

NORCEM CEMENT NÅ

1 / 2015

The chemical formula CO₂ is rendered in a soft, ethereal font where the letters are filled with a misty, white cloud-like texture. The background is a clear, deep blue sky, creating a visual metaphor for carbon dioxide emissions and the environment.

2015 - NY NORCEM STANDARDSEMENT FA

Med den nye Standardsement FA har vi redusert klimagassutslippene ytterligere.

SEMENT

COIN ER I HAVN COncrete INnovation centre.

MILJØ

FANGST OG LAGRING AV CO₂

Tekst: Tor-Inge Overrein / KSK

et lite pluss⁺

Rett over påske lanserer Norcem en ny og litt bedre Standardsement FA. Den vil utover våren og sommeren erstatte den tidligere Standardsement FA. Med den nye sementen reduserer vi CO₂-utslippene, hvilket er et uttalt delmål på vei mot vår nullvisjon.

Den nye Standard FA-sementen skal gi en merverdi og være en forbedring på flere viktige områder sammenlignet med den gamle sementen, og derfor lanseres den under flagget «Et lite pluss».

Bak enhver ny sement ligger mye grundig FoU-arbeid. I denne utgaven av Cement Nå finner du all den

dokumentasjonen du trenger for å ta i bruk den nye FA-sementen. På våre web-sider kan du laste ned datablader og annen teknisk produktinformasjon. Nøl ikke med å kontakte oss hvis du har spørsmål knyttet til nylanseringen.

Norcem har som strategi å støtte det norske FoU-miljøet på sement- og betongområdet gjennom delfinansiering og prosjektledelse. Dette fordi vi mener resultatene og kompetansen som da utvikles bidrar til å styrke hele den norske betongbransjen. Forbedringene som er gjort med nye

Standardsement FA er i stor grad basert på et forskningsarbeid på høyt internasjonalt nivå utført i Norge ved NTNU/SINTEF gjennom det nylig avsluttede forskingssenteret COIN (Concrete Innovation Center).

CO₂-fangst og -lagring (CCS) er den eneste teknologien vi kjenner til som kan kutte utslipp fra fossile kraftverk og industri. Norcem er en foregangsbedrift innenfor CO₂-fangst og -rensing, og har allerede testet flere CCS-teknologier. Aker Clean Carbon er fornøyd med resultatene av sitt pilotprosjekt ved Norcem Brevik, og vil forlenge testingen ytterligere.

«Etter en litt kvalitetstrøblete høst, synes vi at vi er på plussiden nå.»

Cement Nå er et informasjonsorgan til kunder og andre forbindelser, og utgis av:

NORCEM
HEIDELBERGCEMENT Group

ANSVARLIG:

Tor-Inge Overrein

REDAKTØR:

Kristin Sørlløe Kvisvik

REDAKSJON:

Vetle Houg
Svein B. Eriksson

HOVEDKONTOR:

Postboks 143 Lilleaker, 0216 Oslo
Tel: 22 87 84 00
norcem.no

DISTRIKTSKONTORER:

NORCEM A.S
Kontinentalveien 43, 4056 Tananger
Tel: 51 57 03 21

NORCEM A.S
Ormen Langes vei 14, 7041 Trondheim
Tel: 73 83 32 02

FoU:

Norcem A.S 3950 Brevik
Tel: 35 57 20 00

FABRIKKENE:

Norcem A.S 3950 Brevik
Tel: 35 57 20 00
Norcem A.S, 8280 Kjøpsvik
Tel: 75 78 50 00
© Norcem A.S

LAYOUT:

Fortress Reklamebyrå AS
fortress.no

TRYKK:

Haugesund Bok & Offset AS
hbo.no





NORCEM

09/2015 - NY NORCEM STANDARDSEMENT FA

Norcem lanserer en videreutviklet og forbedret Standardsement FA, som vil erstatte den tidligere Standardsement FA. Med den nye Standardsement FA har vi redusert klimagassutslippene ytterligere.



MILJØ

20/FANGST OG LAGRING AV CO₂

Aker Solutions: CO₂-fangsten hos Norcem har gått «over all forventning».

BETONG

04/COIN ER I HAVN

COncrete INnovation centre – COIN ble etablert i 2007 som et Senter for Forskningsdrevet Innovasjon (SFI). Nå er førsteutgaven et avsluttet kapittel, men erfaringene videreføres.



Tekst: Sintef Byggforsk, Terje Rønning og Tor Arne M-Hammer Foto: Nils-Petter Dale

coiⁿ er i havn

COncrete INnovation centre – COIN ble etablert i 2007 som et Senter for Forskningsdrevet Innovasjon (SFI). Nå er førsteutgaven et avsluttet kapittel, men erfaringene videreføres.



SFI er Forskningsrådets program for å styrke innovasjonsevnen i næringslivet gjennom satsing på langsiktig forskning i et nært samarbeid mellom FoU-aktive bedrifter og framstående forskningsmiljøer. Av 59 søknader ble 14 innvilget, og av disse var COIN den eneste innen material- og byggeteknikk.

COIN har omsatt for ca. NOK 250 millioner. Forskningsrådet bidro med NOK 76 millioner, og resten ble finansiert av partnerne, det meste gjennom eget arbeid. COIN finansierte 16 Phd-er.

Partnerne var: Borregaard Industries Ltd (til 2009), Kværner Concrete Solutions AS, Mapei AS, Norcem AS, NTNU, Saint-Gobain Byggevarer AS, SINTEF Byggforsk (vert), Skanska Norge AS (fra 2008), Spenncon AS (fra 2007 til 2011), Statens Vegvesen, Unicon AS og Veidekke Entreprenør ASA.

Grunnlaget for arbeidet er de industrielle og samfunnsmessige utfordringene som bransjen, representert med partnere, møter. Disse ble sortert i tre fokusområder:

- Miljøvennlighet
- Produksjon og utførelse
- Ytelse; levetid og bæreevne

Resultater

Forskningsarbeidet er dokumentert gjennom mer enn 200 publikasjoner; COIN-rapporter, internasjonale fagtidsskrift og konferansepublikasjoner, samt 16 doktoravhandlinger. Arbeidet i COIN har ført til nye produkter, patenter, veiledninger, simuleringsverktøy og prøvingsmetoder.

