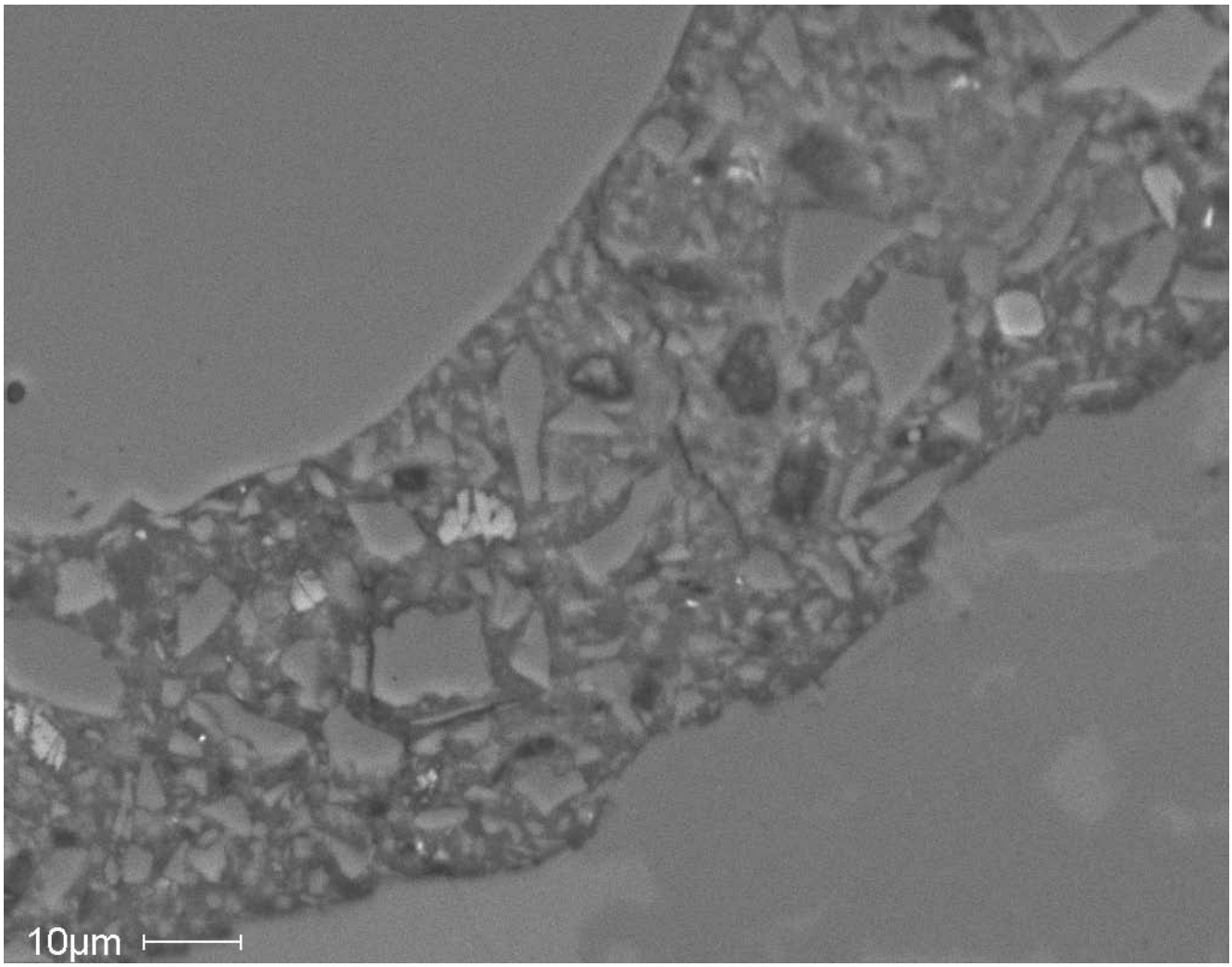
CBI *nytt*

1

FEB 09

CBI BETONGINSTITUTET AB 100 44 STOCKHOLM TEL: 08-696 11 00 FAX: 08-24 31 37



I DETTA NUMMER:

Miljöbetong
Nanosilikas accelererande effekt
Avisningsmedlet CMA
SKBs stabilitet

CBI nytt
är CBI Betonginstitutets kundtidning som informerar om olika aktiviteter vid institutet. Tidningen utkommer i februari och oktober.
ISSN 0349-2060

Ansvarig utgivare och chefredaktör:
Johan Silfwerbrand

Postadress:
100 44 Stockholm
Besöksadress:
Drottning Kristinas väg 26
Telefon: 08-696 11 00
Fax: 08-24 31 37
e-post: cbi@cbi.se
Hemsida: www.cbi.se

Omslagsbild:
Cementpasta med hög halt av ultrafin filler mellan två grövre ballastkorn. (SEM-bild)

Tryck:
Federativ Tryckeri AB

INNEHÅLL

2-3
MILJÖBETONG

4-5
NANOSILIKANS ACCELERERANDE EFFEKT I PORTLANDCEMENT

6-7
KURSER VÅR 2009–VINTER 2010

8-9
AVISNINGSMEDEL FÖR GATOR OCH VÄGAR

10
SKBs STABILITET

11
INFORMATIONSDAGEN

12
SYNPPUNKTEN

13
NOTISER

14
BIBLIOTEKET

KONFERENSKALENDER

Miljöbetong

Björn Lagerblad
bjorn.lagerblad@cbi.se

Globalt är betong vår tids mest producerade material. Man finner betong och andra cementbaserade produkter överallt. Utvecklingsländer förbrukar ofta mer cement än de industrialiserade västländerna eftersom de bygger upp infrastruktur. Enligt siffror från USGS (US Geological Service, 2007) förbrukas runt 2,6 miljarder ton cement årligen och konsumtionen stiger.

Produktionen av betong kräver energi i alla led från krossning av berg till transport av den blandade betongen. Men den största miljöbelastningen ger själva produktionen av cement Tillverkningen av cement, eller mera korrekt cementklinker, kräver mellan 4000 och 5000 MJ energi och processen släpper ut 700-800 kg koldioxid per ton cementklinker. Största delen av energin kommer från förbränning av fossilt bränsle även om användningen av bioråvara och avfallsprodukter ökar.

Om man ser på energikonsumtionen och miljöpåverkan i sin helhet så är brukarstadiet överlägset störst, men påverkan från tillverkningen av cementklinker är betydande. Produktionen av cementklinker antas ge runt 5 procent av det globala utsläppet av koldioxid, varav hälften kommer från kalksten och hälften från bränslet. Det är svårt och dyrt att ersätta kalksten med annan råvara. Den del av koldioxid som kommer från kalksten kommer till stor del att återbindas då betongen karbonatiserar men det tar relativt lång tid (CBI-rapport 2:2005) varför den inte kan intecknas direkt. Koldioxidutsläppen skulle även kunna minskas om man ersatte kalksten med något annat material, men det är svårt att till ett rimligt pris och i tillräckligt stor volym finna något annat.

Åtgärdsförslag och forskningsbehov

Förutom de åtgärder som cementindustrin kan göra så kan man på olika sätt minska behovet av cement. Nedan följer några förslag.

Modifierad cement

Cementet behöver inte bestå av ren cementklinker. Ett exempel på detta är Cementas Byggcement som är uppblandat med 10-15 procent kalkstenmjöl, utan att detta försvagat den färdiga betongen. Att man kan ersätta cement med kalkmjöl beror på att den vid sammalning med klinker blir ultrafin. Försök vid CBI (CBI-rapport 1:2004) och senare undersökningar (Lagerblad &Vogt 2008) visar att man med hjälp av optimal proportionering och ultrafin filler kan göra en normalbetong med endast 100-150 kg cement. Detta blir emellertid en dyr produkt, men konceptet är intressant.

