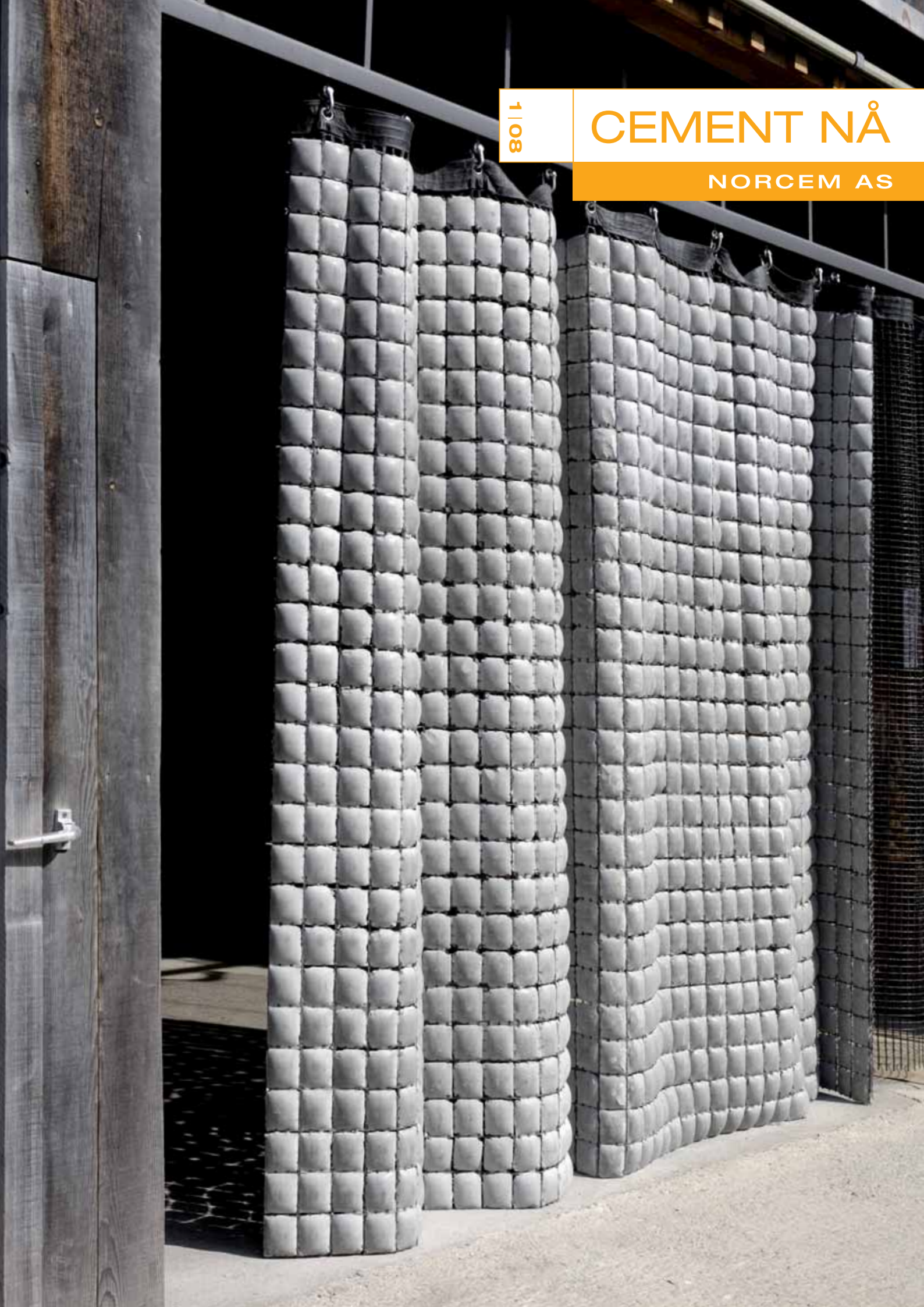


1/08

CEMENT NÅ

NORCEM AS



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

NORCEM
HEIDELBERGCEMENT Group

Ansvarlig: Inge R. Eeg

Redaktør: Kristin Sørle Kvisvik

Redaksjon:

Birger Pedersen
Malvin Sandvik
Terje F. Rønning
Tor-Inge Overrein
Vette Houg
Svein B. Eriksson

Hovedkontor:

Postboks 143 Lilleaker, 0216 Oslo
Telefon: 22 87 84 00
Telefax: 22 87 84 01
www.norcem.no

Distriktskontorer:

Norcem A.S
Ulsbergstunet 36, 4033 Stavanger
Telefon: 51 57 03 21

Norcem A.S
Ormen Langes vei 14
7041 Trondheim
Telefon: 73 83 32 02

FoU:

Norcem A.S 3950 Brevik
Telefon: 35 57 20 00
Telefax: 35 57 04 00

Fabrikkene:

Norcem A.S 3950 Brevik
Telefon: 35 57 20 00
Telefax: 35 57 17 47

Norcem A.S, 8280 Kjøpsvik
Telefon: 75 78 50 00
Telefax: 75 78 51 80

© Norcem A.S

Lay-out/trykk: TEMPI AS

Foto:

Scanpix, Morten Knudsen, Ann Chatrin
Braseth, Svein Eriksson, Memux/Natter,
Sony Pictures, Hanne Kruse, Lillian
Jonassen

Forside:

Betonggardin / Betongvoerhang
Foto: (memux/natter)

KOMMENTAREN

MILJØKOMMUNIKASJON

Alle bedrifter i byggebransjen med respekt for seg selv og omgivelsene er opptatt av miljø, i videste forstand. Utslipp, resirkulering, energibruk, bruk av alternative materialer, arbeidsmiljø m.m.. Det popper nesten daglig opp nyetableringer der miljø er en sentral del av forretningsideen, og det florerer med organisasjoner, prosjekter og direktiver som skal fortelle oss hvordan, hvorfor og hvem gjør hva.

Vi i Norcem har i mange år vært opptatt av å forbedre den norske sementproduksjonen vis a vis miljø. Store investeringer er gjennomført for å kunne øke bruken av alternativt brensel, energioptimalisering og innføring av en "grønn" produktstrategi. Vi skal ikke påstå å ha vært pionerer innenfor alle disse områdene, men mener ihvertfall å kunne påstå at vi ligger langt fremme - og bedre skal vi bli. Dette kreves også av hele den globale sementindustrien, som forventes å øke sin produksjon fra dagens 2,5 mrd. tonn/år til 5 mrd. tonn/år innen 2050. Dette vil medføre formidable investeringer, endringer i bygg og materialstandarder – men ikke minst vilje og evne til å tenke nytt.

Det kan tidvis og stedvis påvirke konkurranse-situasjonen, men vi er ikke i tvil om at dette er det overordnede og den eneste farbare vei for å bidra i miljøets navn.

Vi i sement og betongbransjen vet at våre materialer er minst like miljøvennlige som alternative materialer, men vi må ta inn over oss at vi ikke er gode nok til å kommunisere dette. Jeg tror en hovedårsak er at vi opptrer for fragmentert, og at budskapet er for komplisert. Ord som emisjoner, klinkerandel, termisk energi, livsløps-analyser m.m. går ikke hjem hos mannen i gata. Vi må naturligvis ha den tekniske dokumentasjonen på plass (bl.a. ved hjelp av miljø-deklarasjoner), men massekommunikasjonen må tydeliggjøres og forenkles. Dette får vi til ved at alle formidler det samme budskapet:

"Vi produserer med miljøvennlige materialer, sparer miljøet for unødvendig energibruk, reduserer vedlikeholdsbehovet og resirkulerer alt!"

M.a.o.: Bærekraftig utvikling – Sustainability!
Betong er sunt, året rundt!

IRE

Innhold

FREMTIDENS KLOKKE	3	BIRKEBEINERRENNET 2008	20
NORCEM LANSERER ANLEGG FA	6	SILOER PÅ FLYTTEFOT	21
SOLID KLIMAHJELP TIL KINA	8	PUSSER DANSESKOENE TIL 90-ÅRS JUBILEUM	22
FOR HØY FASTHET I NORSK BYGGBETONG?	10	KAN LEVE HELT TIL LILAND	23
BETONGENS STORE POTENSIAL..	14	I KØ FOR Å JOBBE I SEMENTINDUSTRIEN	24
BEST PÅ SKB?	17	BETONG I FARGER	26
FROM DUST TO DOLLARS	18		
NORCEM I BREVIK PÅ PALLPLASS	20		

FIBEROPTISKE LYSLEDERE + BETONG = FREMtidENS KLOKKE

Vi skulle jobbe med betong i liten skala, et område som til nå har vært lite utforsket. Jeg bestemte meg for å utfordre materialet i ørliten skala, fordi materialet og dets egenskaper bør oppleves på nært holdt. Det er en opplevelse å ta på betong. Så fint, mykt og glatt, samtidig som det oppfattes som grovt, hardt og rått. Betong har en masse muligheter.



EN FORM SKAL IKKE BARE VÆRE PEN Å SE PÅ

“Da jeg begynte på Arkitektskolen, var jeg først og fremst interessert i møbler og former som ikke bare skulle være pene å se på. Det må være en sammenheng mellom form og funksjon. Det var disse problemstillingene jeg ville ta opp – at designet følger funksjon, for endelig å skape et lekkert og helt spesielt, estetisk uttrykk.

Siden har jeg interessert meg for belysning, og for øyeblikket har jeg permisjon fra det siste studieåret for å jobbe på heltid i Martin Professionals innovasjonsavdeling i Århus, der jeg tidligere har jobbet på bachelorgraden min i hotellbelysning.”

KONSEPTET

“Jeg hadde ikke noen målrettet plan om å lage en klokke av betong, men jeg ville prøve å jobbe innenfor et annet område enn belysning. Ideen måtte selvfølgelig modnes, og jeg overveide faktisk andre prosjekter en god stund. Men klokken er interessant som objekt. Den er et smykke som gir eieren mulighet til å sende et bestemt signal, samtidig som den også har et praktisk formål. Jeg forsøkte å få frem en ærlighet i designet. Jeg liker betongens rå og voldsomme uttrykk. Mange klokker har utrolig mye pynt, mange synlige detaljer og en masse funksjoner. Håndverket er ofte fantastisk og fortjener all respekt, men jeg ville formgi en klokke med en

annen kompleksitet. Slik sett passet betongen godt; den tilførte et nytt, unikt element. Betong oppfattes vanligvis som ensartet når det brukes i store bygningsflater. Det jeg så, var at materialet fremstår som mer og mer uensartet jo lenger ned i størrelse man kommer. Dette gjorde eksperimentet enda mer spennende.

Jeg interesserer meg også for teknikken med fiberoptiske lysledere og selve innstøpingsteknikken i betong, så jeg valgte å se på betongens og lysledernes egenskaper, og på deres kombinasjonsmuligheter.

Jeg ville ikke bare ha tall på klokken min. Lyslederne får betongen til å virke annerledes; det ser ikke lenger ut som et “lukket” materiale. I klokken føres lyset ut gjennom betongen ved hjelp av lysledere som bare er tynne akrylstenger. Tiden vises når man trykker på en knapp, og klokken består av 72 lysdioder med en størrelse på 2 x 3 mm – 60 til minuttene og 12 til timene – samt en chip og en tradisjonell elektronikk som driver klokken.”

