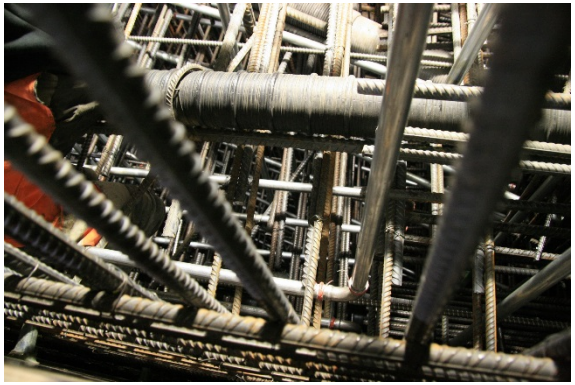
Lastoberoende sprickor i anläggningar
Alternativ förvärmningsmetod som sprickåtgärd, fältstudier och efterkalkyler



Kjell Wallin/Vilmer Andersson-Vass/Petter Eriksson

Betong & Stålteknik/Svevia/LTU

BOSTEK.SE
BETONG & STÅLTEKNIK

SBUF projekt 13046

- **Värme ett alternativ till kyla. Metodutveckling och ny teknik**
- **Järnvägstunnel genom G:a Uppsala**

SBUF®

Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond

1. Syfte

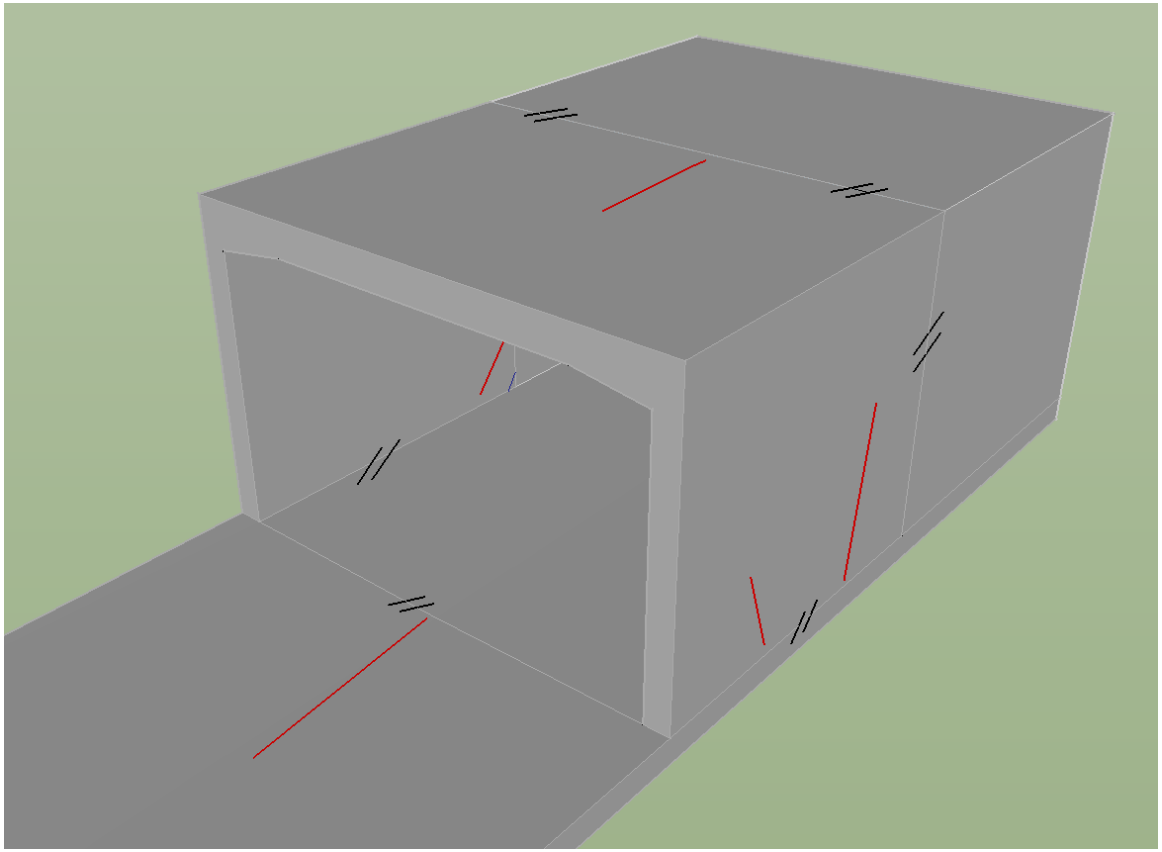
- Undersöka hur värmemattan värmer upp betongen.
- Föreslå hur man kan modellera värmemattans effekt i Contest.
- Använda värmemattorna vid verkliga gjutningar för att se att de fungerar.
- Uppföljning av beräkningar och sprickkarteringar.

Tunnel under Gamla Uppsala

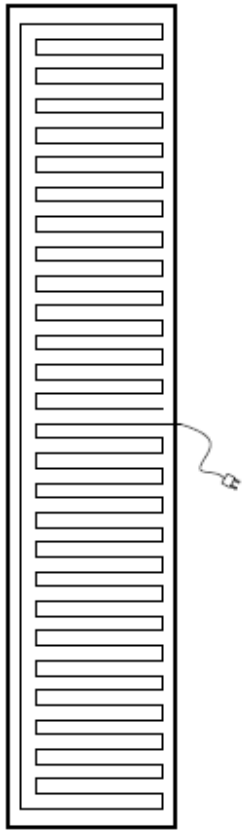
- 600 meter.
- 10 meter formvagn.
- 25 000 m^3 betong.
- Betongarbeten sept -14 till febr -16.
- Uppvärmning av motgjutna konstruktioner som sprick-åtgärd.

BOSTEK.SE

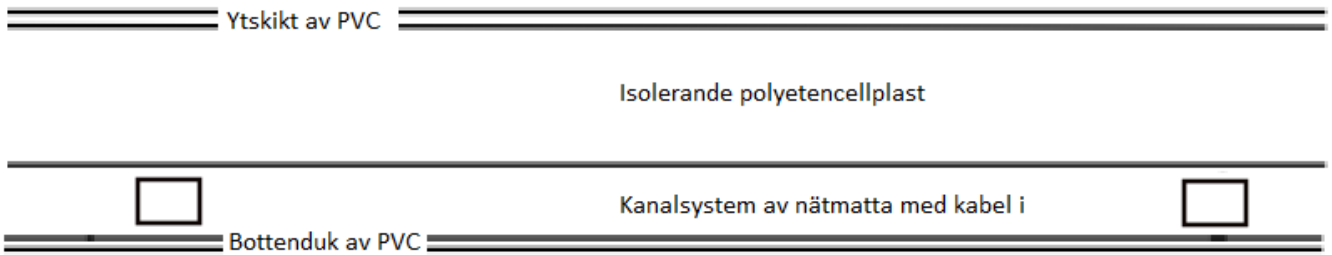
Möjliga temperatursprickor i tunnelkonstruktionen



Värmemattan



- Ny produkt
- 5×1 m
- Låg effekt (590 W)
- 47 meter kabel (12,5 W/m)



2. Metodik

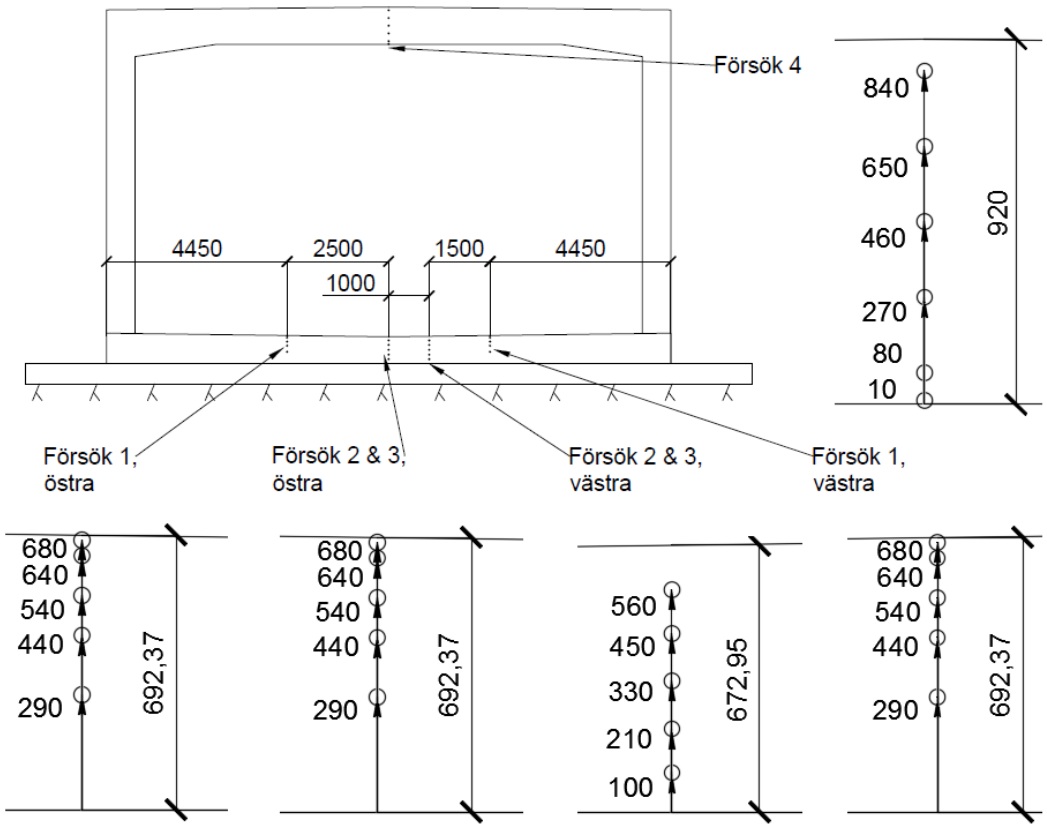
Mål: Föreslå en metod att modellera värmemattan med.

