

Tätning av läckande sprickor i betong med kristalliseringsteknik

En översiktlig studie

Solna 2007-01-19

Christer Molin
Björn Syvertsen

Innehållsförteckning

Förord	2
1. Marknadsöversikt	3
2. Kristalliseringsteknik	4
3. Resultat av fallstudier	5
4. Diskussion och kommentarer	5
5. Slutsatser	6
6. Litteratur	6

Bilagor

1. Spricktättningsprincip
2. Fallstudier

Förord

Föreliggande projekt har huvudsakligen finansierats av SBUF. Projektet stöds också av Betongsystem i Skandinavien (Kryton Krystol). Vidare har samarbete skett med Pen Tec (Penetron).

Ett varmt tack till alla som deltagit i projektet.

Rekommendation 2006-11-16 av Byggtskottet har inarbetats i rapporten.

Nacka 2007-01-19

Björn Syvertsen
Projektledare, Betongteknik

Christer Molin
Utredningsman, tekn. dr

1. Marknadsöversikt

Sprickor i betong lagas normalt med injektering med epoxi, polyuretan eller mikrocement. Sedan några år tillbaka används även kristalliseringsteknik. Princip och praktiskt utförande förklaras nedan.

Produktutbudet för spricktätning av betong är brokigt och inte så lättillgängligt. De flesta organiska produkterna tillverkas av den kemiska industrin på kontinenten. De vanligaste mineralprodukterna tillverkas dock i Sverige.

I tabellen nedan presenteras produkter som huvudsakligen är tillgängliga i Sverige på nätet eller direkt via företagen.

<i>Produkt</i>	<i>Materialleverantör</i>	<i>Tillverkningsland</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Krystol, spricktätning med kristallisering 	Betongsystem Skandinavien AB Mikael Hallberg tel. 0708-18 14 79	Kanada
<ul style="list-style-type: none"> • Injektering 30 mm, injekteringscement • Ultra fin 12 mm, injekteringscement • Ultra fin 16 mm, injekteringscement 	Cementa AB tel. 08-625 68 00	Sverige
<ul style="list-style-type: none"> • Resfoam 1 kM, polyuretan för injektering • Resfoam 5, polyuretan för injektering 	Degussa Construction tel. 08-756 01 65	Tyskland
<ul style="list-style-type: none"> • Tacss, injekteringspolyuretan • Percol, tvåkomponentsuretan för injektering • Swepox, injekteringsepoxi 	de Neef Scandinavia AB Fredrik Palm tel. 0705-63 98 64 Kent Brantsberg tel. 0705-63 00 71	Holland
<ul style="list-style-type: none"> • NM INP 42, injekteringsepoxi • NM INP 32, injekteringsepoxi • NM INP 003, extra tunnflytande injekteringsepoxi 	Epotex (Nils Malmgren AB) tel. 08-609 00 50	Sverige
<ul style="list-style-type: none"> • Penetron, spricktätning med kristallisering 	Pen Tec AB Jan Olof Tegnesjö tel. 070-405 96 65	USA
<ul style="list-style-type: none"> • Cemsil, injekteringscement • Mapepoxy B1, injekteringsepoxi • Purgel, polyuretangel för injektering 	Rescon Mapei AB tel. 08 660 72 35, 525 090 80 e-post tomas.andersson@mapei.se	Italien

<i>Produkt</i>	<i>Materialleverantör</i>	<i>Tillverkningsland</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Sikadur-52, injekteringsepoxi (intraplast-A, expanderande injekteringstillsats för cement och bruk) 	Sika Sverige AB tel. 08-621 89 00	Sverige
<ul style="list-style-type: none"> • StoCrete ZL, polymerförstärkt cementlim • StoJet IHL, epoxiharts för injektering • StoJet PIH NV, polyuretanharts för injektering • StoJet PU VH, polyuretanharts snabbskummande injektering 	STO Scandinavia AB tel. 020-37 71 00	Tyskland

2. Kristalliseringsteknik

Materialet består av speciella organiska tillsatser, Portlandcement och finmald kvarts. Det kan 1) strös in på nygjuten betongyta eller 2) blandas med vatten och anbringas på hårdnad yta. Materialet kan också 3) blandas in direkt i färsk betongen och då några procent av cementvikten. I föreliggande rapport behandlas huvudsakligen alternativ 2.

