



# Synsoplevelsen af betonoverflader

Natursten, der brydes i samme stenbrud, er ikke helt ens, de varierer lidt i farveindtrykket. Farveindtrykket er afhængigt af, hvorledes lyset falder på stenes overflade – det er, hvad man med et poppet udtryk kan kalde for "stoflighed". Denne "stoflighed" opstår, fordi naturlige sten består af mineralkrystaller, og hvert af disse krystaller bryder lyset lidt forskelligt. Denne variation eller dette farvespil foretrækkes ofte i bygninger eller andet design, hvori der indgår natursten. Hvis ønsket var et helt ensartet farveindtryk, havde designeren valgt et plastmateriale eller en malet overflade.

Beton er en kunstig fremstillet sten, der også er i besiddelse af omtalte "stoflighed". Nuancerne i beton skyldes dels lysets brydning i de tilslag, der er anvendt, dels små forskelle i cementpastasens kapillarporøsitet.

## Betons karbonatisering

Fremstillingen af beton foregår lynhurtigt i sammenligning med sten, der er dannet ved geologiske processer i naturen, hvor geologiske perioder regnes i millioner af år. Man kan da også med nogen ret påstå, at beton ikke er helt færdig i den kemiske udvikling. Inde i beton er der nemlig meget calciumhydroxid, som vil danne kalk, hvis det kommer i forbindelse med luftens kuldioxid. Denne proces kaldes betonens karbonatisering. Omdannelsen kan være en fordel, fordi betonen bliver mere tæt og dermed også stærkere. I armeret beton er karbonatiseringen imidlertid uønsket, fordi processen forbruger det calciumhydroxid, der beskytter arme-

ringsjernene mod at ruste. Når det alligevel er muligt at fremstille bygværker i jernbeton, skyldes det, at man med et fornuftigt design og et omhyggeligt udført arbejde kan nedsætte karboniseringshastigheden, således at bygningen får en passende levetid.

I uarmeret beton vil karbonatiseringen som nævnt bidrage til en styrkeforøgelse. Alligevel kan processen være generende i uarmeret beton, fordi den af og til påvirker synsindtrykket. Farveoplevelser er næsten umulige at diskutere – vi har ikke alle samme mening om, hvad der er smukt eller ikke. De fleste vil dog kunne forstå, den ærgrelse en bygherre får, hvis det viser sig, at hans bygværk ikke får den planlagte farve, men i stedet (i en periode) fremstår med lysere skjolder. Desværre er det en risiko, man ikke helt kan udelukke ved anvendelse af beton.

## En naturlov

Kuldioxid eller kultveilte – som det også kaldes – er en naturlig del af luften, vi lever i. Desuden er det betons grundlæggende kemi, at der dannes meget calciumhydroxid, derfor vil beton karbonatisere – det kan ikke ændres – det er en naturlov. At man så alligevel ofte undgår problemer med, at det påvirker betonens farve, kan forekomme som en gåde. Årsagen er, at vi kun ser overfladen af betonen, og vores synsoplevelse påvirkes ikke, af det der sker umiddelbart bag overfladen. Hvis den kemiske proces uheldigvis kommer til at foregå



FIG. 1  
HVIDE BELÆGNINGER PÅ BETONOVERFLADER ER ET IRRITERENDE PROBLEM, BÅDE FOR BYGHERREN, FOR BYGNINGENS DESIGNERE OG FOR HÅNDVÆRKEREN, DER HAR OPFØRT BYGVÆRKET.  
KILDE: "CEMENTA" BROCHUREN "KALKUTFÅLLNINGER PÅ BETONGYTOR", 1999.

helt ude i det yderste lag, vil det kridt, der dannes, kunne ses. Hvis det kun er kapillarporerne, der er fyldt med kridt, vil betonen fremstå lidt lysere. Er karbonatiseringen foregået helt fremme på overfladen, vil der afsættes lyse belægninger. Heldigvis er kridt ikke særlig slidstærkt, udfældningerne slides af igen, og farven vil med tiden nærme sig den planlagte nuance. Udfældningerne er ikke altid helt hvide, som ellers er den naturlige farve for kridt. Hvis der er forureninger til stede for eksempel fra det sand, som belægningssten er lagt ned i eller andre urenheder fra byggepladsen, får udfældningerne farve efter dette. Processen er ikke anderledes, end det der sker i naturen, når der dannes marmor eller andre kalkbjergarter. Farven af disse sten er opstået, fordi der i den geologiske proces er blevet indeholdt forskellige mineraler.