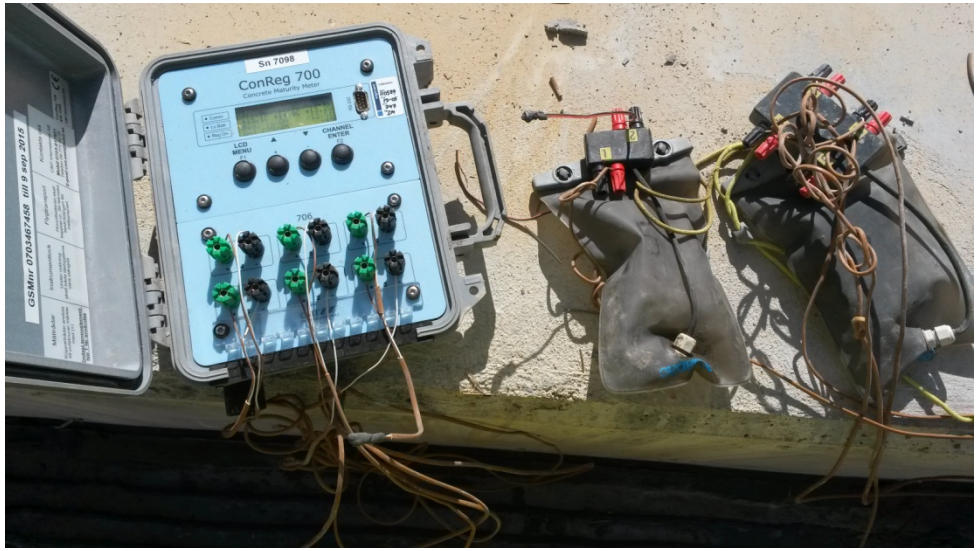
Arbetsgång (kronologisk ordning):

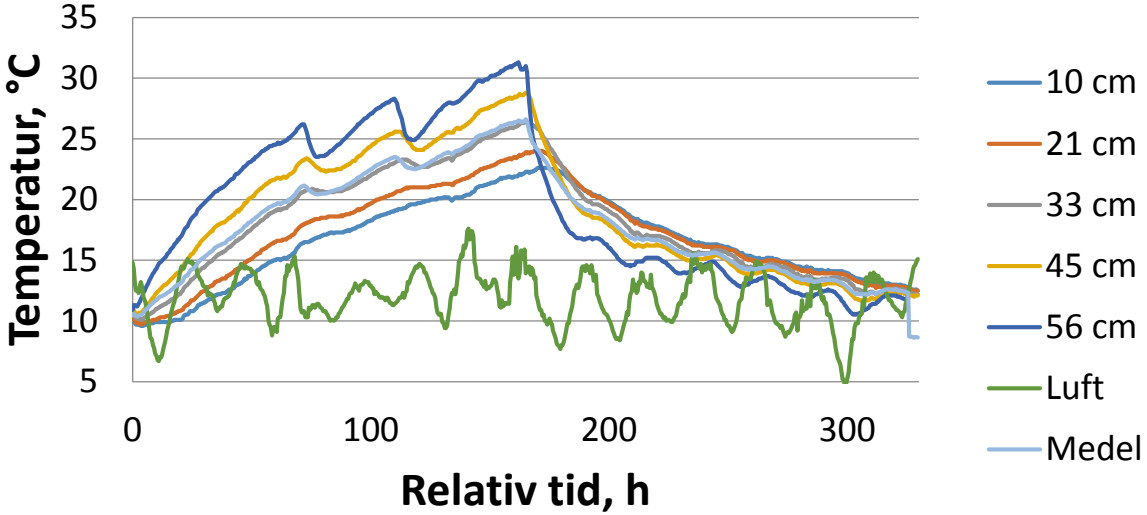
A. Försök med värmemattorna.
B. Studie av möjliga metoder för att modellera värmemattan.
C. Grundmodell och känslighetsanalys.
D. Justering av parametrar mot uppmätta resultat.
E. Efterkalkyler.
F. Sprickkarteringar.

A. Fyra försök med mattorna

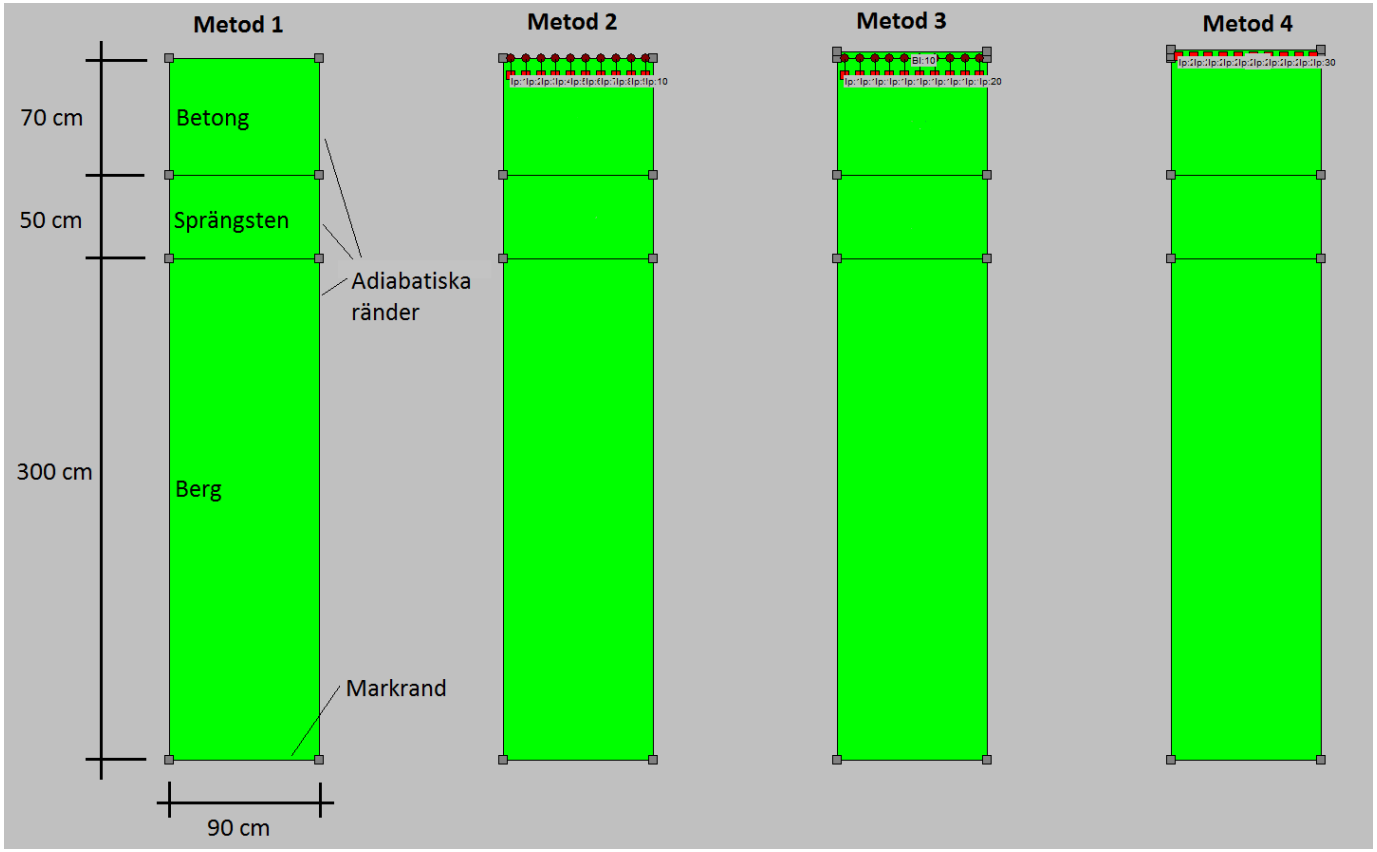
Mätpunkternas placering



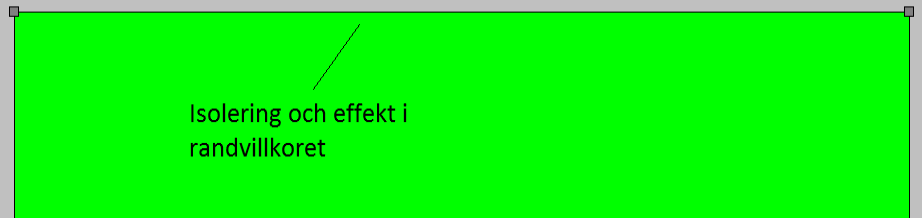

ConReg 700
Concrete Maturity Meter


Temperatur, °C
35
30
25
20
15
10
5
0
100
200
300
Relativ tid, h
10 cm
21 cm
33 cm
45 cm
56 cm
Luft
Medel

