°C	–	30°C, 35%	sommar
44 a-d	0.65	30°C	–	30°C, vatten (0-14 dygn)+35%	sommar
45 a-d	0.65	30°C	–	30°C, förseglad	sommar
46 a-c	0.38-SH	20°C	–	20°C, 55% (jämför 10 a-d)	sommar
47 a-c	0.38-SH	20°C	–	20°C, Sealed (jämför 12 a-d)	sommar
48 a-c	0.38-SH	30°C	–	5°C, 80% (jämför 6 a-d)	vinter
49 a-c	0.38-SH	30°C	–	5°C, Sealed (jämför 7 a-d)	vinter

SH= Snabbhärdande cement

Tabell 6.11 Resultatsammanställning av RF mätt på uttaget prov med givare av fabrikat Vaisala. Proven togs ut enligt spräckprincipen, se avsnitt 2.3.

Prov	Mättdjup (mm)	Ålder (dygn)	RF (%)	Prov	Mättdjup (mm)	Ålder (dygn)	RF (%)	Prov	Mättdjup (mm)	Ålder (dygn)	RF (%)
1A	0-20	21	79,5	1B	0-20	44	73	1C	0-20	121	65,5
	50-70	21	83,0		50-70	44	81		50-70	121	76,5
	130-150	21	83,0		130-150	44	82		130-150	121	76,5
2A	0-20	21	86,5	2B	0-20	44	83	2C	0-20	121	81,0
	50-70	21	85,0		50-70	44	81,5		50-70	121	81,0
	130-145	21	86,5		130-150	44	81		130-150	121	79,0
3A	0-20	21	79,0	3B	0-20	44	71	3C	0-20	121	62,5
	50-70	21	82,5		50-70	44	79,5		50-70	121	75,5

	130-150	22	82,5		130-150	44	81		130-150	121	80
4A	0-20	22	89,0	4B	0-20	44	76,5	4C	0-20	121	70
	50-70	22	85,0		50-70	44	83		50-70	121	80
	125-145	22	85,5		130-150	46	82		130-150	121	81,5
5A	0-20	22	87,0	5B	0-20	46	82,5	5C	0-20	121	82
	50-70	22	84,5		50-70	46	83		50-70	121	82
	125-145	22	83,5		130-150	46	82		130-150	121	80,5
6A	0-20	26	82,0	6B	0-20	50	75	6C	0-20	125	68
	50-70	27	84,5		50-70	50	82		50-70	125	79
	130-145	27	85,0		130-150	50	82,5		130-150	125	81
7A	0-20	27	90,0	7B	0-20	50	84,5	7C	0-20	125	81
	50-70	27	87,0		50-70	50	83,5		50-70	125	82,5
	130-145	27	88,5		130-150	50	83,5		130-150	127	81,5
8A	0-20	18	81,0	8B	0-20	48	74,0	8C	0-20	129	70
	50-70	18	87,0		50-70	48	83,0		50-70	129	80
	130-150	X	X		130-150	48	84,5		130-150	129	83
9A	0-20	18	90,0	9B	0-20	48	85,5	9C	0-20	129	84
	50-70	18	89,5		50-70	48	86,0		50-70	129	84
	130-150	18	89,0		130-150	48	84,0		130-150	129	83
10A	0-20	18	79,0	10B	0-20	48	76,0	10C	0-20	129	65,5
	50-70	18	86,5		50-70	48	82,5		50-70	129	80,5
	130-150	20	86,5		130-150	48	83,5		130-150	129	82,5
11A	0-20	20	84,5	11B	0-20	50	80,0	11C	0-20	139	72,5
	50-70	20	87,0		50-70	50	84,5		50-70	139	81,5
	130-150	20	88,0		130-150	50	84,5		130-150	139	82,5
12A	0-20	20	90,0	12B	0-20	50	86,0	12C	0-20	170	83,5
	50-70	20	88,0		50-70	50	85,5		50-70	170	84
	130-150	20	87,5		130-150	50	85,0		130-150	170	84
13A	0-20	15	72,0	13B	0-20	46	74	13C	0-20	216	66
	50-70	15	86,0		50-70	46	75,5		50-70	216	78,5
	130-150	15	86,0		130-150	46	77		130-150	216	82,5
14A	0-20	15	92,5	14B	0-20	46	76,5	14C	0-20	216	72,5
	50-70	15	91,0		50-70	46	89,5		50-70	216	82
	130-150	15	90,0		130-150	46	89,5		130-150	216	85
15A	0-20	15	90,5	15B	0-20	48	91,5	15C	0-20	168	88
	50-70	15	90,5		50-70	48	90		50-70	168	88
	130-150	16	88,0		130-150	48	89,5		130-150	168	88

16A	0-20	30	84,0	16B	0-20	59	71	16C	0-20	212	64
	50-70	30	87,0		50-70	59	84		50-70	212	79,5
	130-150	30	87,0		130-150	59	85		130-150	212	83
17A	0-20	31	89,5	17B	0-20	59	85	17C	0-20	212	86
	50-70	31	88,0		50-70	59	86		50-70	212	86
	130-150	31	87,0		130-150	59	85,5		130-150	212	85
18A	0-20	31	82,0	18B	0-20	59	67,5	18C	0-20	212	63,5
	50-70	31	86,0		50-70	59	82,5		50-70	212	78
	130-150	31	87,0		130-150	59	83,5		130-150	213	81
19A	0-20	31	89,0	19B	0-20	59	80	19C	0-20	213	69,5
	50-70	31	92,5		50-70	59	87		50-70	213	82
	130-150	32	89,0		130-150	59	87		130-150	213	85
20A	0-20	32	92,0	20B	0-20	59	87	20C	0-20	164	85,5
	50-70	32	87,5		50-70	59	86		50-70	164	85,5
	130-150	32	87,0		130-150	59	85,5		130-150	165	85
21A	0-20	36	84,0	21B	0-20	63	69	21C	0-20	217	65,5
	50-70	36	89,0		50-70	63	84,5		50-70	217	79,5
	130-150	36	88,0		130-150	63	86		130-150	217	81
22A	0-20	36	90,5	22B	0-20	81	90,5	22C	0-20	217	90
	50-70	37	91,0		50-70	81	88,5		50-70	217	89
	130-150	37	90,0		130-150	81	87,5		130-150	217	87,5
23A	0-20	34	76,5	23B	0-20	64	75,5	23C	0-20	219	68
	50-70	34	88,0		50-70	64	85		50-70	219	79
	125-145	35	88,5		130-150	64	87		130-150	219	84
24A	0-20	35	89,0	24B	0-20	64	88,5	24C	0-20	219	87,5
	50-70	35	89,0		50-70	64	88,5		50-70	220	85,5
	130-150	35	89,0		130-150	64	86		130-150	220	86
25A	0-20	35	76,5	25B	0-20	64	70,5	25C	0-20	220	67
	50-70	35	86,5		50-70	64	84		50-70	220	81,5
	130-150	35	86,5		130-150	64	86		130-150	220	83,5
26A	0-20	35	84,0	26B	0-20	64	80,5	26C	0-20	220	70,5
	50-70	36	89,0		50-70	64	87,5		50-70	220	82
	130-150	36	89,0		130-150	64	87,5		130-150	220	87
27A	0-20	36	88,5	27B	0-20	64	87	27C	0-20	171	87,5
	50-70	36	88,5		50-70	64	87		50-70	171	87
	130-150	36	87,0		130-150	64	86		130-150	171	86,5
28A	0-20	27	58,5	28B	0-20	54	69	28C	0-20	218	70,5

	50-70	27	87,0		50-70	54	88,5		50-70	218	83
	135-145	27	89,5		130-150	54	90		130-150	218	86
29A	0-20	32	82,5	29B	0-20	57	84	29C	0-20	218	78,5
	50-70	32	92,5		50-70	57	91,5		50-70	218	86,5
	125-145	32	90,5		130-150	57	91,5		130-150	218	89
30A	0-20	32	94,0	30B	0-20	57	93	30C	0-20	169	91,5
	50-70	32	92,0		50-70	57	93		50-70	169	91
	125-145	32	91,0		130-150	57	93,5		130-150	169	90
31A	0-20	37	89,5	31B	0-20	105	76,5	31C	0-20	217	69,5
	50-70	37	94,0		50-70	105	87		50-70	217	85
	130-150	37	95,5		130-150	105	90		130-150	217	89,5
32A	0-20	37	97,5	32B	0-20	105	94,5	32C	0-20	217	95
	50-70	37	97,5		50-70	105	94,5		50-70	217	95
	130-150	37	97,5		130-150	105	94		130-150	217	95
33A	0-20	38	88,0	33B	0-20	105	73,5	33C	0-20	217	65
	50-70	38	93,5		50-70	105	87,5		50-70	217	86,5
	130-150	38	93,5		130-150	105	90,5		130-150	217	88,5
34A	0-20	38	94,0	34B	0-20	105	83,5	34C	0-20	217	77
	50-70	38	96,0		50-70	105	93		50-70	217	90
	130-150	38	96,0		130-150	105	94		130-150	217	92,5
35A	0-20	38	96,5	35B	0-20	105	95,5	35C	0-20	165	95,5
	50-70	38	96,0		50-70	105	94,5		50-70	165	96,5
	130-150	39	96,5		130-150	105	94		130-150	165	95
36A	0-20	43	88,0	36B	0-20	109	72,5	36C	0-20	221	73,5
	50-70	43	92,5		50-70	109	89		50-70	221	85,5
	130-150	43	94,0		130-150	109	92,5		130-150	222	88
37A	0-20	43	95,5	37B	0-20	109	95,5	37C	0-20	222	95
	50-70	43	96,0		50-70	109	95,5		50-70	222	95,5
	130-150	43	96,5		130-150	115	94		130-150	222	96
38A	0-20	41	83,0	38B	0-20	83	73,5	38C	0-20	224	72,5
	50-70	41	94,0		50-70	83	93		50-70	224	91
	130-150	41	96,0		130-150	83	95		130-150	224	91,5
39A	0-20	41	98,0	39B	0-20	107	96,5	39C	0-20	224	97,5
	50-70	41	97,5		50-70	107	96		50-70	224	96
	130-150	42	95,0		130-150	107	93		130-150	224	95
40A	0-20	42	93,0	40B	0-20	107	84	40C	0-20	224	80
	50-70	42	96,0		50-70	107	93,5		50-70	224	92,5

	130-150	42	95,5		130-150	107	93,5		130-150	224	93
41A	0-20	42	77,5	41B	0-20	107	81,5	41C	0-20	224	68,5
	50-70	42	94,0		50-70	107	90,5		50-70	225	91
	130-150	42	94,5		130-150	107	92		130-150	225	87
42A	0-20	42	98,0	42B	0-20	107	97,5	42C	0-20	171	96
	50-70	43	98,0		50-70	107	96		50-70	171	97
	130-150	43	96,5		130-150	107	95,5		130-150	173	95
43A	0-20	37	62,5	43B	0-20	81	65,5	43C	0-20	223	67,5
	50-70	37	92,5		50-70	81	90		50-70	223	86
	130-150	37	94,5		130-150	81	92		130-150	223	88,5
44A	0-20	37	94,0	44B	0-20	81	87	44C	0-20	223	78
	50-70	37	96,5		50-70	81	93		50-70	223	89,5
	130-150	37	96,0		130-150	81	94		130-150	223	94
45A	0-20	39	96,0	45B	0-20	81	96,5	45C	0-20	171	95,5
	50-70	39	96,5		50-70	81	96		50-70	169	95,5
	130-150	39	94,0		130-150	81	95		130-150	171	95,5
46A	0-20	19	76,0	46B	0-20	60	65,6	46C	0-20	112	70
	50-70	19	83,0		50-70	58	81,5		50-70	112	81
	130-150	19	82,5		130-150	60	83		130-150	112	83
47A	0-20	19	93,5	47B	0-20	60	87,5	47C	0-20	113	86
	50-70	19	85,0		50-70	58	86,6		50-70	113	84
	130-150	19	85,0		130-150	60	84,5		130-150	113	84
48A	0-20	20	80,5	48B	0-20	60	81,5	48C	0-20	113	68,5
	50-70	20	83,0		50-70	58	84		50-70	113	78
	130-150	20	85,5		130-150	60	84		130-150	113	80
49A	0-20	20	90,0	49B	0-20	60	83,5	49C	0-20	113	77
	50-70	20	85,0		50-70	58	85		50-70	113	82,5
	130-150	20	87,0		130-150	60	84		130-150	113	80,5

Tabell 6.12 Resultatsammanställning av RF mätt med kvarsittande givare av fabrikat Vaisala, se avsnitt 2.3.

Prov	Ålder (dygn)	RF (%)	Ålder (dygn)	RF (%)	Ålder (dygn)	RF (%)	Ålder (dygn)	RF (%)	Ålder (dygn)	RF (%)	Ålder (dygn)	RF (%)
1d	9	88,3	17	84,2	23	82,4	31	80,9	42	82,8	52	82
	63	81,8	73	81,6	92	81,2	112	81,1	137	80,7	214	79,6
2d	9	89,4	17	86	23	84,5	31	83,2	42	84,8	52	84,1
	63	84,2	73	84,3	92	84,6	112	85	137	85,4	214	86,1
3d	9	87,8	17	83,3	23	81,3	31	79,5	42	81,9	52	80,6

	63	80,1	73	79,6	92	79	112	78,6	137	78	214	76,7
4d	9	89	17	87	23	86	31	84,5	42	84,8	52	82,9
	63	82	73	81,5	92	80,6	112	80,2	137	79,5	214	78,2
5d	9	89,3	17	86,1	23	84,8	31	83,8	42	85,7	52	85,2
	63	85,5	73	85,5	92	85,7	112	86,2	x	x	x	x
6d	13	87,3	21	84,1	27	82,7	35	81,4	46	84,4	56	83,3
	67	82,8	77	82,4	96	81,5	116	81,1	141	80,6	218	78,7
7d	13	89,4	21	86,7	27	85,4	35	84,2	46	86,3	56	85,3
	67	85,2	77	85,1	96	85,2	116	85,6	141	86	218	86,7
8d	11	88,1	19	87,2	25	86,7	33	86	44	85,4	54	84,6
	65	83,8	75	83,4	94	82,7	114	82,2	139	81,5	216	80
9d	11	89,2	19	88,8	25	88,6	33	88,3	44	88,2	54	88,1
	65	88,1	75	88	94	87,9	114	88	139	87,8	216	87,5
10d	11	86,8	19	85,7	25	85,2	33	84,5	44	84	54	83,5
	65	82,9	75	82,6	94	81,6	114	81,1	139	80,5	216	79
11d	11	88,2	19	87,5	25	87	33	86,3	44	85,8	54	85,2
	65	84,8	75	84,4	94	83,7	114	83,3	139	82,7	216	81,5
12d	11	89,1	19	88,7	25	88,6	33	88,3	44	88,2	54	88,1
	65	88	75	88	94	87,9	114	88	139	87,8	216	x
13d	13	89,9	21	89,2	27	89,2	35	91,8	46	88,4	56	87,4
	67	86,6	77	86	96	85	116	84,3	141	83,5	218	81,6
14d	13	93,5	21	92,2	27	91,8	35	94,1	46	91,2	56	90,4
	67	89,7	77	89,2	96	88,2	116	87,7	141	86,9	218	85,3
15d	13	92	21	92,4	27	92,9	35	94,4	46	93,2	56	92,6
	67	92,1	77	91,8	96	91,1	116	90,7	141	x	218	x
16d	9	91	17	90,3	23	88,8	31	87,3	42	88	52	86,3
	63	85,4	73	84,7	92	83,7	112	83,1	137	82,4	214	80,8
17d	9	91,9	17	91,5	23	90,4	31	89,4	42	89,4	52	88,5
	63	88,4	73	88,3	92	88,4	112	88,9	137	89,2	214	90,2
18d	9	94,2	17	96,8	23	97	31	97	42	95,7	52	85,2
	63	84,1	73	83,4	92	82,4	112	81,9	137	81,1	214	79,4
19d	9	94,9	17	97,8	23	98	31	97,7	42	92,1	52	89,4
	63	88,1	73	87,2	92	86	112	85,2	137	84,6	214	83
20d	9	90,3	17	89,8	23	88,5	31	87,2	42	87,7	52	87
	63	87	73	87,1	92	87,3	112	87,8	137	88,2	214	x
21d	13	89,4	21	88,5	27	87,1	35	85,8	46	86,7	56	84,9
	67	84	77	83,2	96	81,9	116	81,2	141	80,4	218	78,5

22d	13	90,3	21	91,5	27	91	35	90,6	46	90,6	56	89,6
	67	89,2	77	89,1	96	89	116	89,2	141	89,4	218	90,2
23d	15	89,1	23	87,9	29	87,4	37	86,7	48	86,1	58	85,5
	69	84,9	79	84,5	98	83,6	118	83,2	143	82,8	220	81,3
24d	15	90,4	23	89,8	29	89,7	37	89,3	48	89,3	58	89,2
	69	89,1	79	89	98	88,8	118	88,9	143	88,8	220	88,7
25d	15	88,8	23	87,7	29	87,3	37	86,6	48	86	58	85,5
	69	85	79	84,6	98	83,8	118	83,4	143	82,9	220	81,6
26d	15	91,2	23	90,2	29	89,4	37	88,3	48	87,7	58	87,1
	69	86,5	79	86,1	98	85,4	118	85	143	84,5	220	83,5
27d	15	90,6	23	90,3	29	90	37	89,6	48	89,4	58	89,3
	69	89,2	79	89,1	98	89	118	89,2	143	89,3	220	x
28d	13	89,9	21	88,3	27	87,6	35	92,5	46	89,1	56	87,9
	67	86,9	77	86,3	96	85	116	84,2	141	83,4	218	81,2
29d	13	96,1	21	94,4	27	93,4	35	95,2	46	93	56	92,1
	67	91,3	77	90,8	96	89,8	116	89	141	88,2	218	86
30d	13	94,4	21	94,3	27	93,9	35	96,5	46	94,8	56	94
	67	93,3	77	92,9	96	92,2	116	91,9	141	91,7	218	x
31d	9	92,5	17	95,4	23	95,1	31	94,4	42	93,1	52	91,5
	63	90,5	73	89,7	92	88,2	112	87,1	137	86,1	214	83,9
32d	9	93,2	17	95,8	23	95,9	31	95,9	42	95,5	52	95,1
	63	94,4	73	93,4	92	91,4	112	89,9	137	89,2	214	88,5
33d	9	92,7	17	95,3	23	94,9	31	94,1	42	92,6	52	91
	63	89,9	73	89	92	87,4	112	86,4	137	85,5	214	83,5
34d	9	93,3	17	96,6	23	96,6	31	96,3	42	95,3	52	94
	63	93	73	92,2	92	90,7	112	89,6	137	88,7	214	86,5
35d	9	93,8	17	96,5	23	96,6	31	96,6	42	96,4	52	95,9
	63	95,5	73	95,3	92	95,4	112	95,1	137	94,6	214	x
36d	13	94,2	21	97,5	27	97,6	35	97,2	46	93,6	56	91,7
	67	90,7	77	90	96	88,8	116	87,9	141	86,8	218	84,7
37d	13	94,2	21	97,3	27	97,5	35	97,6	46	97,5	56	96,8
	67	96,4	77	96,3	96	96,4	116	97	141	97,2	218	97,6
38d	15	95,2	23	94,7	29	94,3	37	93,7	48	93,2	58	92,7
	69	92,3	79	91,8	98	91	118	90,4	143	89,8	220	88,3
39d	15	95,9	23	96,1	29	96,3	37	96,3	48	96,4	58	96,2
	69	96,1	79	96,1	98	96	118	96,3	143	95,9	220	95,9
40d	15	95,6	23	95,5	29	95,1	37	94,5	48	94	58	93,6

	69	93,2	79	93	98	92,4	118	92	143	91,3	220	89,8
41d	15	97,3	23	94,2	29	93,6	37	92,9	48	92,4	58	91,9
	69	91,3	79	90,8	98	89,9	118	89,2	143	88,4	220	86,6
42d	15	95,1	23	95,3	29	95,7	37	95,8	48	95,2	58	95,1
	69	94,9	79	94,6	98	93,5	118	93,4	143	91,8	220	x
43d	13	95,2	21	93,6	27	93,1	35	95,7	46	92,9	56	92,1
	67	91,5	77	90,9	96	89,8	116	89	141	88	218	85,3
44d	13	96	21	94	27	92,9	35	95,8	46	94,5	56	93,9
	67	93,4	77	93	96	92,1	116	91,4	141	90,6	218	88,8
45d	13	89,9	21	95,9	27	95,8	35	x	46	97,9	56	97,4
	67	97	77	96,8	96	96,4	116	96,1	141	95,9	218	x

Tabell 6.13 Provplan samt resultatsammanställning till inledande försök med syfte att jämföra olika metoder för mätning av RF enligt avsnitt 3.3. Här redovisas resultat från mätningar med RF givare monterad i prov.

Härdningsålder (dygn)			10	13	22	29	43	56	59
Prov	Mättdjup (mm)	Givare och montering	RF (%) mätt med givare monterad i prov						
1	95	H-tejp	89,8	87,5	85,7	85,4	85	84,7	
	60	H-tejp+oring	88,8	86,7	84,9	84,7	84,3	84,1	
2	95	H-tejp	89,5	87,7	86,2	85,9	85,6	85,3	
	60	H-tejp+oring	88,9	86,3	84,2	84	83,5	83,2	
3	95	H-tejp	88,3	86,1	84,5	84,3	84	83,7	
	60	H-tejp+oring	87,4	85,5	83,7	83,5	83,2	82,9	
4	97	V-skruv			85	84,5	84	83,5	
	92	V-tejp (uppborrat 20 mm)							81
	60	H-skruv	88,8	86,4	84,8	84,6	84,2	83,9	
5	93	V-skruv			84,5	84	83	82,5	
	95	V-tejp (uppborrat 20 mm)							82
	60	H-skruv	89,1	87,1	85,5	85,3	84,9	84,6	
6	93	V-skruv			84,5	84	83	82,5	
	98	V-tejp (uppborrat 20 mm)							82
	60	H-skruv	89	86,8	85,4	85,1	84,7	84,3	

H= HumiGuard, V=Vaisala

Tabell 6.14 *Provplan samt resultatsammanställning till inledande försök med syfte att jämföra olika metoder för mätning av RF enligt avsnitt 3.3. Här redovisas resultat från mätningar på uttaget prov.*

Härdningsålder (dygn)		57	57	64
Givare		Vaisala	HumiGuard	Vaisala
Provkropp	Mättdjup (mm)	RF (%) mätt på uttaget prov		
1	10	82	80,7	
	60	80	81,3	
	140	82,5		
2	10	81,5		
	60	82		
	140	83	82,1	
3	10	83		
	60	80,5		
	140	83	82,2	
4	10			82
	60			82
	140			83,5
5	10			82
	60			81
	140			82,3
6	10			82,7
	60			82
	140			83

Tabell 6.15a *Provplan samt mätresultat tillhörande huvudförsök med syfte att jämföra olika metoder för mätning av RF enligt avsnitt 3.3. Här redovisas resultat från mätningar med givare monterad i prov.*

Gjutdata			Vaisala-givare monterad i prov				
Prov	Gjuttemp (°C)	Lagringstemp (°C)	Nivå (mm)	Ålder, avläs (dag)	RF-tejp (%)	RF skruv (%)	RF-borrhål (%)
52A	20	20	0-20 50-70 130-150	29	82	86,5	
52B	20	20	0-20 50-70 130-150	29	83	88,5	
53A	10	10	0-20 50-70 130-150	28	79	83,5	
53B	10	10	0-20 50-70 130-150	28	x	x	
54A	15	15	0-20 50-70 130-150	28	75	84,5	
54B	15	15	0-20 50-70 130-150	28	76,5	84,5	
55A	10	10	0-20 50-70 130-150	28	80	84,5	
55B	10	10	0-20 50-70 130-150	28	79,5	84,5	
56A	5	20	0-20 50-70 130-150	27		85,5	83,5
56B	5	20	0-20 50-70 130-150	27		86,5	85

^x Mätvärde saknas

Tabell 6.15b *Provplan samt mätresultat tillhörande huvudförsök med syfte att jämföra olika metoder för mätning av RF enligt avsnitt 3.3. Här redovisas resultat från mätningar med givare monterad i prov.*

Gjutdata			Vaisala-givare monterad i prov				
Prov	Gjuttemp (°C)	Lagringstemp (°C)	Nivå (mm)	Ålder, avläst (dag)	RF-tejp (%)	RF skruv (%)	RF-borrhål (%)
57A	15	20	0-20 50-70 130-150	28	81,5	87,5	
57B	15	20	0-20 50-70 130-150	28	81,5	89	
58A	25	20	0-20 50-70 130-150	28		88,5	86,5 ¹
58B	25	20	0-20 50-70 130-150	28		x	87,5 ¹
59A	25	25	0-20 50-70 130-150	28		85	84 ¹
59B	25	25	0-20 50-70 130-150	28		86	85,5 ¹

¹ Kort tid från borrhning till montering av givare

^x Mätvärde saknas

Tabell 6.16a Provplan samt mätresultat tillhörande huvudförsök med syfte att jämföra olika metoder för mätning av RF enligt avsnitt 3.3. Resultat från mätningar på uttaget prov.

Gjutdata			Vaisala-uttaget prov med spräckprincip (58B, 59B enl RBK)			
Prov	Gjuttemp (°C)	Lagringstemp (°C)	Nivå (mm)	Ålder, uttaget (dag)	RF (%)	RF _{medel} (%)
52A	20	20	0-20	32	87	86,5
			50-70		86	
			130-150		86,5	
52B	20	20	0-20	32	87,5	
			50-70		86,5	
			130-150		86,5	
53A	10	10	0-20	35	84	85,2 (53&55)
			50-70		85	
			130-150		85,5	
53B	10	10	0-20	35	86,5	
			50-70		85	
			130-150		85	
54A	15	15	0-20	31	84	84,0
			50-70		84	
			130-150		84,5	
54B	15	15	0-20	31	84	
			50-70		84,5	
			130-150		84	
55A	10	10	0-20	35	86,5	
			50-70		86	
			130-150		86	
55B	10	10	0-20	35	85,5	
			50-70		87,5	
			130-150		85	
56A	5	20	0-20	27	84	84,5
			50-70		84	
			130-150		83,5	
56B	5	20	0-20	27	85	
			50-70		85	
			130-150		84,5	

RF_{medel} Medelvärde av samtliga uttagna prov (6st) för respektive prov nr.

Tabell 6.16b *Provplan samt mätresultat tillhörande huvudförsök med syfte att jämföra olika metoder för mätning av RF enligt avsnitt 3.3. Resultat från mätningar på uttaget prov.*

Gjutdata			Vaisala-uttaget prov med spräckprincip (58B, 59B enl RBK)			
Prov	Gjuttemp (°C)	Lagringstemp (°C)	Nivå (mm)	Ålder, uttaget (dag)	RF (%)	RF _{medel} (%)
57A	15	20	0-20	31	84	85,5
			50-70		86	
			130-150		85,5	
57B	15	20	0-20	31	86	
			50-70		86	
			130-150		86,5	
58A	25	20	0-20	40	87,5	87,8
			50-70		88	
			130-150		88,5	
58B	25	20	0-20	40	89	
			50-70		86	
			130-150		88	
59A	25	25	0-20	40	86	86,5
			50-70		87	
			130-150		87	
59B	25	25	0-20	40	86	
			50-70		86	
			130-150		87	

RF_{medel} Medelvärde av samtliga uttagna prov (6st) för respektive prov nr.

