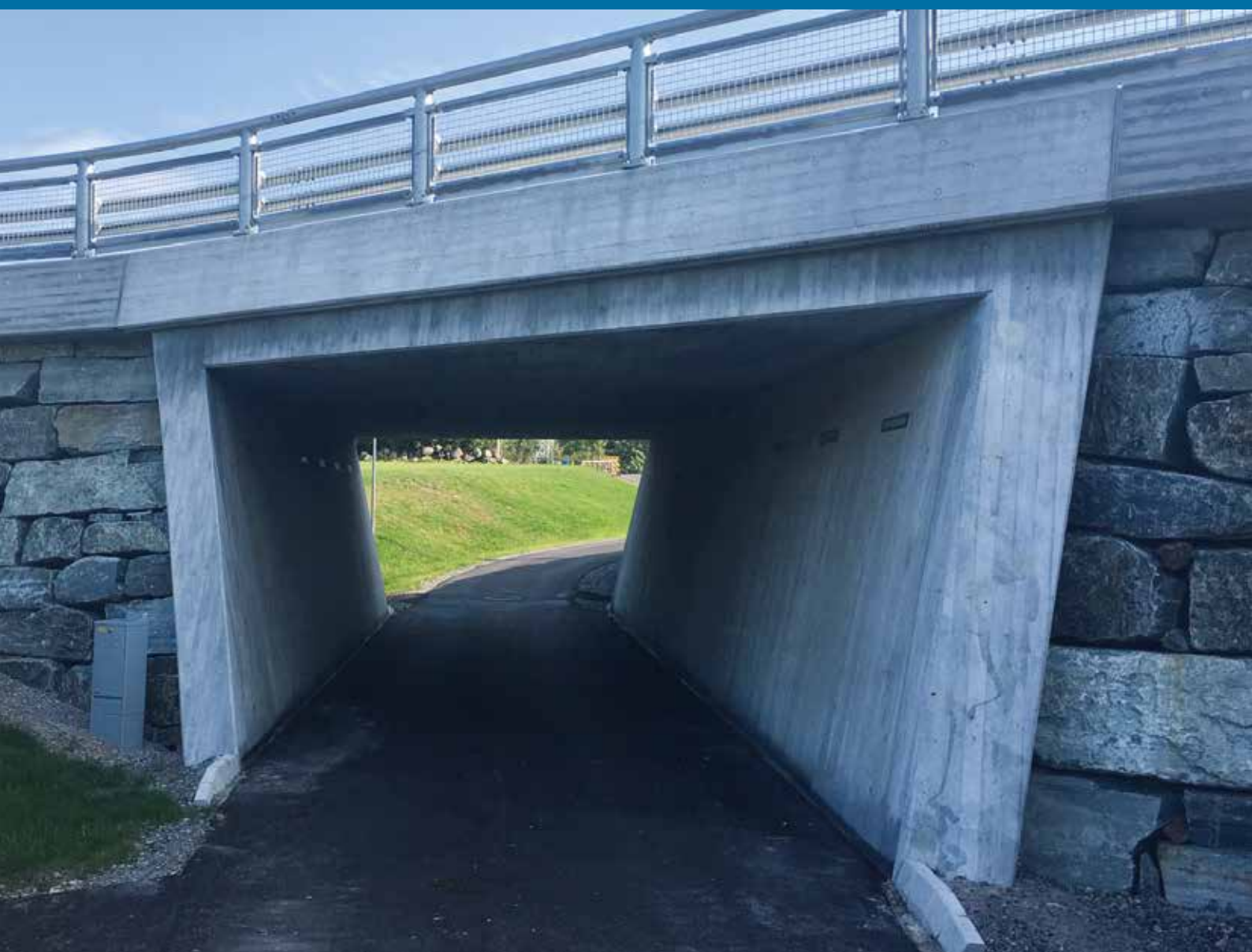


VEILEDNING KALKUTSLAG



KALKUTSLAG

Kalkutslag er et lyst, nesten hvitt belegg på betongoverflaten som oftest dannes på konstruksjoner som støpes vår og høst ved kaldt og fuktig vær. Kalkutslag blir mest iøynefallende på glatte flater og jo mørkere betongen er. På forskalte flater forekommer kalkutslag oftere ved bruk av bordforskaling enn ved bruk av mer tette filmbelagte forskalingsplater. De fleste tilfeller av kalkutslag observeres på konstruksjoner der det benyttes betong med lave masseforhold, for eksempel SV-Standard. Kalkutslag består av kalsiumkarbonat som dannes av kalsiumhydroksid fra betongen og CO₂ fra luften. Kalkutslag er en naturlig del av betongens herdeprosess, men kan være skjemmende for betongkonstruksjonens utseende når den skjer på overflaten og ikke inne i betongen. Denne veiledningen viser tiltak for å begrense kalkutslag på betongens overflate.

