

Cement



Plastiska krympsprickor

De första viktiga timmarna

cement.heidelbergmaterials.se

Innehåll

- s. 02 De första viktiga timmarna
- s. 03 Varför uppstår plastiska krympsprickor
- s. 05 När uppstår plastiska krympsprickor
- s. 06 Beräkna värmeflödet med Hett-22
- s. 07 Håll koll på de första viktiga timmarna
- s. 09 Fukt och temperaturförhållanden
- s. 10 Betongreceptet har inverkan
- s. 11 Värme och vatten måste hindras från att avgå
- s. 13 Rekommenderad arbetsgång
- s. 14 Sammanfattning

De första viktiga timmarna

Risken för så kallade plastiska krympsprickor finns alltid vid betong-gjutning. Risken är som störst under de första timmarna efter gjutning. Med ganska enkla medel kan man förhindra att sprickor uppstår genom att täcka betongen direkt efter gjutning.

Risken är annars stor att värmen flödar ut ur betongen och "drar med sig" det obundna vattnet ur betongen, eller att värmeförlust från exempelvis solinstrålning påskyndar uttorkningen. Även skillnader i fuktighet mellan luft och betongmassa påverkar fuktavgången. Sker fuktavgången för hastigt och innan hårdnandet kommer igång krymper betongen och det uppstår plastiska krympsprickor. Det gör att konstruktionen får sämre kvalitet än avsett, vilket även påverkar konstruktionens livslängd negativt.

Plastiska krympstickor kan undvikas

Sprickor som uppstår i betongytan strax innan betongen börjar hårdna har i alla tider varit ett gissel vid betonggjutning. Det är en skada som man får leva med under konstruktionens livstid och som kan ha betydelse för beständigheten. Med relativt enkla medel kan man minska risken för plastiska krympsprickor om man sätter in rätt åtgärder i gjutningsskedet.

I den här broschyren försöker vi att enkelt förklara varför sprickor bildas och hur man kan undvika att de uppstår. Till stora delar är det ett problem som i första hand måste hanteras på arbetsplatsen. Broschyren fokuserar bland annat på de effekter som uppstår på grund av de temperaturförhållanden som råder i den färska betongen efter gjutning. Värmeflödet ur betongen kan då vara som störst, vilket också ökar risken för hastig vattenavgång. Den grundläggande förklaringen är att betongens eget vatten strävar efter att avgå under de första timmarna innan cementreaktionen har kommit igång.

Skriften vänder sig i första hand till alla som kommer i kontakt med betong vid gjutningar samt personal vid betongfabriker. Skriften är sammanställd av Heidelberg Materials Cement och baserar sig på praktiska erfarenheter från betonggjutningar samt på beräkningar med programmet HETT22. Läs gärna skriften tillsammans med Heidelberg Materials skrift om "Gjutning i kall väderlek".

Varför uppstår plastiska krympsprickor?

Tidsrymden innan cementen i färsk betong börjar reagera är mycket kort. Betongmassans egenskaper är då mycket annorlunda jämfört med när den börjar hårdna. Det vatten som finns i betongmassan är i detta skede inte bundet och kan mycket lätt avgå till omgivningen. Om det avgår för mycket vatten och för snabbt så krymper betongen. Det kan då uppstå plastiska krympsprickor, om betongytan inte skyddas direkt i samband med gjutningen.

Naturlagar styr

Avdunstning sker under alla årstider och naturlagarna har stor inverkan på gjutresultatet. Arbetsutförandet måste därför alltid anpassas till de förutsättningar som gäller på arbetsplatsen.

De första timmarna efter gjutning kan betongmassans värme flöda ut och "drar" då med sig obundet vatten ut ur betongmassan. Storleken på värmeflödet beror dels på temperaturskillnaden mellan luft och betong, dels på vindens påverkan. Från stora ytor och tunna konstruktioner kan värmeavgången ske mycket snabbt. Den färska betongmassan är oftast både varmare och fuktigare än omgivningen. Ju större temperaturskillnader, desto större risk för hastig vattenavgång. Naturen strävar alltid efter utjämning och balans.

Betongrecept och åtgärder under arbetsutförandet måste ses i ett sammanhang, men den grundläggande och enkla förklaringen är oftast att vattnet avgår från betongmassan. Hur och varför förklarar vi i den här skriften.



“Naturen strävar alltid efter utjämning och balans.”

Främsta orsakerna

- 01 Varmt går mot kallt
- 02 Vått går mot torrt
- 03 Varm luft binder mera vattenånga än kall luft



När uppstår plastiska krympstickor?

