



500 μm

CO₂-optag i Troldektplader

7978-0_50x_20.jpg



Titel:

CO₂-optag i Troldektplader

Rekvirent:

Troldekt A/S
Att. Niels Kappel
Østergade 37
6920 Videbæk

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Gregersensvej 3
2630 Taastrup
Tlf. 7220 2000
Byggeri og Anlæg
Beton
Claus Pade

Kvalitetssikring: Henrik Erndahl Sørensen, tlf. 7220 2172, hks@teknologisk.dk

Sagsansvarlig: Claus Pade, tlf. 7220 2183, cpa@teknologisk.dk

Opgave nr.: 763017

Versions nr.: 01

Dato: 30.08.2017

Resultater af Institutts opgaveløsning beskrevet i denne rapport, herunder fx vurderinger, analyser og udbedringsforslag, må kun anvendes eller gengives i sin helhed, og må alene anvendes i denne sag. Institutts navn eller logo eller medarbejderens navn må ikke bruges i markedsføringsøjemed, medmindre der foreligger en forudgående, skriftlig tilladelse hertil fra Teknologisk Institut, Direktionssekretariatet.

Indledning

Efter aftale med Niels Kappel, Troldekt A/S har Teknologisk Institut gennemført undersøgelser af Troldektplader og estimeret deres CO₂-optag.

Troldektplader består af høvlespåner bundet sammen af cementpasta til en plade med åben struktur. Cementpasta optager CO₂ i en process kaldet karbonatisering. Processens hastighed afhænger af tilgængeligheden af CO₂ og H₂O. Hastigheden er størst ved en relativ luftfugtighed på 60-70% og væsentlig lavere ved lavere og højere luftfugtighed. Da laget af cementpasta uden på høvlespånerne er tyndt i Troldektplader er potentialet for relativt hurtig (gennem)karbonatisering formodentlig til stede.

Aalborg Portland (SHR) har udarbejdet et notat til Troldekt A/S om Troldektpladers CO₂-optag. Notatet konkluderer baseret på QXRD af troldektplader med aldre på 1 md, 6 md, 1 år og 10 år at CO₂-optaget efter 10 år er af størrelsesorden 0,15 g/g cement.

Troldekt ønsker, at Teknologisk Institut gennemfører en "tredjeparts verificering" af Troldektpladers CO₂-optag.

Data og modtagne informationer

Rekvirenten har udleveret følgende:

- Notat fra Aalborg Portland med titlen "Carbonatisering af Troldektplader" udarbejdet af SHR.
- Fire prøver af troldektplader mærket hhv. "0 dg", "5 uger", "10 år" og "10 år". De to 10-årsprøver har lidt forskellig struktur, i det den ene prøve visuelt virker lidt grovere i strukturen end den anden.

Desuden er det oplyst at pladerne er fremstillet med hvid cement fra Aalborg Portland.

Undersøgelsen omfang

Undersøgelsen/analysen er baseret på prøverne mærket "0 dg" og "10 år" med grov struktur. Der er fremstillet et tyndslib til optisk mikroskopi og en polerprøve til scanning elektron mikroskopi af begge prøver. Både tyndslib og polerprøve dækker pladens tværsnit dvs. fra den ene flade til den anden.

De to plader blev desuden påsprøjtet phenolphthalein efter gennemskæring for at vurdere pH.



Figur 1: Typisk udseende af ikke karbonatiseret pasta i prøve 0dg. X-polariseret lys.

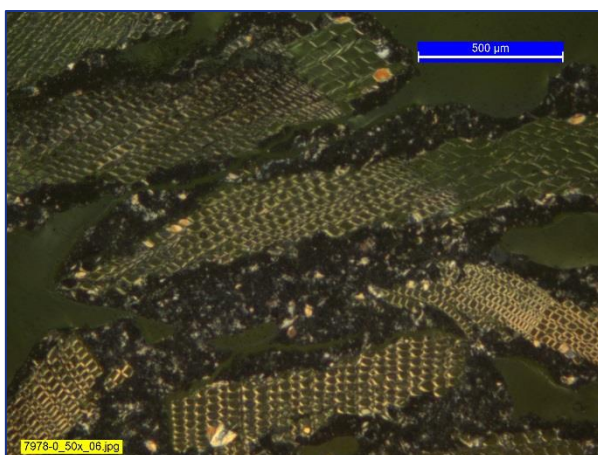


Figur 2: Typisk udseende af karbonatiseret pasta (brunlig) i prøve 10år. X-polariseret lys.

Resultat af undersøgelser

Gennemsvaning og efterfølgende påføring af pH-indikatoren phenolphthalein viste at pladernes pH er højere end indikatorens omslagspunkt på 10, hvilket tyder på at cementpastaen ikke gennemkarbonatiseret, dvs. der er stadig oprindelige hydratiseringsprodukter og eller uhydratiseret cement tilbage. Den violette farve faldede over tid for specielt prøven mærket "10 år", hvilket er et tegn på at prøven delvist karbonatiseret.

Undersøgelserne i mikroskop viste, at cementpastaen i den 10 år gamle Troldekteplade er kraftigt karbonatiseret, men dog indeholder mindre mængder af uhydratiseret cement og calciumhydroxid. Omvendt fremstår den friske Troldekteplade ("0 dg") med en cementpasta stort set uden tegn på karbonatisering. Typiske udseende af tyndslib af de to Troldekteplader i X-polariseret lys i det optiske mikroskop er vist i figur 3 og 4. Den ukarbonatiserede unge cementpasta fremstår mørk uden calciumkarbonat, mens den 10 år gamle pasta fremstår med den klassiske gyldenbrune farve fra karbonatiseret cementpasta.



Figur 3: Typisk udseende af ikke karbonatiseret pasta i prøve 0dg. X-polariseret lys.



Figur 4: Typisk udseende af karbonatiseret pasta (brunlig) i prøve 10år. X-polariseret lys.