Mekanismen – kjemisk forklaring:

Når sement reagerer med vann dannes det kalsiumsilikat-hydrat (som gir betongen styrke), kalsiumhydroksid (Ca(OH)₂) og alkalihydroksider (NaOH og 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 OH-ionene først. Når alkalihydroksiden er vasket ut, vil konsentrasjonen av Ca(OH)₂ øke.

Hydroksidene i betongens porevann trekkes ut mot overflaten gjennom betongens kapillærporer. Ved overflaten fordampes noe av vannet som fører til at konsentrasjon av hydroksidene øker, samtidig som mer vann trekkes ut mot overflaten. CO₂ i luften reagerer med hydroksidene og danner karbonater.

Ligningen for dannelsen av kalsiumkarbonat skrives slik:
 $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 \text{ fast} + H_2O \text{ væske}$

Alkalikarbonat er lettløselig og vil vaskes bort i regnvær eller kan fjernes med lett vasking. Kalsiumkarbonat (CaCO₃) er tungtløselig og avleires på overflaten. For å fjerne denne utfellingen må det typisk benyttes syrevask eller sandblåsing.

1	MULIGE ÅRSAKER	4
2	INDRE OG YTRE KALKUTSLAG	5
3	FULLSKALAEKSEMPLER	6
4	HVORDAN HINDRE KALKUTSLAG	9
5	FJERNING AV KALKUTSLAG	10
	REFERANSER OG KONTAKTPERSONER	11



Forsidebilde: Dagfinn Meling, Norcem

1 MULIGE ÅRSAKER

Oftest forekommer kalkutslag når betongen er ung. Men noen ganger kan kalkutslaget foregå over flere år og er da en indikasjon på at det er en stadig og ensidig fukttransport, f.eks gjennom en vegg, mur eller opp fra et fundament, ofte på grunn av manglende drenering.

Støping ved lav temperatur kan være ugunstig:

- Løseligheten av $\text{Ca}(\text{OH})_2$ er høyere.
- Løseligheten av CO_2 i vann øker.
- Hydrasjonsgrad av betong er lavere og dermed porøsiteten høyere og vanntransport til overflaten lettere.
- Økt vanntransport ved kondens fra varm betong mot den kaldere forskalingen (evt. overflaten). Ved tidlig avforskaling, når betongtemperaturen fortsatt er høy i forhold til lufttemperaturen, vil dette føre til et raskt varmetap med en kraftig fukttransport (med kalsiumhydroksid) mot overflaten som konsekvens.

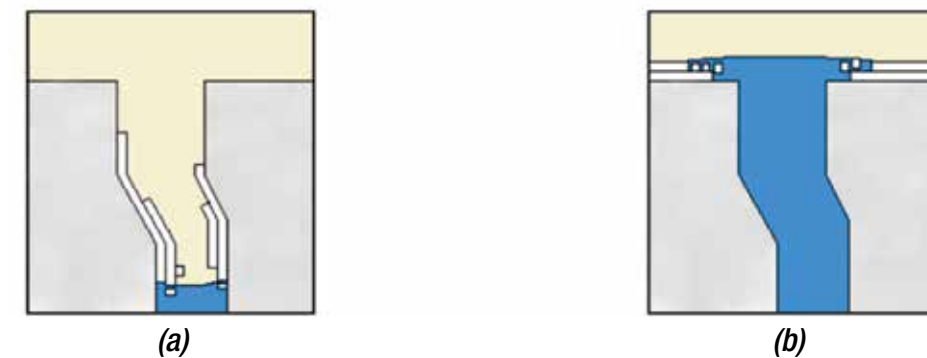
Betydning av bestandighetsklasse/masseforhold:

- Betong med lave masseforhold er tettere og vil gjøre det vanskeligere for betongens porevann å trekke til overflaten. Men 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 mulighet for enklere fukttransport ut mot overflaten. Men disse har også ofte mindre sement og dermed lavere innhold av kalsiumhydroksid.

2 INDRE OG YTRE KALKUTSLAG

Det skiller mellom indre kalkutslag ved rask uttørking og ytre kalkutslag ved mer langsom uttørking som skissert i figur 1 nedenfor.

Uttørkingshastigheten kan dermed spille en rolle hvor synlig kalkutslag blir. Rask uttørking er ved vind, lav RF og solskinn, mens langsom uttørking er typisk ved regnvær og lav temperatur.