Oavsett årstid så finns det alltid en risk för plastiska krympsprickor. Avgörande är hur mycket vatten som avgår ur betongen och hur snabbt. Detta styrs främst av skillnaden mellan temperatur och fuktighet i betongmassan och luften.

De första timmarna innan härdningsprocessen kommer igång är allt vatten obundet. Därför är det viktigt att täcka betongytan så att vattnet hindras från att avgå för hastigt.

Kyla, värme, solstrålning och blåst gör att betongytan svalnar, alternativt värms upp. Blåser det blir vattenförlusten ännu kraftigare. Värmen och vattnet blåser då helt enkelt bort från betongytan och risken för sprickor ökar ytterligare.

Är betongen varmare än luften vill värmen flöda ut för att uppnå temperaturutjämnning med luften.

Värmeavgång har oftast ett snabbare förlopp än värmeförsel, därför att betongmassan tar längre tid att värma än att kyla. Risken för sprickbildning finns alltid, men sprickorna har olika karaktär beroende på om orsaken är värmeavgång, värmeförsel eller skillnader i luftfuktighet.

Det idealiska förhållandet är att betongmassan och luften har samma temperatur*) och att det är vindstill. Luftfuktigheten bör också vara relativt hög. Då råder jämvikt och betongens naturliga härdningsprocess störs inte nämnvärt.

Tyvärr inträffar detta sällan i verkligheten. Varje enskild gjutning måste därför behandlas individuellt och anpassas till de förhållanden som råder vid gjutningstillfället.

Fall 1: Betongmassan är varmare än omgivningen

Värmen vill avgå och "drar" med sig vatten på vägen ut. Risken är då stor att det bildas relativt djupa sprickor genom att betongen krymper när det obundna vattnet avgår.

Fall 2: Omgivningen är varmare än betongmassan

Det obundna vattnet avgår genom att betongytan torkar. Solstrålning och luftrörelser påverkar ytterligare. Risken är stor att det bildas en mängd små plastiska krympsprickor i betongens ytskikt.

Fall 3: Betongmassan och omgivningen har samma temperatur.

När betong och omgivning har samma temperatur sker inget värmefflöde ur betongen. Däremot vill det obundna vattnet i betongmassan avgå till den omgivande luften som är betydligt torrare. Risken för plastiska krympsprickor är därför stor även i detta fall.

Beräkning med Hett-22

Beräkna värmefflödet

Stora temperaturskillnader kan ge mycket snabb värme- och vattenavgång ur betongmassan, vilket gör att betongen krymper och spricker. I extrema fall kan sprickorna bli genomgående.

Planering och noggranna förberedelser är helt avgörande för gjutresultatet. Det råder aldrig samma förutsättningar vid olika gjutningstillfällen. Förhållandena kan variera kraftigt till och med under pågående gjutning, beroende på exempelvis väderomslag.

Värmefflödet direkt efter gjutning kan beräknas i programmet HETT22. Det är i första hand avsett för att se temperatur- och hållfasthetsutveckling i nygjuten betong. Men det finns också goda möjligheter att beräkna värmefflödet i betongmassans tidiga skede. Presentationerna, "Värmefflödet över ränder", är speciellt lämpliga att använda.

"Värmefflödet över ränder" (W/m²) visar med vilken hastighet värmen flödar ut eller in i den färska betongen de första timmarna efter gjutning. Det är då som risken för plastiska krympsprickor är som störst. Figuren visar att värmefflödet kan bli hastigt under de första timmarna när det är stor temperaturskillnad mellan luft och betongmassa. Täcks betongen med värmeisolerande täckning direkt efter gjutning kan värmefflödet stoppas, vilket den undre figuren på sidan 8 tydligt visar.

Fuktavgång sker även vid stationära temperaturförhållanden. Det kan dock inte beräknas i HETT22.



Håll koll på de första viktiga timmarna!

Det övre diagrammet till höger visar betongmassans värmefflöde utan täckning. Värmen flödar ur betongen och drar med sig det obundna vattnet ut ur betongmassan. Stor risk för sprickor! Det undre diagrammet visar samma betongmassa när den har täckts med värmeisolerande matta som är utlagd 60 minuter efter gjutningen. Både värmen och vattnet stannar kvar i betongen. Exempel är framräknade med hjälp av programmet HETT22.

