

Studiedag hoogvloeibaar beton

Citation for published version (APA):

Vissers, M. M. J., & Maas, G. J. (1996). *Studiedag hoogvloeibaar beton: verslag van een studiebijeenkomst op dinsdag 9 juli 1996*, Technische Universiteit Eindhoven. Universitair Centrum voor Bouwproductie.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1996

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

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.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

doos 9,
no. 2 A

Verslag

Studiedag Hoogvloeibaar Beton

Verslag van een studiebijeenkomst
op dinsdag 9 juli 1996
(Technische Universiteit Eindhoven)

UCB
RAPPORT

ir M.M.J. Vissers
prof.ir G.J.Maas

1 november 1996

**Universitair Centrum
voor
Bouwproductie**

Den Dolech 2
Postbus 513
5600 MB Eindhoven
Telefoon 040-2472688
Fax 040-2434248

**Deze studiebijeenkomst is georganiseerd en uitgevoerd door het Universitair Centrum voor
Bouwproductie in het kader van een studie-opdracht naar de uitvoeringsaspecten van
Hoogvloeibaar Beton in opdrachtgever van de Stichting Produktontwikkeling Betonmortel
(SPOB) te Amsterdam**

**De studiebijeenkomst is gehouden op 9 juli 1996 in het Bestuursgebouw van de Technische
Universiteit Eindhoven.**

**Dit verslag van de studiebijeenkomst maakt deel uit van het studierapport dat in opdracht van
SPOB door UCB is vervaardigd.**

Eindhoven, 1 november 1996

INHOUD

1	Inleiding	1
	1.1 algemeen	1
	1.2 doelstelling studiebijeenkomst	1
	1.3 werkwijze studiebijeenkomst	1
2	Eigenschappen hoogvloeibaar beton	3
3	relevante thema's	5
4	Opdracht aan de discussiegroepen	6
5	Resultaten	
	Discussie in groepen	7
	5.1 Inzet materieel	7
	5.2 Logistiek	8
	5.3 Inzet arbeid	8
	5.4 Werkvoorbereiding	9
	5.5 Toepassingsmogelijkheden	9
6	Deelnemers studiebijeenkomst	11
	Programma studiebijeenkomst	13

1 INLEIDING

1.1 ALGEMEEN

De studiebijeenkomst 'Hoogvloeibaar Beton', waarvan hier verslag wordt gedaan, is een onderdeel van een studierapport getiteld 'Bouwen met Hoogvloeibaar Beton (HVB)', eveneens vervaardigd door UCB in opdracht van SPOB (september 1996).

1.2 DOELSTELLING STUDIEBIJEENKOMST

De studiebijeenkomst is georganiseerd met als doel het toetsen van tussentijdse resultaten in de totale studie naar de uitvoeringsaspecten bij de toepassing van HVB. In de opdracht voor de uitvoering van de studie is dat als volgt verwoord.

"Toetsing

Door middel van één of meerdere studiebijeenkomsten ('workshops') worden de verkregen en gepresenteerde inzichten uit het literatuuronderzoek en de procesanalyse getoetst door specialisten uit de praktijk van het uitvoerende bouwbedrijf en/of betonwereld.

De discussies in deze bijeenkomsten kunnen aanleiding zijn om nader onderzoek te verrichten of uit te werken. Het is de verwachting dat deze werkvorm de kwaliteit van de studieresultaten sterk positief beïnvloedt. ."

De resultaten van de studiedag zijn vervolgens integraal verwerkt in het studieverslag.

1.3 WERKWIJZE STUDIEBIJEENKOMST

Bij de opzet en uitvoering van de studiebijeenkomst is het principe van de expert-panels toegepast: een aantal specialisten/deskundigen uit de branche wisselen van gedachten over een aangereikt thema. De deskundigen/specialisten zijn in overleg met de opdrachtgever van deze studie aangezocht. In dit geval zijn tussentijdse (lees 'voorlopige') onderzoeksresultaten in een korte presentatie uiteen gezet; dit is tijdens een plenaire bijeenkomst gebeurd. Daarna hebben de deelnemers in twee afzonderlijke gespreksgroepen gesproken over hun **verwachtingen** ten aanzien van de toepassing van HVB tijdens de uitvoeringsfase. Zij deden dit aan de hand van onderstaande vijf thema's:

- Inzet van materieel;
- Logistieke aspecten;

- Kwaliteit en kwantiteit van de arbeid;
- Werkvoorbereiding en
- Toepassingsmogelijkheden.

