

# Självläkning av sprickor i betong tillverkad med olika bindemedel

Erfarenhet från fält och forskning visar att betongsprickor kan självtätas i viss mån i fuktig miljö. Det är dock dåligt känt om även kloridinträngning i sprickor kan minska genom självläkning. Numera vill man av miljöskäl blanda ut cement med olika mineraliska restmaterial. Det är inte känt hur dessa nya cementtyper påverkar möjligheten till självläkning. I rapporten redovisas resultat av en större undersökning av hur kloridinträngning sker i sprucken betong exponerad för havsvatten. Resultaten visar att viss självläkning sker och att denna är olika för olika cementtyper.

## Bakgrund

I så gott som alla betongkonstruktioner uppstår sprickor vilket beror på inverkan av yttre last eller på grund av fukt- och temperaturvariationer. Hos grövre konstruktioner uppstår ofta avsvälningssprickor när den unga betongen, som har värmts upp av cementreaktionen, gradvis svalnar till omgivningens temperatur. Sprickor är särskilt problematiska för konstruktioner i miljö där de exponeras för kloridjoner, till exempel havsvatten eller tösalt, eftersom klorid tränger in i sprickor och medför armeringskorrosion. Därför ställs hårda krav på maximalt accepterad sprickvidd för sådana konstruktioner. För att uppfylla kravet krävs ofta stor mängd armering, ofta mer än vad som krävs av rent hållfasthetsmässiga skäl. Sprickbegränsningskravet är därför kostnadskrävande och medför byggtekniska komplikationer.

Det finns indikationer på att sprickor i betong tillverkad med portlandcement helt eller delvis kan självtätas under fuktiga förhållanden vilket medför att kloridinträngningen minskar. Därför skulle sprickviddskravet kunna mildras. I dag är det stort intresse att blanda in olika mineraliska tillsatsmaterial i cementet (och även i betongmassan). Sådana material minskar mängden kalciumhydroxid i betongen och kan därför tänkas minska självtätningens förmågan.

## Syfte

Avsikten med projektet var att undersöka hur förmågan till självläkning av sprickor i betong exponerad för havsvatten påverkas av cementets sammansättning. Med självläkning avses den ökade förmågan att begränsa inflödet av kloridjoner i sprickor.

## Genomförande

Med stöd från SBUF, Cementa AB och Vattenfall Forskning och Utveckling AB har arbetet utförts av avdelning byggnadsmaterial

vid LTH. Viktiga insatser har även gjorts av CBI Betonginstitutet på uppdrag av LTH.

## Resultat

Sex cementtyper undersöktes varav ett rent portlandcement (anläggningscement) och fem cement med olika tillsatsmaterial (restmaterial):

Typ 1. Cement med 20 procent flygaska från kolförbränning

Typ 2. Cement med 20 procent mald granulerad masugnsslagg

Typ 3. Cement med 10 procent silikastoft

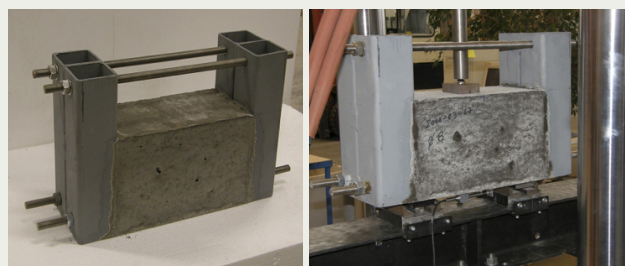
Typ 4. Anläggningscement

Typ 5. Cement med 14 procent flygaska och 4 procent kalkstensfiller

Typ 6. Cement med 40 procent flygaska

Samtliga cementtyper hade Anläggningscementet som bas till vilken de olika tillsatsmaterialen blandades in.

Av varje cementtyp tillverkades ett antal armerade provkroppar som vardera försågs med en fastlåst spricka som antingen var 0,2 mm eller 0,4 mm bred vid spricköppningen. Spricklängden var minst 75 mm. Provernans sidor förseglades så att kloridupptagning enbart kunde ske längs med sprickan. Sprickorna fotograferades före och efter exponering. Totalt tillverkades 36 provkroppar. Provkroppar före och under uppsprickning visas i Figur 1.



Figur 1. Vänster: provkropp före spräckning. Höger: provkropp under spräckning.



Figur 2. Vänster: nedsänkning av prover placerade i rostfri bur. Höger: upptagna prover efter 15 månaders nedsänkning.

Prover av samtliga cement exponerades under 15 månader nedsänkta i havsvatten i Träslövsläge hamn (Kattegatt). Prover av cementtyper 1, 2 och 3 exponerades även inomhus nedsänkta i vatten hämtat från Träslövsläge. Foton från nedsänkning av fyra prover placerade i en rostfri stålbur och upptagna prover direkt efter avslutad havsexponering visas i Figur 2. Exponerade prover var helt övervuxna med sjögräs och tång. Prover som exponerats inomhus förblev rena.

