



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Gregersensvej
DK-2630 Taastrup
Telefon 72 20 20 00
Telefax 72 20 20 19

info@teknologisk.dk
www.teknologisk.dk

Tinghøj Højdebeholder

Undersøgelse af betonkvalitet

Udført for:

*KE, Vand
Ørestads Boulevard 35
2300 København S*

Udført af:

Ulla Hjorth Jakobsen

*Taastrup, den 22. august 2007
Ordrenr.: 217810*

Indhold

1. Baggrund og formål.....	3
1.1 Rekvirent.....	3
1.2 Objekt.....	3
1.3 Baggrund.....	3
1.4 Formål.....	3
1.5 Data og informationer.....	3
2. Sammenfatning.....	4
2.1 Opgavens omfang.....	4
2.2 Resultater.....	4
3. Vurdering.....	7
Dokumentation.....	8
4. Karbonatiseringsbestemmelse.....	9
5. Makroanalyse.....	10
6. Mikroanalyse.....	41
7. Chloridbestemmelse.....	50
8. Trykstyrkebestemmelse.....	51
Bilag A: Chloridanalyse	
Bilag B: Trykstyrke	

1. Baggrund og formål

1.1 Rekvirent

Opgaven er rekvireret af:

Øllgaard Rådgivende Ingeniører A/S

.....

.....

Att.: Jacob Munch Thomas

for

KE, Vand

Ørestads Boulevard 35

2300 København S

Att.: Lars Bennedsen

1.2 Objekt

Betonkerner udboret og leveret af Øllgaard Rådgivende Ingeniører A/S. I alt 15 kerner fra Tinghøj Højdebeholder er modtaget.

1.3 Baggrund

Undersøgelsen igangsættes pga. højdebeholderens alder, idet der ønskes en vurdering af beholderens levetid.

1.4 Formål

Der ønskes en generel undersøgelse af betonens kvalitet vha. petrografisk undersøgelse, chloridindhold og trykstyrke.

1.5 Data og informationer

De modtagne kerner er udboret fra Beholderne 2, ⁵~~4~~, 7 og 12. Skitse over udtagningssteder var vedlagt kernerne.

2. Sammenfatning

2.1 Opgavens omfang

Der er udført følgende undersøgelse:

- Makroskopisk undersøgelse af 15 kerner
- Mikroskopisk undersøgelse af 4 kerner
- Chloridanalyser af 12 kerner (2 analyser fra hver kerne)
- Trykprøvning af 9 kerner

Detaljeret beskrivelse og testresultater er vedlagt bagest i denne rapport under dokumentation.

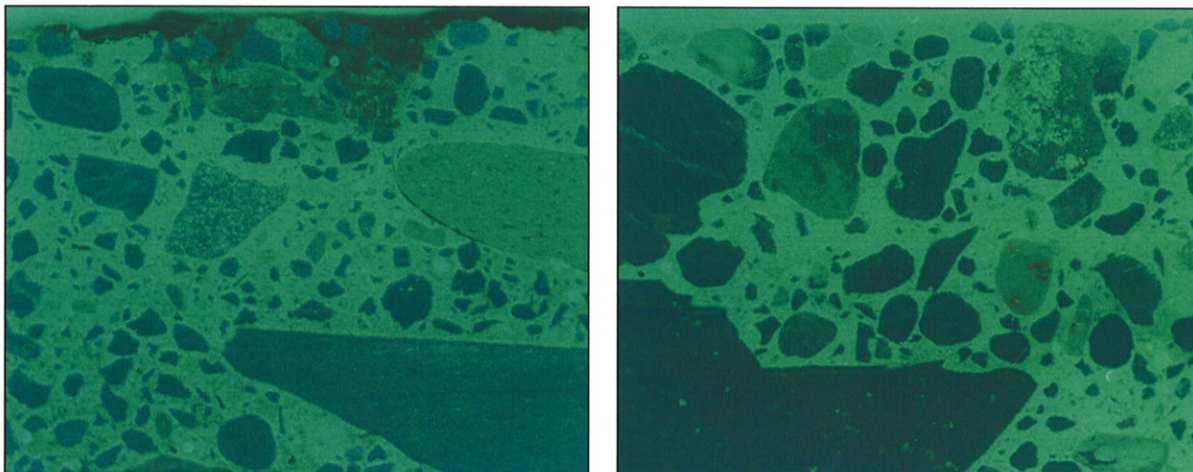
2.2 Resultater

De undersøgte kerner fra Tinghøj Højdebeholder består af beton med afrundede til kantafrundet tilslag, dvs. tæt flint og granit i stenfraktionen, kvarts, feldspat, tæt flint og kalksten i sandfraktionen og en grovkornet Portlandcement. Betonerne er mørtelrige og mangler sten i mellemfraktionen. Kerne 12 fra Beholder 12 er udover at være mørtelig også pastarig. Max. stenstørrelse er målt på gennemskårede kerner til 40mm.



Eksempel på betonsammensætning. Overfladen af betonen er påført et tykt mørtellag.

Betonerne har generelt en lys cement pasta. De mikroskopiske undersøgelser af de 4 kerner indikerer et varierende men generelt højt v/c-forhold på mellem 0,50 – 0,70. Laveste v/c-forhold på 0,50-0,55 er målt i kerne 12 fra Beholder 12.



Eksempel på pastaporøsitet i prøverne 1 (venstre) og 12 (højre). Den meget lysegrønne farve af cementkornene indikerer et højt v/c-forhold. Tilslag fremstår relativt mørkegrønne indikerende, at de har en lav porøsitet. Billederne måler ca. 6x5mm.

Generelt ses der makroskopisk ikke nogle revner i betonerne. Mikroskopisk ses der nogle revner. Disse ses har alle et forløb, som tyder på dannelse i den tidlige fase af betonens levetid, imens betonen var plastisk. I kerne 5 fra beholder 7 ses der enkelte plastiske overfladerrevner, hvoraf en enkelt kan følges til en dybde af 21mm. Mikroskopisk ses der i alle undersøgte kerner, desuden en del plastiske defekter i pastaen i form af porøse kanaler og vedhæftningsrevner. Disse er stort set fyldt med hydratiseringsprodukter.

Der er ikke observeret skadelige alkalisilika-reaktioner i betonerne. Mikroskopisk ses enkelte flintkorn med passiv reaktion, dvs. kornene er revnede, men revnerne fortsætter ikke ud i betonen.

Mikroskopisk er der observeret en del ettringit i luftporer og pastadefekter i kernerne 1 og 12. Tilstedeværelsen af ettringit indikerer fugtbelastning.

Betonerne er generelt kun karbonatiseret til ringe dybde. De største dybder er målt på de 2 kerner fra vægge. Her er karbonatiseringsdybden målt til henholdsvis 4 og 8mm.

Der er ikke observeret tegn på armeringskorrosion i de undersøgte kerner.

Chloridindholdet er generelt lavt i samtlige analyserede prøver. Det højeste indhold er målt på kerne 4 fra dæk i Beholder 5 som er på 0,028 vægt%.

Trykprøvningen af kernerne gav omregnede trykstyrker fra 49 til 77MPa. Der skal dog i disse resultater tages højde for, at kernestørrelsen ikke opfylder kravene i DS/EN 12504-1:2003 (se detaljer under dokumentationsafsnittet bagest i denne rapport).

Nedenstående tabel sammenfatter data angående karbonatiseringsdybder, armering, dæklag, chloridindhold og trykstyrker.

Kerne nr.	karbonatisering		Armering		Chlorid vægt%		Trykstyrke MPa
	$I_{c,gen}$	$I_{c,maks}$	Diameter	Dæklag	Top	Midt	
1. dæk, beholder 2	0,5mm	1mm	Ø12	75mm	0,010	0,003	70,3
2. dæk, beholder 2	0,25mm	0,5mm	Ø12	42mm	-	-	54,5
3. dæk, beholder 5	0mm	0mm	Ø16/Ø16	12/30mm	-	-	51,2
4. dæk, beholder 5	0mm	0mm	Ø12	45mm	0,018	0,028	54,2
5. dæk, beholder 7	0mm	0mm	-	-	0,006	0,004	49,6
6. dæk over søjle, beholder 7	0mm	0mm	Ø16/Ø10	45/68mm	-	-	54,6
7. væg, beholder 7	4mm	5mm	-	-	0,004	0,002	-
8. søjle, beholder 7	2mm	4mm	-	-	0,006	0,007	75,4
9. søjle, beholder 7	2mm	4mm	-	-	0,002	0,006	77,1
10. bund, beholder 7	2mm	4mm	-	-	0,006	0,006	-
11. bund, beholder 7	0mm	0mm	-	-	0,013	0,010	-
12. væg, beholder 12	8mm	8mm	Ø10/Ø10	28/38mm	0,016	0,013	-
13. søjle, beholder 12	0,25mm	0,5mm	-	-	0,020	0,019	49,2
14. bund, beholder 12	1mm	2mm	Ø10	112mm*	0,004	0,013	-
15. bund, beholder 12	1,5mm	3mm	Ø22	110mm*	0,007	0,015	-

Karbonatiseringsdybder er givet som $I_{c,gen}$ (gennemsnittet) og $I_{c,maks}$ (maximal).

* Målt fra overflade af kerne inkl. mørtellag.

De eksakte dybder for chloridanalyser kan ses i bilaget.

3. Vurdering

Betonen i de 15 undersøgte kerner fra Tinghøj Højdebeholder er generelt i en god stand. Der er ikke fundet nogle holdbarhedsmæssige forskelle mellem de 4 beholdere.

De viser alle tegn på at være støbt med et relativt højt v/c-forhold og indeholder en del tidligt dannede plastiske defekter. Disse har dog ikke umiddelbart haft nogen indflydelse på betonens holdbarhed. Der ses kun få revner, som er dannet i den hærdnede beton. Betonerne har en høj trykstyrke. Betonerne har generelt en ringe karbonatiseringsdybde og er ikke chloridbelastet. Der ses ingen armeringskorrosion.