I tillegg til de tekniske vinningene, har senteret gitt store gevinster gjennom blant annet:

- Økt og mer aktiv forskning samt forsterket innovasjonsstrategi blant bedriftene
- Korte kommunikasjonslinjer mellom næring og kompetanse
- Nye forbindelser og utvidet nettverk
- Forsterket samarbeid mellom industri og forskerinstitutionene (SINTEF/NTNU)
- Kort vei fra industrirelevant forskning til utdanning
- Utvidet internasjonalt samarbeid

Samarbeidet fortsetter

Partnerne er så fornøyde at de har bestemt seg for å fortsette med en lignende innovasjonsarena også etter at Forskningsrådets SFI-periode er over i 2014, det vil altså si uten finansiering fra Forskningsrådets SFI.

Fra den store mengden COIN-resultater, har vi valgt ut to av prosjektene som Norcem har bidratt i.

1 / SNAKKER IKKE NOK OM UTSEENDET

Norcem i samarbeid med Skanska, SINTEF, Unicon, Norcem, Norbetong, Veidekke og NTNU har bidratt til et nytt klassifiseringssystem for betongoverflater.

Porer i betongoverflater er en kjent kilde til strid mellom arkitekt og entreprenør i byggeprosjekter. Snart kan et nytt klassifiseringssystem bidra til mindre uenigheter når flaten er ferdig støpt.

Synlige betongoverflater i bygninger gir det arkitektoniske uttrykket en materialitet og et særpreg mange liker. Uttrykket kan imidlertid bli ødelagt av porer i betongoverflata, dersom en glatt overflate var målet. Porer forekommer alltid, men størrelse og antall kan variere mye. Oppfatningen av hva som er akseptabelt varierer fra person til person, fra byggherre til arkitekt, og fra entreprenør til betongleverandør.

Ulike forventninger til overflaten

Mange faktorer påvirker utseendet til en ferdig støpt betongoverflate, men betongens utseende er ikke alltid et diskusjonstema når man prosjekterer. Dermed kan forventningene de ulike aktørene i byggeprosessen har til det endelige visuelle uttrykket, være forskjellige. Arkitekten ser ofte for seg en «ren» overflate med få porer. Det er fullt mulig å få til, men det krever god planlegging og er mer tidkrevende og dyrere å støpe enn en «vanlig» betongflate. Entreprenøren har som regel andre prioriteringer når det prosjekteres, og utseendet blir ikke alltid slik arkitekten forventet.

Nytt klassifiseringssystem

COIN har utviklet et bildeanalyseverktøy som gir en objektiv beskrivelse av porer i betongoverflater. Utgangspunktet for bildeanalysen er et vanlig fotografi av betongoverflaten, tatt med speilreflekskamera. Analyseverktøyet Betong-GUI gjør det mulig, ut i fra bildet, å analysere antallet og størrelsen på porene i betongoverflaten. En betaversjon av programmet er nå tilgjengelig fra SINTEF. Bildeanalyseverktøyet kan videre gi grunnlag for et nytt klassifiseringssystem for betongoverflater. Objektive beskrivelser av betongoverflater, kombinert med bilder av de ulike overflatene, gjør det mulig å avtale hvilket utseende en overflate skal få, før man setter i gang byggearbeidet. Når forventningene til betongoverflaten er kjent, vil entreprenøren kunne få en oversikt over, og sette inn nødvendige tiltak for å klare å produsere ønsket betongkvalitet. På denne måten kan man hindre uenigheter i etterkant.

Et klassifiseringssystem for overflater vil bidra til å øke fokuset på det visuelle resultatet, og dermed også redusere tidsforbruk og kostnader til flikking, samt bringe objektive målinger inn i diskusjonen mellom partene i en byggeprosess.

KONTAKTPERSONER FOR PROSJEKTET ER:

Kari Aarstad, SINTEF, Tone Østnor, SINTEF Kristin Kaspersen, SINTEF og Klaartje De Weerd, SINTEF

2 / FOREBYGGER SPREKKER I BETONGKONSTRUKSJONER

Analyseverktøyet CrackTeST COIN gjør det mulig å forebygge riss og oppsprekking i betongkonstruksjoner

Vann som trenger inn i riss og sprekker i betongen, kan føre med seg skadelige salter inn til armeringen, og faren for armeringskorrosjon øker. Rissfrie og vanntette betongkonstruksjoner vil ha lengre levetid, bedre funksjonsevne og se bedre ut. På kort sikt unngår man også utgifter til tetting eller større reparasjoner i byggefasen.

Ny kunnskap om hvorfor og hvordan det oppstår riss i betongen, gjør det mulig å velge betongtype og støpemetode som gjør konstruksjonen mer bestandig. Erfaringer fra store prosjekter som Strindheimtunnelen i Trondheim og Operatunnelen i Oslo, viser at det er mulig å redusere eller fullstendig unngå oppsprekking, så lenge man stiller strenge nok krav til herdeteknologi og betongsammensetning.

Endrer volum under herding

Betong endrer volum i herdefasen, og volumendringen kan skape spenninger i betongen som igjen kan medføre riss, og i verste fall, større sprekke-dannelser. Grove konstruksjoner som skal motstå store miljøpåkjenninger, for eksempel i forbindelse med vei- og brubygging, er spesielt utsatt for slike skader.

Det er to hovedårsaker til at betongen endrer volum under herding. Den ene er varme- 220 dpi utvikling i betongen som følge av den kjemiske reaksjonen mellom sement og vann. Den andre hovedårsaken til volumendringer er svinn i betongen som skyldes uttørking fordi vann forbrukes i den samme reaksjonen.

Nytt utstyr

For å kunne utføre mer nøyaktige analyser av betongmaterialers utvikling i en konstruksjonsdel, har en stor del av arbeidet i COIN vært knyttet til modernisering av prøvingsutstyret i SINTEFs og NTNUs betonglaboratorier. Vi har nå åtte rigger for måling av betongens frie deformasjon i isolerte, temperaturstyrte former, og en moderne spenningsrigg (Temperature-Stress Testing Machine, TSTM) som kan simulere riktig temperatur- spennings- og tøyningshistorie i et konstruksjonselement.

