
CraX1 -Handboksmetoden

- Kalibrering mot kända resultat
- Jämförelse mot ny analys med ConTeSt Pro
- Genomgång av villkoren för CraX1

Kalibrering mot kända resultat

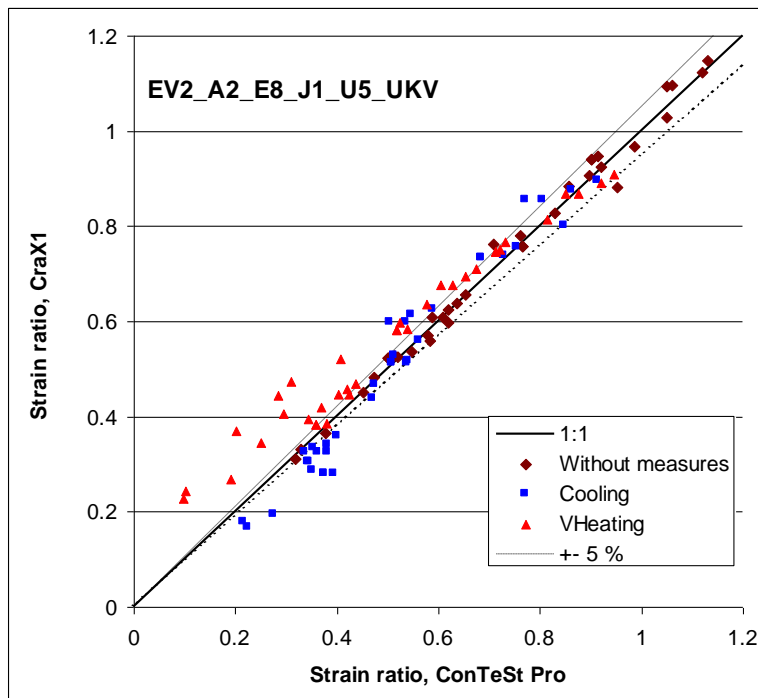
- * Ca 2000 jämförande beräkningar (ConTeSt Pro & CraX1) har utförts, bl a enligt:

$B_{\text{vägg}} = [300, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, \text{ and } 1800 \text{ mm}]$

$C = [360, 380, 400, 420, \text{ and } 440 \text{ kg/m}^3]$

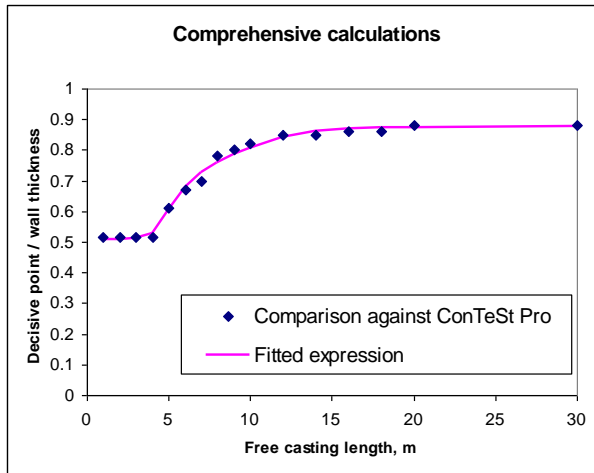
$h_{\text{tc}} = [1, 2, 3, 5, 8, 14, \text{ and } 25 \text{ W/m}^2\text{K}]$

1) Antag att $y_{\text{dim}}/B_{\text{vägg}} = 1$:



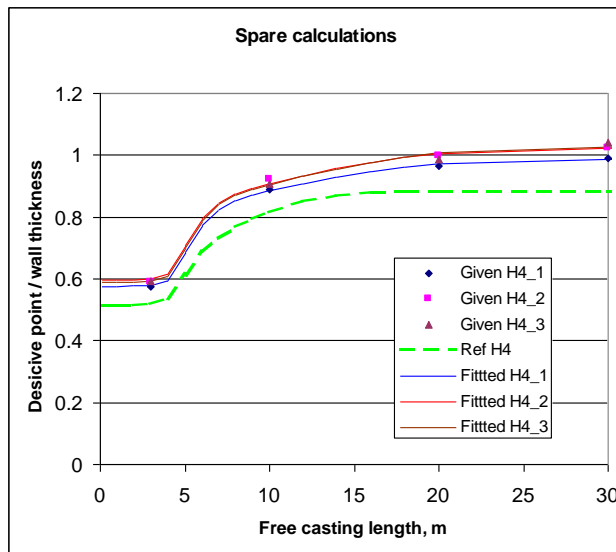
Exempel från regressionsanalysen

A. Från omfattande beräkningar ($B_{\text{vägg}} = 1.2 \text{ m}$, $B_{\text{platta}} = 3 \text{ m}$)
($L = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20$, and 30 m)