Den betong som skall tätas måste vara fuktig eller fuktas för att önskvärda kemiska reaktioner skall äga rum. Kristalliseringsmaterialet blandas med vatten och anbringas på den fuktiga betongytan. Med hjälp av osmos migrerar organiska kemikalier och cementkomponenter in i betongens porsystem. Ett hydratationsförlopp liknande betongens normala hydratation påbörjas. Kristaller bildas i betongens porsystem och gör detta betydligt tätare. Men det blir inte helt tätt utan tillåter vattenånga och luft att i viss mån långsamt passera.

Inträngningsdjupet för kristalliseringsverkan kan bli några decimeter (dm). Kristalliseringsprocessen och inträngningen fortgår så länge det finns fukt och återstartar om ny fukt tillförs. Man kan säga att tätningseffekten ökar med ökad vattenbelastning.

Vid enbart fuktgenomträngning anbringas slamma, vilken kan avlägsnas efter en viss tid om så önskas av estetiska skäl. Slamman fungerar som en typ av katalysator som initierar kristalliseringsförloppet.

Längs läckande sprickor större än 0,5 mm görs ett rektangulärt spår några centimeter brett och något djupare. Sågning med diamantskär är lämpligt på bägge sidor om sprickan för att underlätta bilning och för att få en bra form på rännan(spåret). I en hel del fall ligger armeringen i vägen. I värsta fall tvingas man då enbart bila rännan.

Vid vattenflöde måste bottning göras med ett mycket snabbhärdande cementbruk för att stoppa flödet. Det kan även krävas ett mekaniskt stöd av snabbbruket. Därefter fylls med kristalliseringsmaterialet i flera steg. På bägge sidor om sprickan läggs fält av materialet eftersom vattnet kan finna nya vägar. Ibland måste hela ytan behandlas.

Långtidsegenskaperna är jämförbara med den härdade betongen eftersom kristalliseringsmaterialet består av Portlandcement, finmalen silika och ett organiskt tillsatsmedel. Skillnaden består i att kristalliseringsmaterialet reagerar långsammare på grund av den höga jonkoncentrationen. Den kristallina strukturen blir mindre men för övrigt likartad.

Spricktättningsprincipen framgår överskådligt av skisser i bilaga 1.

3. Resultat av fallstudier

I de flesta fall som studerats har tidigare tätningsförsök gjorts med injektering med polyuretan och/eller ibland med epoxi. Då injekteringen lyckats finns det ju ingen anledning att tillgripa någon ny metod. För läckande sprickor rekommenderar man normalt inte epoxi.

Eftersom kristalliseringsmetoden fortfarande inte är allmänt känd bland beställare och entreprenörer inom husbyggnad har det visat sig svårt att följa pågående tätningsentreprenader med metoden. De uppgifter som redovisats i tabellerna nedan härrör huvudsakligen från specialentreprenören som utfört själva tätningen.

Detaljerat resultat av fallstudierna framgår av bilaga 2.

4. Diskussion och kommentarer

Det är naturligtvis tilltalande att täta betong med ett betongliknande material.

Man väljer då injektering med mikrocement eller anbringning av kristalliseringsmaterial som också innehåller cement. Mikrocementet kan tränga in i mycket små sprickor. Men i princip tränger mikrocementet inte in i själva betongstrukturen. Däremot kan delar av kristalliseringsmaterialet migrera in i betongen med hjälp av osmotiska krafter och reagera med betongen så att fina tätande kristaller bildas inne i betongens porsystem. Permeabiliteten reduceras kraftigt men betongen kan ändå betraktas som acceptabelt diffusionsöppen. Tillgänglig fukt måste finnas för att kristallisering skall kunna uppstå. Under gynnsamma omständigheter kan denna inre tätning ske några decimeter in i materialet, om fukt och kristalliseringsmaterial finns tillgängliga i tillräcklig omfattning.

Kristalliseringsmaterialet kan inte direkt stoppa pågående läckage utan att snabbhärdande cementbruk inledningsvis får stopp på vattenflödet. Men med-

lets aktiva delar kan migrera in i betongen mot ett vattentryck på grund av osmos.

Kristalliseringsmetoden har använts i Kanada och USA i trettio år med gott resultat. Det är anmärkningsvärt att metoden inte är allmänt känd i Sverige, särskilt som tätning av läckande sprickor har inneburit stora problem. Många gånger har man tvingats till uppschaktning av mark och yttre vattenisolering med stora kostnader som följd.