Förutom inerta ultrafina partiklar finns det reaktiva tillsattsmaterial. Dessa kan tillsättas i fabrik (CEM II och III cement) eller tillföras vid betongfabrik. En komponent som är vanlig vid anläggningsbyggande på kontinenten är granulerad masugnsslag. I Sverige har vi stor järnproduktion och slaggen är inte till fullo utnyttjad. Förutom slagg kan man

ersätta cementklinker med puzzolaniska material som flygaska, vulkanaska, metakaolin, risaska m.m. Silika stoft är bäst men då det blivit så dyrt måste man försöka finna någon annan typ än den från ferrosiliciumtillverkning. Tyvärr så finns inga av dessa puzzolaner eller naturprodukter som avfallsprodukt i Sverige varför vi vid användning måste importera. Flygaskan från värmekraftverk är tyvärr ojämn i kvalité och kan endast användas i enkla applikationer. Metakaolin är kaolin som blivit sintrad (bränd) vid i ugn vid runt 800 ºC och därefter finmalts. Kaolin finns i stora volymer i Sverige och produkten skulle kunna vara intressant.

Optimal hållfasthet

Vid anläggningsbyggande används oftast betong i hållfasthetsklass C 35/45 och vid husbyggande i C 25/30. Ser man närmare på funktionen är betongen ofta överstark. I vanliga inomhusdetaljer räcker det ofta med C 10/20 och i delar av anläggningar med C 20/25. Kvalitén bestäms emellertid inte endast av hållfasthet utan även av beständighet, där en starkare betong samtidigt är tätare och därmed mera beständig. Vid husbyggnad och då speciellt i inomhus har man generellt inga problem med beständighet, varför man här relativt enkelt borde kunna variera hållfastheten. Det finns säkert också många andra applikationer.

Att minska hållfastheten är i sig inget självändamål utan det måste kombineras med att reducera mängden cementklinker i betongen. Detta kan ske genom att använda inerta filler eller puzzolaner.

Man kan även minska mängden cement genom att höja hållfastheten. I många bärande konstruktioner är egenvikten en viktig variabel. Genom att använda högpresterande och ultrahögprestarnde betong kan man få en lättare konstruktion vilket kan minska dimensionerna och i sig ge en cementbesparing.

Betongblandning

Det gäller att sätta ihop betongen på ett sådant sätt att den i det färska tillståndet har goda gjutbarhetsegenskaper och i det stelnade tillståndet har tillräcklig hållfasthet. I det färska tillståndet är även cement en partikel och det gäller att få ihop finpartikelmassan genom att optimera packningsgraden utan att fördärva den färska massans rörlighet. De nya högeffektiva superplasticerarna möjliggör att få in mera filler vilka i sin tur kan minska behovet av cement. Som försöken med ultrafiller visar så är sambandet mellan cementhalt/vct och hållfasthet inte längre så enkelt. En övergång till funktionskrav skulle underlätta proportionering med lägre cementhalt.

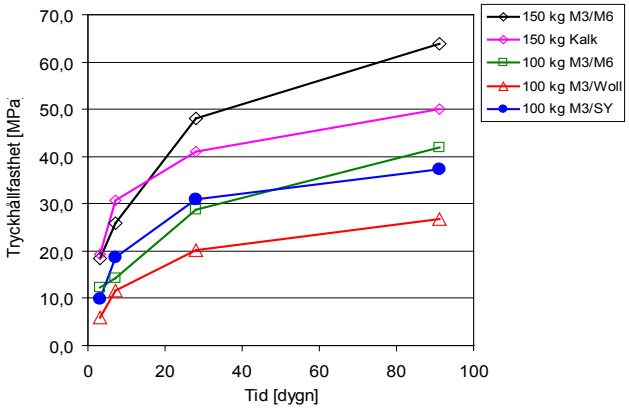
Ett problem är ballasten. Övergången från naturgrus till krossgrus kommer att ge problem då krossgruset har en flisigare och flakigare form vilket fordrar mera pasta för samma arbetbarhet (CBI-rapport 1:2008). Vi måste här lära oss att proportionerna på ett nytt sätt alternativt lära oss att krossa berg och klassificera krossprodukten på ett sådant sätt att partiklarna blir bättre fördelade och mera kubiska även i finfraktioner. Detta är ett arbete som pågår inom projektet ”krossballast” och som bedrivs både på CBI Betonginstitutet och Chalmers i samarbete med Cementa och övrig berörd industri.

Forskningsbehov

Branschen behöver se över de olika typerna av konstruktioner för att finna ut vad som är den optimal hållfasthetsklassen. För de konstruktionsdelar där man kan sänka hållfastheten gäller det att formulera en stabil betong med minimalt cementklinkerbehov. Optimalt utnyttjande av filler och då speciellt ultrafiller skulle hjälpa till.

I många applikationer där snabbt hårdnande inte är väsentligt bör man kunna använda betong baserat på reaktiva tillsatsmaterial. Man borde även inventera marknaden för andra lämpliga restmaterial som skulle kunna användas som ”inerta” eller aktiva filler. Exempelvis användes mald tegel redan av romarna som puzzolan.

Forskningen bör utreda vilka typer av vilka potentiella tillsatsmaterial som finns och testa dessa. Betong måste tillverkas med olika material i olika kombinationer. Produkten måste testas och deras effekt på egenskapsprofilen kvantifieras. Man måste antagligen även se över regelverket då detta ofta förhindrar nya produkter.



Effekt av ultrafina filler (Lagerblad & Vogt 2008). M6 (kvarts), Kalk, Woll (wollastonit) och Sy (nefelinsyenit) är ultrafina partiklar (< 5 µm i storlek). M3 är kvartsfiller i samma storleksordning som cement. Kg beteckning anger mängd cement (anläggning) per m³ betong (0-16 mm).

Nanosilikans accelererande effekt i portlandcement

Leif Fjällberg
leif.fjallberg@cbi.se

I Sverige finns två typer av cement, ett för anläggning och ett för husbyggnad. I viss mån kan man påverka reaktionshastigheten som styr tillstyvnad och hårdnande genom temperatur och malningsgrad (som är olika för de båda cementen) men för att optimera produktionen skulle man behöva fler styrmekanismer. När det gäller reaktionshastigheten måste man skilja mellan öppethållandetiden, dvs. den tid som betongen är gjutbar, och hur snabbt hårdnandet sker när de massiva cementreaktionerna väl startat (accelerationsperioden).

Dagens kommersiella acceleratorer innehåller olika typer av kalciumsalter men den mest effektiva – kalciumklorid – kan oftast inte användas pga. kloridjonerna. Effekten av kalciumjoner beror på att de hjälper till att påskynda uppbyggnaden av cementhydrater så att accelerationsperioden startar tidigare. Cementhydraten består emellertid även av silikajoner. Vid de undersökningar som genomförts vid CBI Betonginstitutet har det visat sig att även silikajonerna under vissa förutsättningar kan accelerera cementreaktionerna. Detta har påvisats med nanosilika som är silika med extremt liten partikelstorlek.

Flera resultat om tidig hydratation, styrande mekanismer och olika acceleratorer inklusive nanosilika finns i två nyutkomna CBI-rapporter, nr 2:2008 respektive nr 3:2008.

Nanosilika är kemiskt utfälld kolloidal kiseldioxid, SiO_2, med partikelstorlekar från 1 nm till 500 nm och är så små att de hålls i suspension i vattenlösning. Partiklarna består av ett amorft skal av SiO_2 med en hydroxylerad yta. I försöken nedan har en produkt från Eka Chemicals som heter Cembinder 50 (CB 50) använts. Medelpartikeldiametern är 5 nm och torrhalten i suspensionen är 15 %.