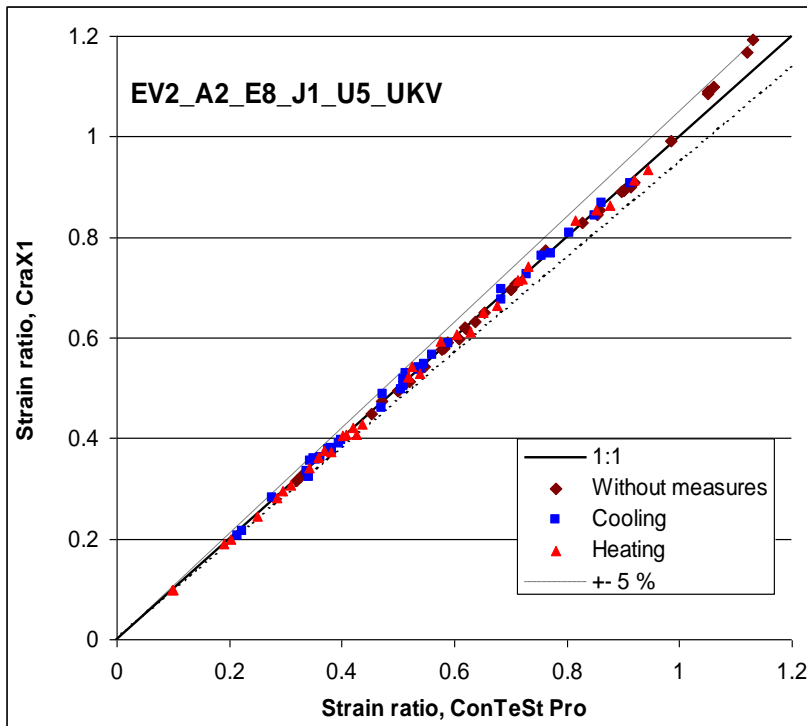


Variabel $y_{\text{dim}}/B_{\text{vägg}}$!

B. Från glesare beräkningar ($B_{\text{vägg}} = 1.0 \text{ m}$, $B_{\text{platta}} = 4 \text{ m}$)
($L = 3, 10, 20$ och 30 m)



Jämförelse av töjningskvoter efter kalibrering för variabel dimensionerande punkt



Resultat:

- typisk variation: inom $\pm 3\%$
- maximal avvikelse: $\pm 5\%$

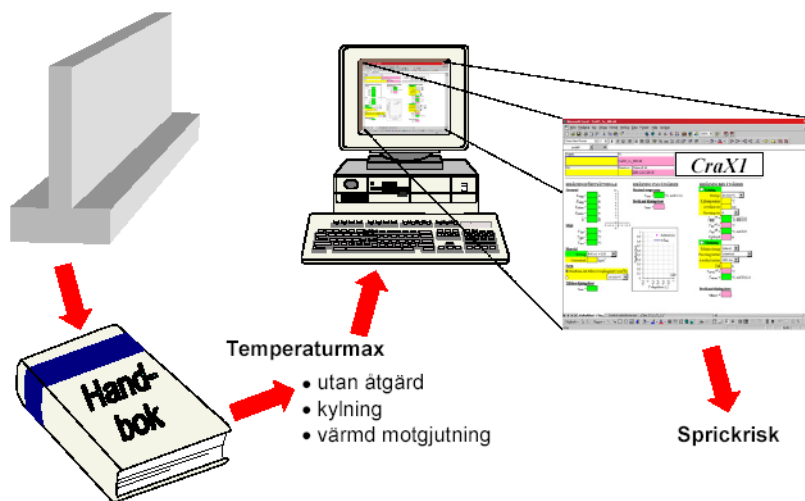
- Kontrollberäkning med CraX1 för att se hur bra eller dåligt beräknade töjningskvoter stämmer med de nyligen gjorda beräkningarna enligt ConTeSt Pro

Genomgång av villkoren för CraX1

LTU Teknisk Rapport 2001:14 (del D)

TEMPERATURSPRICKOR I BETONGKONSTRUKTIONER

Handbok med diagram för sprickriskbedömning inklusive åtgärder
för några vanliga typfall



Del D
BAKGRUND OCH BESKRIVNING AV VALT TYPFALL

*Jan-Erik Jonasson, Kjell Wallin, Mats Emborg, Annika Gram
Iad Saleh, Martin Nilsson, Mårten Larsson och Hans Hedlund*

Vilken konstruktion avses?

Konstruktionstyp: Vagg-på-platta
Spricktyp: Genomgående sprickor
Grundläggning: Packad fyllning