Zie voor de deelnemerslijst hoofdstuk 6 in dit verslag.

De verslaglegging van de resultaten van deze studiebijeenkomst is ook met deze thema's als onderlegger uitgevoerd.

De resultaten uit de twee gespreksgroepen zijn vervolgens in een plenaire bijeenkomst aan de orde geweest en daar gepresenteerd, samengevat en nogmaals bediscussieerd; in een aantal gevallen leverde dat een aanscherping op. Voor een dagprogramma van deze studiebijeenkomst zie hoofdstuk 6.

2 EIGENSCHAPPEN HOOGVLOEIBAAR BETON

Om te bereiken dat alle deelnemers over dezelfde basisinformatie beschikten, zijn de relevante eigenschappen van HVB voor aanvang van de discussies plenair uiteengezet. Samengevat luiden die als volgt.

Hoog vloeibaar: consistentiegebied tenminste 4 in onderstaande tabel.

- 1 aardvochtig
- 2 half-plastisch
- 3 plastisch
- 4 vloeibaar
- 5 (hoogvloeibaar)

Zetmaat 220 - 270 mm

Schudmaat 600 - 700 mm

Uitvloeimaat > 600 mm

Milieuklasse 1 tm 5d

Water: 160 liter/m³

Watercementfactor: variabel (0,45 - 0,55)

Mogelijke vul- en hulpstoffen met het oog op noodzakelijke stabiliteit en verwerkbaarheid zijn:

Vulstoffen

- vliegias;
- silica fume;
- kalksteenpoeder.

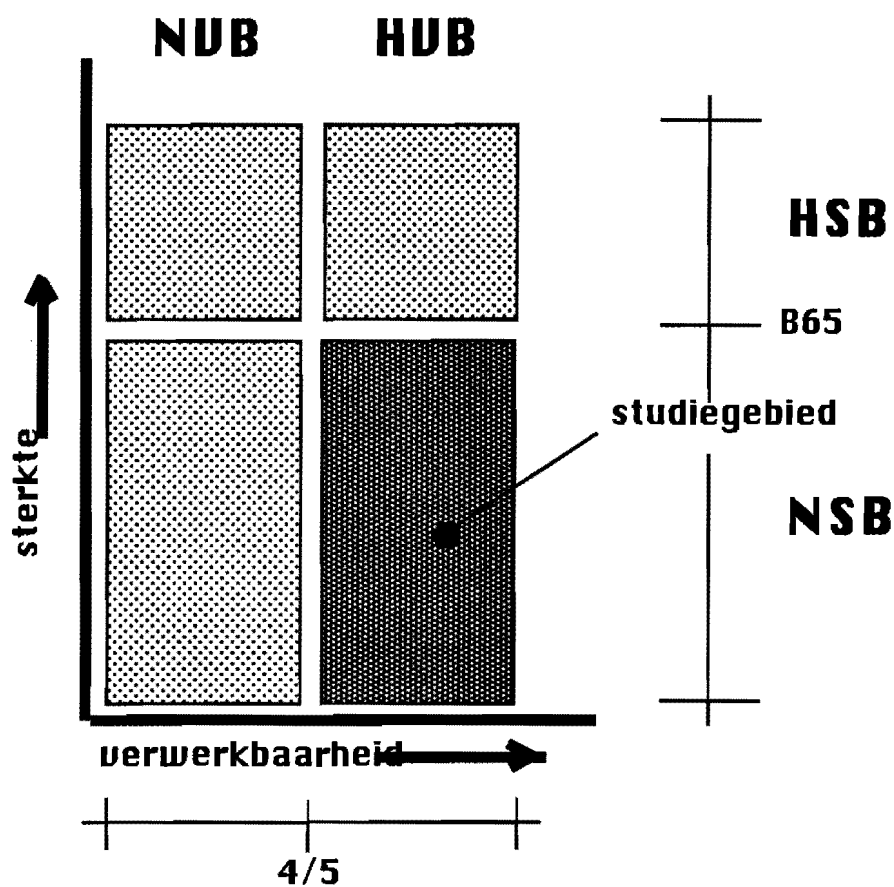
Hulpstoffen

- cellulose-derivaten;
- plastificeerders;
- superplastificeerders;
- vertragers;

Sterkteklasse B25/B35 (B15/B65).