Nytt analyseverktøy - CrackTeST COIN

På bakgrunn av måleresultater fra betonglaboratoriet har vi utviklet analyseverktøyet CrackTeST COIN, et program som simulerer temperatur- og spenningsutvikling i en konstruksjon eller konstruksjonsdel. Ved å modellere en konstruksjon i dette programmet, kan man vurdere risikoen for opprissing i herdefasen, og effekten av ulike tiltak for

å redusere/ eliminere risikoen. Videre er verktøyet nyttig for å kunne velge riktig betong i en konstruksjon. Slike undersøkelser og beregninger kalles gjerne spenningsbasert herdeteknologi.

Tilpasset norske forhold

CrackTeST COIN er en videreutvikling av det svenske programmet ConTestPro som simulerer temperatur- og spenningsutvikling i massive betongkonstruksjoner. Videreutviklingen består i tilpasning til norske materialer og praksis. CrackTeST COIN leveres med innlagte materialdata for utvalgte betonger. I tillegg er det mulig å legge inn sine egne materialdata eller tilpasninger, basert på laboratorieforsøk med egen betong. Slik blir analysen enda bedre tilpasset den enkelte betongleverandørs materialer og betongsammensetning.

Flygeaske hindrer riss

Vi forsøker også å finne løsninger for å unngå at riss oppstår. I laboratorieforsøk undersøker vi hvordan økt andel flygeaske i betongen påvirker varmeutviklingen under herdefasen i en konstruksjonsdel. Vi benytter Norcem Anleggsement og Aalborg Rapidsment med omtrent 20, 30, og 40 % tilsatt flygeaske, og forsøkene viser at en økt flyveaskeandel reduserer varmeutviklingen. Da utvides konstruksjonen mindre, spenningene som oppstår når betongen trekker seg sammen igjen, reduseres, og det gjør også risikoen for opprissing.

Inn i regelverk og bransjen

Arbeidet videreføres nå ved å implementere spenningsbasert herdeteknologi i standarder og regelverk. Vi ønsker videre at CrackTeST COIN skal tas i bruk av byggebransjen, og vi har utviklet et eget kursopplegg. Målgruppen er ansatte hos entreprenører, rådgivende ingeniører og byggherrer som har ansvar for planlegging og utførelse av massive betongkonstruksjoner der det stilles krav til rissfrie overflater, vanntetthet og lang levetid.

For påmelding til kurs, kontakt sverre.smeplass@skanska.no

KONTAKTPERSONER FOR PROSJEKTET ER:

Gunrid Kjellmark, SINTEF, Anja Estensen Klausen, NTNU/SINTEF og Terje Kanstad, NTNU

Samarbeidspartnere for dette prosjektet har vært Statens vegvesen, Unicon, Norcem, Mapei, Veidekke og Skanska.





Tekst: Sigrun K Bremseth og Knut O Kjellsen, Norcem AS FoU

Foto: Fotografjengen.no

2015

NY NORCEM STANDARDSEMENT FA

Norcem lanserer en videreutviklet og forbedret Standardsement FA, som vil erstatte den tidligere Standardsement FA. Med den nye Standardsement FA har vi redusert klimagassutslippene ytterligere.

Tidligere Standardsement FA er blant de mest miljøvennlige sementene på det norske markedet. Med nye Standardsement FA reduseres klimagassutslippet med i underkant av 4%, noe som gjør nye Standardsement FA til en enda mer miljøvennlig sement. Nye Standardsement FA har også et høyere fasthetspotensial etter 7 og 28 døgn. Deklarert 28 døgns sementfasthet er økt fra 52 til 55 MPa med den nye sementen, dette vil gjøre det mulig for mange betongprodusenter å kunne øke v/c forholdet i enkelte betongkvaliteter og dermed oppnå lavere sementforbruk. Tidligfastheten vil kunne bli noe redusert, mens øvrige bruksegenskaper vil være tilnærmet uforandret. Bestandighetsegenskaper og støpelighetsegenskaper er tilsvarende som for dagens Standardsement FA. Den nye sementen vil være av typen CEM II/B-M (NS-EN 197:2011),

og er tillatt i alle bestandighetsklasser (NS-EN 206:2013+NA:2014). Den vil bli produsert ved Norcems fabrikker i Brevik og Kjøpsvik. Produktinformasjon, Produktdatablad, Ytelsesdeklarasjon, Sertifikat-Konstant ytelse og EPD vil finnes på www.norcem.no i løpet av den nærmeste tiden.

NORSK FOU-ARBEID

Norcem har som strategi å støtte det norske FoU-miljøet på sement og betongområdet gjennom delfinansiering og prosjektledelse. Dette fordi vi mener innovasjonsresultatene og kompetansen som da utvikles i Norge bidrar til å styrke hele den norske betongbransjen. Forbedringen som er gjort med nye Standardsement FA er i betydelig grad basert på et forskningsarbeid på høyt internasjonalt nivå utført i Norge ved NTNU/SINTEF gjennom

COIN* av forskerne Klaartje de Weerd og Harald Justnes. I dette forskningsarbeidet ble det dokumentert at en kombinasjon av flygeaske og en liten mengde kalksteins filler ga en synergieffekt; det ble oppnådd høyere fasthet etter 28 døgn enn om materialene ble brukt hver for seg i en sement. Effekten på fasthetsutvikling og årsakene til synergieffekten ble undersøkt og dokumentert i (1).

Å kombinere flygeaske og kalksteins filler i sement er ikke nytt, og Sementstandarden innbefatter slike produkter. Det nye er kunnskapen om at en slik kombinasjon fører til økt fasthet. Dette grunnleggende forskningsarbeidet tok vi med oss inn i utviklingsprosjektet for den nye Standardsement FA. Nye Standardsement FA inneholder flygeaske og kalksteinsmel, deklarerert sammensetning av nye og gamle Standardsement FA er gitt i Tabell 1. I Tabell 2 er gitt deklarererte fysiske data.

*COIN, Concrete Innovation Center ved SINTEF Byggforsk Betong, var et av Forskningsrådets sentre for forskningsbasert innovasjon (SFI). Senteret har hatt et budsjett på ca 200 mill NOK over 8 år og ble støttet av Forskningsrådet, Norcem og flere andre industripartnere. Senteret ble avsluttet i 2014. Se artikkel på side 4.

