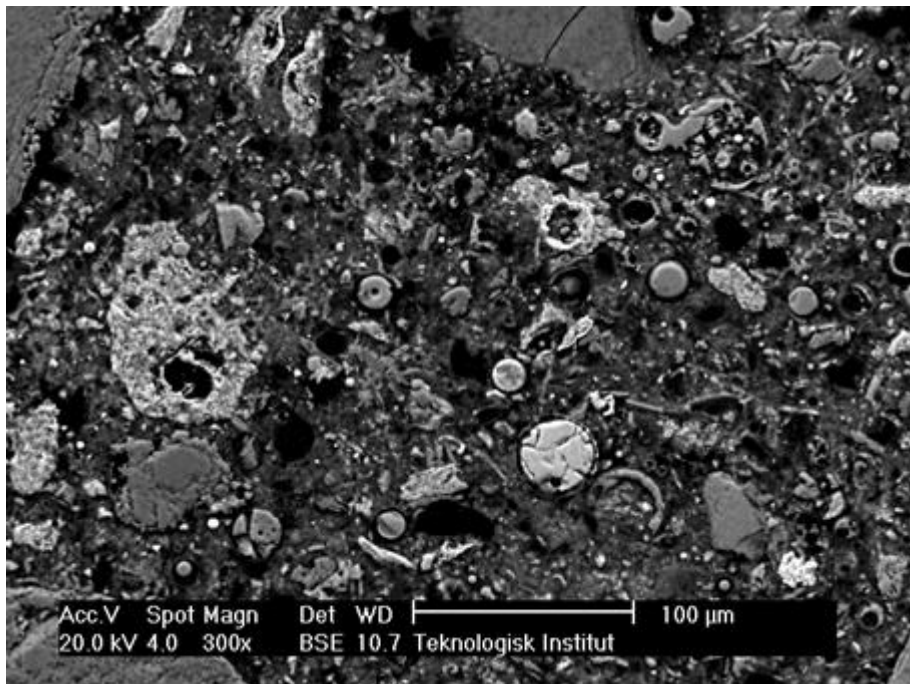




BioCrete TASK 7

Sammenfatning



***Udført for:
BioCrete***

***Udført af:
Ulla Hjorth Jakobsen & Claus Pade***

***Taastrup, den 30. maj 2007
Projektnr.: 1309129-07***

Titel: BioCrete Task 7, sammenfatning

Forfatter: Ulla Hjorth Jakobsen & Claus Pade

Reproduktion af dele af rapporten er tilladt, hvis kilde angives.

Indhold

1. Baggrund og formål.....	4
1.1 Objekt.....	4
1.2 Baggrund.....	4
1.3 Formål.....	4
2. Sammenfatning.....	5
2.1 Opgavens omfang.....	5
2.2 Resultater.....	5
3. Vurdering.....	8

1. Baggrund og formål

1.1 Objekt

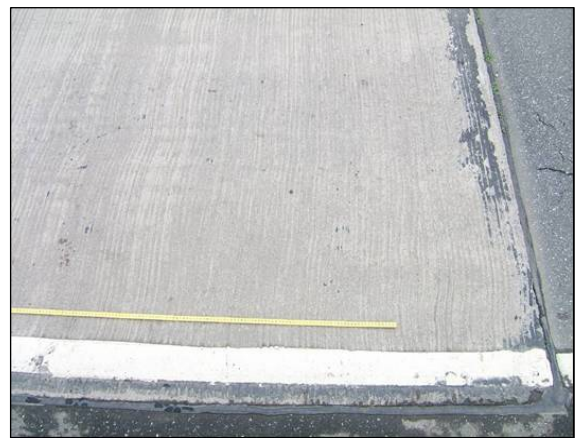
Følgende sammenfatning omfatter undersøgelsen af bioaskebeton fra Demobro ved Ris Ølholm (TI-rapport 759925) (Figur 1) og bioaskebeton fra Rørbassin ved Herlev Stations forplads.

1.2 Baggrund

Bioaskebetonen (benævnt A3) fra Demobro blev undersøgt i forbindelse med en generel undersøgelse af forskellige betontyper i Demobroen. Bioaskebetonen, der er anvendt til sætningsplader i forlængelse af brodækket, er udstøbt i november 2002. Bioaskebetonen var proportioneret til aggressiv miljøklasse og indeholdt rapidcement og bioaske.



Figur 1. Billedet viser en del af Demobroens vestside. På kantbjælken ses støbeskellet mellem to betontyper som en nuanceforskel. Der er referencebeton til højre og flyveaskebeton til venstre for støbeskellet. De 3 bropillere er støbt med hver sin betontype.