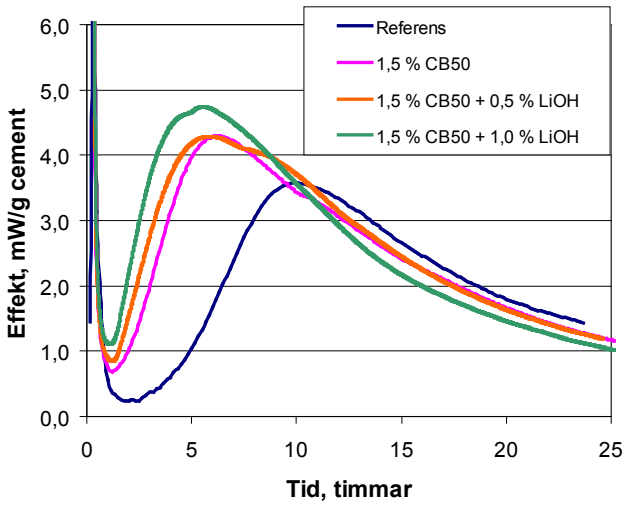
Kalorimeterförsök och röntgendiffraktionsanalys har utförts på cementpasta för att se hur de tidiga cementreaktionerna har påverkats. En isoterm kalorimeter har använts för att mäta den avgivna värmen då cementet reagerar. Under accelerationsfasen då cementet hårdnar fås en stor topp på värmeutvecklingskurvan. Ju tidigare toppen fås desto tidigare har huvudreaktionerna startat. Höjden på toppen och lutningen på kurvan är mått på reaktionernas intensitet.

Nanosilikan i sig har en accelerationseffekt som ökar med tillsats av alkalihydroxid antagligen beroende på att silikans löslighet ökar med ökande pH. I figur 1 ses effekten med 1,5 % CB 50 och varierande halter litiumhydroxid, LiOH. Även kaliumhydroxid, KOH, ger en accelererande effekt. Ett intressant faktum är att även vanligt silikastoft blir en accelerator om man med hjälp av alkalihydroxider höjer pH-värdet i betongblandningen. Alternativt fås med kalciumbaserade acceleratorer en ytterligare accelerationseffekt, figur 2.

För att se hur acceleratorerna påverkar de tidiga cementreaktionerna utfördes semikvantitativ röntgendiffraktion XRD, på några blandningar. Ur detta kan man få fram dels hur mycket av olika cementklinkermineral (alit = C_3S, belit = C_2S) som förbrukats, figur 3, dels hur mycket kristallin kalciumhyd-roxid ($Ca(OH)_2$) som bildats, figur 4. Från dessa diagram får man fram ett annat bevis på att nanosilika påskyndar cementreaktionerna. Diagrammen visar även att en förhöjning av pH genom tillsats av LiOH ytterligare påskyndar processen.

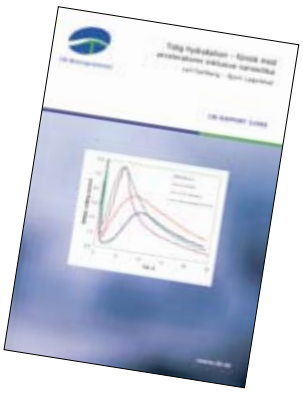
Tryckhållfasthetsutvecklingen för några betonger visas i figur 5. Snabbhärdande cement med vct 0,38 och värmeisolerade formar användes. Betongtemperaturerna steg till omkring 50°C. 2 % $CaCl_2$, 1,5 % CB 50 respektive 1,0 % CB 50 + 0,5 % LiOH gav en tryckhållfasthet på 33-35 MPa efter sex timmar. En kalciumnitratbaserad kommersiell accelerator gav 14 MPa och referensbetongen utan accelerator 3,6 MPa efter sex timmar.

Resultaten visar att nanosilika under vissa förutsättningar är en effektiv accelerator väl i klass med kalciumklorid. Effekten avtar emellertid vid lägre temperaturer och med anläggningscement som ger ett lägre pH (lågalkaliskt cement).

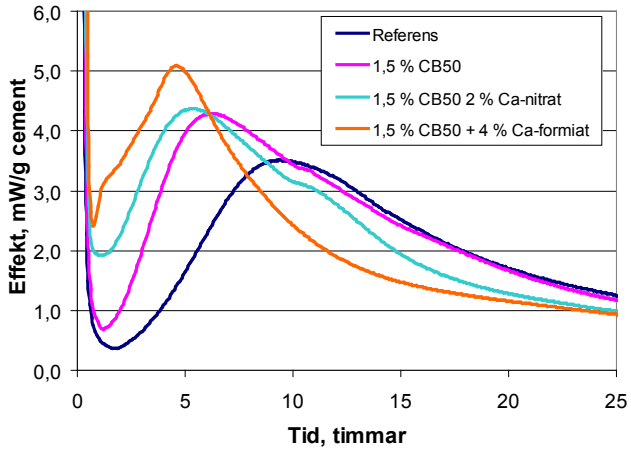


Figur 1. Värmeutvecklingen för nanosilika + olika halter LiOH.

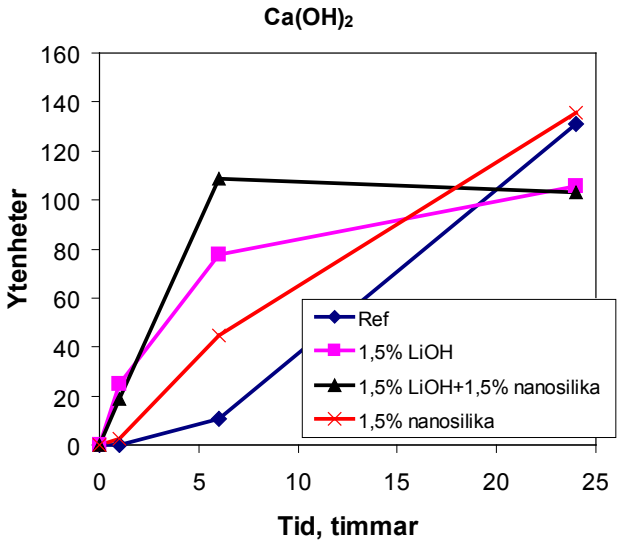
CBI rapport 3:2008, Tidig hydratation – försök med acceleratorer inklusive nanosilika.
Leif Fjällberg och Björn Lagerblad.
Beställ rapporten via 08.696 11 00 eller cbi@cbi.se.
Pris 400:- exkl moms och porto.



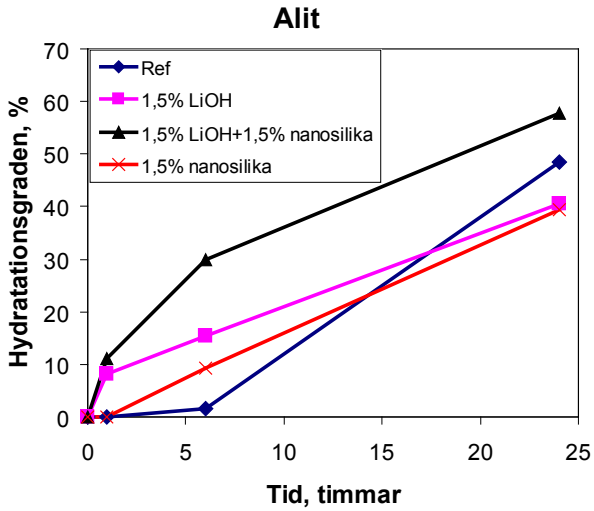
Se även sid 11 om CBI rapport 2:2008. Tidig hydratation – styrande mekanismer och modell.
Björn Lagerblad och Leif Fjällberg.