For at kvantificere mængden af de forskellige faser i cementpastaen er der foretaget punkttælling under det optiske mikroskop i 400 gange forstørrelse. Der er talt 1000

punkter for hver analyse, og resultatet er vist i tabel 1. Resultaterne er normaliserede, dvs. at kun de talte punkter der indeholdt de angivne faser er medregnet, idet de undersøgte områder så vidt muligt er valgt så de ikke indeholder indesluttet luft og træfibre.

Tabel 1. Punkttælling af faser i cementpastaen – tyndslib ved 400x forstørrelse.

Prøve ID	Position	Volumenprocent			
		Hydratiseringsprodukt (CSH)	Calciumhydroxid (CH)	Uhydratiseret cement (Alit+Belit)	Karbonatiseret pasta
Odg	Bulk	74,0	14,5	11,5	0,0
10år	Bulk	8,0	3,6	6,6	81,8

I Appendix er de gennemførte undersøgelser nærmere beskrevet.

CO₂-optag (analyse)

Til at estimere CO₂-optaget forbundet med den karbonatisering af cementpastaen i den undersøgte Troldektplade anvendes det koncept som er beskrevet i følgende artikel:

Pade, C., Guimaraes, M., "The CO₂ uptake of concrete in a 100 year perspective", Cement and Concrete Research, Volume 37, Iss. 9, September 2007, Pages 1348-1356.

Nærmere bestemt anvendes artiklens ligning (3) som omskrevet den aktuelle Troldektplade vil være:

$$CO_2\text{-optag (g/g cement)} = \text{karboniseringsgrad} \times \text{hydratiseringsgrad} \times CaO \times M_{CO_2}/M_{CaO}$$

Hvor CaO er massefraktion af calciumoxid i cementen (0,69), M_{CO₂} er molmassen af kuldioxid (44 g/mol) og M_{CaO} er molmassen af calciumoxid (56 g/mol).

Karboniseringsgraden er en faktor som er produktet af 1) den fraktion af hydratiseringsprodukterne som er "fuldt" karboniseret og 2) den del af cementen CaO som er tilgængelig for karbonatisering. Den sidste faktor 2) blev konservativt sat til 0,75 i artiklen af Pade og Guimaraes, mens 1) kan estimeres ud fra punkttællingen som:

$$\text{Karboniseret pasta} / (\text{karboniseret pasta} + \text{CSH} + \text{CH}) = 0,876$$

Karboniseringsgraden i af cementpastaen i den 10 år gamle Troldektplade kan derfor estimeres til:

$$\text{Karboniseringsgrad} = 0,876 \times 0,75 = 0,657$$

Hydratiseringsgraden er den fraktion af cementen som har hydratiseret på et givent tidspunkt, dvs. har reageret og er omdannet til hydratiseringsprodukter. Hydratiseringsgraden kan estimeres ud fra formelapparatet oprindeligt udviklet af amerikaneren T.C. Powers og hans kollegaer ved Portland Cement Association tilbage i midten af 1900-tallet.

Ligning 4.12 på side 105 i bogen "Concrete" af S. Mindess og J.F. Young angiver at det total volumen af hydratiseringsprodukt der kan dannes ud fra 1 g cement er 0,68 cm³.

På basis af punkttællingen består cementpastaen i den 10 år gamle Troldektplade af $8,0+3,6+81,8=93,4\%$ hydratiseringsprodukt. Det vil sige at der er $0,943 \text{ cm}^3$ hydratiseringsprodukt pr. cm^3 cementpasta. Da et gram cement kan danne $0,68 \text{ cm}^3$ hydratiseringsprodukt må de $0,943 \text{ cm}^3$ hydratiseringsprodukt stamme fra $0,943/0,68 = 1,37 \text{ g}$ cement.

De $0,066$ volumenprocent uhydratiseret cement i den 10 år gamle Troldektplade svarer til $0,21 \text{ g}$ hvis densiteten af uhydratiseret cement sættes til $3,2 \text{ g/cm}^3$. Den totale cementmængden i et enhedsvolumen på 1 cm^3 har været $0,21+1,37 = 1,58 \text{ g}$.

Hydratiseringsgraden i den 10 år gamle Troldektplade kan derfor estimeres til:

$$\text{Hydratiseringsgrad} = 1,37/1,58 = 0,87$$

CO₂-optaget kan nu beregnes som:

$$\text{CO}_2\text{-optag} = 0,657 \times 0,87 \times 0,69 \times 44/56 = \mathbf{0,31 \text{ g/g cement}}$$

Denne værdi for CO₂-optag på $0,31 \text{ g/g}$ cement er omkring dobbelt så stor som den værdi Aalborg Portland kom frem til. Forskellen skyldes med stor sandsynlighed, at Aalborg Portland i deres analyse kun medtager karbonatisering af hydratiseringsproduktet calciumhydroxid, mens Teknologisk Institut også har medtaget karbonatisering (CO₂-optag) i de øvrige hydratiseringsprodukter (calciumsilikathydrater, calciumsulfoaluminathydrater, calciumaluminater, m.fl).

Vurdering

CO₂-optaget i Troldektplader er blevet estimeret ud fra analyse af een prøve taget fra en 10 år gammel plade til at være $0,31 \text{ g/g}$ cement i pladen.

Det vurderes, at det estimerede CO₂-optag er baseret på et ret beskedent datagrundlag, men at princippet (beregningsmetoden) bag estimatet er relativt robust, og snarere konservativt end optimistisk.

Appendix



Troldtektplader

Undersøgelse af karbonatiseringsgrad

7978-0_50x_20.jpg



TEKNOLOGISK
INSTITUT

24. august 2017

Titel:

Troldtektplader
Undersøgelse af karbonatiseringsgrad

Rekvirent:

Troldtekt A/S
Sletvej 2A
DK 8310 Tranbjerg J

Att.: Niels Kappel

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Gregersensvej 4
2630 Taastrup
Tlf. 7220 2000

Byggeri og Anlæg
Beton

Ulla Hjorth Jakobsen

Kvalitetssikring:

Sagsansvarlig: Ulla Hjorth Jakobsen, tlf. 7220 2198, uhj@teknologisk.dk
Godkendt af: Claus Pade, tlf. 7220 2183, cpa@teknologisk.dk

Opgave nr.: 767290

Versions nr.: 001

Dato: 24. august 2017

Indhold

1.	Baggrund	4
2.	Formål	4
3.	Data og modtagne informationer	4
4.	Analyse- og målemetoder	4
5.	Vurderingsgrundlag/Sammenfatning	4
5.1.	Opgavens omfang	4
5.2.	Resultater	4
6.	Petrografisk analyse.....	8

1. Baggrund

Troldtekt A/S har bedt Teknologisk Institut om at vurdere CO₂-optaget i deres troldtektplader i et 10-årigt perspektiv. For at skaffe input til denne vurdering er der gennemført analyser af Troldtektplader ved hjælp af mikroskopi.

