



LUND UNIVERSITY

Högpresterande betong utan formaldehyd

Persson, Bertil

1994

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Persson, B. (1994). *Högpresterande betong utan formaldehyd*. (Rapport TVBM (Intern 7000-rapport); Vol. 7083). Avd Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Byggnadsmaterial

UNIVERSITY OF LUND
LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY
Division of Building Materials

HÖGPRESTERANDE BETONG UTAN FORMALDEHYD

Bertil Persson

Rapport TVBM-7083

Lund, september 1994

HÖGPRESTERANDE BETONG UTAN FORMALDEHYD

Främst från arbetsmiljösynpunkt är det önskvärt att begränsa mängden formaldehyd i flytmedel till högpressterande (HP) betong speciellt i den fasta industrin, vid tillverkning av grova konstruktioner där gjutpersonalen vistas inne i formen, etc. Flytmedel ingår som tillsatsmedel vid all tillverkning av HP-betong. Flytmedlet har en plasticerande effekt på betongen vilket tillsammans med silikastoft resulterar i låga vattencementtal, vct, vid bibehållen gjutbarhet. Doseringen av flytmedel är ofta hög. I artikeln ges en sammanfattning av laboratorieförsök och fältförsök med HP-betong utan formaldehyd vad gäller gjutbarhet och hållfasthetstillväxt samt hydrataion och självtorkning. I samband med fältförsöket tillverkades och provades betongplattor av HP-betong.

Bakgrund och syfte

I huvudsak används tre typer av flytmedel vid tillverkning av HP-betong nämligen naftalensulfonat (naftalen), melaminformaldehyd (melamin) samt vinylcopolymer. Från betong med formaldehyd som flytmedel, avgår formaldehyd under ett par dagar från gjuttillfället räknat, /1/. Betong med naftalen avger elak lukt även lång tid efter gjutning, /2/. Naftalen används därför veterligt ej som flytmedel i den svenska betongindustrin. Betong med vinylcopolymer som flytmedel, avger en svagt parfymrad doft. Från härdad betong med vinylcopolymer, kan dock ingen sådan parfymrad doft förnimmas. Målet med denna mycket begränsade undersökning var att jämföra gjutbarheten och hållfasthetsutvecklingen, etc. hos HP-betonger utan formaldehyd med motsvarande egenskaper hos HP-betonger med formaldehyd. Doseringen av flytmedel var, jämfört med normal betong, mycket hög för bägge typerna av betong. Fältförsöket syftade till att jämföra brottlasten hos traditionellt tillverkade trädgårdsplattor med brottlasten hos plattor tillverkade av HP-betong utan formaldehyd. Försöket finansierades av AB Svensk Sika.

Provade betonger

I tabell 1 ges recept, etc, på de betonger som provades, /3/, /4/, (kg/m^3 torrsvikt, etc).

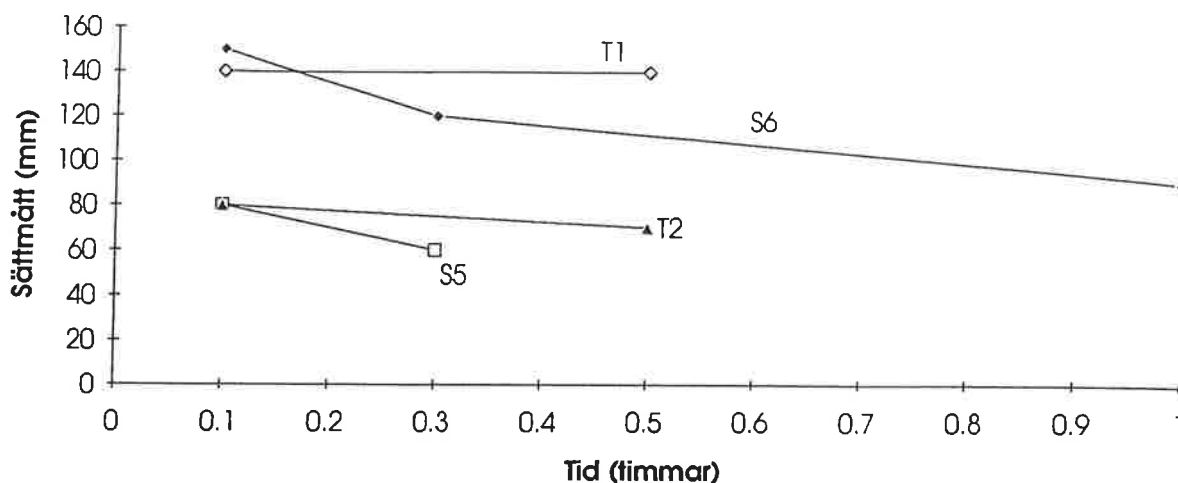
Tabell 1 Recept, etc, på provade betonger (kg/m^3 torrsvikt, etc)