Stabiël mengsel (geen ontmenging, wateruittreking)

Compromis: verwerkbaarheid en mengselstabiliteit



- NVB = Normaal Vloeibaar Beton
HVB = Hoog Vloeibaar Beton
HSB = Hoge Sterkte Beton
NSB = Normale Sterkte Beton
B65 = sterkteklasse
Verwerkbaarheid 4/5 = consistentiegebied

Positie Hoogvloeibaar Beton

3 RELEVANTE THEMA'S

Wanneer we de mogelijkheden en beperkingen van HVB in beschouwing nemen, komen steeds een vijftal thema's naar voren, afhankelijk van de benaderingswijze. Deze thema's hebben de basis gevormd voor de aanpak van de studiebijeenkomst en de verslaglegging daarvan. De thema's zijn:

- Inzet materieel
- Logistiek
- Inzet arbeid
- Werkvoorbereiding
- Toepassingsmogelijkheden

4 OPDRACHT AAN DE DISCUSSIEGROEPEN

De opdracht aan beide gespreksgroepen was identiek. De opdracht is schriftelijk aan elk van de gespreksdeelnemers verstrekt en luidde als volgt.

“Opdracht aan de gespreksgroepen

In de inleiding is een aantal aspecten aan de orde geweest, die een rol spelen bij de verwerking van hoogvloeibaar beton. De voorlopige conclusies uit de studie kunnen in een aantal gevallen in termen van ‘plus’ en ‘min’ uitgedrukt worden.

Aan de deelnemers in de gespreksgroepen wordt gevraagd om op basis van de vijf genoemde thema’s uitspraken te doen ten aanzien van de VERWACHTINGEN van elk van de gespreksdeelnemers.

Met andere woorden: welke verwachtingen heeft u bijvoorbeeld ten aanzien van de inzet van materieel op de bouwplaats als er HVB wordt gebruikt:

- *welke dingen komen daarbij aan de orde?*
- *welke mogelijkheden en beperkingen zijn er?*
- *waardoor ontstaan beperkingen?*
- *waarop moet gelet worden?*

De vijf behandelde thema’s zijn:

- *Inzet materieel*
- *Logistiek*
- *Inzet arbeid*
- *Werkvoorbereiding*
- *Toepassingsmogelijkheden*

Het is de taak van de gespreksleider om ervoor te zorgen dat in het beschikbare tijdsbestek tenminste alle genoemde thema’s aan de orde zijn geweest, maar ook andere (niet genoemde) relevante onderwerpen in relatie tot de toepassing van HVB op de bouwplaats. Elke gespreksdeelnemer dient te kans te krijgen vanuit zijn kennis en ervaring opmerkingen te plaatsen.

Het is niet de bedoeling, dat er binnen een groep consensus ontstaat; tegenover elkaar staande standpunten worden vermeld.

Als referentie zijn de voorlopige conclusies trefwoordsgewijs in elk lokaal aanwezig.

De gespreksleider maakt korte aantekeningen op de flip-overvellen; bij elke groep is een notulist aanwezig die gedurende het gesprek aantekeningen maakt.

Verwacht resultaat uit de gespreksgroepen

Het resultaat van de gespreksgroepen is een verzameling opmerkingen, aanvullingen, aanscherpingen, uitwerkingen van de eerder gepresenteerde voorlopige conclusies met betrekking tot de toepassingsmogelijkheden van hoog vloeibaar beton. De opmerkingen vanuit de gespreksgroepen worden in de rapportage naar de opdrachtgever van de studie verwerkt.

Het kan nuttig zijn om het gesprek te beginnen met een korte ronde ‘voorstellen aan elkaar’.

Beschikbare tijd

Van 10.05 uur tot 11.30 uur.

Koffie/thee: op locatie beschikbaar.

Na afloop van de gesprekken vindt een plenaire bijeenkomst plaats (zaal Dorgelo) waarin de gespreksleiders mondeling verslag doen van de besproken thema’s (op basis van de ingevulde flip-overvellen).

