

GJUTNING AV VÄGG PÅ PLATTA

Studier av sprickrisker orsakat av temperaturförloppet vid härdningen

Jan-Erik Jonasson

Kjell Wallin

Martin Nilsson

Abstrakt

Försök med gjutning av konstruktionen ”vägg på platta” har i projektet genomförts för tre olika gjutsituationer. Mätningar har utförts vad gäller temperaturer, deformationer, töjningar och sprickkarteringar. Dessutom har den unga betongens egenskaper kartlagts för att få underlag att kunna göra temperatur- och sprickriskberäkningar. Konstruktionen vägg på platta representerar en typkonstruktion, som återfinns i många verkliga konstruktioner såsom väggar, stödmur, tråg, tunnlar och broar.

Projektet har två huvudfrågor:

- 1) Hur skiljer sig tvånget mellan de tre provade konstruktionerna? Är det rätt att modellera en vägg, som båda har en horisontell gjutfog mot plattan och en vertikal gjutfog mot befintlig vägg, med en fristående dubbelt så lång vägg?
- 2) Finns det en glidning i den horisontella gjutfogen, vilket reducerar tvånget i väggen?

Svaren blev att antagna modeller väl beskriver det verkliga beteendet. Detta bygger på att både temperaturen och spänningsriskerna överensstämmer mycket väl mellan försök och beräkningar. Vid de väggjutningar som ledde till sprickbildning kunde en gjutfogsglidning indikeras, men dessa försöksresultat kunde inte kvantifieras.

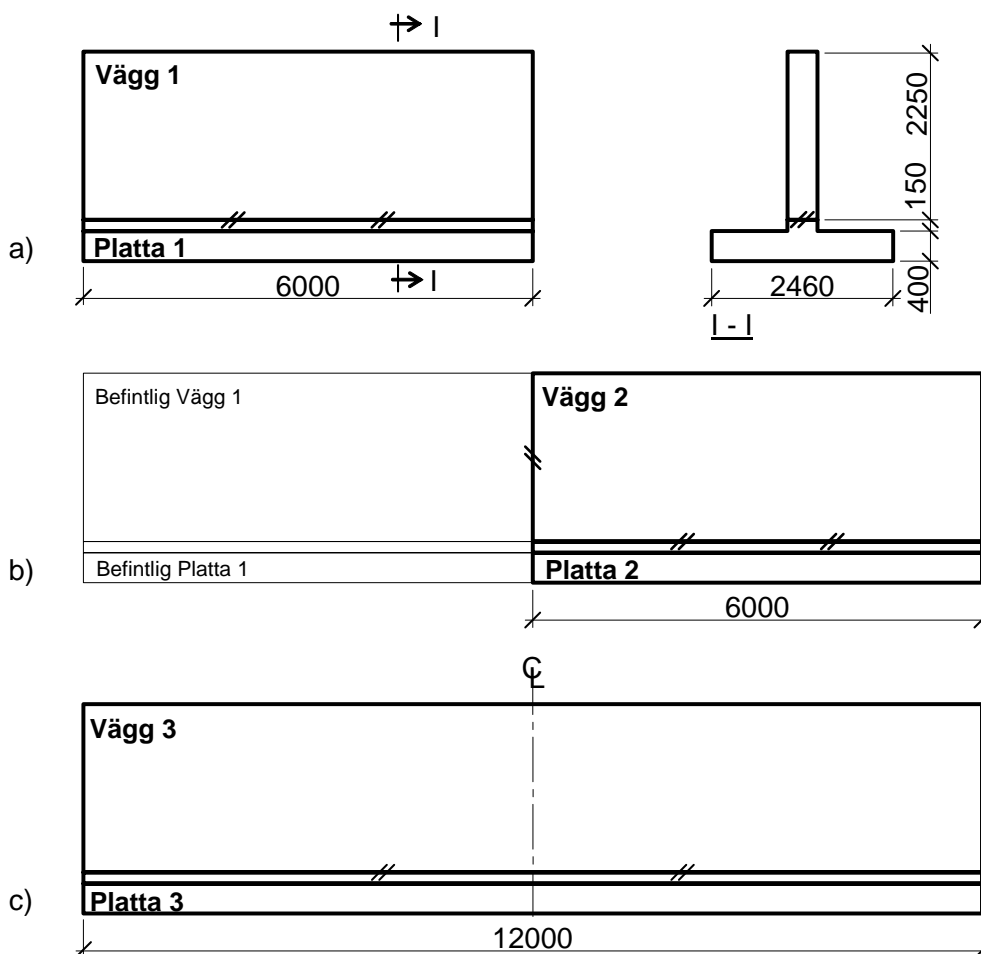
Sammantaget kan sägas att projektet varit lyckat och entydigt besvarat frågeställningar som tidigare endast varit antaganden.