TABELL 1: Deklarert sammensetning og kjemiske verdier av ny Standardsement FA sammenlignet med tidligere Standardsement FA. Sammensetningen er gitt iht NS-EN 197:2011.

	NY STANDARDSEMENT FA	GAMMEL STANDARDSEMENT FA
Type iht NS-EN 197:2011	CEM II/B-M 42,5 R	CEM II/A-V 42,5 R
Betegnelse	Portlandblandingssement	Portlandflygeaskesement
Finhet (Blaine)	450 m ² /kg	450 m ² /kg
Alkali (Na ₂ O _{ekv}) - Brevik	1,4%	1,4%
Alkali (Na ₂ O _{ekv}) - Kjøpsvik	1,5%	1,5%
Flygeaske	18%	20%
Kalksteinsmel	4%	0%
Glødetap	2,5	2,0%
Sulfat (SO ₃)	3-4%	3-4%
Klorid	≤ 0,085%	≤ 0,085%
Vannløselig Cr ⁶⁺	≤ 2 ppm	≤ 2 ppm
Spesifikk vekt	3,00 kg/dm ³	2,99 kg/dm ³

TABELL 2: Deklarert fysiske data iht NS-EN 197:2011

	NY STANDARDSEMENT FA	GAMMEL STANDARDSEMENT FA
Trykkfasthet 1 døgn	20 MPa	21 MPa
Trykkfasthet 2 døgn	31 MPa	31 MPa
Trykkfasthet 7 døgn	42 MPa	40 MPa
Trykkfasthet 28 døgn	55 MPa	52 MPa
Begynnende bindetid	135 min	130 min
Ekspansjon	1 mm	1 mm

Nye Standardsement FA er en enda mer miljøvennlig sement enn tidligere Standardsement FA, miljødata vil bli gitt i miljødeklarasjoner (EPD), som vil være tilgjengelige på www.norcem.no og epd-norge.no (Næringslivets stiftelse for miljødeklarasjoner). Foreløpige beregninger av CO₂ utslipp er oppsummert i Tabell 3.

TABELL 3: Ekvivalent CO₂ utslipp fra produksjon av 1 tonn Standardsement FA (Global oppvarming, kg CO₂-ekv, A1-A3). Foreløpige beregninger, EPD med offisielle tall er under utarbeidelse.

	NY STANDARDSEMENT FA CEM II/B-M	GAMMEL STANDARDSEMENT FA CEM II/A-V
Brevik	609	631
Kjøpsvik	693	719

EGENSKAPER I BETONG

Nye Standardsement FA er av typen CEM II/B-M. Produktet har gjennomgått en kvalifiseringsprøving i samsvar med NS-EN 206:2013+NA:2014, resultatet er gitt i Tabell 4. Tabell 4 gir bruksbetingelser for Standardsement FA CEM II/B-M godkjent av Kontrollrådet. Eneste endring i fra den gamle Standardsement FA er at største masseforhold i Bestandighetsklasse M60 er redusert fra 0,55 til 0,54.

TABELL 4: Grenseverdier for betongsammensetning Norcem Standardsement FA (CEM II/B-M).

	BESTANDIGHETSKLASSE						
	M90	M60	M45	MF45	M40	MF40	SV40/SV30
Største masseforhold	0,90	0,54	0,45	0,45	0,40	0,40	
Minste luftinnhold i fersk betong (%)	-	-	-	4	-	4	3,5 ⁱ⁾ 2,0 ⁱⁱ⁾
Minste effektive bindemiddelmengde (kg/m ³)	225	250	300	300	330	330	350
Silika, k-verdi	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Min. andel Silika (%)	0	0	0	0	0	0	3
Maks. andel Silika (%)	11	11	11	11	11	11	5

i) Gjelder i trykkfasthetsklasse B35 og B45.

ii) Gjelder i trykkfasthetsklasse B55.

Endringen av Standardsement FA representerer en mindre justering av sementens sammensetning, som kan sees i Tabell 1. Nye Standardsement FA har derfor tilsvarende egenskaper når det gjelder vannbehov og fersk betongegenskaper som tidligere Standardsement FA. Egenskapene i sprøytebetong og tørrbetong er også tilsvarende. Reglene for bruk i betong med alkalireaktivt tilslag blir de samme som for tidligere Standardsement FA, og er oppsummert i Tabell 5.

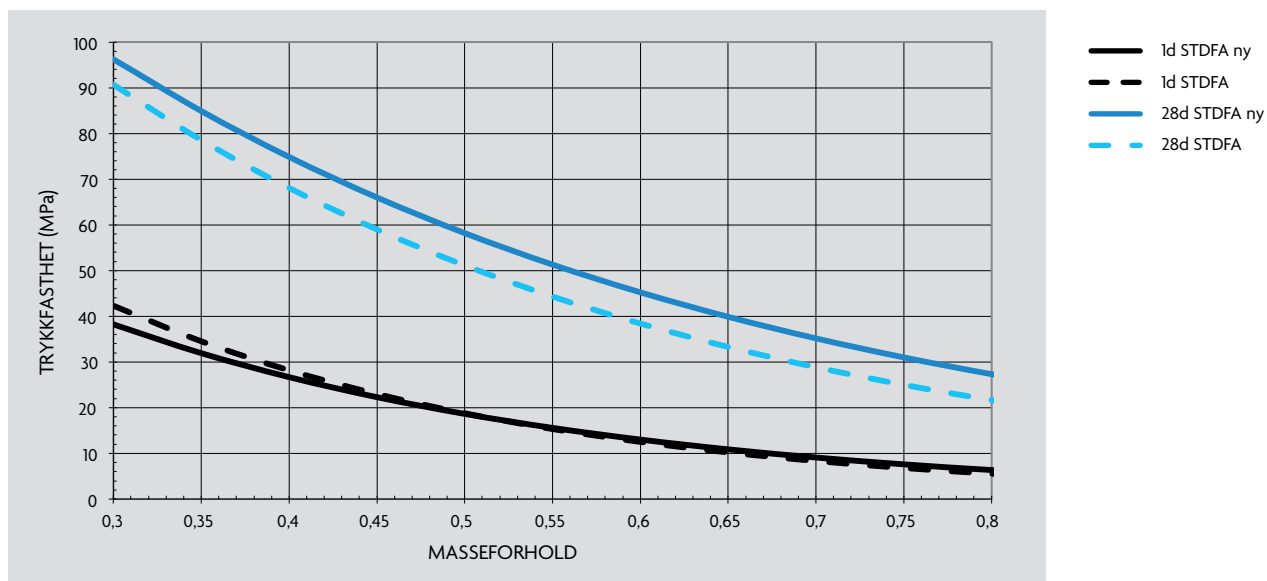
TABELL 5: Deklarert alkali-innhold i nye Standardsement FA (CEM II/B-M) og maksimalt tillatt alkali-innhold i betong med alkalireaktivt tilslag iht. Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 21, Tabell C1, Vedlegg C.