Teknologisk Institut, Byggeri



Ulla Hjorth Jakobsen
Senior Konsulent, Geolog, Ph.D.

Dokumentation

4. Karbonatiseringsbestemmelse

Udført

Karbonatiseringsbestemmelse er udført den 9. august 2007 af Ulla Hjorth Jakobsen.

Metode

Karbonatiseringsdybden bestemmes som beskrevet i TI-B 35 (87), ved at der på betonkernens friske brudflade påsprøjtes en indikatorvæske bestående af 1% phenolphthalein-opløsning i ethanol. Indikatorvæsken påføres hele vejen rundt, og i et antal afsatte målepunkter aflæses dybden l_c til karbonatiseringsfronten i mm. $l_{c,gen}$ udregnes som gennemsnittet af de målte l_c -værdier, $l_{c,maks}$ er den maksimale karbonatiseringsdybde, ekskl. karbonatisering langs revner og $l_{c,revne}$ er karbonatiseringsdybden langs revner.

Omfang

Karbonatiseringsdybden er målt på 15 kerner efter gennemskæring.

Resultat

Kerne nr.	$l_{c,gen}$	$l_{c,maks}$	$l_{c,revne}$
1. dæk, beholder 2	0,5mm	1mm	-
2. dæk, beholder 2	0,25mm	0,5mm	-
3. dæk, beholder 5	0mm	0mm	-
4. dæk, beholder 5	0mm	0mm	-
5. dæk, beholder 7	0mm	0mm	-
6. dæk over søjle, beholder 7	0mm	0mm	-
7. væg, beholder 7	4mm	5mm	-
8. søjle, beholder 7	2mm	4mm	-
9. søjle, beholder 7	2mm	4mm	-
10. bund, beholder 7	2mm	4mm	-
11. bund, beholder 7	0mm	0mm	-
12. væg, beholder 12	8mm	8mm	-
13. søjle, beholder 12	0,25mm	0,5mm	-
14. bund, beholder 12	1mm	2mm	-
15. bund, beholder 12	1,5mm	3mm	-

*Se i øvrigt detaljer og fotos under Makrobeskrivelse.

5. Makroanalyse

Udført

Makroanalyse af borekerner er udført den 9. august 2007 af Ulla Hjorth Jakobsen.

Metode

Makroanalysen er udført ved visuel betragtning af de udborede kerner. Karbonatiseringsdybden bestemmes som beskrevet i TI-B 35 (87), ved at der på betonekernens friske brudflade påsprøjtes en indikatorvæske bestående af 1% phenolphthalein-opløsning i ethanol.

Omfang

Der er foretaget makroanalyse inklusiv karbonatiseringsbestemmelse af 15 stk. udborede kerner.

Resultat

Resultatet fremgår af efterfølgende sider:

Prøve Nr.	Udtagnings- sted	Tilstand
1. dæk	beholder 2	Kerne i 2 stk. ved modtagelse
2. dæk	beholder 2	Kerne i 4 stk. ved modtagelse
3. dæk	beholder 5	Kerne i 2 stk. ved modtagelse
4. dæk	beholder 5	Intakt kerne
5. dæk	beholder 7	Intakt kerne
6. dæk over søjle	beholder 7	Kerne i 3 stk. ved modtagelse
7. væg	beholder 7	Kerne i 2 stk. ved modtagelse (under transport?)
8. søjle	beholder 7	Kerne i 2 stk. ved modtagelse (under transport?)
9. søjle	beholder 7	Kerne i 2 stk. ved modtagelse
10. bund	beholder 7	Intakt kerne
11. bund	beholder 7	Intakt kerne
12. væg	beholder 12	Intakt kerne
13. søjle	beholder 12	Intakt kerne
14. bund	beholder 12	Kerne i 2 stk. ved modtagelse
15. bund	beholder 12	Intakt kerne

Makroanalyse

Objekt: Dæk, beholder 2

Kerne nr.: 1

Dimensioner: ø: 55 mm, l: 135 mm

Betonsammensætning

Sten: Afrundet til kantafrundet mørk flint og granitiske bjergarter, maks. diameter 30mm. Nogle hvide korn i mellemfraktion
Pasta: Lys brunlig, relativ fast
Luft: Lavt, enkelte større luftindeslutninger observeret
Revner/defekter: 1 observeret i overfladen til maks. dybde af 20mm. Løber omkring tilslag og har et bølget forløb.

Reparationer

Ingen observeret

Overflader

Overside: Ujævn, dækket med en brunlig substans, intakte kanter
Underside: Brudflade opstået i forbindelse med udboring. Brudflade løber dels i pasta dels igennem sten. Aftryk af armeringsjern tilstede.

Karbonatisering

Overside:	Min.: 0mm	Maks.: 1mm	Middel: 0,5mm
Bagside:	Min.: -	Maks.: -	Middel: -

Armering

1	Ø 12mm, dæklag 75mm, ingen rust observeret
2	Ø ?mm, dæklag 135mm, aftryk i bund af kerne, ingen rust

Supplerende bemærkninger

Ingen



Overflade af kerne

Makroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Dæk, beholder 2

Kerne nr.: 1

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 135 mm



Foto af kerne efter udtagning

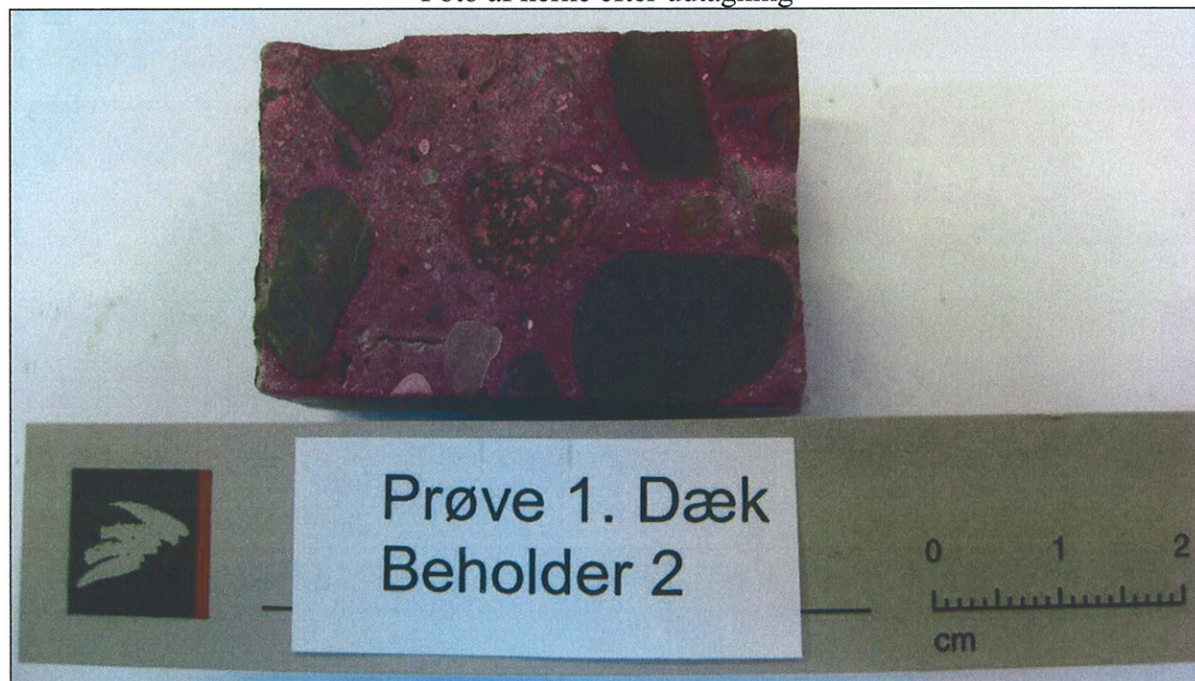


Foto af overfladestykke efter udskæring og påsprøjtning af phenolphtalein

Makroanalyse

Objekt: Dæk, beholder 2

Kerne nr.: 2

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 170 mm

Betonsammensætning

Sten: Afrundet til kantafrundet mørk flint og granitiske bjergarter, maks. diameter 30mm. Nogle hvide korn i mellemfraktion
Pasta: Lys brunlig, relativ fast
Luft: Lavt, enkelte større luftindeslutninger observeret
Revner/defekter: Ingen observeret

Reparationer

Ingen observeret

Overflader

Overside: Ujævn, dækket med en brunlig substans, intakte kanter
Underside: Brudflade opstået i forbindelse med udboring. Brudflade løber dels i pasta, dels igennem sten. Aftryk af armeringsjern tilstede.

