



I dette nummer

Nyt springvand? Det er ikke altid lige at gå til1

Er der fare for nedstyrtning af din skalmur? Korrosion af murbindere er en skjult risiko2

Kan inhibitorer bremse allerede igangværende korrosion på armering?...3

Nye udstyr giver bedre og hurtigere resultater.....4

Leder

Kære læser,

Efter en travl sommerperiode har vi i dette nummer af Concrete News valgt at omtale tre meget forskelligartede opgaver, som illustrerer den brede vifte af opgaver, som betonafdelingen kan løse.

I denne udgave omtales brunlig udfældning på naturstensbelagt springvandsbassin, hvor årsagen viste sig at være døde alger. Vi beretter også om en sag, hvor der var stor variation af korrosionsangreb på murbindere, og ikke mindst et 3-årigt forskningsprojekt, som er i sin afsluttende fase, og som omhandler effekten af betoninhibitorer på armeringskorrosion.

Desuden præsenterer vi to helt nye udstyr, et nyt en-mandsbetjent radarsystem samt "MIRA", et ultralydstomografi udstyr.

Vi forventer, at næste udgave af Concrete News udsendes i forsommeren 2012.

God fornøjelse med læsningen.

Brían Kofoed

Nyt springvand? Det er ikke altid lige at gå til

Er der noget værre end at have ofret tid og store summer på et flot springvand af smuk italiensk natursten, der skal være til stor glæde for de forbigående, og så løber der brune striber ned af det efter få uger? Det var netop tilfældet på et nyt springvand, vi blev bedt om at inspicere.

Nyt springvand med udfældninger

Springvandet er opbygget af en betonkonstruktion. Betonen er på alle synlige flader beklædt med sten. Den anvendte sten er en italiensk travertin af typen: Travertino Classico. Der er nu konstateret udfældninger både gennem og oven på travertinen. Udfældningerne begyndte umiddelbart efter vandpåfyldning og fortsatte først med hvidlige og efter ca. 3 ugers tid brunlige udfældninger.

Bygherren ønsker nu at vide, om det er muligt at detektere omfang og oprindelsen af udfældningerne samt at fastslå årsagssammenhæng og ansvar. Desuden blev vi bedt om at komme med forslag til udbedring af skader og beskrivelse af nødvendige tiltag samt risici ved ingen aktion såvel som ved eventuelle foreslåede løsninger.

Undersøgelsen

På stort set hele konstruktionen er der registreret udfældninger, som typisk fremkommer lokalt ved revneplaner og lokale områder med øget porøsitet. Udfældningerne er typisk hvidlige, men lokalt fremstår de med en brunlig farve. Der ses yderligere øget algevækst på og langs disse udfældninger. Udfældningerne har en grynet karakter, og de kunne relativt let skrubes af.

Vi anvendte elektronmikroskopi (SEM/

EDX) til at analysere, hvad udfældningerne består af, og det hjalp til en opklaring af miseren.

Blødt vand forskubbet ligevægten

I forbindelse med inspektionen blev det oplyst, at der anvendes blødt vand i springvandet for at forhindre aflejringer i rørinstallationer. Ved anvendelse af blødt vand forskubber man ligevægten mellem opløst calcium i vandet og travertinen, hvilket bevirker, at der kan foregå en opløsning af travertinoverfladen.

Døde alger var årsagen

Observationerne af spartlinger på overfladerne viser, at der er rigelig mulighed for etablering af sammenhængende, horisontale kanalsystemer inde i bjergarten, som kan lede vand fra det øvre kar og ud til overfladen. Vi vurderede, at udfældninger skyldes fugt, der trænger ned gennem porøsiteter i bundfliserne og derfra gennem læggemørtelen og ud til siden af betonkonstruktionen.

Idet mange algetyper trives godt omkring pH 8, sker der hurtigt algevækst de steder, hvor der er finkornet kalcit til stede. Når disse alger dør, udskilles et farvestof, som netop resulterer i brune og rødlige misfarvninger.