2. Formål

Formålet med undersøgelsen er, baseret på en mikroskopisk undersøgelse, at kunne vurdere/estimere graden af karbonatisering af cementpasta i træbetonplader fra Troldtekt.

3. Data og modtagne informationer

Rekvirenten har udleveret følgende: Fire prøver af troldtektplader indpakket i plast mærket "0 dg", "5 uger", "10 år" og "10 år". De to 10-årsprøver har lidt forskellig struktur, i det den ene prøver visuelt virker lidt grovere i strukturen end den anden.

4. Analyse- og målemetoder

For beskrivelse af de anvendte metoder, henvises der til dokumentations afsnittet.

5. Vurderingsgrundlag/Sammenfatning

5.1. Opgavens omfang

Der er udført følgende undersøgelse:

- Petrografisk analyse af 2 prøver nummereret "0 dage" og "10 år".

5.2. Resultater

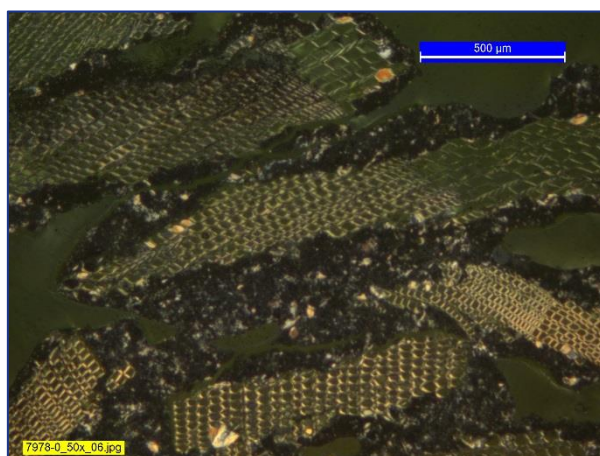
Følgende kan sammenfattes i forbindelse med den petrografiske undersøgelse af 2 prøver:

De 2 undersøgte plader har en lidt forskellig tekstur, dvs. den gullige prøve mærket "0 dg" fremstår tættere i forhold til den mere hvidlige plade, som er 10 år gammel. I begge prøver ses at cementpasta dækker træfibrene. Pastalaget vurderes generelt til at være lidt tykkere omkring fibrene i den 10 år gamle prøve.

Efter udskæring til prøvepræparation blev de friske snit påført phenolphthalein (se dokumentation). Begge prøver fremstod lige efter påføring røde, dog mest intens i prøve "0 dg". Efter en dag, og endnu mere udtalt efter seks dage, var rødfarvningen af den 10 år gamle prøve falmet markant, hvor den unge prøve vedblev at være stærkt rød (høj pH).

Den mikroskopisk undersøgelse viser, at pastaen i den unge prøve generelt er velhydratiseret (Figur 1), og på nær lokalt langs en af kanterne, ikke karboniseret. Pastaen fremstår sort i X-polariseret lys, hvilket indikerer dannelse af CSH (calciumsilikathydrat), med lysegule områder fra CH (calciumhydroxid). Der ses nogle, større, kun delvis hydratiserede cementkorn (Figur 3).

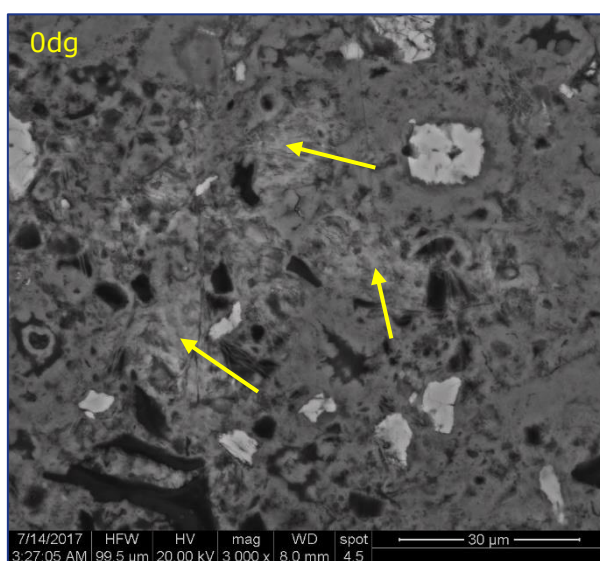
I den 10 år gamle prøve fremstår det meste af pastaen karbonatiseret (Figur 2), dvs. CSH er omdannet primært til calciumkarbonat. I den overvejende karbonatiserede pasta ses dog stadigvæk lidt CH, samt delvis uhydratiserede cementkorn (Figur 4). Typisk ses den laveste grad af karbonatisering i områder hvor pastaen fremstår lidt tættere i forhold til det generelle billede. Pastaen ved pladens overflade fremstår typisk uden calciumkarbonat (ikke karbonatiseret); og fremstår som en markant tynd zone (se dokumentation). Det kan ikke umiddelbart fastslås hvad dette skyldes.