Locaties groep A: Dorgelozaal (notulist M. Vissers). Groep B: Posthumus (notulist E. Leijten)”

5 RESULTATEN DISCUSSIE IN GROEPEN

De gesprekken in de twee gespreksgroepen zijn onder leiding van een gespreksleider gevoerd aan de hand van de vijf thema's die in de plenaire inleiding aan de orde zijn geweest. Opzet daarbij was het uitspreken van verwachtingen ten aanzien van het gebruik van HVB op de bouwplaats. De resultaten van deze twee groeps gesprekken zijn hierna onder genoemde thema's weergegeven.

Een aantal opmerkingen/verwachtingen van gespreksdeelnemers is niet direct binnen de vijf thema's te benoemen; ze zijn geplaatst onder het thema dat het dichtst bij de opmerking ligt.

5.1 INZET MATERIEEL

Mogelijkerwijs zijn er nieuwe berekeningsformules voor de bekistingsdruk nodig in verband met de hoge vloeibaarheid van de specie. Omdat de ontwikkeling van HVB grotendeels onafhankelijk is van de verdere ontwikkeling van (bekistings-)materieel voor deze doeleinden, ontstaat er een duidelijke behoefte aan nadrukkelijke aandacht voor het in te zetten materieel.

Het is de verwachting dat de verdere ontwikkeling van het relevante materieel als het ware vanzelf geschiedt zodra de vraag naar toepassing van HVB stijgt.

Het transport van HVB van betoncentrale naar bouwplaats kan in de gangbare truckmixers geschieden, zij het dat de vullingsgraad beperkt zal moeten worden (klotsen van de specie tijdens rijbeweging, specieverlies; hellingen in het traject). De mogelijkheid is geopperd om gebruik te gaan maken van bijvoorbeeld gesloten tankwagens (voor vloeistoffenvervoer), waarbij voorzieningen in de tank zijn opgenomen om de specie tijdens het transport in beweging te houden.

Voor HVB dient daarom een aangepaste pomp ontwikkeld te worden, bijvoorbeeld op basis van een slangenpomp. In HVB zitten geen scherpe toeslag stoffen; de afgeronde kiezelsteen met kleine diameter zou voor een (aangepaste) slangenpomp geen probleem hoeven vormen.

Het ontbreken van de noodzaak tot verdichten van HVB brengt een besparing op manuren met zich mee.

Verder is een 'perfecte' vulling van de bekisting te verwachten, gezien vanuit de hoge vloeibaarheid van de specie.

Het storten met een kubel is weliswaar mogelijk, maar kleinere aanpassingen kunnen noodzakelijk zijn, bijvoorbeeld een stortbroek. Verder dient men er op toe te zien dat de pompslang goed in de specie hangt en niet erboven.

Het 'storten' van HVB dient rustig te gebeuren om te voorkomen dat er luchtinsluitingen plaats vinden tijdens het storten. De huidige

verdringingspompen hebben in veel gevallen een te hoog pompvermogen. Onder andere het verdichten van de specie veroorzaakt een relatief hoge bekistingsdruk; bij HVB vervalt het verdichten, waardoor de bekistingsdruk op grond hiervan niet hoger zal worden dan bij beton met een 'normale' consistentie.

De mogelijkheden om HVB vlot te verwerken op de bouwplaats hebben een gunstige invloed op het productieproces zelf.

5.2 LOGISTIEK

Met de toepassing van HVB is in principe een hogere bouwsnelheid mogelijk dan de thans gangbare; de cyclustijd kan verkort worden. Het blijft de vraag waar deze tijdwinst tot uitdrukking komt. Een korte bouwtijd op projectbasis ligt niet zo voor de hand, de tijdwinst moet eerder per dag gezocht worden: de ploeg is eerder klaar en/of er hoeft minder overgewerkt te worden. Zolang de 24-uurs-cyclus bestaat is er waarschijnlijk van deze tijdwinst weinig direct terug te vinden in de totale projectduur.

Bij het transport van HVB dient op verschillende fronten rekening gehouden te worden met de hoge vloeibaarheid van de HVB-specie. Zo rijst de vraag op welke wijze 'volle vrachten' geregeld kunnen worden en welke aanpassingen daarvoor nodig zijn aan bijvoorbeeld de truckmixers. Ook moet er probleemloos over relatief steile hellingen (inritten, uitritten) gereden kunnen worden zonder specieverlies. Waarschijnlijk bestaat er vanuit de toepassing van HVB een invloed op de inrichting van het bouwterrein: minder pompverplaatsingen, minder opstelplaatsen.