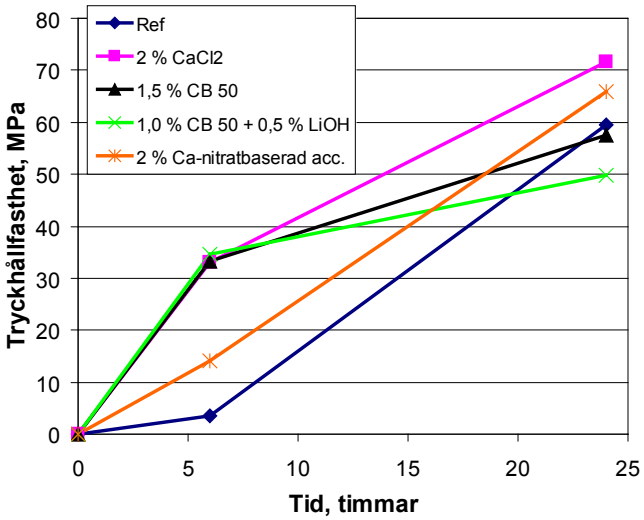
Figur 2. Värmeutvecklingen för nanosilika + kalcium-baserade acceleratorer.



Figur 4. Tillväxten av $Ca(OH)_2$ under det första dygnet av hydratationen.



Figur 3. Hydratationsgraden för alit (andel förbrukad) under det första dygnet.



Figur 5. Tryckhållfastheten för olika betonger under det första dygnet. Snabbcement och vct 0,38.

Kurser vår 2009 – vinter 2010

Gunilla Teofilusson
gunilla.teofilusson@cbi.se

Betongkurs Klass I *)
– Platsgjutning av betong
– Betongelementtillverkning
– Fabriksbetongtillverkning

Kursen pågår under två veckor. Första veckan är gemensam för alla inriktningarna och behandlar grunderna. Andra veckan genomförs separat och behandlar de praktiska tillämpningarna.

För vem / tid och plats / pris

Personer verksamma inom Platsgjutning av betong (P), Betongelementtillverkning (B) samt Fabriksbetongtillverkning (F).

16-20 mars och 30 mars-3 april 2009, Malmö (P).
9-13 och 23-27 november 2009, Stockholm (P+B).
30 nov-3 december och 14-18 dec 2009, Göteborg (P).
25-29 januari och 8-12 februari 2010, Stockholm (P+F).

25 100:- exkl moms.

Betongkurs Klass II *)
– Fabriksbetongtillverkning
I samarbete med SFF

För att kunna leda och övervaka tillverkning av fabriksbetong i tillverkningsklass II rekommenderar BBK Klass II-kompetens, vilket deltagaren erhåller efter avslutad kurs och godkänd skriftlig tentamen.

För vem / tid och plats / pris

Personer verksamma inom Fabriksbetongtillverkning.

2-6 mars och 16-20 mars 2009, Östersund.
14-18 september och 28 september-2 oktober 2009, Borås.

21 400:- exkl moms.

Betongkurs Klass II *)
– Platsgjutning av betong

För att kunna leda och övervaka platsgjutning av betong i utförandeklass II rekommenderar BBK Klass II-kompetens, vilket deltagaren erhåller efter avslutad kurs och godkänd skriftlig tentamen.

För vem / tid och plats / pris

Personer verksamma inom Platsgjutning av betong.

20-24 april och 7-8 maj 2009, Stockholm.
5-9 oktober och 22-23 oktober 2009, Stockholm.

17 600:- exkl moms.

Betongkurs Klass II *)
– Betongelementtillverkning

För att kunna leda och övervaka tillverkning av betongelement i tillverkningsklass II rekommenderar BBK Klass II-kompetens, vilket deltagaren erhåller efter avslutad kurs och godkänd skriftlig tentamen.

För vem / tid och plats / pris

Personer verksamma inom Betongelementtillverkning.

7-11 och 21-25 september 2009, Stockholm.

23 500:- exkl moms.

Uppdatering av betongkurs Klass I och II
– Platsgjutning av betong

Syftet med kursen är att ge en effektiv uppdatering avseende platsgjutning av betong i utförandeklass I och II. Vi tar upp nyheter inom regelverk, materialteknik och arbetsutförande.

För vem / tid och plats / pris

De som tidigare gått Betongkurs Klass I och/eller II – Platsgjutning av betong.

5-6 maj 2009 i Stockholm.

9 700:- exkl moms.

*) Kursen uppfyller de krav som Svenska Betongföreningens Råd för vidareutbildning formulerat.

Bergförstärkning samt reparation med sprutbetong
– behörighet för arbetsledare/ operatörer

Kursen är uppdelad på 2 x 3 dagar under våren 2009 i Stockholm respektive Älvkarleby.

Våren 2009, Stockholm/Älvkarleby..

21 300:- exkl moms.

Mer info på www.cbi.se.

Betongreparationer *)
– praktiskt inriktad kurs för operatörer, arbetsledare och beställare

Kursen tar bland annat upp allmän betong- och reparationskunskap, arbetsbeskrivningar, förbehandling, lagning med reparationsbruk och betong, regelverk, ytbehandling samt informerar om specialmetoder avseende reparation och förstärkning. Kursen avslutas med praktiska övningar samt en examination för de som behöver behörigheten.

För vem / tid och plats / pris

Operatörer och arbetsledare som ska utföra reparationsarbeten

23-26 mars 2009, Stockholm.

14 500:- exkl moms.

För vem / tid och plats / pris

Beställare av reparationsarbeten och övriga intresserade.

23-25 mars 2009, Stockholm.

11 900:- exkl moms.

Eurokod 2
– dimensionering av betongkonstruktioner

Större delen av Europa går inom en snar framtid över till att dimensionera byggnadsverk med de nya Eurokoderna. Man måste ha kunskap om dem för att kunna projektera i Sverige men kunskapen ger dessutom möjlighet att arbeta i utlandet. Denna kurs ger en översiktlig orientering i Eurokodsystemet och en grundlig genomgång av stora delar av Eurokod 2. Kursen tar upp en hel del exempel och innehåller många övningsuppgifter.

För vem / tid / pris

Konstruktörer och projektörer.

24-26 mars 2009, Stockholm.

14 300:- exkl moms.
(Standarden ingår)

Vattenbilning enl Bro 2004*)
– behörighet för operatörer och arbetsledare

Genomgången kurs och godkänd skriftlig tentamen ger operatörer och arbetsledare behörighet för arbete med selektiv vattenbilning på Vägverkets broar.

För vem / tid och plats / pris

Operatörer och arbetsledare för vattenbilningsarbeten. Även andra som inte behöver den formella behörigheten är välkomna.

11-14 maj 2009, Stockholm.

13 500:- exkl moms.

Betonggolv
– rekommendationer för projektering, materialval, produktion, drift och underhåll

Betonggolvet är ofta en hårt utsatt konstruktionsdel, där många krav ställs av varierande slag. Golvets funktionsduglighet beror på såväl rätt materialsammansättning som rätt projektering och produktion. Ett gott slutresultat underlättar drift och underhåll, men utan riktlinjer för drift och underhåll blir livslängden förkortad. Kursens innehåll grundar sig på Svenska Betongföreningens nya rapport med rekommendationer, från projektering till underhåll. Rapportens författare medverkar i kursen.

För vem / tid och plats / pris

Beställare, förvaltare, byggkonsulter, entreprenörer och betongtillverkare.

13-14 oktober 2009, Stockholm.

9 700:- exkl moms.

Undervattensgjutning enligt Bro 2004*)
– behörighet för arbetsledare, operatörer och provtagare. I samarbete med Vattenfall Research & Development AB

Genomgången kurs och godkänd skriftlig tentamen ger behörighet för undervattensgjutningar av Vägverkets konstruktioner. Kurslängd är fyra dagar för arbetsledare och provtagare och två dagar för operatörer.

För vem / tid och plats / pris

Arbetsledare, operatörer och provtagare för undervattensgjutningar.

Februari 2010, Älvkarleby.

17 800:- exkl moms.

Fler kurser finns inbokade för 2010. Mer information på www.cbi.se.

