



# KALKUTSLAG PÅ BETONG

Tekst: Norcem FoU – Tom I Fredvik, Tor-Magnus Zachariassen, Sigrun Kjær Bremseth, Petter Thyholdt  
Foto: Dagfinn Meling, Tom I. Fredvik og Tor-Magnus Zachariassen, Norcem FoU.  
Frode Skåttun, Veidekke. Alf Egil Mathisen, Veidekke

Kalkutslag er et lyst, nesten hvitt belegg som opptrer på betong, ofte på flater som er støpt i kaldt og fuktig vær. Det synes best på glatte flater og jo mørkere betongen er. Det opptrer oftere ved bruk av bordforskaling enn ved bruk av mer tette, filmbelagte forskalingsplater. Og det skjer oftest på betong med lavt masseforhold.

Kalkutslag består av kalsiumkarbonat som dannes av kalsiumhydroksid ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) fra betongen og  $\text{CO}_2$  fra luften. Det inngår som en naturlig del av betongens herdeprosess, men det er ofte skjemmende når det skjer på overflaten og ikke inne i betongen.

Oftest forekommer kalkutslag når betongen er ung. Men noen ganger kan kalkutslaget foregå over flere år og er da en indika-

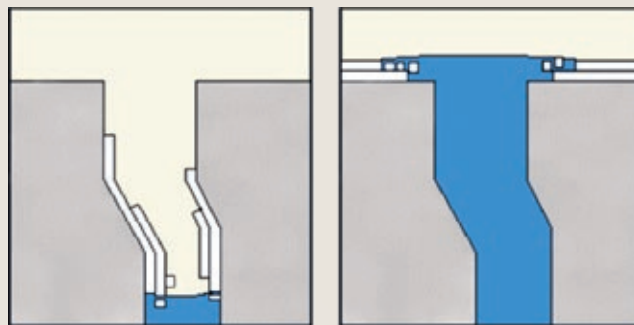
sjon på at det foregår en stadig og ensidig fukttransport, f.eks. gjennom en vegg/mur eller opp fra et fundament, ofte pga. manglende drenering.

## STØPING VED LAV TEMPERATUR KAN VÆRE UGUNSTIG:

- Løseligheten av  $\text{Ca(OH)}_2$  er høyere
- Løseligheten av  $\text{CO}_2$  i vann øker
- Hydratasjonsgrad av betong er lavere og dermed porøsiteten høyere og vanntransport til overflaten lettere
- Økt vanntransport ved kondens fra varm betong mot den kaldere forskalingen (ev. overflaten). Ved tidlig avforskaling, når betongtemperaturen fortsatt er høy i forhold til lufttemperaturen, vil dette føre til raskt varmetap med kraftig fukttransport (med kalsiumhydroksid) mot overflaten som konsekvens.

## BETYDNING AV BESTANDIGHETSKLASSE/MASSEFORHOLD:

- Betong med lave masseforhold er tettere og gjør det vanskeligere for betongens porevann å trekke til overflaten. På den annen side inneholder slik betong ofte mer sement som reduserer den positive effekten på grunn av høyere innhold av kalsiumhydroksid. Silika og flygeaske er i teorien med på å redusere graden av kalkutslag siden disse forbruker kalsiumhydroksid, men i praksis er det erfart at kraftig kalkutslag også forekommer ved bruk av lavvarmebetong som inneholder silika og høye mengder flygeaske.
- Betong med høye masseforhold har mer kapillærporer som gir enklere fukttransport ut mot overflaten. Men de har også ofte mindre sement og dermed lavere innhold av kalsiumhydroksid.



Figur 1

- a) Indre kalkutslag ved hurtig uttørking  
b) Ytre kalkutslag ved langsom uttørking (Delair et al 2007)

## Indre og ytre kalkutslag

Det skiller mellom indre kalkutslag ved rask uttørking og ytre kalkutslag ved mer langsom uttørking som skissert i figur 1. Uttørkingshastigheten kan dermed spille en rolle mht. hvor synlig utfellingen blir. Rask uttørking skjer ved vind, lav RF og solskinn, mens langsom uttørking er typisk i regnvær og lav temperatur.

Ved tidlig avforskaling, i kombinasjon med regn eller rått vær som fører til fuktig betongoverflate, vil fuktfronten kunne være på betongoverflaten og kalsiumkarbonat vil avleires som synlig kalkutslag. Hvis fuktfronten er inne i betongen vil kalsiumkarbonat dannes der og er da usynlig.

## Fullskalaeksempler



Bilde 1a. Foto: FS



Bilde 1b. Foto: FS



Bilde 1c. Foto: FS

### EKSEMPEL 1:

Bilde 1a viser relativt massive søyler støpt med B45 SV-40 med totalt 35% flygeaske. De er støpt i mars/april, typisk 0,5–5 mm nedbør per døgn, 80–97% RF i luft og lufttemperatur rundt 0–5 grader. Søylerne er avforskalt tidlig og har siden stått uten tildekking.