Hvad kan man gøre for at mindske skaden?

På basis af det udførte opklaringsarbejde

fortsættes på side 2

fortsat fra forrige side

blev der anbefalet følgende forebyggende foranstaltninger:

- Hurtigst muligt nænsom afrensning af løberne og genbehandling af overfladen.
- Hurtigst muligt forsegling af det øvre kar, via en membranløsning under bundfliserne, som sikrer, at der ikke trænger fugt gennem mørtelaget, som adskiller betonkonstruktion og travertin.

Når disse anbefalinger føres ud i livet, må man forvente, at de uønskede udfældninger stoppes, og at overfladen på travertinen forbliver fri for ny aflejring.



Hvide og brune udfældninger på et helt nyt springvand

Etablering af nyt springvand

Inden man går i gang med at etablere et nyt springvand, er det vigtigt at gøre sig klart, hvilket materiale, der giver det udseende, man forestiller sig. Hvis man vælger natursten, skal man være opmærksom på, at sten er et inhomogent materiale og ikke har en tæt overflade som f.eks. glas.

Desuden skal man afklare de fysiske og kemiske belastninger fra vej, vand og eventuelle kemikalier. Det kan derfor være klogt at rådføre sig med en ekspert på området.

Yderligere information

Jens Henriksen
43 26 72 28 • concrete@force.dk

Er der fare for nedstyrtning af din skalmur? Korrosion af murbindere er en skjult risiko

Så sent som til i midt 80'erne har man næsten udelukkende brugt murbindere (trådbindere) af varmforzinket (galvaniseret) stål til forankring af skalmure. Afhængigt af fugtpåvirkningen, mørtelen og murbindernes alder kan binderne have mere eller mindre fremskredne korrosionsangreb og i nogle tilfælde er binderne så tærede, at der er risiko for nedstyrtning af skalmuren, for eksempel i forbindelse med kraftig blæst.



Boligforening Fjordblink. Næsten intakt binder ses. Foto venligst udlånt af Grontmij A/S i Aalborg

Materialer til trådbindere

Gennem tiden har man anvendt forskellige materialer til trådbinderne, og de mest almindelige materialer er varmforzinket stål, rustfrit stål og tinbronze. I mere sjældne tilfælde har man anvendt trådbindere af messing. Trådbindere af varmforzinket stål eller messing kan korrodere forholdsvis hurtigt, hvis der er høj fugtpåvirkning eller tilsat accelerator i fugemørtlen, og dermed er der risiko for nedstyrtning af ældre skalmure med disse bindere.

Korrosionshastighed

Korrosionshastigheden kan variere meget for bindere forskellige steder på muren og er størst, hvor der kan trænge vand ind i murværket. Erfaringsmæssigt blæ-

ser det oftest fra vest, og nordsiden får ingen sol, derfor er korrosionshastigheden ofte højest på nord- og vestvendte mure.

Et typisk eksempel på denne variation af korrosionsangreb kan ses på undersøgelser udført for Grontmij A/S i Aalborg for Boligforeningen Fjordblink afd. 13 i Aalborg, se fotos. Boligkomplekset er bygget omkring 1966, og man har i samme boligblok fundet både gennemtærede og næsten intakte varmgalvaniserede bindere. Derfor skal der udføres renovering i boligkomplekset.

Da korrosionshastigheden kan være meget høj og ikke kan forudsiges, har man i dag krav om, at der anvendes korrosionsbestandige bindere. Korrosionsbestandige eller korrosionsfaste trådbindere fremstilles af tinbronze eller af rustfrit stål, der har god bestandighed i murværket. Der kan forekomme en meget begrænset overfladisk korrosion, men den er uden betydning for styrken, og levetiden for binderne vil være meget lang.

Hvor er der størst risiko for alvorlige skader?

I en-etages bygninger kan der godt være korrosionsproblemer, men da en nedstyrtning vil have begrænsede konsekvenser er der normalt ikke grund til at

foretage nærmere undersøgelser.