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	1
Figurförteckning	5
Välkommen till Hett97	7
1 Att komma igång med Hett97	9
1.1 Dator	9
1.2 Installation	9
2 Första beräkningen	13
2.1 Vad är ett fall?	13
2.2 Att skapa ett nytt fall	13
2.3 Inmatning av fallbeskrivningen	14
2.3.1 Grundläggande	14
2.3.2 Ung betong	14
2.3.3 Ovansida	15
2.3.4 Undersida	17
2.3.5 Inre värme	17
2.4 Beräkning	18
2.5 Utvärdering av resultat	18
2.5.1 Kurvdiagram - hållfasthet	19
2.5.2 Färgkarta - temperatur	19
2.5.3 Lista - nyckelvärden	20
2.6 Att spara fallet	21
3 Att arbeta med fallet	23
3.1 Att öppna ett sparad fall	23
3.2 Redigering av indata	23
3.3 Ny beräkning	23
3.4 Utvärdering av fler resultat	24
3.4.1 Kurvdiagram temperatur	24
3.4.2 Lista - nyckelvärden, återbesök	24
3.4.3 Färgkarta - temperatur, återbesök	25
3.4.4 Kurvdiagram - värmefflöde över ränder	26
3.5 Att spara under ett nytt namn	27
4 Jämförelse av olika lösningar	29
4.1 Vad är arbetsläge serieberäkning?	29
4.2 Att skapa en alternativlista	30
4.2.1 Att lägga till variabler	30
4.2.2 Specifikation av olika alternativ	31
4.3 Beräkning i arbetsläget serie	32
4.4 Resultatjämförelse	32
4.4.1 Glättningstid	33
4.4.2 Formrivningstid	33
4.4.3 Tid för viss hållfasthet	34
4.5 Detaljer för en viss lösning	34
4.6 Att spara under ett nytt namn	35
5 Jämförelse av flera lösningar	37
5.1 Inre värme	37
5.2 Redigering av en alternativlista	37

5.3	Fler alternativlistor	39
5.4	Ny beräkning	39
5.5	Resultatjämförelse	40
5.5.1	Formrivningstid	40
5.5.2	Att välja värde för alternativlistor som inte visas	40
5.5.3	Att välja alternativlista för rader/kolumner	41
5.5.4	Glättningstid	41
6	Att ställa en enkel fråga	43
6.1	Vad är arbetsläge fråga?	43
6.2	Specifikation av krav	43
6.3	Att välja fria variabler	44
6.4	Styrning av sökningen	45
6.5	Beräkning i arbetsläget fråga	46
6.6	Svaren	47
6.7	Detaljer i ett av svaren	47
7	Att ställa en seriefråga	49
7.1	Vad är en seriefråga?	49
7.2	Definition av alternativlistor	49
7.3	Byte av arbetsläge mellan serie och fråga	49
7.4	Krav	50
7.5	Fri variabel	50
7.6	Ny beräkning	51
7.7	Resultat	51
8	Kostnader	53
8.1	Stöd för kostnadsberäkning	53
8.1.1	Materialkostnader	53
8.1.2	Andra kostnader	53
8.2	Härdningsförlopp för kostnadsbedömning	53
8.3	Inmatning - materialkostnader	54
8.4	Att godkänna kostnader	54
8.5	Lista - kostnader	55
8.6	Inmatning - andra kostnader	56
8.6.1	Form	56
8.6.2	Täckning	56
8.6.3	Intäckning/väderskydd	56
8.6.4	Uppvärmning	57
8.7	Att godkänna redigerade kostnader	57
8.8	Lista - kostnader, återbesök	57
9	Kostnader - serieberäkning och fråga	59
9.1	Serieberäkning för kostnadsbedömning	59
9.2	Utvärdering av resultaten	60
9.3	Kostnadsinmatning i serieberäkning - materialkostnad	61
9.4	Att titta på kostnadssammanställning för serien	62
9.5	Kostnadsinmatning i serieberäkning - andra kostnader	62
9.5.1	Beräkning i ruta A2	62
9.5.2	Beräkning i ruta B2	63
9.5.3	Beräkning i ruta B1	64
9.6	Totalkostnader för serien	64
9.7	Kostnader p g a sen glättning	65

10	Egna anteckningar	67
10.1	Vad är egna anteckningar?	67
10.2	Att arbeta med egna anteckningar	67
11	Rapporter	69
11.1	Vad är en rapport?	69
11.2	Att generera en rapport	69
12	Materialdata	71
12.1	Hur hanteras olika material?	71
12.2	Materialdatabaser	71
12.2.1	Standardval	72
12.3	Programmet Material	72
12.3.1	Öppna / Skapa ny	72
12.3.2	Redigering av en materialdefinition	73
12.3.3	Redigering av enstaka uppgift	73
12.3.4	Lägg till nytt material	73
12.3.5	Ta bort material	73
12.3.6	Välj som standard	74
12.3.7	Spara / Spara som	74
12.4	Uppläggnings av egna material	74
13	Export av resultat	75
13.1	Att exportera en lista	75
13.2	Diagram i MS Excel	75
13.2.1	Inläsning av textfilen	75
13.2.2	Formatering av tabellen	77
13.2.3	Diagram	77

Figurförteckning

1.1	Installation: dialogruta Välkommen	10
1.2	Installation: dialogruta Välj installationskatalog	10
1.3	Installation: dialogruta Välj programgrupp.	11
1.4	Installation: dialogruta Installation färdig	11
2.1	Dialogruta Välj typfall	13
2.2	Fallfönstret, fliken Grundläggande	14
2.3	Fliken Ung betong	15
2.4	Fliken Ovansida	15
2.5	Dialogruta Lufttemperatur (tidsbaserad).	16
2.6	Fliken Undersida	17
2.7	Fliken Inre värme	18
2.8	Dialogruta Beräkning (för enskild beräkning)	18
2.9	Snabbmeny under knappen Nytt kurvdiagram	18
2.10	Kurvdiagram - hållfasthet	19
2.11	Färgkarta - temperatur	20
2.12	Lista - nyckelvärden	20
2.13	Dialogrutan Spara som	21
3.1	Dialogruta Öppna	23
3.2	Kurvdiagram temperatur	24
3.3	Färgkarta, temperatur, med markerat förstöringsområde	25
3.4	Färgkarta, temperatur, förstoring	26
3.5	Kurvdiagram, värmefflöde över ränder	27
4.1	Knappar som styr Hett97:s arbetsläge.	29
4.2	Fliken Serie	29
4.3	Dialogruta Ny alternativlista	30
4.4	Fönster för hantering av alternativlista	30
4.5	Dialogruta Ny variabel	31
4.6	Dialogruta för redigering av alternativ för form	31
4.7	Alternativlista Åtgärder under bjälklaget	32
4.8	Dialogruta Beräkning under en serieberäkning	32
4.9	Fönster Glättningstid vid serieberäkning	33
4.10	Fönster Tid för viss hållfasthet, vid serieberäkning	34
5.1	Alternativlista Åtgärder under bjälklaget, alternativ 1 och 2	38
5.2	Alternativlista Åtgärder under bjälklaget, alternativ 3 och 4	38
5.3	Alternativlista Åtgärder på ovansidan.	39
5.4	Alternativlista Betong	39
5.5	Resultatfönster, serie, formrivningstid	40
5.6	Resultatfönster, serie, formrivningstid	41
5.7	Resultatfönster, serie, glättning	42
5.8	Resultatfönster, serie, glättning	42
6.1	Knappar som styr Hett97:s arbetsläge.	43
6.2	Dialogruta Välj kravtyp.	44
6.3	Dialogruta Krav, formrivningstid	44
6.4	Dialogruta Ny fri variabel	45
6.5	Dialogrutan Avsökning för Infra - effekt	46
6.6	Dialogruta Beräkning i arbetsläget fråga	46
6.7	Fönstret Svar på frågan	47
7.1	Dialogruta för val av alternativlistor vid byte av arbetsläge från serie till fråga	50
7.2	Dialogruta Beräkning under en seriefråga	51
7.3	Resultatfönster Svar på frågan, under en seriefråga	51
8.1	Fönstret Kostnader - inmatning.	54
8.2	Meny bakom knappen Enskild >> i fönstret Kostnader - inmatning.	55
8.3	Resultatfönstret Lista - Kostnader, med endast materialkostnader	55
8.4	Fönstret Lista - Kostnader	58
9.1	Glättningstider, underlag till kostnadsbedömning	60

9.2	Formrivningstider, underlag till kostnadsbedömning	61
9.3	Resultatfönster Serie, materialkostnad	62
9.4	Fönstret Serie - Totalkostnad	65
9.5	Fönstret Serie - Totalkostnad	66
9.6	Fönstret Serie - Totalkostnad per storlek	66
10.1	Fönstret Anteckningar med en text från denna manual.	67
11.1	Dialogruta Generera rapport	69
11.2	Dialogruta Generera rapport med ändrad ordning för rapportens olika delar.	70
11.3	Dialogruta Skriv ut	70
12.1	Dialogruta Ny databas.	72
12.2	Huvudfönster i Material med underfönster för marktypsdaten "StartData"	72
12.3	Dialogruta för redigering av marktyp	73
12.4	Dialogruta för redigering av värmekapacitet för materialet Morän/grus.	73
12.5	Dialogrutan med gällande standardval av materialdatabaser	74
13.1	Dialogruta Spara som vid export av data till textfil	75
13.2	Dialogrutan Öppna i MS Excel med rätt filformat och rätt mapp.	76
13.3	Dialogruta Textimportguiden, Steg 1	76
13.4	Dialogruta Textimportguiden, Steg 2	76
13.5	Dialogruta Textimportguiden, Steg 3	77
13.6	Diagramguiden, Steg 1	77
13.7	Diagramguiden, Steg 2	78
13.8	Diagramguiden, Steg 3	78
13.9	Diagramguiden, Steg 4	78
13.10	Diagramguiden, steg 5	79
13.11	MS Excel med det nya diagrammet	79

Välkommen till Hett97

Projektet Hett97

Programpaketet Hett97 är ett resultat av ett SBUF-projekt, initierat och lett av fd SIAB AB, nuvarande NCC AB. Projektet har finansierats av NCC AB, SBUF, Cementa AB och Svenska Fabriksbetongföreningen. Framtagning av materialmodeller respektive utveckling och dokumentation av programvaran har utförts av JEJMS Concrete AB. Luleå Tekniska Universitet har utfört mätningar och tagit fram materialdata på uppdrag av Cementa AB.

Projektets arbetsgrupp har bestått av Bengt Ström (NCC), Patrik Larsson (NCC), Arne Retelius (Cementa), Bo Strandberg (SFF, tom 961231), Evert Sandahl (SFF from 970101), Jan-Erik Jonasson (JEJMS Concrete/Luleå Tekniska Universitet), Marcin Stelmarczyk (JEJMS Concrete/Luleå Tekniska Universitet) och Leif Eklund (NCC).

En stor mängd praktiska synpunkter på programvarans innehåll och utformning har framkommit från projektets referensgrupp, bestående av ca 30 personer från NCC AB och Skanska AB. Det har varit oerhört stimulerande att få vara med när Hett97 har utarbetats. Vi har fått ett planeringsverktyg som ger oss möjlighet att på ett tidigt stadium simulera olika gjutsituationer. Jag vill påstå att först nu kan man på ett överskådligt sätt förstå vad som sker i samband med betongens hårdnande. Detta är av största vikt när man planerar sina gjutningar, tar fram prognoser för formrivningstider och glättningstider respektive väljer åtgärder mot för tidig frysning vid vintergjutningar. För övrigt är det bara användarens egen fantasi som sätter gränser på vad man kan få fram med programmet. Hett97 är även ett fint pedagogiskt verktyg som bör användas inom utbildningen av medarbetare av alla kategorier för att få förståelse för hur betongen skall hanteras på ett kostnadseffektivt sätt.

Jag vill tacka samtliga finansiärer och deltagare som har bidragit till att detta projekt har kunnat genomföras och hoppas att Du kommer att få mycket nytta och nöje av Hett97.

Lycka till!

Leif Eklund, NCC AB
projektledare

Dokumentation av Hett97

Programpaketet Hett97 innehåller, utöver själva programvaran, olika typer av dokumentation.

Manual

I din hand håller Du just nu manualen till Hett97. Utöver installationsanvisningen i kapitel 1 innehåller denna manual en självstudiekurs. Den beskriver hur man arbetar i Hett97 utan att gå in på samtliga detaljer. I olika kapitel går man successivt genom programmets funktion och möjligheter med hjälp av exempel på beräkningar. Manualen är skriven så att Du som användare skall på ett enkelt sätt arbeta Dig genom den och på kort tid förvärva kunskap om och grundläggande erfarenhet av Hett97, tillräcklig för att sedan använda både de enkla och de mer kraftfulla delar av programmet på egen hand.

Vill Du lära Dig hur en större del av programmet fungerar och vilka möjligheter den ger Dig, är manualen det rätta stället att leta i.

Hjälp under MS Windows

I programpaketet finns en slags elektronisk uppslagsbok om Hett97, som innehåller en detaljrik beskrivning av programmet. Uppslagsboken är upplagd som ett hjälpsystem under MS Windows och kan kommas åt efter att man installerat programmet. Man kan ta fram den antingen från programmet direkt eller med hjälp av ikoner i Hett97:s programgrupp i menyn Start.

Hjälpsystemet är uppdelat i många korta avsnitt med referenser/korskopplingar mellan avsnitten, så att man kan lätt få fram information om ämnen, närliggande till det avsnittet man läser. Det finns ett index över nyckelord, som man lätt kan söka i. Det går även att söka i uppslagsboken efter enstaka ord med hjälp av MS Windows sökmotor i hjälpsystemet.

Är Du ute efter specifik information om hur en viss del av programmet fungerar så är hjälpsystemet det rätta stället att leta i.

Word-dokument

Det finns även två MS Word dokument i mappen Dokument under Hett97. De innehåller en teknisk beskrivning av materialmodeller och parametrar för Hett97:s materialdatabaser resp upplägning av prislistor för betong.

Att läsa denna manual

Som tidigare nämnt, är manualen upplagd som en självstudiekurs. Arbeta Dig helst genom manualen "från pärm till pärm". Varje kapitel förutsätter att Du behärskar samtliga tidigare kapitel. Det rekommenderas därför att Du läser manualen som en helhet och inte en bit här och en bit där.

Manualen är skriven som en berättelse om Hett97:s olika delar, hur man kan använda dem och vad de skall vara bra för.

>> Mellan olika stycken finns det klara instruktioner för Ditt arbete med programmet under läsningen av manualen. Dessa markeras på samma sätt som det här stycket.



Ett stycke med ett utropstecken vid sidan innehåller viktig detaljinformation. Det är meningen att innehållet i dessa stycken förstås väl och läggs på minnet.



Ett stycke med en glödlampa vid sidan innehåller smarta tips som kan förenkla arbetet i Hett97. Prova gärna ut tipsen och bedöm själv om Du vill använda Dig av dem eller ej.

Lycka till med Ditt arbete i Hett97!

1 Att komma igång med Hett97

1.1 Dator

För att Hett97 skall kunna köras på en dator, måste datorn i fråga uppfylla vissa krav. Dessa redovisas i tabellen nedan.

Tabell 1.1: Datorkrav

Processor	INTEL Pentium eller bättre
Minne (RAM)	16 MB (Windows 95) 32 MB (Windows NT)
Fritt hårddiskutrymme	10 MB
Operativsystem	MS Windows 95 eller MS Windows NT Workstation 4.0
Grafikkort/skärm	minst 640x480 punkter med minst 256 färger

Ovanstående krav är valda så att Hett97 skall kunna fungera på ett vettigt sätt. Det går att köra Hett97 på sämre processorer än ovan, men med konsekvensen att beräkningstiderna för de flesta körningar blir väldigt långa.

När det gäller grafikkort och skärm, är Hett97 utformat för att kunna fungera på ett rimligt sätt, när det körs på en bärbar dator med en genomsnittlig färgskärm, dvs i upplösningen 640x480 punkter. Större skärmar och grafiklägen med större punktupplösningar rekommenderas dock varmt. Hett97 ger möjligheter att visa beräkningsresultat i olika fönster på olika sätt (diagram, tabeller, färgkartor etc) och det är av värde för användaren att kunna se vissa av dem samtidigt.

Hett97 ställer egentligen inga krav på skrivare och det går att använda programvaran alldeles utmärkt utan. Programmet innehåller dock omfattande funktioner för dokumentation och är man intresserad av sådan bör man naturligtvis ha en skrivare. Hett97 använder sig av färg och det är önskvärt med en färgskrivare - de flesta bläckstråleskrivare med färg räcker. Färg vid utskrift är dock inget krav. Hett97 genererar även bra utskrifter i svart-vitt - en genomsnittlig laserskrivare räcker väl.

1.2 Installation

Stoppa in första installationsdisketten i diskdriven. Kör igång installationsprogrammet på ett av följande sätt:

- Kommandot **KÖR** i **START**-menyn - uppge A:\SETUP.EXE som programnamn som skall köras.
- Kommandot **INSTÄLLNINGAR - KONTROLLPANELEN** i **START**-menyn och sedan ikonen **LÄGG TILL/TA BORT PROGRAM** - tryck på knappen **INSTALLERA...** och följ anvisningar på skärmen.

När installationsprogrammet är igång visas dialogrutan i fig. 1.1.

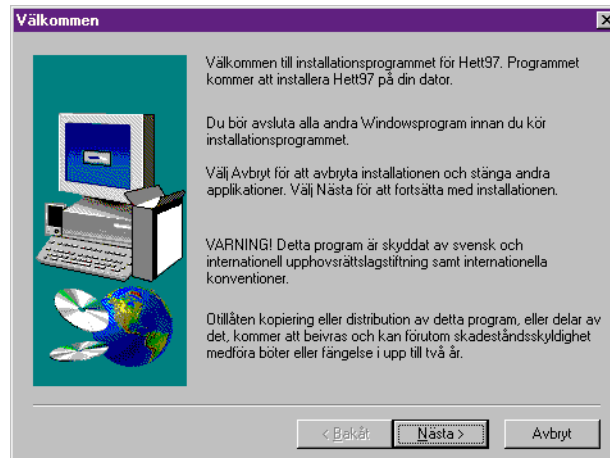


Fig. 1.1 Installation: dialogruta Välkommen

Nu är det bara att följa anvisningar på skärmen och trycka på knappen NÄSTA när man läst genom och/eller uppgett den information som efterfrågas i dialogrutan.

Installationsprogrammet tar reda på var Windows placerar normalt program och föreslår en placering för Hett97 i dialogrutan i fig. 1.2. Om Du vill ha Hett97 installerat i en annan mapp får Du tala om det i denna dialogruta.

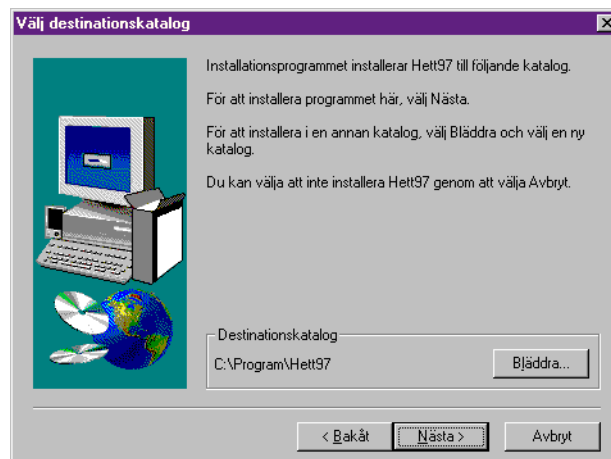


Fig. 1.2 Installation: dialogruta Välj installationskatalog

I dialogrutan i fig. 1.3 föreslår installationsprogrammet en programgrupp för genvägar till samtliga program som ingår i Hett97. Om Du vill ha en annan, ändra det föreslagna namnet.

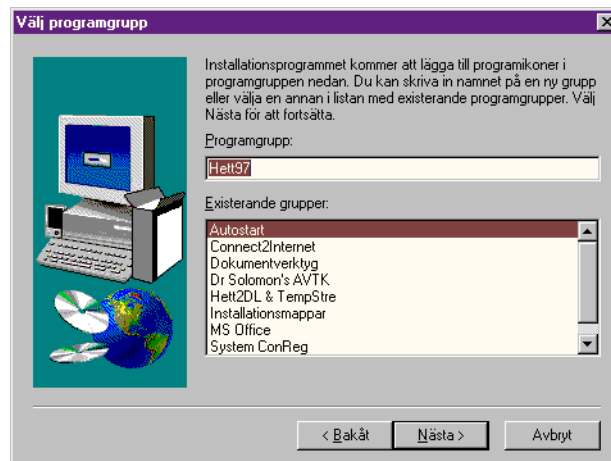


Fig. 1.3 Installation: dialogruta Välj programgrupp

Under själva installationen kommer installationsprogrammet be Dig att byta diskett när så behövs. Stoppa in den begärda disketten i diskdriven och tryck på knappen **OK**.

När installationen är klar visas dialogrutan i fig. 1.4 på skärmen. Tryck då på knappen **AVSLUTA** och Hett97 är installerat och körklart.

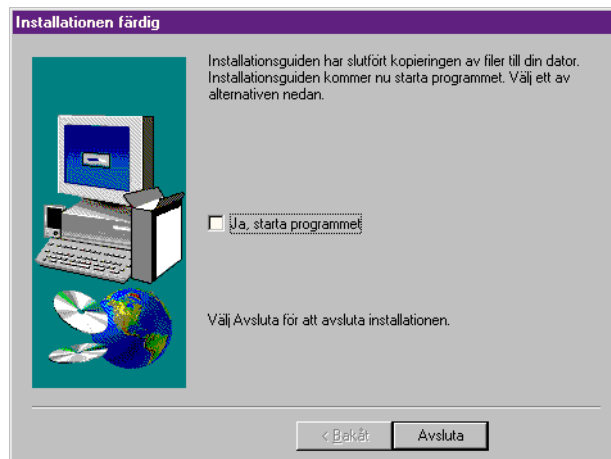


Fig. 1.4 Installation: dialogruta Installation färdig

2 Första beräkningen

2.1 Vad är ett fall?

Hett97 hanterar beräkningar av härdningsförlopp med hjälp av fall. Ett fall i Hett97 motsvarar en gjutetapp i en betongkonstruktion. Fallet innehåller en beskrivning av konstruktionen (typ och dimensioner), materialval, arbetssätt och den omgivande miljön. Gjutningen förutsätts äga rum samtidigt i hela konstruktionen inom ramen för ett fall. Efter en beräkning av temperaturutveckling, hållfashetstillväxt etc innehåller fallet även dessa resultat.

I Hett97 kan man skapa nya fall, vilket görs då man vill arbeta med en ny konstruktionsbeskrivning. Fallen går att spara i form av filer på hårddisken. De går sedan att öppna igen för att titta på resultaten eller ändra i indata och utföra nya beräkningar. De sparade fallen går också att kopiera till disketter och flytta till andra datorer med Hett97.

2.2 Att skapa ett nytt fall

För att kunna mata in en konstruktionsbeskrivning måste man skapa ett nytt fall i Hett97.

- >> Kör igång Hett97
- >> Välj Nytt... i menyn Arkiv

När man skapar ett nytt fall, måste man välja typ av konstruktion. Detta görs med hjälp av dialogruta i fig. 2.1. I dialogrutan syns en lista med tillgängliga typfall. Man markerar det önskade typfallet genom att klicka på det och trycker sedan på Ok.

Det går även att dubbelklicka på typfallet.

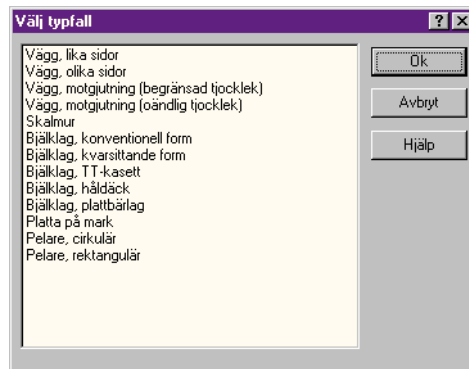


Fig. 2.1 Dialogruta Välj typfall

- >> Välj "Bjälklag, konventionell form" genom att dubbelklicka på det.

Nu är fallet skapat och fallfönstret i fig. 2.2 syns på skärmen.

Det går inte att byta konstruktionstyp när fallet redan är skapat. Har man skapat ett fall för bjälklag på konventionell form får man hålla sig till denna konstruktionstyp inom fallet. Vill man räkna på t ex bjälklag med kvarsittande form, får man skapa ett nytt fall för det.



2.3 Inmatning av fallbeskrivningen

Vid inmatning av fallbeskrivningen använder man fallfönstret i fig. 2.2. Titelraden innehåller information om fallets filnamn resp konstruktionstyp. Beskrivningen av själva fallet är uppdelad i ett par delar. Varje del har sin flik. Uppdelningen i flikar varierar mellan olika typfall. Flikarna **GRUNDLÄGGANDE**, **UNG BETONG** resp **INRE VÄRME** förekommer dock i samtliga typfall.

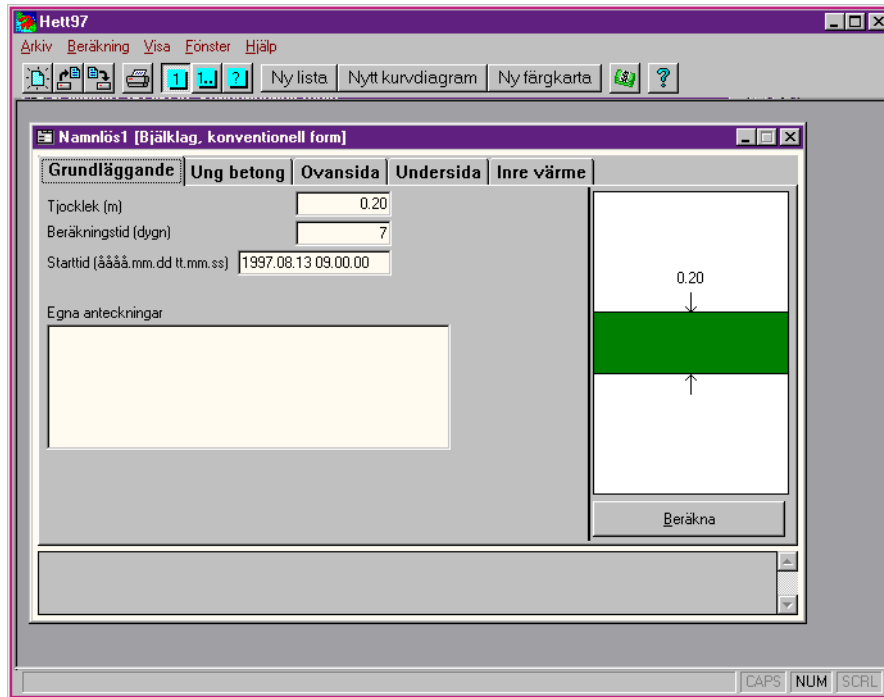


Fig. 2.2 Fallfönstret, fliken Grundläggande

2.3.1 Grundläggande

I fliken **GRUNDLÄGGANDE** specificerar man konstruktionens dimensioner och hur länge efter gjutning beräkningen skall fortgå. Normalt visas resultaten dvs temperaturer, hållfastheter, glättningstider etc i relativ tid dvs antal dygn/timmar efter gjutning. Vill man se resultaten i realtid dvs enligt den vanliga klockan och kalendern, får man även uppge datum och klockslag för den tilltänkta gjutningen.