Diagrammen visar en 150 mm tjock betongplatta på mark

- 01 Bascement
- 02 Betongens starttemp: +20°C
- 03 Lufttemperatur +2 °C
- 04 Det blåser 6 m/s

Viktiga åtgärder

Nygjuten betong måste skyddas direkt för att man ska klara av att hålla en stabil temperatur i den färska och varma betongmassan och för att vatteninnehållet ska hindras från att avgå för snabbt. Täckningen bör ligga kvar tills ytbehandlingen kan starta. När glättningen är klar täcks ytan igen. De första viktiga timmarna efter gjutning måste man hålla noggrann kontroll på omgivande temperatur och väderförhållanden. Är omgivningen varmare eller kallare "störs" betongmassan och risken för plastiska krymp-sprickor ökar. Temperaturskillnader och vind påskyndar uttorkningen och sprickbildningen ytterligare.

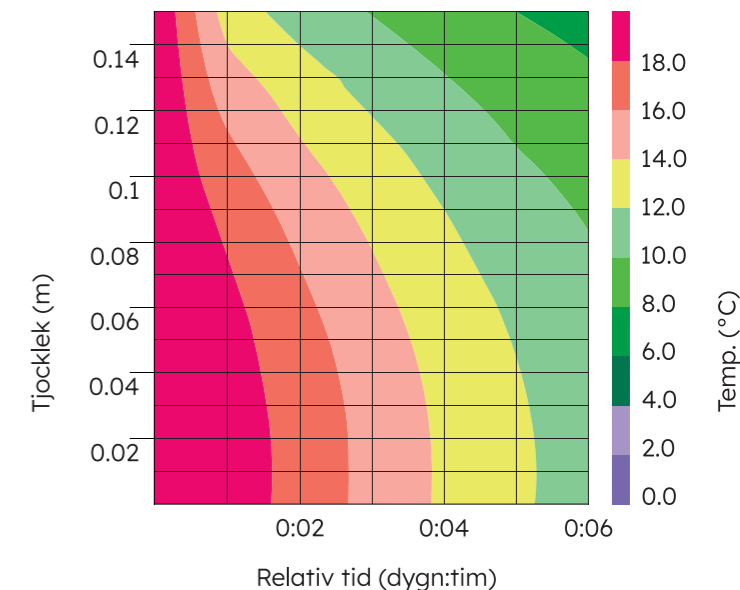
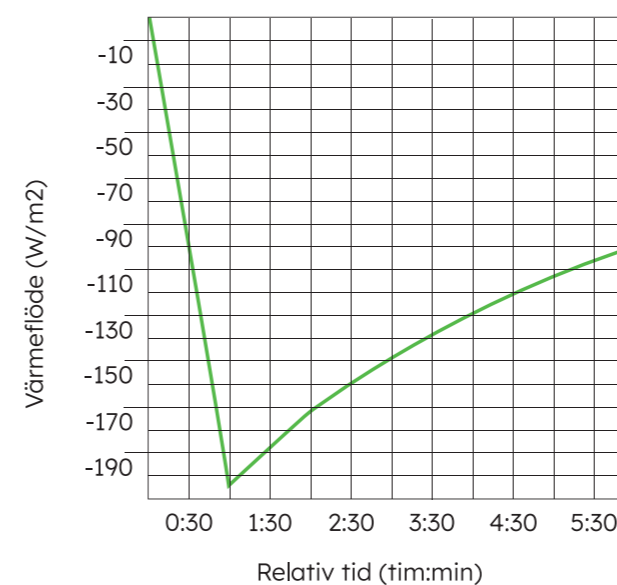
"Betongen ska hårdna och torka i en naturlig takt."

Tips!