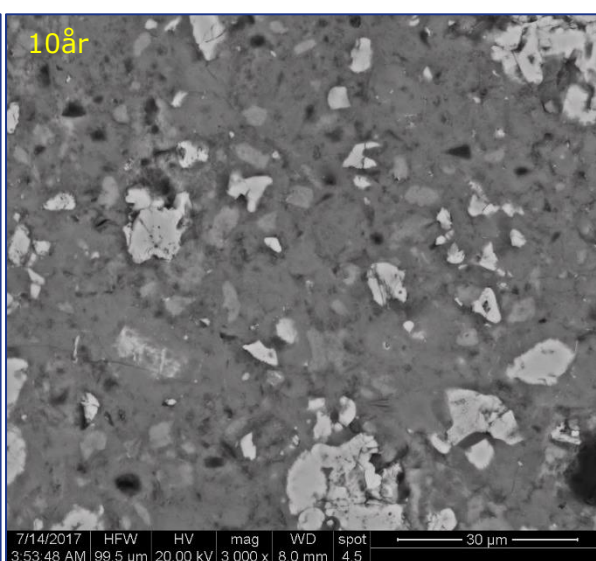
Figur 1: Typisk udseende af ikke karbonatiseret pasta i prøve 0dg. X-polariseret lys.



Figur 2: Typisk udseende af karbonatiseret pasta (brunlig) i prøve 10år. X-polariseret lys.



Figur 3: Typisk udseende af ikke karbonatiseret pasta (CSH og CH, pil). Delvis uhydratiserede cementkorn fremstår lyse. Backscatter mode.



Figur 4: Typisk udseende af karbonatiseret pasta. Delvis uhydratiserede cementkorn fremstår lyse. Backscatter mode.

I forhold til at vurdere mængden af faser i cementpastaen er der vha. den optiske mikroskopi foretaget en punkttælling i 400x forstørrelse. Resultatet af punkttælling ses nedenstående:

Prøve nr.	Position	CSH	CH	Alit+Belit	Karbonatiseret pasta	Andet
0dg	Generelt	52,7	10,3	8,2	0	28,8
10år	Generelt	7,9	3,5	6,5	80,4	1,7
0dg	Kant	15,5	3,0	4,0	22,5	55,0

1000korn er talt i den generelle punkttælling, 200 i kantområde. Data i vol%.

Detaljeret beskrivelse findes i Dokumentations Bilag.

Teknologisk Institut, Byggeri



Ulla Hjorth Jakobsen
Ph.D., Geolog, Seniorkonsulent

Dokumentation

6. Petrografisk analyse

Udført

Der er den 2. august 2017 modtaget 4 prøver til analyse. Makrobeskrivelse af 2 af prøverne er udført samme dag, mikro-analyse er udført d. 14. august, 2017 af Ulla Hjorth Jakobsen.

Metode

Makroanalysen er udført ved visuel betragtning og ved brug af stereomikroskop.

Mikroanalysen er udført på tyndslib fremstillet af udsavede prøver, der imprægneres med epoxy, tilsat et fluorescerende farvestof og nedslibes til en tykkelse på ca. 0,02 mm. Et tyndslib dækker et areal på ca. 45 mm x 30 mm. Tyndslib analyseres i polarisations- og fluorescensmikroskop.

Omfang

Der er foretaget petrografisk analyse af 2 prøver:

Prøve	Tyndslib Nr.	Prøvebeskrivelse
0 dg		Materialet fremstår af gullige træspåner med en åben struktur. Prøven måler 160x160x25mm.
5 uger	-	Materialet fremstår af svagt hvidlige træspåner med en åben struktur. Prøven måler 160x160x25mm.
10 år fin	-	Materialet fremstår af hvidlige træspåner med en relativ tæt struktur. Prøven måler 135x100x25mm.
10 år grov		Materialet fremstår af hvidlige træspåner med en åben struktur. Prøven måler 150x110x25mm.



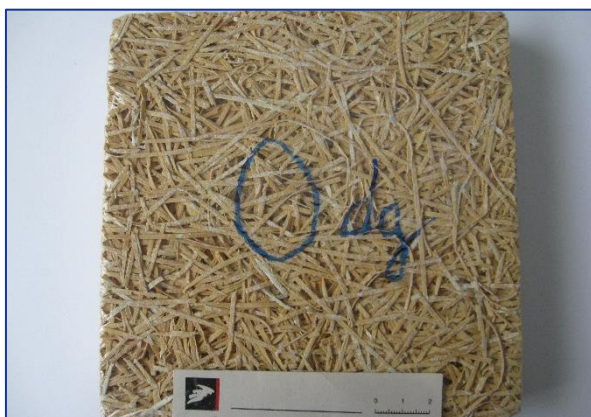
De 4 modtagne prøver. Prøve 0 og 10 grov (nederst tilhøjre) er udtaget til mikroanalyse.

Makroanalyse

Objekt: Træbeton

Ordre Nr. 767290

Prøve ID 0 dg / 10 år



Prøve 0 dg som modtaget.



Prøve 10 år som modtaget.



Frisk snit igennem de 2 prøver; øverst prøve 0 dg, nederst prøve 10 år.



De 2 friske snit efter påsprøjtning med phenolphthalein.



Farvnuance 1 dag efter påsprøjtning.



Farvnuance 6 dage efter påsprøjtning.

Makroanalyse

Objekt: Træbeton

Ordre Nr. 767290

Prøve ID 0 dg



Mikroanalyse

Objekt:	Træbeton		Ordre Nr.	767290	
Prøve ID	0dg	Slib nr.:	7978-0	Areal:	45x30mm

Beskrivelse:

Tyndslib indeholder pastadækkede træfibre fra Troldekt plade af en alder på 0 dage.

Træfibrene i prøven fremstår vel-dækkede med cementpasta. Den generelle tykkelse af pastaen omkring træfibrene varierer fra 0,08 til 0,2mm.

Cementpastaen fremstår typisk u-karboniseret og sort i X-polariseret lys. I den sorte pasta, som primært udgøres af CSH, ses calciumhydroxid, CH (lysegule områder), og delvis uhydratiserede cementkorn (alit og lidt belit). Disse korn er relativt store, de små cementkorn er hydratiserede.

Den anvendte cement er en hvid cement.

Karboniseret pasta er observeret i et lille lokaliseret område langs en af Troldekt pladens kanter.