Karbonatisering

Overside:	Min.: 0mm	Maks.: 0,5mm	Middel: 0,25mm
Bagside:	Min.: -	Maks.: -	Middel: -

Armering

1	$\varnothing$ 12mm, dæklag 42mm, ingen rust observeret
2	$\varnothing$?mm, dæklag 170mm, aftryk i bund af kerne, enkelte små rustpletter

Supplerende bemærkninger

Ingen



Overflade af kerne

Makroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Dæk, beholder 2

Kerne nr.: 2

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 170 mm



Foto af kerne efter udtagning

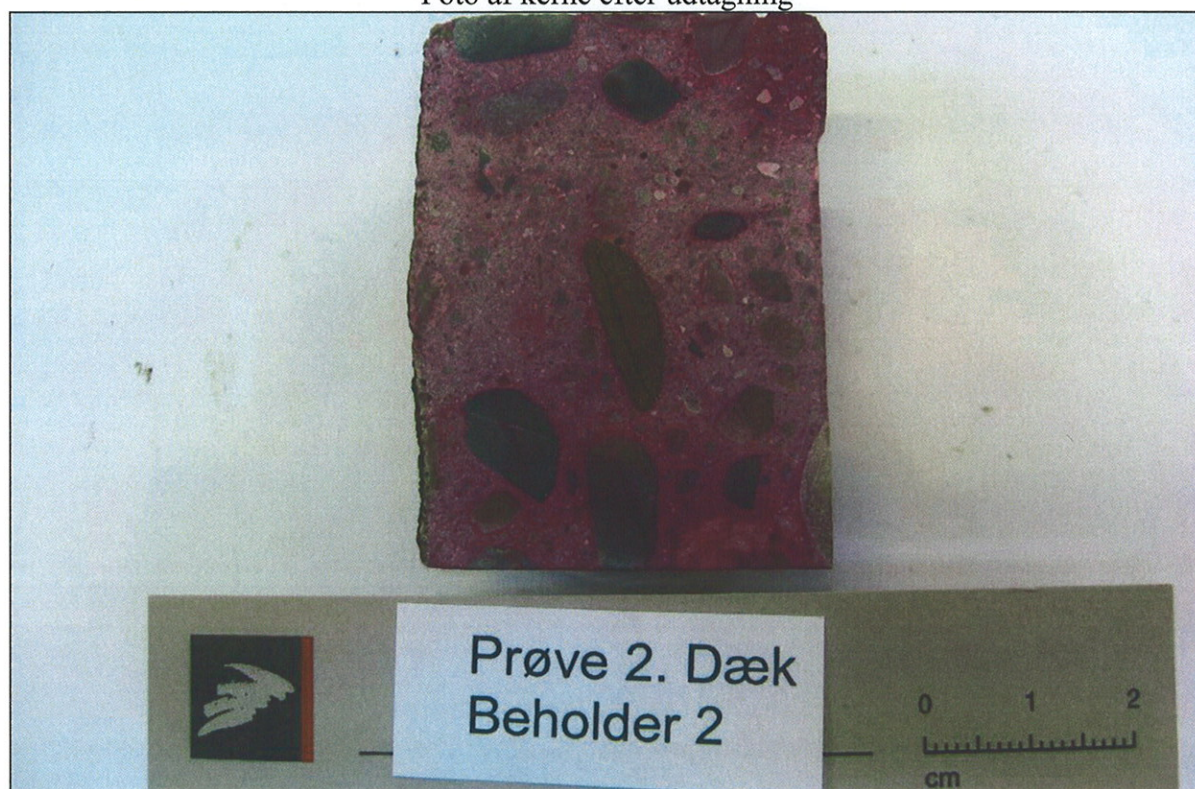


Foto af overfladestykke efter udskæring og påsprøjtning af phenolphtalein

Makroanalyse

Objekt: Dæk, beholder 5

Kerne nr.: 3

Dimensioner: ø: 55 mm, l: 160 mm

Betonsammensætning

Sten: Afrundet til kantafrundet mørk flint og granitiske bjergarter, maks. diameter 30mm. Nogle hvide korn i mellemfraktion
Pasta: Lys brun-grå, relativ fast
Luft: Lavt, enkelte større luftindeslutninger observeret
Revner/defekter: Ingen observeret

Reparationer

Ingen observeret

Overflader

Overside: Ujævn og eroderet, delvis dækket af sort substans, intakte kanter
Underside: Brudflade opstået i forbindelse med udboring. Brudeflade løber dels i pasta, dels igennem sten.

Karbonatisering

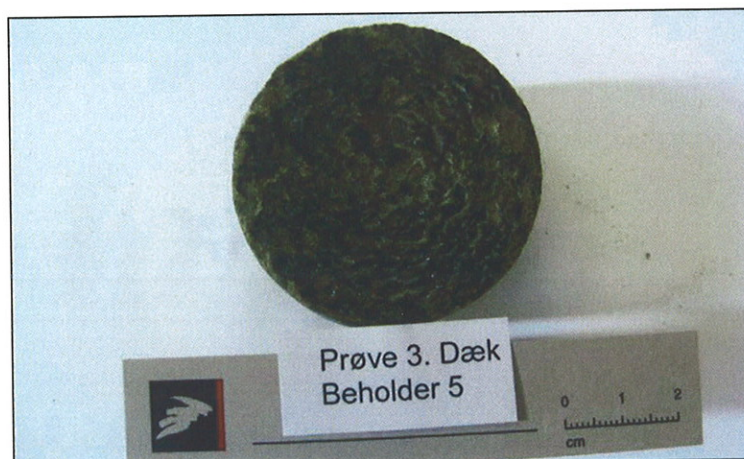
Overside:	Min.: 0mm	Maks.: 0mm	Middel: 0mm
Bagside:	Min.: -	Maks.: -	Middel: -

Armering

1	Ø 16mm, dæklag 12mm, ingen rust observeret
2	Ø 16mm, dæklag 30mm, ingen rust observeret

Supplerende bemærkninger

Ingen



Overflade af kerne

Makroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Dæk, beholder 5

Kerne nr.: 3

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 160 mm

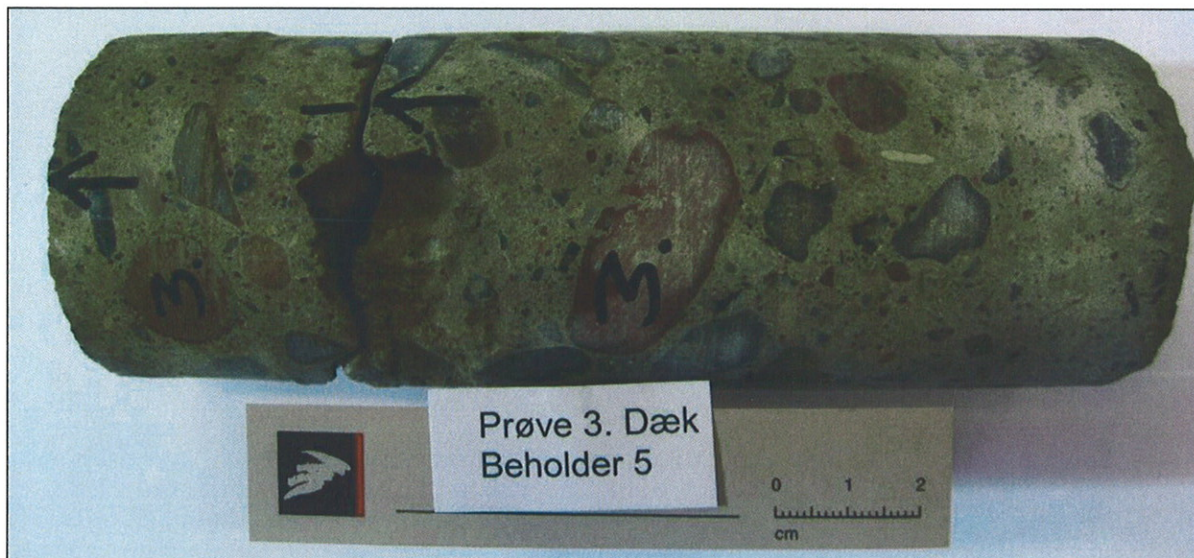


Foto af kerne efter udtagning

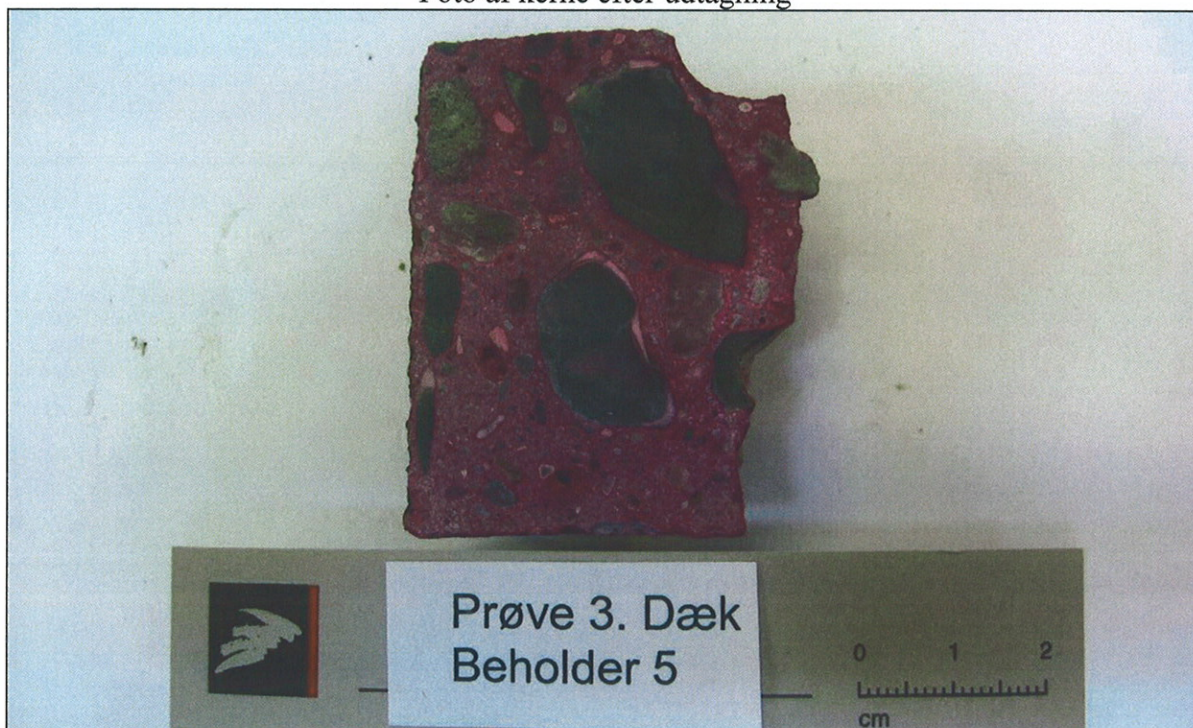


Foto af overfladestykke efter udskæring og påsprøjtning af phenolphthalein

Makroanalyse

Objekt: Dæk, beholder 5

Kerne nr.: 4

Dimensioner: ø: 55 mm, l: 165 mm

Betonsammensætning

Sten: Afrundet til kantafrundet mørk flint og granitiske bjergarter, maks. diameter 30mm. Nogle hvide korn i mellemfraktion
Pasta: Lys brun-grå, relativ fast
Luft: Lavt, enkelte større luftindeslutninger observeret
Revner/defekter: Ingen observeret

Reparationer

Ingen observeret

Overflader

Overside: Ujævn og eroderet, delvis dækket af sort substans, intakte kanter
Underside: Brudflade opstået i forbindelse med udboring. Brudeflade løber dels i pasta, dels igennem sten.