Figur 1. a) Indre kalkutslag ved hurtig uttørking og b) ytre kalkutslag ved langsom uttørking av betong (Delair et al 2007)

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.

3 FULLSKALAEKSEMPLER

Eksempel 1:

Bildene under viser relativt massive søyler støpt med B45 SV-40 med totalt 35% flygeaske. De er støpt i mars/april, typisk 0,5 til 5mm nedbør per døgn, RF i luft i området 80-97% og lufttemperatur rundt 0 til 5 grader. Søylene er avforskalt tidlig og uten tildekking etter avforskaling.

I bilde 1) er de to søylene til venstre avforskalt noen dager før bildet ble tatt, mens søylen til høyre ble avforskalt samme dag. Noen dager senere hadde også denne søylen kraftig kalkutslag. Det karakteristiske med kalkutslaget på disse søylene er at det kun er på flatene som vender mot syd vist i bilde 1). Bilde 2) viser flatene som vender mot nord.

Værdataene er for mangelfulle til å kunne forklare kalkutslag kun på en side, men det virker sannsynlig at det har vært mer fuktig på den siden med kalkutslag. En annen faktor er at siden mot syd kan ha blitt eksponert for morgen/formiddagssol (i den grad det var sol) med større temperaturforskjeller på overflaten mellom dag og natt. Uansett viser dette at lokale klimatiske forhold ofte er avgjørende for om det utvikles kalkutslag eller ikke.

Bilde 3) er tatt 2,5 år senere. Det viser at søylen til høyre i bilde1) har kalkutslag på lik linje med de 2 andre søylene. Samtidig viser bildet at kalkutslaget fremstår nesten like tydelig i dag.

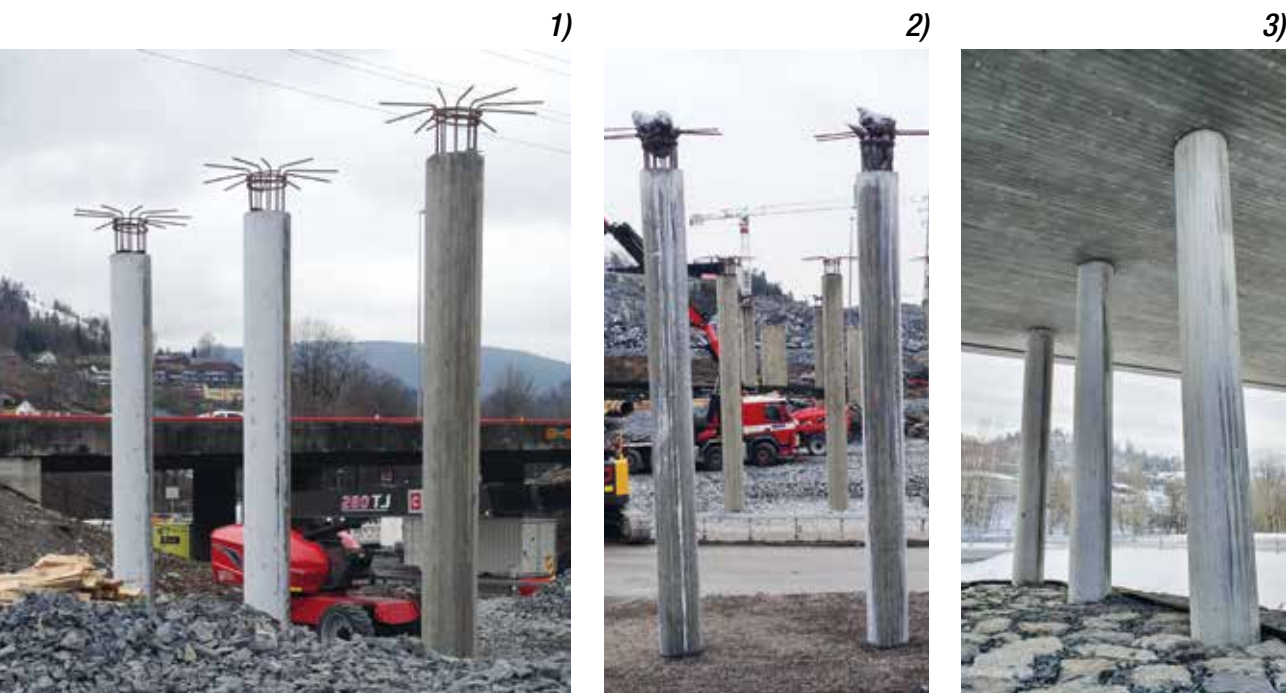


Foto: Frode Skåttun, Veidekke

Eksempel 2:

Bildet under viser framsiden av en 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 noen få plussgrader, mens ved avforskalingen i juni var det oppholdsvær.



