

Dansk Betondag 2004

Hotel Svendborg, Fyn
23. september 2004



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Restprodukter i beton

Akademiingeniør
Dorthe Mathiesen

Teknologisk Institut, Beton
Gregersensvej, Postboks 141, 2630 Taastrup
Telefon 72 20 22 05, Telefax 72 20 23 73
e-mail: dorthe.mathiesen@teknologisk.dk, www.teknologisk.dk

I Danmark er der en lang og god tradition for at anvende restprodukter som en del af bindemidlet i beton, hvilket flyveaske og mikrosilica er gode eksempler på. Der dukker endvidere ofte nye restprodukter op, som kan være interessante i betonsammenhæng.

Tilsætning af restprodukter til beton er imidlertid et kontroversielt emne. På den ene side ønsker vi ikke, at beton ender som en skraldespand for alskens affald. Der er frygt for, at det kan give miljøproblemer på betonfabrikken, på byggepladsen og på sigt ved genanvendelse af betonen. Og dette indbefatter en risiko for, at det skader betonens i forvejen blakkede image. Men på den anden side kan betonen afhjælpe et samfundsproblem ved at aftage restprodukter samtidig med, at det er økonomisk attraktivt for producenterne at anvende disse produkter og at betonkvaliteten ikke forringes derved.

I de seneste år er der arbejdet intensivt på mange fronter for at bringe forskellige restprodukter i anvendelse, herunder samfyringsasker, slammaske, stenmel og glasfiller. I det følgende beskrives den fremgangsmåde, der er anvendt ved undersøgelse af disse restprodukters egnethed i beton.

Er de mekaniske egenskaber af beton med restprodukter anderledes end konventionel betons?

I Grøn Beton projektet blev en lang række betoner med restprodukter udsat for et gennemgribende forsøgsprogram. Betonerne i dette projekt er nok nogle af de bedst dokumenterede nogensinde i Danmark, hvad angår de mekaniske egenskaber. Herunder blev der udført forsøg mht.

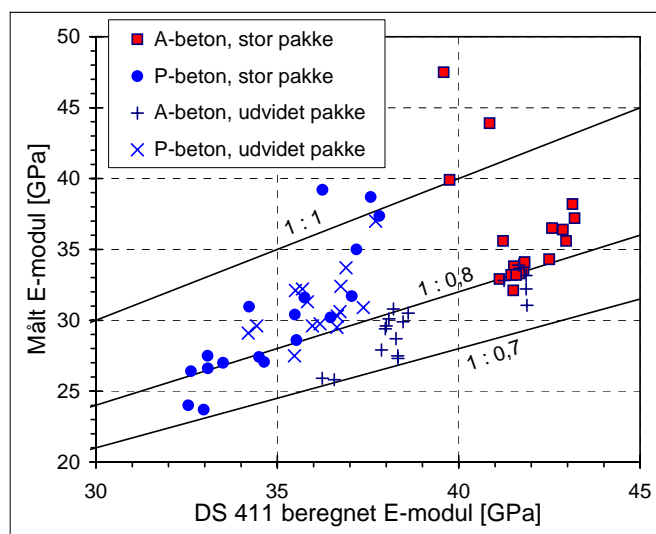
- trykarbejdskurver, styrke og stivhed
- spaltetrækstyrke
- temperaturudvidelseskoefficient
- svind
- udmattelse
- krybning
- forankringsevne
- bøjningsopførsel af slapt armerede bjælker
- forskydningsbæreevne af slapt armerede bjælker
- instabilitet af slapt armerede søjler
- opførsel under brandtemperaturer.

Konklusionen fra disse undersøgelser (og en af Grøn Beton projektets hovedkonklusioner) er, at betoner med restprodukter ikke opfører sig mekanisk eller konstruktivt synderligt anderledes end traditionelle betoner [1].

Men undersøgelserne gav også en indikation af, at nogle af de beregningsforudsætninger der ligger til grund for normgrundlaget i DS 411:1999, burde underkastes en revision. For eksempel er begyndelses E-modulet, betegnet E_0 i DS 411, angivet som funktion af betonens trykstyrke. En sammenligning mellem de målte trykstyrker og begyndelses E-moduler viser en klar tendens til, at DS 411 overvurderer E_0 i forhold til de målte værdier. Dette gælder både for de grønne betoner og referencebetonerne. Den direkte konsekvens af at overvurdere betonstivheden i en designsituation er, at nedbøjning og revnevidder risikerer at overskride de funktionskrav, der er opstillet.