Karbonatisering

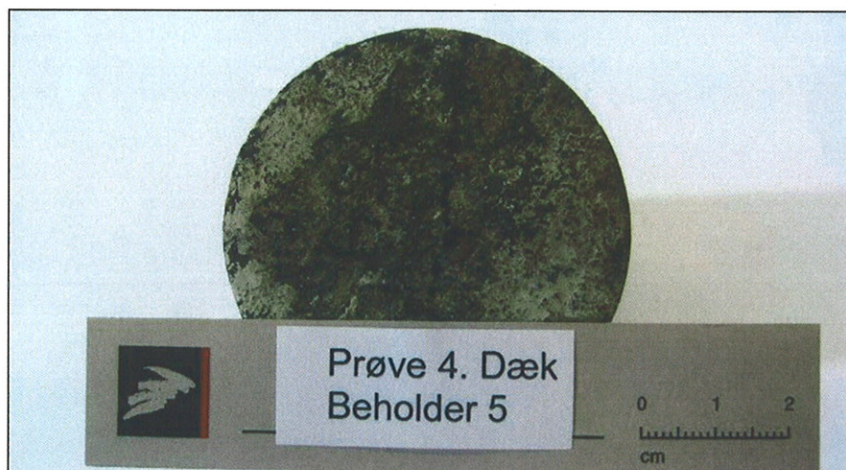
Overside:	Min.: 0mm	Maks.: 0mm	Middel: 0mm
Bagside:	Min.: -	Maks.: -	Middel: -

Armering

1 Ø 12mm, dæklag 45mm, ingen rust observeret

Supplerende bemærkninger

Nogle større luftindeslutninger omring armering og sten i nærhed af armering.



Overflade af kerne

Makroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Dæk, beholder 5

Kerne nr.: 4

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 165 mm



Foto af kerne efter udtagning

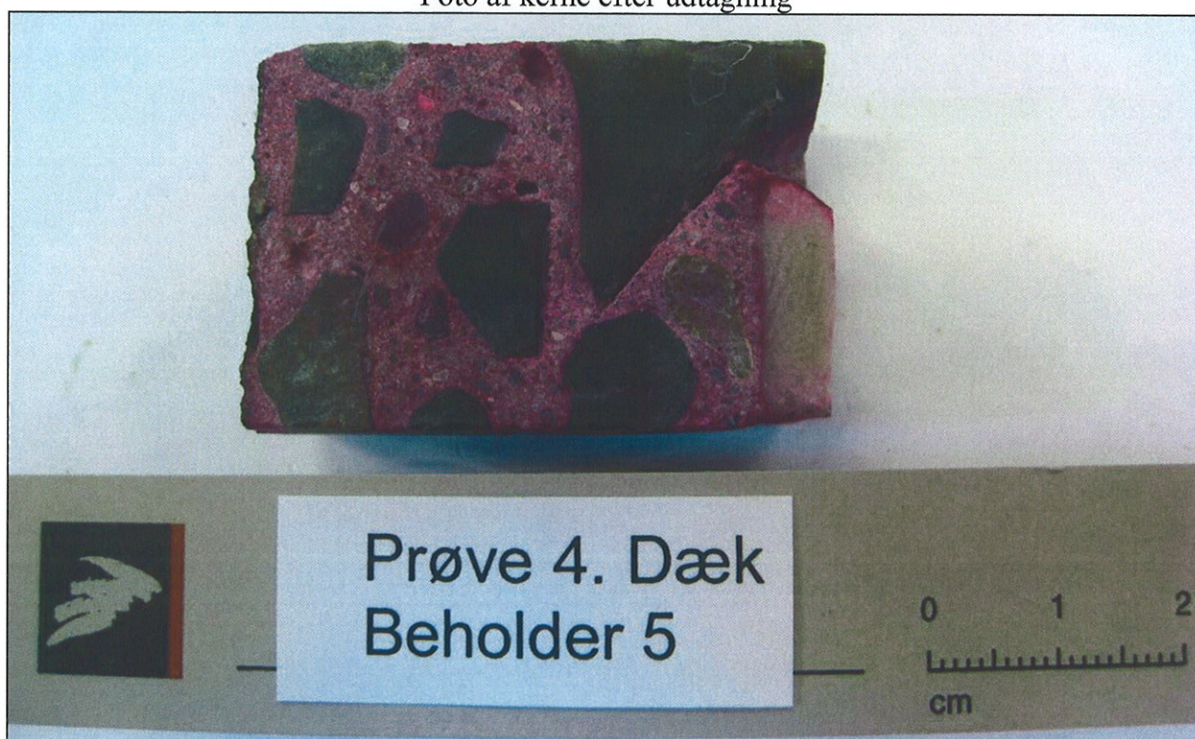


Foto af overfladestykke efter udskæring og påsprøjtning af phenolphthalein

Makroanalyse

Objekt: Dæk, beholder 7

Kerne nr.: 5

Dimensioner: ø: 55 mm, l: 215 mm

Betonsammensætning

Sten: Afrundet til kantafrundet mørk flint og granitiske bjergarter, maks. diameter 30mm. Nogle hvide korn i mellemfraktion
Pasta: Lys brunlig, relativ fast
Luft: Lavt, enkelte større luftindeslutninger observeret
Revner/defekter: Ingen observeret

Reparationer

Ingen observeret

Overflader

Overside: Beskadiget under udboring; rester af sort substans
Underside: Støbt overflade med aftryk af formside, kant afbrækket ved udboring