### Årsager til farvevariationer

Der er mange faktorer, der indvirker på sandsynligheden for at få synlige kalkudfældninger: Hærdningen, betonens sammensætning, formene, vejret medens betonen er ny, betonens tæthed osv. Nogle af disse faktorer har man indflydelse på, når man producerer betonemner, andre har man ikke indflydelse på. Klimaet har en væsentlig indvirkning, derfor vil to ellers ens emner se forskellige ud, hvis vejret har været lidt forskelligt i byggeperioden.

Straks efter udstøbningen kan beton sammenlignes med fugtigt sand eller mudder. Hvis den omgivende luft er tør, vil der straks starte en fordampning fra overfladen. Er luften derimod fugtig, vil der ikke fordampe noget vand; overfladen forbliver fugtig. Når der kommer vand i cementen, vil det omtalte calciumhydroxid dannes som en opløsning i porevæsken. Både hastigheden af de kemiske processer og den transport, der foregår frem til overfladen, påvirkes af temperaturen. Ovennævnte betyder, at der af og til kan være perioder, hvor der findes opløste ingredienser til kalkdannelsen helt fremme ved overfladen eller måske ligefrem på overfladen. Når det sker, vil der opstå farvevariationer eller måske endda belægninger på betonen. Havde overfladen på betonemnet derimod været tilpas tør i det meget tynde lag, der påvirker synsindtrykket, ville det kridt, der dannes, forblive inde i betonen og dermed være usynligt.

Samtidig med karbonatiseringen opstår der et tættere lag, der forsinker transporten af porevæske frem til luftens kuldioxid med det resultat, at tilbøjeligheden til synlige udfældninger aftager med betonens alder. Desuden vil betonens hærdning også bevirke, at tætheden forøges, så risikoen for synlige udfældninger reduceres også af den årsag.

### Indflydelse fra vejret

Selv små ændringer i klimaet i hærdperioden samt i betonens første levetid kan påvirke farven. Forskellen mellem



FIG. 2  
AF PARKERINGSHUSETS FIRE ETAGER BLEV DEN NEDERSTE STØBT OM VINTEREN, DEN ØVERSTE OM FØRSOMMEREN OG DE TO MIDTERSTE SENT PÅ VINTEREN OG OM FORÅRET. RESULTATET ILLUSTRERER, AT RISIKOEN FOR KALKUDBLOMSTRING ER STØRST PÅ DEN KOLDE OG REGNFULDE TID AF ÅRET.

dag og nat er nok til, at der opstår synlige forskelle. I branchen er det velkendt, at glidestøbte konstruktioner får de såkaldte døgnbælter. Den beton, der glider fri om natten, er mørkere end den, der afforskalles om dagen. Det har endnu ikke været muligt at fremstille brugbare hærdkamre, som kan forhindre dette. Debatten om indeklima i boliger og på vore arbejdspladser viser, hvor vanskeligt det er at styre klimaet inden for de særdeles snævre grænser, som kan give synsforskellen.

### Andre faktorer

Klimaet er ikke den eneste faktor, der påvirker betons farvevariation. Tætheden af betonens pasta har også en meget stor indflydelse. Pastaens tæthed er påvirket dels af vand/cement-forhold, udstøbningsforhold og af hærdforholdene. Derudover har delmaterialernes farvevariationer også en indflydelse. Tilslagsmaterialerne sand og sten er naturligt forekommende materialer. De er forskellige alt efter, hvor, hvornår og hvordan de er blevet dannet i naturen. Selv om man fra samme grusgrav forsøger at udvinde ensartet materiale, vil der være små variationer. Der kan være lidt flere korn af én størrelse, eller kornene kan have en lidt anderledes facon,