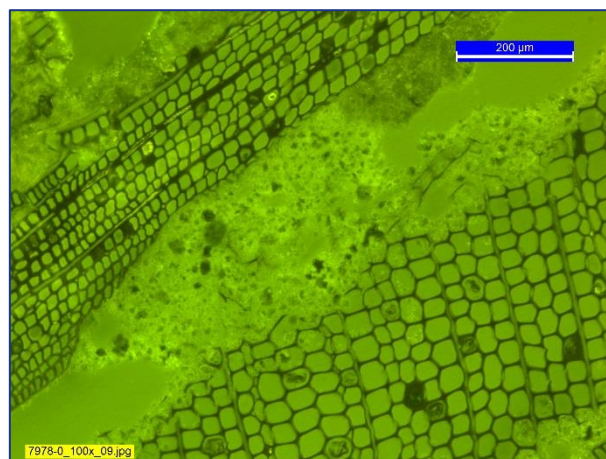
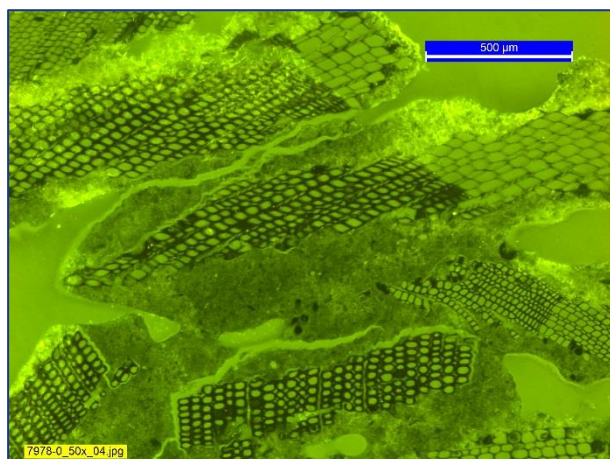
CH ses typisk i træets kamre, i kantområder langs kontakt til cementpasta.

Resultat af punkttælling foretaget i 400x forstørrelse:

Position	CSH vol%	CH vol%	Alit+Belit vol%	Karboniseret Pasta vol%	Andet vol%
Generelt	52,7	10,3	8,2	0	28,8
Kant	15,5	3,0	4,0	22,5	55,0

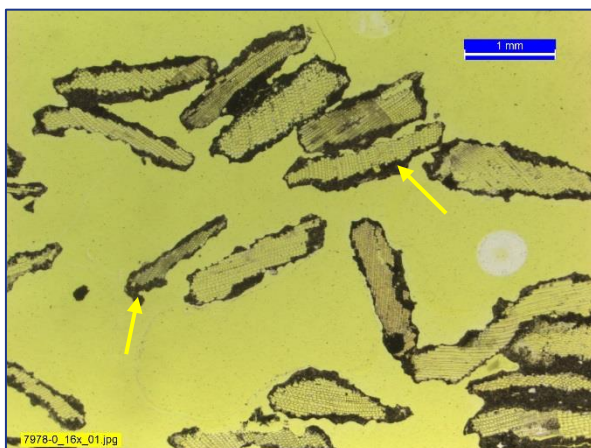
1000korn er talt i den generelle punkttælling, 200 i kantområde.

Kapillarporøsiteten af pastaen fremstår generelt relativt høj, men i områder hvor flere fibre er klistret sammen ses ofte en lidt lavere porøsitet, se nedenstående foto taget i fluorescerende lys.



Mikroanalyse - fotodokumentation

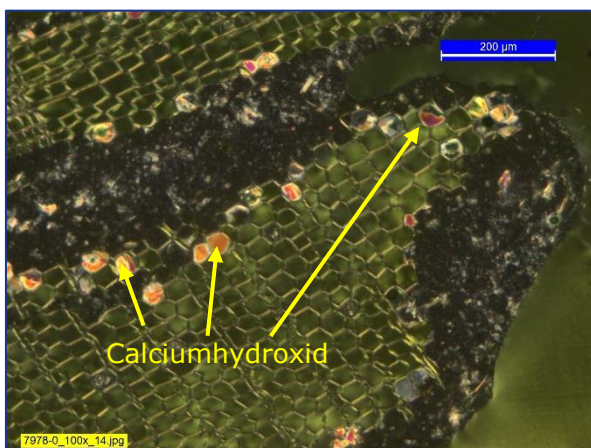
Objekt:	Træbeton		Ordre Nr.	767290	
Prøve ID	Odg	Slib nr.:	7978-0	Areal:	43x30mm



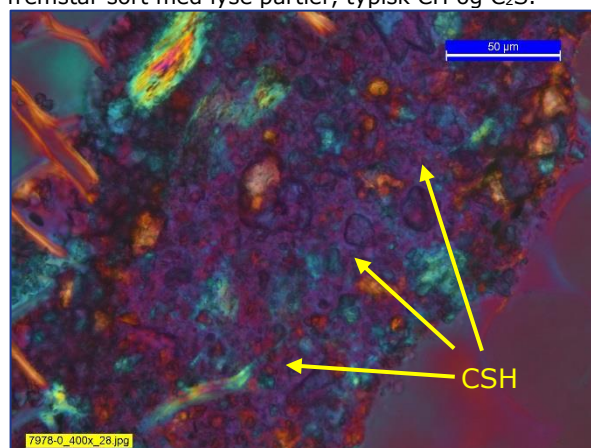
Typisk dækningsgrad af træfibre. Polariseret lys.



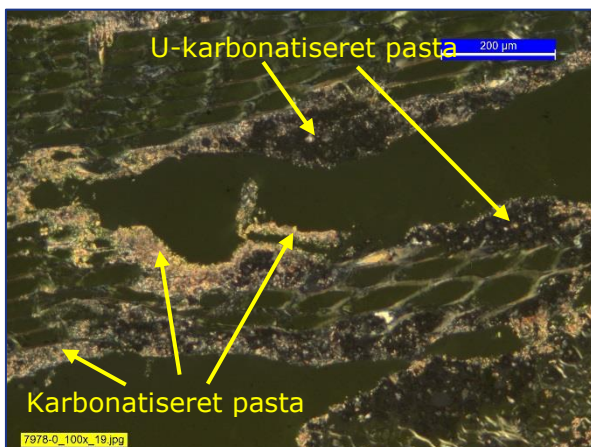
Der ses generelt ingen tegn på karbonatisering af cementpastaen inde i troldektpladen. Pastaen (CSH) fremstår sort med lyse partier, typisk CH og C₂S.