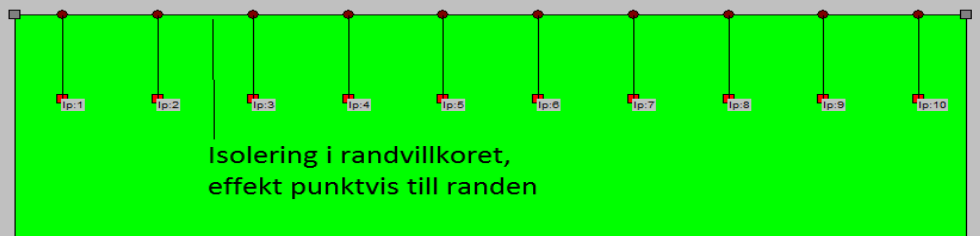
B. Studie av möjliga metoder för att modellera värmemattan



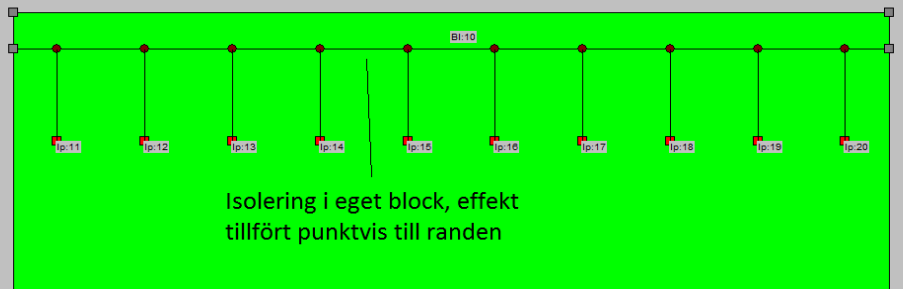
Metod 1



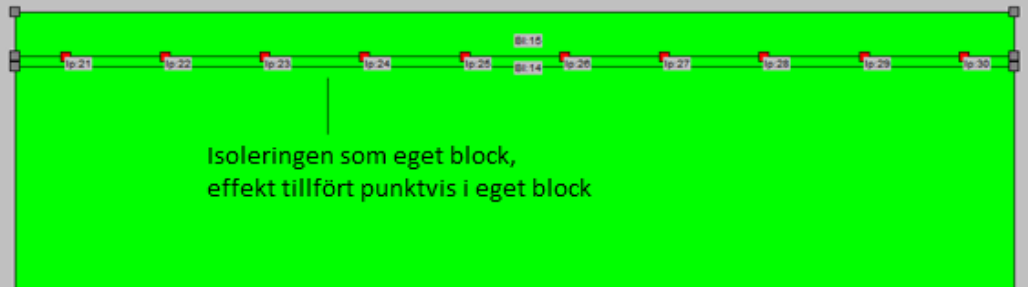
Metod 2



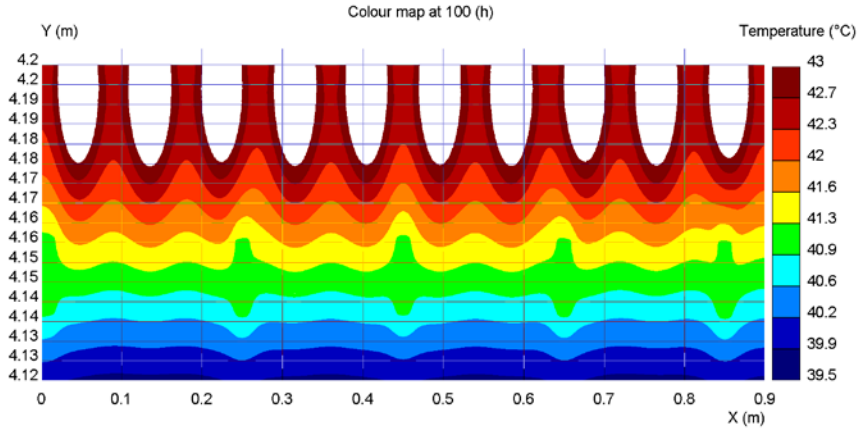
Metod 3

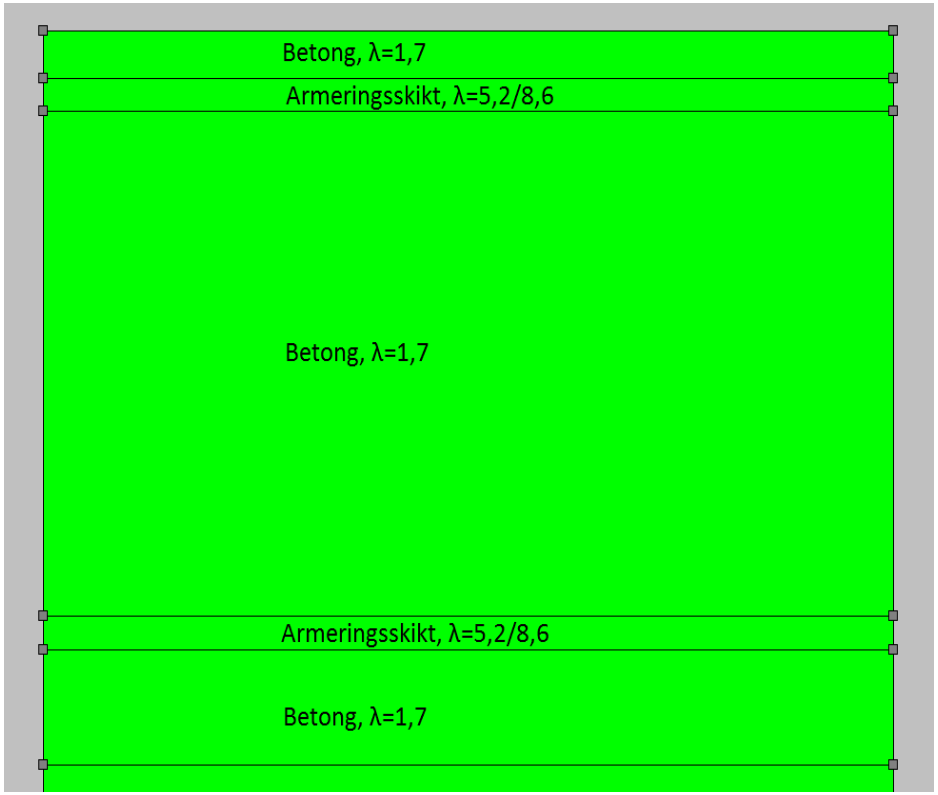


Metod 4



Temperatur närmast värmemattan





Olika modelleringsmetoder provade - slutsatser

- Det finns ingen anledning att i modellen tillföra effekten punktvis – att tillföra effekten jämnt till randen ger i princip samma temperaturförhållanden.

- Det finns ingen anledning att i göra ett eget block för isoleringen – att lägga till ett värmemotstånd i randen ger samma temperaturförhållanden.

- Temperaturskillnaderna i horisontalled på grund av att effekten tillförs punktvis i värmekablarna var försumbar nedanför 5 centimeter från betongens överkant.

- Att modellera betongen i höjd med armeringslagren med en högre värmekonduktivitet sänkte temperaturen på ”utsidan” om armeringslagren med ungefär 1 grad.

D. Justering av parametrar mot uppmätta resultat

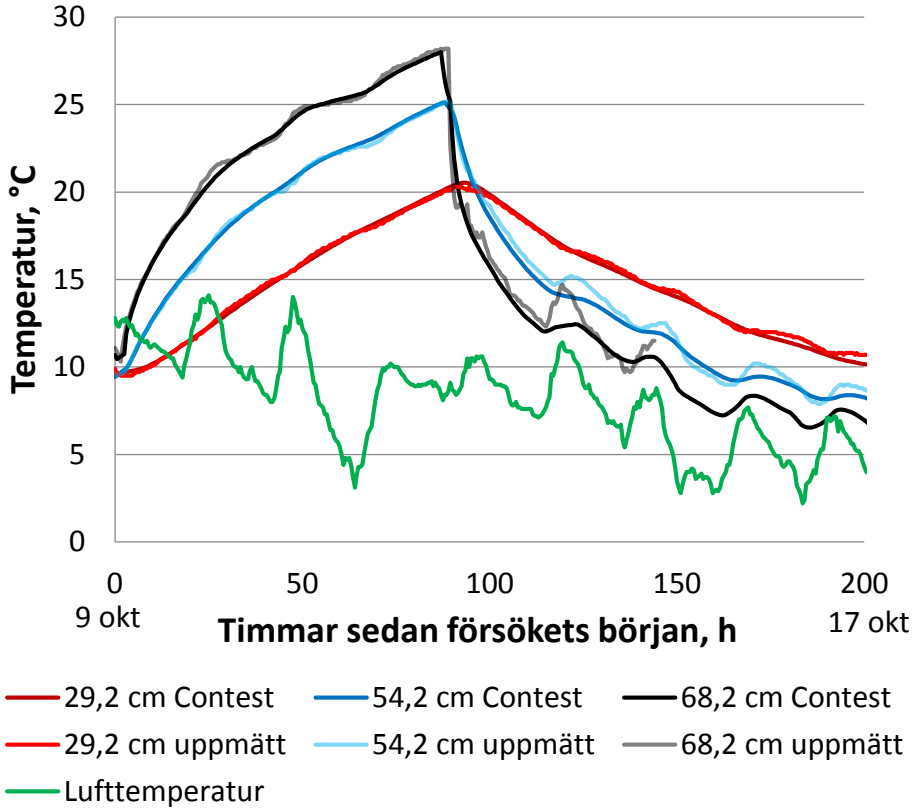
Två parametrar som skulle bestämmas:

- Värmekonduktiviteten för värmemattan (λ_{iso}).
- Den tillförda effekten i värmemattan (P_k).