NORCEM fabrikk	DEKLARERT ALKALI-INNHOLD (% NA ₂ O _{ekv})	MAKSIMALT TILLAT ALKALI-INNHOLD FOR PRODUKSJON AV IKKE-REKTIV BETONG (kg NA ₂ O _{ekv} /M ³ betong)
Brevik	1,4	≤ 6,5
Kjøpsvik	1,5	≤ 7,0



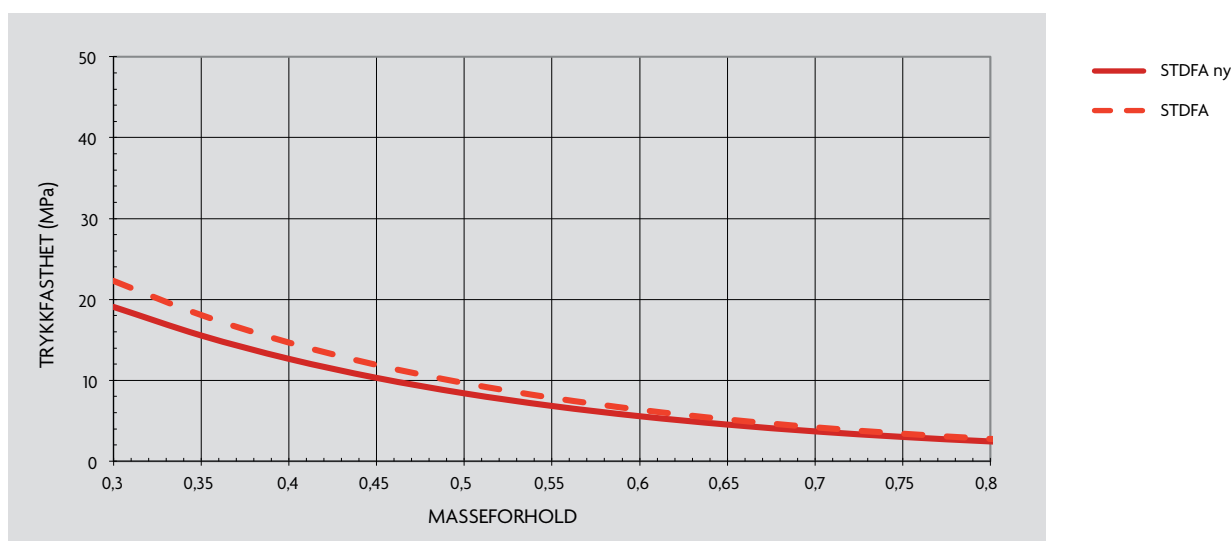
Omfattende logistikk når en ny sement skal inn og en gammel skal ut.



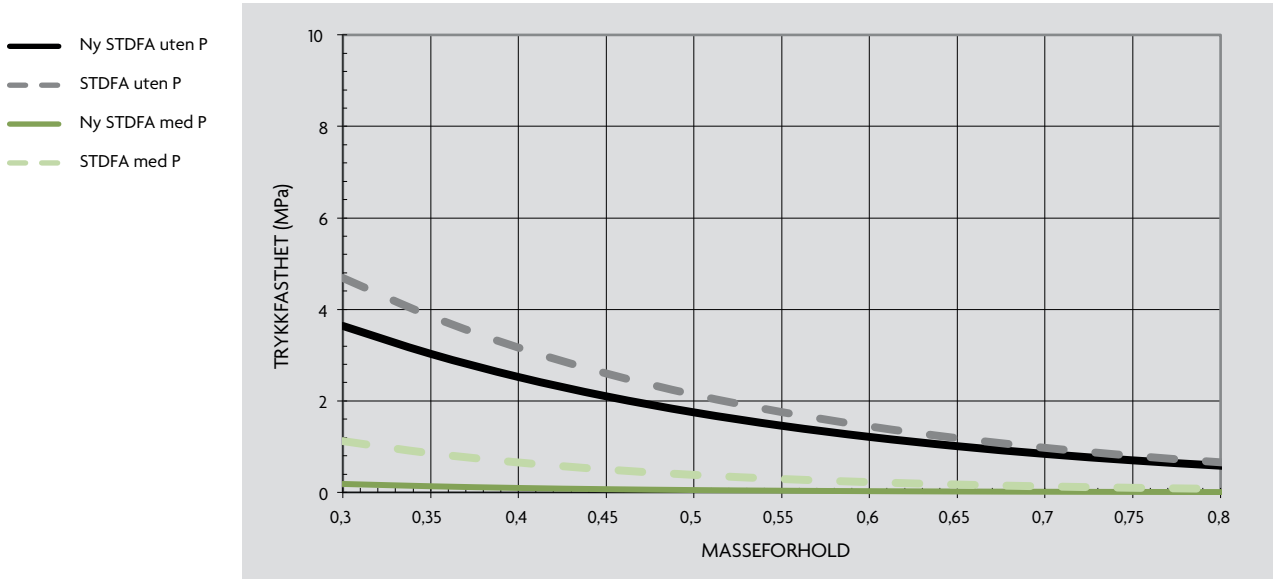


FIGUR 1: 1 døgn og 28 døgns fasthet i betong med forskjellige masseforhold med nye og tidligere Standardsement FA, uten tilsetningsstoff og herdet ved 20°C.