FIG. 3  
REGN PÅ NYLIGT AFFORMET BETON MEDFØRER OFTEST KALKUDBLOMSTRING. SØJLEN I FORGRUNDEN FIK KRAFTIG UDBLOMSTRING PÅ SYDSIDEN VED DEN FØRSTE REGN. VINDEN DREV REGNEN MOD DENNE SIDE. NORDSIDEN DERIMOD FIK SVAGERE UDBLOMSTRING, OG DEN KOM FØRST LANGT SENERE. DET SKETE I FORBINDELSE MED REGN OG NORDLIG BLÆST. OVERSKUD AF FORMOLIE OG SOL KAN ØGE UDBLOMSTRINGENS INTENSITET. UNDER PLANKEN ER TO FØRSKILLIGE BESKYTTELSESMIDLER ANVENDT MED FØRSKILLIGT RESULTAT. DESVÆRRE HAVDE DE MODSAT EFFEKT PÅ NORDSIDEN. PILLEN I BAGGRUNDEN ER LIGE AFFORMET. OGSÅ DEN BLEV HVID AF KALKUDBLOMSTRING EFTER DEN FØRSTE REGN.

skarpere kanter, lidt fladere osv. Disse små forskelle har indvirkning på betontætheden og ændrer således på den hastighed og på den mængde af porevæske, som kan transporteres frem til betonemnets overflade. I sidste ende betyder det, at selv de små ændringer, der er i naturligt forekommende råmaterialer, er tilstrækkelige til at indvirke på synsindtrykket. Alt i alt må man acceptere, at karbonatisering er en naturlig proces i beton, og spørgsmålet om kalkudfældninger eller ej er som at balancere på en knivsæg.

Betonproducenten vælger delmaterialer, betonsammensætning, udstøbning og efterbehandling så ensartet som muligt ikke kun for bedst muligt at kontrollere evt. kalkudfældninger, men simpelthen for at opnå en optimal fremstillingsproces. Den sidste faktor

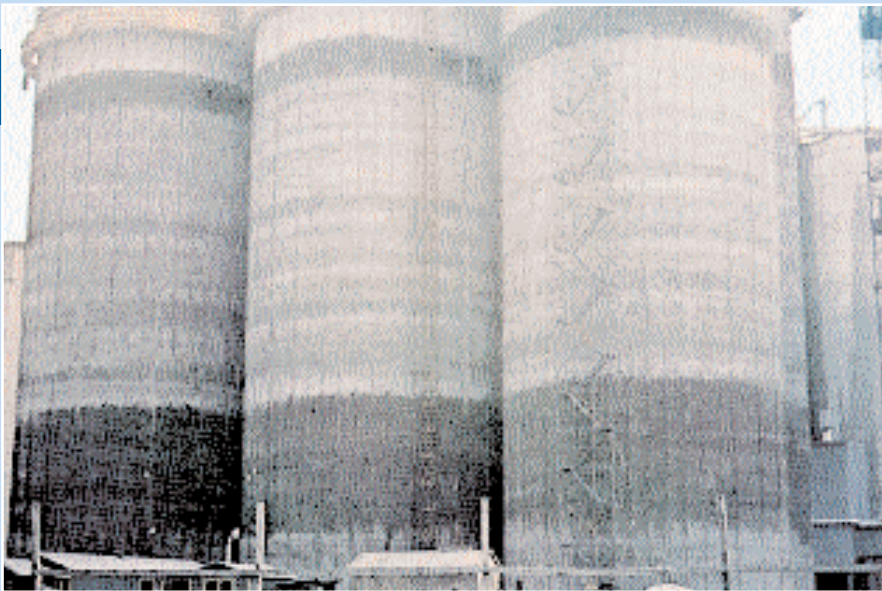


FIG. 4  
KLIMAET VED STØBNINGEN OG DEN FØRSTE TID DEREFTER HAR STOR INDVIRKNING PÅ OVERFLADENS UDSEENDE. VED GLIDESTØBNINGER ER FORSKELLEN MELLEM NAT OG DAG OFTE NOK TIL AT GIVE SYNLIGE FORSKELLE. DET ER SÅ ALMINDELIGT AT DET I FAGSPROGET KALDES "DØGNBÆLTER".

med vejrets indflydelse har producenten meget lidt indflydelse på, dog kan man ved oplagring indendørs i den første tid påvirke hærdeklimaet en lille smule. Da de fleste faktorer, der indvirker på kalkudfældninger, er naturbestemte, og vi ikke er i stand til at sætte naturlovene ud af kraft, må vi dog nødvendigvis acceptere lidt kalkudfældninger af og til.