KLOKKEN OG AALBORG PORTLAND

“Etter å ha laget mine egne, grove prøver tegnet jeg om klokken og forbedret elektronikken, slik at den kunne bli mindre. For meg er det faktisk alltid slik at hvis noe er for vanskelig, må jeg bare jobbe for å gjøre det mulig. Aalborg Portlands laboratorium lager silikonformene, blander

betongen og støper inn lyslederne. Til prototypene er det eksperimentert med flere forskjellige farger, tilslag og sliping. “Tilslaget” er grusen som tilsettes mørtelen. Det er også tilsatt magnetitt for å gjøre klokken tyngre, slik at klokken får en vekt som føles helt riktig. Betong veier nemlig under halvparten så mye som stål.”

DET ER ET EKSPERIMENT

“Det er meningen at variasjonene skal komme frem, og at forbrukeren skal kunne velge sitt eget, unike eksemplar. Klokkene bør masseproduseres, men de skal være uensartede. Med designet ønsker jeg nemlig å benytte meg av “svakheten” i betong.

Noen produsenter vil etter alt å dømme takke nei hvis ikke det legges opp til produksjon av et visst omfang. Neste umiddelbare problem er at det nesten ikke finnes bedrifter som støper så små betongelementer.

Nå har jeg ikke jobbet med klokken med tanke på at den skulle produseres, men for å lære om egenskapene til betong og tvinge materialet ned i størrelse. Dette er et eksperiment, men det vil selvfølgelig være interessant og spennende hvis klokken en dag kommer i produksjon – og tas i bruk,” avslutter Thomas Holst Madsen.

fakta




Thomas Holst Madsen, 32 år. Bosatt i Århus. Kone og to barn.

Oppvokst i Vestjylland, og dro til Århus for å spille musikk. Var trommeslager og lydmann for ulike band. Levde livet i en årrekke, før han i forholdsvis voksen alder ble student og startet på Arkitektthøgskolen i Århus.

- Det er spennende å være med på å ta et nytt materiale inn i rekken av "normale" materialer. Og hva er normalt? Betong er jo et naturmateriale, og i noen tilfelle mer opplagt å ta i bruk enn f eks plast, mener Thomas Holst Madsen.

NORCEM LANSELERER AN



Norcem lanserer om kort tid en ny sement spesielt beregnet for anleggskonstruksjoner. Dette er en sement basert på dagens Anleggsement men iblandet 20% flygeaske. På denne måten har vi kombinert de gode egenskapene til Anleggsementen, med de forbedringer som flygeaske gir. Navnet på det nye produktet er Anlegg FA.

Betong til anleggskonstruksjoner som broer, kaier og annen infrastruktur krever andre egenskaper enn betong til bygningsformål. Anleggskonstruksjoner blir ofte utsatt for vesentlig tøffere belastninger; både hva gjelder miljøpåkjenninger og mekaniske belastninger. Sement til anleggsbetong må gi gode støpelighetsegenskaper ved lave masseforhold, den bør bidra til gode holdbarhetsegenskaper samt gi tilfredsstillende mekaniske egenskaper. Kravet til egenskaper er i forandring. Mens samferdselskonstruksjoner tidligere ble bygd i høyden (dvs broer), er det nå en klar tendens til i økende grad å gå under jorden. Andelen relativt massive kulvert- og tunnelkonstruksjoner øker. Det stiller andre krav til en anleggsement. Den nye sementen er utviklet med tanke på å skulle møte markedets nye behov.

ANLEGG VS ANLEGG FA

Dagens Anleggsement ble utviklet ved forrige produktomlegging i 1997, den var en videreutvikling av P30-4A sementen som i sin tid ble spesielt utviklet for offshore plattformene. Dagens Anleggsement har svært gode støpelighetsegenskaper, dette har vært et varemerke for Norcem Anleggsement. Det er en sement som gir høy tidlig- og langtidsfasthet. Den har lavt alkaliinnhold, og kan derfor brukes med alkali reaktive tilslag. Men, dagens Anleggsement gir ikke spesielt lav varmeutvikling. Og nettopp en lavere varmeutvikling og en redusert fare for opprissing i massivere konstruksjoner har vært viktige målsetninger i utviklingsarbeidet. Dette er egenskaper som er særlig viktige for den type kulvert- og andre undergrunnskonstruksjoner som synes å komme i økende grad.

RISS

Det har de senere år vært fokusert på relativt massive samferdselkonstruksjoner, for eksempel store kulvertkonstruksjoner. Et eksempel er

LEGG FA



Bjørvikatunnelen. Om ikke særlige tiltak iverksettes vil denne typen av konstruksjoner ofte kunne risse opp som følge av den sammentrekning som skjer når betongen kjøles ned etter at betongen har nådd maksimal herdetemperatur, samt selvuttørrkingssvinn (autogent svinn) forårsaket av sementhydratasjonen. Det er jo slik at når materialer avkjøles vil de trekke seg sammen, og dersom denne sammentrekningen forhindres vil spenninger oppstå og i verste fall oppstår brudd og sprekker i materialet. Det er mulig å redusere faren for slike sprekker, for eksempel ved å bruke sementer som avgir mindre herdevarme.

I Figur 1 kan vi se temperaturutviklingen i en 0,5 m tykk vegg med henholdsvis Anlegg og Anlegg FA sement. Vi kan se at Anlegg FA sementen gir vesentlig lavere maksimaltemperatur, og derfor lavere temperaturfall i avkjølingsfasen.

Den lavere varmeutviklingen skyldes at 20% av sementklinkeren er erstattet av flygeaske, som

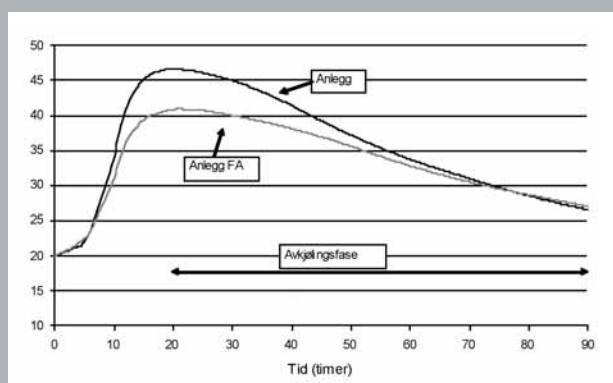
bidrar lite til reaksjonsvarmen. Dette er gunstig fordi det da utvikles lavere strekkspenninger i betongen. Dette kan sees av Figur 2 hvor spenningene er målt i et 100% fastholdt prøve-stykke. Utviklingen av spenninger er vesentlig lavere og mer gradvis for betongen med Anlegg FA sement. Figur 2 indikerer at den nye sementen gir en vesentlig redusert fare for opprissing i massivere og fastholdte konstruksjoner. Dette har også vært en hovedmålsetting å oppnå med den nye sementen. Vi vil i senere nummer av Cement Nå komme med ytterligere informasjon om Anlegg FA sementen, og nøyer oss avslutningsvis denne gangen med å angi viktige karakteristikk for den nye sementen:

FAKTA OM ANLEGG FA

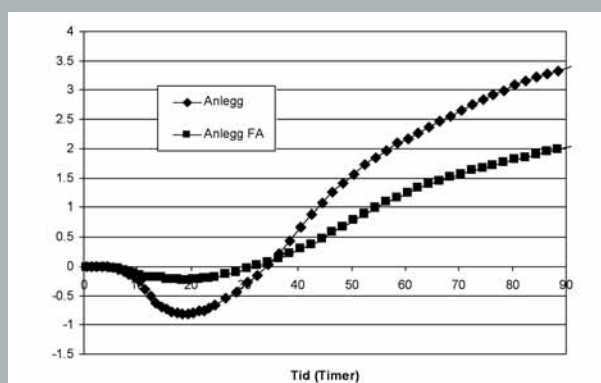
Norcem Anlegg FA sement er basert på den tidligere Norcem Anleggsement. Flygeaske erstatter 20% av sementklinkeren.

- De gode støpelighetsegenskapene til Anleggsementen ved lave masseforhold er bevart.

- Fastheten, opp til 28 dogn er noe lavere pga flygeaskeinnblandingen. Men det vil fortsatt være fullt mulig å produsere høye fasthetsklasser som B45 og B55, der det kreves. Etter 28 dogn er fasthetstilveksten større enn for Anleggsement.
- Motstanden mot kloridinntrengning fra sjøvann og tinesalter er økt vesentlig i forhold til betong med CEM I (feks Anleggsement) pga flygeaskeinnblandingen. Dette bidrar til økt levetid.
- Varmeutviklingen er redusert vesentlig i forhold til Anleggsement.
- Anlegg FA gir vesentlig større robusthet mot oppsprekking i massivere og fastholdte konstruksjoner.
- Anlegg FA gir vesentlig lavere miljøbelastning ved produksjon. CO₂ utslippet er redusert med i underkant av 20 % i forhold til Anleggsementen.



Figur 1: Varmeutvikling i en 0,5 m tykk herdnende betongvegg med henholdsvis Anlegg og Anlegg FA sement. Betongkvalitet SV40. (Forsøk er utført innenfor COIN prosjektet).



Figur 2: Målt spenningsutvikling i 100% fastholdte betongprøvestykker påført temperaturprofilene fra Figur 1. Betongkvalitet SV40 med henholdsvis Anlegg og Anlegg FA sement. Merk at strekkspenning her har positivt fortegn (dvs strekkspenning over x-aksen og trykkspenning under x-aksen). (Forsøk er utført innenfor COIN prosjektet).

SOLID KLIMAHJELP TIL KINA

Et norsk miljøprosjekt i Kinas sementindustri kan gi CO₂-kutt som tilsvarer det dobbelte av Norges samlede utslipp av klimagasser.

En mann trår sin trehjulsykkle forbi en sementfabrikk i Baokang i Hubei-provinsen i Kina.



Kinas sementindustri er verdens største. Det meste av produksjonen skjer med utdatert teknologi, og siden kull benyttes til forbrenning, er CO₂- og støvutslippene store.

Sementindustrien alene slipper ut 1,1 milliard tonn CO₂ hvert år. Det er tjueseks ganger så mye som det totale CO₂-utslippet i Norge.

Samtidig med miljøproblemene har Kina et avfallsproblem. Landet produserer mer enn en milliard tonn avfall i året, og håndteringen er ikke tilfredsstillende: Den medfører en betydelig helse- og miljørisiko og en enorm forurensingskilde.

Den økonomiske utviklingen i Kina har vært prioritert i tretti år på bekostning av miljøet. Nå er tingene i ferd med å endre seg. Den kinesiske regjeringen innser nå problemet og er i ferd med å gjøre en helomvending:

TO FLUER I ETT SMEKK

Med bakgrunn i dette har et norsk initiativ som går ut på å erstatte deler av det fossile brennstoffet i sementindustrien med industriavfall, blitt tatt vel imot.

– Vi har nå satt i gang et treårig prosjekt som har som mål å bøte på både miljø- og avfallsproblemene, sier spesialrådgiver Kåre Helge Karstensen på SINTEF Byggeforsk.