Projektets omfattning

Gjutning av vägg på platta representerar en typkonstruktion som återfinns i många verkliga konstruktioner, såsom väggar, stödmur, tråg, tunnlar och broar. Av alla konstruktioner som behöver lämnas in till Vägverket för granskning avseende utredning av risken för sprickor under den första månaden efter gjutning bedöms ca två tredjedelar kunna klassas som gjutning av vägg på platta. Det är därför av stort värde att man studerar och genomför försök med denna konstruktionstyp för att kunna analysera verkliga förhållanden. Detta ger underlag för att med större säkerhet genomföra framtida analyser.

I projektet genomförs tre etapper av typkonstruktionen vägg på platta, se figur 1, enligt följande:

- a) Platta 1 + Vägg 1, fri monolit, $L = 6\text{m}$
- b) Platta 2 + Vägg 2, gjutning mot befintlig platta 1 och befintlig vägg 1, $L = 6\text{m}$
- c) Platta 3 + Vägg 3, fri monolit, $L = 12\text{m}$



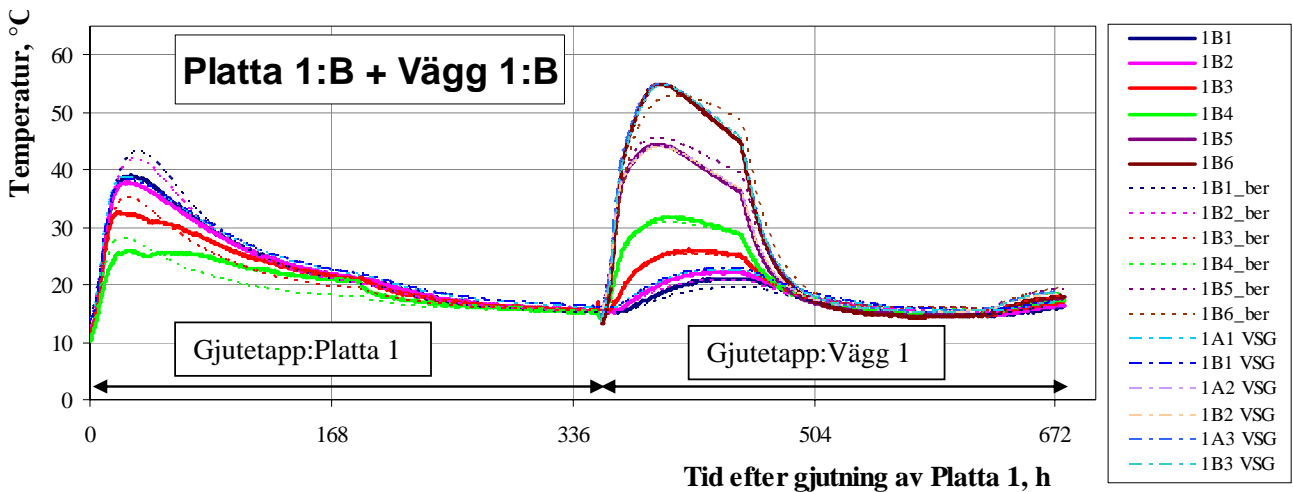
Figur 1 Indelning av försöken i tre varianter av typkonstruktionen vägg på platta: a) Platta 1 + Vägg 1, b) Platta 2 + Vägg 2 samt c) Platta 3 + Vägg 3

Vad man primärt är intresserad av är hur tvånget och eventuella gjutfogsförskjutningar varierar mellan de olika försökstapperna.