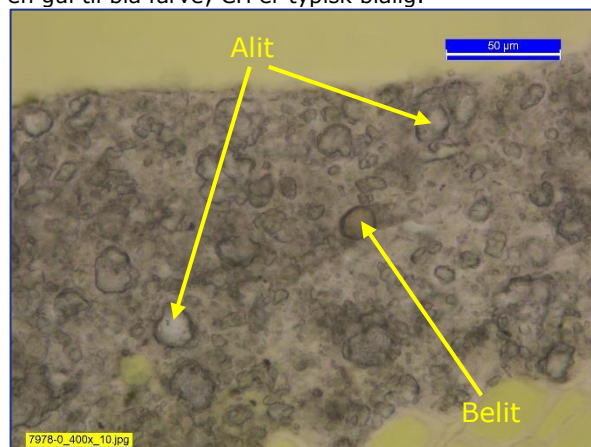
CH er observeret inde i træets kamre, typisk langs randen, op mod cementpastaen. X-polariseret lys.



Ved brug af gipsblad fremstår den sorte pasta (CSH) med en blåviolet farve. I pastaen ses cementkorn med en gul til blå farve; CH er typisk blålig.



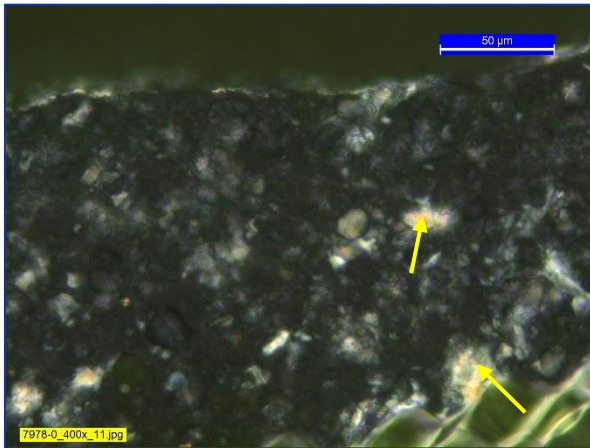
Sporadisk ses karbonatiseret pasta langs kanten af Troldektpladen. X-polariseret lys.



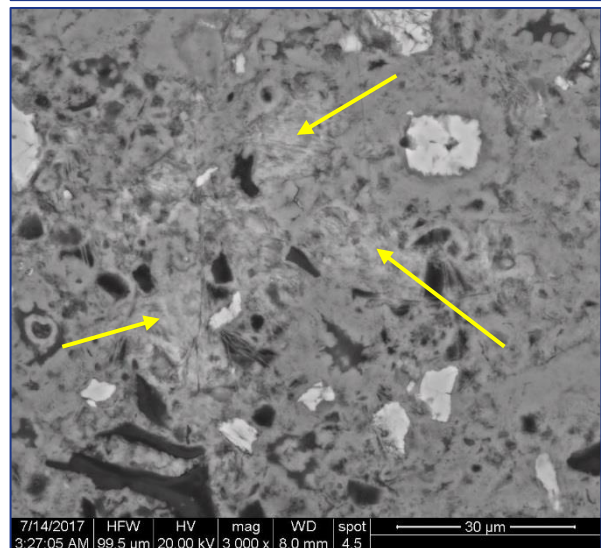
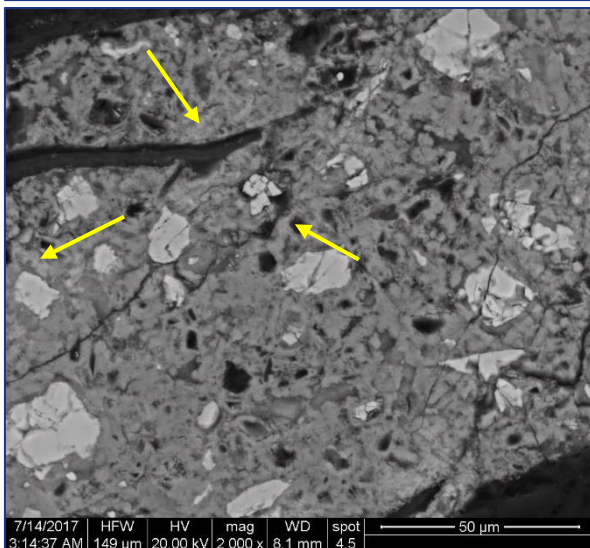
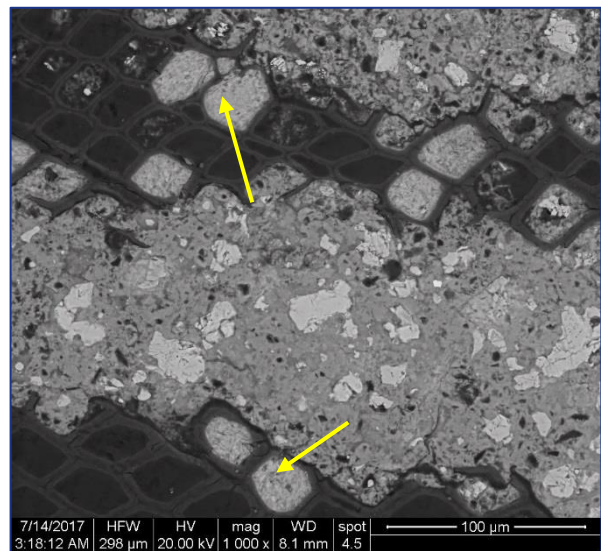
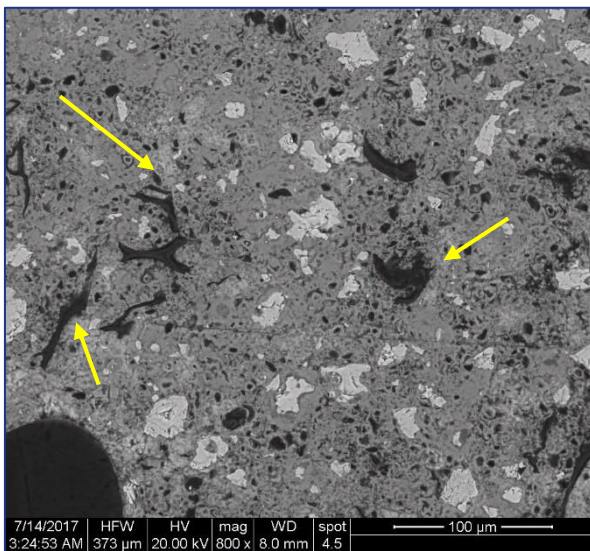
Typisk udseende af pastaen i polariseret lys. Der ses cementkorn, en del Alit og lidt Belit. De største korn er generelt ikke fuldt hydrateret.