Foto: Tom I. Fredvik, Norcem

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



Foto: Tom I. Fredvik, Norcem

Eksempel 3:

Bildet til høyre viser kalkutslag ved kun ett forskalingsbord. Det vises også at betongen har brent seg fast i bordet, og betonghud er dratt løs ved avforskaling. Det har ført til et porøst yttersjikt som lett transporterer fukt og kalsiumhydroksid ut til overflaten.



Foto: Tom I. Fredvik, Norcem

Eksempel 4:

Bildet under viser også ulik grad av kalkutslag ved ulike forskalingsbord. En hypotese er at de to bordene som ikke har kalkutslag er påført mer formolje, eller har vært mindre sugende enn de andre bordene, og har dermed mer overskytende olje på overflaten. Når betongen størkner vil det oppstå et sug innover. Det vil kunne trekke overskytende formolje litt inn og dermed gjøre yttersjiktet litt vannavstøtende, slik at det oppstår en indre utfelling som ikke blir synlig. Kvistene på disse to bordene vises imidlertid tydelige med kalkutslag. Hypotesen forklarer dette med at kvistenes overflate er så harde at formoljen ikke festes, og at det blir et underskudd på olje akkurat her.



Foto: Tor-Magnus Zachariassen, Norcem

Eksempel 5:

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



Foto: Alf Egil Mathisen, Veidekke

4 HVORDAN HINDRE KALKUTSLAG

Den ideelle situasjonen for å unngå kalkutslag er å 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.

Under er det listet opp noen viktige punkter for å hindre eller begrense kalkutslag:

- Sørg for gode herdebetingelser, det vil si høy RF, men uten overflatefukt. Da vil det skje en karbonatisering av overflaten som hindrer kalsiumhydroksid å komme ut til ytterflaten. NS-EN 13670+NA beskriver lengde på herdetiltak gjennom ulike herdeklasser. Hvis tildekking utføres i henhold til herdeklasse 4 vil det normalt være tilstrekkelig for å hindre kalkutslag. For en ordinær betongsammensetning, og med en overflatetemperatur på betongen på 10-15 grader, vil det si en tildekking i 7 døgn. Det er imidlertid erfart at under ekstra ugunstige forhold vil selv denne tildekkingsperioden kunne være for kort for å hindre kalkutslag.
- Dekk til gap mellom forskaling og betong for å hindre fukt og vann å trenge inn.
- Ikke avforskalt rett før eller under nedbør.
- Beskytt overflaten mot regn og vann etter avforskaling. Det er viktig at tildekkingen ligger løst over og ikke direkte inntil betongen, noe som vil 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 «vannavisende» og dermed hindre kalkutfelling i overflaten.

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

- Oppbevar betongelementene med god ventilasjon, dvs. unngå for tett stabling.
- Unngå mellomlegg av tre ved stabling av betongelementer.
- Unngå fordamping inne i herdekammeret.
- La betongen tørke raskt ut etter at den har forlatt herdekammeret.
- Rikelig tilgang på luft (med CO₂) før pakking og lagring.

5 FJERNING AV KALKUTSLAG

For 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:

- Skrubbe med kost og vann, som er den mest skånsomme behandlingen. Denne metoden fjerner utfelling av vannløselig alkalikarbonat, men ikke tungtløselig kalsiumkarbonat.
- Høytrykksspyling med varmt vann fjerner ofte kalkutslaget, men det er erfart at dette kan gi spylemerker og ujevn farge.
- Sandblåsing eller sandvasking er en effektiv metode, men denne metoden fjerner delvis betongens overflatehud og frilegger noe tilslag slik at flatene får et annet uttrykk/farge.
- Vasking med uttynnet syre er også en effektiv metode. Det er viktig at overflaten fuktes godt før påføring av syre. Det må ikke brukes for sterk syre, siden dette vil fjerne overflatehuden og frilegge tilslaget. La syren koke i overflaten til det dabber ut, etterfulgt av kraftig spyling for å fjerne alle syrerestene. 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., Maximilien S (2007) Study of efflorescences forming process on cementitious materials, 12th International Congress on the Chemistry of Cement.

KONTAKTPERSONER

Spørsmål kan stilles til Norcem FoU Brevik:

Tom I. Fredvik (+47 90171926)
Tor-Magnus Zachariassen (+47 47288898)
Sigrun Kjær Bremseth (+47 45232293)
Petter Thyholdt (+47 91559100)

Norcem FoU Brevik 2019



NORCEM
HEIDELBERGCEMENT Group