Karbonatisering

Overside:	Min.: 0mm	Maks.: 0mm	Middel: 0mm
Bagside:	Min.: -	Maks.: -	Middel: -

Armering

Ingen observeret

Supplerende bemærkninger

Ingen



Overflade af kerne

Makroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Dæk, beholder 7

Kerne nr.: 5

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 215 mm

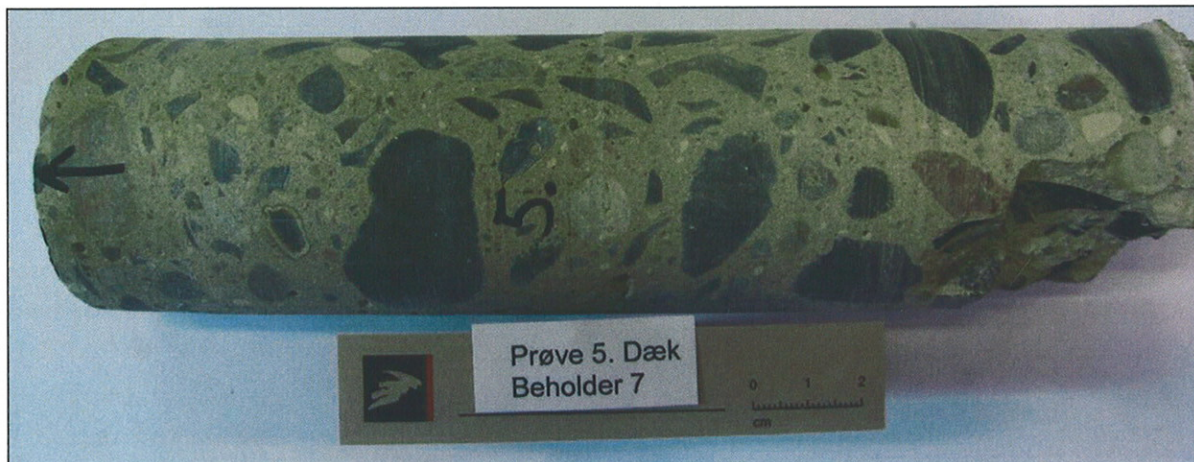


Foto af kerne efter udtagning

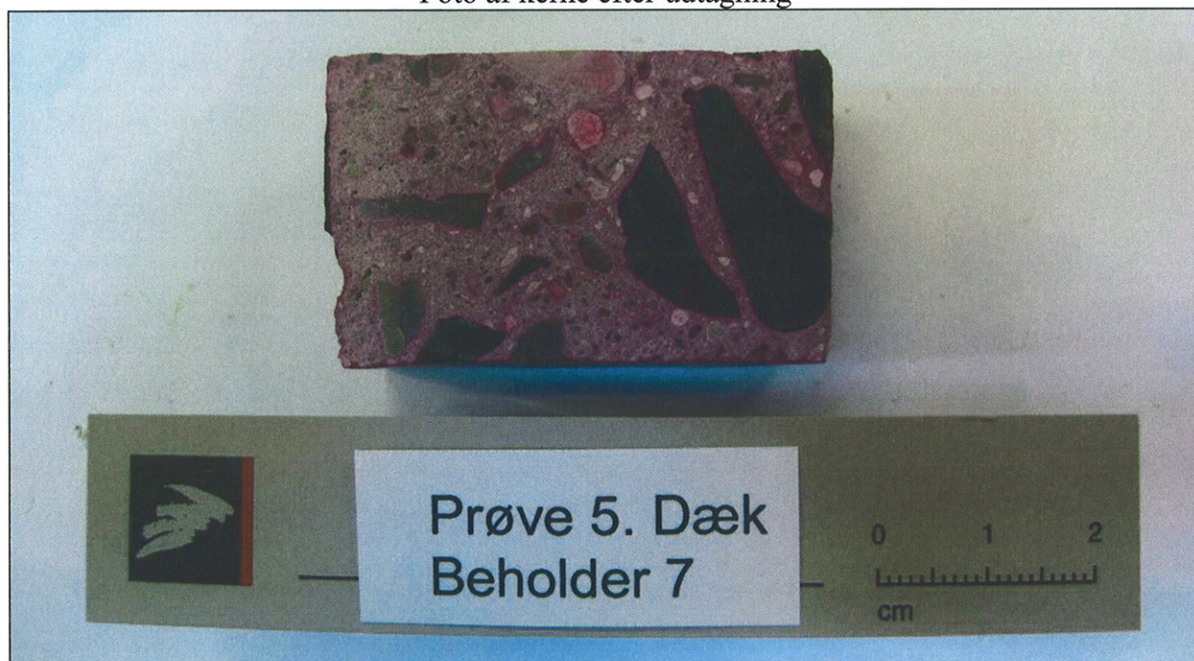


Foto af overfladestykke efter udskæring og påsprøjtning af phenolphtalein

Makroanalyse

Objekt: Dæk over søjle, beholder 7

Kerne nr.: 6

Dimensioner: ø: 55 mm, l: 140 mm

Betonsammensætning

Sten: Afrundet til kantafrundet mørk flint og granitiske bjergarter, maks. diameter 30mm. Nogle hvide korn i mellemfraktion
Pasta: Lys brunlig, relativ fast
Luft: Lavt, enkelte større luftindeslutninger observeret
Revner/defekter: 1 fin revne fra overflade til maks. dybde af 20mm. Revne har et bølget forløb og løber udenom sten.

Reparationer

Ingen observeret

Overflader

Overside: Ujævn og eroderet, delvis dækket af grøn og sort substans, afskalling i kernekant
Underside: Brudflade opstået i forbindelse med udboring. Brudeflade løber dels i pasta, dels igennem sten.

Karbonatisering

Overside:	Min.: 0mm	Maks.: 0mm	Middel: 0mm
Bagside:	Min.: -	Maks.: -	Middel: -

Armering

1	Ø 16mm, dæklag 45mm, ingen rust observeret
2	Ø 10mm, dæklag 68mm, ingen rust observeret

Supplerende bemærkninger

Ingen



Overflade af kerne

Makroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Dæk over søjle, beholder 7

Kerne nr.: 6

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 140 mm



Foto af kerne efter udtagning



Foto af overfladestykke efter udskæring og påsprøjtning af phenolphthalein

Makroanalyse

Objekt: Væg, beholder 7

Kerne nr.: 7

Dimensioner: ø: 55 mm, l: 140 mm

Betonsammensætning

Sten: Afrundet til kantafrundet mørk flint og granitiske bjergarter, maks. diameter 30mm. Nogle hvide korn i mellemfraktion
Pasta: Lys brun-grå, relativ fast
Luft: Lavt, enkelte større luftindeslutninger observeret
Revner/defekter: Ingen observeret

Reparationer

Ingen observeret

Overflader

Overside: Betonoverfladen er dækket af et 10mm gråt mørtellag. Relativ god kontakt mellem beton og mørtel trods tilstedeværelsen af nogle større luftindeslutninger i grænsefladen. Sandkorn er eksponeret i overflade, brunlig farvning ses
Underside: Brudflade opstået i forbindelse med udboring. Brudeflade løber dels i pasta, dels igennem sten.

Karbonatisering

Overside:	Min.: 3mm	Maks.: 5mm	Middel: 4mm
Bagside:	Min.: -	Maks.: -	Middel: -

Armering

Ingen observeret

Supplerende bemærkninger

Lysfarvning af øverste 5mm af beton. Kerne er knækket. Sandsynligvis under transport



Overflade af kerne

Makroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Væg, beholder 7

Kerne nr.: 7

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 140 mm

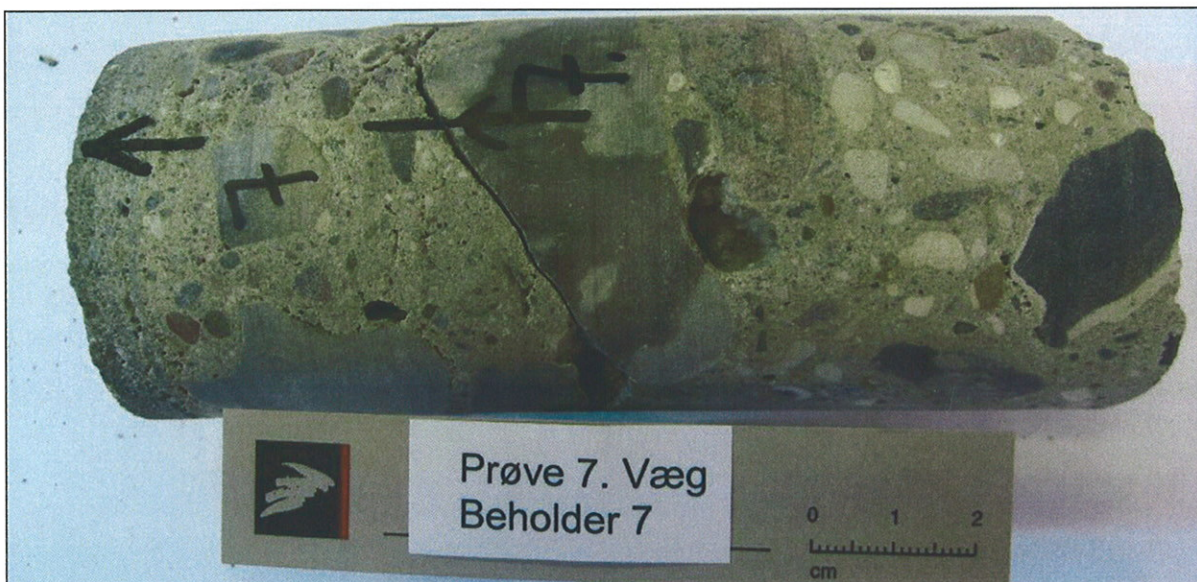


Foto af kerne efter udtagning

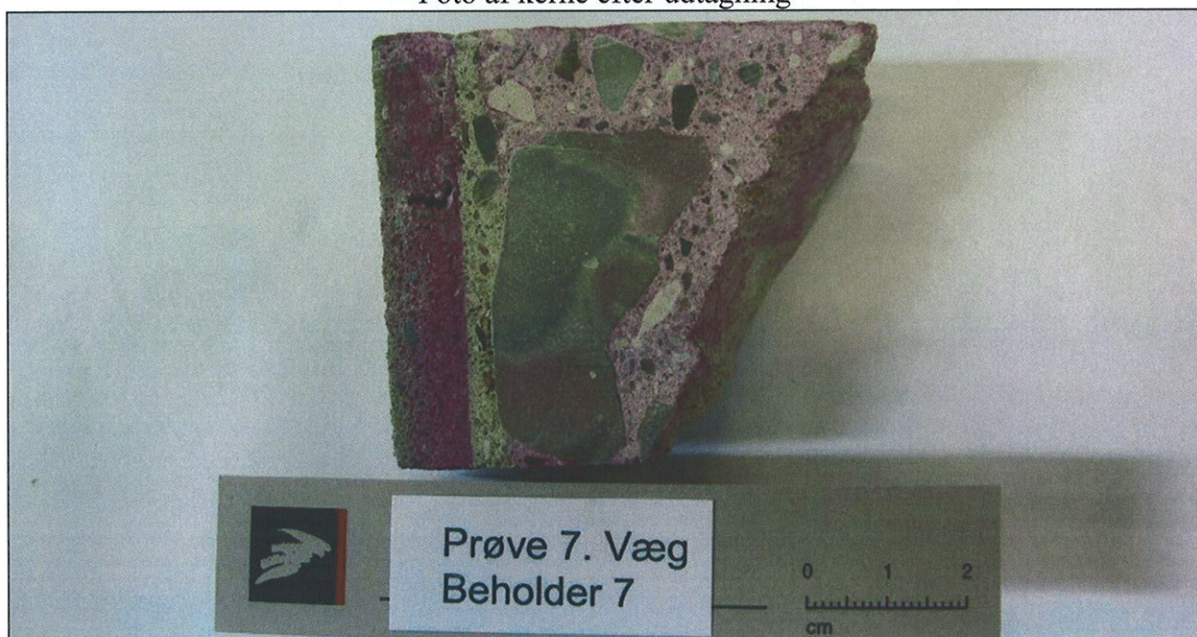


Foto af overfladestykke efter udskæring og påsprøjtning af phenolphthalein

Makroanalyse

Objekt: Søjle, beholder 7

Kerne nr.: 8

Dimensioner: ø: 55 mm, l: 140 mm

Betonsammensætning

Sten: Afrundet til kantafrundet mørk flint og granitiske bjergarter, maks. diameter 20mm. Nogle hvide korn i mellemfraktion
Pasta: Lys grå, relativ fast
Luft: Lavt, enkelte større luftindeslutninger observeret
Revner/defekter: Ingen observeret

Reparationer

Ingen observeret

Overflader

Overside: Pudset, dækket af en tynd orange-brun belægning
Underside: Brudflade opstået i forbindelse med udboring. Brudeflade løber dels i pasta, dels igennem sten.