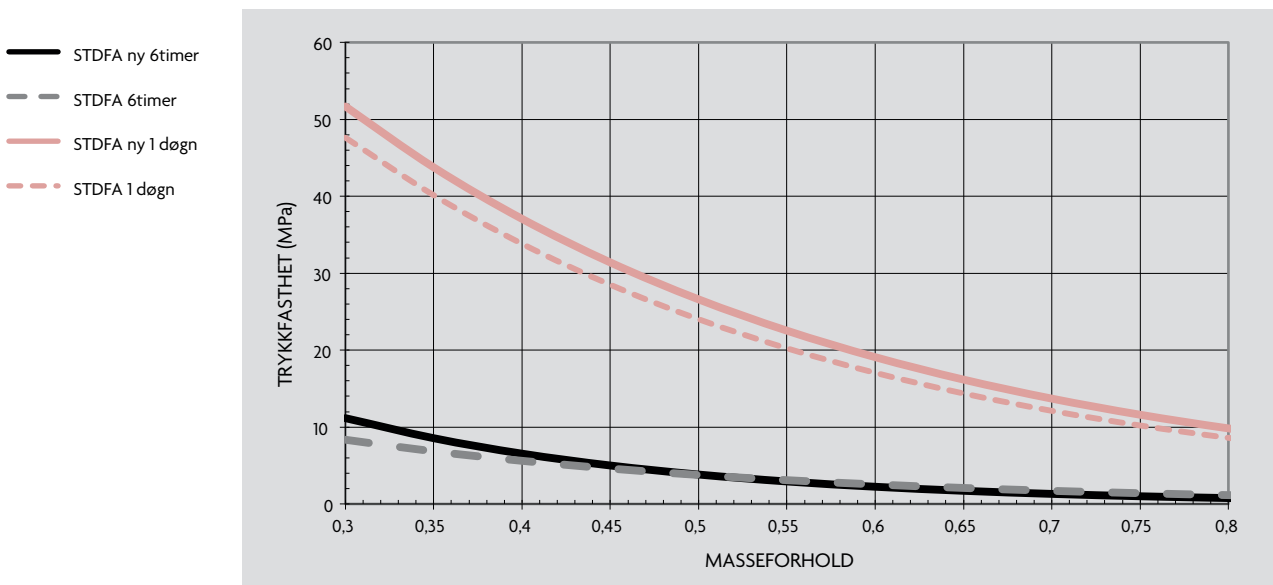
Selv om endringen i sammensetning av sementen er liten, påvirkes 28 døgns fastheten betydelig. Årsaken er som tidligere nevnt en synergieffekt mellom flygeasken og kalkmelet, som kan sees av tendenskurvene i Figur 1, betongfastheten øker betydelig ved 28 døgn med nye Standardsement FA. Ved 1 døgn er det mindre endring, det er en tendens til noe lavere tidligfasthet ved lave masseforhold. Med retardering av betongen (tilsvarende 1% P-stoff) ved 20°C gir nye Standardsement FA noe lavere fasthet ved 1 døgn (Figur 2). Ved lav herdetemperatur (5°C) blir det en tydeligere forskjell som fremgår av tendenskurven i Figur 3. Ved lave temperaturer må en være klar over at betong med nye Standardsement FA vil kunne gi en noe langsommere fasthetsutvikling. Dette kan bli særlig merkbart med bruk av plastiserende stoffer som har en retarderende virkning. Ved høye herdetemperaturer kan forventes uforandret eller noe høyere tidligfasthet med nye Standardsement FA, se tendenskurvene i Figur 4. Databasen til herdeteknologiprogrammet Hett 97 vil bli oppdatert med nye data. Den nye databasen (fil: oppgraderte resepter) vil kunne lastes ned fra www.norcem.no, eventuelt bli oversendt ved henvendelse til Kristin Kvisvik (kristin.kvisvik@norcem.no). Med bruk av Hett 97 kan en simulere ulike produksjons- og fremdriftsmessige forhold, for eksempel planlegging av nødvendige tiltak for å rive forskaling etter ønsket tid med den nye Standardsement FA.



FIGUR 2: Fasthet etter 1 døgn i betong med forskjellige masseforhold med nye og tidligere Standardsement FA. Herdetemperatur 20°C, og 1% P-stoff i betongen.



FIGUR 3: Fasthet etter 1 døgn i betong med forskjellige masseforhold med nye og tidligere Standardsement FA. Herdetemperatur 5°C. Henholdsvis uten tilsetningsstoff eller med retardering tilsvarende 1% P-stoff i betongen.



FIGUR 4: Fasthet etter henholdsvis 6 timer og 1 døgn i betong med forskjellige masseforhold med nye og tidligere Standardsement FA. Herdetemperatur 35°C, uten tilsetningsstoff i betongen

OPPSUMMERING

I løpet av den nærmeste tiden vil Norcem lansere en videreutviklet og forbedret Standardsement FA. Den vil erstatte tidligere Standardsement FA. Den viktigste endringen er at det i nye Standardsement FA er tilført en liten del kalksteinsmel. Dette innebærer at nye Standardsement FA får et lavere CO₂ avtrykk enn den gamle Standardsement FA. Nye Standardsement FA gir en merkbar høyere fasthet ved 28 døgn. Fastheten i tidlig alder kan bli noe lavere, særlig ved lave temperaturer. Herdeteknologi-programmet Hett 97 vil bli oppdatert for nye Standardsement FA. Vannbehov og fersk betongegenskaper er tilsvarende som for tidligere Standardsement FA.

REFERANSER

K de Weerd, 'Blended Cement with Reduced CO₂ Emission - Utilizing the Fly Ash-Limestone Synergy', dr.ing. avhandling 2011:32, NTNU, Trondheim, 2011.



Ny FA kommer til en silo nær deg.