>> Sätt 0.25 m tjocklek och 10 dygns beräkningstid.

2.3.2 Ung betong

>> Klicka på fliken Ung betong

I denna flik, se fig. 2.3, beskriver man materialet i konstruktionen. Man väljer ett betongrecept i form av cementsort och K-värde. Programmet ger då en cementhalt och 28-dygns hållfasthet lika med K-värdet. Dessa värden skall korrigeras och den använda betongens värden avviker påtagligt från receptets standard. Här uppger man även gjuttemperaturen.

>> Välj Std P K30, utan tillsatser

>> Välj 15°C gjuttemperatur

Fig. 2.3 Fliken Ung betong

Obs! I Hett97 styr cementhalten endast värmemängden som frigörs under härdningsförloppet. I verkligheten påverkar den också 28-dygns hållfastheten. Önskar man att programmet räknar mot en annan 28-dygns hållfasthet än K-värdet, måste man alltså korrigera även denna.

2.3.3 Ovansida

Nu återstår det att specificera arbetssättet (form, täckning, ev. glättning, uppvärmning etc) resp den omgivande miljön (lufttemperatur, vindstyrka). Den informationen är för bjälklag uppdelad i tre grupper: det som händer ovanpå, under resp inuti bjälklaget.

>> Klicka på fliken Ovansida

Fig. 2.4 Fliken Ovansida

Lufttemperaturen beskrivs enklast med ett konstant värde dvs dygnsmedeltemperaturen. Förväntar man sig kraftigare variationer mellan natt och dag, kan man mata in det också genom att kryssa för **TIDSVARIERANDE** och trycka på knappen **REDIGERA**. Då använder man sig av dialogruta i fig. 2.5 och får där mata in flera tidpunkter med tillhörande temperaturer.

Observera att vid bedömning av hållfastheter några dygn efter gjutning eller på längre sikt spelar dygnsvariationen av lufttemperaturen relativt liten roll - dygnsmedelvärdet är gott nog. Däremot vid bedömning av resultat på kort sikt, t ex glättningstider, är kan dygnsvariationen vara av avgörande betydelse.

Variabeln Ökning av lufttemperatur används för att beskriva en artificiell ökning av lufttemperaturen, som en effekt av en egen uppvärmningsåtgärd.

Vindstyrkan beskrivs på ett likartat sätt som lufttemperaturen, dvs genom att välja ett konstant värde ur listan, eller mata in en tidsvarierande vindstyrka.




Fig. 2.5 Dialogruta Lufttemperatur (tidsbaserad)


Beskrivning av täckningsförfarandet kan kort delas upp i tre varianter:

- Väljer man Ingen täckning, spelar de övriga uppgifterna ingen roll
- Man kan välja en viss täckning och uppge en tidpunkt då den läggs på (noggrannhet upp till 15 min) och en tid då den tas bort (noggrannhet upp till 1 h).
- Man kan välja tidsvarierande och uppge en godtycklig följd av påläggnings- och avtagningstider för olika typer av täckning, t ex först mycket, sen mindre och slutligen ingen.

Här bestämmer man också om Hett97 skall "glätta" automatiskt. Kopplar man på glättningen, får man dels glättningstidpunkten beräknad, dels tar programmet automatiskt bort täckningen under den tiden man glättar.

Slutligen får man uppge ev tillförd värme. Nyckelvärdet här är effekten av värmestrålningen per yta. Värdet får precis som täckningen vara noll, skilt från noll fr o m en viss tidpunkt t o m en viss tidpunkt eller fritt varierande i tiden.

 Effekten som skall matas in är den in i betongen tillförda effekten, vilken vanligtvis inte är den installerade. Använder man t ex gasolinfravärme, går ca en tredjedel av den installerade effekten in i betongen och det är just den effekten som skall matas in. Inmatning av den installerade effekten, dvs inte den tillförda, leder till grov överskattning av uppvärmningen.

 Om man har tält över konstruktionen och använder sig av infravärme, måste uppvärmningen beskrivas i två steg. Dels skall effekten för den strålningen som går in i betongen uppges, dels skall höjningen av lufttemperaturen i tältet uppskattas/mätas och uppges.

- >> Sätt lufttemperaturen till 0°C
- >> Sätt ökningen av lufttemp. till 0°C
- >> Sätt vindstyrkan till Blåst
- >> Sätt täckning till Ingen
- >> Koppla på glättning
- >> Uppge tidsåtgång 2 h för glättningen
- >> Koppla inte på någon värme

2.3.4 Undersida

>> Klicka på fliken Undersida

Fig. 2.6 Fliken Undersida

Beskrivningen av bjälklagets undersida liknar till en viss del dess ovsida. Lufttemperatur, ökning av densamma, vindstyrka resp infravärme fungerar exakt likadant. Vad som tillkommer är valet av form och formrivning. Hett97 kan riva formen på två olika sätt:

Obs! Vid specifikation av infravärme och effekten som den tillför betongen måste hänsyn tas till använd form. Vid oisolerad stål- resp plywoodform kan vi fortfarande ange ca en tredjedel av den installerade effekten. Om vi däremot använder form med större isoleringsgrad blir den tillförda effekten mindre och det kan vara värt en fungering om det är särskilt klokt att använda infravärme just med tanke på den låga effektiviteten.

- “Automatisk” formrivning. Man uppger en formrivningshållfasthet, Hett97 beräknar den tidigaste tidpunkten för formrivning med hänsyn till den uppnådda medelhållfastheten och river då formen automatiskt.
- “Manuell” formrivning. Man uppger tidpunkten för formrivning och Hett97 river då formen oberoende av hållfastheten.

Börja gärna med automatisk formrivning, då har Du en garanti att formen inte rivs utan att formrivningshållfastheten uppnåtts. Kontrollera sedan den beräknade formrivningstiden och om den inte anses lämplig av arbetstekniska skäl (Hett97 vill riva formen t ex mitt i natten) välj en senare tidpunkt som passar bättre. Växla då till manuell formrivning och mata in den egna tidpunkten. På det viset får Du bäst överensstämmelse mellan beräkning och verklig gjutning.

- >> Sätt lufttemperaturen till 0°C
- >> Sätt ökningen av lufttemp. till 0°C
- >> Sätt vindstyrkan till Blåst
- >> Välj Plywood 12mm, oisolerad som form
- >> Välj automatisk formrivning med hållfasthet = 24.5 MPa
- >> Koppla inte på någon värme

2.3.5 Inre värme

Under fliken **INRE VÄRME** kan användning av värmekabel beskrivas med hjälp av val av värmekabel, c/c-avstånd resp olika djup för värmekablar.

>> Specificera inte några data för inre värme

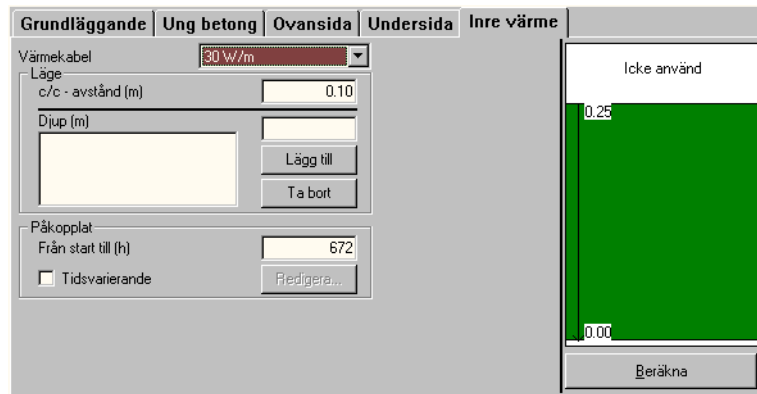


Fig. 2.7 Fliken Inre värme

2.4 Beräkning

Under samtliga flikar i fallfönstret finns det en knapp som heter **BERÄKNA**. Den används då man matat in sin fallbeskrivning och är redo att köra beräkningen.

>> Tryck på knappen Beräkna

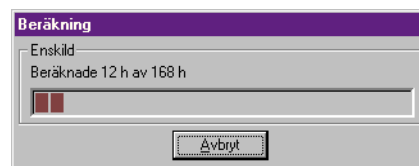


Fig. 2.8 Dialogruta Beräkning (för enskild beräkning)

Under pågående beräkning syns dialogrutan i fig. 2.8 på skärmen. Av den framgår hur stor del av beräkningen, som är avklarad. Den innehåller även en knapp för att avbryta pågående beräkning.

2.5 Utvärdering av resultat

Hett97 räknar fram en rad olika resultat. Programmet ger även en rad olika möjligheter att titta på resultaten. Efter utförd beräkning tar man fram fönster med de resultat man önskar. Detta kan ske med hjälp av menyn **VISA - NYTT RESULTATFÖNSTER - ENSKILD**. Där hittar man en rad olika listor, kurvdiagram och färgkartor som kan visas.

Det finns dock ett enklare sätt att ta fram dem. Man kan använda sig av knapparna i huvudfönstret och enklare menyer som finns under dem, se fig. 2.9.

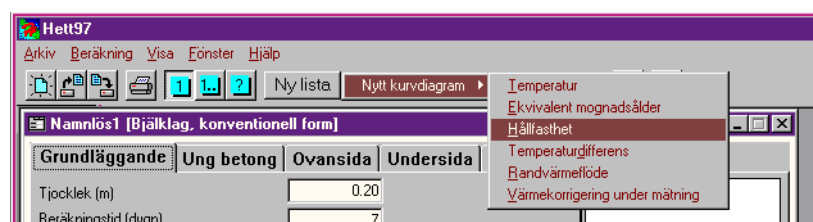


Fig. 2.9 Snabbmeny under knappen Nytt kurvdiagram

2.5.1 Kurvdiagram - hållfasthet

>> Ta fram kurvdiagram med hållfasthet

Diagrammet innehåller tre kurvor: min-, max- och medelhållfasthet i konstruktionen, se fig. 2.10 (diagrammet i figuren använder sig av svarta linjer med markering, Hett97 använder färg som standard). Här får man en grov bild av hur hållfasthetsnivåerna växer under härdningen.

Observera att dessa kurvor inte visar hållfastheten i några speciella punkter i konstruktionen. Det kan mycket väl vara så att olika delar av konstruktionen kan ha den maximala hållfastheten vid olika tidpunkter. För att se vilka hållfastheter man har på olika ställen i konstruktionen skall färgkarta användas, jämför med kapitel 2.5.2.

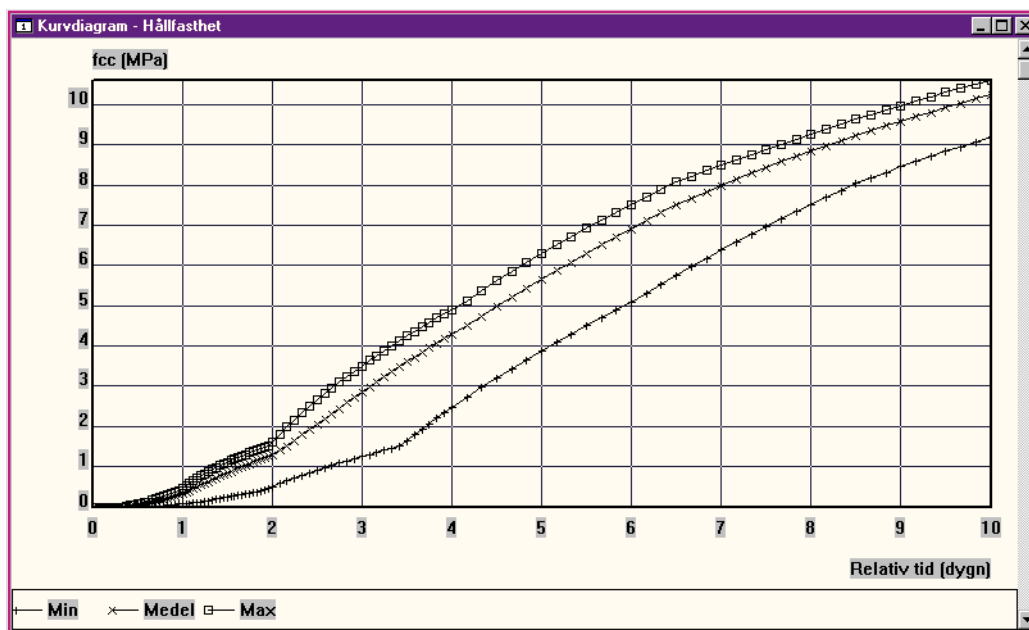


Fig. 2.10 Kurvdiagram - hållfasthet

Av diagrammet i fig. 2.10 framgår att hållfasthetstillväxten gått långsamt, 10.5 MPa som max efter 10 dygn. Som nästa steg i utvärderingen av resultaten, kan det vara lämpligt att försöka ta reda på varför.

2.5.2 Färgkarta - temperatur

>> Ta fram färgkarta med temperatur

Fig. 2.11 visar färgkartan med temperaturen. Längs med den horisontella axeln har vi tiden, längs med den vertikala djupet i bjälklaget. Färgkartan är färgsatt efter temperaturen och till höger om den finns en färgskala med tillhörande temperaturnivåer (här är den svart-vit, Hett97 använder färg som standard).

Av färgkartan framgår att temperaturen sjunker väldigt snabbt i hela konstruktionen till 0°C. Det är kanske inte så konstigt. Vi använder oisolerad form och ingen täckning när lufttemperaturen är 0°C och det blåser samtidigt.

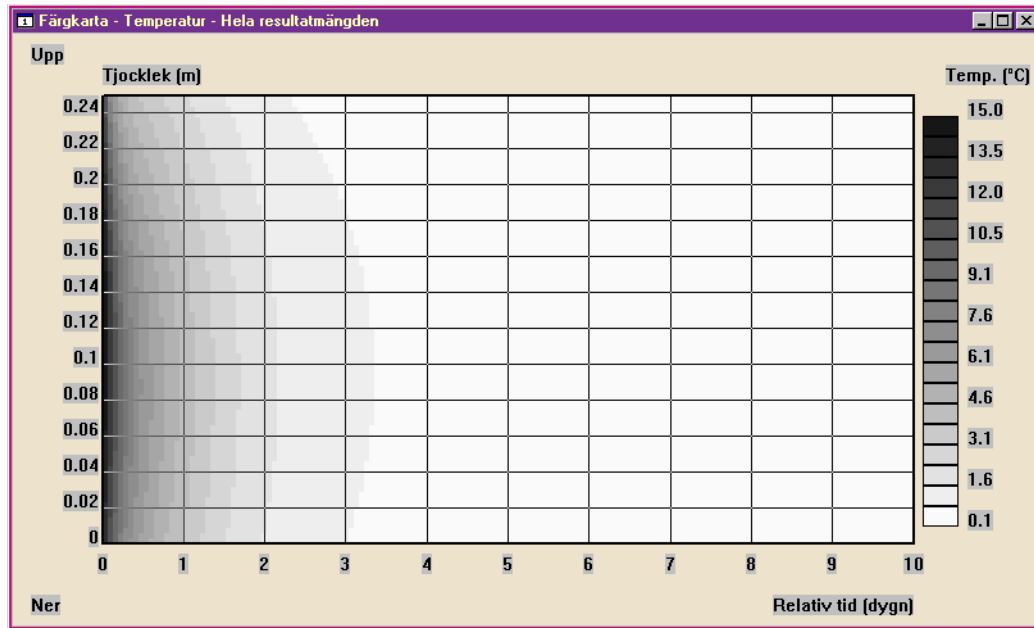


Fig. 2.11 Färgkarta - temperatur

2.5.3 Lista - nyckelvärden

Som sista steg i detta kapitel skall vi titta på en lista med nyckelvärden. Denna lista innehåller ett fåtal uppgifter som dock kan vara väldigt intressanta.

För att inte fylla skärmen med diagramfönster, kan man byta både värdetyp och presentationstyp i ett utdatafönster i stället för att ta fram ett nytt. Under menyn **VISA - PRESENTATION** hittar man tre presentationstyper varav en är markerad. Samma sak gäller menyn **VISA - VÄRDETYP**.



Det finns dock ett enklare sätt. I nästan varje fönster kan man trycka ned högra musknappen och få upp en snabbmeny. Den innehåller endast de undermenyer och kommandon från menyn **VISA** som gäller för fönstret i fråga.

- >> Se till att Du har färgkartan överst och att muspekaren (pilen) finns i utdatafönstret.
- >> Tryck ned högra musknappen och byt presentationssätt till Lista m h a snabbmenyn.
- >> Byt även värdetyp till Nyckelvärden.

	Värde
Glättningstid	16.75 (h)
Formrivningstid	Kunde inte riva
Sluthållfasthet, medel	10.3 (MPa)

Fig. 2.12 Lista - nyckelvärden

Listan med nyckelvärden, se fig. 2.12, innehåller tre uppgifter. En ganska sen glättningstid, en uppgift om att formen inte kunde rivas automatiskt resp en låg sluthållfasthet, dvs den hållfasthet som gäller vid slutet av beräkningen - i vårt fall 10 dygn efter gjutning. Orsaken till att formen inte går att riva är den låga hållfastheten.

2.6 Att spara fallet

Vi är inte riktigt färdiga med fallet i fråga, men det kan mycket väl hända att någon på arbetet kommer in i rummet, ställer en fråga och man måste gå ifrån datorn. Då kan det vara lämpligt att spara fallet på hårddisken för att sedan återvända till det.

Man sparar sitt fall med kommandot **SPARA** i menyn **ARKIV**. Om fallet inte varit sparat tidigare blir man tillfrågad om ett namn för fallet. Detta sker med dialogrutan i fig. 2.13. I den ges även möjlighet att byta mapp, dvs välja var på hårddisken fallet skall sparas.

- >> **Spara fallet under namnet LEKTION_1**
- >> **Avsluta Hett97**

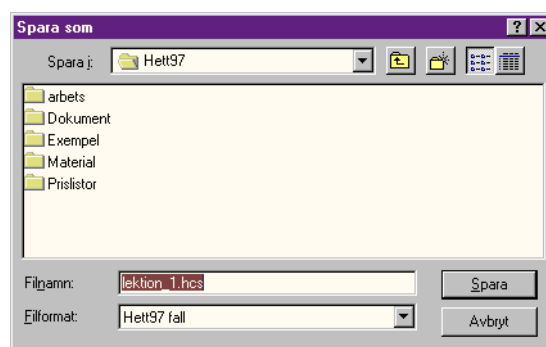


Fig. 2.13 Dialogrutan Spara som

Att spara fallet

3 Att arbeta med fallet

3.1 Att öppna ett sparat fall

För att studera ett gammalt fall eller fortsätta arbetet med oavslutat fall måste man öppna det sparade fallet. Detta görs med kommandot **ÖPPNA...** i menyn **ARKIV**. Dialogrutan i fig. 3.1 används. Där kan man bläddra sig fram till rätt ställe på hårddisken och öppna det önskade fallet.

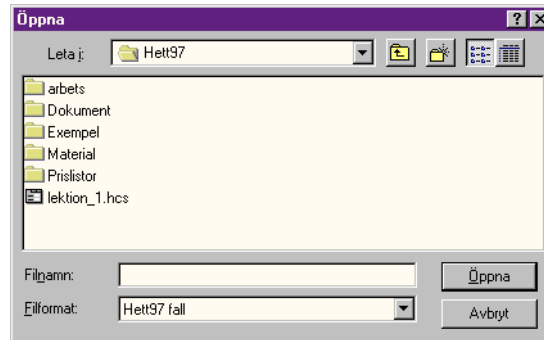


Fig. 3.1 Dialogruta Öppna

>> **Öppna fallet LEKTION_1 från förra kapitlet.**

3.2 Redigering av indata

Som bekant lyckades inte den tilltänkta gjutningen särskilt väl. Vi skall ändra arbetssättet något för att nå ett bättre resultat. Ändringar i den inmatade fallbeskrivningen utförs på samma sätt som vid den första inmatningen. Man tar fram rätt flik i fallfönstret och korrigerar någon uppgift. Sedan kan andra flikar tas fram och fler data ändras. Nu skall vi lägga till täckning på ovansidan och infravärme i kombination med intäckning av utrymmet under bjälklaget.

- >> **Koppla på infravärme under bjälklaget: 100 W/m² under alla 10 dygna dvs på vid 0 h och av vid 240 h.**
- >> **Sätt Ökning av lufttemp. under bjälklaget till 10°C.**
- >> **Sätt Vindstyrkan under bjälklaget till Vindstill.**
- >> **Ändra täckningen till högvärdig**
- >> **Se till att täckningen läggs på 1 h efter gjutning och tas av efter 4 dygn (dvs 96 h)**

Med högvärdig täckning menas täckning med t ex isolermatta, liggunderlag eller betongtäckmatta utan möjlighet för kall luft att komma in mellan betong och täckningsmaterial.

Observera att:

- infravärme ger en viss tillförd strålningseffekt, dvs ett visst antal W/m²
- intäckning av utrymmet under bjälklaget tar i regel bort vinden
- kombination av bägge ger även en höjning av lufttemperaturen

3.3 Ny beräkning

När man ändrat någon uppgift i fallbeskrivningen, försvinner alla beräkningsresultat automatiskt. Det är inte så konstigt ty resultaten gällde endast för fallbeskrivningen innan ändringen.



Har man något utdatafönster uppe, kan man se att fönstret blir tomt så fort resultaten försvinner. För att kunna utvärdera resultaten för det ändrade fallet får man köra en ny beräkning.

>> Kör en ny beräkning genom att trycka på knappen **Beräkna**

3.4 Utvärdering av fler resultat

3.4.1 Kurvdiagram temperatur

Först tittar vi snabbt på en grov bild av temperaturläget.

>> **Ta fram kurvdiagrammet med temperatur**

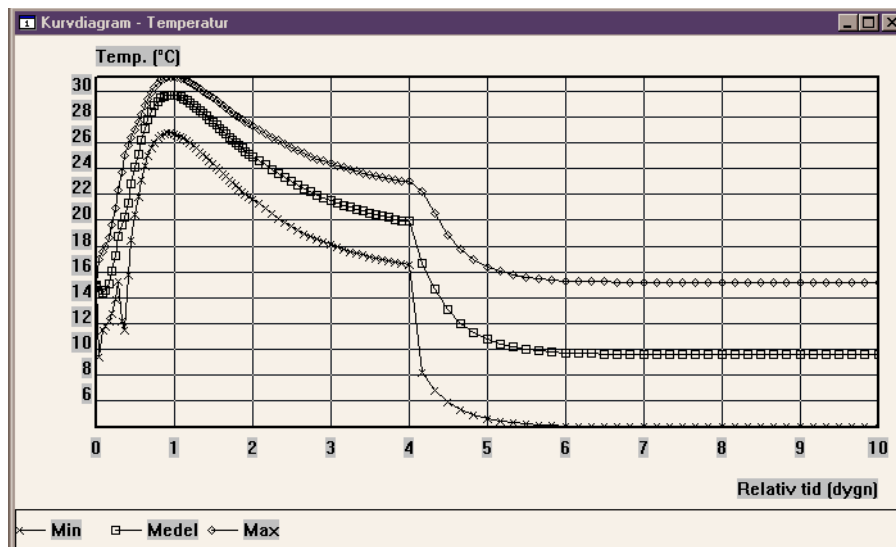


Fig. 3.2 Kurvdiagram temperatur

Vi ser att t o m minimikurvan har fått en tydlig topp på ca 30°C vid ett dygn. Det tyder på att härdningen kommit ordentligt igång, vilket är ett definitivt bättre resultat än tidigare.



Samtliga utdatafönster går att skriva ut. För att skicka ut fönstrets innehåll på skrivare används kommandot **Skriv ut** i menyn **Arkiv**. Man kan även trycka på den lilla knappen med en skrivare, precis under menyraden.



Har man en svart-vitt skrivare, kan färgkurvorna blir svåra att skilja åt. I snabbmenyn finns det möjligheter att byta linjeuppsättning till en sådan som inte använder färg.

>> **Byt linjeuppsättning med hjälp av snabbmenyns Linjeuppsättning - snabbval till Sv-vitt, heldragen, markering**

>> **Skriv ut diagrammet på skrivaren**

3.4.2 Lista - nyckelvärden, återbesök

>> **Byt presentationstyp i fönstret till lista**

>> **Byt värdetyp till nyckelvärden**

Nyckelvärden visar att vi inte behöver vänta lika länge på att få glätta. Formrivningen är dock fortfarande ett problem.

3.4.3 Färgkarta - temperatur, återbesök

- >> Byt presentationstyp till färgkarta
- >> Se till att den visar temperatur

Av bilden ser vi tydligare temperaturvariationen och hårdningen, än vad som var möjligt i kurvdiagrammet. Det kan också vara intressant att närmare studera en viss detalj i färgkartan. I början går temperaturen upp i nästan hela konstruktionen och för att nå sin topp inom ett dygn. Det finns dock en avvikelse från mönstret. Strax under ovansidan av betongen, precis i början av första dygnet finns det två temperatursänkningar - blåa fläckar i på skärmen som tyvärr syns litet dåligt i den svart-vita kartan i fig. 3.3.

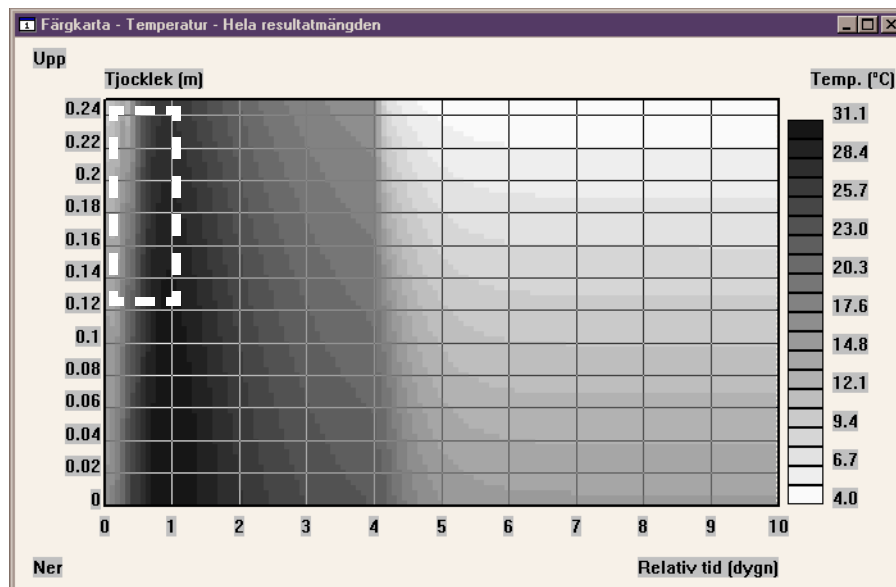


Fig. 3.3 Färgkarta, temperatur, med markerat förstöringsområde

För att se mer noggrant vad det är, använder man sig av förstöringsfunktionen i Hett97. Man markerar ett rektangulärt område som man vill se genom att:

- flytta muspekaren till ett av hörnen i den tilltänkta rektangeln
- hålla ned SHIFT-knappen och trycka ner musens vänstra knapp
- dra ut rektangeln som markeras
- släppa musknappen

- >> Förstora området motsvarande den markerade rektangeln i fig. 3.3
- >> Använd blädderkanter för att flytta det visade området längst upp och till vänster (dvs början av tiden resp ovansidan av bjälklaget)

I fig. 3.4 ser man något bättre vad fläckarna föreställer. Bägge två är temperatursänkningar som sedan försvinner. Man ser att de kallare områdena förflyttar sig först in i konstruktionen för att sedan flyttas ut igen. Detta är alltså en temporär nedkylning av bjälklagsytan, som når till ett visst djup.