Karbonatisering

Overside:	Min.: 0mm	Maks.: 4mm	Middel: 2mm
Bagside:	Min.: -	Maks.: -	Middel: -

Armering

Ingen observeret

Supplerende bemærkninger

Kerne knækket ved modtagelse. Sandsynligvis under transport.



Overflade af kerne

Makroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Søjle, beholder 7

Kerne nr.: 8

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 140 mm



Foto af kerne efter udtagning

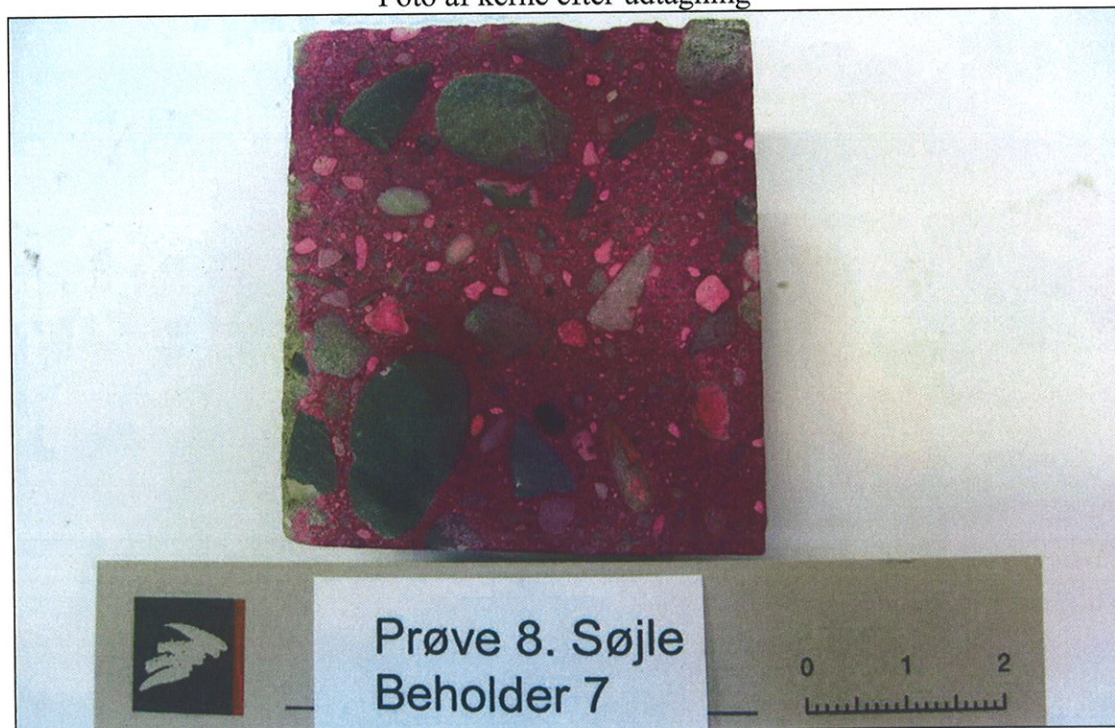


Foto af overfladestykke efter udskæring og påsprøjtning af phenolphtalein

Makroanalyse

Objekt: Søjle, beholder 7

Kerne nr.: 9

Dimensioner: ø: 55 mm, l: 150 mm

Betonsammensætning

Sten: Afrundet til kantafrundet mørk flint og granitiske bjergarter, maks. diameter 20mm. Nogle hvide korn i mellemfraktion
Pasta: Lys brun-grå, relativ fast
Luft: Lavt, enkelte større luftindeslutninger observeret
Revner/defekter: Ingen observeret

Reparationer

Ingen observeret

Overflader

Overside: Pudset, dækket af en tynd orange-brun belægning, afskallet kant
Underside: Brudflade opstået i forbindelse med udboring. Brudeflade løber dels i pasta, dels igennem sten.

Karbonatisering

Overside:	Min.: 0mm	Maks.: 4mm	Middel: 0,5mm
Bagside:	Min.: -	Maks.: -	Middel: -

Armering

Ingen observeret

Supplerende bemærkninger

Ingen



Overflade af kerne

Makroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Søjle, beholder 7

Kerne nr.: 9

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 150 mm



Foto af kerne efter udtagning

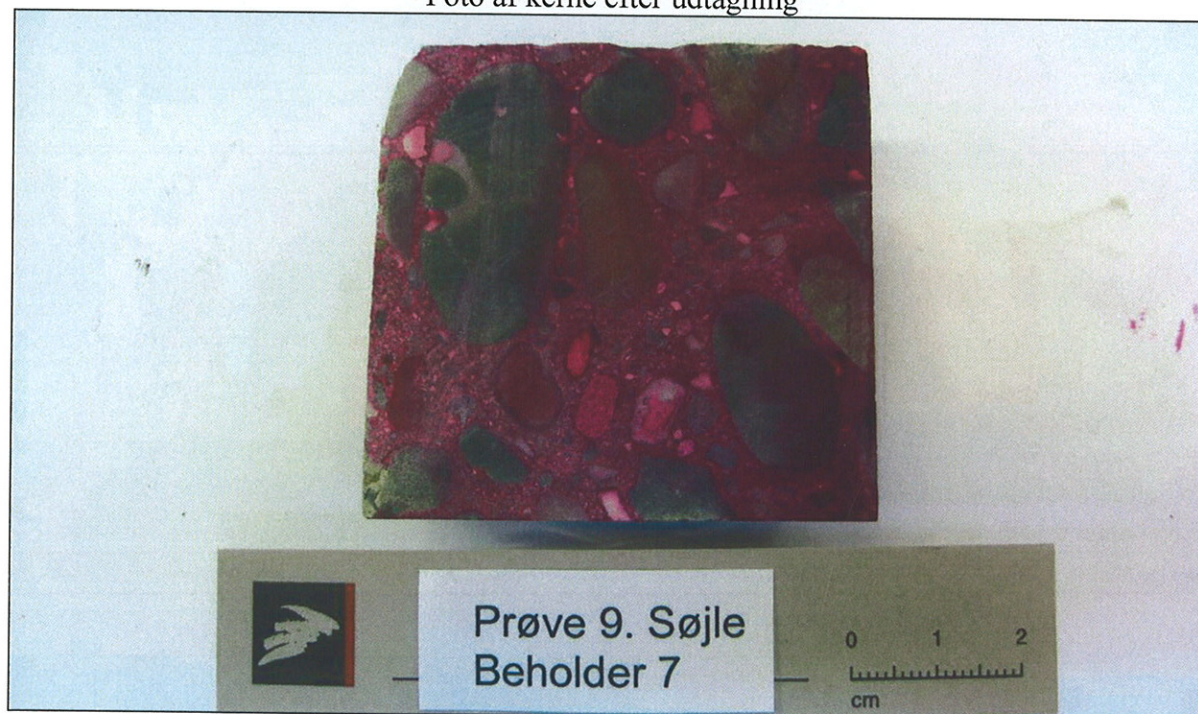


Foto af overfladestykke efter udskæring og påsprøjtning af phenolphtalein

Makroanalyse

Objekt: Bund, beholder 7

Kerne nr.: 10

Dimensioner: ø: 55 mm, l: 160 mm

Betonsammensætning

Sten: Afrundet til kantafrundet mørk flint og granitiske bjergarter, maks. diameter 20mm. Nogle hvide korn i mellemfraktion
Pasta: Lys brun-grå, relativ fast
Luft: Lavt, enkelte større luftindeslutninger observeret
Revner/defekter: Ingen observeret

Reparationer

Ingen observeret

Overflader

Overside: Betonoverfladen er dækket af et lyst, 28mm tykt mørtellag. God, fast kontakt mellem mørtel og beton. Overfladen af mørtellag er eroderet med eksponerede sandkorn, brunlig belægning, kanter af kerne er afbrækkede
Underside: Brudflade opstået i forbindelse med udboring. Brudeflade løber dels i pasta, dels igennem sten.

Karbonatisering

Overside:	Min.: 0mm	Maks.: 4mm	Middel: 0,5mm
Bagside:	Min.: -	Maks.: -	Middel: -

Armering

Ingen observeret

Supplerende bemærkninger

Mørtellag mister rød phenolphthalein-farve efter et par dage; er sandsynligvis delvist karbonatiseret



Overflade af kerne

Makroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Bund, beholder 7

Kerne nr.: 10

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 160 mm



Foto af kerne efter udtagning

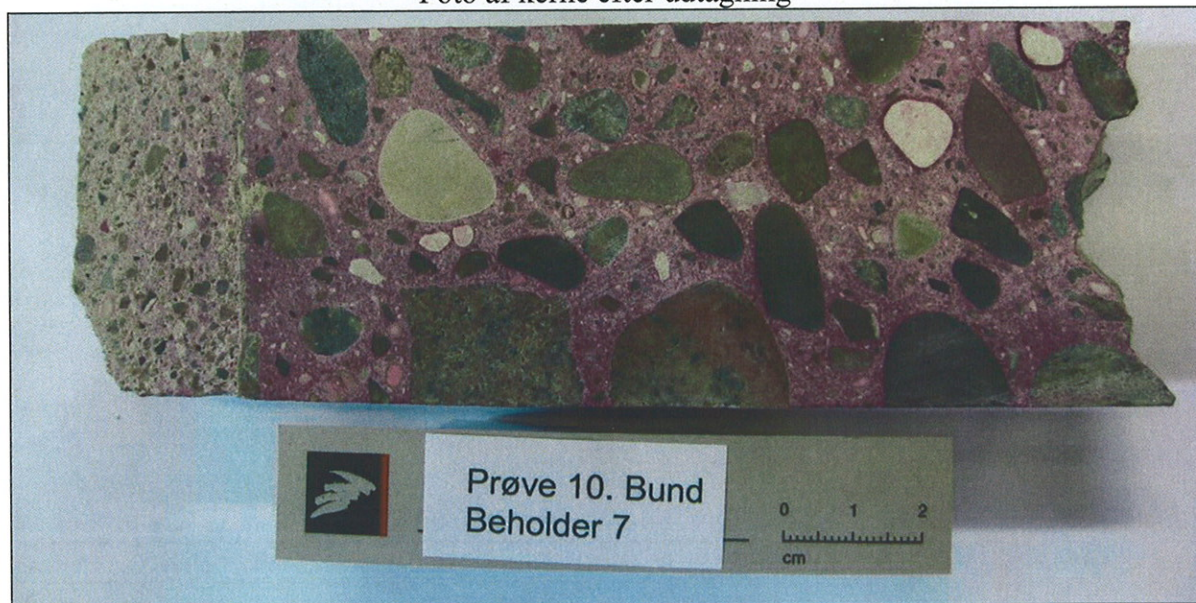


Foto af overfladestykke efter udskæring og påsprøjtning af phenolphthalein

Makroanalyse

Objekt: Bund, beholder 7

Kerne nr.: 11

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 160 mm

Betonsammensætning

Sten: Afrundet til kantafrundet mørk flint og granitiske bjergarter, maks. diameter 20mm. Nogle hvide korn i mellemfraktion
Pasta: Lys grå, relativ fast
Luft: Lavt, enkelte større luftindeslutninger observeret
Revner/defekter: Ingen observeret