Hvis der er tale om ældre byggeri med massivt murværk eller skalmure med faste bindere (mursten) er der ingen murbindere og dermed ingen grund til nærmere undersøgelse.

Murværksnormen har siden 1969 foreskrevet korrosionsbestandige trådbindere i byggeri med 3 eller flere etager, og nærmere undersøgelse er normalt ikke påkrævet.

Siden 1984 har der i murværksnormen været krav om anvendelse af korrosionsbestandige trådbindere i alle ydermure, og i byggeri fra perioden efter 1984 skulle der derfor heller ikke være grund til nærmere undersøgelser, såfremt reglerne er overholdt.



Boligforening Fjordblink. Næsten gennemtæret galvaniseret binder ses. Foto venligst udlånt af Grontmij A/S i Aalborg

fortsættes på side 3

Hvordan kortlægger man risikoen for svigt?

Hvis et byggeri kan være i risikogruppen for nedstyrtning ud fra alder og højde, er der god grund til at foretage en nærmere undersøgelse. Det kunne for eksempel være en 3-etages bygning fra 1975. Først og fremmest bør man tjekke om det korrekte antal bindere er benyttet. Dette kan ofte gøres ved brug af ikke-destruktive målemetoder. Dernæst når binderne er lokaliseret, skal et passende antal bindere udtages til analyse for at fastslå, om der er tale om korrosionsbestandige bindere. Hvis binderne er korrosionsbestandige (rustfrit stål eller tinbronze), er der ingen risiko for nedstyrtning og yderligere undersøgelse er overflødig. Hvis der er tale om bindere af varmforzinket stål eller

messing, må man foretage en nærmere undersøgelse ved at frithugge og udtage bindere til undersøgelse. Binderne udtages så skånsomt som det er muligt, hvorefter bindernes tilstand vurderes efter fjernelse af mørtelrester mv. Er til-



Eksempel på trådbinder af varmforzinket stål efter ca. 30 år. Meget dybe korrosionsangreb ved buk og på lige stykke

standen ringe, kan det være nødvendigt at eftermontere nye trådbindere.

Yderligere oplysninger

Yderligere oplysninger om korrosion af trådbindere og vejledning i undersøgelse og eftermontering kan fås ved henvendelse til forfatterne eller læses i SBI-anvisning 211 fra 2005: "Korroderede trådbindere i murværk. Undersøgelse af nedstyrtningsfare og vejledning i eftermontering af nye bindere" eller i BYG-ERFA bladet 04 12 31: "Trådbindere i murværk – undgå risiko for nedstyrtning.

Yderligere information

Brían Kofoed
43 26 73 43 • concrete@force.dk

Kan inhibitorer bremse allerede igangværende korrosion på armering?

Det er velkendt at betonkonstruktioner nedbrydes med tiden, og det kan være dyrt og ofte besværligt at reparere dem. Derfor skal forsøg med at smøre inhibitorer på betonkonstruktioner vise, om det kan begrænse omfanget af armeringskorrosionen og dermed bevare betonen i længere tid.

Den beskyttelse, betonens høje pH-værdi giver den indstøbte armering, kan nedbrydes og give alvorlige skader på vores betonkonstruktioner. Det koster samfundet milliarder af kroner hvert år. Dette til trods for at vi er blevet meget bedre til at designe, udføre og vedligeholde vores betonkonstruktioner som f.eks. broer, højhuse, svømmehaller, m.m.

Der findes flere årsager til, at korrosion starter på indstøbt armering i betonkonstruktioner, men primært er der to hovedårsager i Danmark. Enten kan det skyldes, at betonen neutraliseres af luftens kulsyre (karbonatisering), eller at der trænger klorider ind i betonen, f.eks. fra tørsalting. En kombination af disse påvirkninger kan også forekomme. Denne artikel vil beskæftige sig med skadesudbedring forårsaget af karbonatisering.