Olika färgkartor, särskilt vid förstoringar, kan behöva olika antal färger för att informationen skall visas tydligt. Den röd-blåa paletten finns i tre utföranden i Hett97 - med 10, 20 resp 40 färgnyanser. Prova samtliga och bedöm själv vilken visar bäst vad som pågår.

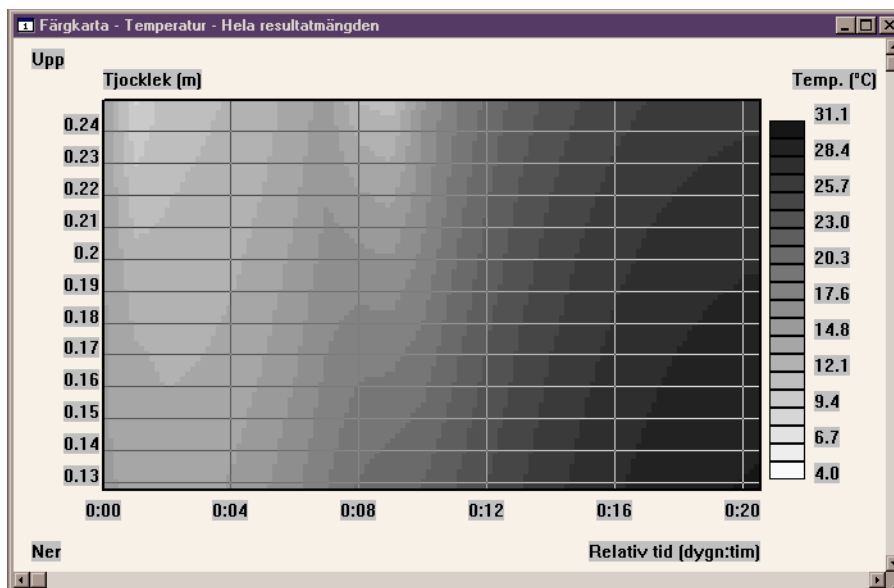


Fig. 3.4 Färgkarta, temperatur, förstoring

Den första fläcken motsvarar nedkylningen, som äger rum mellan gjutningsögonblicket och tidpunkten då täckning läggs på. Den andra fläcken är konsekvensen av att täckning tas bort under glättningen.

3.4.4 Kurvdiagram - värmeflöde över ränder

Ett annat bra verktyg för att få reda på vad som händer i konstruktionen är kurvdiagrammet med värmeflöde över ränderna.

>> Ta fram kurvdiagram, värmeflöde över ränder

Diagrammet innehåller kurvor som visar hur mycket värme som kommer in (positiva värden) eller lämnar konstruktionen (negativa värden) över dess stora ytor. Detta är ett perfekt verktyg för att "jaga" ställen där man förlorar värme. I fig. 3.5 syns tre tillfällen då ovansidan kyls ner. De första två är samma som på färgkartan tidigare. Den tredje, vid fyra dygn, är en effekt av att täckningen tas bort efter 96 timmar, dvs 4 dygn.

Det kan vara värt att notera hur mycket värme konstruktionen förlorar, vid väderleken i fråga, innan den täcks. 240 W/m² i effektivt utflöde motsvarar drygt 700 W/m² i installerad gasolinfra, om man skall återställa värmeförlusten. Vad skulle det kosta att jaga samma värme in i konstruktionen igen? Det kan vara en bra idé att snabba på med täckningen och hushålla bättre med de 15°C man har i betongen från början.

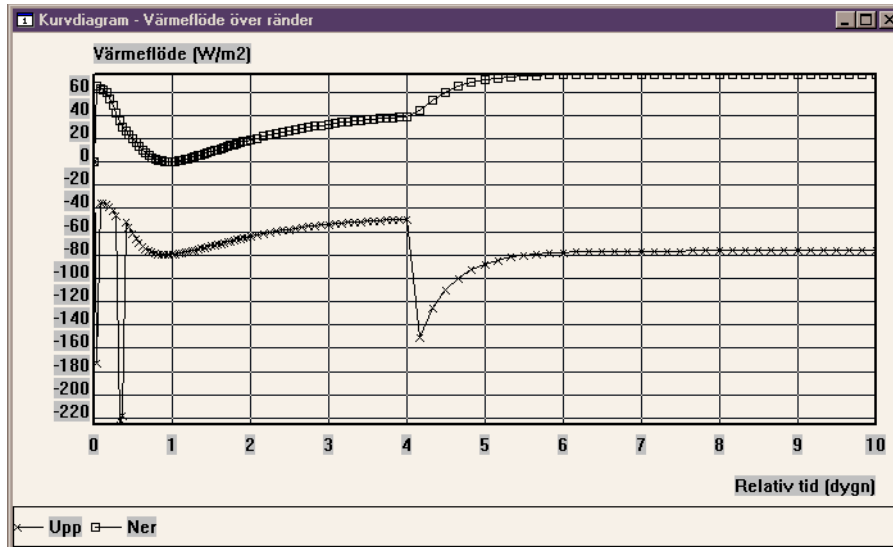


Fig. 3.5 Kurvdiagram, värmefflöde över ränder

3.5 Att spara under ett nytt namn

Nu är det dags att spara fallet igen. Vi har inte löst alla problem, men resultaten är ändå bättre än tidigare. Om man sparar fallet som det är, kommer de gamla data på hårddisken att skrivas över. Vill man behålla dessa får man spara fallet under ett nytt namn. För det används kommandot **SPARA SOM...** i menyn **ARKIV**.

>> Spara fallet under ett nytt namn: **LEKTION_2**

Att spara under ett nytt namn

4 Jämförelse av olika lösningar

4.1 Vad är arbetsläge serieberäkning?

I kapitel 2 matade vi in en beskrivning av en tilltänkt gjutning, utförde en beräkning och insåg att det blev inte tillräckligt bra. I kapitel 3 vidtog vi några åtgärder, dvs förändrade arbetssättet och räknade igen. Resultatet blev bättre men inte fullt godkänt. Man kan naturligtvis fortsätta med att ändra någon variabel åt gången och kontrollera resultatet genom beräkning. Det finns dock verktyg i Hett97 som underlättar en sådan process. Programmet kan hantera rader av förändringar i någon eller några variabler i ett svep.

Hett97 arbetar alltid i ett av tre möjliga arbetsläge. Detta åskådliggörs m h a tre knappar precis under menyraden, se fig. 4.1. En av dem är nedtryckt åt gången. När man skapar ett nytt fall, arbetar programmet alltid i läge *enskild beräkning*. Arbetsläget fungerar som så att man matar in en beskrivning av sitt fall, kör en beräkning (motsvarande ett härdningsförlopp) och tittar på resultaten därav. Det är precis vad vi gjort i de två föregående kapitlen.

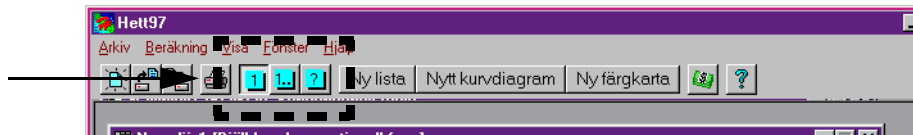


Fig. 4.1 Knappar som styr Hett97:s arbetsläge

Nu är det dags att titta närmare på det andra arbetsläget - *serieberäkning*. I det läget tillåter Hett97 oss mata in flera uppgifter för en eller flera variabler. Man kan t ex uppge två betongrecept, tre olika former etc. Programmet räknar sedan på olika kombinationer av dessa och sammanställer resultaten så att man lätt kan jämföra t ex formrivningstider för de olika lösningarna.

```
>> Öppna fallet LEKTION_2
>> Återställ läget under bjälklaget till
>> * Ökning av lufttemp. = 0°C
>> * Vindstyrka = Blåst
>> * Infra, effekt = 0 W/m2
>> Byt arbetsläge till serie genom att trycka på knappen 1...
```

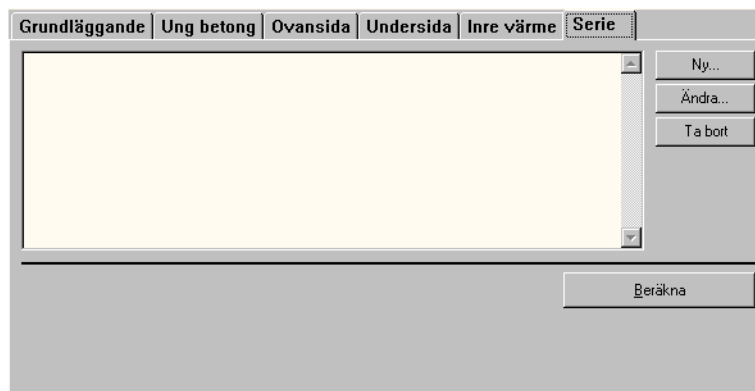


Fig. 4.2 Fliken Serie

Som framgår av fig. 4.2, lägger Hett97 till en ny flik i fallfönstret.

4.2 Att skapa en alternativlista

För att beskriva olika alternativ för en eller flera variabler använder man sig av alternativlistor. Varje alternativlista beskriver någon slags variation i t ex arbetssätt. För att skapa en ny alternativlista används knappen **NY...** under fliken **SERIE**.

>> **Tryck på knappen Ny... under fliken Serie**

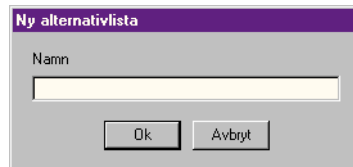


Fig. 4.3 Dialogruta Ny alternativlista

När man skapar en ny alternativlista måste man ge den ett namn. Det är klokt att namnge listan på ett sådant sätt att man vid en senare tidpunkt begriper av namnet vad alternativlistan kan tänkas innehålla.

>> **Mata in namnet "åtgärder under bjälklaget" och tryck på Ok**

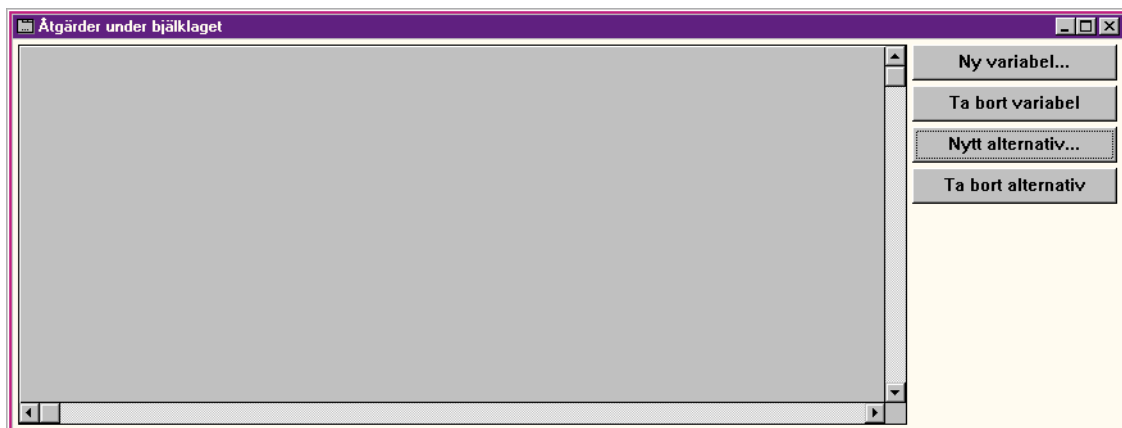


Fig. 4.4 Fönster för hantering av alternativlista

Fönstret i fig. 4.4 används vid hantering av alternativlistor. Där finns det en tabell - den är tom just nu och ser ut som en grå rektangel med bläddringskanter. Det finns även fyra knappar i fönstret. Dessa används för att lägga till resp ta bort variabler och alternativ i listan.

4.2.1 Att lägga till variabler

>> **Tryck på knappen Ny variabel**

Dialogrutan i fig. 4.5 syns nu på skärmen. Här väljer man vilken variabel man vill lägga till i alternativlistan. Variablernas namn består av två delar - namnet på fliken under vilken variabeln finns och namnet på själva variabel. Vissa variabler uppträder under flera än en flik och man skall enkelt kunna skilja på t ex lufttemperatur på ovan- resp undersidan av bjälklaget.

>> **Markera Undersida.Form och tryck på Ok**

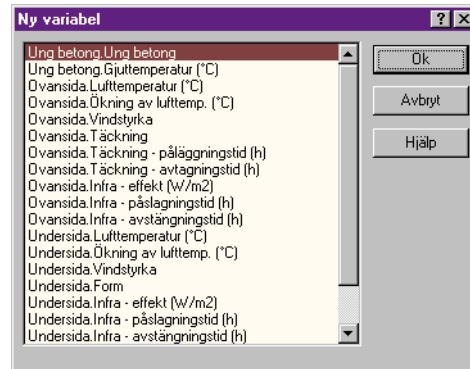


Fig. 4.5 Dialogruta Ny variabel

Nu börjar tabellen se ut som en tabell. Den innehåller en variabel (en rad i tabellen) och fem alternativ (fem kolumner i tabellen). Alla alternativen syns kanske inte på skärmen samtidigt men genom att bläddra i tabellen m h a bläddringskanterna kan man titta på olika delar av tabellen.

En ny alternativlista innehåller alltid fem alternativ från början och inga definierade variabler. Vi har redan definierat en variabel och ser att de fem alternativen egentligen är samma dvs Plywood 12mm, oisolerad.

4.2.2 Specifikation av olika alternativ

Man ändrar på ett enskilt alternativ genom att dubbelklicka på det.

>> **Dubbelklicka på värdet (vita rutan) för alternativ 2.**

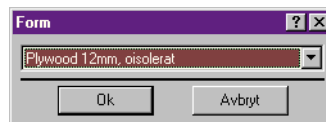


Fig. 4.6 Dialogruta för redigering av alternativ för form

En liten dialogruta, se fig. 4.6, uppenbarar sig på skärmen. Här väljer man värdet för en viss variabel och ett visst alternativ.

>> **Välj Plywood 12mm, isolerad och tryck på Ok**

Vi ser att värdet för det andra alternativet har förändrats i tabellen.

>> **Ändra värdet för alternativ 3 till Plywood 12mm, väl isolerad**

Nu har vi tre bra alternativ och vi nöjer oss med detta. För att ta bort alternativ 4 och 5 används knappen **TA BORT ALTERNATIV**. Knappen tar alltid bort det sista alternativet.

>> **Ta bort alternativ 4 och 5 genom att trycka på knappen Ta bort alternativ två gånger**

Nu är alternativlistan färdig, jämför med fig. 4.7, och det är dags för den första serieberäkningen.

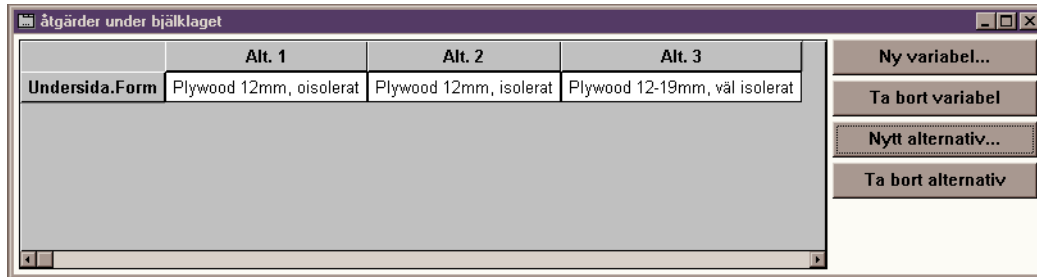


Fig. 4.7 Alternativlista Åtgärder under bjälklaget

>> Stäng fönstret med alternativlistan genom att trycka på dess stängningsknapp i det övre högra hörnet.

Det kan nämnas att alternativlistans namn finns nu under fliken **SERIE** och alternativlistans fönster går att plocka fram igen om man skulle vilja ändra något i det.

4.3 Beräkning i arbetsläget serie

>> Kör igång beräkningen genom att trycka på knappen **Beräkna**

Under en serieberäkning ser vi en dialogruta som innehåller fler kontroller än vid enskild beräkning, se fig. 4.8.

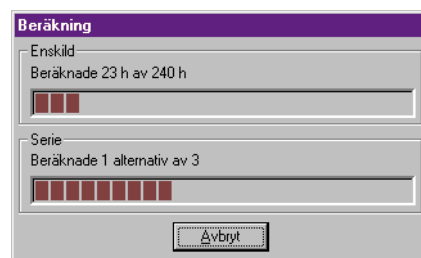


Fig. 4.8 Dialogruta Beräkning under en serieberäkning

Dels visas i rutan hur långt en viss enskild beräkning har gått - samma som under enskild beräkning. Dels visas det också hur många enskilda beräkningar som utförts av hur många totalt. Vi har definierat tre olika formalternativ och följaktligen gör Hett97 automatiskt tre enskilda beräkningar för att ta reda på skillnaderna i härdningsförloppen - det är just det som är en serieberäkning.

4.4 Resultatjämförelse

Hälften av vitsen med serieberäkningar har vi redan sett - man definierar ett gäng alternativ och Hett97 räknar på en gång på alla av dem. Det andra hälften handlar om presentation av resultatet. Vid enskild beräkning arbetade vi med en typ av utdatafönster. Den kunde innehålla listor, kurvdiagram eller färgkartor för en rad olika värden. Vid serieberäkning har vi att göra med en helt annan typ av utdatafönster. Fönstret i fråga innehåller en tabell där ett specifikt värde för alla enskilda beräkningar, som ingår i serien, jämförs. Precis som tidigare kan detta fönster ha olika innehåll dvs presentera en rad olika specifika värden.

4.4.1 Glättningstid

>> Skapa ett utdatafönster för serieberäkning genom menyval Visa - Nytt resultatfönster - Serie - Glättningstid

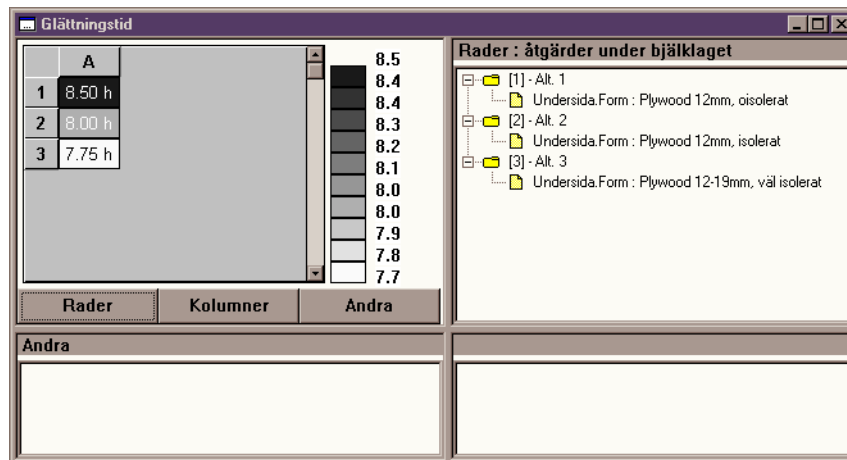


Fig. 4.9 Fönster Glättningstid vid serieberäkning

Resultatfönstret är delat i fyra områden. Det övre vänstra innehåller en tabell med det specifika värdet som skall studeras - i vårt fall glättningstid. Tabellen innehåller direkta sifferuppgifter samt en färgsättning efter värdet i fråga.

De övriga områdena används för att beskriva vad som är vad i tabellen. Just nu används endast ett av dem, eftersom endast en alternativlista är definierad och tabellen innehåller tre olika värden - ett per rad. I det högra övre området syns en lista som förklarar vilken alternativlista som åskådliggörs m h a raderna i tabellen och vilka alternativ som motsvarar vilka rader.

Vi ser alltså hur glättningstiden i vår gjutning påverkas av isoleringen under bjälklaget. Man kan i och för sig gissa sig fram till att bättre isoleringsgrad medför kortare glättningstid men tabellen visar även hur mycket. Vi ser att skillnaden i väntetid på glättningen inte blir så stor - vi vinner bara en halvtimme på att isolera och ytterligare en kvart på att eliminera köldbryggor i isoleringen. Det är kanske inte så konstigt - åtgärden genomförs under bjälklaget och därifrån är det 25 cm betong till ytan som skall glättas.

4.4.2 Formrivningstid

Precis som vid resultatfönster för enskilda beräkningar kan man öppna fler fönster för seriejämförelse eller (om man inte önskar fylla skärmen med fönster) byta innehåll i det aktuella fönstret.

>> Byt innehåll i resultatfönstret för serieberäkning m h a snabbmenyn till Formrivningstid

Fönstret visar nu en tabell med tre rutor, som innehåller ett streck i stället för en uppgift om formrivningstiden. Det betyder att formrivningen inte har skett - konstruktionen uppnådde inte den föreskrivna formrivningshållfastheten i något av fallen.

4.4.3 Tid för viss hållfasthet

>> **Byt innehåll i resultatfönstret för serieberäkning m h a snabbmenyn till Tid för viss hållfasthet**

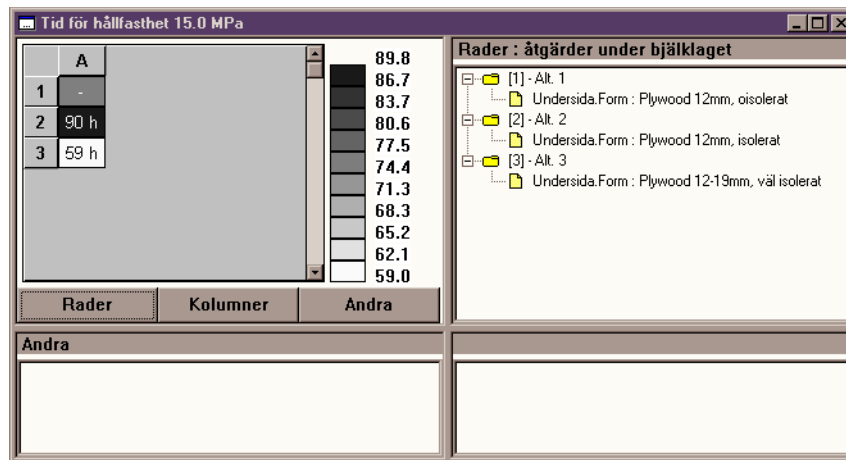


Fig. 4.10 Fönster Tid för viss hållfasthet, vid serieberäkning

Detta fönster visar hur lång tid det krävs för att uppnå en föreskriven hållfasthet i de olika beräkningarna. 15 MPa används som standard men det går alldeles utmärkt att ändra på det värdet genom kommandot **INNEHÅLL...** i menyn **VISA** eller snabbmenyn.

4.5 Detaljer för en viss lösning

Hittills har vi jämfört nyckelvärden för beräkningarna i hela serien. Är man intresserad att titta på något mer omfattande resultat för en specifik beräkning i serien t ex färgkarta med temperatur för alternativ 2, dubbelklickar man på resultatrutorna i tabellen som motsvarar den önskade beräkningen.

>> **Dubbelklicka på ruta A2**

Nu utförs den enskilda beräkningen, för alternativet i fråga, igen. Hett97 lagrar inte samtliga resultat från samtliga enskilda beräkningar inom en serie av det enkla skälet, att vid omfattande serieberäkningar skulle det krävas på tok för mycket minne för detta. När dialogrutan för enskild beräkning är borta, finns resultaten för den valda enskilda beräkningen tillgängliga och man kan titta på dem med samma utdatafönster som vid en normal enskild beräkning.

>> **Öppna ett resultatfönster med färgkarta, temperatur.**

Vi känner antagligen igen oss i detta resultatfönster. Det går också att titta på samtliga andra resultat för den enskilda beräkningen i fråga, som vi gjorde i kapitel 2 och kapitel 3.

>> **Låt färgkartan vara kvar på skärmen och ta upp serieresultatfönstret, som ligger under den.**

>> **Dubbelklicka på ruta A3**

Vad som händer nu är att den enskilda beräkningen bakom ruta A3, dvs alternativet med väl isolerad form, utförs. Därefter uppdateras samtliga resultatfönster för enskild beräkning - i vårt

fall färgkartan. Så gör man alltså när man vill detaljstudera en annan enskild beräkning ur serien.

4.6 Att spara under ett nytt namn

>> `Spara fallet under ett nytt namn: LEKTION_3`

Att spara under ett nytt namn

5 Jämförelse av flera lösningar

5.1 Inre värme

I förra kapitlet stiftade vi bekantskap med serieberäkningar. Vi testade vad olika formisoleringsgrader medförde för bjälklaget och vi kom inte ända fram - vi når fortfarande inte den önskade formrivningshållfastheten under de första tio dyggen och vi får vänta ganska länge med glättningen. Nu är det dags att göra en mer avancerad serieberäkning och hitta några lösningar på vårt gjutningsproblem.

- >> **Öppna fallfilen LEKTION_3**
- >> **Ta fram fliken Inre värme**

Nu skall vi skapa förutsättningar för att använda värmekabel i en av alternativlistorna i den kommande beräkningen. Det enklaste sättet är att definiera samtliga förutsättningar i fliken utom avstängningstiden, som specificeras sedan inom ramen för alternativlistan.

- >> **Välj 35 W/m som värmekabel**
- >> **Välj 0.10 m som c/c-avstånd**
- >> **Lägg in en "matta" med sådana kablar 0.05 m över underkanten på bjälklaget genom att skriva in 0.05 i den lilla rutan precis över knappen Lägg till och trycka sedan på just denna knapp.**

Nu ser vi dels att 0.05 har dykt upp som definierat djup i listan, dels att kablarna också visas på bilden. För samtliga typfall, utom pelare, hanterar Hett97 värmekabel som "mattor" i hela konstruktionen. Men kan lägga in flera sådana på olika djup om man så önskar, dock är man begränsad till samma typ av värmekabel och samma c/c-avstånd för alla sådana "mattor" i ett fall.

För att Hett97 överhuvudtaget skall kunna ta med värmekabel i beräkningen måste åtminstone en "kabelmatta" läggas ut på något djup. Om inga djup är definierade, spelar det ingen roll vad de andra variablerna under fliken **INRE VÄRME** har för värden - inga värmekablar tas med i beräkningen.

Med tanke på att Hett97 för samtliga typfall, utom pelare, räknar endast på temperaturvariation i tjockleksriktningen i konstruktionen måste några varningens ord ges om val av c/c-avstånd. Den endimensionella temperaturberäkningen fungerar väl om c/c-avstånd är något mindre till mycket mindre i förhållande till konstruktionens tjocklek. Om c/c-avståndet är av samma storleksordning eller större, kan väsentliga skillnader mellan beräknade temperaturer och verkliga temperaturer i betongen uppkomma. Hett97 presenterar endast en temperatur för djupet i fråga (i färgkartan) men den temperaturen gäller endast som en snitttemperatur för det djupet. I närheten av värmekablar kommer det i praktiken att bli varmare och precis mitt emellan dem kallare än vad Hett97 kommer fram till.