### Kontrasterne bliver mindre

Hvis der opstår uønskede kalkudfældninger, kan man fjerne langt det meste af det. Er det vandrette flader som belægningssten eller lignende, kan man med fordel blot strø lidt rent sand. Da kridt ikke er særligt slidstærkt, vil sandet forholdsvis hurtigt slibe det meste væk. Det er meget vigtigt, at sandet er rent og ikke forurenat, så overfladen farves endnu mere. De kalkudfældninger, der sidder som "propper" helt fremme i forsiden af de små kapillarporer, kan sandet dog ikke slibe væk. Derfor vil der fortsat være ganske små variationer, som er synlige. Disse små variationer betragtes dog som en del af den "stoflighed", der er i byggematerialer af naturlig oprindelse.

### Rensning med syre

Hvis man ikke har tålmodighed til at belægningssten slides af, er det muligt at rense overfladen med syre. Alle syrer er anvendelige. Hvis det kun er lidt, der skal fjernes, kan selv husholdningseddike anvendes, fordi kalksten er letopløselig i syre. Saltsyre er ofte anvendt i 10% opløsning, dog indeholder saltsyre klor, og for ikke at forurene naturen med klor kan det være en fordel at anvende salpetersyre eller fosforsyre, da de salte, der dannes, når disse syrer opløser kalk, er samme typer salte, som findes i kunstgødning. Inden syreafvaskningen skal man mætte betonen med rent vand. Efter afsyringen er det selvfølgelig nødvendigt med grundig afskyllning, så syrepåvirkningen ikke fortsætter. Anvender man syre må man acceptere, at betonpasta er i familie med kalksten og derfor også opløses. Det betyder, at den tynde cementfilm, der er over sandkornene i overfladen, også fjernes. Hvis man begynder at rense overfladen kunstigt, må man acceptere, at hele overfladen skal behandles. Man kan ikke pletrense, det vil forårsage større skjolder end kalkudfældningerne. Endelig er det vigtigt at besinde sig lidt, inden man går i gang med at fjerne kalkudfældninger. Kalkudfældninger er ikke særlig slidstærke. Kontrasterne i overfladens synsindtryk vil derfor automatisk udjævnes en hel del efter bygværkets ibrugtagning.

### Ændringer af stenenes egenfarve

De grusaflejringer, der findes her i landet, er alle i transporteret hertil under istiderne. Først har isen knust den oprindelige klippe, siden er stenene blevet slidt, blandet og på anden måde påvirket – i smeltevandsfloder, i brændingen i istidshavene osv. Til sidst er de havnet i strandvolde, der på grund af landhævningen, er blevet til bakker, hvor nedsvende regnvand gennem årtusinder har tilført andre materiale, som f.eks. jernforbindelser. Okker er sådan en jernforbindelse og er ofte årsag til, at sand og sten har et gulligt skær.

Når disse materialer anvendes som tilslag i betonelementer, påvirkes de blandt andet ved afsyringen, – som kan fjerne "rustlaget". Dette har indflydelse på synsindtrykket. Når elementet er helt nyt, vil det være mørkere, senere vil de jernforbindelser, der findes inde i stenkornene, forbinde sig med luftens ilt og dermed genskabe et lysere gulligt skær.

### Bygningsdesign

Natursten anvendes i bygningsdesignet, fordi natursten besidder en eksklusiv form for "stoflighed". Beton er en kunstig sten, der har samme egenskaber. Når designeren tager hensyn til betons "stoflighed", er det muligt at fremstille både gode, holdbare og smukke bygværker, hvor overflader samt lys og skygger samlet danner et behageligt synsindtryk.

**CtO** Cementfabrikkernes  
tekniske Oplysningskontor  
Rørdalsvej 44  
Postboks 165  
9100 Aalborg  
Telf. 99 33 77 54

**AALBORG  
PORTLAND**