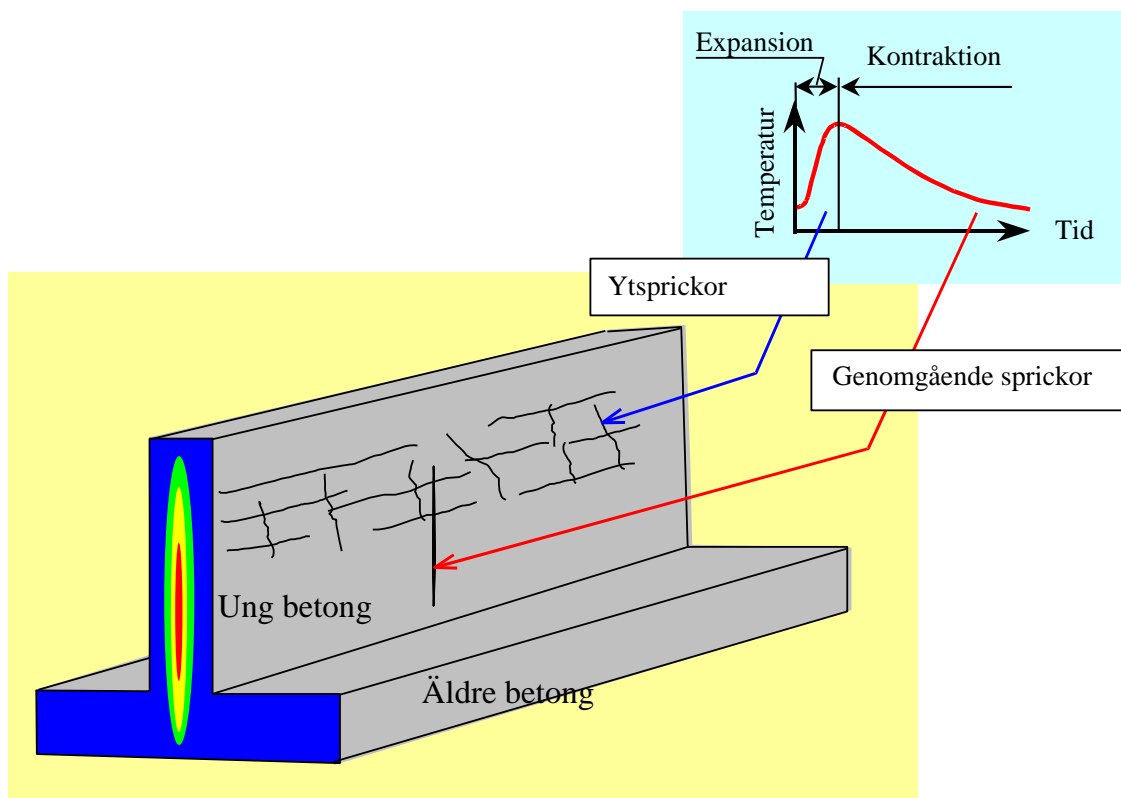


Fig 4.1

Vilken konstruktion avses?

Nödvändiga geometriska mått:

$B_{\text{vägg}}$ = väggens bredd, m

$H_{\text{vägg}}$ = väggens höjd, m

B_{platta} = plattans bredd, m

H_{platta} = plattans höjd, m

L = fri gjutlängd, m

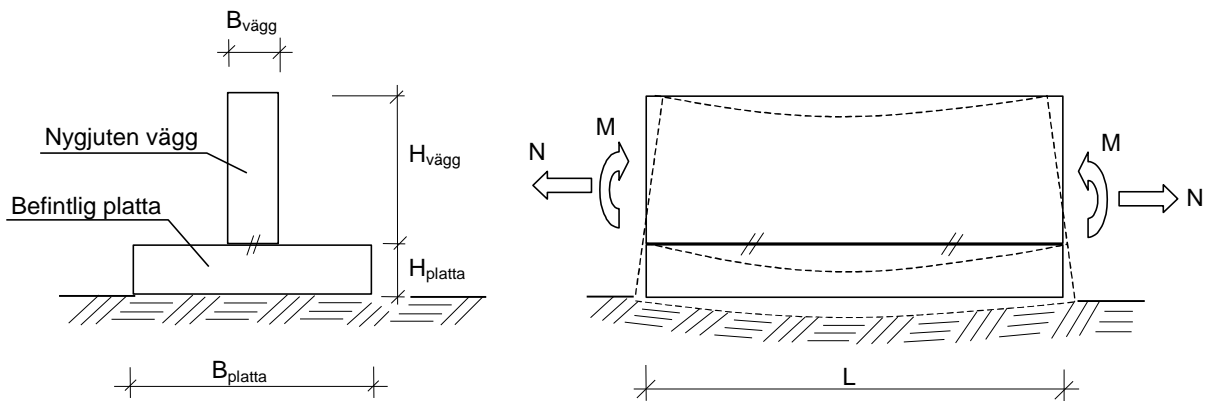
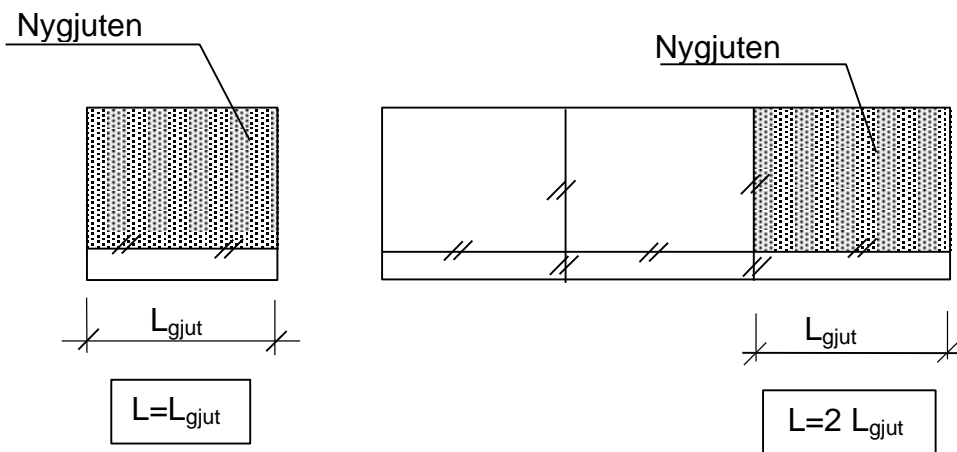


Fig 4.2

Vad innebär fri gjutlängd?