SEM - fotodokumentation

Objekt:	Træbeton		Ordre Nr.	767290	
Prøve ID	0dg	Slib nr.:	7978-0	Areal:	43x30mm



Til venstre ses den generelle tekstur i den 0 dage gamle, u-karbonatiserede prøve, set i X-polariseret lys.
Nedenstående ses 4 backscatterer foto's taget af pastaen i forskellig forstørrelse.
Backscatterer billederne viser tydeligst forholdet mellem delvis uhydratiserede cementkorn (lyse partikler) og pasta (CSH og CH). De gule pile henviser til CH.



Makroanalyse

Objekt: Træbeton

Ordre Nr. 767290

Prøve ID 10 år



Mikroanalyse

Objekt:	Træbeton			Ordre Nr.	767290
Prøve ID	10 år	Slib nr.:	7978-10	Areal:	45x30mm

Beskrivelse:

Tyndslib indeholder pastadækkede træfibre fra Troldekt plade af en alder på 10 år.

Træfibrene i prøven fremstår vel-dækkede med cementpasta. Den generelle tykkelse af pastaen omkring træfibrene varierer fra 0,12 til 0,24mm.

Cementpastaen fremstår typisk karbonatiseret og brunlig i X-polariseret lys. I den karbonatiserede pasta, som primært udgøres af calciumkarbonat, ses sporadisk områder som ikke er karbonatiseret. Disse områder har typisk en lavere kapillarporøsitet. I den karbonatiserede pasta ses enkelte steder lidt CH, typisk større hulrumsfyldninger og i træets kamre, og delvis uhydratiserede/karbonatiserede cementkorn (alite og lidt belite).

Den anvendte cement er en hvid cement.

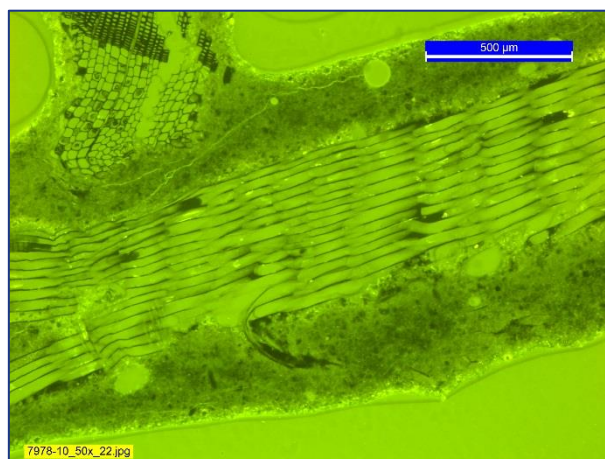
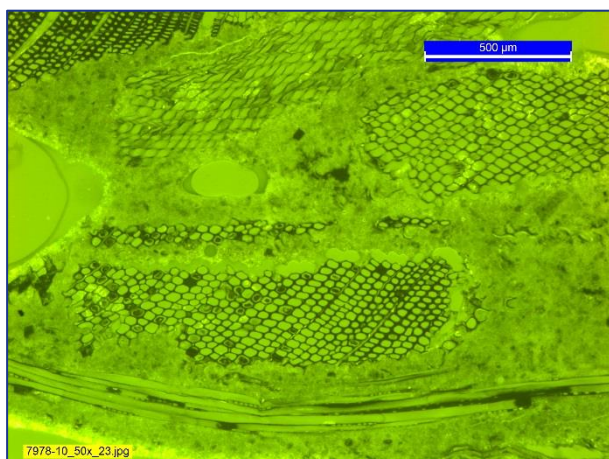
U-karbonatiseret pasta er observeret i pastaranden langs Troldekt pladens overflader.

Resultat af punkttælling foretaget i 400x forstørrelse:

Position	CSH vol%	CH vol%	Alite+Belite vol%	Karbonatiseret Pasta vol%	Andet vol%
Generelt	7,9	3,5	6,5	80,4	1,7

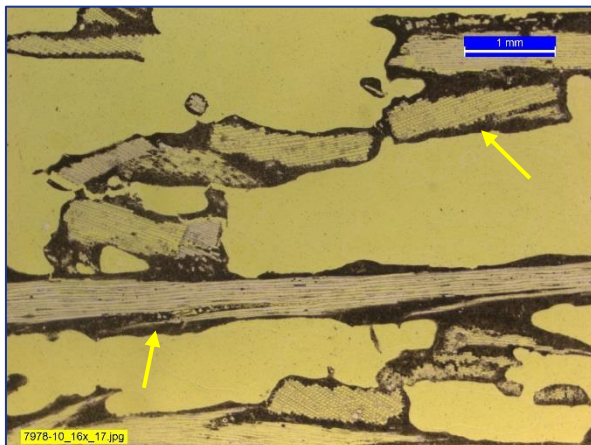
1000korn er talt i den generelle punkttælling.

Kapillarporøsiteten af pastaen fremstår generelt relativ høj, men i områder hvor flere fibre er klistret sammen ses ofte en lidt lavere porøsitet, se nedenstående foto taget i fluorescerende lys.