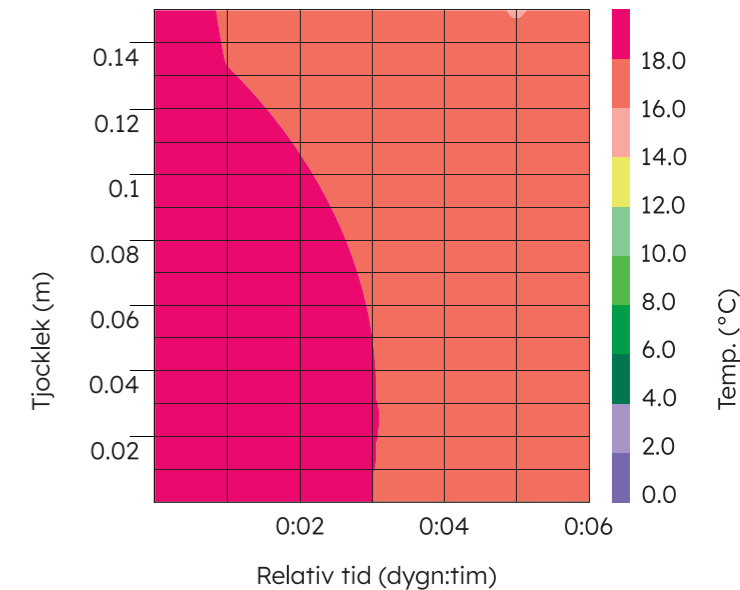
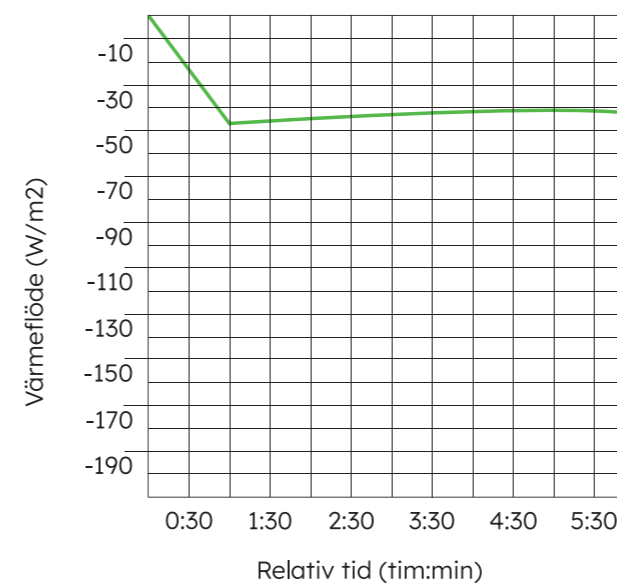
Täck så fort som möjligt! Avkylning och vattenavgång börjar direkt när betongen hamnat i formen. Snabb täckning hindrar detta och gör även att ytbehandlingen kan ske tidigare.

Går det inte att täcka betongen direkt kan man lägga på en membranhärdare. Effekten av detta beror på vilken typ av membranhärdare som används. Membranhärdare kan dock aldrig ersätta en fullgod täckning.

Utan täckning



Med täckning



Vårt klimat präglas av

Fukt och temperaturförhållanden

Det finns alltid mer eller mindre fukt i luften. Förhållandet mellan luftens verkliga fukthalt och luftens förmåga att binda fukt kallas relativ fuktighet (RF) och anges i procent. Luftens relativa fuktighet kan bli maximalt 100%. Luftens förmåga att innehålla vattenånga (mätt i g/m³) är högre vid högre temperatur. Luft med RF 70% på sommaren (+25°C) innehåller mera vatten än luft med RF 85% på vintern (+5°C), beroende på att varm luft kan binda mer vatten än kall luft.

Den färska betongen är mättad med vatten (RF 100%). Luftens fukttinhåll har därför stor betydelse för hur snabbt det obundna vattnet kan avgå ur betongmassan. Man bör alltid vidta åtgärder för att undvika allt för hastig värme- och vattenavgång ur betongen. På vintern ska man täcka betongen för att stoppa värmeflödet ur betongmassan. På sommaren ska man täcka betongen för att förhindra att till exempel solinstrålning värmer upp och torkar ur betongytan. Temperatur, gram och procent är inte alltid så lätt att jämföra. Vädret är alltid en faktor att räkna med.

Sommar

- +25°C
- Relativ fuktighet 70%
- 16,1 g vatten/m³ luft

Vinter

- +5°C
- Relativ fuktighet 85%
- 5,8 g vatten/m³ luft



Betongreceptet har inverkan

I regel har ett betongrecept med hög andel finmaterial större benägenhet att krympa och spricka, om man inte skyddar betongen nog och snabbt.

Även tillsatsmedel som förlänger betongens färska period kan, speciellt i kombination med nedkylning, ge ökad risk för sprickbildning. Det som händer när betongens färska period förlängs är att värme- och fuktavgången kan pågå under en längre tid. Efterdosering med flytmedel direkt i roterbilen på byggarbetsplatsen bör undvikas. Det förlänger betongens färska period och ökar risken för att obundet vatten avgår från betongmassan.

Samråd med betongfabriken om vilket recept som kan vara lämpligt att använda utifrån de förhållanden som kan tänkas råda vid gjutnings-tillfället.

Några principer om värme och fukt

Cirka 20°C varm och blöt betongmassa läggs i formen. Värmen tillåts flöda ur betongen och drar med sig vatten ut ur betongmassan. Betongen krymper och betongytan spricker. Täcker du betongen direkt så stannar både värmen och vattnet kvar. Betongen krymper inte plastiskt vilket gör att det inte blir några krympsprickor.