Material/Littera	S5	S6	T1	T2
Kvartsit, Hardeberga, 12-16 mm	1145	1055	1068	1058
Grus, Åstorp, 0-8 mm	580	660	774	754
Anläggningscement, Cementa Degerhamn Std	490	480	486	506
Silikastoft, Micropoz	49	48	49	51
Flytmedel (vinylcopolymer), Sika Sikament 10	4.8 (1%)	6.3 (1.3%)		
Flytmedel (melamin), Cementa V33			7.6 (1.6%)	9.4 (1.9%)
Luftporbildare, Cementa 88L	0.06	0.08	-	-
Lufthalt (%)	2.5	3	-	-
Vct	0.31	0.31	0.30	0.30

All ballast respektive cement togs ur samma leverans varför eventuella variationer hos ballasten respektive cementen ej torde ha påverkat egenskaperna hos de provade betongerna. Först blandades allt material torrt under ca ½ minut. Därefter tillsattes blandningsvattnet inklusive eventuell luftporbildare. Blandningen fortsatte under ca ½ minut varefter flytmedlet tillsattes. Flytmedlet inblandades under ca 3 minuter. All betong blandades med en Zyklus tvångsblandare

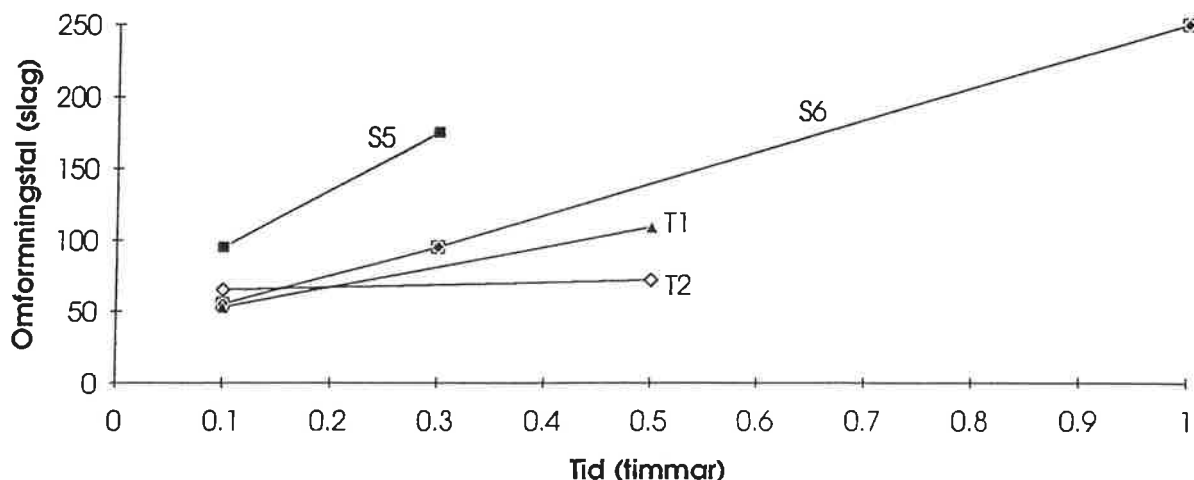
Gjutbarhet

Som relevanta mått på gjutbarheten användes sättmått samt omformningstal. Dessa parametrar på gjutbarheten bestämdes dels direkt efter gjutning, dels vid varierande tidsrymder efter gjutning. Betongen rördes om i blandaren var femte minut fram tills dess gjutbarheten bestämdes. I figur 1 ges utvecklingen av sättmättet som funktion av tiden efter (första) blandning, /3/, /4/.