– Vi vil benytte industriavfall som tilleggsbrennstoff i sementindustrien. Dette kan ikke erstatte kullet totalt, men vi kan komme opp i 40 prosent erstatning. Avfallet omfatter alt fra bildekk og plastikk til organisk avfall. Når vi på dette viset reduserer bruken av kull, som er en ikke-fornybar energikilde, vil sementindustrien bli mer bærekraftig.

Og når millioner av tonn med kull kan erstattes med avfall, sparer vi samtidig miljøet for enorme CO₂-utslipp. Dette kan bety et kvantesprang i løsningen av mange miljøproblemer, sier Karstensen. Karstensen understreker at han må ty til spekulasjoner om han skal anslå hvor store utslippsreduksjoner prosjektet kan gi Kina.

– I et «best case scenario» kan det være snakk om et bortfall på 100 millioner tonn CO₂ per år eller mer, sier SINTEF-forskeren. Til sammenligning hadde Norge et samlet utslipp av klimagasser i 2006 som, omregnet til CO₂, var på drøyt 53 millioner tonn i følge Statistisk sentralbyrå.

For to år siden initierte han prosjektet overfor den norske ambassaden i Beijing og den kinesiske miljøadministrasjonen SEPA. Prosjektforslaget gikk gjennom og ble vedtatt av den kinesiske regjeringen på rekordtid. Nå er SINTEF i gang med arbeidet i Kina – og i tett samarbeid med SEPA, lokale myndigheter, industri og flere forskningsinstitutter.

SPESIALKOMPETANSE

Karstensen har i mange år jobbet med miljø- og energiproblemer og har i dag hele verden som sitt arbeidsfelt. Han arbeider for samtlige FN-institusjoner med miljø på agendaen, og innværende år er han involvert i prosjekter på alle verdenskontinenter. Et av hans spesialområder går på å bruke sementovner som verktøy til å redusere utslipp, og dermed løse energiutfordringer og miljøproblemer. – Denne formen for kompetanse er svært attraktiv i vår tid med global oppvarming og knapphet på energi og ressurser, sier Kåre Helge Karstensen.

SINTEF-forskeren som allerede har tilbrakt flere måneder i Kina, er bare på en kort Norgesvisitt før det bærer tilbake igjen. Sammen med kollega Harald Justnes regner han med å oppholde seg i Østen enda noen år. Det aktuelle prosjektet har vakt interesse i Kina, og blitt omtalt i flere kinesiske medier.

– Jobben vår er å utvikle grunnlaget for en helhetlig policy som skal legge til rette for at sementindustrien kan bruke avfall som energi- og råmaterialerstatning, forteller Kåre Helge Karstensen. – Det er viktig at dette gjøres ordentlig fra begynnelsen av.

SKEPSISEN SNUDD

Non-governmental organizations (NGO) som for eksempel Greenpeace, har lenge vært skeptiske

til å bruke sementovner til å destruere farlig avfall, særlig i utviklingsland, men skepsisen har avtatt i det siste.

– De ser at det kreves løsninger, sier Karstensen. – Den kinesiske industrien er der med sitt ressursforbruk og sine utslipp. Spørsmålet blir derfor hvordan man kan gjøre industrien mer miljø- og ressursvennlig. Og det er her de uløste avfallsproblemene kommer inn i bildet. Forsvarlig håndtering av avfall er en komplisert og kostbar oppgave, men ved å utnytte og gjenvinne verdifull energi i avfallet i sementindustrien, får vi til en integrert og kostnadsmessig attraktiv løsning:

- Sementindustrien kan redusere forbruket sitt av ikke-fornybare ressurser og energi samtidig som de får reduserte utslipp.
- Industri som genererer avfall, får rimeligere løsninger. Det betyr igjen at avfall blir behandlet i større grad enn i dag.
- Myndighetene får raskere miljø- og helsegevinster.

HELE KINA

Akkurat nå jobber prosjektdeltakerne med å kartlegge status på dagens praksis rundt avfallsgenerering og -behandling, og å utarbeide retningslinjer og standarder for hvordan dette skal gjøres i praksis.

Til neste år skal standardene testes i full skala i sju kinesiske provinser som er med i samarbeidet, blant annet i Beijing som jobber for fullt med å få på plass en tilfredsstillende avfallsbehandling før OL i august. Om uttestingen går bra, skal praksisen settes ut i livet i full skala i Kina.

– Det er denne veien store deler av verden må gå, oppsummerer Karstensen. – Vi er nødt til å finne fram til enkle, rimelige løsninger som kan bety vinn-vinn-resultater for involvert industri. Dette er spesielt interessant i raskt voksende utviklingsland med store miljøproblemer.

FOR HØY FASTHET I NORSK BYGGBETONG?

De siste ti-årene har det skjedd en vesentlig økning i fasthetsnivåene til byggbetong. Økningen i fasthet må i hovedsak tilskrives innføringen av miljø- og bestandighetsklasser i betongstandardene, og er kun i mindre grad en følge av et reelt behov for økt fasthet. Vi stiller spørsmål om det er på tide å snu denne trenden: Nemlig å beskrive den fasthet det er behov for fra et konstruksjonsmessig ståsted og ut i fra fasthetsegenskapene til hovedsementene på det norske markedet. For de store volumene av betong til bygningsformål, er det vår oppfatning at fasthetsnivået kan og bør reduseres. Ikke minst av miljøhensyn.

UTVIKLINGEN AV NORSK STANDARD

I 2003 skjedde den siste store endringen av Norsk Standard for betongområdet ved at den europeiske standarden EN-206-1 ble fastsatt som Norsk Standard NS-EN 206-1. Samtidig ble et norsk nasjonalt tillegg NA tilføyd. Prosjekteringsstandard NS3473 ble samtidig harmonisert med NS-EN 206-1 og revidert. Det ble også utgitt en standard for utførelse av betongkonstruksjoner (NS3465), som erstattet de tekniske bestemmelsene i NS3420-L:1999.

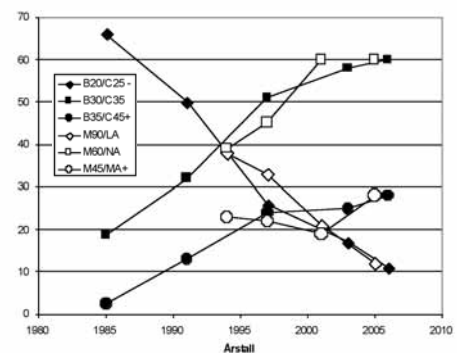
Fasthetsklassene i det tidligere Standardregimet (NS3473/NS3420-L) var basert på karakteristisk fasthet av terninger, og var inndelt i intervaller på 10 MPa. I nye NS 3473/NS-EN-206 er fasthets-

klassene basert på sylindere, og klassene øker i sprang på 5 MPa. Tabell 1 viser sammenhengen mellom de 'nye' og de 'gamle' reglene.

FASTHETSKLASSER – FØR OG NÅ

FABEKO innhenter produksjonsstatistikk fra sine medlemsbedrifter som omfatter de aller fleste ferdigbetongprodusenter i Norge. Figur 1 viser utviklingen for de ulike fasthetsklassene fra 1985, og for miljø/bestandighetsklassene fra 1994, og fram til i dag.

Vi ser av Figur 1 at det er skjedd en vesentlig endring i fasthetsklassene og miljø/bestandighetsklassene over tid. Mens det i 1985, dvs før innføringen av bestandighetskrav til betong-



FIGUR 1: Fordeling av fasthets- og miljø/bestandighetsklassene basert på FABEKO statistikk over produsert volum i Norge. Fasthetsklasser; B20/C25 eller lavere, B30/C35 samt B35/C45 eller høyere. Miljø/bestandighetsklassene; M90/LA, M60/NA og M45/MA eller høyere.

TABELL 1: Utdrag av Tabell NA.2 NS 206:2003/Tabell 5.a NS3473 6 utg.:2003; nye Standardregler, og Tabell L5:a NS3420-L:1999/Tabell 4.4.1 NS3473:1998; gamle Standardregler.

Nye regler (etter 2003)			Gamle regler (før 2003)		
Fasthetsklasse	Sylinder fasthet	Terning fasthet	Fasthetsklasse	Sylinder fasthet	Terning fasthet
B20	20	25	C25	20	25
B25	25	30	-	-	-
B30	30	37	C35	28	35
B35	35	45	C45	36	45



sammensetning i 1986 standarden, overveiende ble levert B20/C25 kvalitet eller lavere, har dette endret seg gradvis. I dag er massekvaliteten B30/'C37' mens det omsettes kun ca 10% av B20. I løpet av de siste 20 år har fasthetsklassen til byggbetong altså utviklet seg fra C25 til B30 ('C37'). Dette innebærer at karakteristisk terningfasthet har økt fra 25 til 37 MPa, hvilket er en formidabel økning (50%).

HVORFOR ?

Hva er så årsaken til denne utviklingen? I 1985 ble altså brukt C25/C15 til byggbetong. Dette ble oppnådd ved vann/semntforhold på omkring 0,70. Betongkvaliteten ble den gang bestemt av kravet til konstruksjonsfasthet. En høyere fasthetsklasse enn C25/C15 ble sjeldent etterspurt. Ved revisjonen av NS3420 i 1986 ble det innført miljøklasser som satte begrensninger på maksimalt v/c tall til 0,60 for 'utendørs' byggbetong (NA, Noe aggressivt). Bakgrunnen for dette var prisverdig; nemlig å bedre holdbarheten eller øke levetiden for betongbyggverk. De prosjekterende ble videre gjennom NS 3473 pålagt å beskrive en fasthetsklasse som var 'realistisk' i forhold til det v/c-tallet de indirekte hadde beskrevet via miljøklassekravet. Dette hadde bla. sammenheng med at ved økende fasthet kreves høyere

minimumsarmering. Med en senkning av v/c fra ca 0,70 til 0,60 ble gjerne oppnådd og beskrevet en fasthetsklasse høyere enn C25, dvs C35. For enkelhets skyld ble nok kvaliteten NA/C35 også brukt til øvrige konstruksjonsdeler i bygget.

En viktig årsak til utviklingen fra C25 til C35 (og senere B30/C37) var altså innføringen av miljøklassene. Dette kan sees av Figur 1, som viser den klare sammenhengen mellom fasthets- og miljø/bestandighetsklassene (ved revisjonen av betongstandardene i 2003 ble miljøklassene (LA, NA, MA) erstattet av bestandighetsklasser (M90, M60, M45)). Det er altså viktig å være klar over at innføringen av miljøklassene har vært en hovedårsak til den økte fastheten i byggbetong. Det er vårt klare inntrykk at den økte trykkfasthet sjelden utnyttes gjennom reduserte tverrsnitt og slankere konstruksjoner. Det er ofte bruksgrensekraft som bla nedbøyning og lyddemping som bestemmer tverrsnittsdimensjonene.