a) Enskild monolit

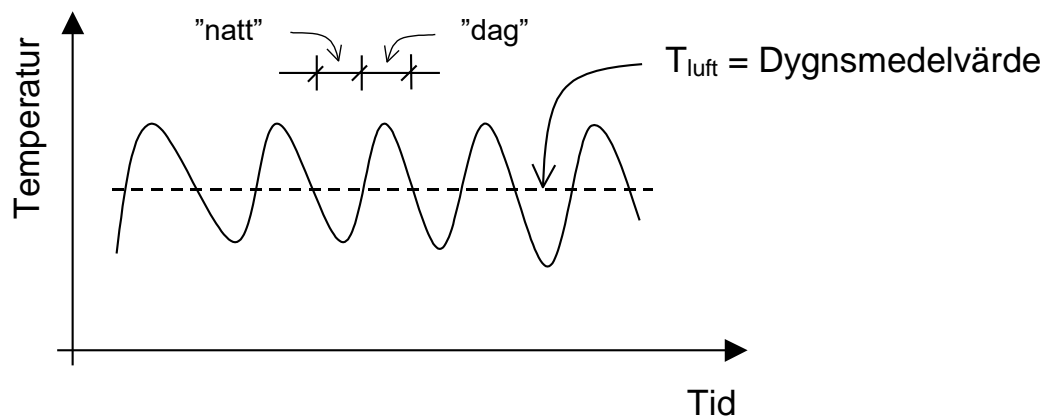
b) Successiv gjutning av etapper med stumfogar

Hur inverkar rörelsefogar eller dilatationsfogar?

Fig 4.3

Hur väljer jag lufttemperatur?

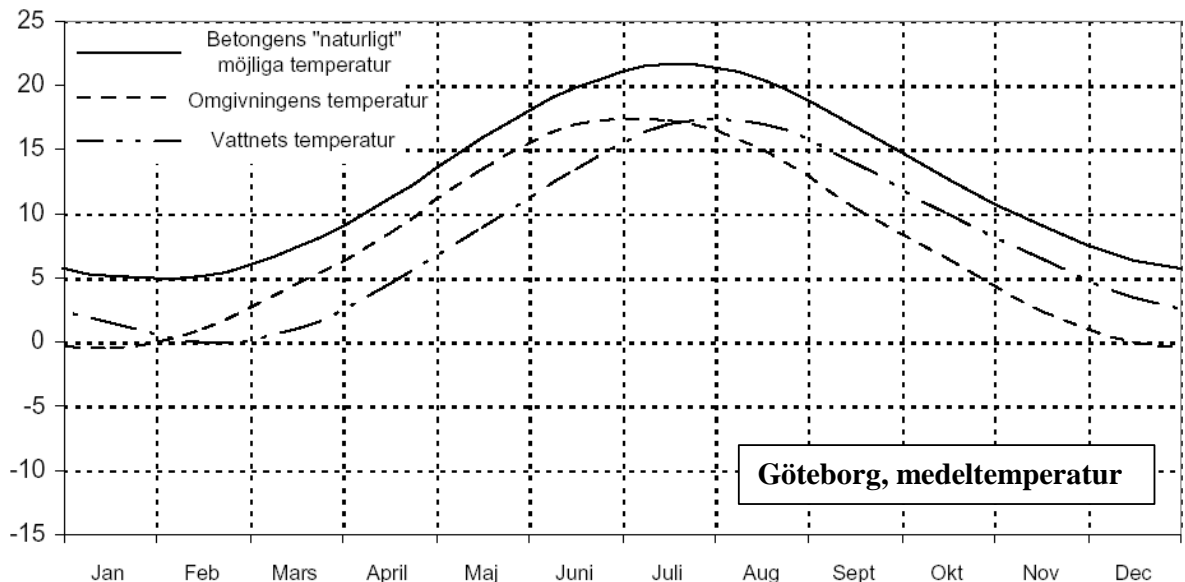
Svar: Dygnsmedelvärde !



Vad menas med gjuttemperatur?

Svar: Betongmassans temperatur ”i formen” efter transport, hantering och bearbetning

- Vad är möjligt att uppnå?
- Vad är önskvärt att uppnå?
- Vad bör man undvika (min resp. max) ?



(Bernander, 1982)

Fig 4.5

Vad menas med motgjutningstemperatur?

Svar: ... en parameter som beskriver den motgjutna konstruktionens "utgångsstorlek" vid tidpunkten för gjutning...

Vanligen: Motgjutningstemperatur =
Lufttemperatur

Vilka betonger finns att välja mellan?

- Betong K40, vct = 0.50
- Betong K40/K45, vct = 0.45
- Betong K45, vct = 0.40

Välj inte betong med lägre vct eller högre K-värde än nödvändigt !

Vilken betydelse har cementhalten?

Ta alltid reda på cementhalten genom kontakt med betongfabriken!