Figur 1 Utveckling av sättmått som funktion av tiden efter (första) blandning. Beteckningar: S= betong med vinylcopolymer; T= betong med melaminformaldehyd.

Sättmåtsförlusten, dvs minskningen av sättmått med tiden, föreföll att vara något mindre för betong med melamin än för betong med vinylcopolymer. I figur 2 ges utvecklingen av omformningstalet som funktion av tiden efter (första) blandning, /3/, /4/.

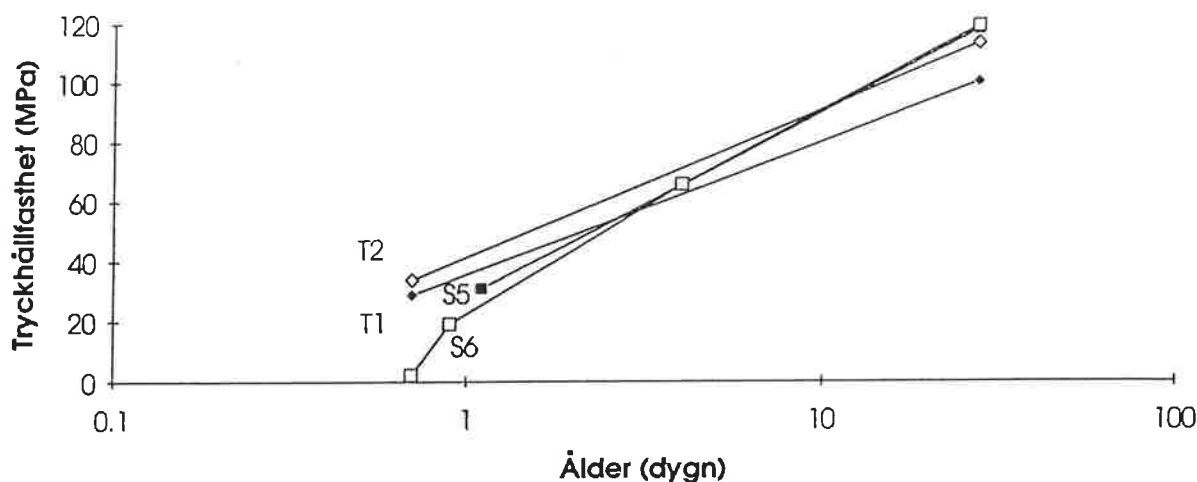


Figur 2 Utveckling av omformningstal som funktion av tiden efter (första) blandning. Beteckningar: S= betong med vinylcopolymer; T= betong med melamin.

Omformningstalet ökade (gjutbarheten försämrades) något snabbare för betong med vinylcopolymer än för betong med melamin. Såväl undersökningarna beträffande sättmått som beträffande omformningstal tydde således på att melamin hade en bättre långtidsverkan på gjutbarheten än vinylcopolymer.

Hållfasthet

Av de provade betongerna tillverkades kuber (100 mm). Kuberna membranhädrades. Första dygnet placerades formarna med kuber i täta plastbehållare. Efter avformningen inneslöt betongkuberna i 2 mm vulkaniserad butylduk. Härdningen skedde vid 20 °C. Provningsen av tryckhållfastheten skedde med en pålastningshastighet av 1 MPa/s. I Figur 3 visas tryckhållfastheten som funktion av betongens ålder.