5.2 Redigering av en alternativlista

- >> **Ta fram fliken Serie**
- >> **Dubbelklicka på Åtgärder under bjälklaget i listan**



Vi ser det numera bekanta fönstret med alternativlistan från förra kapitlet. Nu är det dags att ändra litet i den. Dels skall vi definiera fyra olika alternativ, dels skall vi koppla in fler variabler för att göra våra åtgärder något mer avancerade.

- >> **Lägg till ett alternativ genom att trycka på knappen Lägg till alternativ**
- >> **Behåll form som den första variabeln och lägg till:**
- >> *** Undersida.Ökning av lufttemp.**
- >> *** Undersida.Vindstyrka**
- >> *** Undersida.Infra - effekt**
- >> *** Inre värme.Värmekabel - avstängningstid**

Nu skall vi ändra valen i de olika alternativen så att alternativ 1 motsvarar ursprungsfallet utan några åtgärder, alt. 2 kör infravärme med intäckning (se kapitel 3.2), alt. 3 och 4 använder däremot inre värme under de första 96 timmarna med isolerad resp väl isolerad form.

	Alt. 1	Alt. 2	
Undersida.Form	Plywood 12mm, oisolerat	Plywood 12mm, oisolerat	P
Undersida.Ökning av lufttemp. (°C)	0 °C	10 °C	
Undersida.Vindstyrka	Blåst	Vindstill	
Undersida.Infra - effekt (W/m2)	0 W/m2	100 W/m2	
Inre värme.Värmekabel - avstängningstid (h)	0 h	0 h	

Fig. 5.1 Alternativlista Åtgärder under bjälklaget, alternativ 1 och 2

	Alt. 3	Alt. 4	
Undersida.Form	Plywood 12mm, isolerat	Plywood 12-19mm, väl isolerat	
Undersida.Ökning av lufttemp. (°C)	0 °C	0 °C	
Undersida.Vindstyrka	Blåst	Blåst	
Undersida.Infra - effekt (W/m2)	0 W/m2	0 W/m2	
Inre värme.Värmekabel - avstängningstid (h)	96 h	96 h	

Fig. 5.2 Alternativlista Åtgärder under bjälklaget, alternativ 3 och 4

- >> **Ändra de enskilda alternativen så att de ser ut som i fig. 5.1 resp fig. 5.2**

Det vi gjort just nu kräver en viss förklaring. I kapitel 4 använde vi alternativlistan till att beskriva en enkel åtgärd - vi ändrade bara formen. Till det behövde vi bara en variabel - *Undersida.Form*. Nu har vi gått ett steg längre. Vi använder alternativlistan till att beskriva mer komplicerade åtgärder som berör flera variabler. Hett97 kommer under beräkningen att ändra i de fem variablerna samtidigt, enligt föreskrivna alternativ. I kapitel 4 motsvarade alt. 1 endast oisolerad plywood, alt. 2 isolerad plywood etc. Nu motsvarar alt 1. hela den första kolumnen i tabellen, alt. 2 hela den andra kolumnen etc.

- >> **Stäng fönstret med alternativlistan Åtgärder under bjälklaget**

5.3 Fler alternativlistor

Hittills har vi tittat på en serieberäkning baserad på en alternativlista. Den innehöll lika många enskilda beräkningar som antalet alternativ i alternativlistan. Hett97 klarar av mycket mer än så. Nu skall vi göra en serieberäkning mer tre alternativlistor. En har vi redan färdigställt i kapitel 5.2.

- >> Skapa en ny alternativlista med namn: Åtgärder på ovansidan.
- >> Koppla på variabeln Ovansida.Täckning - påläggningstid
- >> Definiera endast tre alternativ (dvs ta bort två, tabellen har fem från början) enligt fig. 5.3

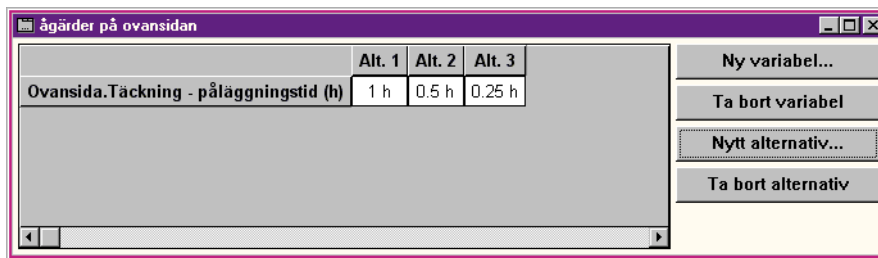


Fig. 5.3 Alternativlista Åtgärder på ovansidan

- >> Stäng fönstret med alternativlistan Åtgärder på ovansidan.
- >> Skapa en ny alternativlista med namn: Betong.
- >> Koppla på variabeln Ung betong.Ung betong
- >> Definiera endast tre alternativ enligt fig. 5.4

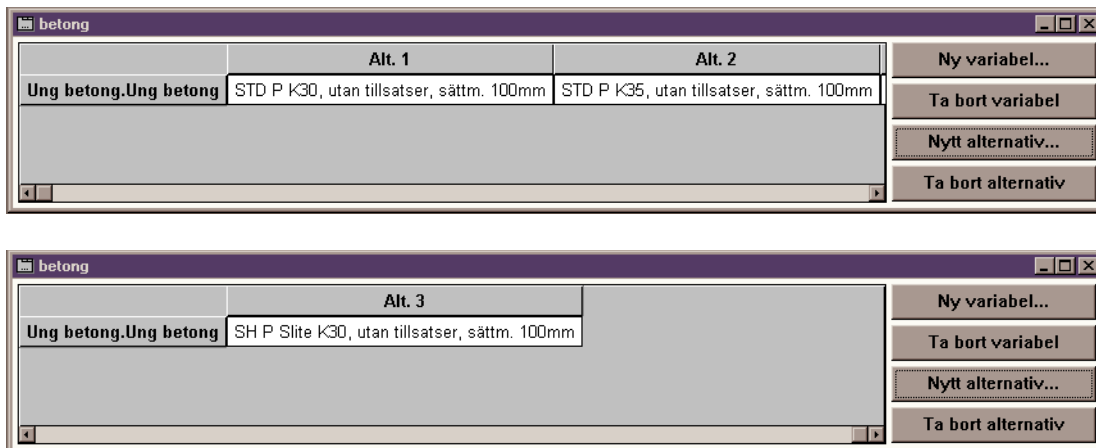


Fig. 5.4 Alternativlista Betong

5.4 Ny beräkning

Innan vi kör igång beräkningen skall vi fundera litet på vad som kommer att hända. Vi har tre alternativlistor definierade. De har 4, 3 resp 3 alternativ definierade. Hett97 kommer att räkna på samtliga kombinationer av dessa alternativ dvs utföra totalt 36 enskilda beräkningar. Vi kommer sedan att få se konsekvenser av varje kombination av någon åtgärd på undersidan, någon åtgärd på ovansidan resp någon vald betong.

- >> Kör igång beräkningen.
- >> (Tips! Hämta nytt kaffe, det här tar en liten stund)

5.5 Resultatjämförelse

5.5.1 Formrivningstid

>> Ta fram serieresultatfönstret med formrivningstid

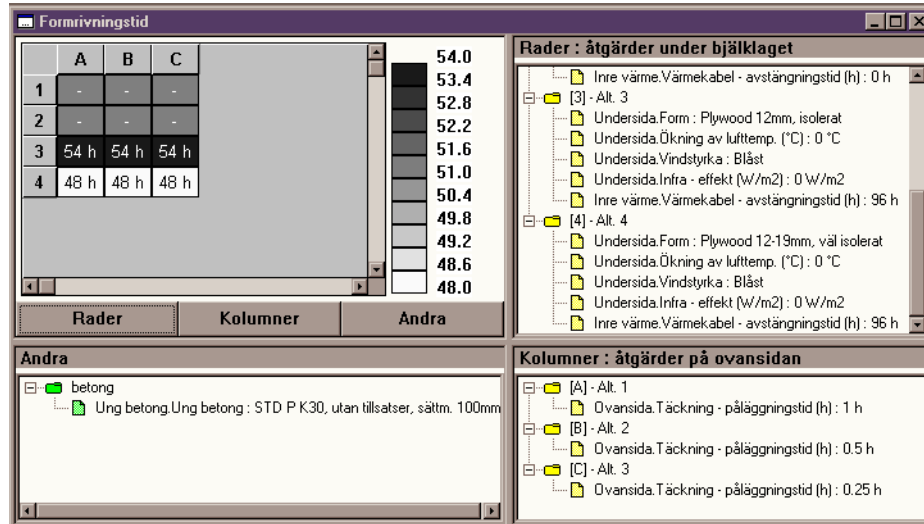


Fig. 5.5 Resultatfönster, serie, formrivningstid

Samtliga fyra områden i fönstret innehåller nu något. Områden till höger beskriver vad raderna resp kolumnerna i tabellen betyder. Formrivningstiden i cell B3 är en konsekvens av kombinationen mellan alternativ 3 i alternativlistan *Åtgärder under bjälklaget* (jämför med den högra övre listan *Rader*) och alternativ B i alternativlistan *Åtgärder på ovsidan* (jämför med den högra nedre listan *Kolumner*).

Här inställer sig dock en fråga - vad händer med den tredje alternativlistan *Betong*? Tabellen kan tyvärr inte visa fler än två alternativlistor åt gången - raderna visar den ena, kolumnerna den andra. Vad man får göra med den tredje alternativlistan, är att man får välja ett alternativ ur den. Detta har redan skett automatiskt. Den vänstra nedre listan i fönstret, *Andra*, visar just de alternativlistorna som "blivit över" (i vårt fall en - *Betong*) och även vilka alternativ de för tillfället är låsta på. Detta betyder att cellerna i tabellen innehåller resultat för olika alternativ ur de två första alternativlistorna, enligt beskrivning ovan, i kombination med alternativen i listan *Andra*. Hela tabellen gäller alltså endast för *STD P K30*. Har man alltså definierat fler än två alternativlistor, får man titta endast på två åt gången i resultatfönstret. Resten får man "låsa fast" i var sitt alternativ.

5.5.2 Att välja värde för alternativlistor som inte visas

Vill vi titta på resultaten för de andra betongvalen, kan vi välja att låsa fast den tredje alternativlistan i ett annat alternativ än *STD P K30*. Under knappen **ANDRA** finns en meny med namnen på de olika alternativlistorna som menykommandon.

- >> Tryck på knappen **Andra**
- >> Välj alternativlistan **Betong** ur menyn
- >> Markera alternativ 2 i dialogrutan som kommer upp på skärmen och tryck på **Ok**.

Nu ser vi samma tabell fast för *STD P K35*. Formrivningstiderna har blivit kortare.

5.5.3 Att välja alternativlista för rader/kolumner

Ett litet tips kan vara på plats här. Det lönar sig att fundera litet på vilken typ av resultat man studerar och vilka alternativlistor man har i tabellen. I vårt fall kommer alternativlistan *Åtgärder på ovansidan* inte ge särskilt stor skillnad i formrivningstiderna - det syns rätt tydligt om man tittar på tabellen. De olika kolumnerna innehåller för samma rad nästan samma värde. Vi kan däremot förvänta oss större skillnader på olika betongval. Det skulle alltså vara mer intressant att se alternativlistan *Betong* visad i form av olika kolumner. Vi skall nu tala om det för Hett97:

- >> Tryck på knappen **Kolumner**.
- >> Välj **Betong** ur menyn.

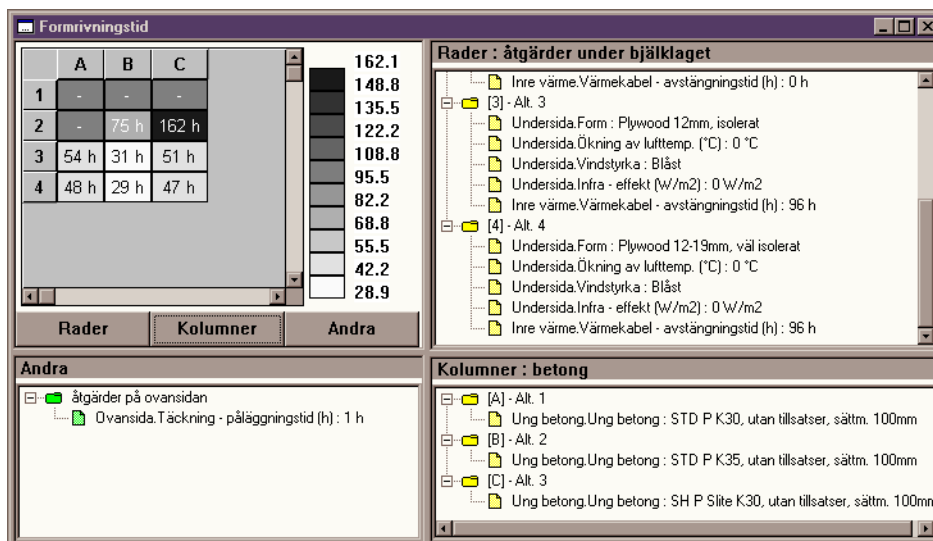


Fig. 5.6 Resultatfönster, serie, formrivningstid

Nu ser vi en mer innehållsrik tabell. De olika raderna motsvarar fortfarande olika åtgärder under bjälklaget, men kolumnerna visar nu olika betongval. Vi kan också se att alternativlistan *Åtgärder på ovansidan* finns nu i listan *Andra* och är fastlåst i alternativet: *täckning på vid 1 h*.

Av tabellen framgår nu mer tydligt vilka konsekvenser får olika betongval, i kombination med olika uppvärmningsåtgärder, för formrivningstiderna. Vi har sju olika lösningar som möjliggör formrivning senast efter fyra dygn. Väljer vi den bästa av dem, kan vi riva formen redan efter 29 timmar.

5.5.4 Glättningstid

Vi säger att vi nöjer oss med formrivning senast vid fyra dygn och att lösningarna med värmekabel tilltalar oss mest, men vi vill också kunna glätta snabbt.

- >> Byt innehåll i fönstret till **Glättningstid** m h a snabbmenyn.
- >> Byt alternativlistan för raderna i tabellen till **åtgärder på ovansidan** m h a knappen **Rader**.
- >> Lås fast alternativlistan **Åtgärder under bjälklaget** i alternativ 3.

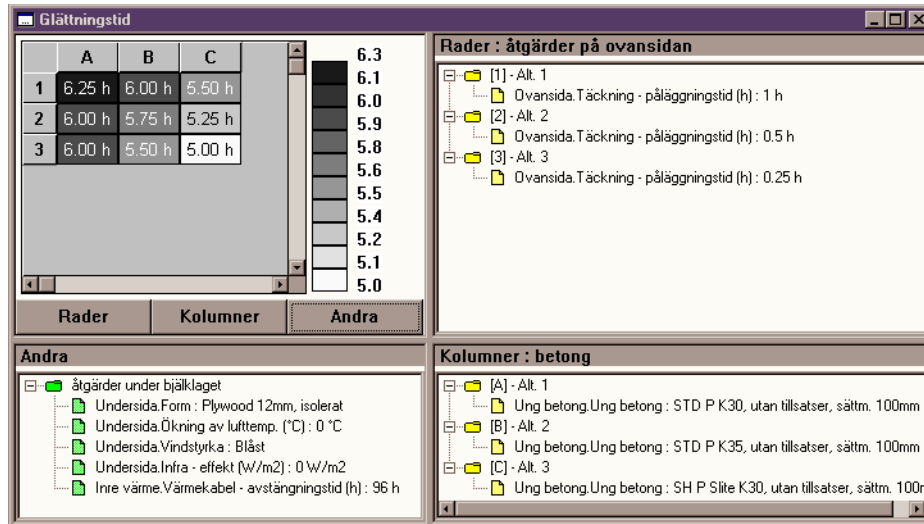


Fig. 5.7 Resultatfönster, serie, glättning

Här ser vi sambandet mellan glättningstiden och dels olika betongval, dels hur snabbt vi täcker. Snabb täckning ger tydligen olika utdelning beroende av betongen - SH P klarar sig “nästan” själv, STD P vill gärna ha “lite hjälp”.

>> **Lås fast alternativlistan Åtgärder under bjälklaget i alternativ 4.**

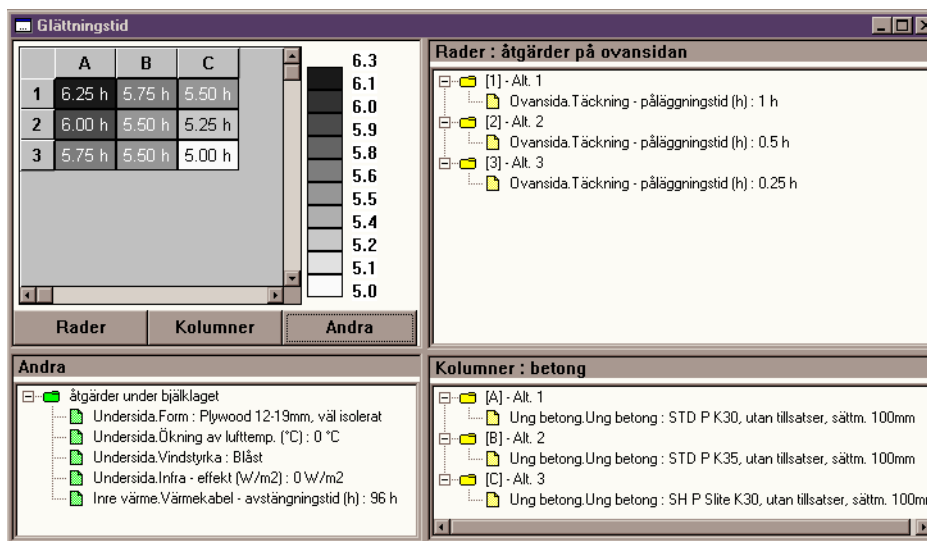


Fig. 5.8 Resultatfönster, serie, glättning

Skillnaden mellan isolerad och väl isolerad form ger inga större skillnader i glättningstid, vilket är föga överaskande eftersom isoleringen sitter på undersidan av bjälklaget. Den kortaste glättningstiden är fortfarande på 5 timmar. I kapitel 7 skall vi se vad som krävs för att gå ner till 4 timmar.

>> **Spara fallet under ett nytt namn: LEKTION_4**

6 Att ställa en enkel fråga

6.1 Vad är arbetsläge fråga?

Sedan tidigare kapitel känner vi redan till två av Hett97s arbetslägen - *enskild* resp *serieberäkning*. Nu skall vi titta på det tredje och sista - *fråga*. I detta arbetsläge, precis som namnet säger, ställer man frågor till Hett97.

Man börjar med att ge en fullständig fallbeskrivning, som man vet inte löser gjutningsproblemet - i praktiken kör man en enskild beräkning, inser att det går åt skogen, byter arbetsläge till *fråga* och arbetar utifrån beskrivningen av den misslyckade härdningen. Därefter definierar man vad som menas med en lyckad härdning, dvs ett eller flera krav som skall uppfyllas av resultaten. Slutligen talar man om vilken eller vilka variabler Hett97 får själv ändra i. Dessa variabler kallas då för fria variabler.

Under en beräkningen i frågeläget utgår Hett97 från det misslyckade fallet, ändrar litet i en fri variabel, räknar och kontrollerar resultaten. Om de inte uppfyller kraven, ändrar programmet värdet för variabeln litet till, räknar och kontrollerar igen. Denna avsökning avslutas när Hett97 hittat en lösning som uppfyller samtliga krav eller när programmet inser att det inte går att hitta en sådan. Som resultat får man ett svar för varje fri variabel - det första värdet som duger eller meddelandet att det inte går.

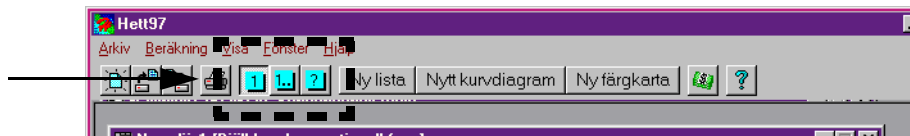


Fig. 6.1 Knappar som styr Hett97:s arbetsläge

Vi nämnde redan att arbetsläget i Hett97 styrs m h a de tre knapparna i fig. 6.1. De första två har vi redan använt. Den tredje, dvs den med frågetecknet, motsvarar arbetsläget *fråga*.

Som vi redan nämnt, är det enklast att utgå från en enskild beräkning med dåliga resultat.

```
>> Öppna fallfilen LEKTION_2
>> Byt arbetsläge till fråga m h a knappen med frågetecknet, se
    fig. 6.1.
```

6.2 Specifikation av krav

Vi utgår från vår andra enskilda beräkning, jämför med kapitel 3. Den innehöll infravärme under bjälklaget, god intäckning (vilket höjde lufttemperaturen och fick bort blåsten) och täckning på ovansidan. Resultaten blev visserligen bättre med dessa åtgärder, men formen kunde inte rivas under de första 10 dygnen. Nu skall vi se till att vi får riva den senast efter 4 dygn dvs 96 timmar.

```
>> Ta fram fliken Krav (den finns längst till höger, har den gömt
    sig så använd knapparna med pilar i flikraden)
```

Under fliken ser vi en tom lista. Här definierar vi vilka krav resultaten skall uppfylla. Detta görs

Att välja fria variabler

med knapparna till höger om listrutan - en knapp för att definiera ett nytt krav, en för att ändra i ett markerat krav och en för att ta bort det markerade kravet.



Det går också att ändra i ett krav genom att dubbelklicka på det.

>> **Tryck på knappen Ny...**

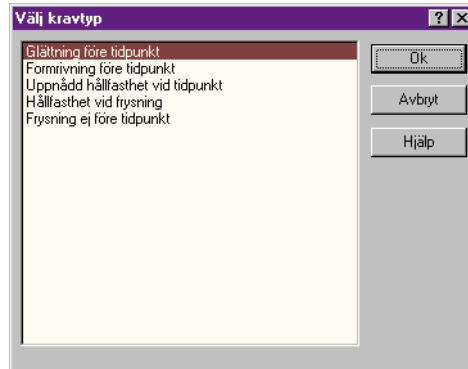


Fig. 6.2 Dialogruta Välj kravtyp

Först får vi välja vilken typ av krav vi vill ställa. Detta sker med dialogrutan i fig. 6.2.

>> **Markera Formrivning före tidpunkt och tryck på Ok.**

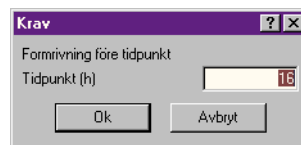


Fig. 6.3 Dialogruta Krav, formrivningstid

För att specificera sedan själva kravet på formrivning används dialogrutan i fig. 6.3. Här får man fylla i när är det man vill senast riva formen.

>> **Sätt formrivning före 96 timmar som krav och tryck på Ok**

Vi ser att vårt nydefinierade krav har dykt upp i listrutan under fliken *Krav*.

6.3 Att välja fria variabler

Nu måste vi specificera vilken eller vilka variabler Hett97 kan arbeta med då programmet försöker lösa problemet.

>> **Ta fram fliken Fria variabler**

Denna flik fungerar likadant som fliken *Krav*. Vi har en lista med de variabler som är fria - just nu är den tom. Vi har även knappar för att lägga till nya, ändra i och ta bort befintliga fria variabler.

>> **Tryck på knappen Ny...**

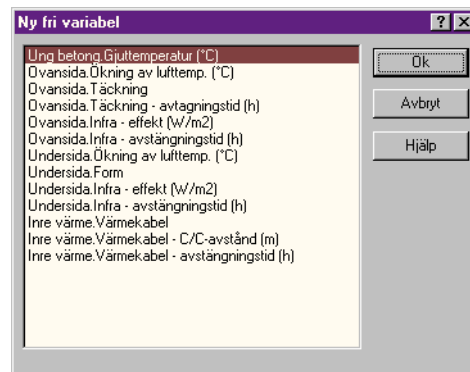


Fig. 6.4 Dialogruta Ny fri variabel

Dialogrutan i fig. 6.4 används för att välja den variabel som skall läggas till som fri. Här kan vi notera att dialogrutan inte innehåller lika många variabler som när vi valde variabler till alternativlistor i samband med serieberäkningarna. Det beror på att vissa variabler inte är lämpliga för den typ av avsökning som Hett97 utför automatiskt. T ex kan bytet mellan två olika betongrecept vara svårt att bedöma konsekvensen av. Dessa, mer problematiska, variabler kan inte väljas som fria. De går i och för sig att få med i en fråga men på ett annat sätt och mer om det i kommer i nästa kapitel. Nu tillbaka till vår beräkning i detta arbetsläge.

- >> **Markera Undersida.Infra - effekt.**
- >> **Tryck på Ok.**

Variabel har nu dykt upp i listan under fliken *Fria variabler* och kommer följaktligen att hanteras som en fri variabel.

Det går att definiera fler variabler som fria. Avsökningen sker då i varje variabel åt gången. Hett97 avsöker alltså inte automatiskt kombinationer av ändringar i flera variabler samtidigt. Svaren som presenteras blir av typen "antingen eller" - en ändring i en variabel eller en ändring i en annan löser problemet.

6.4 Styrning av sökningen

För att Hett97 inte skall söka mellan ointressanta svar, finns det två sätt att styra avsökningen av de fria variablerna. Det första sättet går ut på att man specificerar vilket värde Hett97 skall börja med. Detta görs på samma sätt som när man gav värdet för variabeln vid en enskild beräkning. Man tar fram variabelns ordinarie flik och matar in dess startvärde där. Det kan påpekas att när man utgår från en misslyckad enskild beräkning, finns det redan ett bra startvärde definierat - det värdet som användes i den enskilda beräkningen och som inte löste problemet. I vårt fall har vi redan 100 W/m^2 som startvärde för *Undersida.Infra - effekt*.

Det andra sättet att kontrollera avsökningen går ut på att man specificerar i vilka steg variabelns värde förändras och när Hett97 skall sluta leta. Det görs genom att man markerar den fria variabeln i fråga (i listan under fliken *Fria variabler*) och trycker på knappen **ÄNDRA...**

I stället för att markera den fria variabel och trycka på knappen **ÄNDRA...** går det också att dubbelklicka på den fria variabeln i listan direkt.



- >> **Dubbelklicka på Undersida.Infra - effekt i listan under fliken Fria variabler**

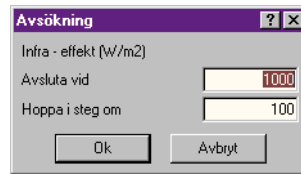


Fig. 6.5 Dialogrutan Avsökning för Infra - effekt

I denna dialogruta, se fig. 6.5, kan man styra just ovan nämnda uppgifter, steglängden i varje förändring av variabelns värde resp värdet vid vilket avsökningen skall avbrytas.

De fördefinierade uppgifterna, dvs avsluta vid 1000 W/m² resp hoppa i steg om 100 W/m² är bra nog för vår tilltänkta avsökning.

- >> **Tryck på Ok**



Om man väljer en variabel kopplad till en materialdatabas, som fri (t ex *Täckning*) kan man inte styra dess avsökning på samma sätt som för *Infra - effekt*, dvs uppge steglängd resp maxvärde. Hett97 avsöker då hela databasen, dvs alla definierade täckningarna, fr o m den man uppgett som startvärde, i den ordningen som ges av ökande isoleringsgrad.