Övriga parametrar hölls konstanta.

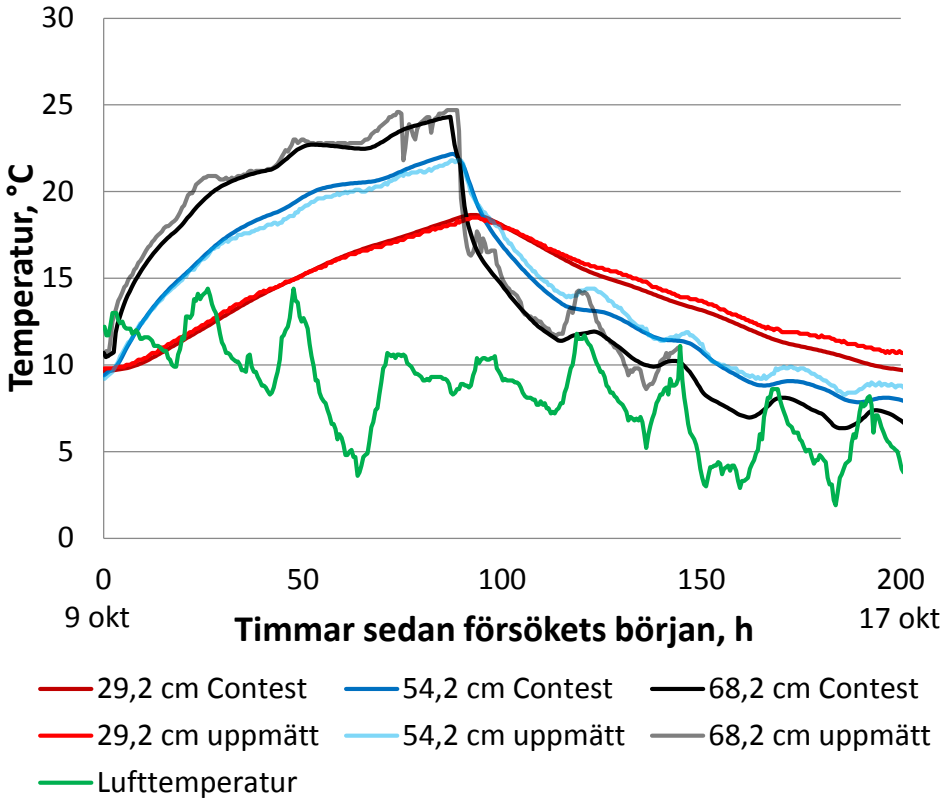
16

Försök 1 isolerad



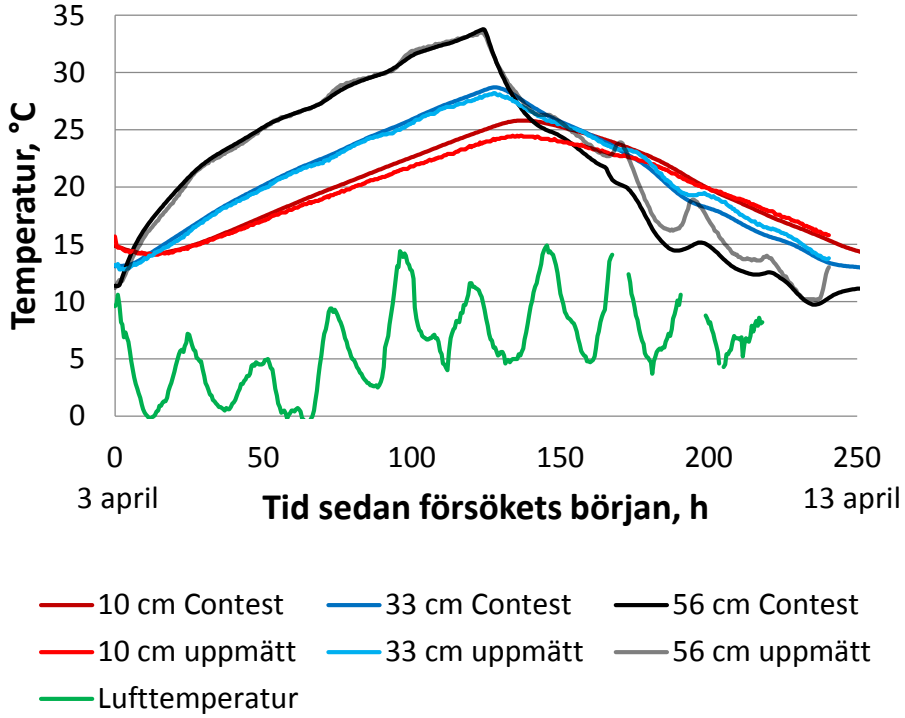
P_k=92 W/m^2 och λ_{iso}=0,04 W/m·K .

Försök 1 enbart mattor



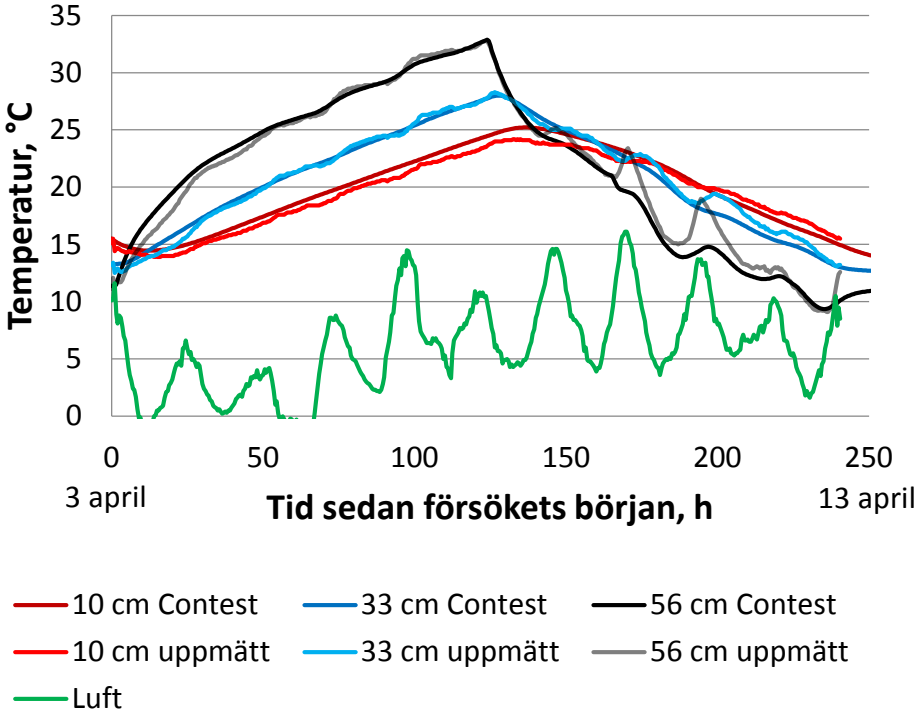
P_k=92 W/m^2 och λ_{iso}=0,045 W/m·K .

Försök 2 västra



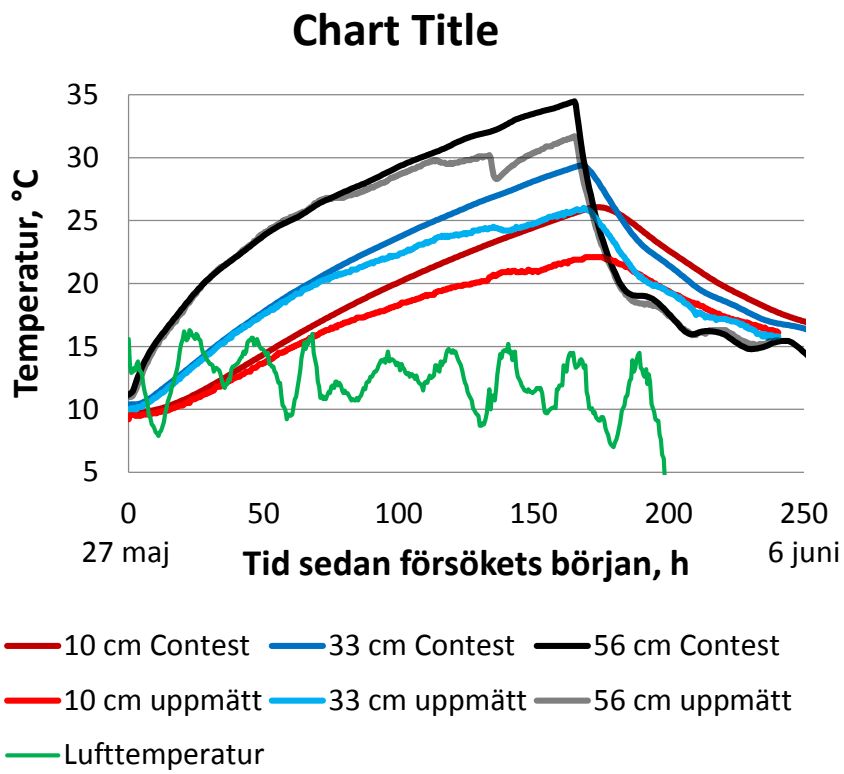
P_k=109 W/m^2 och λ_{iso}=0,04 W/m·K .

