



Tverlandsbrua, åpnet 2013. Foto: Torbjørn Braset, Statens vegvesen

Revidert NB-publikasjon nr. 21:

BESTANDIG BETONG

med alkalireaktivt tilslag



Tekst:
Dr.ing. Bård Pedersen
Statens vegvesen/Vegdirektoratet

En stor andel av tilslagsmaterialene som brukes til betong i Norge har sin opprinnelse fra bergarter som er potensielt alkalireaktive i betong. Dersom disse tilslagene brukes sammen med sement med for høyt alkaliinnhold vil det over tid kunne utvikles skadelige alkalireaksjoner, som medfører ekspansjon og opprissing av betongen. Denne alvorlige nedbrytningsmekanismen har i Norge forårsaket skader på en lang rekke betongkonstruksjoner.

Siden 1996 har vi hatt retningslinjer for å unngå alkalireaksjoner i betong i form av Norsk Betongforening publikasjon nr. 21. Fra 2001 ble disse retningslinjene gjort normative og er siden da formelt en del av Norsk Standard. Publikasjon nr. 21 er nå revidert, og 2017-utgaven erstatter tidligere utgave fra 2004.

Dette nasjonale regelverket gjør oss i stand til å utnytte også alkalireaktive tilslag til betongformål – under forutsetning av at disse brukes sammen med sementer/bindemidler som gir sikkerhet mot alkalireaksjoner.

De viktigste endringene i 2017-utgaven:

- Den generelle grenseverdien for alkaliinnhold er redusert fra 3,0 til 2,5 kg/m³. Unntak for tilslag som er dokumentert å være 'moderat til lite reaktive', hvor grenseverdien fortsatt er 3,0 kg/m³.
- Det er innført særskilte regler for tilslag av utenlandsk opprinnelse og betong inneholdende slike tilslag. Spesielt relevant med tanke på import av betongelementer.
- Reglene for produksjon av betong med letttilslag er skjerpet ved at slike tilslag nå skal betraktes som alkalireaktive. Publikasjonen gir regler for letttilslag fra ekspandert leire/skifer, men ikke for andre typer som f.eks. ekspandert glass.
- Det er foretatt en justering av spesifikasjonen med hensyn til hvilke bindemidler som tillates funksjonsprøvd i kun ett år.
- Tidligere «Tillegg» er nå innarbeidet i hoveddokumentet. Ut over dette er det foretatt en del redaksjonelle endringer.

Skader på eldre konstruksjoner

De bergartene som har gitt alkalireaksjoner i norske konstruksjoner er relativt langsomtreakterende, og kombinert med vårt kjølige klima medfører dette at det normalt sett tar minst 20–30 år før det utvikles betydelige skader. Skademekanismen medfører at betongen ekspanderer (øker i volum). Volumøkningen kan føre til skadelig opprissing av betongen og også medføre at konstruksjonen påføres betydelige tilleggslaster i bruksfasen. Opprissing av betongen kan samtidig medføre reduksjon av betongens mekaniske egenskaper. Satt på spissen gir altså alkalireaksjoner en 'dobbel negativ' effekt på bæreevne i form av ekstra laster som følge av volumutvidelsen, samtidig som betongens mekaniske egenskaper forringes. I tillegg til dette forekommer det ofte følgeskader i form av frostnedbrytning og armeringskorrosjon.

Erfaringer med norske bruer viser at når reaksjonen først har startet så stopper den ikke opp, men fortsetter i omtrent samme takt i 'uendelig' lang tid. Det pågår forskning og utprøving for å fastslå om tiltak for å redusere fuktnivået i betongen vil kunne ha effekt av praktisk betydning. Slike tiltak kan eksempelvis være ulike former for overflatebehandling, i tillegg til drenering og øvrige tiltak for å lede vann bort fra konstruksjonen.

Statens vegvesen har i det pågående FoU-programmet 'Bedre Bruvedlikehold' (2017–2021) et eget prosjekt med fokus på alkalireaksjoner. Hovedmålsettingen er å få en bedre forståelse av hvordan skademekanismen virker inn på lastsituasjon og kapasitet. Det vil bli utviklet beregningsmetodikk, statiske analysemetoder og regnemodeller for å kunne kapasitetsberegne bruene og vurdere nødvendige tiltak. Statens vegvesen har nylig inngått et samarbeid med Institutt for konstruksjonsteknikk ved NTNU for å gjennomføre dette arbeidet.

Bruk NB 21 –

unngå skader på nye konstruksjoner

Fra slutten av 1980-tallet er det gjennomført en rekke nasjonale forskningsprosjekter på temaet alkalireaksjoner, under ledelse av SINTEF – og vi har per i dag godt etablert kunnskap om

- a) hvilke bergartstyper som kan gi skadelige reaksjoner og
- b) hvilke bindemidler som skal til for å redusere eller eliminere skader dersom man benytter alkalireaktive tilslag.