6.5 Beräkning i arbetsläget fråga

- >> **Tryck på knappen Beräkna under valfri flik i fallfönstret**

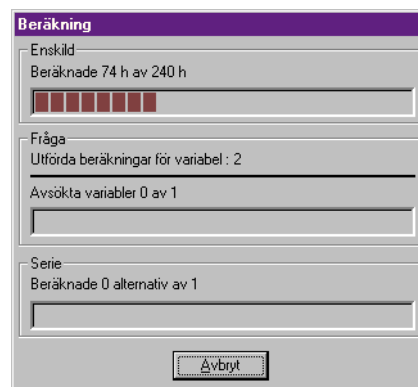


Fig. 6.6 Dialogruta Beräkning i arbetsläget fråga.

Under pågående beräkning i arbetsläget fråga visas dialogrutan i fig. 6.6. Av den framgår hur långt den pågående enskilda beräkningen har kommit, hur många enskilda beräkningar som gjorts för den fria variabeln som avsöks för tillfället och även hur många fria variabler som är klara.

Längst ner finns det även en ruta som heter *Serie*. Den kommer vi till i nästa kapitel.

6.6 Svaren

>> Ta fram resultatfönstret med svaret på frågan genom att välja **Nytt resultatfönster - Fråga - Svar på frågan**, från menyn.

	A
1 : Undersida.Infra - effekt (W/m2)	300 W/m2

Fig. 6.7 Fönstret Svar på frågan

I resultatfönstret, se fig. 6.7, har vi svaret på frågan - om vi höjer effekten från infravärmen till 300 W/m^2 får vi riva formen senast 96 timmar efter gjutning.

Skulle vi ha definierat fler fria variabler, skulle vi ha fler rader i tabellen - en för varje fri variabel.

6.7 Detaljer i ett av svaren

Vill vi titta på detaljer i den enskilda beräkningen som löste problemet, så är det bara att dubbelklicka på motsvarande svar - i vårt fall finns det bara ett svar, dvs rutan med 300 W/m^2 . En enskild beräkning utförs automatiskt, på samma sätt som vid detaljstudie av en enskild beräkning från en serieberäkning. Därefter är det bara att ta fram utdatafönster för den enskilda beräkningen och titta på diagrammen, listorna och färgkartorna.

>> Spara fallet under ett nytt namn: **LEKTION_5**

Detaljer i ett av svaren

7 Att ställa en seriefråga

7.1 Vad är en seriefråga?

I förra kapitlet nämnde vi att Hett97 har vissa begränsningar i sin automatiska avsökning av fria variabler - dels avsöks inte vissa variabler som t ex *Ung betong*, dels söker inte programmet efter kombinationer av åtgärder. I arbetsläget serieberäkning hanteras dock även dessa “mer problematiska” variablerna, fast man får ange alternativen manuellt i alternativlistorna och det går alldeles utmärkt att räkna på kombinationer av åtgärder - även här får man specificera manuellt hur det skall räknas genom att ange olika alternativlistor.

En seriefråga är ett sätt att kombinera variationsmöjligheterna i en serieberäkning med den automatiska avsökningen i frågeläget. Man arbetar med både alternativlistor och fria variabler. I en seriefråga går det att definiera en eller två alternativlistor. Dessa definieras på samma sätt som i en serieberäkning. Det går dessutom att specificera ett eller flera krav och en eller flera variabler som fria. Vad som händer sedan, är att Hett97 tar fram samtliga kombinationer av de olika alternativen i alternativlistorna (precis som i en serieberäkning) och för varje sådan kombination avsöker programmet alla fria variabler, en efter en (precis som i en vanlig fråga). Ett fall med två alternativlistor med 3 resp 4 alternativ och 2 fria variabler resulterar alltså i $3 \times 4 \times 2 = 24$ avsökningar.

7.2 Definition av alternativlistor

I frågeläget går det att definiera alternativlistor precis på samma sätt som i en serieberäkning. Fliken *Serie* finns tillgänglig i fallfönstret och fungerar likadant med det lilla undantaget att det inte går att skapa fler än två alternativlistor.

Som tidigare nämnts, går vissa variabler endast att laborera med genom alternativlistor, medan andra kan hanteras i alternativlistor eller som fria variabler. Det går endast att lägga upp två alternativlistor medan det går att specificera hur många fria variabler som helst. Så välj hur en seriefråga skall läggas upp med viss omsorg så att programmets möjligheter utnyttjas till fullo.

Observera att om en variabel, som kan användas både i en alternativlista och som en fri variabel, används m h a det ena sättet kan den inte samtidigt hanteras med det andra också. Hett97 håller reda på vad som sker med vilka variabler och tillåter inte sådana val.



7.3 Byte av arbetsläge mellan serie och fråga

Inom ett fall kan man byta arbetslägen i princip hur som helst. Vi har redan bytt från enskild beräkning till serie resp från enskild beräkning till fråga. Det går alldeles utmärkt att byta arbetsläge mellan fråga och serie.

Om man byter från fråga till serie, går man miste om samtliga definitioner av krav resp fria variabler. Eventuella alternativlistor, om man t ex kört en seriefråga, tas dock med till serieberäkningen.



Om man byter från serie till fråga tas upp till två alternativlistor med. Har man bara en eller två alternativlistor definierade i serieläget tas de med automatiskt till frågeläget. Har man fler definierade i serieläget får man välja i samband med byte av läge, vilka två som skall tas med.



- >> Öppna fallfilen LEKTION_4
- >> Tryck på knappen för arbetsläge fråga.

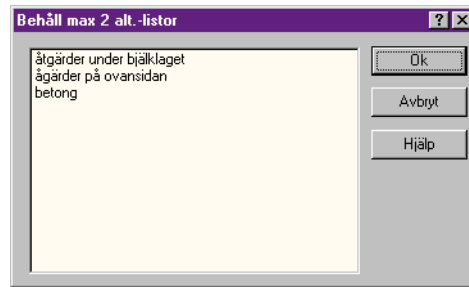


Fig. 7.1 Dialogruta för val av alternativlistor vid byte av arbetsläge från serie till fråga

Dialogruta i fig. 7.1 används för val av alternativlistor som skall tas med till frågaläget.

- >> Markera Åtgärder under bjälklaget och Betong
- >> Tryck på Ok

Nu är vi i arbetsläget fråga. Om vi tar fram fliken *Serie*, ser vi att de två valda alternativlistorna finns där. Alternativlistan vi inte fick med behandlade påläggningstid för täckning. Vi såg att den påverkade glättningen så vi får väl ta och lägga på täckningen tidigt, eftersom vi skall försöka få ner glättningstiden.

- >> Ta fram fliken Ovansida
- >> Sätt 0.25 h som påläggningstid för täckning

7.4 Krav

I serieberäkningen i fallfilen LEKTION_4, jämför kapitel 5, hade vi ett antal bra lösningar avseende formrivning. Om det gäller glättningstider, kunde vi som bäst få 5 timmar efter gjutning. Vi skall se till att behålla formrivningen under de första fyra dyggen och ta ner glättningstiden till max 4 timmar.

- >> Definiera formrivning före 96 timmar som krav.
- >> Lägg till även glättning före 4 timmar som krav.

7.5 Fri variabel

Det finns en variabel som påverkar just glättningen ganska starkt, särskild om vi lägger på täckningen tidigt, som vi inte laborerat med ännu:

- >> Lägg till Ung betong.Gjuttemperatur som fri variabel
- >> Se till att avsökningen startar på 15°C, dvs kontrollera värdet för gjuttemperatur under fliken Ung betong.

7.6 Ny beräkning

>> Kör igång beräkningen

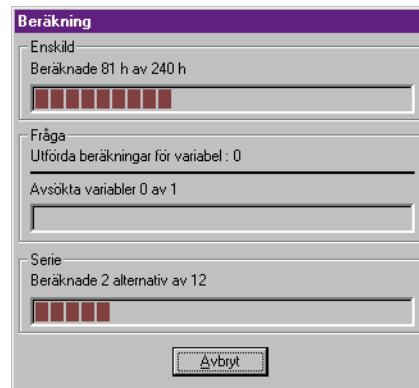


Fig. 7.2 Dialogruta Beräkning under en seriefråga

I dialogrutan som visas under beräkningen, se fig. 7.2, används nu den nedersta rutan *Serie*. Den visar hur många av alternativen från alternativlistorna som hunnit behandlas.

Under en serieberäkning är det lätt att veta hur många enskilda beräkningar som kommer att utföras - om man inte räknar ut det själv så visas det i dialogrutan under pågående beräkning. Under en seriefråga är det dock annorlunda. Varje enskild avsökning kan resultera i en rad enskilda beräkningar, beroende på utgångsläget, kraven och hur bra Hett97 lyckas i avsökningen i fråga. En serieberäkning med två alternativlistor med t ex 4 resp 5 alternativ vardera resulterar alltid i 20 enskilda beräkningar. En seriefråga med samma alternativlistor och t ex två fria variabler ger 40 avsökningar. Varje avsökning kan resultera i en rad enskilda beräkningar. Ett vanligt fall kan ge t ex i snitt 5 beräkningar per avsökning dvs 200 enskilda beräkningar för hela seriefrågan. Så ta det lugnt, hämta mer kaffe eller ta en lunchpaus när en större seriefråga körs.

7.7 Resultat

>> Ta fram resultatfönstret med Svar på frågan

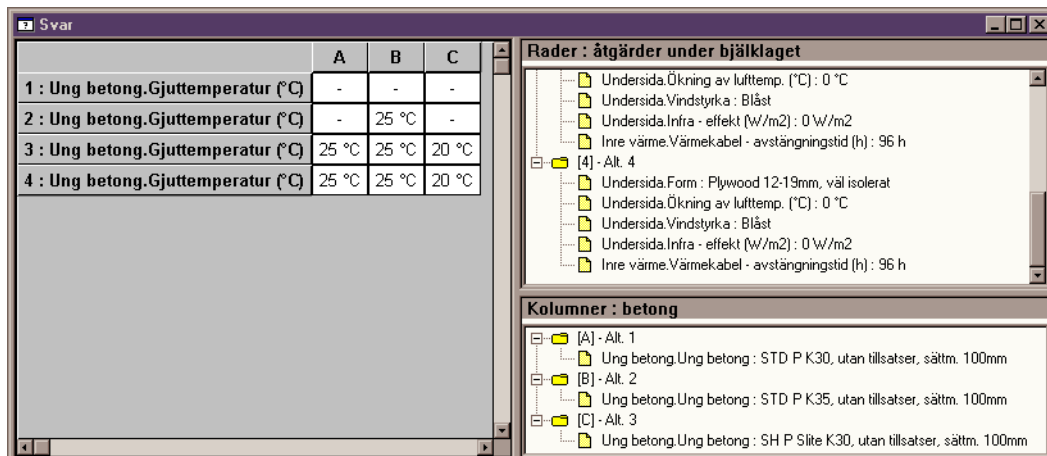


Fig. 7.3 Resultatfönster Svar på frågan, under en seriefråga

Tabellen innehåller nu litet mer uppgifter än vid en enkel fråga. I grunden fungerar tabellen som vid en serieberäkning. Kolumnerna motsvarar olika alternativen i alternativlistan *Betong*. Med raderna är det litet mer komplicerat. Siffran säger vilket alternativ som gäller från alternativlistan *Åtgärder under bjälklaget*. Efter siffran har vi namnet på den fria variabeln i fråga. I vårt fall finns det bara en fri variabel vilket ger endast fyra rader i tabellen. Hade vi tre fria variabler så hade vi tolv rader i tabellen - tre rader för varje alternativ från alternativlistan med de tre olika fria variablerna.

Av tabellen framgår de lägsta gjuttemperaturerna, som ger både den önskade glättningsstiden och formrivningstiden för de olika kombinationer av betongval och uppvärmningsåtgärder under bjälklaget.

8 Kostnader

8.1 Stöd för kostnadsberäkning

Hett97 innehåller verktyg som underlättar en kostnadsbedömning av genomförda hårdningsförlopp. Kostnader för gjutningar av olika konstruktioner i olika situationer kan skilja sig mycket avseende både storlek och art. Hett97 arbetar inte efter en avancerad, strikt mall som skall kunna hantera alla tänkbara tillfällen. Kostnadsbedömningen i programmet bygger på att man på ett enkelt sätt sammanställer de uppgifter man själv vill och det är endast datorns minne som begränsar hur stor mängd uppgifter kan matas in. Dessa kostnader delas i Hett97 i grupper.

8.1.1 Materialkostnader

Den första gruppen är materialkostnader, dvs kostnader för den unga betongen. Här finns det två sätt att prissätta den använda betongen - automatiskt eller manuellt. Under automatisk prissättning arbetar Hett97 mot en prislista som är upplagd i en fil. Programmet letar själv fram priset för det valda betongreceptet och den önskade gjuttemperaturen. Under manuell prissättning får man mata in priset per kubikmeter betong själv.

Hett97 levereras med två prislistor som exempel. Tala gärna med Din betongleverantör om priser upplagda på filer för användning i Hett97. I mappen Dokument under Hett97 finns en beskrivning till hur man lägger upp priser - Prislistor.doc.



8.1.2 Andra kostnader

Resten av kostnadsgrupperna hanteras helt manuellt. Grupperna har sina namn. Varje grupp kan innehålla upp till 10 kostnadsposter. Varje kostnadspost kan innehålla ett pris för hela konstruktionen (i kr) och/eller ett pris per yta (i kr/m² för alla typfall utom pelare där kr/löpmeter gäller). Det är fritt fram att definiera egna kostnadsposter och grupper som man vill.

8.2 Hårdningsförlopp för kostnadsbedömning

Nu matar vi in ett fall i Hett97 som vi senare skall göra en kostnadsbedömning för.

```
>> Skapa ett nytt fall för bjälklag på konventionell form
>> Mata in följande variabelvärden
>> Grundläggande:
>> * Tjocklek = 0.25 m
>> * 7 dygns som beräkningstid
>> Ung betong: Std P K30 och 15°C som gjuttemperatur
>> Ovansida:
>> * Lufttemp. = 0°C, Ökning av lufttemp. = 0°C, Blåst
>> * Högvärdig täckning, på vid 1 h, av vid 96 h
>> * Glättning med 2 h tidsåtgång
>> Undersida:
>> * Lufttemp. = 0°C, Ökning av lufttemp. = 10°C, Vindstilla
>> * Form = Plywood 12mm, oisolerad
>> * Automatisk formrivning vid 21 MPa
>> * Infravärme 100 W/m2, på vid gjutning, av efter 144 h
>> Utför beräkningen
```

8.3 Inmatning - materialkostnader

Inmatning av kostnader görs m h a fönstret *Kostnader - inmatning*. Fönstret tas fram med menykommandot **KOSTNADER** under menyn **VISA**.



Det går också att plocka fram detta fönster genom att trycka på knappen med dollarbunten, under menyraden.

>> **Ta fram fönstret Kostnader - inmatning**

Fig. 8.1 Fönstret Kostnader - inmatning

I fönstret, se fig. 8.1, har vi ett flikssystem, där varje flik motsvarar en kostnadsgrupp. Under fliken **MATERIAL** finns det två uppgifter som måste specificeras. För det första måste vi ange storleken för konstruktionen i fråga. För det andra måste vi på något sätt prissätta betongen.

>> **Mata in 200 m² som konstruktionsyta**

>> **Välj Automatisk prissättning**

För att den automatiska prissättningen av betongen skall kunna fungera måste en prislista vara vald. I rutan *Prislista* ser vi det fullständiga filnamnet på den valda prislistan. Vill man byta prislista, kan man trycka på knappen **BLÄDDRA** och, med hjälp av en dialogruta, välja en annan.



Om man öppnar ett fall, som man fått på diskett från en annan dator, är det bäst att kontrollera vilken prislista som används. Det är inte säkert att prislistan som användes på den andra datorn finns på den egna eller att den ligger i samma mapp.

8.4 Att godkänna kostnader

En uppsättning av kostnader, motsvarande en enskild beräkning, kan i Hett97 befinna sig i ett av två lägen: kontrollerad eller icke kontrollerad. Om den är kontrollerad, sammanställs alla kostnader av programmet och finns tillgängliga för presentation m h a *Lista - Kostnader*. Om kostnaderna inte är kontrollerade, kan man inte få se några sammanställningar eller totalkostnader.

Kostnadsbedömningen utförs till stor del manuellt och är beroende av härdningsresultat, dvs en detaljändring i indata för fallet och en ny beräkning av härdningsförlopp medför för det mesta

en annan kostnadsbild. I samband med ny beräkning av härdningsförlopp sätts kostandsuppsättningen automatiskt i läget icke kontrollerad, för att Du som användare inte skall luras av gamla kostnader för det föregående härdningsförloppet. Efter varje beräkning får man alltså gå igenom sina kostnader och därefter tala om för Hett97 att kostnaderna är kontrollerade.

Nu har vi precis matat in våra kostnader, i alla fall avseende material, och vi vill se hur mycket den unga betongen kommer att kosta oss. För att sätta kostnaderna i läge kontrollerade används en meny som finns bakom knappen **ENSKILD >>**.

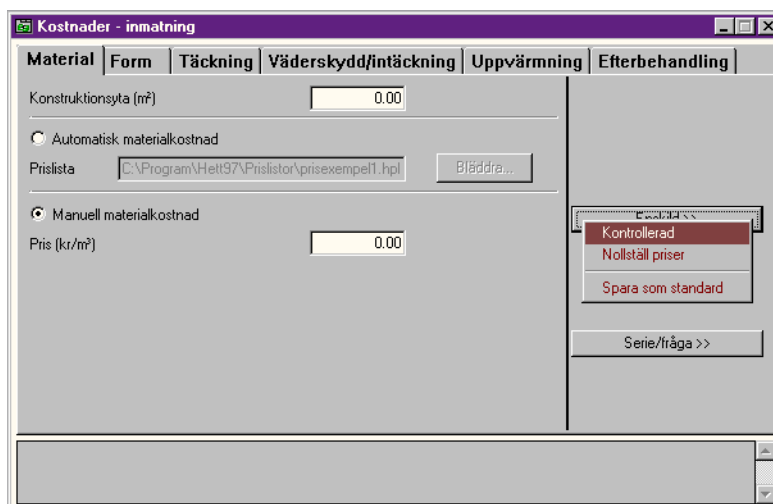


Fig. 8.2 Meny bakom knappen **Enskild >>** i fönstret **Kostnader - inmatning**.

Första menykommandot heter **KONTROLLERAD**. Om det finns en markering bredvid kommandot, dvs **KONTROLLERAD** är "förhakat", är kostnaderna redan kontrollerade. Om det inte finns någon markering, är kostnaderna inte kontrollerade. Kommandot används för att byta läget på kostnaderna.

>> Byt läget till Kontrollerad

8.5 Lista - kostnader

>> Plocka fram resultatfönstret Lista - Kostnader.

		Delkostnad (kr)	Delkostnad (kr/m²)
	Material	Material	Material
Konstruktionsyta (m²)	200.00		
Prislista	C:\Program\Hett97\Prislistor\prisexempel1.hpl		
Grupptotal (kr)	38450.00		

Fig. 8.3 Resultatfönstret **Lista - Kostnader**, med endast materialkostnader

I fönstret, se fig. 8.3, redovisas materialkostnaderna. Endast kostnaden för gruppen *Material* redovisas - inte så konstigt, vi definierade inte några andra kostnader.



Hett97 sammanställer två typer av kostnader: *Materialkostnad* resp *Totalkostnad*. Om inga andra kostnader, än just material, är definierade, sammanställs inte *Totalkostnaden*.

8.6 Inmatning - andra kostnader

8.6.1 Form

>> **Ta fram fliken Form i fönstret Kostnader - inmatning**

Nu skall vi börja mata in några andra kostnader. Vi räknar först ut vad formen kostar. Plywood hyr vi för 40 kr/m²/månad. Detta ger ett pris per dygn:

$$\frac{40 \text{ kr/m}^2/\text{månad}}{30 \text{ dygn}} = 1.33 \text{ kr/m}^2/\text{dygn} \quad (8.1)$$

Den beräknade formrivningstiden, jämför gärna med *Lista - Nyckelvärden*, är 96 h dvs 4 dygn. Kringarbeten (montering, rivning) tar total 3 dygn, dvs vi behöver vår plywood i 7 dygn. Detta ger en kostnad på 9.31 kr/m². Vi uppskattar även arbetstiden till ca 0.40 h per kvadratmeter form och med 200 kr som pris per timme ger det:

$$0.4 \text{ h/m}^2 \cdot 200 \text{ kr/h} = 80 \text{ kr/m}^2 \quad (8.2)$$

>> **Mata in 9.31 kr/m² under posten Material i fliken Form**

>> **Mata in 80 kr/m² under posten Arbete i fliken Form.**

8.6.2 Täckning

>> **Ta fram fliken Täckning**

Vi kan hyra isolermattor i paket om 220 m² för 3000 kr/månad. Ett sådant paket räcker för vår gjutetapp och eftersom vi bara skall ha det i fyra dygn, jämför med indata, kan vi lugnt räkna med att kunna använda det till 5 etapper per månad. Priset per etapp blir alltså:

$$\frac{3000 \text{ kr/månad}}{5} = 600 \text{ kr} \quad (8.3)$$

Vi räknar även med ca två mantimmar för arbetet dvs 400 kr.

>> **Mata in 600 kr under posten Material i fliken Täckning**

>> **Mata in 400 kr under posten Arbete i fliken Täckning**

8.6.3 Intäckning/väderskydd

>> **Ta fram fliken Intäckning/väderskydd**

Vi hyr vanlig pressening för 1000 kr/månad. Vi räknar med fem gjutetapper och får:

$$\frac{1000 \text{ kr/månad}}{5} = 200 \text{ kr} \quad (8.4)$$

Vi lägger även till en arbetskostnad motsvarande 4 timmar á 200 kr.

- >> Mata in 200 kr under posten Utrustning/Material.
- >> Mata in 800 kr under posten Arbete.

8.6.4 Uppvärmning

- >> Ta fram fliken Uppvärmning

Vi kan hyra en låda med gasolbrännare för 200 m² konstruktion för 400 kr/vecka. Vi skall använda den endast fram till formrivningen (och inte som i beräkningen) dvs i 96 h = 4 dygn + tid för att få den på plats, få bort den därifrån - vi säger 1 vecka. Vi skall ha 100 W/m² in i betongen dvs ca 300 W/m² installerad effekt fram till formrivningen. Detta ger:

$$300 \text{ W/m}^2 \cdot 96 \text{ h} = 28.8 \text{ kWh/m}^2 \quad (8.5)$$

Vi får reda på att 1 kg gasol ger 13 kWh och kostar 13.20 kr.

$$\frac{28.8 \text{ kWh/m}^2}{13 \text{ kWh/kg}} \cdot 13.20 \text{ kr/kg} = 29.24 \text{ kr/m}^2 \quad (8.6)$$

- >> Mata in 400 kr under posten Utrustning/material.
- >> Mata in 29.24 kr/m² under posten Drift.

8.7 Att godkänna redigerade kostnader

Man kan naturligtvis mata in fler kostnader, än vad vi gjort hittills. Det är upp till Dig som kostandsbedömare. Vi nöjer oss just nu - meningen med vad vi gör i denna manual är inte att ta fram en så noggran kostnadsbild som möjligt, utan att ge exempel på hur en kostandsbedömning kan gå till.

När vi matar in nya kostnader sätts läget för kostnadsuppsättningen till icke kontrollerad. När vi är klara med inmatningen, och vi säger att vi är det nu, är det bara att markera kostnaderna som kontrollerade.

- >> Markera kostnaderna som kontrollerade m h a meny n under knappen Enskild >>.

8.8 Lista - kostnader, återbesök

- >> Ta fram resultatfönstret Lista - Kostnader

I fig. 8.4 ser vi att sammanställningen är mer omfattande än förra gången. Varje kostnadsgrupp redovisas för sig med sina poster resp en totalsumma per grupp. Längst ner i listan finns även totalkostnad resp totalkostnad per storlek.

		Delkostnad (kr)	Delkostnad (kr/m ²)
	Material	Material	Material
Konstruktionsyta (m ²)	200.00		
Prislista	C:\Program\Hett97\Prislista\prisexempel1.hpl		
Grupptotal (kr)	38450.00		
	Form	Form	Form
Material		0.00	9.31
Arbete		0.00	80.00
Grupptotal (kr)	17862.00		
	Täckning	Täckning	Täckning
Material		600.00	0.00
Arbete		400.00	0.00
Grupptotal (kr)	1000.00		
	Väderskydd/intäckning	Väderskydd/intäckning	Väderskydd/intäckning
Utrustning/material		200.00	0.00
Arbete		800.00	0.00
Grupptotal (kr)	1000.00		
	Uppvärmning	Uppvärmning	Uppvärmning
Utrustning/material		400.00	0.00
Drift		0.00	29.24
Grupptotal (kr)	6248.00		
	*****	*****	*****
Totalt (kr)	64560.00		
Totalt / storlek (kr/m ²)	322.80		

Fig. 8.4 Fönstret Lista - Kostnader

9 Kostnader - serieberäkning och fråga

I kapitel 8 utförde vi en kostnadsbedömning för ett fall i arbetsläget *enskild beräkning*. Nu skall vi titta på hur kostnadsbedömningar går till under *serieberäkning*.

9.1 Serieberäkning för kostnadsbedömning

Vi matar in ett fall i arbetsläget serieberäkning, som vi senare skall göra en kostnadsbedömning för.

- >> Skapa ett nytt fall för bjälklag på konventionell form
- >> Mata in följande variabelvärden
- >> Grundläggande:
- >> * Tjocklek = 0.25 m
- >> * 7 dygns som beräkningstid
- >> Ovansida:
- >> * Lufttemp. = 0°C, Ökning av lufttemp. = 0°C, Blåst
- >> * Högvärdig täckning, på vid 1 h, av vid 96 h
- >> * Glättning med 2 h tidsåtgång
- >> Undersida:
- >> * Lufttemp. = 0°C, Ökning av lufttemp. = 10°C, Vindstilla
- >> * Form = Plywood 12mm, oisolerad
- >> * Automatisk formrivning vid 21 MPa
- >> * Infravärme, Tid på = 0 h, Tid av = 144 h

- >> Byt till arbetsläge serieberäkning
- >> Skapa alternativlista Åtgärder under bjälklaget med variabler, alternativ och värden enligt tabell 9.1.

Tabell 9.1: Alternativlista Åtgärder under bjälklaget

Variabel	Alt. 1	Alt. 2
Undersida.Infra - effekt	0 W/m ²	100 W/m ²

Denna alternativlista, i kombination med indata för undersidan, beskriver två sätt att arbeta under bjälklaget. I alternativ 1 täcker vi in och använder byggtork, vilket ger en höjning av lufttemperaturen och tar bort blåsten. I alternativ 2 täcker vi in och kopplar på infravärme, vilket ger dels en höjning av lufttemperaturen och borttagning av blåsten, dels värmestrålning som går in i betongen.

- >> Skapa alternativlista Betong med variabler, alternativ och värden enligt tabell 9.2.

Tabell 9.2: Alternativlista Betong

Variabel	Alt. 1	Alt. 2
Ung betong.Ung betong	STD P K 30	SH P Slite K30
Ung betong.Gjuttemperatur	15°C	25°C

Alternativlistan Betong definierar två betongval: STD P K30 med 15°C gjuttemperatur resp SH P Slite K 30 med 25°C gjuttemperatur.