Information / Anmälan

Kontakta Maria Wirström,
08-696 11 07 eller kurs@cbi.se.
Anmälan kan göras via
www.cbi.se

Avisningsmedel för gator och vägar

Bertil Nyman
bertil.nyman@cbi.se

Vanligt vägsalt, natriumklorid, NaCl, har under många år använts som halkbekämpningsmedel både i Sverige och i andra länder. Av miljöskäl vill man nu minska mängden natriumklorid som sprids utanför gator och vägar vid saltning av farbanor. Många olika kemikalier, varav de flesta är verksamma vid lägre temperatur än vanligt vägsalt, har testats med varierande resultat.

Underlaget för denna artikel utgörs till största delen av ett uppdrag, med egna försök och litteraturstudie om effekter av CMA på betong, som CBI har utfört på uppdrag av Trafikkontoret Stockholm och en litteraturgenomgång utförd av VTI, Rapport 569.

CMA

Det finns ett uttalat intresse för alternativa kemiska halkbekämpningsmedel. I Sverige används nästan uteslutande NaCl för kemisk halkbekämpning. Litteraturstudien om kalcium magnesium acetat (CMA = $Ca_xMg_y(CH_3COO)_{2(x+y)}$) täcker artiklar och rapporter som sträcker sig från 1988 till 2008. Det finns påstående från industrisidan att CMA är mindre skadligt för betong än andra kemiska halkbekämpningsmedel, framförallt NaCl. CMA används i stor utsträckning i USA och Kanada. Därifrån kommer de flesta undersökningar av dess påverkan på metallkorrosion och betong. Det finns en svag konsensus när det gäller CMA's effekt på betong. Man uppskattar att priset för CMA är ca 15 ggr högre än för NaCl.

Hur fungerar CMA?

Vad kan hända om CMA påförs en betong? Man antar att kloridjoner är tillgängliga. En förklaring till den reaktionen beskrivs i nästan alla publikationer. Brucite $Mg(OH)_2$ ersätter $Ca(OH)_2$ i porvattnet och bildar M-S-H. Om Cl-joner finns tillgängliga då sker det en reaktion mellan Cl och Mg och bildas $MgCl_2$ vilket reagerar vidare med C-S-H i cementpastan och producerar ett "icke-cement" M-S-H och $CaCl_2$. Cl-tillgänglighet ökar risken för korrosion av armeringen. M-S-H tenderar att bilda sprickor, krympning och friläggning av ballastkorn. Detta leder till viktminskning och minskad hållfasthet.

Granskningen av litteraturen pekar på att:

- CMA kan vara något mindre korrosivt mot armering än NaCl.
- Flera studier visar att CMA är mindre skadligt för utspjälkning av betong än NaCl.
- Några studier visar att CMA har större skadlig effekt på betong.
- Koncentration av CMA, temperatur och betongens kvalitet av gör skadlig verkan på betong.
- Högre temperatur (20ºC) leder till en snabb nedbrytning av betong.
- Upplösning av cementpastan ökar med ökad temperatur (snabb i 20ºC, mycket långsam i 5ºC).
- Hög Mg-halt i CMA ger större smälttemperatursänkning.
- Japanska studier visar att CMA ökar frystemperaturen. Detta leder till att volymen av fryst vatten ökar vilket orsakar större expansion i jämförelse med NaCl.
- Svenska studier visar att CMA orsakar expansion upp till 15 mm/m utan sprickor.
- Högre CMA-koncentration ger värre skador. $Ca(OH)_2$ förbrukas. Skadorna visar sig som delaminering i matrixytor.
- En studie i Kanada (Ministry of Transportation of Ontario) visade att en betong av bra kvalité motstår nedbrytning orsakad både av NaCl och av CMA. Kvalitetsberoende!
- Prover behandlade med CMA får ett lager av $Mg(OH)_2$ på ytan som orsakar upplösning av cementpastan.
- Tillgänglighet av Mg-joner i betong (från ballast eller tillförda joner från CMA eller $MgCl_2$) verkar skadligt för betongens hållfasthet.
- Ettringithalten i betong minskar troligen på grund av pH-sänkning genom brucitebildning, $Mg(OH)_2$.
- Studier med fokus på mikrostruktur och mineralogi (SEM och ljusmikroskopi) visar att CMA leder till att ballastkorn lossnar. CMA bildar brucite i porer och i ballastkontakter vilket leder till mekanisk nedbrytning.
- ASR: Acetat- och formatsalter verkar extremt nedbrytande på betongytor pga. alkalisilika re aktioner. Acetat ökar upplösning-

en av portlandit i cementpastan. Mekanismen är följande:
  • överskott av alkaliska joner
  • fria OH-joner pga ökad upplösningsförmåga av $Ca(OH)_2$.
– Svenska studier av frys-tö för CMA-behandlad betong visade att CMA inte var mer skadligt än NaCl. Man tittade inte på kemisk stabilitet bara på de mekaniska skadorna.
– CMA är mycket dyrare än NaCl.

Michigan Tech Transportation Institute skriver i rapport SD2002-01-X: ”Siloxaner och silaner fördröjde effektivt det kemiska angreppet från avisningsmedlen och på så sätt reducerades den observerade nedbrytningen. Siloxaner syntes generellt vara effektivare än silaner men båda var effektiva och borde tas med som en underhållsstrategi”. CBIs undersökning bekräftar att silanbehandling fördröjer det kemiska angreppet från CMA.

Sammanfattningsvis är CMA skadligt för betong av dålig kvalitet och i högre temperaturer. Man har inga data som visar hur den långsiktiga effekten av CMA är och det bör undersökas hur CMA påverkar ASR.

Litteraturstudier visar bl.a. att under fasövergången från flytande till fast fas, eller tvärt om, bildas en slurry hos de flesta halkbekämpningskemikalierna. Slurryn medför en ganska kortvarig minskning av friktionskoefficienten för de flesta av de undersökta kemikalierna.

VTI skriver bl.a. följande i sin rapport: ”Bland kemikalierna redovisas ett flertal flytande produkter som är avsedda att användas för förebyggande halkbekämpning eller för befuktning av konventionella halkbekämpningsmedel såsom salt eller vägsalt. Även om inte sammansättningen av alla produkter har specificerats tycks en gemensam nämnare vara att de innehåller oorganiska salter, t.ex. natriumklorid, kalciumklorid eller magnesiumklorid, gärna i kombination samt korrosionshämmande tillsatser, ofta i form av organiska ämnen. Det framhålls främst två egenskaper hos dessa produkter nämligen den minskande korrosionen och att medlen är verksamma vid lägre temperatur än vanligt vägsalt”.

Enligt Göran Gabrielsson, Svevia, kan en blandning av socker och salt sänka fryspunkten med ytterligare 10ºC jämfört med enbart NaCl. Försök med hyfsade resultat har utförts. Socker kan inte smälta snö eller is men kan förhindra plötslig tillfrysning. Vägverket har även utfört försök med urea men den är dyr och luktar illa.

CBI drar följande slutsatser:
– Betongytor som kommer i kontakt med CMA bör hydrofoberas.
– CMA bör inte användas när betongytans temperatur är högre är +5ºC vilket innebär att CMA bör tas bort tidigt på våren.

Bild 1. Prov 3:6 (ej impregnerad) och prov 4:12 (impregnerad) från markplattor efter ett år i 48 % CMA-lösning.

Bild 2. Prov 37 och 44 (ej impregnerad) och prov 10 (impregnerad) från kantbalk efter ett år i 48 % CMA-lösning.