Försök 2 östra



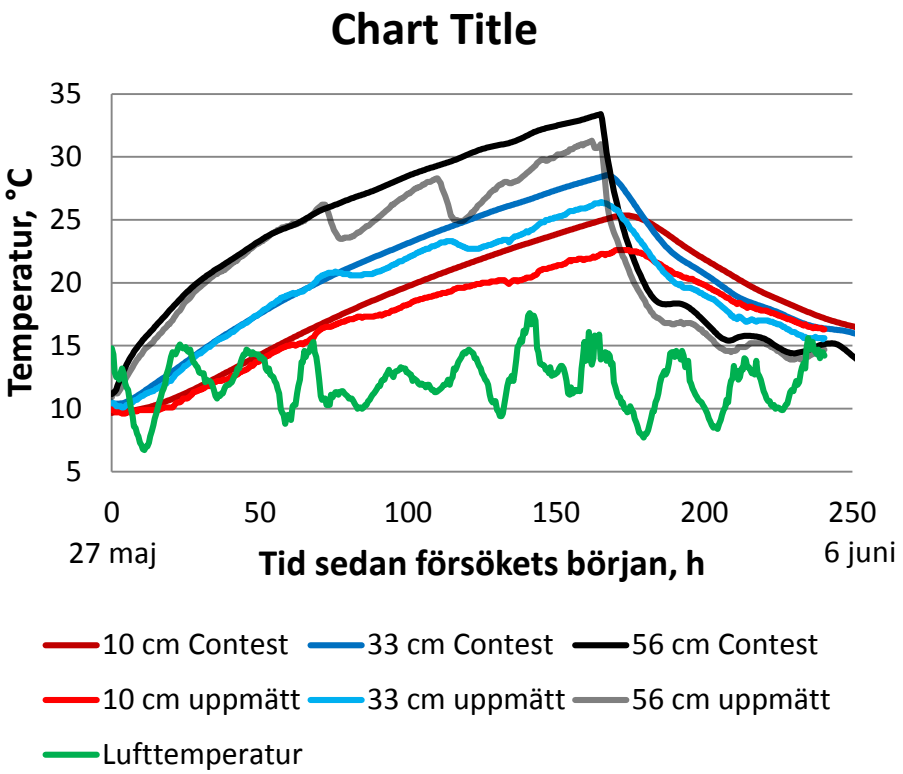
P_k=103 W/m^2 och λ_{iso}=0,04 W/m·K .

Försök 3 västra



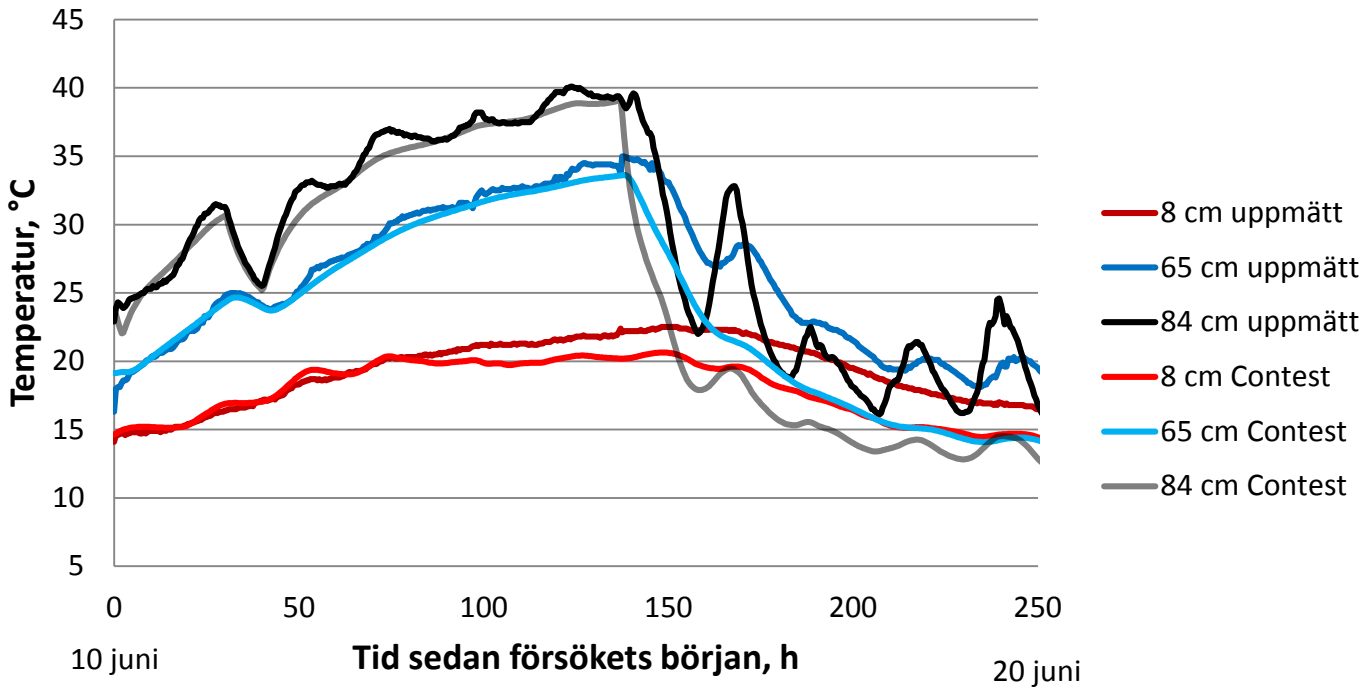
P_k = 98 W/m² och λ_{iso} = 0,04 W/m·K .

Försök 3 östra



P_k = 92 W/m² och λ_{iso} = 0,04 W/m·K .

Försök 4

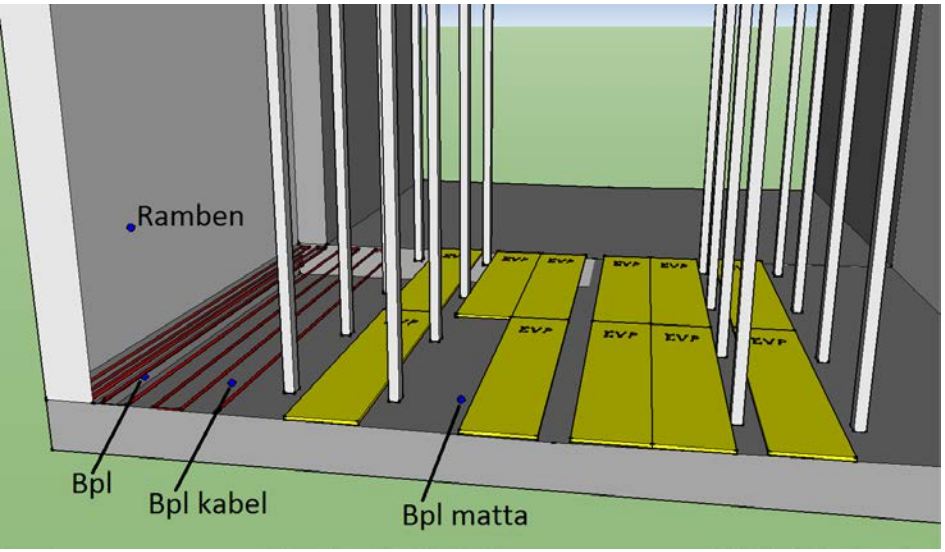


P_k = 115 W/m^2 och λ_{iso} = 0,04 W/m·K.

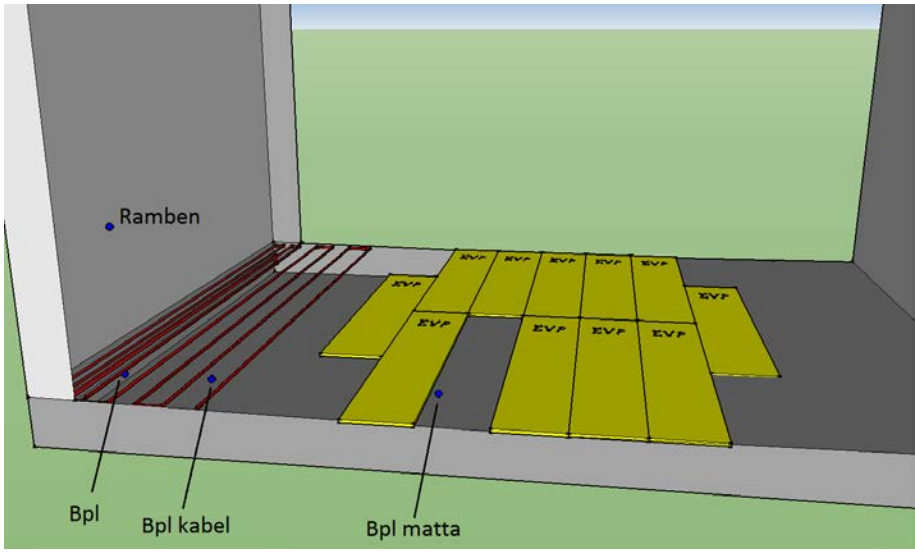
E. Efterkalkyl med avseende på uppsprickning