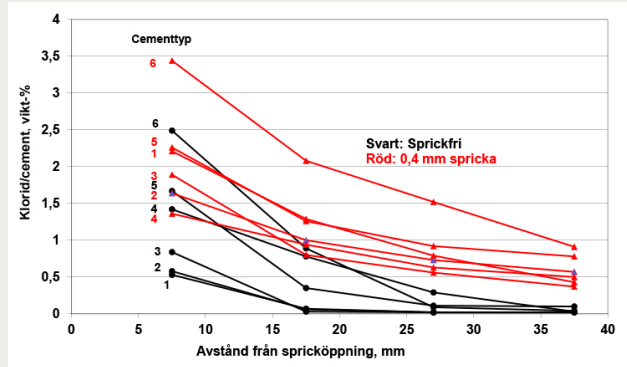
Borrkärnor borrades genom sprickan parallellt med denna. Vinkelrätt mot sprickväggen togs prover ut in till 5 mm från sprickväggen för bestämning av kloridhalt och cementhalt. Proverna togs ut på fyra avstånd från spricköppningen vilket gjorde att kloridprofilen i sprickväggen kunde bestämmas. Kärnor borrades även vid sidan om sprickan för att få fram kloridprofilen hos icke sprucken betong. Kloridprofilerna användes för att beräkna kloridtransportkoefficienten i sprickan och i icke sprucken betong.

Kloridprofiler i 0,4 mm breda sprickor jämfört med i icke sprucken betong visas i Figur 3. Det allmänna utseendet hos kloridprofilerna är detsamma för sprickor som för sprickfria betongprover. Där emot ligger kloridprofilerna högre i sprickan för alla cementtyper utom för det rena portlandcementet där skillnaden är betydligt mindre. Allra högst ligger båda kloridprofilerna för cementtyp 6 som innehåller hög halt flygaska. Den uppmätta kloridprofilen består av summan av fri klorid inne i porsystemet och klorid som bundits kemiskt till betongen. Förhållandet mellan fri och bunden klorid är starkt beroende av cementtypen, Minst mängd klorid binds i portlandcement (typ 4) och högst i slaggcement (typ 2).

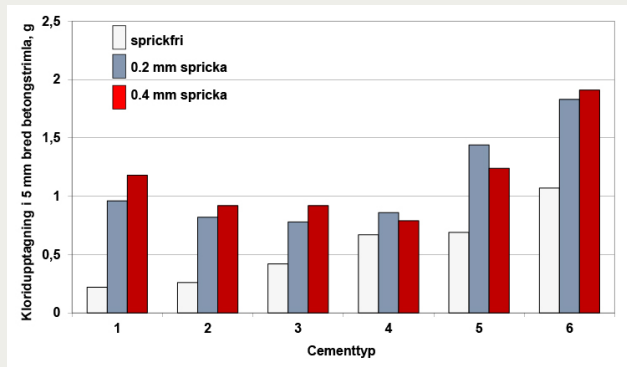
Självläkningsförmågan, det vill säga förmågan att förhindra inträngning i en spricka, kan bedömas genom att total uppmätt kloridupptagning i yttersta 5 millimeter av sprickväggen jämförs med kloridupptagningen i en 5 millimeter bred strimla hos icke sprucken betong. Resultatet visas i Figur 4. För samtliga cementtyper utom portlandcementet (typ 4) är kloridupptagningen betydligt högre i sprickan än i den sprickfria betongen. För portlandcementet är den enbart cirka 30 procent högre. Särskilt hög kloridupptagning i sprickor gäller för de tre flygaskacementen Typ 1, 5 och 6.

## Slutsatser

För samtliga cementtyper är kloridprofilen i sprickväggen högre än i icke sprucken del av betongen efter 15 månaders exponering för havsvatten i fält och i laboratorium. Detta innebär att någon fullständig självläkning av sprickor med avseende på kloridinträngning i dessa inte skett för någon cementtyp. Störst självläknings-effekt gäller för det rena portlandcementet och minst för cement



Figur 3. Kloridprofiler för prover som varit nedsänkta i havsvatten under 15 månader.



Figur 4. Total kloridabsorption i yttersta 5 mm av sprickväggen in till 37,5 mm djup relaterad till total kloridabsorption i en 5 mm bred strimla av sprickfri betong.

med flygaska, särskilt för cement med 40 procent aska (typ 6). Den mest sannolika orsaken till att cement med olika mineraliska tillsatsmaterial förefaller ge lägre självläkning än portlandcementet är att de olika tillsatsmaterialen reagerar med den kalciumhydroxid som utvecklas vid portlandklinkerns reaktion. Möjligheten till självläkning som sker genom utfällning av kalciumföreningar i sprickor minskar därför.

Skillnaden i självläkning mellan 0,2 mm och 0,4 mm sprickor är tämligen begränsad. Detta innebär att det bör finnas möjlighet ett något lindra på kravet i täckskiktstandarden på maximal sprickvidd, åtminstone för betong med portlandcement.

## Ytterligare information

### Kontaktpersoner:

Göran Fagerlund, tel 046-2224514,  
e-post: [goran.fagerlund@byggtel.lth.se](mailto:goran.fagerlund@byggtel.lth.se)

### Litteratur:

- Rapporten "Effect of cement type on healing of cracks in concrete exposed to sea water" (Avd. Byggnadsmaterial, LTH, Report TVBM-2016, av Göran Fagerlund och Bengt Nilsson, 53 sidor), kan beställas från avd. byggnadsmaterial, LTH, tel. 046-222 72 00, [www.Byggnadsmaterial.lth.se](http://www.Byggnadsmaterial.lth.se). Den kan också laddas ner från [www.sbuf.se](http://www.sbuf.se) – projekt 12644.