>> Kör serieberäkningen

9.2 Utvärdering av resultaten

>> Ta fram resultatfönstret Serie - Glättningstid

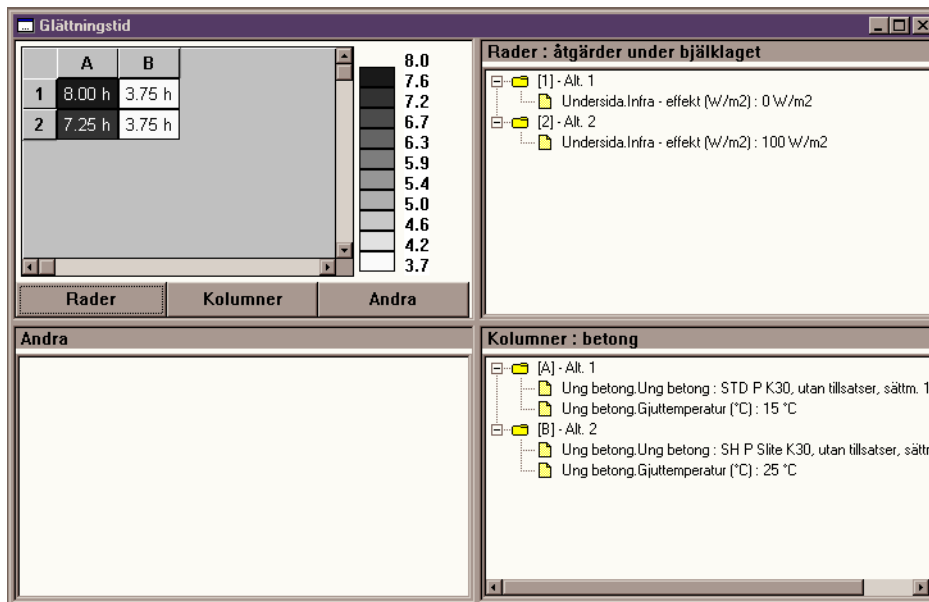


Fig. 9.1 Glättningstider, underlag till kostnadsbedömning

Vi kommer behöva dessa glättningstider under kostnadsbedömningen så det är lika bra att vi skriver ut dem.

>> Skriv ut innehållet i resultatfönstret på skrivaren

>> Byt värdetyp till formrivningstid

>> Skriv ut formrivningstiderna också

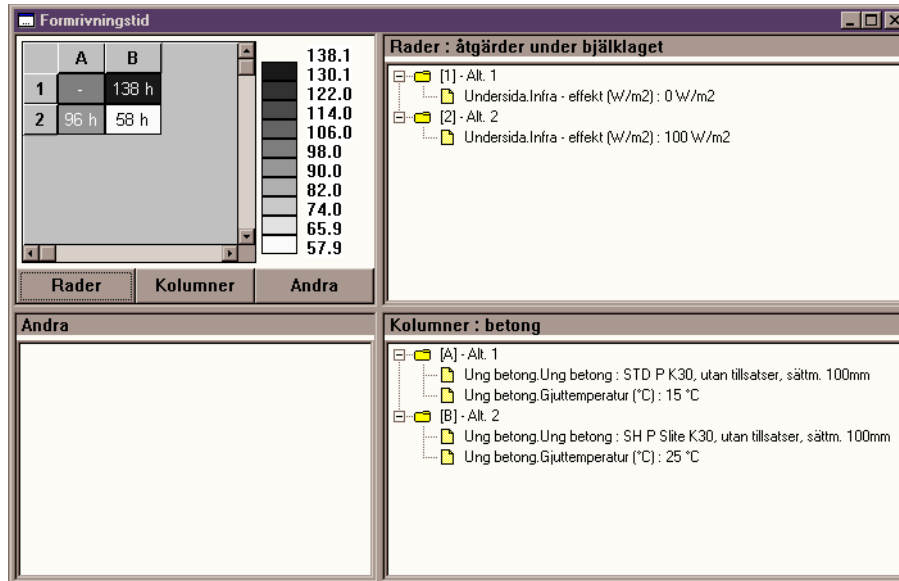


Fig. 9.2 Formrivningstider, underlag till kostnadsbedömning

9.3 Kostnadsinmatning i serieberäkning - materialkostnad

Grundregeln under en serieberäkning, är att man får kostnadsbedöma varje enskild beräkning för sig. Det finns dock vissa funktioner som underlättar inmatning av uppgifter som gäller för samtliga enskilda beräkningar i en serie.

För att kunna mata in kostnaderna för en enskild beräkning ur serien måste vi välja den önskade enskilda beräkningen för detaljstudie, ur ett resultatfönster av typen serie.

- >> Dubbelklicka på rutan A2 i resultatfönstret för serieberäkningen.
- >> Ta fram fönstret Kostnader - indata

Nu kan vi mata in kostnaderna för den valda enskilda beräkningen, dvs den med 15-gradig STD P K30 och med infravärme under.

- >> Sätt konstruktionsstorlek till 200 m²
- >> Välj automatisk prissättning för betong

Vi observerar att dessa uppgifter gäller för samtliga beräkningar i serien - samma konstruktionsyta resp samma prislista. Det finns ett enkelt sätt att sprida sådana uppgifter till de andra kostnadsbilderna i stället för att mata in dem varje gång. Under knappen **SERIE/FRÅGA** >> finns en meny med kommandot **SPRID TILL ALLA** som sätter alla kostnadsbilder i serie till samma uppgifter som man för närvarande arbetar med.

- >> Sprid materialkostnadsuppgifter till alla beräkningarna i serien
- >> Markera kostnadsbilden som kontrollerad



Att titta på kostnadssammanställning för serien

9.4 Att titta på kostnadssammanställning för serien

Nu har vi definierat materialkostnaden för samtliga beräkningar i serien och markerat en av dem som kontrollerad. Det är dags att titta på vad det innebär för möjligheterna att sammanställa kostnader.

>> **Byt innehåll i resultatfönstret för serien till Materialkostnad**

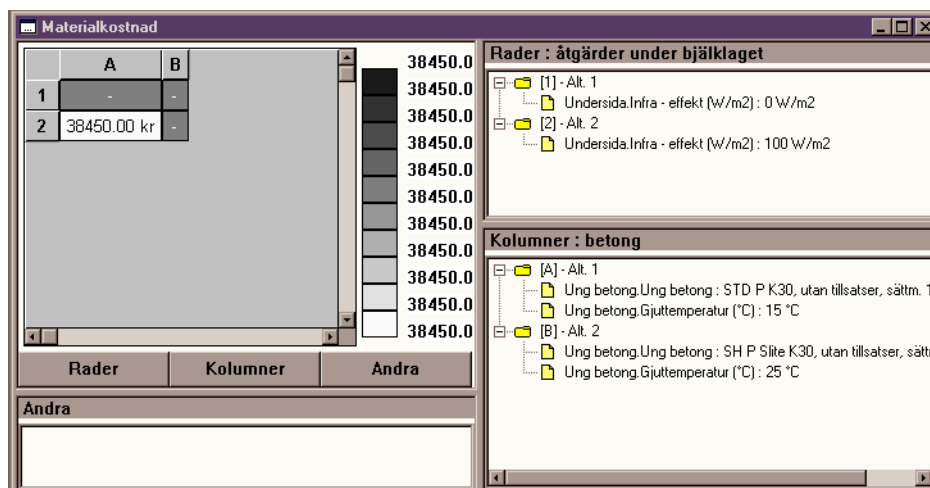


Fig. 9.3 Resultatfönster Serie, materialkostnad

Vi ser att resultatfönstret visar nu en sammanställning av materialkostnaden för samtliga beräkningar i serien, jämför fig. 9.3. Endast ruta A2 har något värde - det är endast den beräkningens kostnader som vi satt som kontrollerade. Vi har gett materialkostnadsuppgifter för samtliga beräkningar, men de tre tomma rutorna motsvarar beräkningar med fortfarande okontrollerade kostnader - de visas alltså inte.

>> **Byt innehåll i resultatfönstret för serien till Totalkostnad**

Under Totalkostnader ser vi bara tomma rutor - vi har bara en kontrollerad kostnadsuppsättning och den innehåller endast materialkostnader, jämför kostnadsredovisningen i kapitel 8.5.

9.5 Kostnadsinmatning i serieberäkning - andra kostnader

Vi fyller på med fler kostnader så att vi får en riklig kostnadsjämförelse. Vi behöver inte sätta kostnader på alla beräkningarna i serien. Det räcker att bedöma endast beräkningarna som vi är intresserade av. Vi kostnadsbedömer här samtliga beräkningar med utförd formrivning.

9.5.1 Beräkning i ruta A2

>> **Dubbelklicka på A2**

>> **Ta fram fönstret Kostnader - inmatning**

Formrivningstid 96 h, dvs 4 dygn + 3 dygn för annan hantering ger 7 dygn gånger 1.33 kr/m²/dygn ger 9.31 kr/m². Arbetskostnad 0.4 h/m² gånger 200 kr/h, dvs 80 kr/m² tillkommer.

>> **Mata in 9.31 kr/m² under posten Material i fliken Form**

>> Mata in 80 kr/m² under posten Arbete i fliken Form.

Täckning, Intäckning/väderskydd resp Uppvärmning kostar lika mycket som i kapitel 8.6.

>> Mata in 600 kr under posten Material i fliken Täckning

>> Mata in 400 kr under posten Arbete i fliken Täckning

>> Mata in 200 kr under posten Utrustning/Material i fliken Intäckning/väderskydd

>> Mata in 800 kr under posten Arbete i fliken Intäckning/väderskydd

>> Mata in 400 kr under posten Utrustning/Material i fliken Uppvärmning

>> Mata in 29.24 kr/m² under posten Drift i fliken Uppvärmning.

>> Markera kostnaderna som kontrollerade

9.5.2 Beräkning i ruta B2

>> Ta fram resultatfönstret serie - formrivningstid

>> Dubbelklicka på B2

>> Ta fram fönstret Kostnader - inmatning

Formrivningstid 58 h, dvs avrundat uppåt till 3 dygn + 3 dygn för annan hantering ger 6 dygn gånger 1.33 kr/m²/dygn ger 7.98 kr/m². Arbetskostnad 0.4 h/m² gånger 200 kr/h, dvs 80 kr/m² tillkommer.

>> Mata in 7.98 kr/m² under posten Material i fliken Form

>> Mata in 80 kr/m² under posten Arbete i fliken Form.

Täckning och Intäckning/väderskydd kostar lika mycket som i kapitel 8.6.

>> Mata in 600 kr under posten Material i fliken Täckning

>> Mata in 400 kr under posten Arbete i fliken Täckning

>> Mata in 200 kr under posten Utrustning/Material i fliken Intäckning/väderskydd

>> Mata in 800 kr under posten Arbete i fliken Intäckning/väderskydd

Uppvärmningen skiljer sig något. Uträkningen sker på samma sätt som i kapitel 8.6.4 fast med 58 timmars gasolförbrukning, vilket ger driftspris på 17.66 kr/m².

>> Mata in 400 kr under posten Utrustning/Material i fliken Uppvärmning

>> Mata in 17.66 kr/m² under posten Drift i fliken Uppvärmning.

>> Markera kostnaderna som kontrollerade

9.5.3 Beräkning i ruta B1

- >> Ta fram resultatfönstret serie - formrivningstid
- >> Dubbelklicka på B1
- >> Ta fram fönstret Kostnader - inmatning

Formrivningstid 138 h, dvs avrundat uppåt till 6 dygn + 3 dygn för annan hantering ger 9 dygn gånger 1.33 kr/m²/dygn ger 11.97 kr/m². Arbetskostnad 0.4 h/m² gånger 200 kr/h, dvs 80 kr/m² tillkommer.

- >> Mata in 11.97 kr/m² under posten Material i fliken Form
- >> Mata in 80 kr/m² under posten Arbete i fliken Form.

Täckning, och Intäckning/väderskydd kostar lika mycket som i kapitel 8.6.

- >> Mata in 600 kr under posten Material i fliken Täckning
- >> Mata in 400 kr under posten Arbete i fliken Täckning

- >> Mata in 200 kr under posten Utrustning/Material i fliken Intäckning/väderskydd
- >> Mata in 800 kr under posten Arbete i fliken Intäckning/väderskydd

Uppvärmningen sker med hjälp av byggtork. En sådan kostar i hyra 3000 kr/månad och vi räknar med att använda den till 5 etapper under samma månad, dvs 600 kr/etapp. Den drar 200 liter diesel per dygn och vi behöver den i 138 h. Med ett pris på 6.00 kr/l för dieseln ger detta:

$$\frac{200 \text{ l}}{24 \text{ h}} \cdot 138 \text{ h} \cdot 6 \text{ kr/l} = 6900 \text{ kr} \quad (9.1)$$

- >> Mata in 600 kr under posten Utrustning/Material i fliken Uppvärmning
- >> Mata in 6900 kr under posten Drift i fliken Uppvärmning.

- >> Markera kostnaderna som kontrollerade

9.6 Totalkostnader för serien

- >> Ta fram fönstret serie - totalkostnad

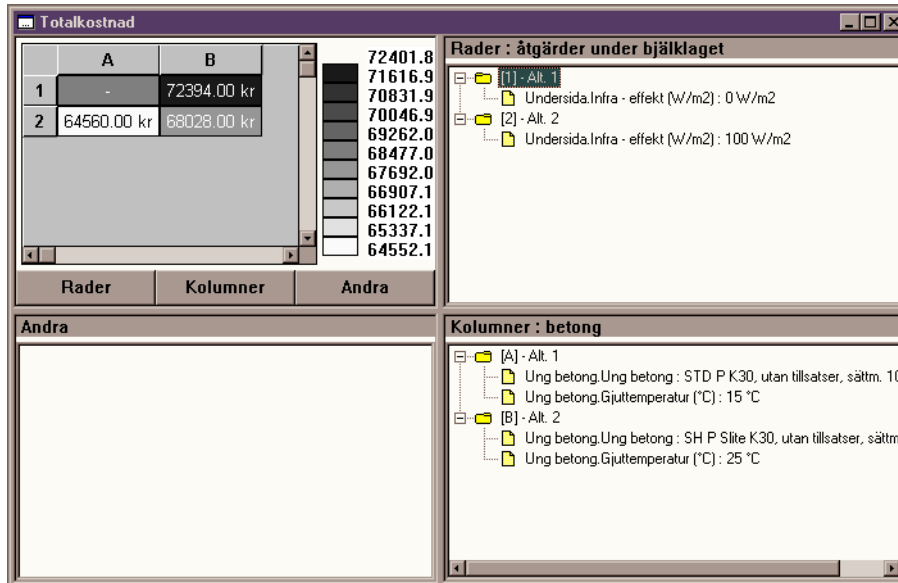


Fig. 9.4 Fönstret Serie - Totalkostnad

9.7 Kostnader p g a sen glättning

Det finns en viktig skillnad i resultaten mellan våra beräkningar i serien som vi inte bedömt ur kostnadssynvinkel. Vi har mycket tidigare glättningstider för SH-cement, jämför med utskriften av glättningstiderna. Som bäst får vi glätta ca 4 timmar efter gjutning vilket medför att samma arbetslag kan under samma skift utföra glättningen. Kombination A2 ger en glättningstid på drygt 7 timmar efter gjutning. Vi tar och räknar på det extraarbete, som et skulle kunna medföra. Om vi säger att glättningen tar två timmar + borttagning och påläggning av täckning ca 1 timme, dvs två man i tre timmar som kostar 200 kr/man/h + 25% för övertid.

$$3 \text{ h} \cdot 2 \text{ man} \cdot 200 \text{ kr/man/h} \cdot 1.25 = 1500 \text{ kr} \quad (9.2)$$

Vi skall också ha en arbetsledare i två timmar och han kostar 300kr/h. Alla tre skall ha matersättning dvs 50 kr/man.

Total får vi:

$$1500 \text{ kr} + 2 \text{ h} \cdot 300 \text{ kr/h} + 3 \cdot 50 \text{ kr} = 2250 \text{ kr} \quad (9.3)$$

- >> Dubbelklicka på ruta A2
- >> Ta fram fönstret Kostnader - inmatning
- >> Ta fram fliken Efterbehandling
- >> Mata in en ny post, "Extra arbete vid sen glättning", på en tom plats och prissätt den till 2250 kr
- >> Markera kostnaderna som kontrollerade
- >> Ta fram fönstret serie - totalkostnad igen

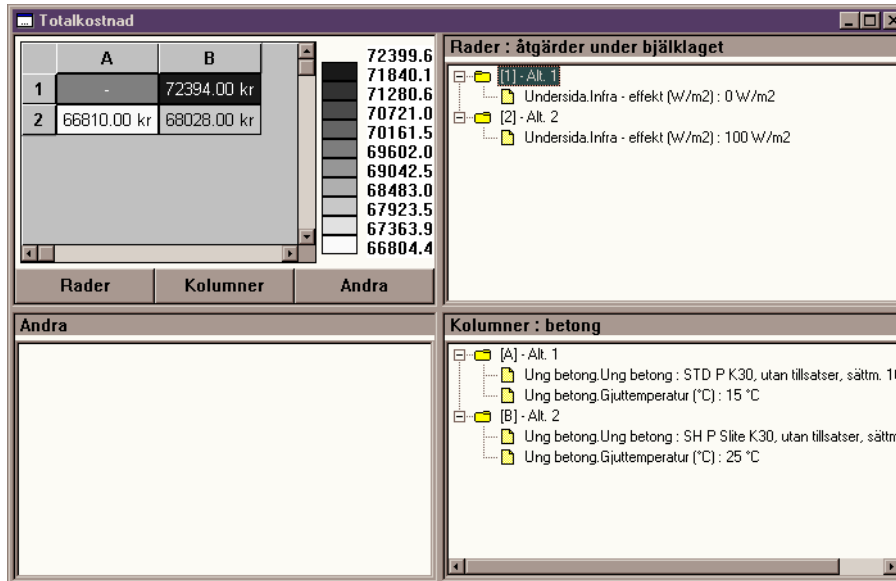


Fig. 9.5 Fönstret Serie - Totalkostnad

I fig. 9.5 ser vi kanske en mer rättvis jämförelse av kostnaderna. Det går också att ta fram en sammanställning av totalkostnaden per storlek, titta efter vilka värdetyper som finns för resultatfönstret för serieberäkning t ex m h a snabbmenyn.

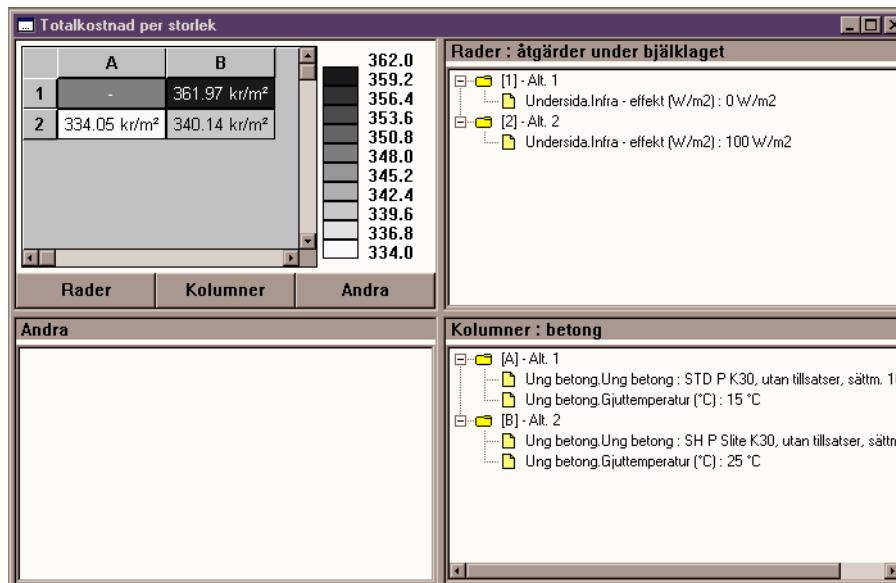


Fig. 9.6 Fönstret Serie - Totalkostnad per storlek

10 Egna anteckningar

10.1 Vad är egna anteckningar?

Varje fall i Hett97 innehåller, vid sidan om indata och beräkningsresultat, ett utrymme för egna anteckningar. Man kan enkelt mata in vanlig text, upp till 10000 tecken, vilket motsvarar ca två fullskrivna A4 med 12 punkters typsnitt. Texten kan handla om vad som helst. Den sparas i fallfilen tillsammans med fallbeskrivningen, resultaten etc.

Det kan vara en bra idé att använda *Anteckningar* till att kommentera beräkningen, anteckna slutsatser eller beskriva resultaten av den utförda gjutningen, ev skillnader mellan beräkningen och de praktiska resultaten etc.



10.2 Att arbeta med egna anteckningar

Man arbetar med egna anteckningar m h a ett fönster som heter *Anteckningar*. Fönstret tas fram med kommandot ANTECKNINGAR i menyn VISA.

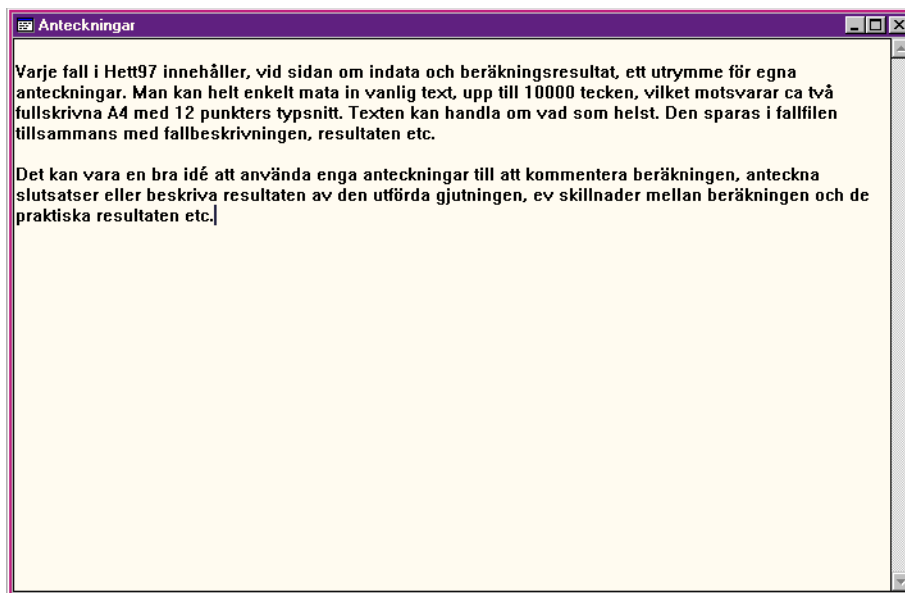


Fig. 10.1 Fönstret Anteckningar med en text från denna manual.

Fönstret fungerar som vilken vanlig texteditor som helst. Texten radbryts automatiskt dvs försöker man skriva "över" högra fönsterkanten, kommer det sista ordet att placeras på en ny rad.

Innehållet i *Anteckningar* går alldeles utmärkt att skriva ut. Detta görs med kommandot **SKRIV UT...** i menyn **ARKIV** eller knappen, med en skrivare på, i knappraden.

Observera att den automatiska radbrytningen i fönstret anpassar sig till fönsterbredden och vid utskrift till skrivaren och skrivarens typsnitt. Det betyder att ett textstycke inte behöver se ut likadant på papperet som i fönstret. Vill Du ha mer kontroll över radbrytningen, använd manuell radbrytning, dvs knappen **ENTER**, oftare.



Att arbeta med egna anteckningar

11 Rapporter

11.1 Vad är en rapport?

Som bekant från tidigare kapitel, kan innehållet i varje fönster (undantaget inmatning av kostnader) skrivas ut på en skrivare. Dessa enstaka utskrifter är bra att ha t ex när man arbetar med fallet i Hett97 eller vill visa något specifikt för några andra personer. Det kan dock finnas tillfällen då man skulle vilja ha ut på skrivaren en mer omfattande dokumentation av fallet, innehållande utskrifter från flera fönster, t ex fallbeskrivning, en seriejämförelse och några diagram för en specifik enskild beräkning ur serien. För detta ändamål används Hett97s rapportgenerator. Den skapar flersidiga utskrifter av innehållet i fönstren som finns på skärmen. Vad som kommer ut på skrivaren är en rapport med försättsblad, innehållsförteckning och automatisk numrering av sidor såväl som rubriker.

11.2 Att generera en rapport

- >> Öppna fallfilen **LEKTION_4**
- >> Ta fram fönstret **Serie - Formrivningstid**
- >> Dubbelklicka på något av alternativen som ger formrivning vid 46 h
- >> Ta fram ny **Lista - Tidsvarierande värden**
- >> Ta fram nytt **Kurvdiagram - Randvärmeflöde**
- >> Ta fram ny **Färgkarta - Temperatur**

Nu är fem fönster öppna i Hett97. För att generera en rapport baserad på just dessa fönsters innehåll används kommandot **RAPPORT...** i menyn **ARKIV**.

- >> Välj **Rapport...** i menyn **Arkiv**

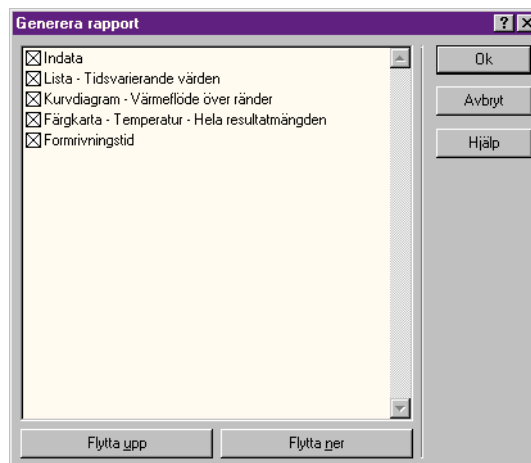


Fig. 11.1 Dialogruta Generera rapport

Dialogrutan i fig. 11.1 används för att välja vad som skall ingå i rapporten och i vilken ordning. Listrutan innehåller titlarna på samtliga fönster som är öppna. Kryssmarkeringen i listan bestämmer om innehållet i fönstret i fråga skall ingå i rapporten eller inte. Krysset tas bort resp kopplas på m h a en dubbelklickning.

Att generera en rapport

Ordningen på titlarna i listan gäller även för rapporten. Om annan ordning önskas, kan man markera en position i listan, genom att enkelklicka på den, och flytta ner eller upp den i listan m h a knapparna i dialogrutan. När man är nöjd med innehållet och ordningen trycker man på **OK**.

>> **Se till att listan ser ut som den i fig. 11.2**

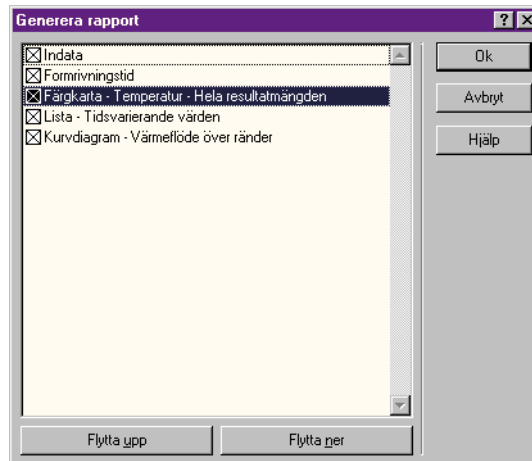


Fig. 11.2 Dialogruta Generera rapport med ändrad ordning för rapportens olika delar.