NY STANDARDSEMENT FA

Norcem lanserer nå en videreutviklet og forbedret Standardsement FA (et lite pluss⁺), som vil erstatte tidligere Standardsement FA. Norcem AS vil gi beskjed når den nye sementen kommer til silo. Med den nye Standardsement FA reduseres klimagassutslippet med i underkant av 4%, noe som gjør den til en enda mer miljøvennlig sement. Nye Standardsement FA har også et høyere fasthetspotensial etter 7 og 28 døgn. Deklarert 28 døgns sementfasthet er økt fra 52 til 55 MPa med den nye sementen. Dette vil gjøre det mulig for mange betongprodusenter å kunne øke v/c forholdet i enkelte betongkvaliteter og dermed oppnå lavere sementforbruk. Tidligfastheten vil kunne bli noe redusert, mens øvrige bruks-egenskaper vil være tilnærmet uforandret. Bestandighetsegenskaper og støpelighetsegenskaper er tilsvarende som for dagens Standardsement FA. Den nye sementen vil være av typen CEM II/B-M (NS-EN 197:2011). Den vil bli produsert ved Norcems fabrikker i Brevik og Kjølpsvik. Produktinformasjon, Produktdatablad, Ytelsesdeklarasjon (DOP), Deklarasjon-Konstant Ytelse og EPD vil du finne på www.norcem.no.

HVA ER FORSKJELLEN PÅ DEN GAMLE OG DEN NYE STANDARDSEMENT FA?

Tabell 1 viser sammensetning og kjemiske verdier på den gamle og den nye Standardsement FA. Tabell 2 viser fysikalske data, bl.a fasthet og bindetid.

TABELL 1: Deklarert sammensetning og kjemiske verdier av ny Standardsement FA sammenlignet med gammel Standardsement FA. Sammensetningen er gitt iht NS-EN 197:2011.

	NY STANDARDSEMENT FA	GAMMEL STANDARDSEMENT FA
Type iht NS-EN 197:2011	CEM II/B-M 42,5 R	CEM II/A-V 42,5 R
Betegnelse	Portlandblandingsement	Portlandflyeaskesement
Finhet (Blaine)	450 m ² /kg	450 m ² /kg
Alkali (Na ₂ O _{ekv}) - Brevik	1,4%	1,4%
Alkali (Na ₂ O _{ekv}) - Kjølpsvik	1,5%	1,5%
Flyeaske	18%	20%
Kalksteinsmel	4%	0%
Glødetap	2,5	2,0%
Sulfat (SO ₃)	3-4%	3-4%
Klorid	≤ 0,085%	≤ 0,085%
Vannløselig Cr ⁶⁺	≤ 2 ppm	≤ 2 ppm
Spesifikk vekt	3,00 kg/dm ³	2,99 kg/dm ³

TABELL 2: Deklarerte fysiske data iht NS-EN 197:2011

	NY STANDARDSEMENT FA	GAMMEL STANDARDSEMENT FA
	CEM II/B-M	CEM II/A-V
Trykkfasthet 1 døgn	20 MPa	21 MPa
Trykkfasthet 2 døgn	31 MPa	31 MPa
Trykkfasthet 7 døgn	42 MPa	40 MPa
Trykkfasthet 28 døgn	55 MPa	52 MPa
Begynnende bindetid	135 min	130 min
Ekspansjon	1 mm	1 mm

Bestandighetsegenskaper og støpelighetsegenskaper til den nye sementen er tilsvarende som for den gamle. Den nye Standardsement FA er av typen CEM II/B-M. Denne typen var det ikke regler for i den tidligere standarden NS-EN 206-1:2000+NA:2007. Produktet har derfor gjennomgått en kvalifiseringsprøving og er godkjent av Kontrollrådet. Eneste endring i bruksbetingelsene fra den gamle Standardsement FA er at største masseforhold i Bestandighetsklasse M60 ble redusert fra 0,60 til 0,59. Tabell 3 viser masseforholdet og minste effektive bindemiddelmengde iht den gamle standarden NS-EN 206-1:2000+NA:2007. Høsten 2014 kom den nye standarden NS-EN 206.2013+NA.2014. Masseforhold i Bestandighetsklasse M60 ble redusert fra 0,60 til 0,55 for den gamle Standardsement FA og 0,54 for den nye sementen. Dette skyldes strengere krav til karbonatisering. Tabell 4 viser masseforholdet og minste effektive bindemiddelmengde iht den nye standarden. Tabell 5 viser retningslinjer for minste og største masseforhold i de ulike fasthetsklassene med gammel og ny Standardsement FA.

TABELL 3: Største masseforhold og minste effektive bindemiddelmengde i de ulike bestandighetsklassene for begge sementene iht gammel standard NS-EN 206-1:2000+NA:2007.

SEMENT	M90	M60	M45	MF45	M40	MF40
Ny Standardsement FA CEM II/B-M	0,90	0,59	0,45	0,45	0,40	0,40
Gammel Standardsement FA CEM II/A-V	0,90	0,60	0,45	0,45	0,40	0,40
Minste effektive bindemiddelmengde (kg/m ³) for begge (gammel og ny)	225	250	300	300	330	330

TABELL 4: Største masseforhold og minste effektive bindemiddelmengde i de ulike bestandighetsklassene for begge sementene iht ny standard NS-EN 206:2013+NA:2014.

SEMENT	M90	M60	M45	MF45	M40	MF40
Ny Standardsement FA CEM II/B-M	0,90	0,54	0,45	0,45	0,40	0,40
Gammel Standardsement FA CEM II/A-V	0,90	0,55	0,45	0,45	0,40	0,40
Minste effektive bindemiddelmengde (kg/m ³) for begge (gammel og ny)	225	250	300	300	330	330

TABELL 5: Retningslinjer for minste og største masseforhold i de ulike fasthetsklasser for betong med gammel og ny Standardsement FA.

FASTHETSKLASSE	B20	B25	B30	B35	B45	B55
Masseforhold; minste - største						
NY STANDARDSEMENT FA CEM II/B-M	0,65 - 0,73	0,60 - 0,65	0,53 - 0,60	0,46 - 0,53	0,40 - 0,46	0,35 - 0,40
GAMMEL STANDARDSEMENT FA CEM II/A-V	0,65 - 0,72	0,57 - 0,65	0,51 - 0,57	0,44 - 0,51	0,35 - 0,44	

Når den nye sementen kommer på silo, bør hele siloens beholdning behandles som den nye sementen. Hvilke standard som følges er avhengig av hvilke standard som gjaldt når kontrakten for betongleveransen ble inngått.

HVA MED ALKALIREAKTIVITET?

Reglene for bruk i betong med alkalireaktivt tilslag blir de samme som for nåværende Standardsement FA, og er oppsummert i Tabell 6.