Metoden är opraktisk vid arbete i tak; svårt att få den vattenstoppande, snabbhärdande pluggen att sitta kvar. Metoden är heller inte så lämplig vid större tryck. I bägge dessa fall kan injektering med polyuretan vara lämpligt som komplement.

Sprickor och fogar med rörelser går inte att täta med metoden.

Baserat på erhållen information och tester är bedömningen att kristalliseringsmaterial, i likhet med konventionell Portlandcement, ur miljö och hälsosynpunkt kan användas i dricksvattensammanhang.

Ur hälsosynpunkt torde de största riskerna med kristalliseringsmaterialet vara de irriterande/frätande egenskaperna vid hud- och ögonkontakt. Dessa är likartade med vanlig kromreducerad Portlandcement.

5. Slutsatser

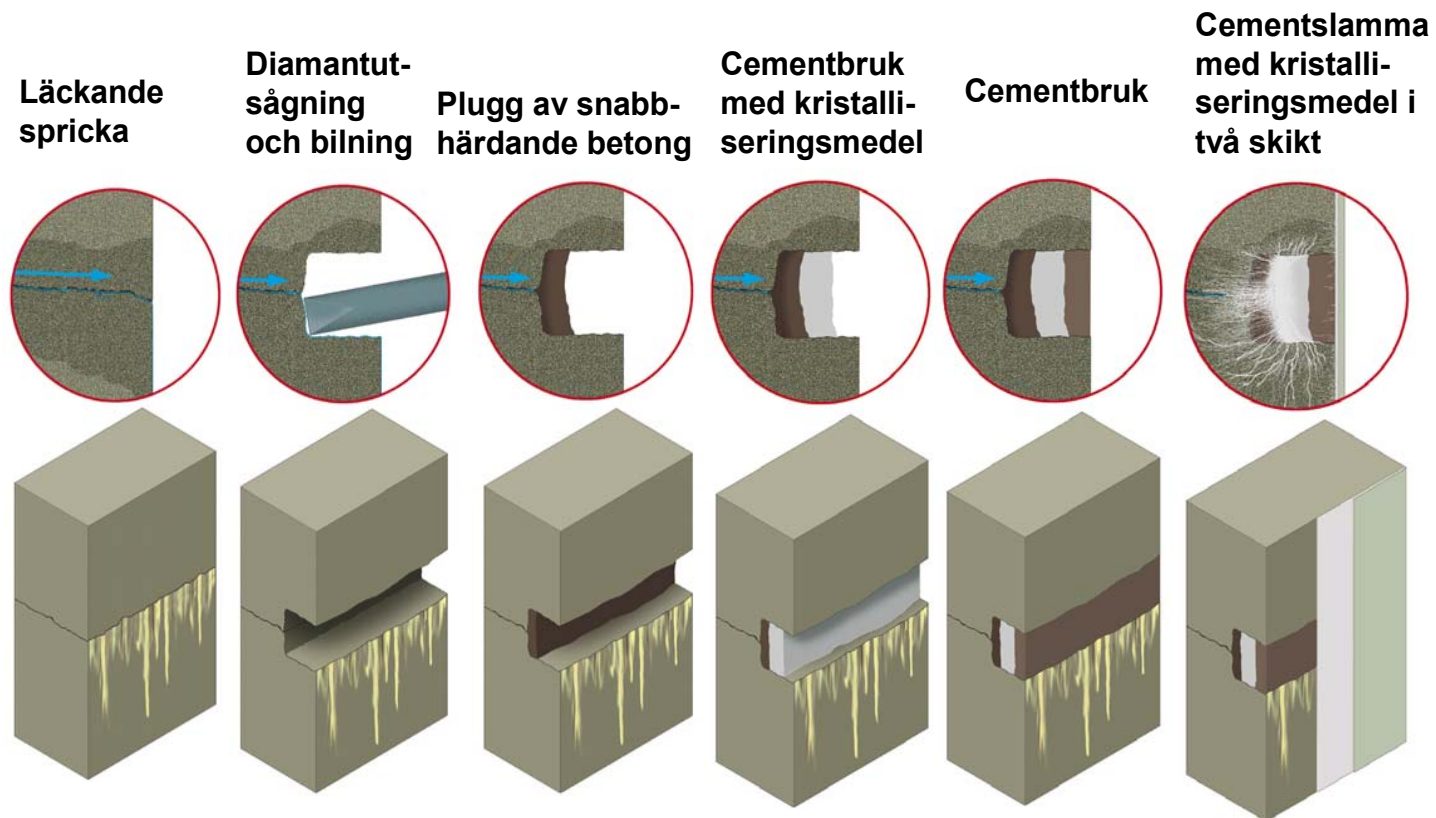
- Kristalliseringsmetoden är effektiv mot läckande sprickor. Men den kräver i vissa fall inledande stopp med snabbhärdande cementbruk.
- Kristalliseringsmetoden är en enkel metod som endast kräver noggrannhet och traditionellt betonglaggningsarbete.
- Metoden är opraktisk vid tätning underifrån, till exempel i tak.
- Kompletterande sprickinjektering krävs vid högre vattentryck.
- Metoden är inte dyrare än gängse injekteringsmetoder.
- Metoden kan anses vara miljövänlig
- Risken för att farliga ämnen skall avges är minimal. Viss försiktighet vid hantering av det torra materialet (kvarstdamm) och vid anbringandet av det uppfuktade materialet (hudallergi) rekommenderas.
- Långtidsegenskaperna för kristalliseringsmaterialet överensstämmer med betongens.