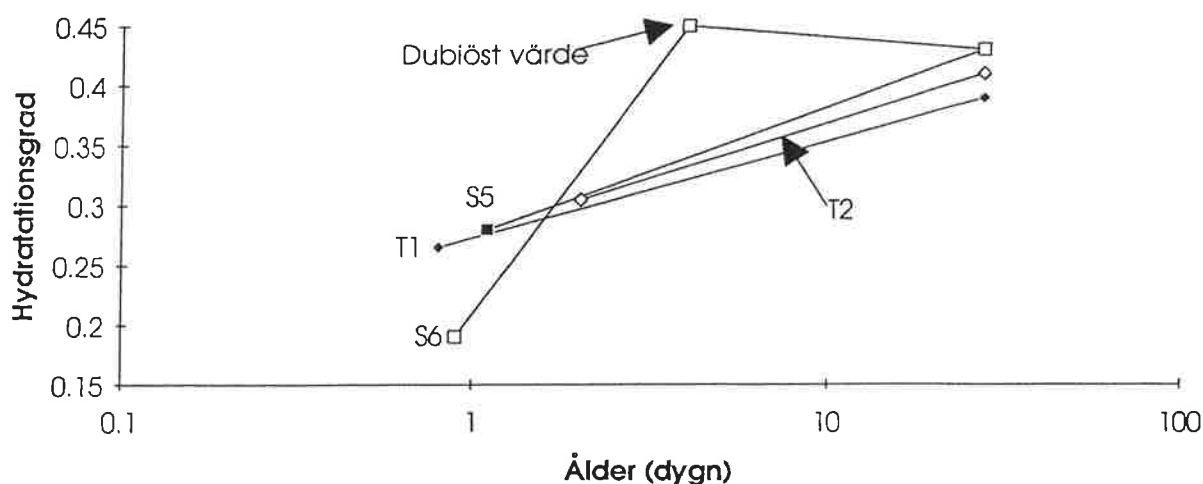


Figur 3 Tryckhållfasthet som funktion av betongens ålder. Beteckningar: S= betong med vinylcopolymer; T= betong med melaminformaldehyd. (Avser 20 °C. Vid 0.7 dygns ålder och härdning vid 45 °C erhöles 42 MPa (betong S) resp 60 MPa (T))

För betong med vinylcopolymer erhöles en påtaglig retardation av hållfasthetstillväxten vid ung ålder jämfört med betong med melamin. Vid 0.7 dygns ålder erhöles ca 30 MPa högre tryckhållfasthet i betong med melamin än i betong med vinylcopolymer. Å andra sidan blev sluthållfastheten för betong med vinylcopolymer något högre (ca 15 MPa) än för betong med melamin. (Vid värmehärdning (45 °C) erhöles, efter 0.7 dygn, 42 Mpa för betong med vinylcopolymer samt 60 MPa för betong med melamin).

Hydratation

Fragment från hållfasthetsbestämningarna användes för att studera hydratationen. Två prov om vardera 150 g placerades i ett värmeskåp (105 °C) under 1 vecka. Proven glödgades under 16 timmar. Vägning utfördes före och efter varje uppvärmning. Hydratationsgraden beräknades med hänsyn tagen till materialens egenförluster, /5/, /6/. I **Figur 4** visas hydratationsgraden som funktion av betongens ålder.