ENDRINGER I SEMENTENES FASTHET

Norcem gjennomførte en produktomlegging i 1997. Årsaken var kundenes ønske om raskere sementer, og sementer med høyere 28 døgns fasthet. Omleggingen hadde også sin

årsak i innføringen av miljøklassene, og sementene for byggmarkedet ble tilpasset miljøklassen NA (dvs v/c-forhold < 0,60) og fasthetsklassen C35. Med de tidligere produktene ble det ofte oppnådd en karakteristisk fasthet i underkant av C35, men betydelig over karakteristisk fasthet for C25, i miljøklassen NA. Dette ga en ikke optimal økonomi for kundene. Ved innføringen av NS-EN 206-1 i 2003 ble det gjort ytterligere en omdreining på skruen mot høyere betongfasthet, ved at C35 kvaliteten utgikk og B30 ('C37') ble innført. Massekvaliteten har altså utviklet seg fra C25 til C35, og nå i de siste år til 'C37'. Dette har ført til at for bygningsbetong hvor kravet er at v/c-forholdet skal være mindre enn 0,60, benyttes med dagens hovedsementer på markedet, ofte v/c-tall i området 0,52-0,55.

Tabell 2 viser utviklingen av sementfinhet og sementfasthet fra 1986 og frem til i dag for Norcems sementprodukter som brukes i byggbetong. Den økte sementfastheten ble i hovedsak oppnådd gjennom en optimalisering av klinkerdelen, og ikke minst en økt finmaling av sementene. Som vi skal komme tilbake til senere, er dette en utvikling som sannsynligvis vil snu. I framtiden vil nok utviklingen gå mot sementer med lavere fasthet.

TABELL 2: Utvikling av fasthet og Blainefinhet på Norcems sementer som brukes til byggbetong. I forbindelse med produktendringen i 1997 endret sementene navn; MP30 til Standard FA, P30 til Standard og RP38 til Industri. Tallene er gjennomsnittsverdier for lastep prøver.

	Standard FA / MP30		Standard / P30		Industri / RP38	
	Fasthet (MPa)	Finhet (m ² /kg)	Fasthet (MPa)	Finhet (m ² /kg)	Fasthet (MPa)	Finhet (m ² /kg)
1987	48	399	48	305	55	449
1991	48	397	45	307	55	458
1997	54	433	51	360	57	535
2003	54	458	52	364	58	568
2006	53	464	50	363	59	566

Den økte sementfastheten kan neppe sies å ha vært avgjørende for økningen i betongfasthetsklasse (se Figur 1). Endringen i sementfasthet skjedde som sagt i 1997, mens det har vært en jevn økning mot høyere betongfasthetsklasser, og det er en god korrelasjon mellom fasthetsklasse og miljø/bestandighetsklasse i Figur 1. Økt sementfasthet kan nok ha bidratt til utviklingen av byggbetong med høyere fasthetsklasse, men avgjørende har vært innføringen av miljøklasser.

TRYKKFASTHETEN TIL NORSK BYGNINGSBETONG BØR REDUSERES

I løpet av de siste 20 år har fasthetsklassen til byggbetong altså utviklet seg fra C25 til B30 ('C37'). Den karakteristisk terningfasthet har dermed økt 50%, fra 25 til 37 MPa.

En hovedårsak er innføringen av miljøklasser/bestandighetsklasser i Standarden, noe som førte til at v/c måtte reduseres. Den økte fasthet er en konsekvens av dette. Kun unntaksvist har det vært behov for den økte fastheten fra et konstruksjonmessig ståsted.

Det er i dag ikke en optimal sammenheng mellom karakteristisk fasthet for kvaliteten M60/B30 (37 MPa terningfasthet) og hovedsementene på det norske markedet (Norcem Standard FA og Standard). Standard FA er en 'miljøsement' hvor 20% av sementklinkeren er erstattet med flygeaske. Utslipet av klimagasser ved produksjon av 1 tonn Standard FA sement er dermed redusert med ca 20% i forhold til de øvrige Norcem sementene. I tillegg tilfører flygeasken sementen en rekke forbedrede egenskaper som forlenget levetid og høyere langtidfasthet (etter 28 døgn). Men flygeasken bidrar lite til fastheten opptil 28 døgn, som er alderen som legges til grunn for bestemmelse av karakteristisk fasthet. For å oppnå B30 med Standard FA sement må ofte brukes et v/c-forhold omkring 0,55 eller lavere. Kravet iht Standarden for utendørs byggbetong (M60) er altså 0,60. Dette innebærer at det brukes mer

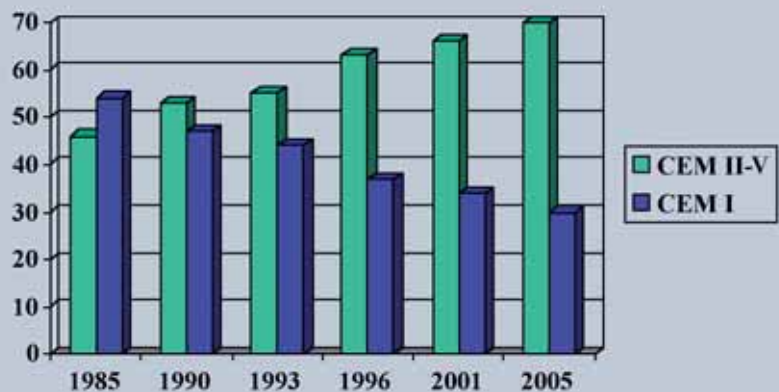
sement og tilsetningsstoff for å oppnå M60 enn hva som er nødvendig for denne bestandighetsklassen. Standard FA og Standardsementen er langt bedre tilpasset kvaliteten M60/B25, med karakteristisk terningfasthet 30 MPa.

Dette er en kvalitet som i praksis dessverre ikke er i bruk i dag, men som er tillatt iht NS3473 (jmf. Tabell 1). Dette bør også være en kvalitet som er godt tilpasset dagens og fremtidens byggbetong. En stor del av den byggbetong som beskrives av rådgivende ingeniører i dag burde kunne være M60/B25. Vi oppfordrer de rådgivende til å beskrive denne kvaliteten. Likeledes vil vi oppfordre ferdigbetongprodusentene til å innlemme denne kvaliteten i sine produktspekter. Kanskje bør de beskrivende også bli flinkere til å differensiere mellom ulike fasthetsklasser, og beskrive B30 kun der det er behov for det. M60/B25 (og M90/B20) bør være de naturlige valgene for det store volumet av dagens bygningsbetong. Og som sagt, dette er kvaliteter som er godt tilpasset hovedsementene på det norske markedet. En overgang fra M60/B30 til M60/B25 med Standard FA og Standardsement vil innebære en mer økonomisk betong fordi sement- og tilsetningsstoffmengden kan redu-

seres. En slik betong vil også være mer i tråd med filosofien bak bestandighetsklassene ved at det reelle v/c forholdet vil være nær det som har vært intensjonen med M60.

VED EN SKILLEVEI – FREMTIDENS MILJØVENNLIGE SEMENTER

Den nærmest enerådende kvaliteten M60/B30 for norsk byggbetong er tilpasset sementer med høy fasthet, dette er gjerne finmalte CEM I sementer. Det er ingen tvil om at det går mot økt bruk av komposittsementer, og at klinkerandelen i sement vil gå ned. Figur 3 viser utviklingen av sementtyper i Europa. CEM I utgjør i dag kun 30%. Utviklingen mot en større andel komposittsementer på bekostning av Portlandsementer vil utvilsomt fortsette både i Europa og i Norge, drevet fram av kravet om stadig mer miljøvennlige sementer og etter hvert høye kostnader forbundet med CO₂ utslipp. Vi vet at en høyere innblanding av erstatningsmaterialer for sementklinker fører til en lavere fasthet ved 28 døgn, simpelthen fordi de aktuelle erstatningsmaterialene reagerer langt langsommere enn klinker. Det pågår omfattende forskning for å kompensere for denne fasthetsreduksjon, men det er utopisk å tro at slik teknologi kan



FIGUR 3: Prosentvis fordeling av Portland sement (CEM I) og 'komposittsementer' (CEM II-V) i Europa. Basert på statistikk fra Cembureau.

kompensere for hele fasthetsreduksjonen. Dette innebærer at framtidens sementer vil oppnå en lavere fasthet enn dagens sementer innenfor 28 døgn. Også denne utviklingen tilsier at det er riktig å beskrive lavere fasthet i bygningsbetong.

Dersom det ikke skjer en omlegging til lavere fasthetsklasser i byggbetong med framtidens mer miljøvennlige (men mindre reaktive) sementer vil dette innebære et enda lavere v/c-tall enn i dag for å tilfredsstillende fasthetskravet. Dette medfører i sin tur økt sement- og tilsetningsstoffmengde per m³ betong, og dermed økte kostnader. En stor del av miljøgevinstene som oppnåes gjennom en mer miljøvennlig sementproduksjon tapes dermed senere i verdikjeden, i betongproduksjonen ved at sementforbruket må økes for å oppnå en høy fasthet. En slik situasjon må unngås, og måten å unngå det på er å beskrive lavere fasthetsklasser enn i dag for den store delen av bygningsbetong. Ved å redusere fasthetsklassen fra B30 til B25-B20 vil også mengde minimumsarmering kunne reduseres noe. Miljø- og kostnadmessig bidrar også dette i riktig retning.

Vi vil si det så sterkt som at utviklingen av framtidens mer miljøvennlige betonger nærmest forutsetter en overgang fra M60/B30 til M60/B25 i første omgang, og kanskje til M60/B20 på lengre sikt når nye enda mer miljøvennlige sementer er på markedet. Og som sagt; dagens hovedsementer på det norske markedet (Norcem Standard FA og Standard) er allerede godt tilpasset betongkvaliteten M60/B25. Dette er sementer som er tilgjengelig i alle deler av landet. De prosjekterende kan derfor begynne å beskrive M60/B25. Når prosjektene etterspør denne kvaliteten vil ferdigbetongleverandørene innlemme denne kvaliteten i sitt produktsortiment.

SLUTTORD

Denne artikkel er ingen måte noen kritikk av innføringen av miljø/bestandighetsklasser i regelverket, snarere tvert i mot – det har vært nødvendig for å øke levetiden til betongbyggverk. Artikkelen er ment som en påminnelse om pkt. 7.3.4 i prosjekteringsstandard (NS3473) som sier: 'Det skal ved prosjektering forutsettes en fasthetskklasse for betong ut fra en realistisk vurdering av fasthetsegenskapene for den betong som foreskrives i produksjonsunderlaget'. Med bruk av dagens hovedsementer på det norske markedet (Norcem Standard og Norcem Standard FA) vil en slik 'realistisk vurdering' tilsis fasthetskklasse B25 for byggbetong i bestandighetsklasse M60.



Fra Danmark

ØNSKES: NYSKAPENDE LØSNINGER SOM BETONGENS STORE POTEN

Det ER miljøvennlig, det uorganiske, mineralske materialet som består av sand, grus, kalk og vann – naturlige råstoffer som finnes overalt i verden. Og det er uunnværlig i moderne byggeindustri. Men kan det brukes til andre ting? Absolutt, sier fagfolk, fremtidsforskere, og nå også entusiastiske designere.