Det ses af figur 1, at målingerne generelt ligger på ca. 80% af den værdi, der forudsiges af DS 411. Hertil skal det dog siges, at sammenhængen mellem trykstyrke og E-modul generelt er behæftet

med en ikke ubetydelig forsøgsusikkerhed. DS 411 reducerer desuden E-modulen med 25%, når der regnes nedbøjninger og revnevidder i anvendelsestilstanden, hvorved normen tager hensyn til forsøgsusikkerheden på en lidt bagvendt måde.



Figur 1: Sammenhæng mellem beregnet og målt begyndelses E-modul. Hvert datapunkt svarer til et arbejdsurveforsøg

Hvordan vurderes nye restprodukters egnethed i beton ?

Slettet: ¶

Grøn Beton projektet viste altså, at meget forskellige betonsammensætninger med restprodukter ikke resulterer i væsentlige forskelle mht. konstruktive egenskaber. Ud fra disse erfaringer er det derfor i mange tilfælde nu tilstrækkeligt at gennemføre mere begrænsede undersøgelser for at vurdere restprodukters egnethed i beton.

Der blev i Grøn Beton projektet udarbejdet en anvisning i, hvorledes nye restprodukters egnethed vurderes [2]. Denne anvisning har været anvendt som grundlag for de senere års undersøgelser af nye restprodukter, herunder glasfiller og samfyringsaske med henholdsvis træ og halm.

Fremgangsmåden til vurdering af restprodukters egnethed er dels at vurdere restprodukternes fysiske, kemiske og mineralogiske sammensætning samt de væsentligste betonegenskaber, som fx bearbejdelse, styrkeudvikling, varmeudvikling og evt. luftporefordeling svarende til, hvad der stilles af krav til forprøvning af beton i dag. Er resultaterne fra disse indledende sammenlignelige med de hidtil dokumenterede betoner og restprodukters egenskaber, er der således ingen grund til at tro, at anvendelse af det pågældende restprodukt vil give anledning til ændrede mekaniske og holdbarhedsmæssige egenskaber. Omvendt er det selvfølgelig vigtigt at gennemføre mere omfattende undersøgelser af restprodukters egnethed i de tilfælde, hvor restproduktets sammensætning eller betonens egenskaber ligger uden for kendt teknologi og hvad der hidtil er dokumenteret.

Hvad mangler?

De seneste års intensive undersøgelser af beton med restprodukter har givet os en stor viden om de betontechniske forhold, men spørgsmål som:

- hvilken betydning har det for miljøet at tilsætte restprodukter med forøget tungmetalindhold til beton ?
- er det bedst for Danmarks bæredygtighed at komme disse restprodukter i deponi eller i beton ?
- har tilsætning af restprodukter indflydelse på indeklimaet i betonbyggeri ?

bliver ofte stillet og giver anledning til heftige diskussioner. For at besvare disse spørgsmål pågår der i øjeblikket på Teknologisk Institut projekter i tæt samarbejde med betonbranchen og Miljøstyrelsen med det formål at undersøge disse forhold [3], [4] og [5].

Der gennemføres udvaskningsforsøg på forskellige betoner med restprodukter, og betoners afgasning i indeklimakamre analyseres.

Referencer

1. "Implementering af Grøn Beton i normer og standarder"; Berrig, A.; Nielsen, C.V.; Mathiesen, D.; Center for Grøn Beton; december 2002.
2. "Anvisning i Grøn Beton"; Hasholt, M.T.; Berrig, A.; Mathiesen, D.; Center for Grøn Beton, december 2002.
3. "Environmental Criteria for Cement Based Products"; van der Sloot, H.A. et al; ECRICEM; December 2001.
4. "Handlingsplan", Produktområdeprojekt vedrørende betonprodukter, Glavind, M., Bødker, J., Mathiesen, D. og Pommer, K., September 2003.
5. "Baseline report for the Aggregate and Concrete Industry"; NCC, IBRI, Frannzefoss; ERGO, DTI, ECO-SERVE; June 2004.