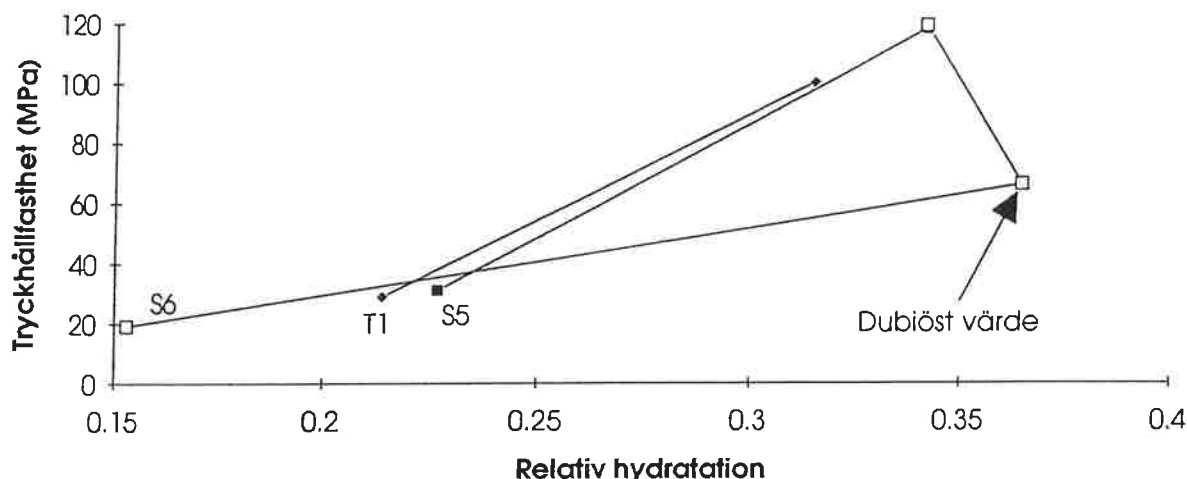


Figur 4 Hydratationsgrad som funktion av betongens ålder. Beteckningar: S= betong med vinylcopolymer; T= betong med melaminformaldehyd.

Frånsett ett dubios värde var hydratationsutvecklingen likartad för betong med och utan formaldehyd.

Hydratation och hållfasthet

Det var även intressant att studera hållfastheten som funktion av relativa hydratationen dvs kvoten mellan kemiskt bundet vatten och blandningsvatten (w_n/w_0). Högsta värdet för relativa hydratationen, w_n/w_0 , uppgår till ca 0.65, /7/. För en högpresterande betong ökar w_n/w_0 med minskade vattencementtal och konstant ålder (mognadsgrad). I **Figur 5** ges tryckhållfastheten som funktion av relativa hydratationen, w_n/w_0 .

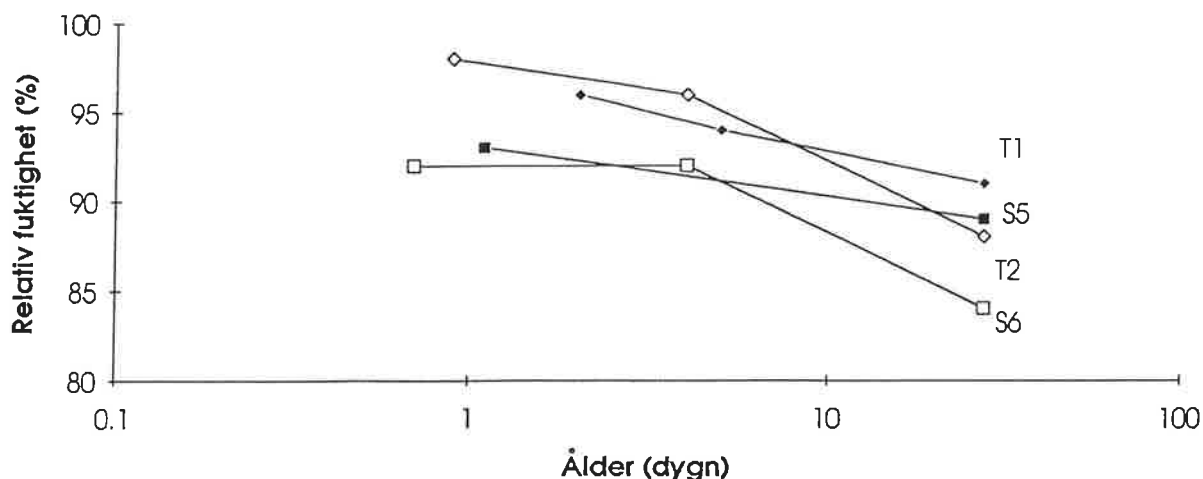


Figur 5 Tryckhållfastheten som funktion av relativa hydratationen, w_n/w_0 . Be-teckningar: S= betong med vinylcopolymer; T= betong med melaminformaldehyd.

Bortsett från ett dubiöst värde i figur 5 är sambandet tämligen liktydigt: utvecklingen av hydratation och hållfasthet sker oberoende av typ av flytmedelstyp (vinylcopolymer eller melamin).

Självtorkning

Så kallad snabbtorkande alternativt självtorkande betong har blivit ett stort tillämpningsområde för högpresterande betong. Det var därför intressant att studera flytmedlets eventuella inverkan på själv-torkningen hos betongerna. Fragment från hållfasthetsbestämningarna placerades i rör av glas. I röret stackes det ned en kalibrerad Protimeter daggpunktgivare. Tätning skedde runt om mot glaset i röret. Mätningen utfördes under minst 16 timmar. Mätnoggrannheten anges till $\pm 2\%$ relativ fuktighet, RF. I **Figur 6** ges självtorkningen i betongen, relativ fuktighet, RF, som funktion av tiden.