De danske betongforeningene har god grunn til å forvente mye av materialet, som ennå ikke har oppnådd anerkjennelsen det fortjener innen småskala produktdesign. Betong er ikke bare et miljøvennlig og bærekraftig materiale; i dag utvikles det også med en rekke ulike utseender og egenskaper. Det er imidlertid ikke bare materialet som skal utvikles; holdningen til betong skal også endres. Dette arbeidet fikk en pangstart våren 2007, da startskuddet gikk for Dansk Betons PR-kampanje "Bæredygtigt Beton". Målet var å profilere betong som et levende og dekorativt materiale med nærmest uante muligheter. En av utfordringene ved betongens rykte er at den nesten alltid har havnet i lavpriskategorien. Dette kan endre seg f.eks. hvis materialet blir brukt i andre typer produksjoner.

MATERIALET MED DEN ENESTÅENDE FORMBARHETEN

Betongens historie strekker seg helt tilbake til etruskerne, lenge før romertiden. Det stilles stadig nye krav til materialet, siden ny teknologi styrker betongens konkurranseevne sammenlignet med andre materialer. Betong er både et enkelt og et svært komplisert materiale som det kreves gode kunnskaper for å utnytte optimalt. Materialet har en enestående formbarhet, styrke og holdbarhet – hvis det fremstilles på riktig måte, vel å merke. Blandingen av vann og sementpasta fungerer som et tokomponents lim

eller bindemiddel som herder og binder tilslagspartiklene sammen til en fast struktur. Den herdede betongens egenskaper avhenger av hvilke materialer som er brukt, hvilken sammensetning som er valgt og utstøpings- og herdeforholdene. Betongen kan lages helt svak, som et tynt pusslag, eller sterk, som f.eks. Storebæltforbindelsen, der betongen er laget for å holde i minst 100 år under de mest aggressive påkjenninger. Kunsten er å velge den rette kvaliteten for behovet.

BETONGDESIGN 2007

I dag produseres danske betongvarer ved hjelp av lavteknologi, men dette vil endre seg. Retter man blikket mot utenlandske produsenter, ser man at robotteknologi og datastyring gir økt grad av frihet og dermed mye større fleksibilitet. Det siste eksempelet er Teknologisk Institut, som har etablert Det Højtكنولوجiske Betonværksted. Her har man tilrettelagt for utvikling av helt nye metoder for industrialisert produksjon av betong, bl.a. en digitalt styrt robotcelle. Roboten er et nytt verktøy som gjør det mulig å realisere digitalt utviklede prosjekter som befinner seg langt unna dagens standarder innen geometri, relieff og struktur.

ERFARINGER FRA BETONGDESIGN PÅ GOTLAND

Hittil har få produkter innen betongdesign sett dagens lys i Danmark. Svenske designere har i

større grad tatt i bruk betong i sine arbeider. En av de mest erfarne er Stina Lindholm som eier Skulpturfabrikken på Gotland (www.skulpturfabrikken.se). Hun sier :

"Det er viktig å sette seg inn i materialets muligheter før man begynner med betongdesign. Man må kjenne til fordelene og ulempene. Og man må bestemme seg for hva slags former som skal brukes – silikonformer, som ikke holder til så mange eksemplarer, dyrere plastformer med lengre holdbarhet, eller enklere former av mdf-plater. Deretter styrer teknikken en del av designets uttrykk, og den lange herdetiden har også mye å si. Betong er et langsomt materiale, så hvis man har dårlig tid, må man velge et annet materiale å jobbe med."

På Gotland går salget av betongdesign så det suser. Det er nesten vanskelig å dekke etterspørselen. Det er ikke bare arkitektfirmaer som reiser til Gotland for å gjøre innkjøp, også private kjøper inn i stor stil. Designeren Stine Lindholm og kollega Tove Adman (www.toveadman.se) vies stor oppmerksomhet når de viser frem sin betongformgivning på messer i Italia, Frankrike og Spania. Som turist på Gotland møter man betongdesignet fra første dag i Gotlands turistguide. Produsenter av betongdesign figurerer på lik linje med keramikere. Man antar at ca. 15 designere og

UTNYTTER ANSIAL

kunsthåndverkere jobber med betong på øya. Stina Lindholm og Tove Adman har samarbeidet med betongprodusenter i Vietnam, men den klart største delen av produksjonen foregår i deres egne virksomheter på Gotland.

De svenske formgiverne mener i utgangspunktet ikke at det er prototypene som er problemet, men at dagens ufordringer ligger i produksjonsleddet. I Danmark har betongbransjen imidlertid vist interesse, så om ikke lenge vil det forhåpentligvis være gode muligheter for utvikling og produksjon av betong i liten skala i samarbeid med etablerte betongprodusenter. Men dette krever entusiastiske mennesker både i betongindustrien og i designbransjen.

HER ER NOEN AV BETONGENS FORBEDREDE ELLER NYUTVIKLEDE EGENSKAPER:

- 1. Høyere styrke, lettere konstruksjoner – og større massetetthet.** Utviklingen av sementens styrke gir allerede nå nye muligheter for lettere, spinklere og mer avanserte konstruksjoner, noe som legger forholdene til rette for produksjoner i liten skala. Disse evnene oppnås ved hjelp av komposittkonstruksjoner og fibertilsetninger som kalles "tilslag". Det er også mulig å tilsette f.eks. magnetitt for å øke betongens massetetthet – betong veier under halvparten så mye som stål.
- 2. Det brukes allerede langt mindre CO₂ i betongproduksjon,** og i fremtiden kommer bruken av aktive CO₂-nøytrale "fillere" til å øke. Disse fillerne gjør betongen CO₂-nøytraliserende, som betyr at betongen tar opp CO₂ fra atmosfæren.

3. Betong har en naturlig varmeakkumuleringsevne.

4. Betong kan brukes på nytt til veibygging, og restprodukter fra annen industri kan benyttes i betongen i stedet for sement. Slik sparer man råstoffer og energi.

5. Betongens rivende utvikling.

Det finnes allerede intelligent betong som f.eks. selvrensende eller selvovervåkende betong med kjemiske tilsetninger, "gjennomsiktig" betong (www.luccon.de) og lysende betong med innstøpte lysledere som f.eks. gjør at den kan brukes som dataskjerm.

Dessuten gir nanoteknologi og datasimulering enda flere muligheter.

DE SYV GRUNNTYPENE AV SEMENT:

Norcem AS produserer sju typer sement:

- 1. Standardsement FA:** er tilpasset norske forhold, og kan brukes til betong i alle eksponerings-, bestandighets- og fasthetsklasser. StandardFA gir bestandig betong også i kombinasjon med alkalireaktivt tilslag. 20 % flyveaske (FA) er tilsatt.
- 2. Standardsement:** er tilpasset norske forhold og kan benyttes til betong i alle eksponerings-, bestandighets- og fasthetsklasser. Sementen har relativt høy tidligfasthet, moderat sluttfasthet, moderat varmeutvikling, god støpelighet og veldokumenterte bestandighetsegenskaper.
- 3. Anleggsement:** Norcem Anleggsement er en spesialsement for anleggskonstruksjoner. Sementen er tilpasset norske forhold for bruk i bestandighetsklasse M45 og MF45 eller strengere, og i konstruksjoner med krav til høy sluttfasthet. Anleggsementen har lavt





Kontrasten mellom det stofflige og det bevegelige kommer til uttrykk i dette stykket tekstilarkitektur, en betonggardin, skapt av Memux Architectural Design i Wien. Den forholdsvis tunge gardinen kan brukes både ute og inne til avskjerming mot sol og vind, som romavdeler eller bare som arkitektonisk element. Betonggardinene ble tildelt Reddot Design Award i kategorien "Best of the Best 2008".



Gjennomsiktig betong har høy wow-faktor.

alkaliinnhold, og kan benyttes i kombinasjon med alkalireaktivt tilslag. Sementen har relativt høy tidligfasthet, høy slutfasthet, moderat varmeutvikling, meget god støpelighet og veldokumenterte bestandighets-egenskaper.

4. **Anleggssement FA:** Se egen artikkel i denne utgaven av Cement Nå.
5. **Industrisement:** Norcem Industrisement er en spesialsement tilpasset norsk byggepraksis ved vinterarbeid. Sementen gjør det mulig å gjennomføre støpearbeider vinterstid i Norge på en rasjonell og økonomisk måte. Med sin raske fasthetsutvikling er den i tillegg velegnet for bruk ved produksjon av betongelementer og betongvarer.
6. **Sulfatresistent sement:** Norcem Sulfatresistent sement er en spesialsement tilpasset betong i sulfat- og nitratholdig miljø.
7. **Mursement:** Slemmestad Mursement er en spesialsement for produksjon av mur- og pussmørtler. Den består av minimum 60% Portland sementklinker, kalkstein og små mengder luftinnførende og konsistensforbedrende stoffer.

NORCEM IMPORTERER DESSUTEN:

1. **Aalborg White:** Til hvite eller fargede betongkonstruksjoner, også i liten skala. Siden Aalborg White har svært gode styrkeegenskaper, har den også en lang herdetid (28 døgn). Sementen produseres av Aalborg Portland.
2. **Injisering 30:** Injisering 30 er en sulfatresistent, kromatredusert og lavalkalisk portlandsement. Det er en mikrosement til bruk ved meget krevende injiseringer.
3. **Ultrafin 12 & 16:** Ultrafin 12 og 16 er sulfatresistente, kromatreduserte og lavalkaliske portlandsementer. De er mikrosementer til bruk ved meget krevende injiseringer. Injisering 30 og Ultrafin 12 & 16 produseres av Cementsa.

SLIK ER BETONGEN SAMMENSATT:

Jo mer formbar sementpastaen skal være, desto bedre smørende sementpasta trenger man. Det er et samspill mellom sement, vann, tilsetning og tilsetningsstoffer. Jo mer formbar betongen er, desto dyrere er den å fremstille.

Tilslagsmaterialer til betong klassifiseres som regel etter hvor de kommer fra: fra grustak, fra havet, eller fra knust fjell (granitt). Men plastfibre,

glassfibre, metallfibre (f.eks. magnetitten som gjør Thomas Holst Madsens betongklokke tyngre) og andre materialer kan også brukes. Tilslag deles inn etter kornstørrelse målt i mm. Tilslag under 1/4 mm kalles "filler". Spesialister må til for å sette sammen en sementoppskrift, da tilslagets innhold av klorid og alkalier, kornkurve og kornform samt tetthet og absorpsjonsevne har stor betydning for produktets bruksegenskaper. Til hvit betong skal tilslagsmaterialene være lyse, f.eks. av kvarts eller marmor.

Farget betong: Hvitt er det beste utgangspunktet for farging av betong. Det gjelder også for mørke farger, og selv sort betong kan med hell fremstilles av f.eks. Aalborg White. Fargingen gjøres med forskjellige fargepigmenter. Doseringen foretas etter leverandørens instruksjoner, men blir vanligvis fastsatt ved at man prøver seg frem. Lyse grånyanser oppnås ved å tilsette 5–15 % grå sement i den hvite sementen.