Systemet for å dokumentere at betongen er ikke-reaktiv kan i korte trekk beskrives som følger:

DOKUMENTASJON OG KLASSIFISERING AV TILSLAG:

Alle tilslag til bruk i betong skal undersøkes ved såkalt petrografisk analyse med tynnslip. Denne metoden gir en klassifisering av tilslagets reaktivitet, og er i seg selv en fullgod dokumentasjon. Dersom analysen klassifiserer tilslaget som alkalireaktivt kan det imidlertid gjennomføres ytterligere prøving vha mørtelprismemetoden, eventuelt videre vha betongprismemetoden, som i tur vil kunne overprøve resultater fra petrografisk metode.

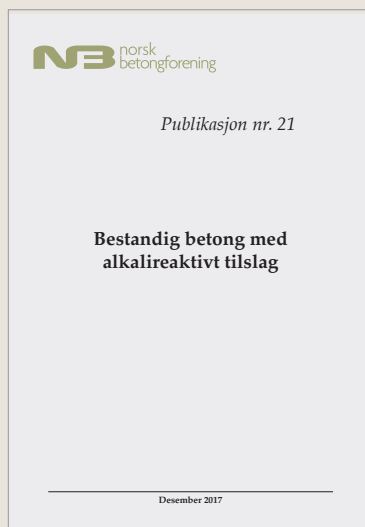
Tilslagsprodusentene er selv ansvarlig for å ta ut og sende representative tilslagsprøver til godkjent laboratorium i henhold til prøvingsregimet gitt av NB 21/NB 32. Per i dag er det 2 godkjente laboratorier i Norge (NBTL og SINTEF Byggforsk), og totalt sett kun 3 personer som er kvalifisert til å utføre petrografisk analyse.

Dersom betongtilslaget samlet sett blir klassifisert som ikke-alkalireaktivt kan det brukes uten begrensninger mht type bindemiddel og alkalimengde. Men dersom tilslaget klassifiseres som alkalireaktivt må man foreta en vurdering av bindemiddelet i henhold til etterfølgende beskrivelse.

VURDERING AV BINDEMIDDEL

For å kunne benytte alkalireaktivt tilslag til produksjon av en ikke-reaktiv betong, stilles det krav til hvilke bindemidler som kan benyttes. Det er to alternative framgangsmåter:

- a) Det kan benyttes sement som gir et totalt alkaliinnhold på 2,5 kg/m³ Na₂O-ekvivalenter. Unntak: < 3,0 kg/m³ for tilslag med dokumentert ekspansjon i mørtelprismemetoden ≤ 0,20 %
- b) Det kan benyttes bindemidler med pozzolane tilsetninger i form av flygeaske og/eller silikastøv, alternativt slaggsementer. Denne kategorien bindemidler vil redusere det 'effektive' alkaliinnholdet i betongens porevæske, og dermed redusere reaktiviteten. For å fastslå hvilket alkalinitivå som er 'sikkert' for aktuell tilslagstype må det for hvert bindemiddel (eller bindemiddelkombinasjon) gjennomføres såkalt funksjonsprøving vha. betongprismemetoden. Prøvsperioden er ett eller to år avhengig av type bindemiddel.





Inspeksjon av bru med skader fra alkalireaksjoner. Bård Pedersen, Statens vegvesen (til venstre) og Jan Lindgård, SINTEF Byggforsk i aksjon med måling av rissvidder. Foto: Eva Rodum, Statens vegvesen.

Ekstra sikringstiltak

For noen typer konstruksjoner må tiltakene skjerpes:

- For konstruksjoner som skal stå i spesielt varme og fuktige miljøer, eksempelvis moderne badeanlegg, skal det benyttes både ikke-alkalireaktivt tilslag og en bindemiddelkombinasjon som gir sikkerhet mot alkalireaksjoner – altså 'dobbel sikring'.
- For konstruksjoner av spesiell viktighet og/eller prosjektert levetid utover 100 år, eksempelvis monumentale konstruksjoner, må det gjøres særskilte vurderinger.

Statens vegvesen følger som hovedregel kravene gitt av Norsk Standard/NB 21. For store fjordkryssingskonstruksjoner som Hardangerbrua og Hålogalandsbrua, samt for Bjørvikatunnelen, har det imidlertid vært innført ekstra sikringstiltak.

Komiteen for Norsk Betongforening publikasjon nr. 21:

Terje F. Rønning	Heidelberg Cement NE, for Norcem (leder)
Jan Lindgård	SINTEF
Jan Karlsen	Kontrollrådet
Eivind Heimdal	Veidekke Entreprenør
Eva Rodum	Statens Vegvesen Vegdirektoratet
Cecilie Hagby	Svelviksand, for Norsk Bergindustri
Bård Pedersen	Statens Vegvesen Vegdirektoratet
Øyvind Sæter	Unicon, for Fabeko

NB-publikasjon nr. 21 – www.betong.net