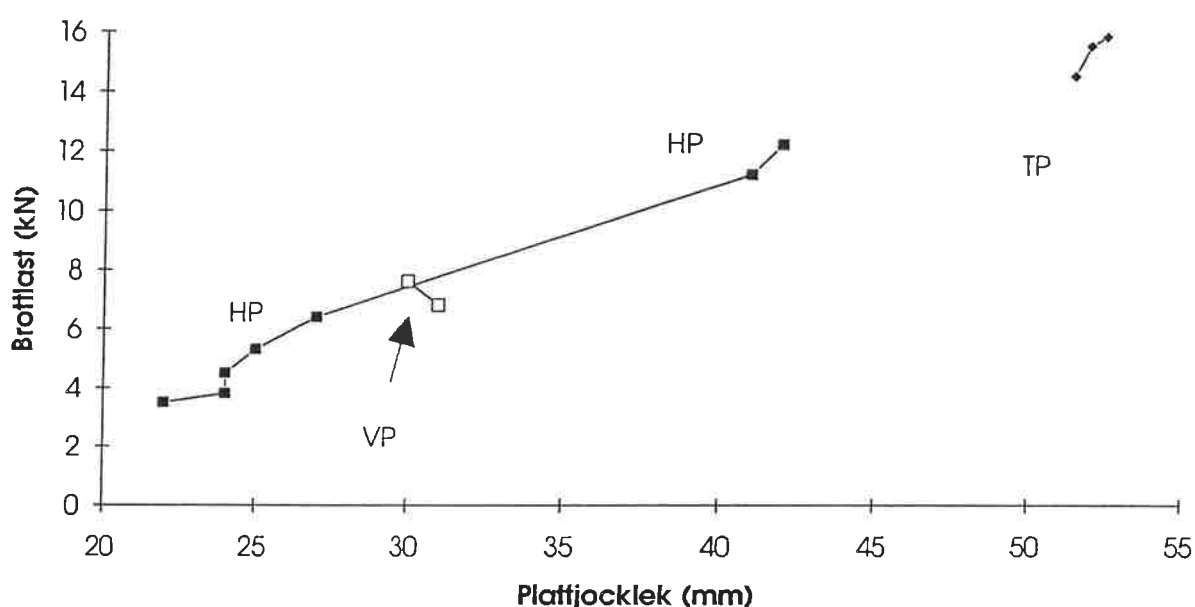


Figur 6 Självtorkning i betong, relativ fuktighet, RF, som funktion av tiden. Be-teckningar: S= betong med vinylcopolymer; T= betong med melaminformaldehyd.

Skillnaden i RF-utveckling mellan betong med vinylcopolymer och betong med melamin var liten. Totalt rörde det sig om ca 2 % lägre RF för betong med vinylcopolymer som tillsatsmedel dvs inom mät noggrannheten. Skillnaden i RF mellan betongtyperna kan även bero på att luftporbildare tillsattes betongen med vinylcopolymer. Skillnaderna i RF mellan å ena sidan betong med melamin och å andra sidan betong med vinylcopolymer och luftporbildare förefaller nämligen att vara störst vid ung ålder.

Fältförsök

Av HP-betong S6 (med vinylcopolymer som flytmedel och med luftporbildare) tillverkades det ett antal trädgårdsplattor (storlek 350x350 mm). Vid tillverkningen komprimerades plattorna enbart genom vibrering. Efter 28 dygn bestämdes brottlasten hos plattorna (trepunktsuppläggning). Brottlasten hos plattorna jämfördes med brottlasten hos traditionellt tillverkade plattor av normal betong. I figur 7 visas brottlasten hos de provade plattorna som funktion av plattjockleken. Beteckningar ges i figuren.



Figur 7 Brottlast hos trädgårdsplattor (350x350 mm) som funktion av plattjockleken. Beteckningar: HP= högpresterande (betong), TP= torrpressad normal (betong), VP= våtpressad normal (betong).