Reparationer

Ingen observeret

Overflader

Overside: Betonoverfladen er dækket af et lyst, 17mm tykt mørtellag. God, fast kontakt mellem mørtel og beton. Overfladen af mørtellag relativt glat med enkelte eksponerede sandkorn, brunlig belægning, kun af afskalninger af kernekanter
Underside: Brudflade opstået i forbindelse med udboring. Brudflade løber dels i pasta, dels igennem sten

Karbonatisering

Overside:	Min.: 0mm	Maks.: 0mm	Middel: 0mm
Bagside:	Min.: -	Maks.: -	Middel: -

Armering

Ingen observeret

Supplerende bemærkninger

Mørtellag mister rød phenolphthalein-farve efter et par dage; er sandsynligvis delvist karbonatiseret



Overflade af kerne

Makroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Bund, beholder 7

Kerne nr.: 11

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 160 mm

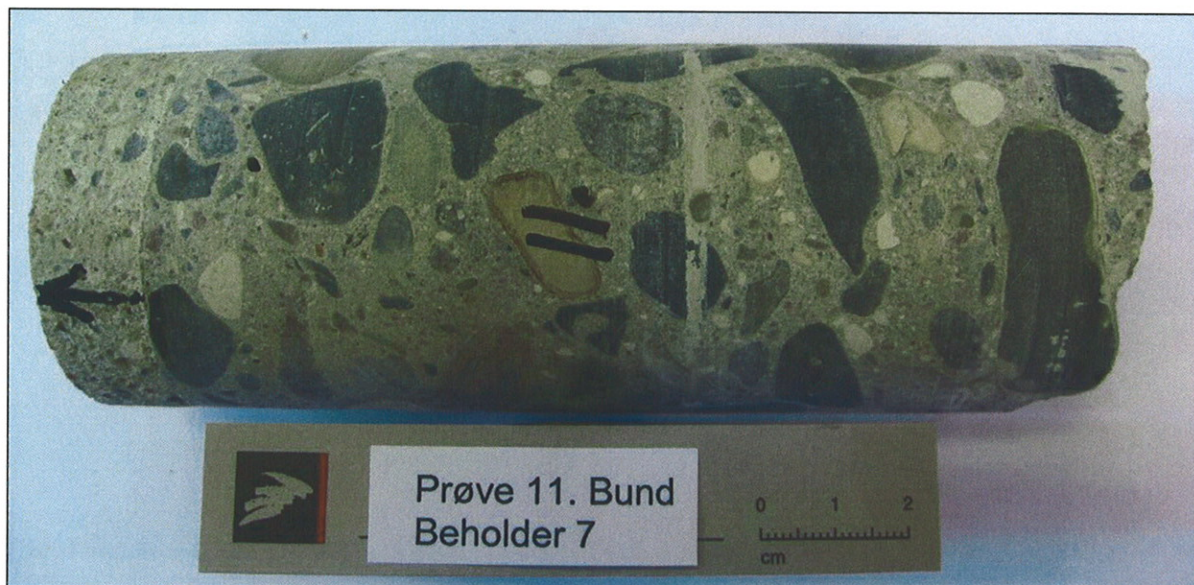


Foto af kerne efter udtagning

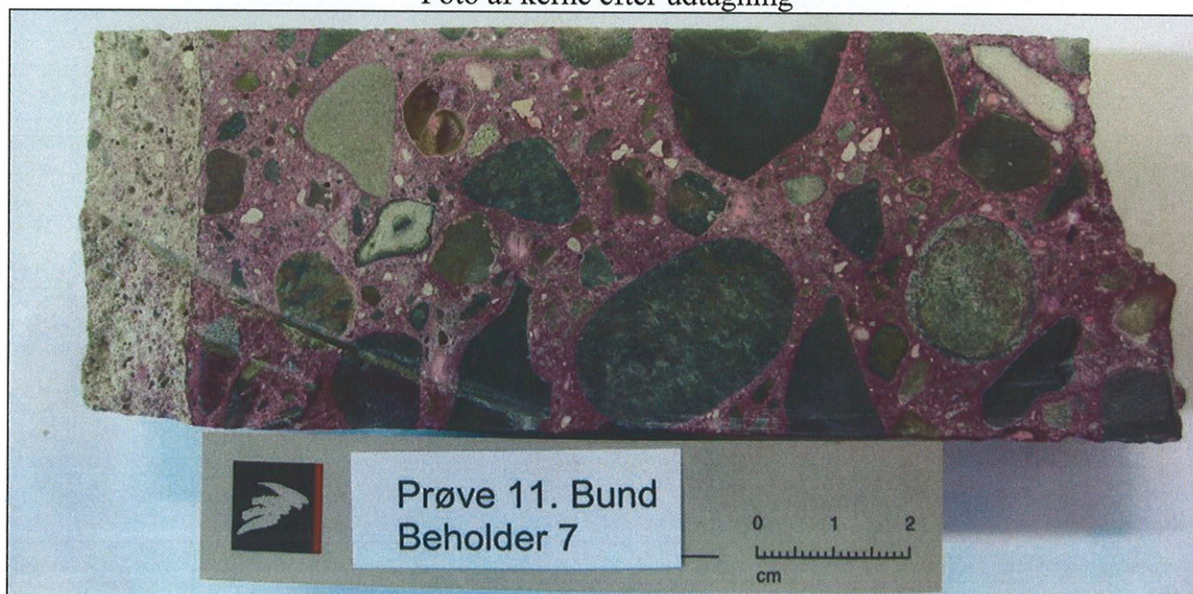


Foto af overfladestykke efter udskæring og påsprøjtning af phenolphtalein

Makroanalyse

Objekt: Væg, beholder 12

Kerne nr.: 12

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 105 mm

Betonsammensætning

Sten: Afrundet til kantafrundet mørk flint og granitiske bjergarter, maks. diameter 20mm. Nogle hvide korn i mellemfraktion
Pasta: Grå, relativ fast
Luft: Lavt, enkelte større luftindeslutninger observeret
Revner/defekter: Ingen observeret

Reparationer

Ingen observeret

Overflader

Overside: Glat med brun belægning
Underside: Brudflade opstået i forbindelse med udboring. Brudflade løber dels i pasta, dels igennem sten

Karbonatisering

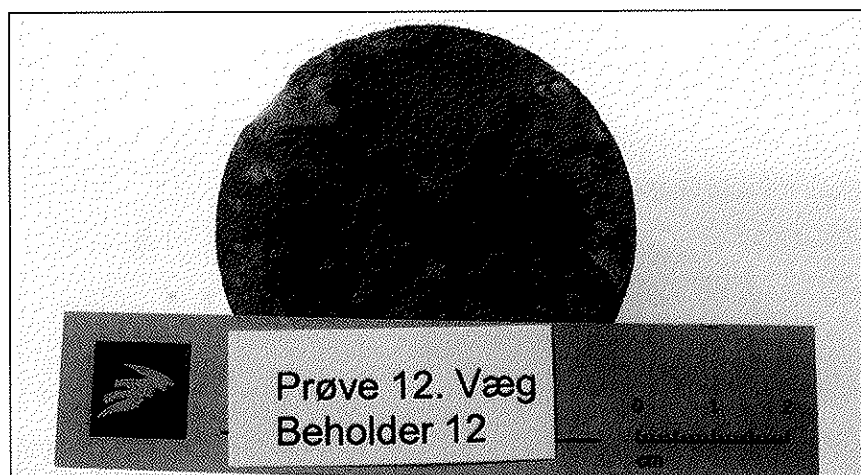
Overside:	Min.: 5mm	Maks.: 8mm	Middel: 6mm
Bagside:	Min.: -	Maks.: -	Middel: -

Armering

1	$\varnothing$ 10mm, dæklag 28mm, ingen rust observeret
2	$\varnothing$ 10mm, dæklag 38mm, ingen rust observeret