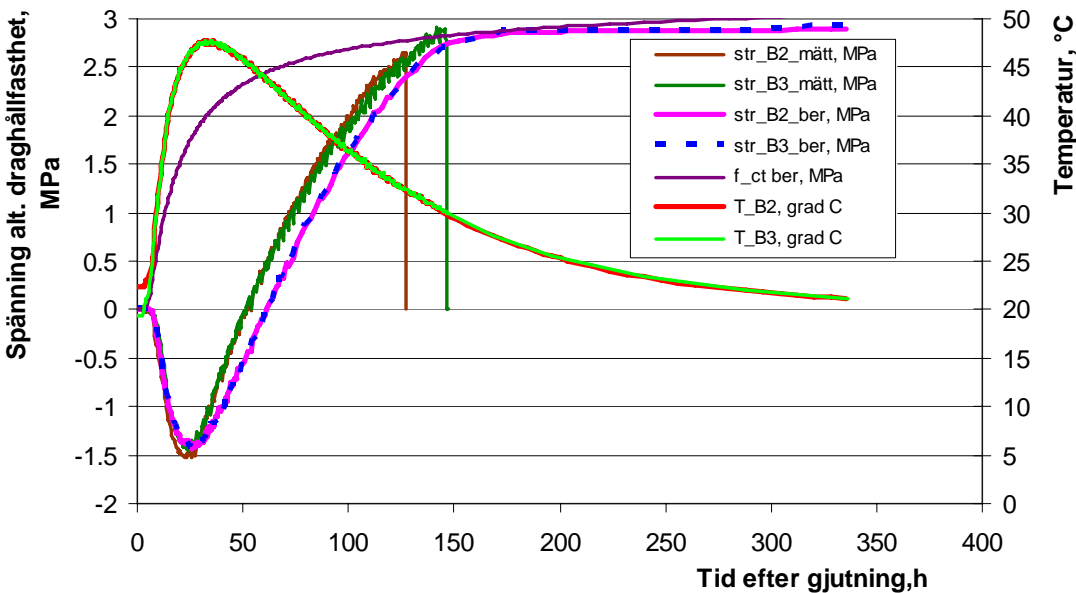
Gjutning av vägg på platta

En typisk bild av mätta och beräknade temperaturer i projektet visas i figur 2, där det klart framgår att beräkningarna kan anses simulera de verkliga temperaturförloppen. Som grund för beräkningen har egenskaper för den unga betongen studerats separat med de mätmetoder vi normalt tillämpar vid LTU (Luleå tekniska universitet). Förutom bestämning av hydratationsvärme innefattas även mekaniska egenskaper såsom hållfasthetsutveckling och krypegenskaper samt uppträdande frirörelser i betong vid variabel fukt och temperatur.

Den sammanfattande kontrollen av samtliga egenskaper utförs vid jämförelse med uppmätt spänning i den sk spänningsriggen. Dessa resultat presenteras i figur 3, och som framgår av figuren kan man anse att framtagna egenskaper med god överensstämmelse simulerar uppmätt spänningsutveckling vid fullständig fasthållning. Detta innebär att med framtagna egenskaper har man en god grund att senare göra prognoser under godtyckliga förhållanden, bl a under de förhållanden som provats i projektet.