Figur 2. Overflade af Demobroens sætningsplade udført i bioaskebeton. Der blev konstateret et fint netrevnemønster i overfladen og enkelte små knæk ved dilatationsfuger.

Bioaskebetonen fra Rørbassin ved Herlev stations forplads er støbt efter 2002. Bassinet er opbygget med to samlebygværker i hver ende. Betonen i samlebygværkerne er udført med almindelig grå beton. Mellem samlebygværkerne er der udlagt 3 stk. Ø160 cm korrugerede PPE rør. PPE-rørene er indstøbt i samlebygværkerne, og rørene udlagt på et renselag af almindelig grå beton. Mellem rørene og op til slut kote er der udstøbt en fyldbeton indeholdende rapidcement, flyveaske og bioaske.

1.3 Formål

Formålet med denne rapport er at sammenfatte de to undersøgte bioaskebetoners tilstand samt at sammenholde denne med hvad der normalt er gældende for tilsvarende konventionel beton uden bioaske.

2. Sammenfatning

2.1 Opgavens omfang

Sammenfatningen bygger på følgende data:

Lokalitet	Feltundersøgelse	Laboratorieundersøgelse
Demobro	Ja	Strukturanalyse vha. optisk mikroskopi, kloridanalyser, trykprøvninger
Rørbassin	Ikke mulig	Strukturanalyse vha. optisk mikroskopi og SEM (scanning elektron mikroskop) af beton. Derudover er selve bioasken undersøgt vha. ovennævnte 2 analysemetoder

2.2 Resultater

Demobro

Der blev generelt ikke observeret nogen revner eller hjulsporsslitage på bioaskebetonen i forbindelse med feltundersøgelsen (Figur 2).

Strukturanalyse

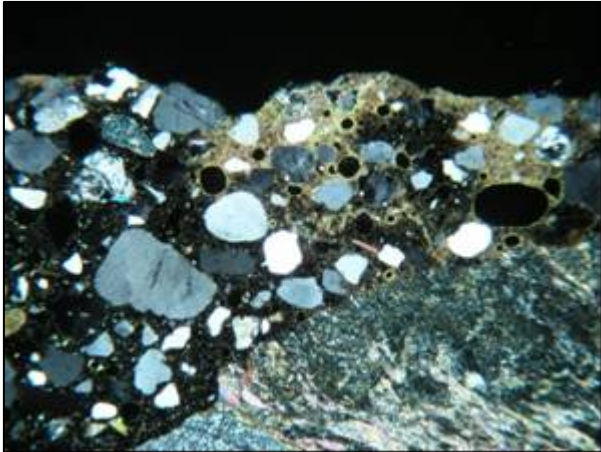
Strukturanalysen viste at bioaskebetonen generelt er i god holdbarhedsmæssig tilstand og fri for udstøbningsfejl (Figur 3).



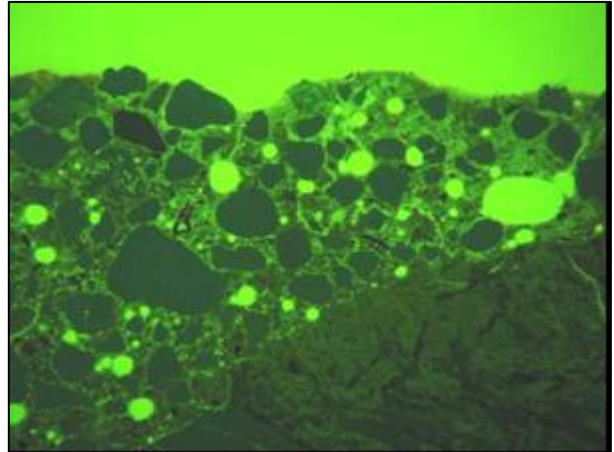
Figur 3 Betonens overflade er mod venstre. Øverste kernehaldel er sprøjtet med pH-indikator (phenolphthalein).

Mikroanalysen viser, at der ikke er forskel mellem betonen i overfladen og i den indre del. Der ses få fine revner i overfladen til en maks. dybde af 6mm (figur 5). Desuden ses en del pastarevner og nogle vedhæftningsrevner i den indre del. De observerede overfladerevner løber primært i pasta og er sandsynligvis dannet tidligt. Overfladekarbonatisering ses til en dybde af 3mm, dog dybere i forbindelse med revner (figur 4). Luftindholdet er skønnet til ca. 6 vol%. Vand/cement forholdet er vurderet til omkring 0,40.

Mikroanalysen med optisk mikroskop viser ikke umiddelbart at bioasken har reageret, og dette blev heller ikke forsøgt verificeret ved SEM.