Afsprængning af dæklag

Normalt ses karbonatiseringsskader som en afsprængning af beton over armeringen, ofte med rustent jern i bunden af betonsåret. Det første, man observerer, er tit et skarpkantet, halvløst betonstykke i betonens overflade, og senere udvikler det sig til en decideret afsprængning af større eller mindre betonstykker. Man ser derfor ofte disse skader, hvor

dæklaget til armeringen er tyndere end andre steder på konstruktionen, men de kan også ses, hvor betonen har lokale defekter såsom stenreder eller dårligt omstøbt afstandsholdere. Hastigheden af karbonatisering er forholdsvis langsom ift. kloridskadedet beton og er ofte synlig. Dog kan der stadig være fare for alvorlig personskaade ved de nedfaldende betonstykker, da denne type skade kan opstå overalt udendørs på bygninger, specielt når fugtigheden er mellem 70-85 % RH.

En traditionelt udført reparation, hvor al neutraliseret beton fjernes, er ofte rimelig holdbar, hvis reparationen følger anvisningen i EN/DS 1504. Dog kan der være forhold, som taler for, at en traditionel reparation ikke er at foretrække, hvis reparationen skæmmer bygningen æstetisk eller funktionelt. Det kunne være på profilerede facader, indfarvet beton, eller hvor adgang er vanskelig. Netop til dette brug kan man med fordel benytte en farveløs inhibitor, som smøres på betonoverfladen.

Inhibitor til beskyttelse mod armeringskorrosion

Inhibitorer har været benyttet i bl.a. maskinindustrien i mange årtier, men til betonreparationer blev de først lanceret i Danmark i slutningen af 90'erne.

Definitionen på en inhibitor er et stof, som dæmper en given proces og derved nedsætter korrosionshastigheden. Der er udført mange undersøgelser med henblik på at klarlægge effekten af de forskellige inhibitorer. Dette har blandt andet ført til, at leverandørerne nu udvikler en 3. generations inhibitor. Der findes mange typer af både uorganiske og organiske inhibitorer. Til beton benyttes ofte de organiske inhibitorer med stærk affinitet til armeringen, som kan diffundere igennem dæklaget, og menes at lægge en beskyttende hinde omkring de anodiske områder og derved bremser korrosionsstrømmen.

"Case"

Der har igennem de sidste 10 år været igangsat mange forsøg med betoninhibitorer i Danmark med divergerende resultater. Bl.a. derfor valgte Landsbyggefonden tilbage i 2008 at støtte et projekt med rådgiver ORBICON A/S for boligselskabet 3B. Til forskel for mange andre projekter indgår der i dette projekt både felt- og laboratorieundersøgelser.

Feltundersøgelser

Boligafdelingen Lønstrupgård i Vanløse stod færdigbygget i 1972 og består af boligkarréer til 2. sals højde. De er opbygget af betonelementer med pro-

fortsættes på side 4

fortsat fra forrige side

fileret, indfarvet betonfacade - også kaldet "Ishøjprofil". Efter ca. 15 år blev facade-elementerne gennemgået for begyndende nedbrydningsskader som bl.a. dæklagsafsprængning.

Armeringsskaderne sås for det meste i de dybe riller i profilfacaden eller bag facadetåen. Skaderne var forårsaget af karbonatisering af betonen i områder med for tyndt dæklag. At skulle udføre en traditionel reparation af denne facade ville være meget omkostnings tungt. Derfor valgte man en alternativ løsning, nemlig påsmøring af en organisk, silanbaseret korrosionsinhibitor. Men da dette produkt var nyt på det danske marked, besluttedes det at igangsætte et forsøg med det formål at be- eller afkræfte produktets korrosionsbremsende virkning. Dog repareredes enkelte større dellamineringer traditionelt. Herefter svummedes facaden med indfarvet cementmørtel, så bygningen fremstod med et ensartet udseende.