Tilsetningsstoffene er en rekke kjemiske stoffer som ved lav dosering har stor betydning for betongens egenskaper. Betongens naturlige luftinnhold er som regel 1–2 %. Med luftinnførende tilsetningsstoffer kan man komme opp i 4,5 %, noe som gjør betongpastaen frostsikker. Plastifiseringsstoffer påvirker overflatekreftene mellom sementkorn og vann. Dette gjør det mulig å redusere vanninnholdet og/eller forbedre betongens formbarhet. Eksempler på andre tilsetningsstoffer er betonglim, akselererende stoffer, retarderende stoffer, vannreducerende stoffer og ekspanderende stoffer.

Overflatebehandlinger er det mange av. Man kan f.eks. bruke fosforsyre eller oppvarmet terpentin og bivoks.

Vibreningen er også viktig for produktets uttrykk; noen ønsker en helt glatt betong, mens andre velger å bruke uensartetheten som en styrke i sitt design. Det finnes også selvkomprimerende (vibreringsfri) betong som i stadig større omfang tas i bruk – foreløpig spesielt hyppig av betongelementbransjen.

KONKURRANSE: BEST PÅ SKB?

Selger du mye
Selvkomprimerende
Betong? Ser du muligheter
i denne teknikken der andre
bare ser problemer? Blir
resultatene bedre enn med
vanlig betong? Da kan du
være en kandidat til den
nye SKB-prisen.

I samarbeid med Norcem, lanserer Fabeko nå en egen SKB-pris. Prisen skal gå til den medlemsbedrift, organisasjon eller enkeltperson som har gjort en spesiell god innsats for å øke bruken av selvkomprimerende betong.

NYTENKING

Viktige faktorer ved valg av prisvinnere er kreativitet og nytenkning. Vi vektlegger også om kandidaten(e) har arbeidet i kombinasjon med andre materialer som fiber (plast og stål). Dersom prosjekter er omdefinert fra andre typer løsninger til SKB, for eksempel ved kjerneisole-ring, er dette med i prisvurderingen. Det samme

er det å kunne lage og programmere inn gode, stabile resepter for ulike bruksområder som vegg, dekke, gulv osv.

KVALITET

Videre vurderes om fabrikkens har fått til kvalitet, stabilitet og riktige egenskaper i henhold til publikasjon NB 29, og om de har oppnådd riktige priser som markedet er villig til å betale. Volum levert SKB i forhold til fabrikkens totale volum teller selvsagt også.

MARKEDSFØRING

Dersom kundene på alle nivåer (stor eller liten) uoppfordret er blitt tilbudt SKB, vil dette også vurderes som positivt. Juryen vil også kunne vurdere ulike andre salgsmarkedsførende tiltak som annonser, salgsstrategi og eventuell navnetting på SKB.

PREMIERING

Juryen består av personer fra Norcem, Fabeko og to entreprenører, og vinneren kåres på neste års Fabrikkbetongkonferanse.

Norcem, som er initiativtaker og sponsor, vil dele ut 1 – 4 priser avhengig av juryens innstilling. Det er satt av ca. kr. 60.000 til premier. Premissene for prisen er satt opp av Norcem sammen med FABEKO.



FROM DUST TO DOLLARS

I hard konkurranse med prosjekter fra andre deler av HeidelbergCement-konsernet, vant Norcem og prosjektet Multicem / CKD (Cement Kiln Dust) førsteplassen i Technical Innovation Contest.

Mye spennende arbeid i konsernet pågår med henblikk på å finne nye produkter, bruksområder og markedstiltak som kan bidra positivt til vår virksomhet. For ytterligere å stimulere til dette arbeidet inviterte HeidelbergCement til konsernintern innovasjonskonkurranse i fjor. Av rundt 40 innmeldte bidrag ble kandidatene silt ut i to runder til det gjenstod fire finalister. Finalen ble holdt i Heidelberg i vår.

KREATIVT OG PRAGMATISK

– Vi holdt først et foredrag på 20 minutter. Deretter ble vi spurt ut om prosjektet av juryen som bestod av styret i HeidelbergCement og Knowledge Management Board. Juryen stilte gode spørsmål og det hele gikk veldig greit, forklarer markedssjef Svein Eriksson, som har vært Norcems prosjektleder og pådriver. Juryens begrunnelse for å gi førstepremien til CKD-prosjektet var at det hadde en kreativ og pragmatisk tilnærming som med minimale investeringer ga høy økonomisk avkastning. – Det var veldig gøy å få beskjed om at vi vant,

og at de løsningene vi beskriver i prosjektet nå skal tas i bruk i Tyskland og England. Juryen stilte også konkrete spørsmål om hvordan våre løsninger kan tas i bruk av andre, forteller Svein. Selve konkurransebidraget besto av en forretningsplan som var satt opp etter en forhåndsdefinert ramme.

– Mine konkrete forslag var å etablere mikseanlegg hvor CKD-produkter kan produseres, videre å engasjere personer med bakgrunn fra kalk- og asfaltbransjen. Som siste forslag anbefalte jeg at man ikke skulle tenke på dette som sement, men mer som et annet handelsprodukt.

FRA PROBLEM TIL PRODUKT

Cement Kiln Dust (CKD) er ovnsstøv som tas ut fra brenneprosessen i sementovnen. Støvet inneholder noe klinkermateriale, men også rester fra brensel og råmaterialer som ikke er ønskelig i klinkeren. Ovnsstøvet har en høyere konsentrasjon av klor og tungmetaller enn det man ønsker i klinker, og er derfor tidligere blitt sett på som avfall og dermed deponert.

Problemet gjelder for alle sementfabrikker, men ovnsstøvet har ulik sammensetning hovedsakelig grunnet ulike brenslere. Fra produksjonen i Norcem alene blir det tatt ut om lag 23.000 tonn med ovnsstøv. Å finne kommersielt bruk for CKD vil være å gjøre en deponeringsproblem om til et lønnsomt produkt.

FIRE BRUKSOMRÅDER

– Vi har foreslått fire hovedbruksområder for CKD: Stabilisering av grunn, asfaltfyller, pH-justerer til teknisk/kjemisk industri, og til produksjon av råvarebriketter til annen prosessindustri. Potensialet innen disse områdene er langt høyere enn det som er tilgjengelig CKD, men det gjelder å få produktet tilpasset slik at det brukes som forutsatt, og at det blir salgbart. Per i dag er det først og fremst innen stabiliseringsområdet vi selger CKD, fastslår Svein Eriksson.

BRUKSOMRÅDER:

■ **Stabilisering** – Sementprodukter kan brukes til å stabilisere grunn med for eksempel



Den mannsterke gjengen av stolte prisvinnere under premieutdelingen i Heidelberg. Norcems førsteprisvinner Svein B Eriksson foran t.v.



leire/kvikkleire, forurenset mudder osv. Spesielt i kvikkleire har det vist seg å fungere bra med en kalksement med høy andel av CKD.

- **Asfaltfiller** – øker vedheftenskapene i asfalten, det vil si at den blir seigere og sterkere fordi steinmaterialene bindes bedre til bitumen ("limet" i asfalten)
- **pH-justerer** – Teknisk/kjemisk industri har ofte behov for å nøytralisere ulike stoffer. CKD kan brukes til å nøytralisere syreholdige stoffer, og videre danne gjenvinnbare produkter. For eksempel kan CKD blandet med svovelsyre danne gips – som igjen kan brukes i sement.
- **Briketter** – innen smelteindustrien brukes ofte briketter av råvarer for å få en jevn nedsmelting. Slike briketter kan lages ved å bruke CKD som bindemiddel.



Norcems Svein B Eriksson overrekkes premien av adm direktør HeidelbergCement Dr Berndt Scheifle.

NORCEM I BREVIK PÅ PALLPLASS

Norcem-ledelsen presenterte stolt resultatene av deres offensiv i forhold til alternativ brensel på Åpen Dag. Bellonas styreleder roste også satsingen.

Olaf Brastad fra Bellona er imidlertid soleklar i forhold til klima- og miljøutfordringene.

– Vi er ikke føre var, og verken norske eller andre myndigheter i verden er proaktive nok. Som en del av Bellona siden 1987, konstaterer han likevel at mye har blitt gjort med forurensningssituasjonen i Grenland. Med foredraget «Industrien- fra miljøversting til miljøpolitisk pro-

blemløser» innledet han den åpne dagen på Norcem i onsdag.

GJORT MYE

Tradisjonelt har kull vært det viktigste brenselet i sementproduksjonen. Ved fabriken i Brevik er 50 prosent av kullet byttet ut med avfallsbrensel fra Renor. Kombinert med bedre utstyr, har dette

ført til en reduksjon i CO₂-utslippene på 23 prosent siden 1990. Norcem i Brevik er imidlertid fortsatt på norgestoppen i forhold til CO₂-utslipp. De siste årene har de likevel holdt seg godt under kvotenivået. Målet er også å øke andelen alternativt brensel ytterligere, og samtidig få en høyere andel bioavfall. Altså søppel fra husholdninger. Sammenliknet med andre sementfabrikker er også Norcem helt i tet i Europa når det gjelder reduksjon av utslipp.

– Vi er på pallen og skal jobbe for å bli enda bedre. Skal vi øke andelen alternativt brensel ytterligere, er vi imidlertid avhengige av interne investeringsmidler og forutsigbare rammebetingelser, sier fabrikkdirektør Kjell Skjeggerud.

BIRKEBEINERRENNET 2008

Fotos: Morten Knutsen, Knutsens fotosenter

Som kjent er Norcem, sammen med Maxit og Byggindustrien, hovedsponsor for Birkebeinerarrangementene i perioden 2007 – 2010.

15 mars gikk årets Birkebeinerrenn av stabelen, og blant de 12000 som gikk de 56 kilometerne over fjellet fra Rena til Lillehammer befant det seg en sprek, blåkledd gjeng fra Byggebransjen. Noen hadde ambisjoner om å klare det berømte Merket, andre skulle fullføre et krevende skirenn. Og med strålende vær, flotte løyper og et bra opplegg rundt våre deltakere kan vi vel alle være enige om at det var en strålende dag?



Norcems Gustav Amlie hadde kjøpt ski uken før start, men fullførte i fin stil.



Elementforeningens John-Erik Reiersen er sprek som få.

SILOER PÅ FLYTTEFOT

En sementsilo kan neppe betraktes som noe man lettvis og greit flytter rundt på. Begrepet "nomadesilo" kan likevel muligens vurderes i sammenheng med de Tau-produserte utgavene som først har stått på Island og som nå moveres til Russland.

Siloanlegget, med totalt lagerkapasitet på ca 8800 tonn, ble bygget av Tau Mek Verksted AS på Tau i Rogaland, og fraktet med supplyskip til Reydarfjordur på Island mot slutten av 2003. Dette ble gjort for å levere bl a Standard FA-sement til et stort dam-/kraftverkprosjekt; Karahnjúkar, på øst Island. Videre ble det også levert sement til byggingen av en ny aluminiumsfabrikk, (Alcoa Aluminium) i Reydarfjordur.

Totalt har anlegget levert Ca 260 000 tonn delvis norsk sement, delvis fra datterselskapet IcelandCement (Sementverksmidjan) levert ut fra anlegget i Reydarfjordur i perioden jan 2004 til mars 2008.