- Förkalkyl
- Nollkalkyl
- Efterkalkyl

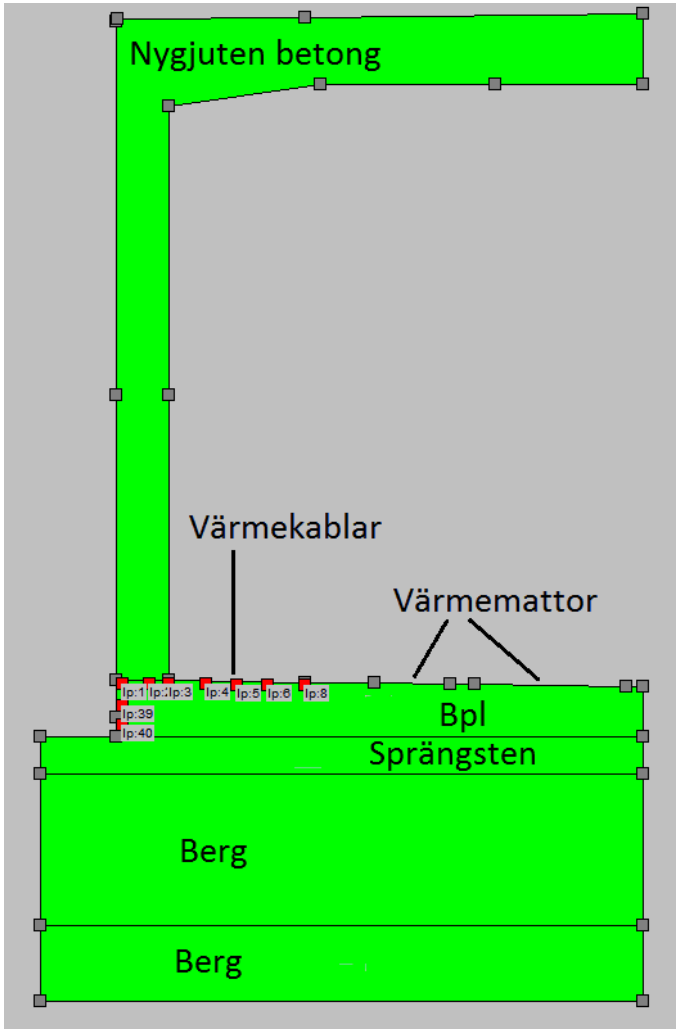
Gjutning 1



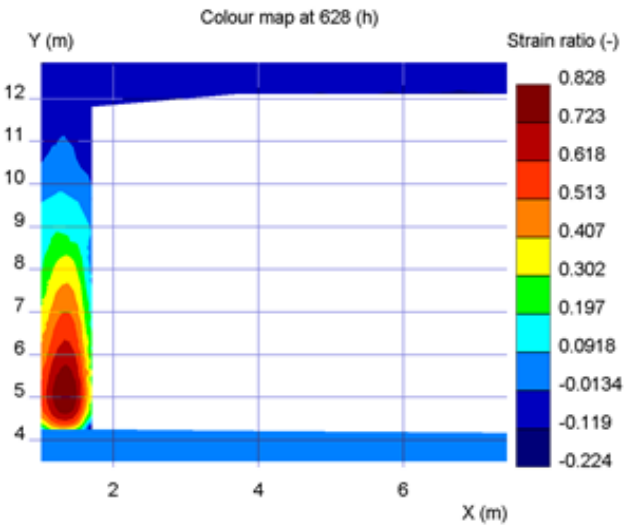
Gjutning 2

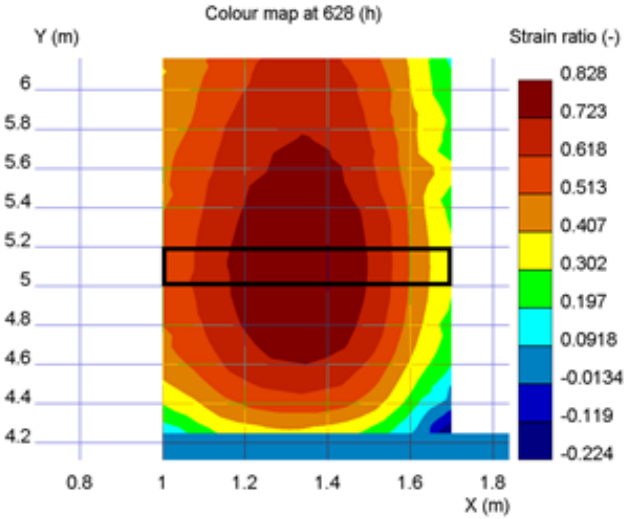


Modell

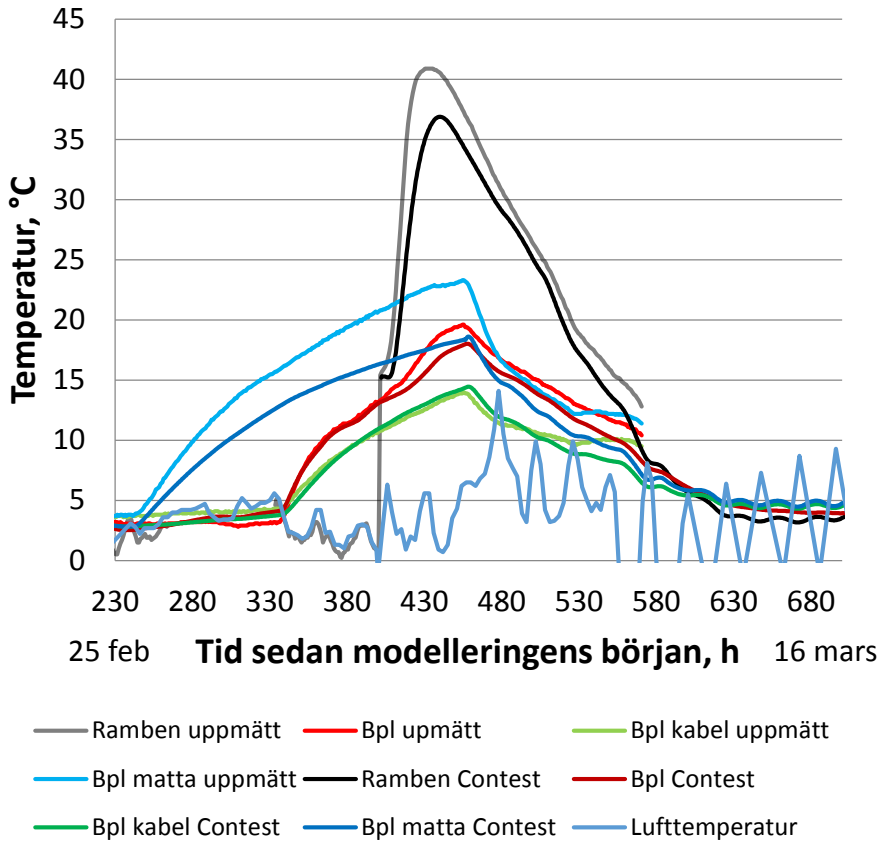


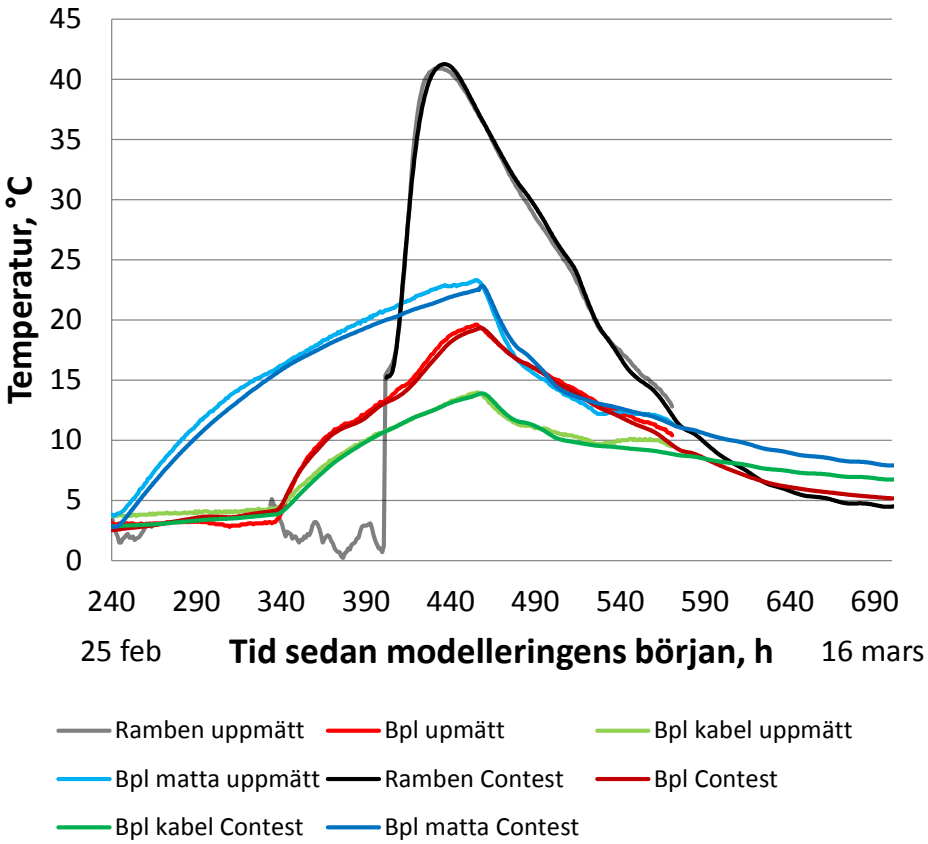
Resultat (töjningskvot)