I bilde 1a er de to søylerne til venstre avforskalt noen dager før bildet ble tatt, mens søylen til høyre er avforskalt samme dag. Noen dager senere hadde også denne søylen kraftig kalkutslag. Legg merke til at kun sydvendte flater (bilde 1a) har kalkutslag.

Bilde 1b viser flatene som vender mot nord. Værdataene er for mangelfulle til å kunne forklare kalkutslag kun på én side, men det virker sannsynlig at det har vært mer fuktig på sydsiden. Og siden mot syd kan ha blitt eksponert for sol og dermed hatt større temperaturforskjeller på overflaten. Uansett viser dette at lokale klimatiske forhold ofte er avgjørende for om det utvikles kalkutslag.

Bilde 1c er tatt 2,5 år senere. Her ser vi at søylen til høyre i bilde 1a har kalkutslag på lik linje med de andre søylerne, og at kalkutslaget fremstår nesten like tydelig i dag.



Bilde 2a. Foto: TIF



Bilde 2b. Foto: TIF

#### EKSEMPEL 2:

Bilde 2a viser støttemur støpt med SV-Standard betong. Støpetappen til venstre ble støpt i mars, mens støpetappen til høyre ble støpt i juni. Ved avforskalingen i mars var det høy fuktighet og få plussgrader, mens det ved avforskalingen i juni var oppholdsvær.

Bilde 2b viser baksiden av støttemuren. Denne har i større grad vært beskyttet mot direkte regn, men rennende vann fra toppen har ført med seg kalkutslag nedover muren. En annen viktig forskjell er at fremsiden av støttemuren hadde bordforskaling, mens baksiden hadde filmbelagte forskalingsplater.

#### EKSEMPEL 3:

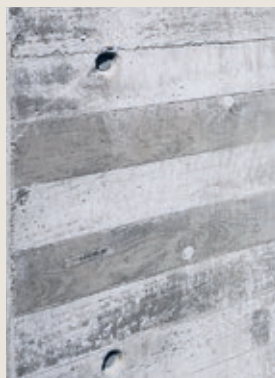
Bilde 3 viser kalkutslag ved kun ett forskalingsbord. Vi ser også at betongen har brent seg fast i bordet, og betonghud er dratt løs ved avforskaling. Dette har ført til et porøst yttersjikt som lett transporterer fukt og kalsiumhydroksid ut til overflaten.



Bilde 3. Foto: TIF

#### EKSEMPEL 4:

Bilde 4 viser også ulik grad av kalkutslag ved ulike forskalingsbord. En hypotese er at de to bordene uten kalkutslag er påført mer formolje eller har vært mindre sugende enn de andre bordene og derfor har mer overskytende olje på overflaten. Suget som oppstår innover i betongen når den størkner vil kunne trekke overskytende formolje litt inn og dermed gjøre yttersjiktet litt vannavstøtende slik at det oppstår en indre, ikke synlig utfelling.



Bilde 4. Foto: TMZ

Kvistene på disse to bordene har imidlertid tydelig kalkutslag. Dette forklares med at overflaten her er så hard at formoljen ikke festes, og det blir underskudd på olje akkurat her.

## Kjemisk forklaring

Når sement reagerer med vann dannes det kalsiumsilikat-hydrat (som gir betongen styrke), kalsiumhydroksid ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) og alkalihydroksider ( $\text{NaOH}$  og  $\text{KOH}$ ). Kalsiumhydroksid er bare delvis løselig i vann, men løseligheten øker med avtagende temperatur. Både kalsiumhydroksid og alkalihydroksid løses ut i betongens porevann. Alkalihydroksidene er lettløselige, mens kalsiumhydroksid er tungtløselig. Dermed 'stjeler' alkaliene  $\text{OH}$ -ionene først. Når alkalihydroksiden er vasket ut, vil konsentrasjonen av  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  øke.

Hydroksidene i betongens porevann trekkes ut mot overflaten gjennom kapillærporer. Ved overflaten fordampes noe av vannet, noe som fører til at konsentrasjon av hydroksidene øker, samtidig som mer vann trekkes ut mot overflaten.

$\text{CO}_2$  i luften reagerer med hydroksidene og danner karbonater.

Ligningen for dannelsen av kalsiumkarbonat skrives slik:



Alkalikarbonat er lettløselig og vil vaskes bort i regnvær eller kan fjernes med lett vasking. Kalsiumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) er tungtløselig og avleires på overflaten. For å fjerne denne utfellingen må det typisk benyttes syrevask eller sandblåsing.