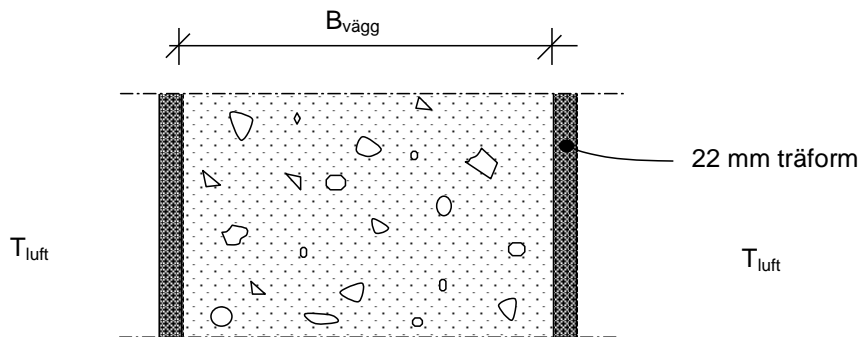
Vanliga cementhalter* för betong med ca 100 mm sättmått enligt:

Hållfasthetsklass	vct	C, kg/m ³
K40	0.50	360
K40	0.45	380
K45	0.45	400
K45	0.40	420

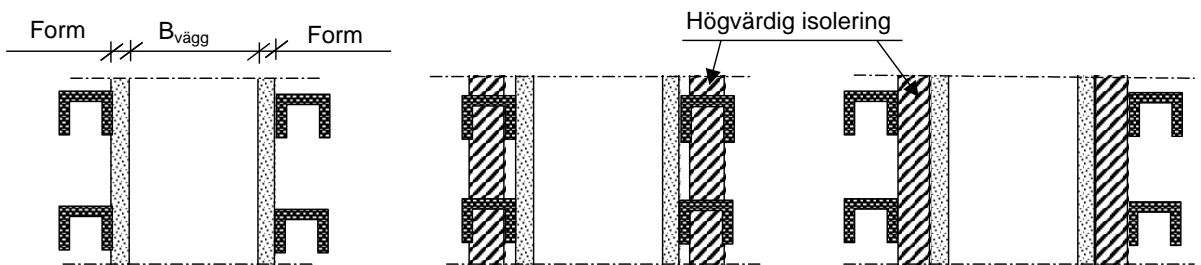
*) Anläggningscement

Vad avses med begreppet representativ form?

22 mm träform ger: värmeövergångstal ca $5 \text{ W/m}^2\text{K}$



Olika formtyper:



a) Osiolerad form

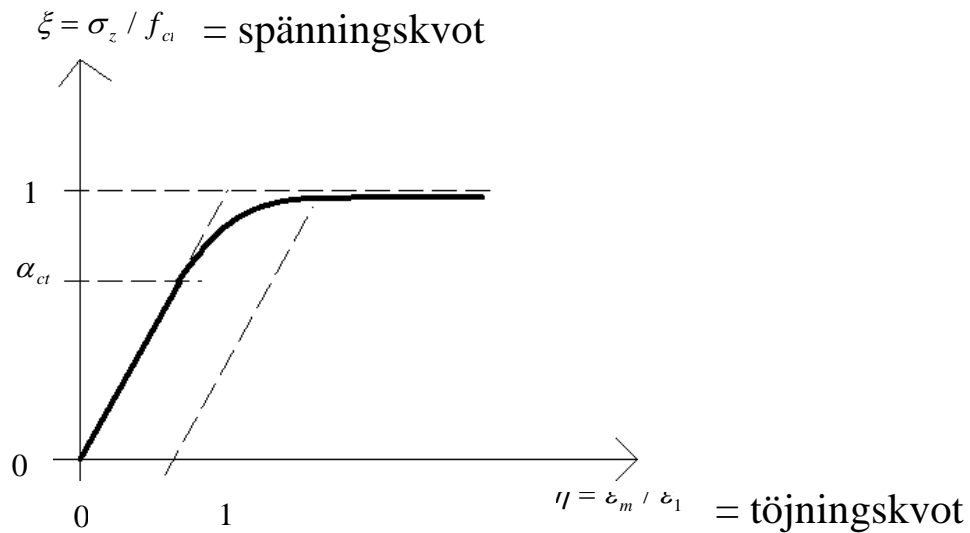
b) Normalisolering

c) Välisolerad form

För numeriska värden, se tabell 4.3 – 4.5 !

Tillåten töjningskvot

Spännings-töjningssamband:

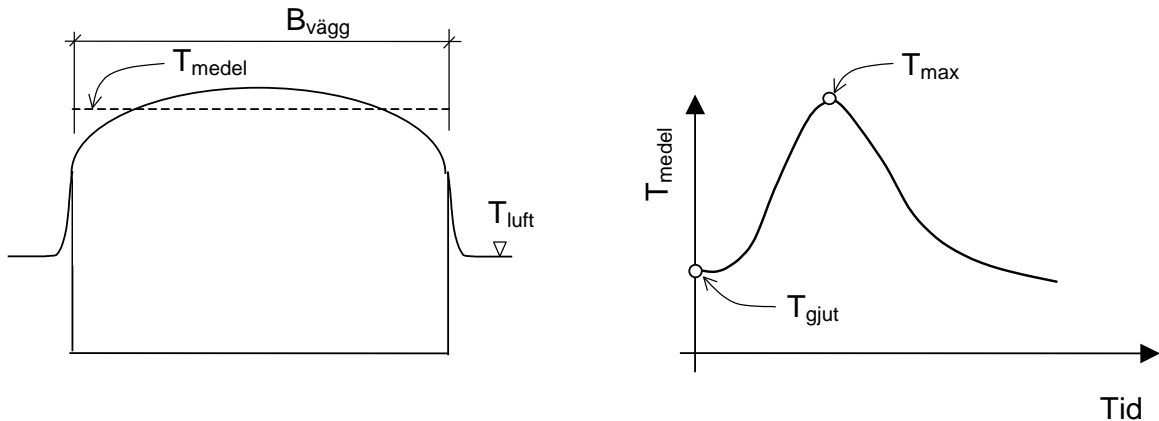


Samband mellan spricksäkerhet och töjningskvot:

Minsta spricksäkerhet, S	Tillåten töjningskvot, η_{\max}
1.25	0.8
1.42	0.7
1.67	0.6

CraX1 – BERÄKNING UTAN ÅTGÄRDER (Kapitel 5 i del D)

Hur definieras maximal temperatur?