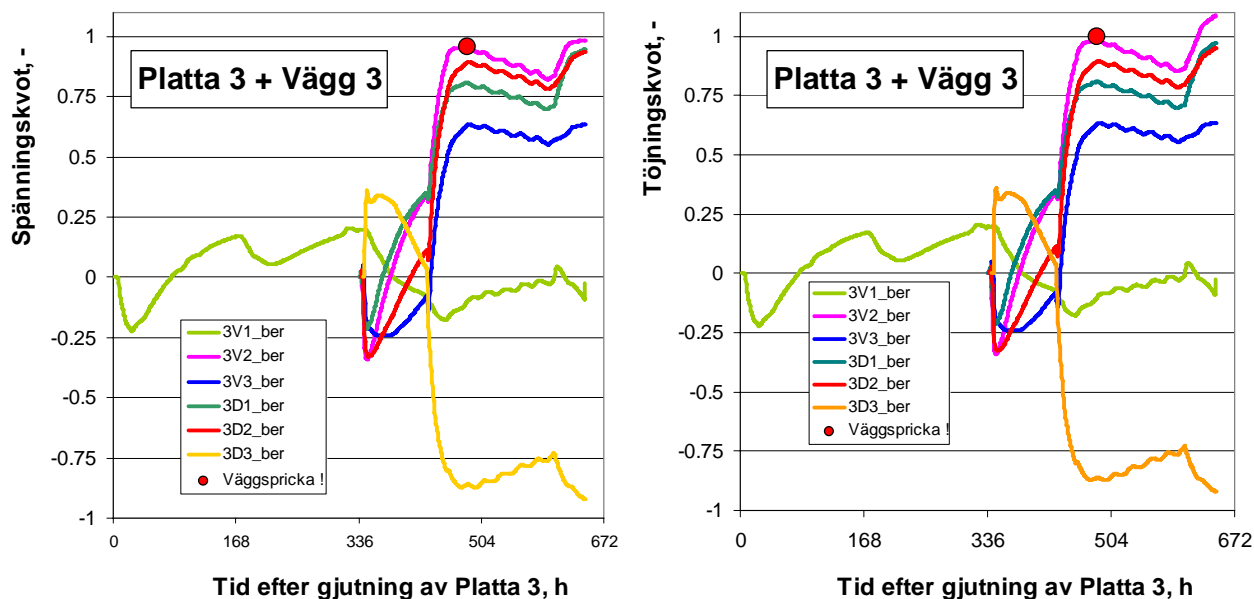
Figur 2 Mätta och beräknade temperaturförlopp för gjutetapperna Platta 1 och Väg 1.



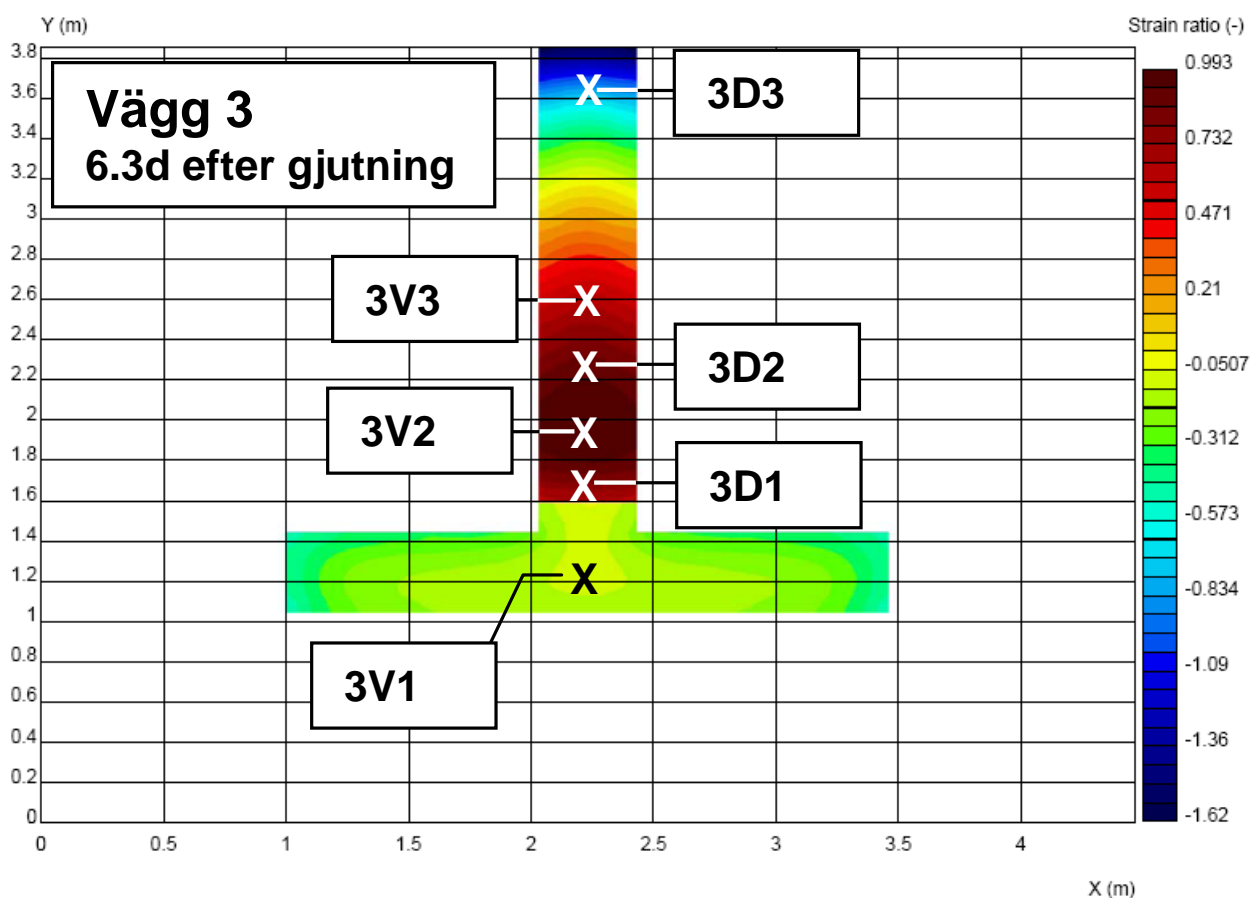
Figur 3 Mätta (spänningsriggen) och beräknade spänningar vid fullständigt tvång.