”Täcker du betongen direkt så stannar både värmen och vattnet kvar. Betongen krymper inte och det blir inga krympsprickor.”



Under de första timmarna

Värme och vatten måste hindras från att avgå

Plastiska krympsprickor uppkommer om betongmassan inte kan behålla sin ursprungliga vattenmängd. Vattenavgången regleras sannolikt även av det slamskikt som ofta bildas på betongytan. Det kan i bästa fall fungera som ett "lock" som dämpar vattenavgången ur betongmassan. Men det som styr vattenavgången allra mest är de klimatförhållanden som råder på arbetsplatsen och vid gjutningen.

Naturen strävar alltid efter jämvikt. Därför är det viktigt att täcka betongytan så att vattnet och värmen stannar kvar i betongmassan under de första viktiga timmarna efter gjutning. Tänk på att varje gjutning alltid har unika förutsättningar.

"Tillåts vattnet att avgå för snabbt ur betongen drabbas ytskiktet av en mängd små plastiska krympsprickor."



Under de första timmarna

Rekommenderad arbetsgång

Sprickbildning kan ha många orsaker. Plastiska krympsprickor kan ibland uppstå enbart på vissa partier av en gjutning, trots att man tycker att hela gjutningen har behandlats lika.

- Det kanske började blåsa under gjutningen så att vissa partier blev mer utsatta av vind än andra partier.
- En del av gjutetappen kanske exponerades för solstrålning vilket kan ha påskyndat vattenavgången ur betongmassan.
- Snabb avgång eller tillförsel av värme påskyndar fuktavgången. Håll koll på betongens temperatur!
- Vid samma temperatur i betongmassan och i luften kan skillnader i relativ fuktighet ge olika vattenavgång ur betongen.

Oavsett orsak måste man hela tiden vara uppmärksam på de förutsättningar som råder på arbetsplatsen. Man måste hela tiden vara beredd att snabbt sätta in åtgärder för att hindra för snabb värme- och vattenavgång från betongen. Tidig täckning är därför ett säkert recept mot plastiska krympsprickor!

- | | |
|----|--|
| 01 | Gjutning
Lägg ut betongen |
| 02 | Täckning/Härdning
Täck betongen när den har bearbetats färdigt. Håll koll på betongens temperatur! |
| 03 | Avtäckning/Glättning
Täck av den del som ska ytbehandlas. Låt övrig täckning ligga kvar. |
| 04 | Täckning
Täck den behandlade ytan. |

Sammanfattning

- Plastiska krympsprickor uppstår innan den egentliga cementreaktionen har kommit igång och orsakas av att den färska betongmassans obundna vatten vill avgå till omgivningen.
- I extrema fall kan sprickorna gå rakt igenom ett bjälklag.
- Genom att täcka nygjuten betong kan sprickorna undvikas.
- Täckningens omfattning måste väljas med hänsyn främst till de temperaturförhållanden som råder vid gjuttillfället.
- Det gäller att hålla kvar värmen och vattnet i betongen.
- Det gäller också att förhindra att t.ex. solinstrålning värmer upp och torkar ur betongytan.
- Det är naturlagarna som styr att varmt går mot kallt, vått går mot torrt och att varm luft binder mera vattenånga än kall luft.
- Värmeflödet ut ur betongen "drar" med sig fukt.
- Oskyddad färsk betong avger nästan alltid fukt.
- Planering är i alla lägen mycket viktigt och med hjälp av programmet HETT22 kan man beräkna de temperaturförhållanden som kan uppstå de första viktiga timmarna efter gjutningen. Läs mer om programmet HETT22 på www.cement.heidelbergmaterials.se.
- Betongreceptets sammansättning har naturligtvis en viss inverkan, men grundläggande är att hindra det obundna vattnet att avgå till omgivningen.
- Membranhärdare kan vara ett alternativ om det inte går att ordna en fullgod täckning av betongen.
- Betong med inblandning av plastfibrer kan i vissa fall "hålla emot" så att sprickorna blir mindre när betongen krymper.
- Samråda alltid med betongfabriken om vad som är den bästa lösningen för betongreceptet.
- Att vakuumsuga betongen är en möjlig motåtgärd.
- Täck alltid betongen så snabbt som möjligt!



APRIL 2023 | CONNECTMEDIA.SE

cement.heidelbergmaterials.se

Heidelberg Materials Cement Sverige
Marieviksgatan 25
117 43 Stockholm