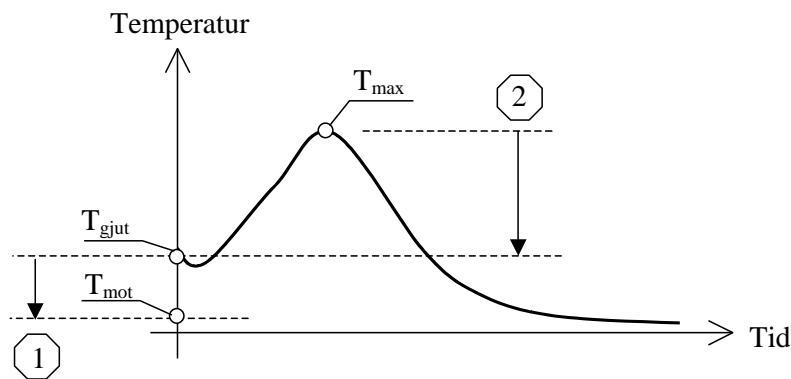
T_{max} beror av:

- Väggtjocklek ($B_{\text{vägg}}$)
- T_{luft} = lufttemperatur = dygnsmedelvärde
- T_{gjut} = gjuttemperatur = betongmassans utgångstemperatur
- Cementhalt
- Övergångstal

OBS! Excel-arket CraX1 ger hänvisningssidor.

Definition av belastande deformation

- ① Ingångsdifferens, $T_{\text{gjut}} - T_{\text{mot}}$
- ② Hydratationsvärme, $T_{\text{max}} - T_{\text{gjut}}$



Belastande rörelse = ingångsdifferens + hydratationsvärme

Spänningsbelastande rörelse =

aktuell tvångsfaktor \times belastande rörelse

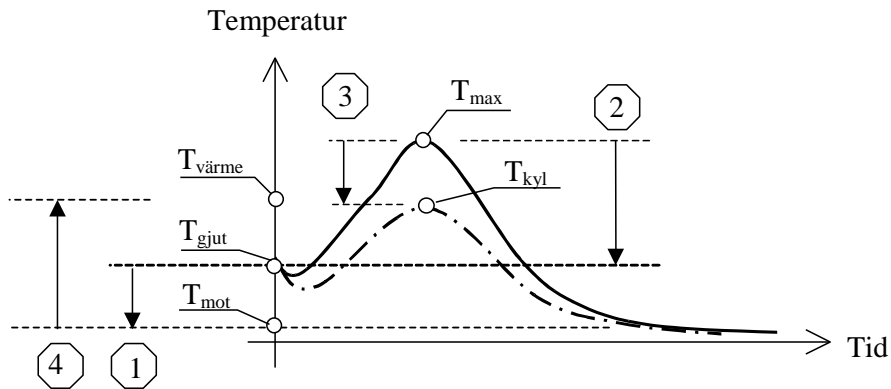
Beräknad töjningskvot utan åtgärd

$$\eta_{\text{utan}} = \text{Beräknad töjningskvot} = \frac{\text{Spänningsbelastande rörelse per l.e.}}{\text{Betongens dragtöjningskapacitet}}$$

Dragtöjningskapacitet =
ca $100 - 150 \cdot 10^{-6} \approx 10 - 15 \text{ } ^\circ\text{C}$ (säg $14 \text{ } ^\circ\text{C}$)

$$\eta_{\text{utan}} \begin{cases} \leq \eta_{\text{max}} : \text{OK!} \\ > \eta_{\text{max}} : \text{Sprickbegränsande åtgärder erfordras !} \end{cases}$$

CraX1 – BERÄKNING MED ÅTGÄRDER (Kapitel 6 i del D)



③ Kylinsats, $T_{\text{max}} - T_{\text{kyl}}$

④ Värmningsinsats, $T_{\text{värme}} - T_{\text{mot}}$

Kylning: Hur stor kylinsats behövs?

Maximal temperatur efter kylning bestäms enligt

$$T_{\text{kyl}} = T_{\text{max}} - (T_{\text{max}}^{\text{ref}} - T_{\text{kyl}}^{\text{ref}})$$

där index "ref" avser avläsning i diagram beräknade för $C^{\text{ref}} = 400 \text{ kg/m}^3$