Tyvär kunde inte tvångsfaktorer bestämmas utifrån mätta töjningar, då det synes finnas ett icke-linjärt beroende av spänningen för frirörelserna. För projektets resultat spelar det inte någon avgörande roll, eftersom beräknade sprickrisker och uppträdande sprickor mycket tydligt stämmer överens, se figur 4, där de röda prickarna markerar när sprickor observerades i väggen för gjutetapp Väg 3. Man kan notera att överensstämmelsen gäller både sprickrisk (= töjningskvot = 1 ± 0.05 för dragbrott i betongen) och att tiden för maximal töjningskvot entydigt stämmer med observerade sprickor. Övriga väggetapper erhöi inga väggsprickor utan förstoring av plattan med värmekablar, men även detta förhållande simulerades i beräkningarna. För gjutetapp Väg 2 kunde sprickorna simuleras under eftervärmningen av plattan, vilket också tyder på att beräkningsmodellen kan simulera även uppvärmningen med god överensstämmelse.

Man kan notera att a) läget i konstruktionen, b) läget i tid samt c) töjningskvotens storlek med bedömd uppkomst av spricka stämmer överens mellan beräkning och gjorda observationer.



Figur 4 Beräknade spännings- och töjningskvoter för gjutetapp Platta 3 + Vägg 3. Positionen 3V2 är 350mm ovanför gjutfogen med maximal töjningskvot = 0.993, se vidare figur 5. Dragbrottet i betongens anses uppkomma för töjningskvot ≥ 1 (≥ 0.95 med hänsyn till rimlig spridning i materialegenskaper).



Figur 5 Beräknade töjningskvoter för Väg3 vid tiden 6.3d efter gjutningen. Läget 3V2 betecknar dimensionerande läget (=läget för maximal töjningsbelastning) i väggen med den beräknade maximala töjningskvoten 0.993.

Svaret på andra huvudfrågan blev att deformationsmätningarna visade på en glidning i gjutfogen vid hög dragbelastning i väggens nedre del. Rörelsen kunde dock inte indikeras med över gjutfogen pålimmade spricklaminat, vilket antingen kan bero på att deformationerna är för små för att ”förstöra” spricklaminaten eller att betongen närmast gjutfogen ”uppluckrats” i form av mikrosprickor. Huruvida tvånget reducerats i väggen på grund av den indikerade rörelsen kunde i projektet bara indirekt styrkas genom att genomförda beräkningar visade mycket god överensstämmelse med det verkliga beteendet både vad avser storleken på beräknade sprickrisker och tidpunkten när väggarna sprack.

Sammanfattande kommentar

Sammantaget kan sägas att projektet varit lyckat och entydigt besvarat frågeställningar som tidigare endast varit antaganden. Detta omfattar både uppträdande temperaturer och associerade spänningsnivåer samt uppkomst av sprickor i betongen. Stärkta av resultaten i projektet kan vi göra säkrare prognoser vid bedömning av risken för sprickor i ung betong samt sätta in välmotiverade relevanta sprickreducerande åtgärder vid behov.

Luleå i juli 2009



Jan-Erik Jonasson

Projektledare