>> **Tryck på Ok**

Nu kommer vi till den ordinarie dialogrutan för utskrift, dvs där man väljer skrivare, skrivarinställningar etc, se fig. 11.3.

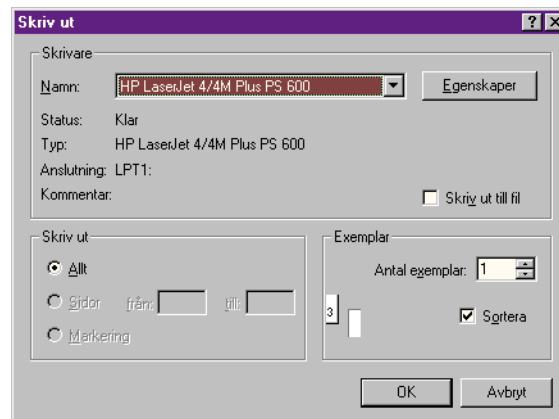


Fig. 11.3 Dialogruta Skriv ut

>> **Tryck på Ok**

Efter en liten stund får vi ut på skrivaren en rapport med fem olika kapitel, totalt 10 sidor + försättsblad.

12 Materialdata

12.1 Hur hanteras olika material?

Hett97 hanterar en rad olika material. Inom ramen för ett fall sker en rad val avseende ung betong, form, isolering, värmekabel, marktyp etc. Dessa material beskrivs m h a olika namn. Namnen är i sin tur kopplade till en uppsättning materialdata. Anledningen till detta, är att man slipper minnas och mata in uppsättningar av siffror. Det räcker att man väljer mellan kända namn på materialen. Även uppgiften *Vindstyrka* hanteras m h a namn som i sin tur är kopplade till en vindhastighet.

12.2 Materialdatabaser

Samtliga materialuppgifter lagras i s k materialdatabaser. En materialdatabas innehåller uppgifter för en viss typ av material, t ex för form. Varje uppgift består av ett materialnamn och en rad siffror, som beskriver olika egenskaper för materialet. Varje materialdatabas lagras på hårddisken i form av en fil. Tabell 12.1 sammanställer samtliga typer av materialdatabaser.

Tabell 12.1: Materialdatabaser

Typ	Berörda variabler i Hett97	Filextension
Vindstyrka	Vindstyrka	MWS
Konventionell form	Konventionell form	MCF
Kvarsittande form	Kvarsittande form	MNR
Efterisolering	Isolering efter formrivningen	MAI
Isolering	Isolering mellan platta på mark och mark	MIN
Täckning	Täckning	MCO
Värmekabel	Värmekabel	MHC
Marktyp	Marktyp vid platta på mark	MGT
Annat material	Annat material vid motgjutning för väggar	MOM
TT-kasett	TT-kasett	MTT
Håldäck	Håldäck	MHD
Plattbärlag	Plattbärlag	MFI
Ung betong	Ung betong	MYC

Vid installationen av Hett97 läggs en materialdatabas, med namnet StartData, för varje typ in på datorn. Om man önskar ändra i materialuppsättningen som Hett97 kan använda under beräkningarna, kan man lägga till nya materialdatabaser, se vidare diskussionen i kapitel 12.4.

12.2.1 Standardval

Hett97 kan arbeta med en materialdatabas, för viss materialtyp, åt gången. För att man skall slipa välja vilken, varje gång man startar Hett97, markeras en materialdatabas per materialtyp som standardval. Varje gång Hett97 startas, kontrollerar programmet vilka databaser är standardval, läser in dem och använder sedan de inlästa materialen under hela arbetspasset dvs tills programmet stängs av.

12.3 Programmet Material

Hett97 levereras tillsammans med ett program för redigering av materialdatabasen. Programets ikon finns i samma grupp som Hett97 i menyn **START** och heter Material.

Observera att Hett97, som tidigare påpekat, läser in alla databaser den använder då den startas. Ändringar i databaserna, utförda samtidigt som Hett97 körs, påverkar inte uppsättningen av material som Hett97 använder. För att ändringarna skall märkas i Hett97, måste Hett97 startas om på nytt. Det är en bra regel att köra antingen Hett97 eller Material åt gången.

12.3.1 Öppna / Skapa ny

I Material skapar man nya databaser eller öppnar existerande på samma sätt som t ex fall i Hett97. För det används kommandon i menyn **ARKIV**. Då man skapar en ny databas får man välja vilken typ av material man skapar databas för. Detta sker m h a dialogruta i fig. 12.1.

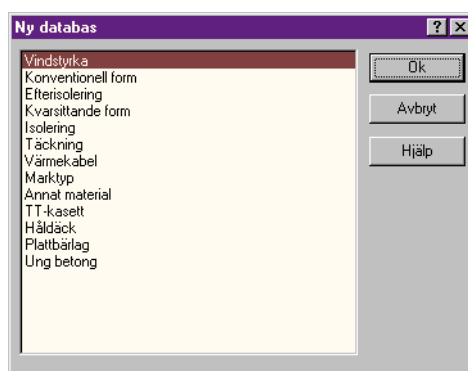


Fig. 12.1 Dialogruta Ny databas

När en databas är öppnad/skapad får den ett eget underfönster i programmet Material. Fönstret innehåller en tabell med samtliga uppgifter för materialen i databasen, se fig. 12.2.

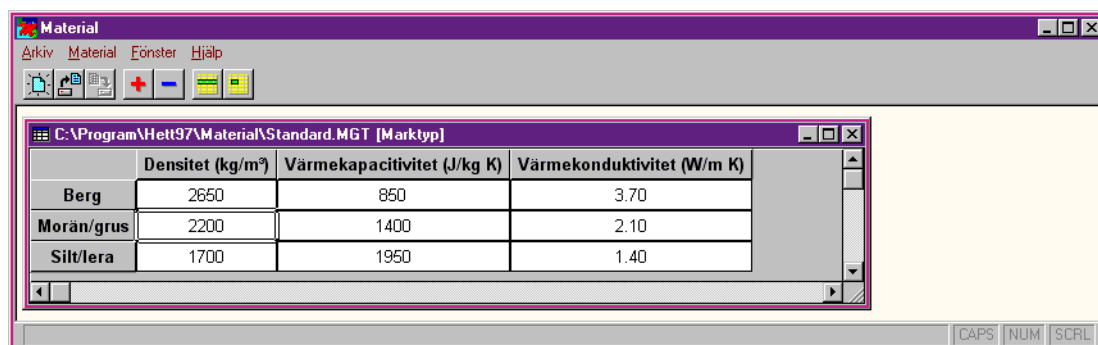


Fig. 12.2 Huvudfönster i Material med underfönster för marktypsdatabasen "StartData"

Genom att enkelklicka på någon cell i tabellen markerar man ett visst material. Efter att ha markerat materialet i fråga kan man ändra det eller ta bort det.

12.3.2 Redigering av en materialdefinition

För att redigera en materialdefinition markerar man materialet i fråga och väljer kommandot **REDIGERA...** i menyn **MATERIAL**. Olika dialogrutor används för redigering av olika typer av material. Fig. 12.3 visar ett exempel - redigering av marktyp.

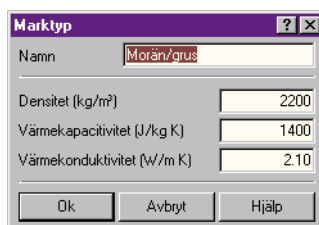


Fig. 12.3 Dialogruta för redigering av marktyp

12.3.3 Redigering av enstaka uppgift

Man kan även ändra i en enstaka uppgift i tabellen. Detta görs genom att man dubbelklickar på en cell och därefter redigerar uppgiften med en enkel dialogruta, se exempel i fig. 12.4.

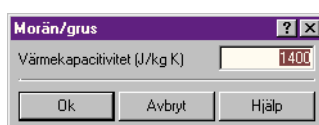


Fig. 12.4 Dialogruta för redigering av värmekapacitet för materialet Morän/grus

12.3.4 Lägg till nytt material

Nya materialdefinitioner kan läggas till med kommandot **NYTT...** i menyn **MATERIAL**. Samma dialogruta som vid redigering av en hel materialdefinition, se fig. 12.3, används för att mata in den nya materialdefinitionen.

Ibland vill man definiera ett material som skiljer sig från ett befintligt med avseende på ett fåtal uppgifter. I stället för att skapa materialet och mata in samtliga uppgifter kan man markera det mest lika materialet i tabellen och använda kommandot **NYTT BASERAT PÅ VAL...** i menyn **MATERIAL**. Man får gå igenom samma dialogruta som normalt, men dialogrutan är redan ifylld med uppgifter från det valda materialet. Det återstår då endast att korrigera ett fåtal uppgifter.

Det går att skapa material med exakt likadana egenskaper, dvs samma numeriska uppgifter, i en och samma databas. Det går däremot inte att ha två material med samma namn inom samma databas. Programmet godkänner inte sådana ändringar.

12.3.5 Ta bort material

För att ta bort ett material, markera materialet i fråga och välj **TA BORT** från menyn **MATERIAL**.



12.3.6 Välj som standard

För att välja en databas som standard, dvs den som Hett97 använder, används kommandot **ANVÄND SOM STANDARD** i menyn **MATERIAL**.

Observera att databasen som väljs som standard måste alltså vara öppnad i programmet Material och den måste innehålla åtminstone en materialdefinition.

För att se vilka databaser är valda som standard, använd kommandot **VISA STANDARDVAL...** i menyn **MATERIAL**. Funktionen visar en dialogruta av vilken framgår gällande standardval för samtliga materialtyper, se fig. 12.5.

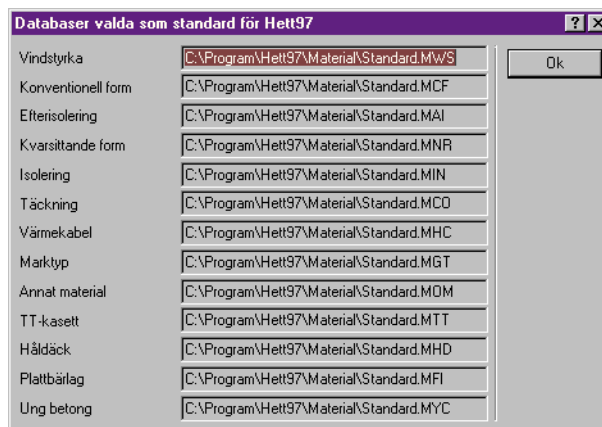


Fig. 12.5 Dialogrutan med gällande standardval av materialdatabaser

12.3.7 Spara / Spara som

För att spara de ändrade/nyskapade databaserna används kommandon i menyn **ARKIV**. Dessa fungerar på samma sätt som t ex spara-kommandon i Hett97. **SPARA** sparar under det existerande filnamnet. **SPARA SOM...** sparar under ett nytt filnamn.

12.4 Uppläggnig av egna material

Programmet Material möjliggör en flexibel redigering och uppläggnig av egna materialdatabaser. Anledningar till att man vill utnyttja det, kan vara många. Man kanske använder bara en del av de material, vars data levereras med Hett97. Man vill kanske lägga till några material, vars data inte finns där. Man kanske vill ha olika databaser med olika uppsättningar av material, beroende på vilken leverantör man vill anlita. Det är helt upp till användaren att bestämma hur materialen skall läggas upp i databaserna.

Vi vill dock utfärda en kraftig rekommendation rörande materialdatabaser som levereras med Hett97. Öppna gärna någon av dem, spara den under ett nytt namn, redigera fritt efteråt och sätt den som standardval, för att arbeta med de ändrade materialen i Hett97. Spara däremot inte några ändringar i de ursprungliga databaserna, dvs under filnamnen StartData (+extension). Om Du av någon anledning skulle söka hjälp med Hett97 hos distributören, kommer supportpersonalen att förutsätta att Dina StartData-filer ser ut som när de installerades.

13 Export av resultat

Hett97 har stöd för export av resultat, dvs möjlighet att spara resultaten på en fil som ett annat program kan läsa. I detta kapitel skall vi visa hur denna möjlighet kan utnyttjas för att rita diagram i MS Excel 7.0 för Windows 95. Vi skall även nämna hur man plockar in mätdata in i samma diagram. OBS! Vissa förkunskaper om MS Excel är ett krav för detta kapitel.

13.1 Att exportera en lista

- >> **Starta Hett97**
- >> **Öppna fallfilen LEKTION2**
- >> **Ta fram resultatfönstret Lista - Tidsvarierande värden**

Endast innehållet i resultatfönstret *Lista* kan exporteras. Listan exporteras till en vanlig textfil, med olika kolumner separerade med hjälp av TAB-tecknet. För att exportera en lista används kommandot **EXPORTERA...** i menyn **ARKIV**.

- >> **Välj Exportera... i menyn Arkiv**

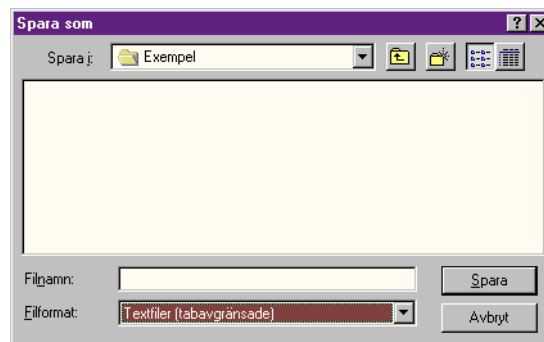


Fig. 13.1 Dialogruta Spara som vid export av data till textfil

Hett97 tar fram dialogrutan *Spara som* där man får namnge filen i vilken de exporterade data skall sparas.

- >> **Ange MIN_LISTA som filnamn och spara den i mappen Exempel under Hett97**

Nu finns det en fil i mappen Exempel med namnet MIN_LISTA.TXT.

13.2 Diagram i MS Excel

13.2.1 Inläsning av textfilen

- >> **Öppna Excel**
- >> **Välj Öppna i menyn Arkiv**

Längst ner till vänster i dialogrutan, se fig. 13.2, finns en kombinationsruta med val av filformat.

- >> Välj **Textfiler (*.prn;*.txt;*.skv)** som filformat och bläddra till mappen **Exempel** under **Hett97** dvs normalt **C:\Program\Hett97\Exempel**

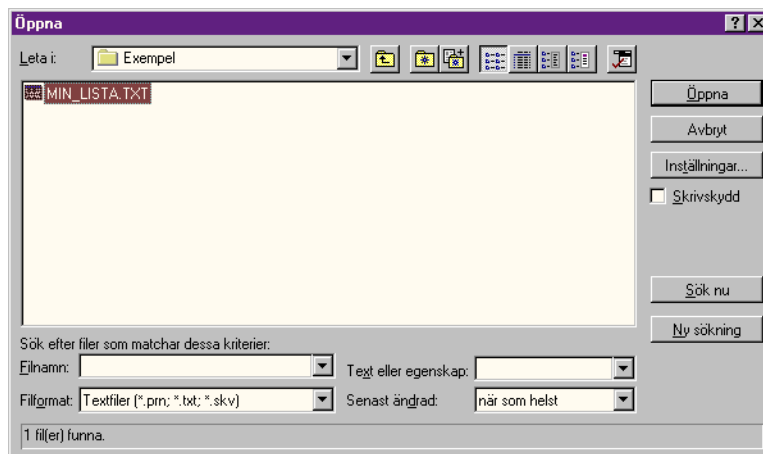


Fig. 13.2 Dialogrutan Öppna i MS Excel med rätt filformat och rätt mapp

- >> Markera **MIN_LISTA** och tryck på **Öppna**

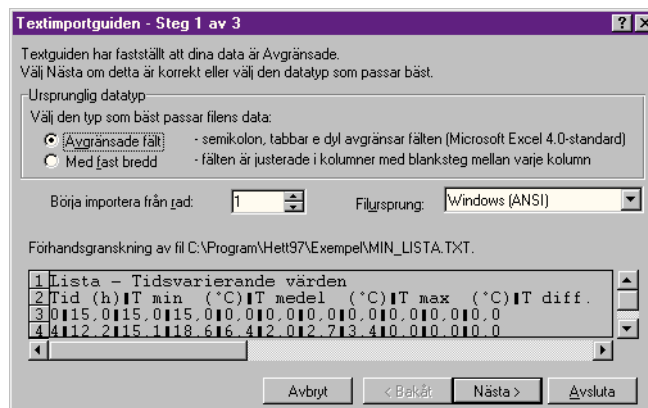


Fig. 13.3 Dialogruta Textimportguiden, Steg 1

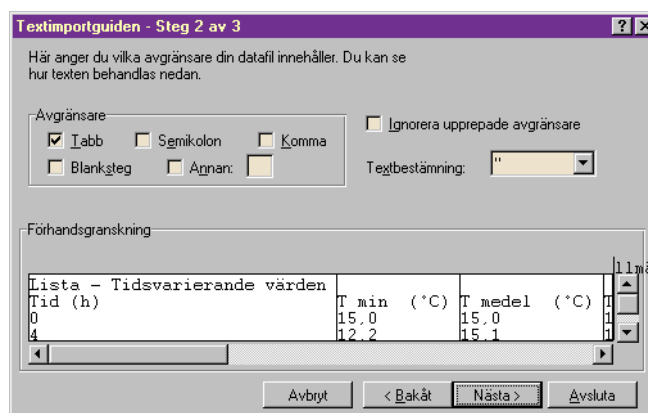


Fig. 13.4 Dialogruta Textimportguiden, Steg 2

Vid inläsning av en textfil används i Excel Textimportguiden. Det är frågan om tre dialogrutor. I dessa duger samtliga grundinställningar, jämför med fig. 13.3, fig. 13.4 resp fig. 13.5. Man

bläddrar genom rutorna med knappen **NÄSTA** och avslutar med knappen **AVSLUTA**.

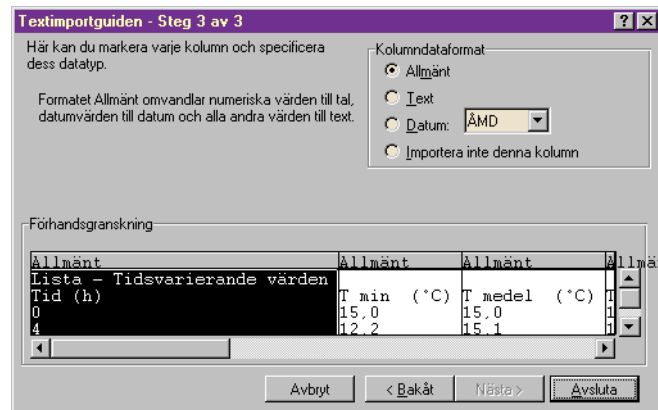


Fig. 13.5 Dialogruta Textimportguiden, Steg 3

>> Avsluta Textimportguiden m h a knappen **Avsluta**

13.2.2 Formatering av tabellen

Nu har vi fått upp en tabell på skärmen. Vi skall endast använda max-, min- och medeltemperatur så vi tar bort de övriga kolumnerna.

>> **Markera kolumnerna E till K**
>> **Välj Radera - Allt i menyn Redigera**

Vi snyggar till de första kolumnerna också.

>> **Markera kolumnerna A till D**
>> **Välj Kolumn - Passa markering under menyn Format**

13.2.3 Diagram

Nu skall vi skapa ett diagram i MS Excel.

>> **Markera cellerna A2 till D63, dvs tid och temperaturvärden med rubriker**
>> **Välj Diagram - Som nytt blad från menyn Infoga**

Nu har vi tagit oss fram till Diagramguiden i Excel. Dess första steg låter oss kontrollera att de rätta cellerna är markerade som data för diagrammet.

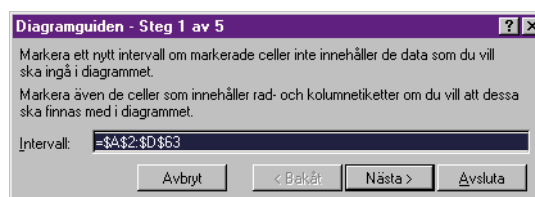


Fig. 13.6 Diagramguiden, Steg 1

- >> Kontrollera att rutan Intervall innehåller texten =\$A\$2:\$D\$63
- >> Tryck på knappen Nästa

Nästa steg går ut på att välja diagramtyp.

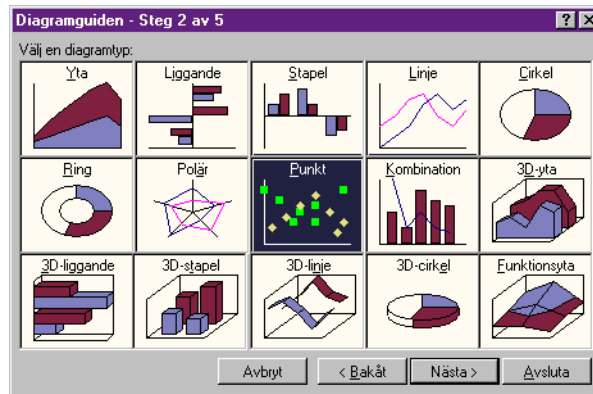


Fig. 13.7 Diagramguiden, Steg 2

- >> Välj Punkt som diagramtyp
- >> Tryck på knappen Nästa

I steg 3 väljer vi typ av punktdiagram.

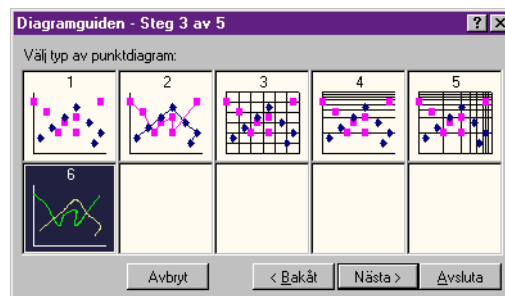


Fig. 13.8 Diagramguiden, Steg 3

- >> Välj typ 6
- >> Tryck på knappen Nästa

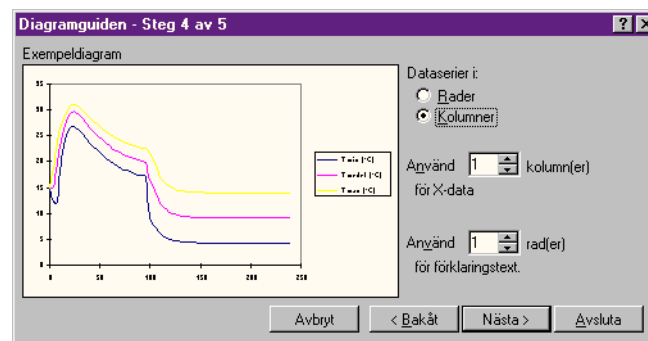


Fig. 13.9 Diagramguiden, Steg 4

I steg 4 får vi tala om hur de markerade cellerna skall användas i diagrammet.

- >> Välj Dataserier i kolumner
- >> Välj 1 kolumn för X-data
- >> Välj 1 rad för förklaringstext
- >> Tryck på knappen Nästa

I sista steget kan vi ge några förklaringstexter som skall dyka upp i diagrammet.

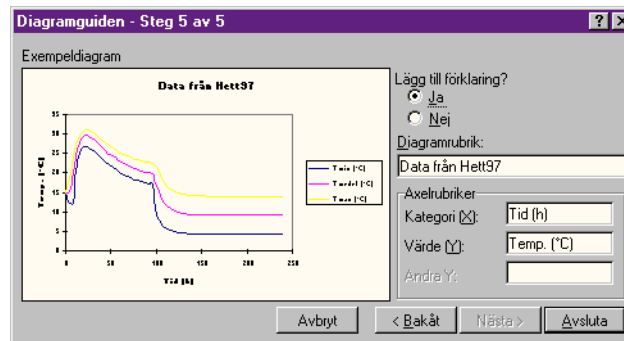


Fig. 13.10 Diagramguiden, steg 5

- >> Sätt diagramrubrik till Data från Hett97
- >> Sätt rubrik för X-axel till Tid (h)
- >> Sätt rubrik för Y-axel till Temp. (°C)
- >> Tryck på knappen Avsluta

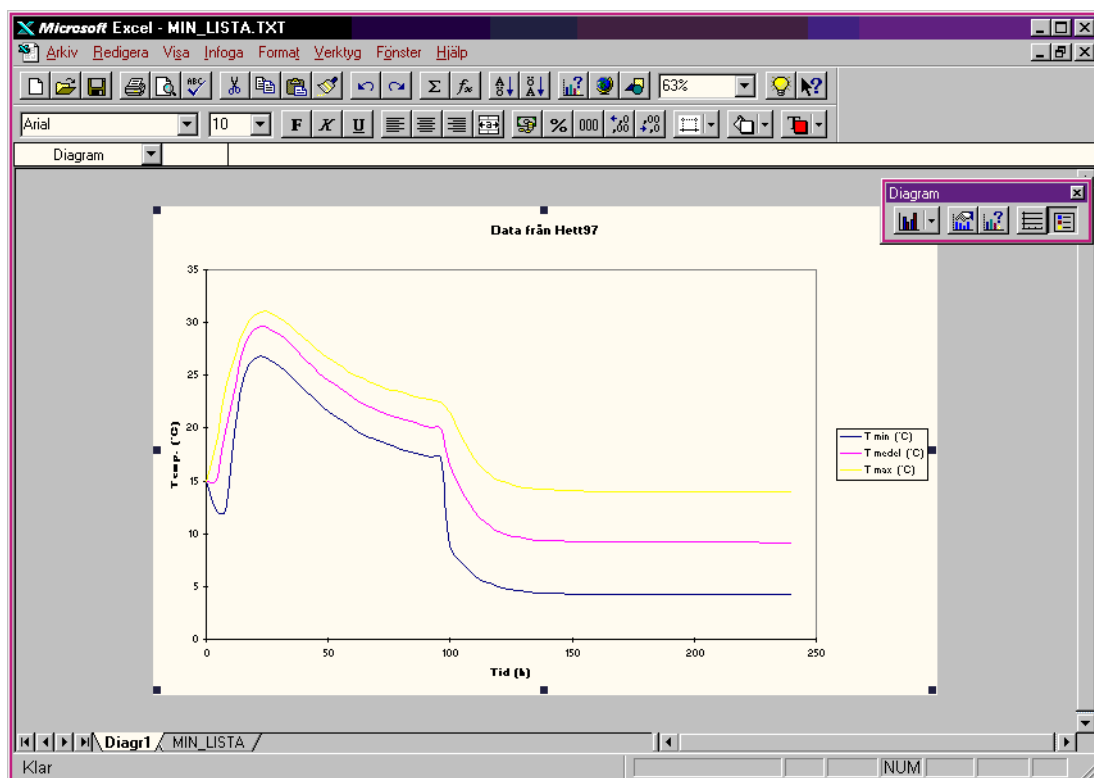


Fig. 13.11 MS Excel med det nya diagrammet

Nu har vi lagt till ett nytt blad i MS Excel som innehåller diagrammet, jämför fig. 13.11. Det är fritt fram att ändra på diverse inställningar för skalor, linjetyper etc.



Om vi vill ha andra kurvor i samma diagram, t ex mätkurvor, går det naturligtvis att ordna. Det enklaste sättet är att från början lägga till mätdata som kolumner bredvid temperaturerna från Hett97 och sedan skapa ett diagram för fler än tre kurvor.