Figur 4 Billedet er taget i polariseret lys og viser den karbonatiserede pasta (brunligt) i overfladen af betonen. Billedfeltet måler 3,8mm x 5,1mm.



Figur 5 Billedet er taget i UV-lys og viser luftporestrukturen, mikrorevner og ændringer i kapillarporøsiteten i overfladen af betonen. Billedfeltet måler 3,8mm x 5,1mm.

Chloridanalyser

Chloridindtrængningshastigheden i bioaskebetonen er beregnet til $8,2\text{mm}/\text{år}^{1/2}$ hvilket anses for værende relativt højt. Diffusionskoefficienten af bioaskebetonen er stort set den samme ved de to undersøgte terminer (28 og 110 døgn), nemlig omkring $3,8 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$, mens diffusionskoefficienten af de øvrige betoner var betragteligt mindre efter 110 døgn end efter 28 døgn. Der skal dog tages det forbehold overfor resultaterne for bioaskebeton, at bioaskens eventuelle indvirkning på måleresultaterne ikke er kendte.

Trykprøvning af borekerner

Der er gennemført trykprøvning på 3 borekerner fra bioaskebetonen. Der er forholdsvis stor spredning på resultaterne fra de 3 kerner, hvor de højeste trykstyrker er opnået in-situ. Gennemsnitsværdien er på ca. 68 MPa efter omregning til normcylindre.

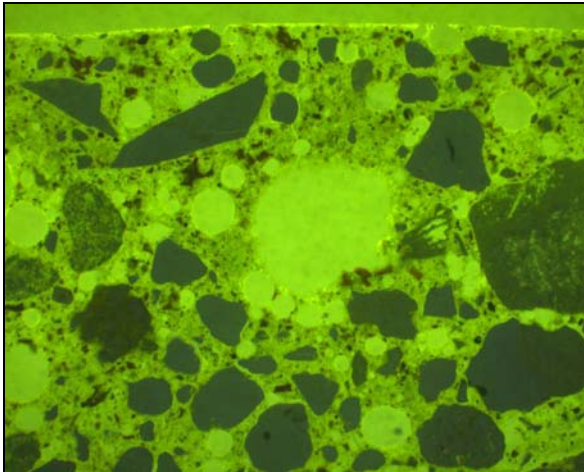
Rørbassin

Grundet rørbassinets placering under jorden var det ikke muligt at fortage nogen egentlig feltundersøgelse af bioaskebetonen omkring de tre PPE-rør, og heller ikke muligt at udtage nok materiale til trykprøvning og chloridanalyse.

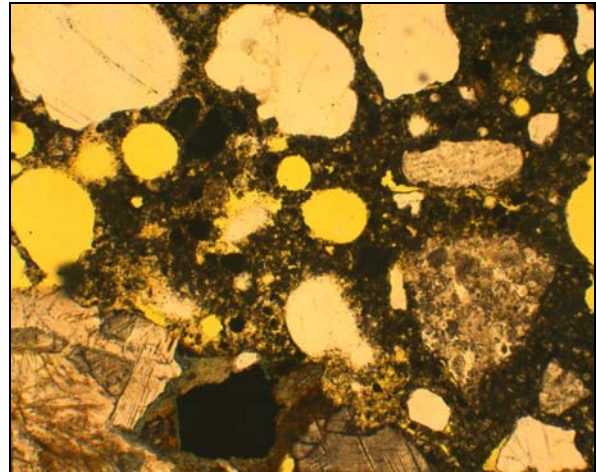
Strukturanalyse

Strukturanalysen viste, at bioaskebetonen generelt er i god holdbarhedsmæssig tilstand dog med nogen og udstøbningsdefekter.

Betonen er generelt uden revner. De få revner som observeres er fine og forekommer hovedsagligt i betonoverfladen. Pastaen er fremstillet af en fin- til mellemkornet portlandcement med lavt ferrit indhold. Cementen er godt hydratiseret. Der er tilsat betydelige mængder af flyveaske. Indholdet af flyveaske er vurderet til mere end 30% af det samlede pulverindhold. Ca. 10% af pulverindholdet består af velfordelt rødlig bioaske. Vandcementforholdet i den indre del af betonen er vurderet til 0,55-0,60 og pasta er noget inhomogen. Et noget højere v/c-forhold forekommer dog i overfladen (Figur 6). Der ses lokalt forhøjet kapillarporøsitet i beton overfladen samt omkring randen af både sand og sten (Figur 7). Betonen er iblandet luft og der ses en del 3-7mm store irregulære og afrundede luftindeslutninger.