6. Litteratur

BANKOVA, V. and STRNAD, K. Resilience of concrete treated with Krystol T1 and T2 against percolation of oil. Czech Technical University, Vloknov Institute. Prag 1999.

- BERGQVIST, S. Granskning av produktsystemet Penetrans inneboende egenskaper ur hälso- och miljösynpunkt. Scandiaconsult, Malmö 2000.
- CLOQUET, V. L'éanchéite du béton par cristallisation. Tunnel et ouvrage souterrains, no 118. Juillet/août 1993.
- EDVARDBSEN, C. Water Permeability and Autogenous Healing of cracks in concrete. ACI Materials Journal July–August 1999.
- GIN, D. Crystallization process of Krystal T1 when used to waterproof concrete structures. National Research Council of Canada, Ottawa. 1983.
- HEARN, N. Self-sealing, autogenous healing and continued hydration: What is the difference. Materials and Structures, vol. 31, October 1998, pp. 563–567.
- LEE, D. E. Apartments Townhouse, parkade ramp. Gordon Spratt & Associates Ltd., Vancouver. 1998.
- MCMURCHY, N. M. Krystal as a grout in drinking water reservoir. Health and Welfare, Health protection branch, Canada. 1976.
- MORGAN, D. R. Cordova parking structure. HBT Agra Ltd., Vancouver. 1993.
- MORGAN, D. R. Report on water proofing properties of krystal. R. H. Hardy & Associates Ltd.
- NELSON, M. F. The testing of the cement additive – the Krystal Internal Membrane. Kryton International Inc., Vancouver. 1992.
- NEVILLE, A. Autogenous Healing – A concrete miracle. Concrete international November, 2002.
- NESS, G. Toxicological evaluation. UPI, California. 1994.
- TRUNDLE, M. Mountain Star, parkade roof slab. Gordon Spratt & Associates Ltd., Vancouver. 1997.
- SKOGLUND, P. och JOHANSSON, L. Undersökning av självläkning av sprickor i betong. Inverkan av tillsats av KIM. CBI uppdragsrapport nr 2003-75.
- SPRATT, G. W. Water-proofing of concrete suspended slabs. Gordon Spratt & Associates Ltd., Vancouver. 1998.

Spricktättningsprincip



Ob- jekt:	Bostadshus	Entreprenör:	Husfrid HB
Adress:	Ystadsvägen 121 Björkhagen	Datum:	2006-05
<i>Konstruktionstyp och byggår</i>	Hissgrop. Byggår 1999.		
<i>Problem</i>	Läcker i bottenkanterna/hörnen, även enstaka vertikala hörn.		
<i>Tätningmaterial, arbetsutförande</i>	Viss tätning med polyuretan har gjorts tidigare. Uppbilning av läckageställena ca 30–40 mm, pluggning och kristalliseringsmedel enligt Betongsystem. Slamning med T1 och T2 200 mm längs sprickorna på vardera sidan.		
<i>Kostnader</i>	3 400 kr/m. Största delen består av arbetskostnad.		
<i>Resultat (anmärkning, bedömning)</i>	Arbete med bilning och pluggning pågick vid besöket. Besvärande dammutveckling i det avgränsade utrymmet. Entreprenören är övertygad om att pumpgropen blir tät, första lagade ställena uppgavs ha blivit täta.		