Mikroanalyse - fotodokumentation

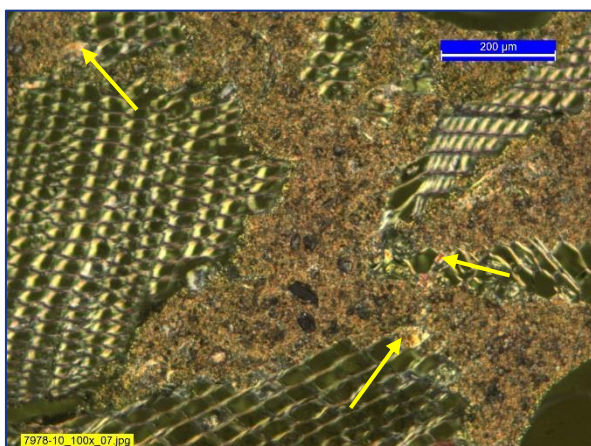
Objekt:	Træbeton		Ordre Nr.	767290	
Prøve ID	10 år	Slib nr.:	7978-10	Areal:	43x30mm



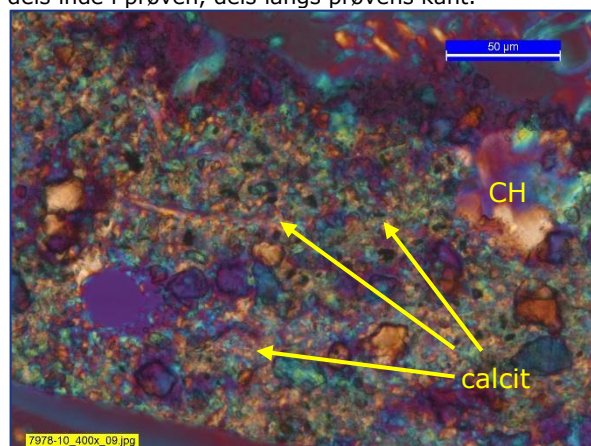
Typisk dækningsgrad af træfibre. Polariseret lys.



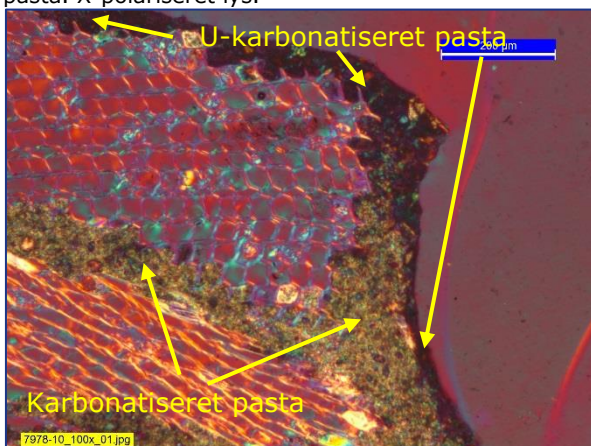
En stor del af cementpastaen fremstår karbonatiseret (brunlig), dog ses sporadisk mørke pastaområder, dels inde i prøven, dels langs prøvens kant.



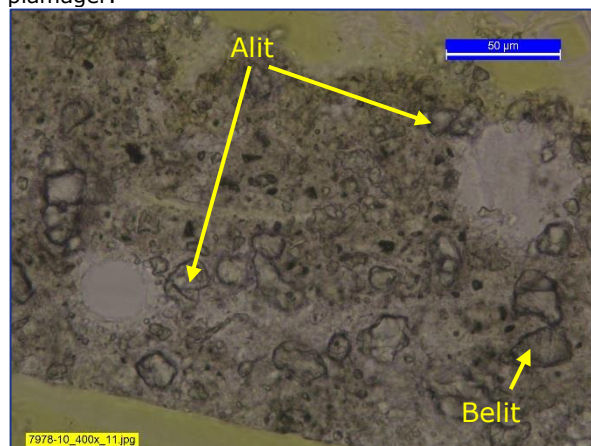
Generel udseende af den karbonatiserede pasta. CH ses typisk i nogle af træfibreens kamre (pile). Delvis hydratiserede cementkorn anes i den karbonatiserede pasta. X-polariseret lys.



Ved brug af gipsblad fremstår den karbonatiserede pasta gullig. I pastaen ses cementkorn med en gul til blå, blåviolet farve. CH ses sporadisk som større plamager.



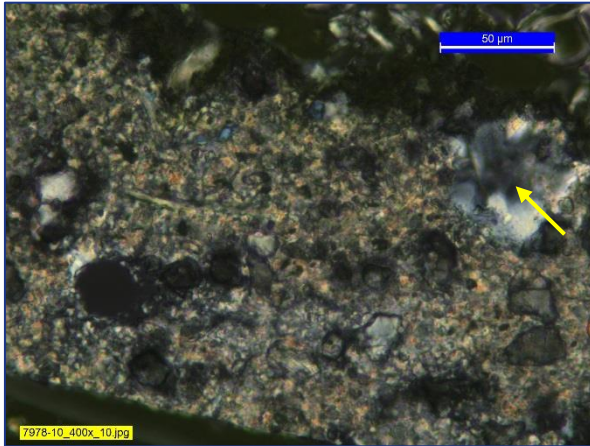
Generelt ses en meget distinkt ukarboniseret rand i kanten af troldekt pladen. X-polariseret lys med gipsblad.



Typisk udseende af pastaen i polariseret lys. Der ses cementkorn, en del Alit og lidt Belit. De største korn er generelt ikke fuldt hydratiseret/karboniseret.

SEM - fotodokumentation

Objekt:	Træbeton		Ordre Nr.	767290	
Prøve ID	10år	Slib nr.:	7978-10	Areal:	43x30mm



Til venstre ses den generelle tekstur i den 10 år gamle, karbonatiserede prøve, set i X-polariseret lys. Nedenstående ses 4 backscatter foto's taget af pastaen i forskellig forstørrelse. Backscatter billederne viser tydeligst forholdet mellem delvis uhydratiserede cementkorn (lyse partikler) og karbonatiseret pasta. De gule pile henviser til CH.