TIL KALININGRAD

Prosjektene er nå ferdigstilt på Island, og siloanlegget er demontert og skipet til Kaliningrad i Russland. Siloanlegget skal der levere sement på permanent basis, i regi av Kaliningrad Cement, der Heidelberg Cement er majoritetseier.

FLYTTBAR AV STÅL

Siloanlegg av denne type, med stålsiloer, er forholdsvis lett monterbare/demonterbare, og transporteres i få koller på skip. Dette gjør slike anlegg, både økonomisk og teknisk, spesielt godt egnet for større prosjekter omkring. Dette gir Norcem som sementleverandør fleksibilitet og dermed anledning til raskt å være på plass der mulighetene for leveranser er til stede.



Ulstein Betong stilte mannssterke til start, og kom i mål på utmerkede tider.

Mye grublerier før start mhp smøring. De fleste endte opp med klister. Og voks.

PUSSE DANSESKOENE TIL 90-ÅRSJUBILEUM



TRENGER SKOPUSS: Danseskoene til administrasjonssjef Kjell Hugo Solheim trenger en skikkelig puss før jubileumsmarkeringene til Norcem Kjøpsvik i sommer. (Foto: Ann-Chatrin Braseth)

TYSFJORD: Kjell Hugo Solheim har pusset danseskoene til årets store begivenhet. Administrasjonssjefen har allerede programmet klart til markeringen av Norcem Kjøpsviks 90-årsjubileum.

Det kommer en liten latter når vi spør om også «konfirmasjonsdressen» har fått pressen dampet opp.

MILEPÆL

At det er 90 år siden sementfabrikken startet opp i Kjøpsvik, er en milepæl ledelsen synes er verdt en storslått markering. I boka *Sement i Norge i 100 år* beskrives etableringen av Nordland Portland Cementfabrik AS i Kjøpsvik som et vågestykke.

«At den ble levedyktig, skyldtes mange menns innsats, ikke minst den danske maskinleverandøren F.L. Smidth. Bak det hele sto lensmann Johan Kokaas, som oppdaget kalksteinsfeltene og la fundamentet til et industrisamfunn hvis vekst og trivsel er helt avhengig av denne bedriften under Polarstjernen, som er verdens nordligste sementfabrikk - og også den vakrest beliggende.» Dette skrev Frithjof Gartmann i 1990 i boken utgitt av Norcem AS.

SPREK JUBILANT

Administrasjonssjefen ved Norcem Kjøpsvik mener verdens nordligste sementfabrikk fortsatt er en suksesshistorie. – Vi er en høyst oppgående og sprek bedrift, og opplever utvikling både innen teknologi og på personalsiden, svarer Solheim på spørsmål om «formen» til jubelanten. Også derfor synes ledelsen det er verdt å markere jubileet to ganger denne sommeren.

18. og 19. juli starter moroa. I samarbeid med Kjøpsvik Bluesklubb blir det storstilt Sommerblues-festival. – Vi gir en konsert til innbyggerne. I familievennlig tid spiller gruppa «Banana Airlines» opp i bluesteltet på torget. I tillegg bidrar vi til at lokale krefter; bl.a fra Tysfjord kulturskole stiller opp på scenen. Bluesklubben tar seg av det tekniske arrangementet.

«VINN-VINN-SITUASJON»

At både lokalbefolkningen og feriefolket får seg en ekstra «Sementblues-festival», er det ingen som har noe imot. Denne sommeren skulle bluesklubben bare ha et mindre arrangement. Nå blir det «full» bluesfestival også i år. Hva dette koster sementprodusenten, vil Solheim holde for seg selv. – Dette blir en vinn-vinn-situasjon. Nå kan det spilles blueskonserter inne på Walters Kro i tillegg til i bluesteltet.

Sist Norcem Kjøpsvik markerte et jubileum var for 15 år siden. 75-årsfesten ble tatt inne på Norcems eget bilverksted som var pyntet for anledningen. Da var det kun en fest for ansatte, ledsagere og innbudte gjester. Også ved 90-årsjubileet blir det en egen fest for de ansatte. – I slutten av august skal vi ha en jubileumsmiddag for de ansatte og innbudte gjester på Tysfjord Turistsenter. Dansebandet «Trapez» fra Harstad er allerede booket for å få fart på danseskoene, forteller Kjell Hugo Solheim som allerede gleder seg til lyse nordlandsnetter og dans og fest ut i de små timer.

– KAN LEVE HELT TIL LILAND

BEHOLDT GJESTEHJELMEN:
92 år gamle Johan J. Andreassen har lagt igjen nesten 52 år av sitt liv ved sementfabrikken, og har fortsatt beholdt gjestehjelmene bare sånn i tilfelle... (Foto: Ann-Chatrin Braseth)

KJØPSVIK: I oktober 1918 ble selskapet Nordland Portland Cementfabrik A/S konstituert. Samme måned tre år tidligere så en liten pjokk dagens lys på rom 24 på Tusenhjemmet i Narvik. Nesten 52 år av sitt liv har Johan J. Andreassen gitt til sementindustrien. Fortsatt er både jubelanten og 92-åringen høyst oppegående.

– Kom inn, kom inn! Jeg snakker bare med barnebarnet mitt på telefon. Den spreke pensjonisten byr først på rødvin, før han skjønner at det passer bedre med en pære for journalisten midt på dagen.

HUSKER ALT

Det er ikke mange av dem igjen; de som hadde sin første arbeidsdag ved Nordland Portland Cementfabrik, som 14. november 1920 kunne tenne opp sin første sementovn. I april 1931 fikk den da 15 år gamle Johan jobb på sekkefabrikken, som avløste tønnefabrikken. Det var lettere å håndtere sekker på 56 2/3 kilo enn tønner på 170 kilo. Detaljene sitter skrudd fast. Han er tilbake i et annet århundre på et blunk. Og han smiler med hele fjeset når han tenker tilbake på årtier i fabrikk, som har vært alfa og omega for oppbyggingen av industristedet Kjøpsvik.

IKKE FØRSTE GENERASJON

92-åringen ble ikke første generasjon Andreassen som jobbet ved sementfabrikken. I 1919 flyttet familien fra Narvik til Kjøpsvik. Far i huset hadde fått jobb på anlegget. 12 år senere hadde også sønnen fått jobb ved NPC. – Jeg startet på sekkelageret der jeg var håndtlinger for syerne. 2 – 3 mann jobbet ved sekkefabrikken. Johan J. Andreassen forteller at han var innovert alle avdelingene i fabrikk; som brenner, råmøllar, sementmøllar, klinkerpasser, smører og skiftformann. Han var til og med plantegutt for daværende direktør Hans Finne (1923-1953). Fortsatt står noen av trærne som ble plantet bl.a i sentrum.

PENSJONIST I 1982

– Jeg søkte meg i bruddet, der jeg var med i lastinga. Jeg var med på å avslutte bruddet i Pæsa før jeg ble formann på bygg- og anleggsavdelingen. I 1982 ble pensjonisttilværelsen innledet. Han går ut i gangen. Der henger diplom med heder og ære for 50 år i sementindustrien. Det skulle bli nesten to år til på jobb etter det. – Det er meg kjent ingen som har lengre karriere ved fabrikk enn det.

TRYGG ARBEIDSPASS

Andreassen forteller om en trygg og god arbeidsplass, som har gått fra våtproduksjon, tre ovner og 320 ansatte på det meste; 100 av dem i bruddet - til dagens ca 120 fast ansatte, en ovn og tørrproduksjon. – Det var mye humor og glede på arbeidsplassen - og ingen slapp unna arbeidskompisenes mange pek i løpet av en arbeidsdag. Det var ikke svært godt betalt den gangen, og når kullbåtene var inne stjal vi med oss en sekk kull hjem. Vi brukte spesielle sekker til vårt lille tyveri; såkalte sylpippsekker. Det var sekker som det ble oppbevart små avkutta jernstenger i. Disse

sekkene tømte vi for å ha kull i. Johan forteller om Bjarne, som på nattskiftet ordnet seg med en slik sekk. Den ble plassert strategisk for å kunne fraktes med hjem uten at ledelsen oppdaget det. Det Bjarne ikke visste var at «kompisene» erstattet halve kullsekken med nettopp de små jernstengene. Men Bjarne ga ikke kompisene som spionerte på ham gleden av at sekken ble stående igjen. Han bar, og bar og bar...

BARE «PISS»

Men heller ikke Johan slapp unna. – De prøvde å apes med meg også. Som laborant hentet jeg slam fra mølla som jeg plasserte på et egnet sted i påvente av at jeg hadde hentet prøver av sement og ovn. Noen så sitt snitt til å bytte ut halve koppen med slam med egne dråper. «Prøven» ble tømt i en skål, som ble satt på plata og tørket helt ut. Den stramme lukta avslørte at det var mer enn slam i den prøven, minnes 92-åringen og humrer med seg selv.

– Vi hadde det mange ganger veldig artig på jobb. Men selv om Johan J. Andreassen har vært pensjonist i 26 år, følger han fortsatt med på det som skjer på sin gamle arbeidsplass.

100 ÅR TIL

– Vi pensjonister pleide å stikke innom og snakke med gamle kolleger. Men for noen år siden ble det innført så mange restriksjoner at vi resignerte. Nå orker jeg ikke gå ned lenger, sier den særdeles oppegående eldre mannen.

– Hva tror du om framtida til fabrikk? 90 år er jo ingen alder. – Norcem Kjøpsvik har fått en veldig solid direktør, som jeg kjenner som en mann å stole på (Asgeir Kvitvik red. anm.). Her kan produseres sement i 100 år til. Kalklinja slutter ikke før i Liland i Evenes - en kommune forbi Tysfjord mot nord. Det vil nok ryke i pipa i fortsatt mange tiår...

I KØ FOR Å JOBBE I SEMENTINDUSTRIEN

TYSFJORD: Geir Liljebakk er ikke den eneste som vil jobbe ved sementfabrikken i Kjøpsvik. Daglig har administrasjonssjef Kjell-Hugo Solheim telefoner fra folk som vil slippe mas og stress i byen.

Vedlikeholdsingeniøren med sykepleierutdannet kone og fem barn er allerede på plass i Kjøpsvik - foreløpig for to dager i uka. Først kjøpte han båt; deretter hus.

En begynnende pessimisme og fortvilelse er dermed snudd til lutter glede for fabrikkledelsen. I begynnelsen av mars manglet Norcem Kjøpsvik maskiningeniør, avdelingsleder mek., programingeniør ved elektro, mekaniker, prosessoperatør, miljøingeniør, operatører til bergavdelingen, vedlikeholdsingeniør - og lærlinger.

HAR INNGÅTT KONTRAKTER

Asgeir Kvitvik og administrasjonssjef Kjell-Hugo Solheim smiler bredt om dagen.

– Vi er i gang med å inngå flere lærlingekontrakter. Stort sett alle de andre stillingene er besatt. Vi skal intervjuer en kandidat til stillingen som miljøingeniør en av de nærmeste dagene, og håper at også den stillingen er besatt i løpet av kort tid. En av de som vender byen ryggen til fordel for industristedet 10 mil sør for Narvik, er Geir Liljebakk. Allerede før hele familien er samlet i Kjøpsvik har Liljebakk investert i båt.