Ob- jekt:	Garage	Entreprenör:	Tecab AB
Adress:	Reimersholme	Datum:	Vintern 2005–2006
<i>Konstruktionstyp och byggår</i>	Pelardäck i två plan med ramper. Byggår1980.		
<i>Problem</i>	Läckage av smältvatten från bilar, främst på ramper.		
<i>Tätningmaterial, arbetsutförande</i>	Injektering med polyuretan har utförts tidigare med blandat resultat. Diamantsågning med mellanliggande bilning till 40 mm djup, spårbredd 20 mm. Ifyllning med Betongsystems kristalliseringsmedel. Därefter beläggning med hårdbetong på hela betongytan.		
<i>Kostnader</i>	Ingen uppgift.		
<i>Resultat (anmärkning, bedömning)</i>	Behandling på båda sidor av spåret med kristalliseringsslamma utfördes inte eftersom ett tätningsskikt av hårdbetong anbringades.		

Ob- jekt:	Sjukhus	Entreprenör:	Lokal mindre entreprenör
Adress:	Malmö	Datum:	2005-05
<i>Konstruktionstyp och byggår</i>	Teknisk kulvert under sjukhuset. Byggår 1960.		
<i>Problem</i>	Läckande gjutfog på två ställen. Vattentryck. Tidigare försök med epoxiinjektering misslyckades.		
<i>Tätningmaterial, arbetsutförande</i>	Vattenbilning, diamantsågning längs gjutfog, mejsling av spår, inslagning Penetron i uppborrat hål på värsta stället, fyllning av spår och slamning på bägge sidor med Penetranslamma.		
<i>Kostnader</i>	Ca 30 000 kr för gjutfog på två ställen.		
<i>Resultat (anmärkning, bedömning)</i>	Helt tätt enligt uppgift från Penetron som styrkt detta med bildredovisning.		

Ob- jekt:	Stort garage	Entreprenör:	JM
Adress:	Sickla Strand	Datum:	2006-02
<i>Konstruktionstyp och byggår</i>	Garagevägg. Byggår 2001.		
<i>Problem</i>	Många väggar i det 5 000 m ² stora garaget läckte i sprickor. Garaget ligger under grundvattennivån. Massor av vatten på golvet.		
<i>Tätningmaterial, arbetsutförande</i>	Diamantsågning och urmejsling av spår, fem sprickor fylls med Penetron. Där vatten rann igenom pluggades med Penetron snabbcement, visst mothåll krävdes. Slamning på bägge sidor om spricka med Penetron.		
<i>Kostnader</i>	3 000 – 4 000 kr/m.		
<i>Resultat (anmärkning, bedömning)</i>	Viktigt med noggrant utförande. På några få ställen gjordes eftertätning i samband med slutbesiktning. Garaget är numera torrt.		

Ob- jekt:	Rulltrappa	Entreprenör:	NCC
Adress:	Arlanda snabbtågstation	Datum:	2006-02
<i>Konstruktionstyp och byggår</i>	Trappkonstruktion under rulltrappa. Byggår 1999.		
<i>Problem</i>	Trappstegens tunnaste delar läckte (ca 80 mm), mest av vattentryck. Polyuretan- och epoxiinjektering tätade inte tillräckligt.		
<i>Tätningmaterial, arbetsutförande</i>	Slamning med Penetron av hela trappans överyta. Mejsling, pluggning och kristalliseringsbruk på de mest utsatta ställena.		
<i>Kostnader</i>	Några 100 000 kr.		
<i>Resultat (anmärkning, bedömning)</i>	Endast någon procent av tidigare läckage syntes. Förut var hela golvet vid rulltrappans nedre stöd vattenfyllt ca 20 mm, i dag finns inget vatten.		

Ob- jekt:	Kista tower	Entreprenör:	NCC
Adress:	Kista centrum	Datum:	2004
<i>Konstruktionstyp och byggår</i>	Platta på mark under tornet. Byggår 2000.		
<i>Problem</i>	Grundvattentryck, på några få ställen sprutade vatten upp. Golvet stod helt under vatten.		
<i>Tätningmaterial, arbetsutförande</i>	Mejsling längs sprickor, pluggning på värsta ställena enligt Betongsystem och slamning 200 mm längs sprickorna på vardera sidan.		
<i>Kostnader</i>	2 000 – 3 000 kr/m. Material ca 10 % och arbete 90 %.		
<i>Resultat (anmärkning, bedömning)</i>	Vid besök 2005-06 var golvet torrt. Några få, mindre ställen läcker 2006-02. Man gjorde tätningsränna utan att såga två parallella spår längs sprickorna.		