#### EKSEMPEL 5:

Til slutt vises et eksempel på en gunstig effekt av kalkutslag. Bilde 5 viser undersiden av et dekke i en åpen trafosjakt med vannførende fastholdingsriss. Kalkutslaget som oppstår i rissene vil kunne ha en selvrettende effekt. Det er flere eksempler på at vannførende riss blir tette på grunn av kalkutslaget som utvikles over tid, slik at injisering av riss dermed blir unødvendig.



Bilde 5. Foto: AEM

## Hvordan hindre kalkutslag

For å unngå kalkutslag bør man ideelt sett sørge for gode herdebetingelser og vente med avforskaling til betongen har fått samme temperatur som luften, og fuktvandringen har stabilisert seg. Dette er spesielt utfordrende å få til i element- og vareproduksjon og ved støp av grovere konstruksjoner i kaldt vær.

#### VIKTIGE PUNKTER FOR Å HINDRE ELLER BEGRENSE KALKUTSLAG:

- Gode herdebetingelser: Høy RF, men uten overflatefukt. Da vil karbonatisering av overflaten hindre kalsiumhydroksid i å komme ut til ytterflaten. NS-EN 13670+NA beskriver lengde på herdetiltak gjennom ulike herdeklasser. Tildekking iht. herdeklasse 4 vil normalt være tilstrekkelig for å hindre kalkutslag. For en ordinær betongsammensetning, og med en overflate-temperatur på betongen på 10-15 grader, vil det si en tildekking i 7 døgn. (Men under ekstra ugunstige forhold vil selv dette kunne være for kort for å hindre kalkutslag.)
- Dekk til gap mellom forskaling og betong for å hindre fukt og vann i å trenge inn.
- Ikke avforskal rett før eller under nedbør.
- Beskytt overflaten mot regn og vann etter avforskaling. Tildekkingen skal ligge løst over betongen. Ligger den direkte inntil, vil det skape overflatefukt.
- Impregner overflaten.
- Bruk riktig type forskaling. Tette, brukte eller fuktige forskalingsplater vil ikke suge til seg så mye formolje som tørr forskaling med mer åpen struktur. Overskytende formolje kan da trekke inn i betongoverflaten og gjøre yttersjiktet litt 'vann-avvisende' og dermed hindre kalkutfelling i overflaten.

I element- og vareproduksjon er i tillegg disse punktene viktig å være klar over, men gjennomførbarehet kan dog være vanskelig forenlig med en effektiv produksjon:

- Oppbevar betongelementene med god ventilasjon – unngå for tett stabling
- Unngå mellomlegg av tre ved stabling av betongelementer
- Unngå fordamping inne i herdekammeret
- La betongen tørke raskt ut når den har forlatt herdekammeret
- Rikelig tilgang på luft (med CO<sub>2</sub>) før pakking og lagring

## Fjerning av kalkutslag

På betongoverflater som utsettes for sur nedbør over tid, vil kalkutslaget forsvinne etter hvert, siden karbonsyren i regnvannet omdanner kalkutslaget til vannløselig kalsiumhydrogenkarbonat som vaskes bort.

#### KALKUTSLAG KAN FORSØKES FJERNET MED:

- Skrubbing med kost og vann er den mest skånsomme behandlingen. Denne metoden fjerner utfelling av vannløselig alkaliekarbonat, men ikke tungtløselig kalsiumkarbonat.
- Høytrykksspyling med varmt vann fjerner ofte kalkutslaget, men dette kan gi spylemerker og ujevn farge.
- Sandblåsing og sandvasking er effektivt, men disse metodene fjerner delvis betongens overflatehud og frilegger noe tilslag slik at behandlede flater endrer uttrykk/farge.
- Vasking med fortennet syre er også en effektiv metode. Overflaten må fuktes godt før påføring av syre, og det må ikke vaskes med for sterk konsentrasjon, da dette vil fjerne overflatehuden og frilegge tilslaget. La syren koke i overflaten til det dapper ut, etterfulgt av kraftig spyling for å fjerne alle syrerester. Bruk av syre krever verneutstyr og bør ikke utføres av ufaglærte.

## Referanser

- Kompen, R. (2001) Utførelse av betongkonstruksjoner med krav til pene overflater (Intern rapport nr. 2251). Oslo: Statens vegvesen
- Krokstrand, O.H, Steen, Ø, Wiggen, M.M (2011) Betongoverflater. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag
- Standard Norge (2010) NS-EN 13670+NA Utførelse av betongkonstruksjoner
- Justnes, H. (2008) Mulig årsak til kalkutslag på betong (Sintef Byggforsk rapport)
- Vikan, H. (2007) COIN P2, SP 2.3 Quality of concrete surfaces - State of the art (Sintef rapport SBF BK A07013)
- Delair S, Guyonnet R, Govin A, Guihot B, Maximillien S (2007) Study of efflorescences forming process on cementitious materials, 12th International Congress on the Chemistry of Cement