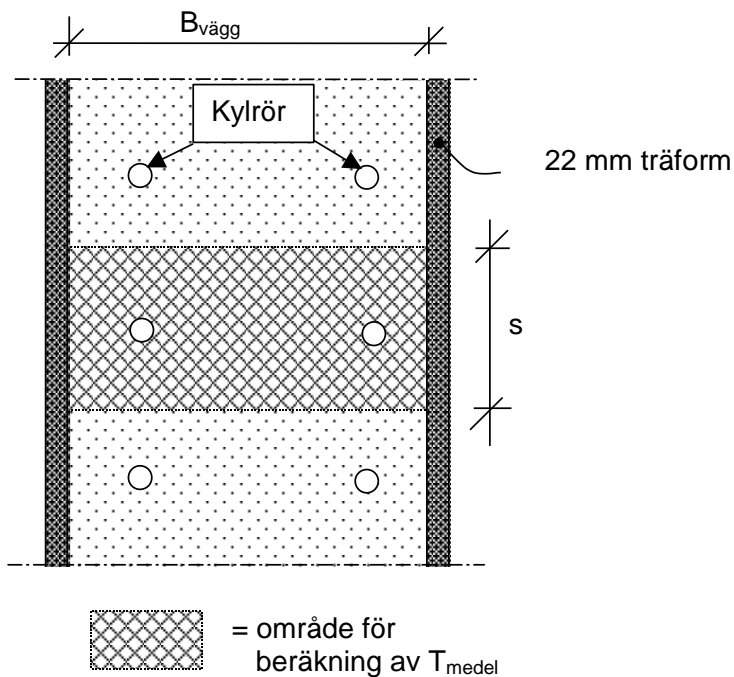
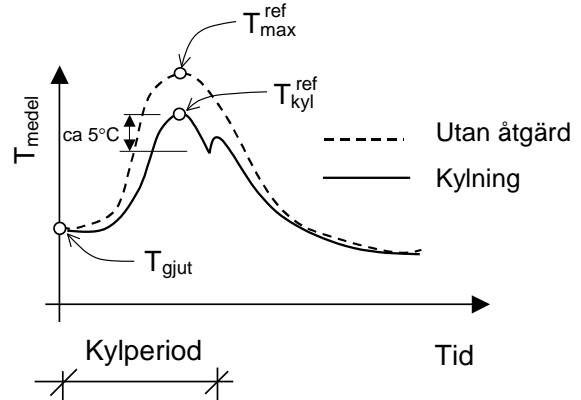
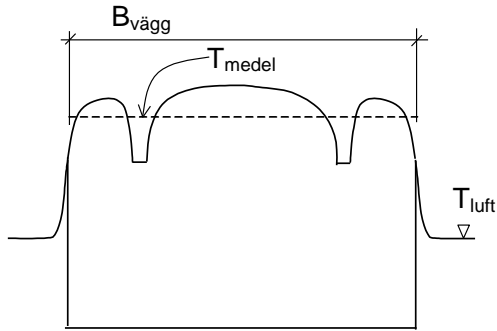


Fig 6.2

Hur länge skall jag kyla?



Kylning sker från gjutstart tills medeltemperaturen sänkts ca $5^{\circ}C$

Rörtyp, kyltemperatur och s-avstånd

Kyleffekten har beräknats för två rörtyper enligt:

- I. Övergångstal = $900 \text{ W/m}^2\text{K}$: Stålrör, diameter = 25 mm
- II. Övergångstal = $80 \text{ W/m}^2\text{K}$: Plaströr, diameter = ca 30 mm

Följande kyltemperaturer har studerats:

5, 12 och $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Följande s-avstånd har studerats

400, 500 och 600 mm

Kylrörsplacering

Två huvudprinciper:

- A. Placering ca 80 mm innanför formen, vilket avser fallet att placera rören mot befintlig armering
- B. Placering ungefär i $\frac{1}{4}$ -punkterna eller för tjockare väggar något innanför dessa lägen, vilket vanligen kräver inläggning av speciell monteringsarmering

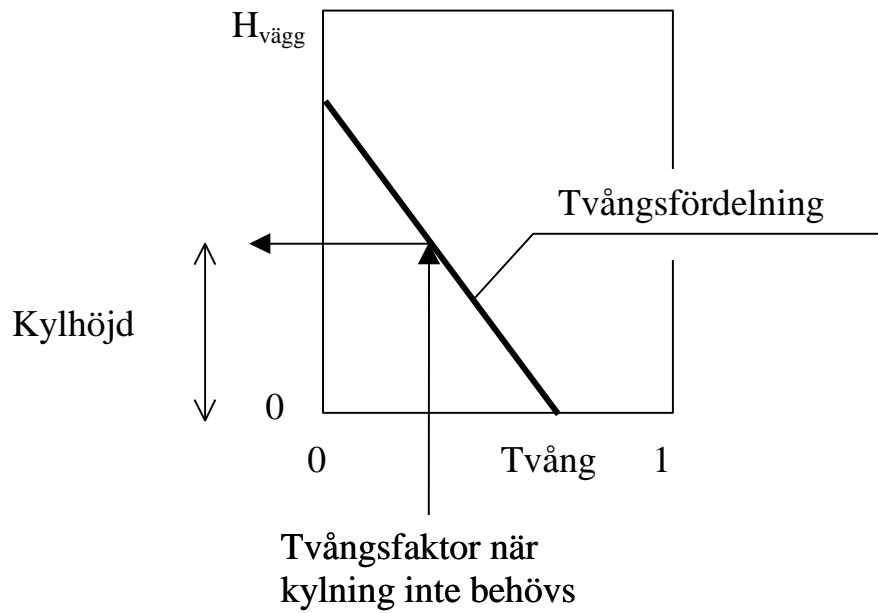
Bestämning av maximal referenstemperatur inklusive kylning ($C^{\text{ref}} = 400 \text{ kg/m}^3$)

Följande parametrar behövs för att läsa av maximal temperatur vid kylning:

- Väggtjocklek ($B_{\text{vägg}}$)
- T_{luft} = lufttemperatur = dygnsmedelvärde
- T_{gjut} = gjuttemperatur = betongmassans utgångstemperatur
- Kyltemperatur
- s-avsånd = centrum-centrum-avstånd mellan kylrören
- Kylrörsplacering A eller B.
- Cementhalten = $400 \text{ kg/m}^3 = C^{\text{ref}}$ för samtliga diagram