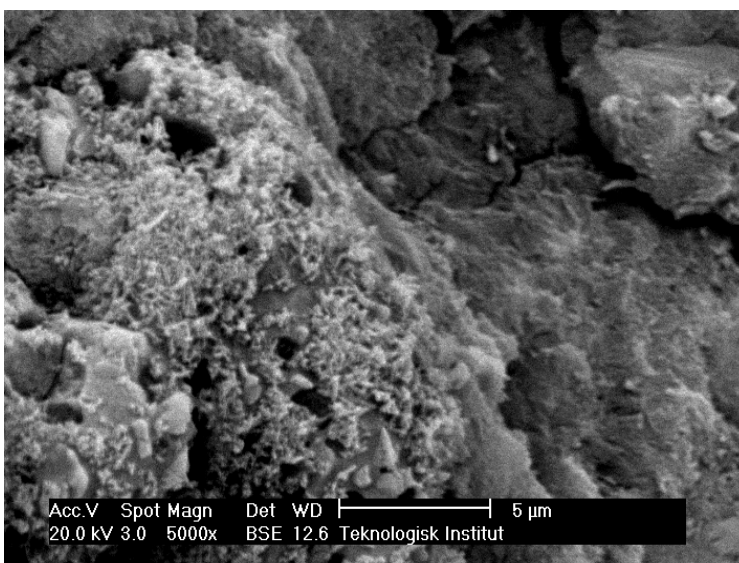


Figur 6. Overflade af bioaskebeton. Der ses en enkel fin revne fra overfladen og vinkelret ind mod den store luftpore. Den meget lysegrønne farve af pastaen indikerer et højt v/c forhold. Billedfeltet måler 3,4mm x 4,3mm



Figur 7. Indre del af betonen. Der ses et område med høj porøsitet langs et stentilslag. Betonen indeholder en del runde luftporer. Billedfeltet måler 3,4mm x 4,3mm

De enkelte bioaskepartikler fremstår med veldefinerede rande, selv i de tilfælde hvor geometrien af kornet er komplekst og den specifikke overflade er høj (Figur 8). Dette indikerer, at der ikke er sket en hydratisering eller reaktion mellem bioasken og de øvrige bestandele af cementpastaen.



Figur 8 Ru, irregulære overflade af bioaskepartikel.

3. Vurdering

Demobro

Bioaskebetonen fra Demobroen udviser alle tegn på en holdbarhedsmæssig sund stærk beton. Det mikrostrukturelle udseende af betonen viser ingen tegn på skader hverken opstået i det plastiske stadium, i forbindelse med og udstøbning, eller i det hærdnede stadium.

Der er ikke observeret tegn på at bioaskepartiklerne har indgået i hydratiseringsprocessen af betonen. Dette er dog ikke verificeret i SEM.

Chloridindtrængningen i prøven udtaget fra sætningsplade med biobetontype er betydelig. En mulig årsag til dette er, at selve brodækket er støbt den 20. marts 2002, mens sætningspladerne først støbt den 1. november 2002, hvor der var ganske lave temperaturer. Da broen blev taget i brug allerede den 17. december 2002 betyder dette, at sætningspladerne (i modsætning til brodækket) har fået sin første chlorideksponering i en meget ung modenhedsalder, hvor tætheden af betonen slet ikke har været fuldt udviklet.

Rørbassin

Bioaskebetonen fra Rørbassinet er generelt i god stand og baseret på den strukturelle undersøgelse skønnes det at betonen holder en styrke på omkring 20MPa. Betonen, som er anvendt til fyld, har et højt v/c forhold og i områder en noget forhøjet porøsitet i form af små korte plastiske revner. Disse revner anses for opstået under udstøbningen.

Undersøgelser i SEM af bioaskepartiklerne i betonen antyder, at der ikke er foregået hydratisering af bioaskepartiklerne, hvorfor denne formodentlig kun bidrager til betonens styrke i ringe grad gennem sin fillereffekt.

Sammenligning mellem bioaskebeton og konventionel beton

Denne rapport er baseret på to undersøgelser af bioaskebeton, en højstyrke beton og en lavstyrke beton. Begge betoners tilstand viser på nuværende tidspunkt ingen signifikante afvigelser fra almindelig konventionel beton proportioneret på sammen måde og til samme styrke.

De undersøgte bioaskebetoner er ikke så gamle, dvs. de har kun været eksponeret i 3-4 år fra støbning til undersøgelse. Deres langtidsholdbarhed har derfor ikke kunnet undersøges. Der er dog ikke i nogen af bioaskebetonerne tegn på at den generelle langtidsholdbarhed skulle afvige fra lignende konventionelle betoner.