Självkompakterande betongs stabilitet

Mikael Westerholm
mikael.westerholm@cbi.se

Det blir allt vanligare att betong med lös konsistens används vid betongbyggande. Vid användning av betong med lös konsistens ställs högre krav på att den proportionerats omsorgsfullt så att separation undviks. Detta gäller i synnerhet självkompakterande betong (SKB) där det är viktigt att flytförmågan är tillräckligt stor så att den kan gjutas utan att något arbete behöver tillföras, genom t.ex. vibrering. För gjutningar där det krävs stora flytsättmått (> 700 mm) för att nå bra gjutresultat är det inte ovanligt att betongen balanserar på gränsen mellan stabilitet och separation. I dessa fall är det extra viktigt att betongens stabilitetsgräns etablerats.

En nyligen utförd litteraturstudie om SKB:s stabilitet visar att stabiliteten är en viktig egenskap som engagerar forskare världen över [1]. Det märks inte minst i det stadigt ökande antalet föredrag/artiklar som berört ämnet vid de RILEM-konferenser och nordamerikanska konferenser inriktade mot SKB som avverkats sedan starten för 10 år sedan. SKB:s stabilitet delas normalt in i statisk respektive dynamisk stabilitet, där den tidigare avser betongens förmåga att förbli homogen vid vila medan den förra är dess förmåga att förbli homogen under gjutprocessen, t.ex. vid pumpning, passage genom tät armering, dvs. när den är i rörelse.

Flytgränsspänningen, den plastiska viskositeten, graden av tixotropi, och graderingseffekten (lattice effect) är viktiga faktorer som påverkar SKB:s stabilitet. En betongs flytgränsspänning är ett resultat av både flockulering av finpartiklar (cement och andra partiklar i mikrometerstorlek) och mekanisk låsning av grövre ballast. Den struktur som detta resulterar i bidrar till att förhindra ballastens sedimentation. I SKB är flytgränsspänningen låg vilket ökar risken för stensedimentation. För varje betongsammansättning finns det en kritisk flytgränsspänning där separation uppstår. Ett flertal forskare har etablerat stabilitetskriterier som beskriver den kritiska ballaststorlek (D_c) över vilken sedimentation sker i betongens pastafas. Stabilitetskriteriet kan sammanfattas i:

$$D_c = K_0 \frac{\tau_0}{\Delta\rho g}$$

där K_0 är en stabilitetskonstant, τ_0 är pastafasens flytgränsspänning och $\Delta\rho$ densitetsskillnaden mellan ballasten och pastafasen.

Den plastiska viskositeten är inte avgörande för om betongen är stabil eller inte utan styr snarare hur fort ballasten separerar om flytgränsspänningen är för låg. Sedimentationshastigheten brukar beskrivas med Stokes lag:

$$U_s = \frac{2a^2}{9\mu}(\rho_p - \rho_l)g$$

där a är partikelradien, μ är viskositeten och ρ_p och ρ_l är partikelns respektive vätskans densitet. I SKB där det är önskvärt med mycket stora flytsättmått (800 mm) är det inte ovanligt att ballastens D_{max} begränsas till 8 mm jämfört med normala 16 mm. Detta gör att sedimentationshastigheten minskar väsentligt vid eventuell separation.

Tixotropi bidrar till bättre statisk stabilitet. Egenskapen innebär att en sammanhållande struktur, som kan bära upp ballasten, byggs upp när betongen hamnar i vila. Så kallade viskomedel är ofta tixotropiskapande och anses förbättra självkompakterande betongs stabilitet och även robusthet.

Med graderingseffekten menas att underliggande ballastfraktioner som är stabila i pastafasen bidrar till att bära upp grövre ballastkorn och på så sätt förhindrar sedimentation. Detta förklarar delvis varför det är gynnsamt att använda ballast med kontinuerlig gradering framför ballast med partikelsprång. Genom att välja en bra ballast finns det mycket att vinna i stabilitet.

Litteraturstudien visar att det fortfarande finns kunskapsluckor att fylla när det gäller SKB:s stabilitet. Därför kommer CBI Betonginstitutet även fortsättningsvis att bedriva forskning om SKB:s stabilitet inom ett nystartat projekt som syftar till att klargöra stabilitetsmekanismerna samt studera inverkan av olika tillsatsmedel och tillsatsmaterial.

[1] Westerholm, M.: ”Självkompakterande betongs statiska stabilitet”, Projektrapport, 2008, CBI Betonginstitutet.

Informationsdagen 12 mars

Hur säkerställer vi rekryteringen av goda tekniker till byggsektorn? Kan vi utnyttja betong som koldioxidsänka? Ger en ökad andel tillsatsmaterial tillräckligt bra betong för att vi skall kunna utnyttja miljövinsten? Vet vi mer om hur vi skall kunna ersätta naturgrus med krossat berg i betong? Kan man utnyttja betongkonstruktioner längre genom att räkna på deras livslängd? Vad händer med Slussen i Stockholm? Vilka är vinsterna av impregnering av betong och natursten? Hur utnyttjar man natursten i det uthålliga byggandet? Fungerar självkompakterande betong i det uthålliga betongbyggandet?

Frågorna är många och behandlar en rad olika aspekter på uthållig utveckling inom betong och bergmaterial. Om Du väljer att delta i CBI Betonginstitutets informationsdag den 12 mars kommer Du att få många svar men kanske även uppslag till nya frågor, funderingar och idéer. Vill Du diskutera dem med CBI:arna eller andra kollegor finns ett utomordentligt tillfälle efter eftermiddagens sessioner då bussar tar alla deltagare till institutets stockholmskontor på Drottning Kristinas väg där grupperna visar sina verksamheter, en buffé står uppdukad och möjligheterna till mingel är obegränsade.

Varmt välkommen till vår informationsdag. Anmälan senast 2 mars på www.cbi.se.

Johan Silfwerbrand

Ny CBI rapport

Tidig hydratation – styrande mekanismer och modell

Björn Lagerblad och Leif Fjällberg

Betong har olika stadier som sätter krav och tidsbegränsningar på cementhydratationen. Först skall ballast, cement och vatten blandas, därefter skall betongen i flytande tillstånd transporteras ut på plats och gjutas varefter den skall stelna och bli hård.

För att förstå vad som händer måste man se på kemin i mikroskala. När cement blandas med vatten så bildas ett skal av hydrat vilket hindrar nytt vatten att nå ytorna varför reaktionerna avstannar. Detta medför att man får en kemisk viloperiod under vilken betongen kan gjutas. Efter en stilleståndsperiod så sätter plötsligt massiva reaktioner igång vilket medför att betongen först stelnar och sedan hårdnar. Det problem som rapporten behandlar är att bättre belysa varför man plötsligt får igång reaktionerna igen och vad som styr tidsförloppet och intensiteten under accelerationen.

I svepelektronmikroskop kan man i samband med accelerationsperioden observera att det bildas en spalt mellan tidiga hydrat och cementkornen (se foto på omslaget). Detta medför att vatten åter kommer i kontakt med cementet. Ett kemisk problem att förstå är varför det inte nu bildas ett nytt spärrskikt. Spalten förblir intakt och hydraten avsätts på utsidan. Denna process verkar ibland fortsätta tills man får ett hålrum med formen av ett cementkorn.

Försök visar att för att accelerationsperioden skall starta så behöver det tidiga skalet en viss tjocklek. Dessutom måste skalet ha sådana egenskaper att inte bara kalciumjoner utan även silika- och aluminatjoner kan passera genom det och inte åter spärra reaktionerna. Observationer tyder på att accelerationsperioden börjar när skalet har blivit ett membran.

Den mekanism som föreslås är att den exoterma cementreaktionen ger en övermättnad på kalcium- och silikajoner. Denna övermättnad i sin tur ger en jondiffusion genom membranet vilket gör att även silikan förblir i jonform och kan diffundera ut. Uppbyggnaden av skalet till ett membran påskyndas om man tillför kalciumjoner eller silikajoner till porlösningarna. Hur dessa och andra acceleratorer inverkar på cementreaktionen finns redovisade i CBI rapport 3:2008, se artikel sid 4.