Erfaring fra tidligere forsøg har vist, at udfordringen i disse udendørs test ville være måletekniske, dvs. at der dels skulle foretages mange målinger under forskellige vejrmæssige forhold og dels valg og krav til måleprincippet, da meget små ændringer skulle registreres. På baggrund af disse forhold anbefalede betongruppen at bruge en måleteknik baseret

på elektrokemi, hvor det var muligt at måle udviklingen af armeringens potentiale og også korrosionshastigheden på den eksisterende armering i facaden. Der blev udvalgt 3 områder med hver 4 målestationer, som blev behandlet kun med inhibitor, med inhibitor med svumme og til sidst et ubehandlet referencefelt.

Undersøgelsen har nu varet i 2,5 år, og går ind i den afsluttende fase af projektet. Der er observeret en svag tendens til, at en blanding af inhibitor med svumme og også en ren inhibitor bidrager til at nedsætte korrosionshastigheden i forhold til referencefelter, hvor ingen behandling var anvendt.

På nuværende tidspunkt er det umuligt at påvise, om det har bedre effekt at bruge inhibitor alene end iblandet med svumme. De sidste målinger i efteråret forventes at kunne give et entydigt svar, inden en afsluttende evaluering foretages.

Referencemålinger i laboratoriet

Feltmålingerne er suppleret med laboratorieundersøgelser på 15 prøveemner udsat for karbonatisering under accelererede forhold. Emnerne er fordelt i 3 grupper; inhibitorbehandling, behandling med inhibitor og svumme samt ubehandlede emner (reference-emner).



Måling af korrosionshastigheder med og uden betoninhibitorer

Målinger på laboratorieemner gennemføres ved hjælp af de samme elektrokemiske teknikker, som anvendes ved feltundersøgelserne, dog benyttes også LPR-teknikken, som er en meget velkendt metode til vurdering af korrosionshastigheder. I skrivende stund ses tydelig forskel mellem de behandlede og ubehandlede emner, mere nøjagtig vurdering af de korrosionsbremsende egenskaber af inhibitor vil drages ved afslutning af projektet, som sker ved udgangen af 2011.

Yderligere information

Bræn Kofoed
43 26 73 43 • concrete@force.dk

Nye udstyr giver bedre og hurtigere resultater

FORCE Technology råder nu over radar og ultralydsudstyr, der giver endnu bedre resultater til fordel for kunderne.

Radarsystemer

Vi har nu har anskaffet flere radarsystemer, så vi bedre kan imødekomme kundernes ønsker. Det drejer sig om en "1.6 GHz Structure Scan Mini" og en "2 GHz palm antenna". Nu er data analyse computeren blevet en integreret del af antennen og målevognen. Derfor kan udstyret let betjenes af én operatør. Fordi 2 GHz antennen fylder mindre, kan vi nu scanne konstruktioner tættere på kanter, ind i hjørner og på trange steder, som vi ikke kunne før. Desuden får vi

med 2 GHz antennen en bedre opløsning af data, og det er specielt en fordel, hvis armeringsjernene i konstruktionen ligger tæt.

MIRA – Ultralydstomografi

Vi har også købt et ultralydsudstyr – MIRA, der kan danne et 3D billede af defekter inden i betonkonstruktionen, så som manglende udstøbning af korroderede rør, delaminationer, stenreder samt hulrum. Under måling opsamles og analyseres signaler, der optegnes som et

2D billede. Ved hjælp af yderligere databehandling kan flere sammenliggende 2D billeder senere stykkes sammen til et 3D billede. Præsentationen af målingerne i farvede 2D og 3D billeder giver også en fordel i forhold til tidligere udstyrs gråskala 2D billeder.

Yderligere information

Allan Lion Kristensen
43 26 70 86 • concrete@force.dk

Concrete News udgives af FORCE Technology og udkommer to gange årligt. Materiale fra nyhedsbrevet må gengives med angivelse af kilde.

Redaktion:

Marianne Krogsgaard Berg (ansvarshavende)
Jette Jacobsen