Het is thans onvoldoende duidelijk of en zo ja, welke extra maatregelen (ten opzichte van NVB) noodzakelijk zijn ten aanzien van het reinigen van de transportmiddelen indien HVB wordt toegepast. De reinigbaarheid van het gebruikte materieel is onder andere afhankelijk van de aan de betonspecie toegevoegde hulpstoffen.

5.3 INZET ARBEID

Het zou de totale kwaliteit van het produkt en het proces gunstig beïnvloeden indien het leveren en het verwerken van HVB in één hand zou zijn. Dat betekent een ongedeelde verantwoordelijkheid voor de kwaliteit van het verwerkte produkt en het uitvoerend bouwbedrijf heeft voor de verwerking van HVB geen gekwalificeerde vakmensen nodig. Ook het benodigde materieel (transport en verwerking) dient hierbij inbegrepen te zijn.

De stabiliteit van het speciemenngsel (aanvang en duur verhardingsproces) dient zodanig te zijn dat eventuele stagnaties in het logistieke traject geen invloed hebben op de verwerkingsmogelijkheden van de specie; de leverancier dient daarvoor garant te staan.

Naarmate kwaliteit van de arbeid en de inzet van mensen op de bouwplaats

meer aandacht krijgen (al dan niet gedwongen), komen de kansen voor toepassing van HVB gunstiger te liggen. Dit staat in principe los van de directe financiële besparingen die te realiseren zijn.

5.4 WERKVOORBEREIDING

De vraag komt naar voren in hoeverre het bestellen van betonspecie verandert: is er een uitgebreidere specificatie vanuit de werkvoorbereider nodig of wordt er 'gewoon' besteld op basis van de sterkteklasse? Van de betonmortelindustrie wordt verwacht dat elke centrale binnen zijn regio alles kan leveren; zonodig moeten tussen betoncentrales daarover nadere afspraken gemaakt worden.

Men verwacht knelpunten ten aanzien van de leverbaarheid van HVB: kunnen betoncentrales al leveren en met welke levertijd moet rekening gehouden worden? Tegelijkertijd mag van elke betoncentrale verwacht worden dat men HVB kan leveren volgens specificatie. Mogelijke schaarste van toevoegingen aan de specie (vliegias, silica fume) kunnen 'roet in het eten gooien'.

Ten aanzien van de kosten dient gekeken te worden naar het geheel van kosten en baten van het project; pas dan kan een evenwichtige afweging gemaakt worden.

Werkvoorbereiders zijn over het algemeen niet op de hoogte van de eisen en randvoorwaarden die spelen bij toepassing van HVB. Dat geldt met name voor onervaren functionarissen.

5.5 TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN

De gespreksdeelnemers hebben allen weinig of geen ervaring met HVB. Een belangrijke reden daarvoor is dat het materiaal (produktsysteem) ook nog weinig is toegepast. De toepassingsmogelijkheden worden dan ook deels bepaald door de mate waarin de HVB bekend is bij participanten in het bouwproces.

In zijn algemeenheid biedt HVB aanvullende mogelijkheden in een context waarbij de kwaliteit van de arbeid (arbeidsomstandigheden en inzet van personeel) nadrukkelijk aandacht krijgt.

Indien HVB door de betonmortelindustrie als produktsysteem 'integraal' wordt aangeboden aan het uitvoerende bouwbedrijf, kan dat een gunstig effect hebben op de organisatie van het productieproces. Het uitvoerende bouwbedrijf hoeft daarbij minder aandacht te schenken aan het materiaal zelf en kan meer aandacht hebben voor het productieproces zelf. Levering, verwerking en afwerking van (HV) beton is daarbij in handen van een gespecialiseerde organisatie vanuit de betonmortelindustrie. De implicaties die een dergelijke marktbenadering heeft voor de bouwbranche zijn op het eerste oog ingrijpend.

In eerste instantie gaan ten aanzien van toepassingsmogelijkheden de gedachten vooral uit naar ingewikkelde betonvormen en plaatsen die met het oog op het verwerken van de specie moeilijk bereikbaar zijn.

Constructies waarin veel wapening is opgenomen (een hoog wapeningspercentage) zijn uitermate geschikt om vervaardigd te worden met HVB. In extreme gevallen zal er daarbij toch nog wel gebruik gemaakt moeten worden van verdichtingsapparatuur. Een andere goede toepassingsmogelijkheid is te vinden in afwerkvloeren en druklagen; het zelfnivellerende effect van HVB is daarbij nuttig.