De olika fenomenen och olika modeller är beskriva i rapporten. Förståelsen av dessa fenomen är fundamentala när det gäller att styra betongens egenskaper för optimal betonggjutning.

Björn Lagerblad

Beställ CBI rapport 2:2008,
08-696 11 00 eller cbi@cbi.se.
Pris 400:- exkl moms och porto.

Synpunkten

Gör bästa möjliga av lågkonjunkturen!

Börsåret 2008 var det sämsta någonsin, t.o.m. sämre än börskraschens år 1931. Vi har genomlevt en tung höst med kriser inom i första hand bank och finans samt verkstadsindustri men även inom vår egen byggsektor har varslen varit många till följd av att bostadsbyggandet nästan avstannat helt. Finns det något man kan göra för att vända utvecklingen?

EU och regeringar gör vad de kan. Vi har sett många stora statliga satsningar och fler lär komma. En hel del av detta kommer även byggsektorn att få glädje av; lägre räntor, ökade infrastrukturinvesteringar, skattelättnader, ROT-avdrag och ökade anslag till forskning är några exempel i vårt land.

Före kriserna var hållbarhet och uthållighet de verkliga modeorden. Jag menar att det inte minst är i lågkonjunktur som vi måste vara uthålliga. Vårt land har varit befolkat sedan den senaste istiden drog sig tillbaka och mänskligt att döma bör människor kunna leva här ända till nästa istid. Här har byggsektorn en mycket stor fördel framför andra sektorer. Fordonsindustrin kan helt försvinna från Sverige på samma sätt som varvsindustrin försvann på 1970-talet, men den byggda miljön kommer alltid att behöva förvaltas och förnyas. När regeringen nu satsar extra på infrastrukturen är det viktigt att vi bygger med god kvalitet och med lång livslängd. Priser och räntor är lägre än vanligt och därför kostar det mindre att välja en lösning vars byggkostnad är litet högre men hållbarheten väsentligt längre. Här kommer betongen in. Vi vet t.ex. att betongvägar är litet dyrare att bygga än asfaltvägar men de håller å andra sidan längre. Öka därför andelen betongvägar. Speciellt konkurrenskraftiga är betongvägar i tunnlar där egenskaper som slitstryka och obränbarhet är extra viktiga. Statsministern framhöll nyligen att vi bör satsa svenskt, cement producerar vi själva, men den olja som ger asfalt måste vi importera.

Det är vidare viktigt att en rejäl del av infrastruktursatsningarna gått till underhåll och reparation. Exempelvis är flertalet av våra broar från 1960-talet och ofta i starkt behov av reparation. Reparation och underhåll ger också fler arbetstillfällen än nyproduktion. ROT-avdragen kommer att ge skjuts åt villaägarna, förhoppningsvis kommer även andra fastighetsägare att kunna passa på att reparera och underhålla nu när man kan få bättre priser. Oppositionen föreslår ROT-avdrag också för flerfamiljshus.

En annan viktig fråga är nyrekryteringen till vår sektor. Här har alla vi företagare ett stort gemensamt ansvar. Vi får inte upprepa misstagen från 1990-talet då flera årskullar lämnade bygg för IT och andra sektorer. Pensionsavgångarna är lika många och skall vi kunna tillgodose samhällets behov då lågkonjunkturen är slut måste vi behålla de unga och duktiga och rekrytera dem som nyutexamineras. Försök att övertyga styrelser och aktieägare om behovet av att uthålligt satsa på det s.k. humankapitalet. Om kassaskrinet inte är helt tomt, passa på att vidareutbilda medarbetarna. Sedan förra lågkonjunkturen har mycket ny kunskap utvecklats inom byggsektorn inte minst inom betongområdet. Nu finns i alla fall tid för att hämta in dessa kunskaper. Finns det någon alternativ investering som är mer lönsam?

Johan Silfwerbrand

Notiser

Nya medarbetare

Maritta Ivert arbetar halvtid som ekonom med placering i Stockholm.

Per Malmback, ingenjör i gruppen Provning och kontroll med placering i Borås. Per arbetar inom områdena provning, utredning och besiktning.

Ida Dahlqvist är ingenjör och arbetar i gruppen Provning och kontroll med placering i Borås. Ida arbetar inom området provning, i första hand med ballast.

Magnus Döse, geolog i gruppen Material med placering i Borås. Arbetar inom områdena mikrostruktur och bergmaterial.

På deltid arbetar dessutom Britt-Louise Eriksson-Åberg och Masahiko Nogushi från Ädelmetallskontrollen vid SP, som extra resurs i gruppen Provning och kontroll med placering i Stockholm.

Välkomna till CBI!

CBI:s intressentförening

Höstmöte

Höstmöte ägde rum den 22 oktober 2008 och samlade ett rekordstort deltagarantal – 29 deltagare från 23 medlemsföretag exklusive tio CBI:are. Temat för höstmötet var som vanligt ”Fråga CBI” vilket innebär att det är medlemsföretagen som bestämmer innehållet. Denna gång svarade CBI:arna på 16 olika frågor. De behandlade ett mycket vitt spektrum av betongtekniken, t.ex. frostbeständig betong, krossballastbetong, genomskinlig betong, vattenbilning över vattendrag, tysta och ljusa betongbeläggningar samt betongbehållare för oljelagring i Mellanöstern.

Årsmöte

Årsmöte hålls onsdagen den 11 mars kl 14. Utöver sedvanliga och korta årsmötesförhandlingar kommer vi att bjuda på ett tekniskt program med föredrag om beständighet hos betong med olika tillsatsmaterial, institutets provnings- och kontrollverksamhet, köldbryggor i betongkonstruktioner samt hur påverkas betong påverkas av CMA som alternativ till vanligt vägsalt.
Om du tycker att programmet låter intressant men inte är medlem i instressentföreningen, ring föreningens ordförande Evert Sandahl, 08-564 102 15 eller sekreterare Johan Silfwerbrand, 08-696 11 01- för mer information.

CIR:s internationella certifikat till CBI:are

Vid Brobyggardagen i Göteborg den 26 januari 2009 erhöll *Katarina Malaga* CIR:s internationella certifikat. Certifikatet tilldelas personer i byggbranschen som via sina akademiska meriter och arbetslivserfarenheter visat sig välmeriterade inom internationella projekt. CIR är en organisation som samordnar den svenska verksamheten inom de internationella organisationerna CIB, IABSE och RILEM.

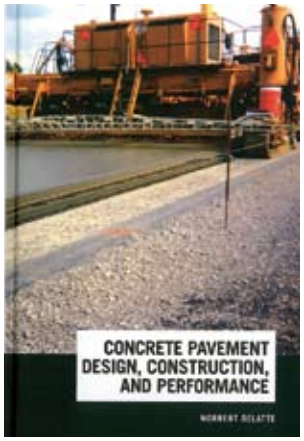
CBI har fått nya anslag

Formas har beviljat en av institutets ansökningar. Det gäller projektet ”Modellering av inverkan av ballastens egenskaper på den färska betongens egenskaper genom studier med numerisk strömningsmekanik” med *Björn Lagerblad* som sökande och *Annika Gram* som tänkt utförare. Projektet är 3-årigt.

Vinnova har beviljat en ansökan i en utlysning som riktar sig till kvinnliga forskare. Medlen går till *Katarina Malaga* för ett projekt om icke-förstörande provning i samarbete med BAM i Berlin. Projektet kommer att sysselsätta henne på halvtid under två år.