Ur figur 7 beräknades betongens böjdraghållfasthet, f_{cb} . Följande medelvärden erhöles för de provade betongerna:

HP-betong:	$f_{cb} = 9.8 \text{ MPa}$
TP-betong:	$f_{cb} = 7.4 \text{ MPa}$
VP-betong:	$f_{cb} = 9.8 \text{ MPa}$

Användning av HP-betong till trädgårdsplattor innebar således att plattjockleken kunde minskas med ca 13 % vid konstant brottlast jämfört med normal torrpressad betong. Detta innebar dels en minskad materialmängd i tillverkningen, dels minskade transportkostnader och lägningskostnader. Alternativt kunde brottlasten ökas med 31 % för trädgårdsplattorna vid bibehållen plattjocklek om HP-betong användes i stället för normal torrpressad betong. Jämfört med våtpressad betong innebar det dock inga dimensionsmässiga fördelar att använda högpresterande betong. Vid våtpressning erhålls en så kraftig minskning av vattencementtalet i betongen att produkten i realiteten blir högpresterande

Sammanfattning

Det gick mycket väl att tillverka en högpresterande betong utan formaldehyd. Som flytmedel användes i stället en vinylcopolymer. För att nå god gjutbarhet hos betong med detta flytmedel erfordrades dock samtidig tillsats av luftporbildare.

Totalt tillverkades det 4 betonger, 2 st med vinylcopolymer som flytmedel samt 2 st med melaminformaldehyd som flytmedel. Provkropparna utgjordes av kuber med 100 mm sida, vilka membranhärdades vid 20 °C. Studium skedde av gjutbarhet (sättnått och omformningstal), hållfasthet, hydratation samt självtorkning.

Direkt efter blandning var gjutbarheten rätt lika för de bägge betongerna. Gjutbarheten försämrades dock snabbare för en betong med vinylcopolymer än för en betong med melamin.

Den tidiga hållfasthetsutvecklingen var mycket olika för de bägge betongtyperna. Betong med melamin erhöll ca 30 MPa högre tryckhållfasthet vid 0.7 dygn än betong med en vinylcopolymer som tillsatsmedel (retardation). Å andra sidan blev sluthållfastheten (28 dygn) ca 15 MPa högre i betongen med vinylcopolymer jämfört med betongen med melamin.

Hydratation och självtorkning skedde tämligen oberoende av betongtyp. En tendens till lägre relativ fuktighet, RF, i betong med vinylcopolymer som flytmedel jämfört med RF i betong med melamin, torde förklaras av mätnoggrannheten, +/- 2 %.

HP-betong utan formaldehyd provades för ett antal trädgårdsplattor. Plattjockleken kunde minskas med ca 13 % vid konstant brottlast jämfört med normal torrpressad betong.

Referenser

- | | |
|-------------------------------|--|
| /1/ Sven-Erik Johansson | Emissionsmätningar på betong. Personlig information. Euroc Research 1994. |
| /2/ Kristina Norling-Mjörnell | Selfdesiccation in concrete. Publikation P 94:2. CTH Byggnadsmaterial. Göteborg. 1994. |
| /3/ Bertil Persson | Högpresterande Betong utan formaldehyd. Rapport U94.05. LTH Byggnadsmaterial. Lund. 1994. |
| /4/ Bertil Persson | Långtidsdeformationer. Förstudie beträffande proportionering. Konsortiet HÖGPRESTERANDE BETONG. Rapport M6:02. LTH Byggnadsmaterial. Lund. 1992. |
| /5/ Jan Byfors | Plain Concrete at Early Ages. FO 3:80. Cement- och betonginstitutet. Stockholm. 1980. |
| /6/ Bertil Persson | Långtidsdeformationer. DATABANK - baserad på försök med grundkrypning. Konsortiet HÖGPRESTERANDE BETONG. Rapport M6:14. LTH Byggnadsmaterial. Lund. Preliminär 1993-12-09. |
| /7/ Bertil Persson | Högpresterande betongs hydratation, struktur och hållfasthet. Rapport TVBM-1009. LTH Byggnadsmaterial. Lund. 1992. |