TABELL 6: Deklarert alkali-innhold i nye Standardsement FA CEM II/B-M og maksimalt tillatt alkali-innhold i betong med alkalireaktivt tilslag iht. Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 21, Tabell C1, Vedlegg C.

NORCEM fabrikk	ALKALI-INNHOLD (% NA_2O_{ekv})	MAKSIMALT TILLAT ALKALI-INNHOLD FOR PRODUKSJON AV IKKE-REKTIV BETONG (kg NA_2O_{ekv} /M ³ betong)
Brevik	1,4	≤ 6,5
Kjøpsvik	1,5	≤ 7,0

FANGST OG LAGRING AV CO₂

Aker Solutions: CO₂-fangsten
hos Norcem har gått «over
all forventning»

202



Etter gode resultater forlenger Aker Solutions testingen av CO₂-fangst

To år etter oppstarten avsluttet Aker Solutions i sommer testingen av CO₂-fangst med amineteknologi på TCM Mongstad.

Aker Solutions fortsetter imidlertid testingen av sin fangsteknologi på sementfabrikken Norcem Brevik i Telemark, og der går det så bra at den er forlenget til høsten 2015.

- OVER ALL FORVENTNING

– Dette er veldig spennende, fordi vi tester på en helt annen type røykgass enn det vi har testet på Mongstad og andre steder. Vi kjenner ikke til tilsvarende tester ved andre sementfabrikker i verden, så dette kan kalles pionerarbeid, sier teknologileder Oscar Graff i Aker Solutions.

To tredeler av CO₂-utslippene fra sementproduksjon kommer fra den kjemiske sementprosessen som driver CO₂ ut av kalksteinen. Kalkstein er den viktigste råvaren i sementproduksjon. Resten av CO₂-utslippene kommer fra fossile brenslere som brukes til oppvarming av sementovnen.

Aminene Aker Solutions har brukt i testingen av CO₂-fangst på Norcems sementfabrikk i Brevik, har vist seg å fungere hele ti ganger bedre enn standardaminet MEA.

HØYT CO₂-INNHOOLD

Røykgassen Aker Solutions testet på Mongstad, kom fra Statoils gasskraftverk og krakker. Disse kildene leverte røykgass som skulle tilsvare gassen fra standard kull- og gasskraftverk,

med et CO₂-innhold på henholdsvis 12 og 3,5 volum i prosent.

Røykgassen på Norcem Brevik inneholder 18 prosent CO₂, mens den i andre sementfabrikker kan komme opp i hele 22 prosent.

– Den høye CO₂-konsentrasjonen gjør at fangstanlegget blir mer kompakt, mindre energikrevende og dermed billigere enn for kull- og gasskraft. Sementproduksjonen utgjør fem prosent av CO₂-utslippene i verden, så det er potensial for en betydelig utslippsreduksjon, sier Graff.

ROBUST AMIN

I Brevik benyttes en del avfall i forbrenningen, og Aker Solutions var derfor usikker på hvordan enkelte forbrenningsprodukter ville påvirke fangstprosessen.

– Men det har gått veldig bra. Den solventmiksen vi har valgt på Brevik har fungert spesielt bra. Vi har valgt en robust utgave for å kunne tåle røykgassen. Det har gått over all forventning, sier han.

Aminblandingen har fungert hele ti ganger bedre enn det mest kjente standardaminet i markedet, monoetanolamin (MEA).

Det innebærer at det tar ti ganger lenger tid før aminet brytes ned (degraderes) sammenlignet med MEA. Dermed trenger man mindre etterfylling av ny amin, noe som fører til mindre avfall og lavere utslipp.



på sementfabrikken Norcem Brevik.

MINDRE KORROSJON

Degraderingsproduktene kan dessuten være korrosive, og metallioner fra korrosjon til aminvæsken kan føre til raskere nedbrytning av amin. Et robust amin gir dermed en dobbel-effekt, mindre korrosjon og redusert nedbrytning.

Akers Solutions' testing i Brevik startet i mai. Egentlig var planen å kjøre en renseprosess (kalt «reclaiming») av brukt amin etter noen få måneder.

– Men fordi aminen er så stabil og degraderer svært lite, ser vi nå for oss at behovet for «reclaiming» ikke kommer før mot sommeren. Derfor var Norcem interessert i å forlenge testen for å få langtidsdriftserfaring, sier han.

SCREENER AMINER

– Hvordan har dere klart å komme fram til et så godt amin?

– I forskningsprogrammet vårt Solvit, som vi gjør sammen med Sintef og NTNU, har vi screenet ca. 90 ulike «cocktails». De består av vann og som regel to forskjellige aminer. Det ene aminet avgjør reaksjonshastigheten, altså hvor fort man greier å fange opp CO₂en, mens det andre påvirker hvor mye CO₂ man kan holde i blandingen. Under testingen i Trondheim oppdaget vi tidlig at noen aminer faller ut. De kan gi veldig stor korrosjon eller være ustabile. Det vi jobber med er derfor å lete etter den optimale

blanding og konsentrasjonen av aminer for den gitte røykgassen. For testene ved Norcem har vi valgt spesielle «grønne» aminer som er mer miljøvennlige og gir svært lave utslipp til luft.

– SPENNENDE INITIATIV

– Hvis man først skal fange og lagre CO₂, er det kanskje i sementbransjen man først bør begynne?

– Skal man nå FNs klimamål må de fleste CO₂-utslipp reduseres. Sementindustrien er en interessant kandidat. Først og fremst fordi det er veldig mange sementfabrikker i verden som har restvarme fra prosessen, som vi kan utnytte i aminanlegget til å koke ut CO₂ fra blandingen. Den spillvarmen får man nærmest gratis.

– Betyr det at Aker Solutions nå satser spesielt på sement?

– Slik markedet er nå, må vi satse bredt for å prøve ut de mulighetene som er. Men det er klart at initiativet Norcem har tatt, er veldig spennende. Men vi satser også på CO₂-fangst fra kull- og gasskraftverk, og det kan hende vi kommer tilbake til Mongstad for å fortsette testingen av aminteknologien på et senere tidspunkt. Dersom gode kommersielle markedsmuligheter skulle dukke opp, vil Aker Solutions være interessert i å levere teknologi for karbonfangst, sier Graff.