Påskan brukte han sammen med kona til å lete etter en byggeklar tomt. Da direktøren hørte det, var han ikke sen om å tilby sitt eget sentrumsnære hus. Handelen er både Liljebakk og Kvitvik godt fornøyd med. Fabrikkdiriktøren har fått enda en ingeniør - og ingeniøren har fått et hus med seks soverom. I tillegg har kona fått tilbud om jobb - i Tysfjord kommune.

PERFEKT

– Huset passer oss perfekt. Jeg er opptatt av sol og utsikt. I tillegg får hvert av barna eget soverom. Kan det bli bedre. Ved bedriften får jeg dessuten den erfaringen og kompetansen jeg er ute etter, sier den relativt nyutdannede maskiningeniøren.

– Vi har jobbet lenge for å få på plass nye ingeniører. Plutselig løsnet det. To er allerede på plass. Solheim forteller at han dagstøtt får telefoner fra folk som er ute etter jobb ved sementfabrikken.

VIL UT AV BYEN

– De sier de vil ut av byen. De er feed up av både prisnivå, stress og miljø. På nyhetene hørte jeg at også studentene søker seg ut av

byene. Det er åpenbart en trend å søke andre verdier enn det byen kan tilby, filosoferer administrasjonssjefen fornøyd.

Pessimisme er snudd til optimisme, og fabrikkledelsen kan registrere at de bidrar til at folketallet i den lille industrikommen kan bli hyggelig lesning også for politikere på jakt etter ekstra skattekroner.

STOR BUNKE SØKNADER

Men det er ikke bare søknadsbunken til faste stillinger som har overrasket Solheim og Kvitvik. Også søknadsbunken til de ledige sommerjobbene er langt større enn i fjor sommer.

– Vi skjønner ikke helt hva som skjer. I fjor sommer måtte vi ansette svært mange 17-åringer for å få nok arbeidskraft. I år er lista over de som ønsker sommerjobb hos oss full av unge personer over 18 år. I tillegg er det hver dag nye telefoner fra folk som spør etter jobb. Det har vært veldig artig å være på jobb i det siste, sier Solheim.

FORNØYD: Geir Liljebakk har kjøpt både båt og hus, og vil bosette seg i Kjøpsvik der han har fått jobb som vedlikeholdsingeniør ved sementfabrikken. Her sammen med en like fornøyd administrasjonssjef: Kjell-Hugo Solheim. (Foto: Ann-Chatrin Braseth)

**BILDE TEST C:**

Forstørret 25X. Tynnslip (0,025mm tykkelse) av alkalireaksjon i betong. Tatt i lysmikroskop med planpolarisert lys. Gule felt er luft og riss, mørke er betongpasta og grå felter er tilslag.

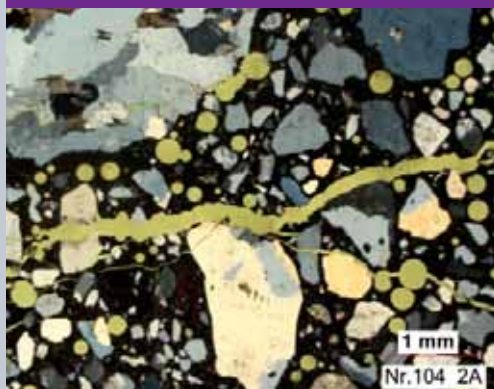
BETONG I FARGER

Tekst og foto:
Sigrun Kjær Bremseth / KSK

Hvem sa at betongen er grå? Etter å ha sett disse bildene, vil nok flere mene at det kommer an på øynene som ser. Norcem FoUs Sigrun Kjær Bremseth avslører hva som kommer frem når våre materialer betraktes i mikroskop.

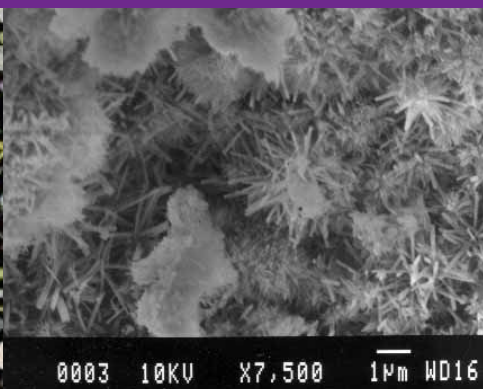
Tynnslip av betong brukes ofte i kundesaker, hvor kunden eller Norcem skal bekrefte eller finne ut av f.eks en skade oppstått på / i betongen. Hva som eventuelt er årsaken til skadene: Om det er sementen, betongkvaliteten eller om det har skjedd i forbindelse med utstøping (f.eks for tidlig glatting, frost eller uttørking).

Bilder av klinker utføres i forbindelse med jevnlig undersøkelse av klinkerproduksjonen ved fabrikkene i Kjøpsvik og Brevik. Dette gjøres for å se på klinkerstrukturen og sammenlignende struktur med sementkvalitet. Klinkerstrukturen forteller mye om råmelskvalitet, sammensetning og ovnsforhold (temperaturprofil og avkjøling). Vanlig kjemisk analyse vil ikke avdekke dette.



BILDE 2AF:

Forstørret 25X. Tynnslip (0,025mm tykkelse) av betong tatt i lysmikroskop med planpolarisert lys. Gule felt er luft, mørke er betongpasta og grå felter er tilslag.



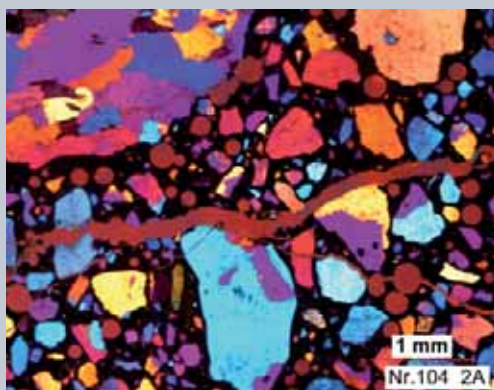
ETTRINGITT FINT BILDE:

Forstørret 7500X. Hydratisert sement med nåler av ettringitt. Tatt vha Scanning Elektron Mikroskop.



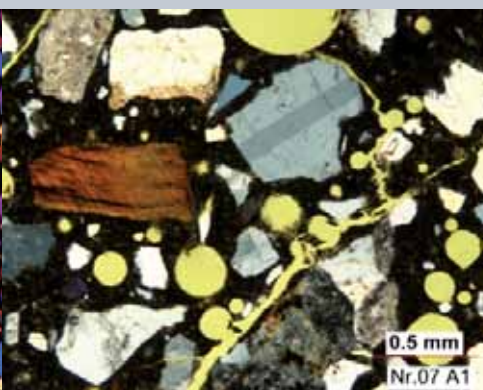
TILSLAG GRANITT BETONG:

Forstørret 100X. Tynnslip (0,025mm tykkelse) av betong tatt i lysmikroskop med polarisert lys med gipsfilter. Betongpasta er mørk og tilslag er mangefarget.



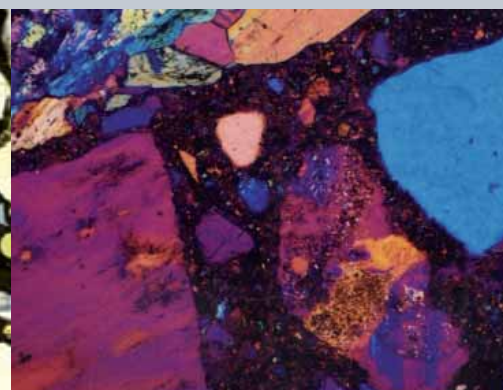
BILDE 2AG:

Forstørret 25X. Tynnslip (0,025mm tykkelse) av betong tatt i lysmikroskop med polarisert lys med gipsfilter. Luft er rød, betongpasta er mørk og tilslag er mangefarget.



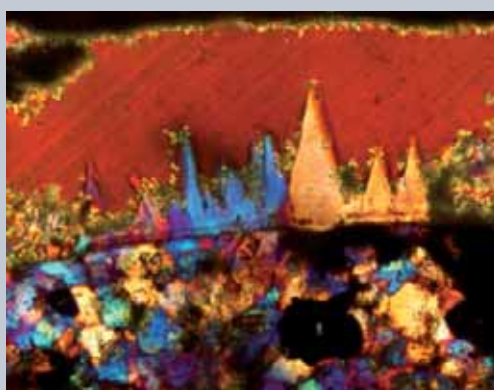
BILDE 1AC:

Forstørret 50X. Tynnslip (0,025mm tykkelse) av betong tatt i lysmikroskop med planpolarisert lys. Gule felt er luft, mørke er betongpasta og grå og brungule felter er tilslag.



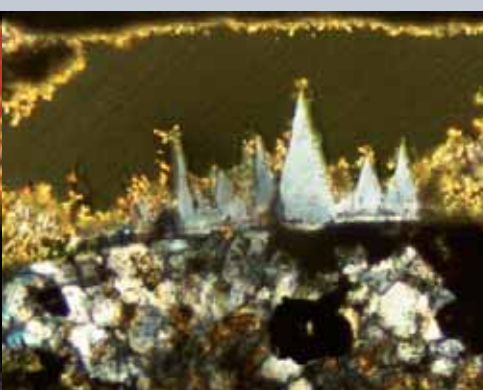
BILDE BETONG:

Forstørret 100X. Tynnslip (0,025mm tykkelse) av betong tatt i lysmikroskop med polarisert lys med gipsfilter. Betongpasta er mørk og tilslag er mangefarget.



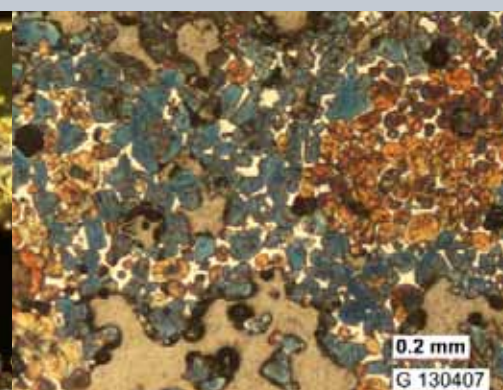
KATEDRAL ELLER CaCO3:

Forstørret 100X. Tynnslip (0,025mm tykkelse) av betong tatt i lysmikroskop med polarisert lys med gipsfilter. Luft er røde områder, betongpasta er mørk og tilslag er mangefarget. Spisse krystaller er CaCO3 på en overflate.



NR. 8PH7RØR A:

Forstørret 100X. Tynnslip (0,025mm tykkelse) av betong tatt i lysmikroskop med polarisert lys. Luft er sorte felt, gule krystaller er Ca(OH)2 og spisse krystaller er CaCO3.



BILDE G 130407:

Forstørret 100X. Planslip av klinkermineraler tatt i lysmikroskop med pålys. Allittmineraler er blå, belittmineraler er brune og feritt/aluminat er lys.

NORCEM A.S
Markedsavdelingen
Postboks 143 Lilleaker
0216 Oslo

B



NORCEM
HEIDELBERGCEMENT Group