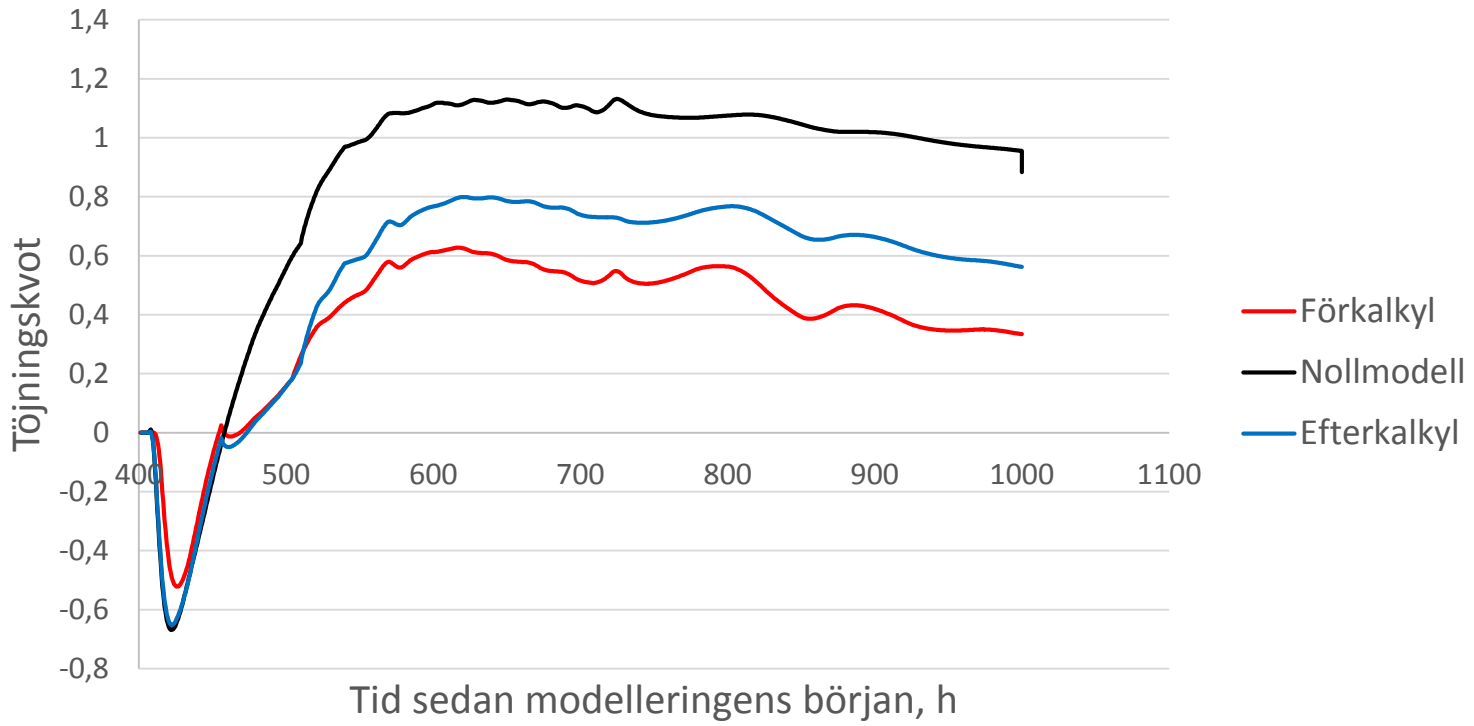


Gjutning 1 – temperatur, förkalkyl kontra efterkalkyl

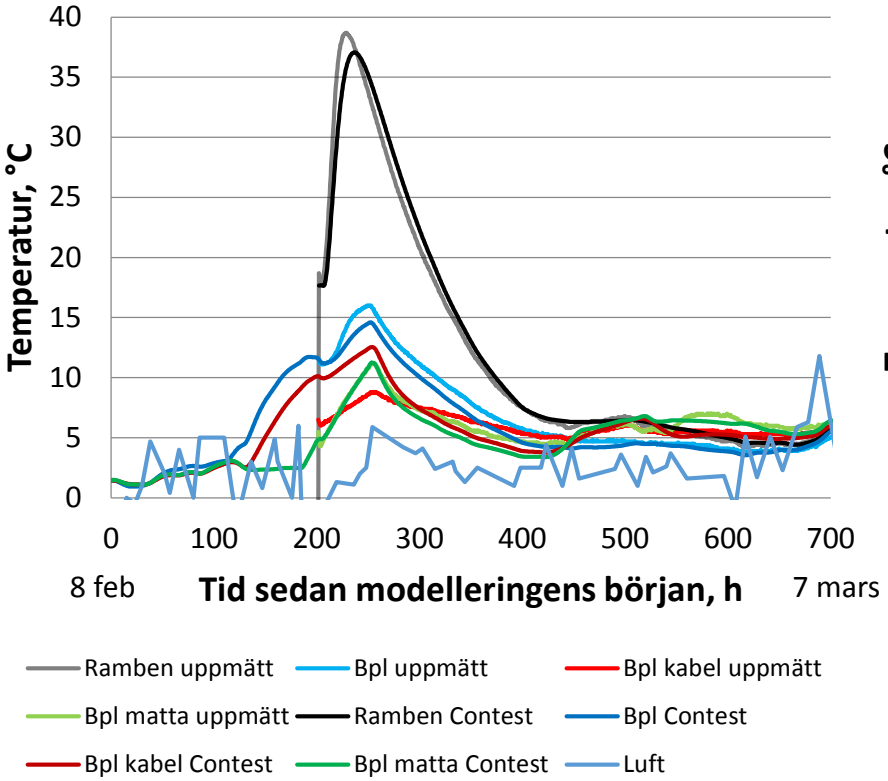


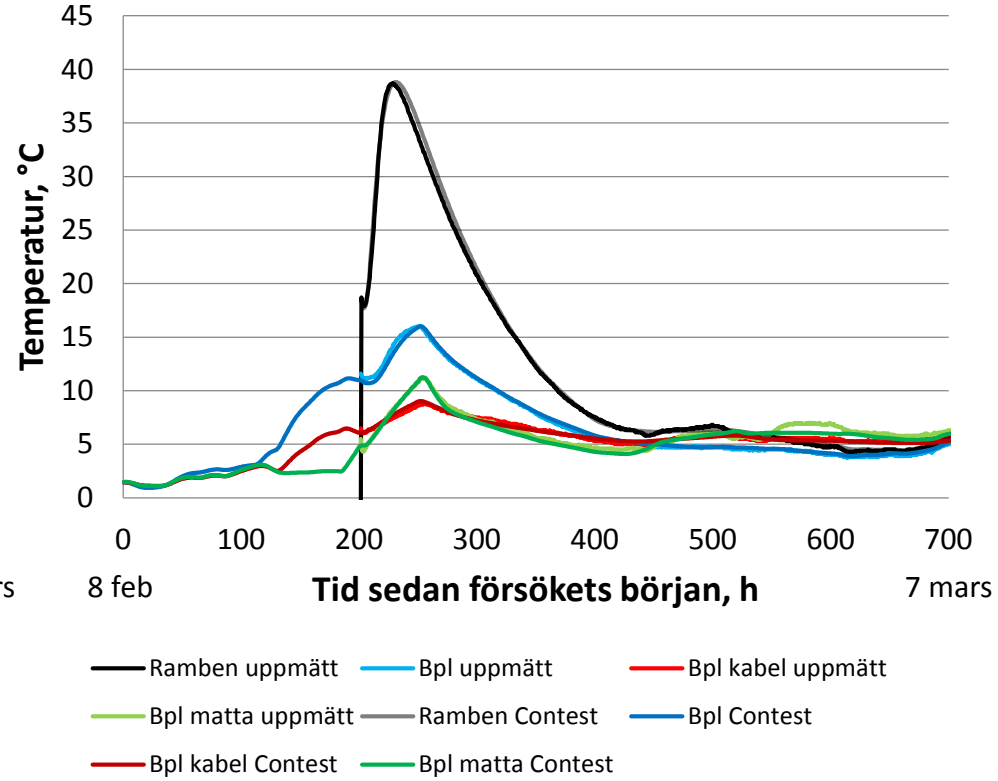


Gjutning 1 – töjningskvoter

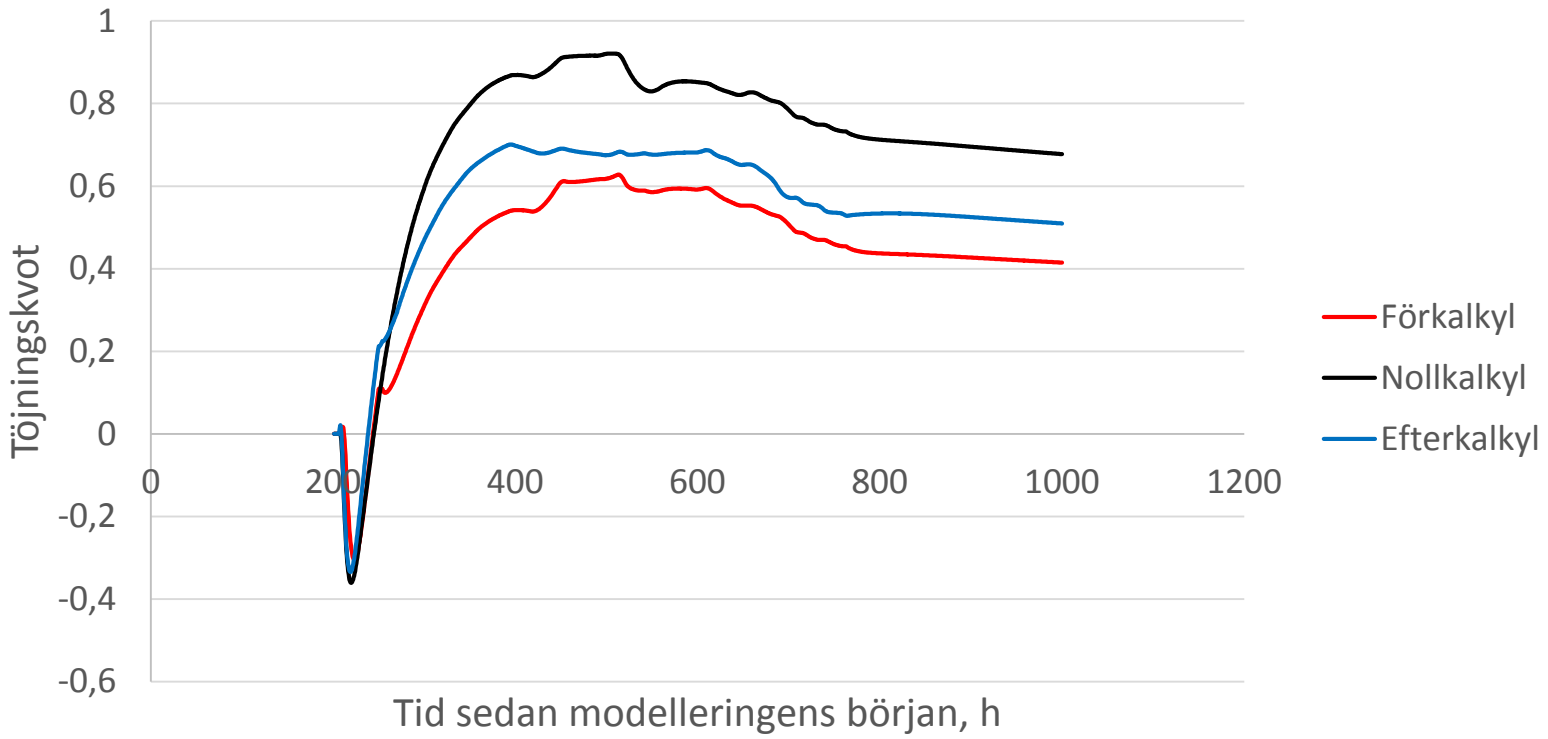


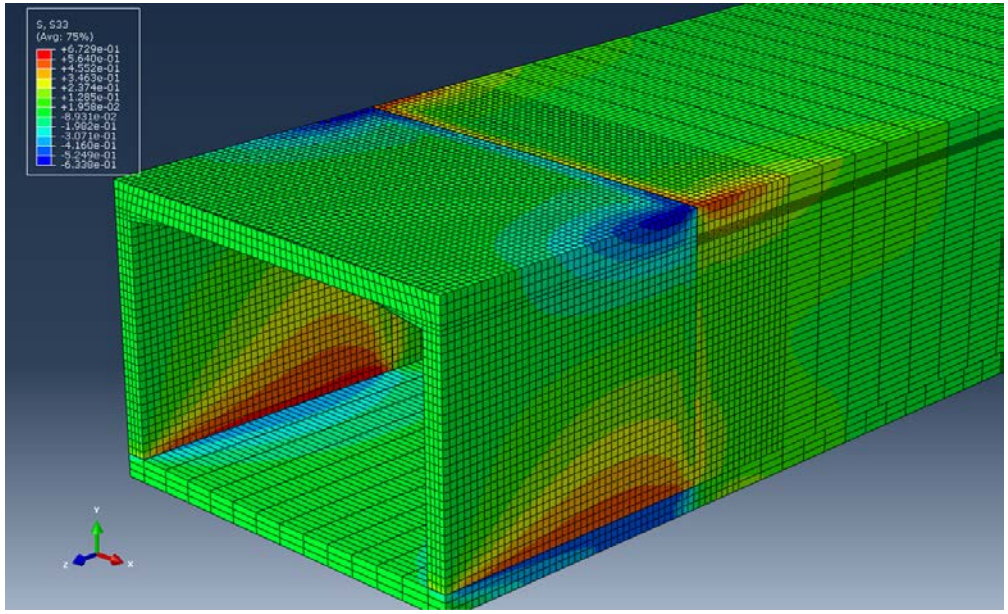