Gebruik van HVB draagt bij aan een meer geïndustrialiseerde aanpak van de gietbouw; de verhouding tussen gebruik van prefab bouwdelen en insitu vervaardigde bouwdelen kan daardoor anders komen liggen. Dit heeft een positieve invloed op de kwaliteit van de geproduceerde gebouwen.

HVB kan effectief toegepast worden in verticale slanke bouwdelen: dunne wanden en kolommen, al dan niet onderdeel van in situ vervaardigde gevelementen. De mogelijkheden om bijvoorbeeld boorpalen te vervaardigen met HVB onder verhoogde druk zouden onderzocht moeten worden.

De mogelijkheid om de HVB-specie vanuit de onderzijde van een bekisting in te pompen moet nader onderzocht worden, al dan niet in combinatie met vast stortleidingen. De vulling van een bekisting kan daardoor gemakkelijk gegarandeerd worden; wellicht roept de voor deze werkwijze benodigde pompdruk problemen op in de bekisting.

De mogelijkheden om een bekisting zonder problemen te vullen, brengen met zich mee dat de vormvrijheid in ter plaatse gestorte betonnen bouwdelen groter wordt.

Alternatieve soorten/kwaliteiten beton worden veelal pas toegepast zodra bestaande mogelijkheden zijn uitgeput. Gerichte kennisoverdracht met betrekking tot mogelijkheden van HVB kan ertoe bijdragen dat de mogelijkheden van HVB a priori beter benut gaan worden. Met name de mogelijkheden om bouwdelen te gaan vervaardigen die voorheen bijvoorbeeld met behulp van stapelbouwtechnieken werden geproduceerd (bijvoorbeeld gevelinvullingen met relatief veel sparingen) trekken hier de aandacht.

6 DEELNEMERS STUDIEBIJEENKOMST

Algemeen

Prof. ir G.J. Maas, dagvoorzitter;
Ir M.M.J. Vissers, coördinatie;
Ir mevr. M. van Helvoirt, ondersteuning;
allen UCB Eindhoven.

Gespreksgroep A

Ir J.P.C. Wagemaker, gespreksleider;
Ciwacon Engineering BV, Rosmalen.

Ir H. Ouwerkerk;
SPOB, Amsterdam.

Ir E. Huttinga;
Technische Universiteit Delft.

Ir M. van den Oord;
Nelissen Van Egteren Zuid BV, Venray.

Ing. P. C. Prins;
Hollandsche Beton- en Waterbouw BV, Gouda.

Ing. N.J.F. Vonk;
Van Nieuwpoort Beheer BV, Gouda.

Ir J.H. Köhne;
Vereniging Nederlandse Cementindustrie, 's-Hertogenbosch.

Ir M.M.J. Vissers, notulist;
UCB, Eindhoven.

Gespreksgroep B

J.J. van Bijsterveld, gespreksleider;
Ballast Nedam NV, Amstelveen.

J.T. Bokma;
Stichting Arbeidstechnisch Onderzoek Bouwnijverheid, Ede.

Ir J.W.G.J. De Kock;
BAM Bredero Bouw BV, Bunnik.

P.A. van Opmeer;
Voorbij Groep BV, Wilnis.

G. J. Speets;
Nederlandse Bouwstoffen Combinatie BV, Nieuwegein.

Ing. J.H. Holthuis;
Betoncentrum Noord-Nederland, Hoogkerk.

Ir E. Leijten, notulist;
UCB, Eindhoven.

Programma Studiebijeenkomst HVB, 9 juli 1996

Voorzitter studiebijeenkomst: prof. ir. G.J. Maas

- 09.00 - 09.30 **Ontvangst, koffie, thee**
- 09.30 - 09.40 **Opening studiebijeenkomst, doelstelling
en werkwijze**
(prof. ir. G.J. Maas)
- 09.40 - 10.00 **Inleiding 'Hoogvloeibaar beton'**
(ir. M.M.J. Vissers)
Opdracht voor gespreksgroepen
- 10.05 - 11.30 **Werken in twee gespreksgroepen**
- 11.30 - 12.00 **Plenaire bijeenkomst: rapportage gespreksgroepen**
Conclusies studiebijeenkomst
Afsluiting, aperitief
- 12.15 uur **Aanvang lunch**