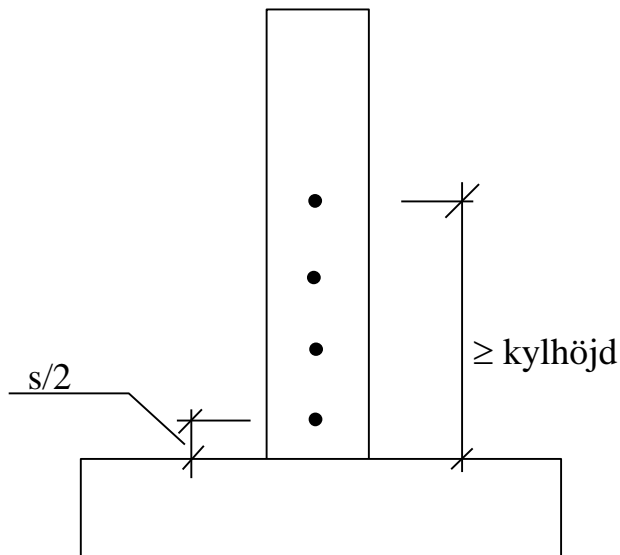
OBS! Excel-arket CraX1 ger hänvisningssidor.

Hur högt upp i väggen ska jag kyla?



Hur placeras kylrören i väggen?

- den understa rörplaceringen monteras ett halvt s -avstånd upp i väggen
- därefter placeras ett antal rörlager med konstant s -avstånd upp genom väggen
- den översta rörplaceringen är placerad minst den beräknade kylhöjden upp i väggen
- minst 2 rörlager används, dvs även om den beräknade kylhöjden är mindre än ett halvt s -avstånd. Detta innebär att minsta praktiska kylhöjd är ett och ett halvt s -avtånd upp i väggen



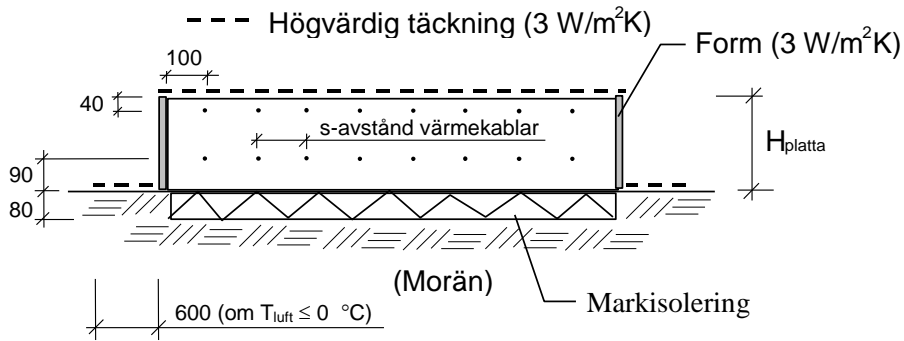
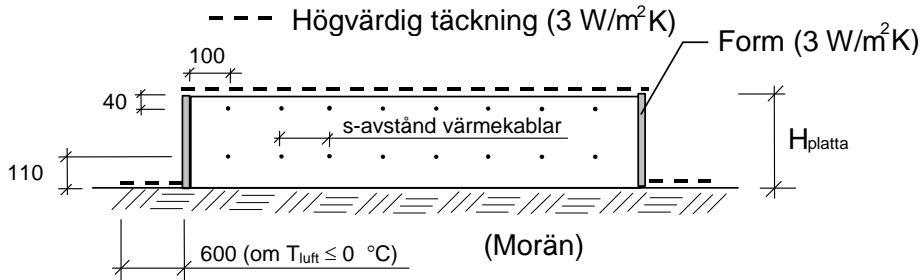
Värmning: Hur stor värmningsinsats behövs?

Minsta genomsnittliga temperatur i plattan efter värmning bestäms av

Krav för val av värmningssystem:

$$T_{\text{värme}} \geq T_{\text{värme}}^{\text{erf}} \text{ vid tidpunkt för gjutning}$$

Hur länge ska plattan värmas/täckas?



Högvärdig isolering på plattans överyta under hela värningsförloppet!

- 1) Plattan skall vara täckt och värmekablarna påslagna 24 h efter gjutningen.
- 2) När kablarna slås av 24 h efter gjutningen ska all täckning tas bort.

Vilka s-avstånd ska väljas?

Beräkningarna genomförda enligt:

$s = 300$ mm för kabel med effekt = 30 W/m,
vilket motsvara 100 W/m² i varje lager

$s = 400$ mm för kabel med effekt = 30 W/m,
vilket motsvara 75 W/m² i varje lager

$s = 500$ mm för kabel med effekt = 30 W/m,
vilket motsvara 60 W/m² i varje lager

Valt värmningssystem	s-avstånd för kabel med effekten		
	20 W/m	30 W/m	40 W/m
s300 mm, 100 W/m ²	200 mm	300 mm	400 mm
s400 mm, 75 W/m ²	260 mm	400 mm	530 mm
s500 mm, 60 W/m ²	330 mm	500 mm	660 mm

Samtidig kylning och värmning

Man kan med CraX1 välja att studera
samtidig kylning och värmning!