Gjutning 2 – temperatur, förkalkyl och efterkalkyl





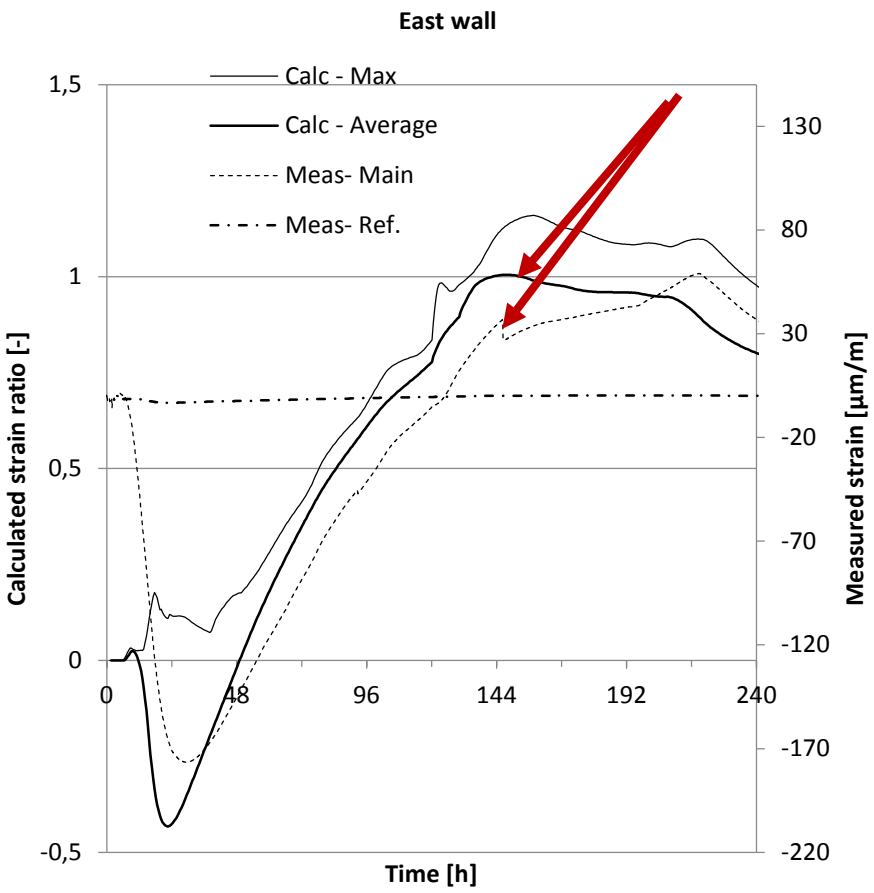
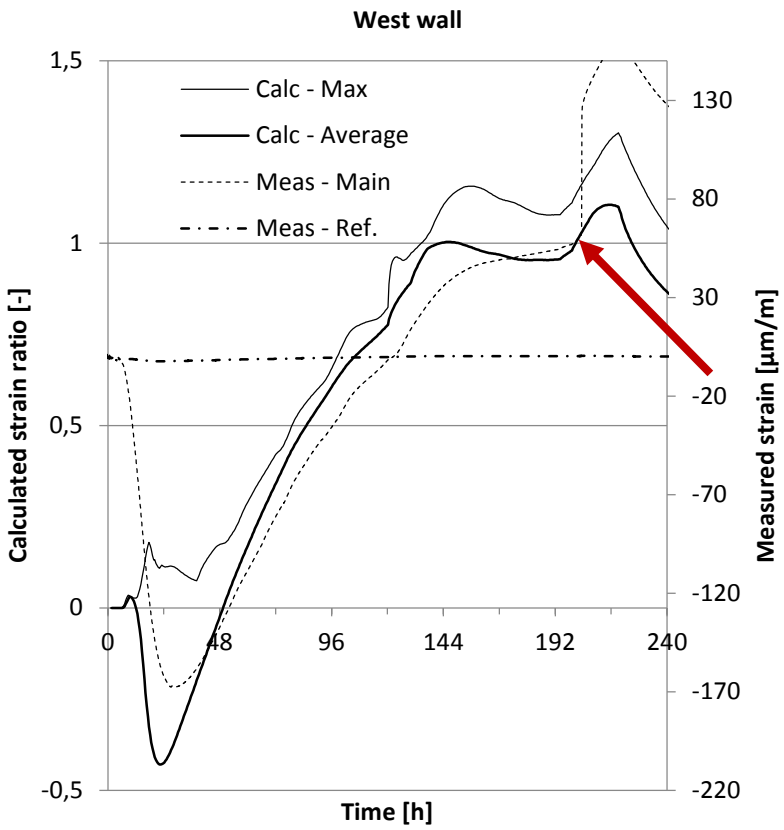
Gjutning 2 - töjningskvoter





Tvångsmodellering

Töjningsmätning



Efterkalkylen visar töjningsförlopp och sprickbildning tillfredsställande