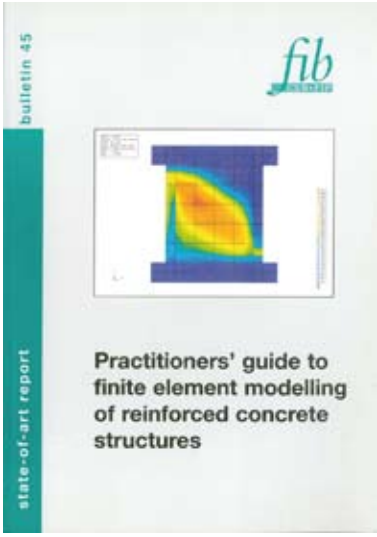
Vägverket har beviljat ett anslag till VTI och CBI Betonginstitutet (*Urban Åkesson*) för ett projekt med titeln ”Energieffektivt utnyttjande av bergmaterial i väglinjen – optimering och implementering av nya förundersökningsmetoder”. Projektet löper under 3 år.

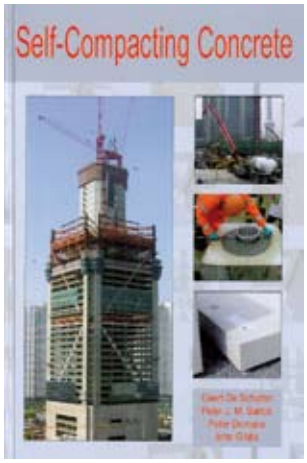
Biblioteket



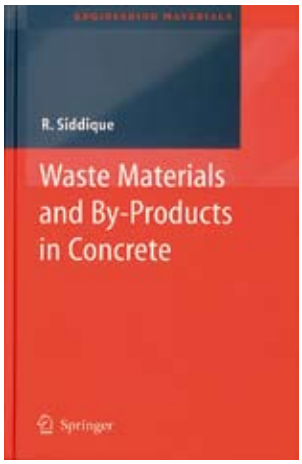
Concrete Pavement Design, Construction and Performance
Delatte, Norbert J.
London: Taylor & Francis, 2008. XIV, pp 372.
ISBN10 0-415-40970-5
ISBN13 978-0-415-40970-4
www.taylorandfrancis.com

Practitioners' Guide to Finite Element Modelling of Reinforced Concrete Structures
fib Bulletin 45, State-of-art report.
Lausanne: International Federation for Structural Concrete (fib), 2008. VI, pp 337.
ISBN: 978-2-88394-085-7
http://fib.epfl.ch





Self-Compacting Concrete
De Schutter, Geert et al.
Dunbeath: Whittles; Boca Raton: CRC, 2008.
XV, pp 296.
ISBN: 978-1904445-30-2 (Whittles)
978-1-420-06833-7 (CRC)
www.whittlespublishing.com



Developments in the Formulation and Reinforcement of Concrete
Mindess, Sidney.
Cambridge: Woodhead; Boca Raton: CRC Press, 2008. XIV, pp 294.
ISBN 978-1-84569-263-6 (Woodhead)
978-1-4200-7609-7 (CRC)
www.woodheadpublishing.com

Waste Materials and By-Products in Concrete
Siddique, Rafat.
Berlin: Springer, 2008. XVI, pp 413.
ISBN: 978-3-540-74293-7
www.springer.com

Konferenskalender

2009

12 mars
CBI Betonginstitutets informationsdag, Stockholm.
www.cbi.se

15-19 mars
ACIs vårkonvent, San Antonio, Texas, USA.
www.concrete.org

13-17 april
MRS Spring Meeting, San Francisco, USA.
www.mrs.org/spring2009

27-29 april
3rd Int. Conference on Concrete & Development, Teheran, Iran.
www.bhrc.ac.ir

31 maj-2 juni
3rd Int. Symp. on Nanotechnology in Construction, Prag, Tjeckien.
www.fsv.cvut.cz

3-4 juni
Concrete in Aggressive Aqueous Environments – Performance, Testing and Modelling, Toulouse, Frankrike.
www-lmdc.insa-toulouse.fr

17-19 juni
4th Int. Conf. on The Concrete Future, Coimbra, Portugal.
www.cipremier.com

22-25 juni
3rd Int. Conference on Concrete Repair, Padua, Italien.
www.concret-solutions.info

22-24 juni
fib Symposium Concrete; 21st Century Superhero – Building a Sustainable Future, London, England.
fiblondon09.com

19-21 augusti
RHEO-Iceland 2009
RILEM Int. Symp. on ”Rheology of Cement Suspension such as Fresh Concrete”, Reykjavik, Island.

7-9 september
Concrete Life’9; 2nd Int. RILEM Workshop on Concrete Durability and Service Life Planning, Haifa, Israel.
www.rilem.net

13-16 oktober
CANMET/ACI Int. Conference on Superplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete, Sevilla, Spanien.
www.canmet.org

18-21 oktober
9th Int. Conference on Concrete Block Paving, Buenos Aires, Argentina.
www.iccbp2009.com

15-18 november
Corrosion & Prevention, The Management of Infrastructure Deterioration, Coffs Harbour, Australien.
www.corrosion.com.au

17-18 november
Betongfeber, Stockholm
www.betong.se

2010

3-5 maj
IABSE Codes in Structural Engineering, Developments and Needs for International Practice, Cavtat, Kroatien.
www.iabse.org

29 maj-2 juni
fib 3rd Int. Congress and Exhibition in Corporating the PCI Annual Convention and Int. Bridge Conference, Washington, D.C., USA.
www.fib2010washington.com

7-9 juni
6th Int. Conf. Concrete under Severe Condition, Environment & Loading, Mérida Yucatán, Mexico.
www.consec10.com

20-22 september
SCC 2010; 6th Int. RILEM Symposium on Self-Compacting Concrete – 4th North American Conf. on the Design and Use of SCC, Sherbrooke, Kanada.
www.scc2010.usherbrooke.ca

10-15 oktober
11th Int. Symposium on Concrete Roads, Sevilla, Spanien.
www.2010concreteroads.org

(Med reservation för eventuella felaktigheter i källmaterialet)

B SVERIGE PORTO BETALT

Har du inte fått CBI-nytt tidigare men vill läsa den 2 gånger om året i forsättningen? Får du redan CBI-nytt men har bytt adress?
Använd talongen och faxa/skicka till
CBI Betonginstitutet, CBI-nytt,
100 44 Stockholm, Fax: 08-24 31 37 eller
e-post: maria.wirstrom@cbi.se

Namn _____

Företag _____

Adress _____

Postnr/ort _____

e-post _____

Vid adressändring vänligen uppge även gamla adressen.

_____

_____

CBI:s INTRESSENTFÖRENING

FINANSIÄRER AV CBI:s GRUNDFORSKNING

- Abetong AB
- Betongindustri AB
- Cementa AB
- AB Färdig Betong
- AB Strängbetong
- Swerock AB

ÖVRIGA MEDLEMMAR

- Banverket
- BASF Construction Chemicals Sweden AB
- Bekaert Svenska AB
- Benders Sverige AB
- Cemex AB
- Conjet AB
- Conmat AB
- EKA Chemicals AB
- FB Engineering AB
- AB Finja Betong
- MinFo
- Modern Betong AB
- NFM Flytgolv AB
- Nordform Mark- & VA-system
- Nordkalk AB
- Parkering Malmö
- Ramböll Sverige AB
- SABO AB
- SIKA Sverige AB
- SMA Karbonater AB
- SSAB Merox
- Stenindustrins Forskningsinstitut AB
- Sto Scandinavia AB
- AB Stockholmshem
- Stockholms stad; Trafikkontoret
- Svevia AB
- Trion Tensid AB
- Tyréns AB
- Vattenfall AB
- WSP Sverige AB

Årsmötet äger rum 11 mars kl 14.00 på CBI i Stockholm

CBI Betonginstitutet

100 44 Stockholm
Tel: 08-696 11 00
Fax: 08-24 31 37
www.cbi.se

c/o SP, Box 857, 501 15 Borås
Tel: 010-516 50 00
Fax: 033-41 60 12
cbi@cbi.se

ingår i SP-koncernen