Supplerende bemærkninger

Ingen



Overflade af kerne

Makroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Væg, beholder 12

Kerne nr.: 12

Dimensioner: ø: 55 mm, l: 105 mm

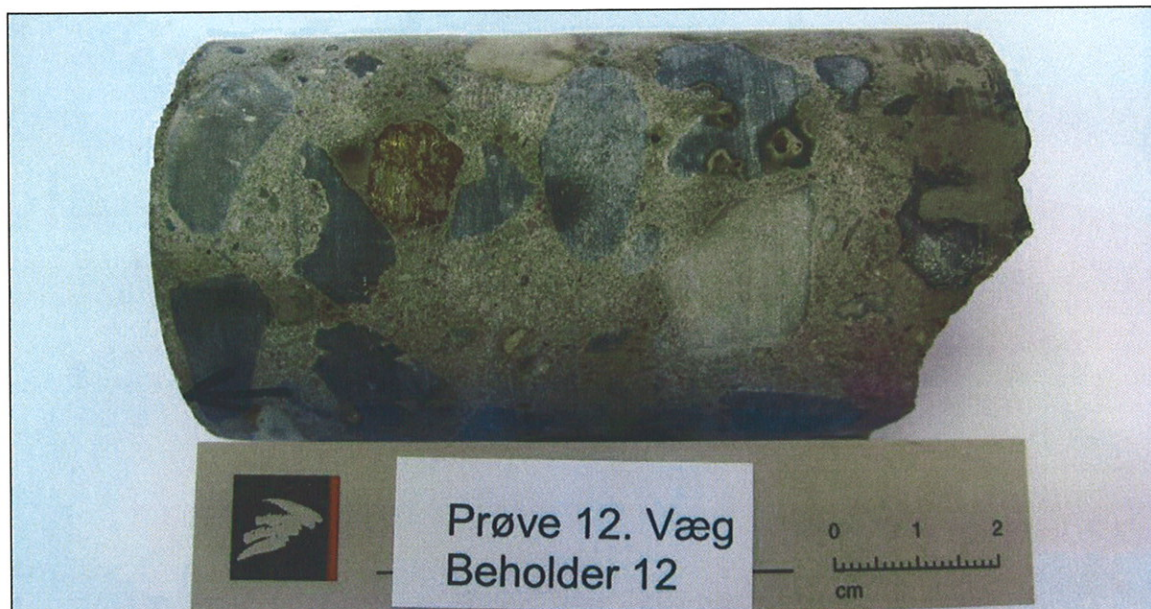


Foto af kerne efter udtagning

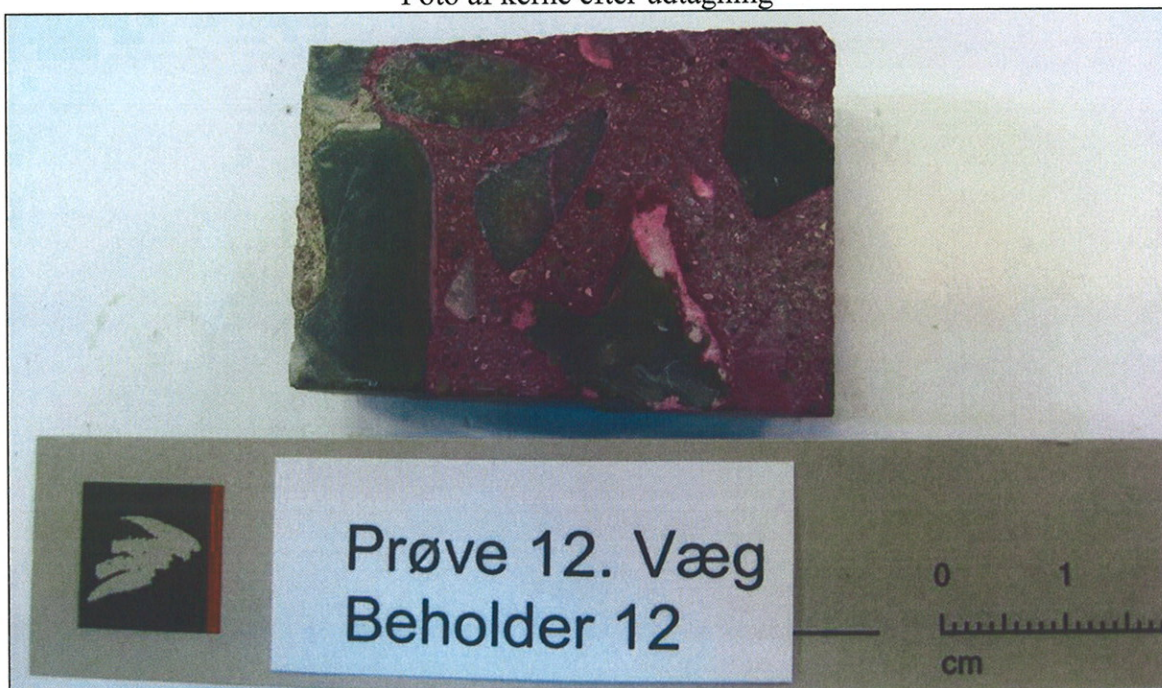


Foto af overfladestykke efter udskæring og påsprøjtning af phenolphthalein

Makroanalyse

Objekt: Søjle, beholder 12

Kerne nr.: 13

Dimensioner: ø: 55 mm, l: 105 mm

Betonsammensætning

Sten: Afrundet til kantafrundet mørk flint og granitiske bjergarter, maks. diameter 15mm. Nogle hvide korn i mellemfraktion

Pasta: Lys brun-grå, relativ fast

Luft: Lavt, enkelte større luftindeslutninger observeret

Revner/defekter: Ingen observeret

Reparationer

Ingen observeret

Overflader

Overside: Glat med brun belægning

Underside: Brudflade opstået i forbindelse med udboring. Brudflade løber dels i pasta, dels igennem sten

Karbonatisering

Overside: Min.: 0mm Maks.: 0,5mm Middel: 0,25mm

Bagside: Min.: - Maks.: - Middel: -

Armering

Ingen observeret

Supplerende bemærkninger

Ingen



Overflade af kerne

Makroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Søjle, beholder 12

Kerne nr.: 13

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 105 mm



Foto af kerne efter udtagning

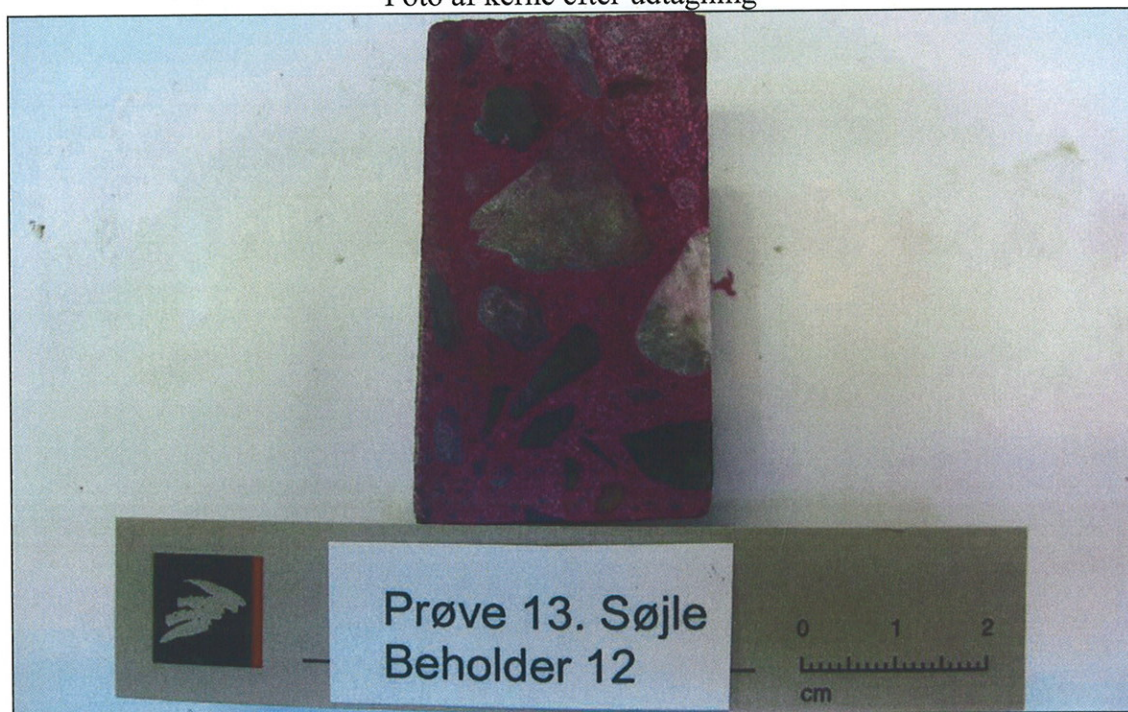


Foto af overfladestykke efter udskæring og påsprøjtning af phenolphtalein

Makroanalyse

Objekt: Bund, beholder 12

Kerne nr.: 14

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 140 mm

Betonsammensætning

Sten: Afrundet til kantafrundet mørk flint og granitiske bjergarter, maks. diameter 20mm. Nogle hvide korn i mellemfraktion
Pasta: Lys grå, relativ fast
Luft: Lavt, enkelte større luftindeslutninger observeret
Revner/defekter: Ingen observeret

Reparationer

Ingen observeret

Overflader

Overside: Betonoverfladen er dækket af et lyst grå, 46mm tykt mørtellag. Mørtelbelægningen har sluppet betonen under udboring. Overfladen af betonen er nubret og påført et tyndt pastalag. Overfladen af mørtellag er ujævn og brunfarvet. Der ses en fin revne gennem hele mørtellagets tykkelse.
Underside: Brudflade opstået i forbindelse med udboring. Brudflade løber dels i pasta dels igennem sten.

Karbonatisering

Overside:	Min.: 0mm	Maks.: 2mm	Middel: 1,5mm
Bagside:	Min.: -	Maks.: -	Middel: -

Armering

1 $\varnothing$ 10mm, dæklag 112mm (inklusiv mørtel), ingen rust observeret

Supplerende bemærkninger

Ingen



Overflade af beton; mørtellag er fjernet

Makroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Bund, beholder 12

Kerne nr.: 14

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 140 mm



Foto af kerne efter udtagning

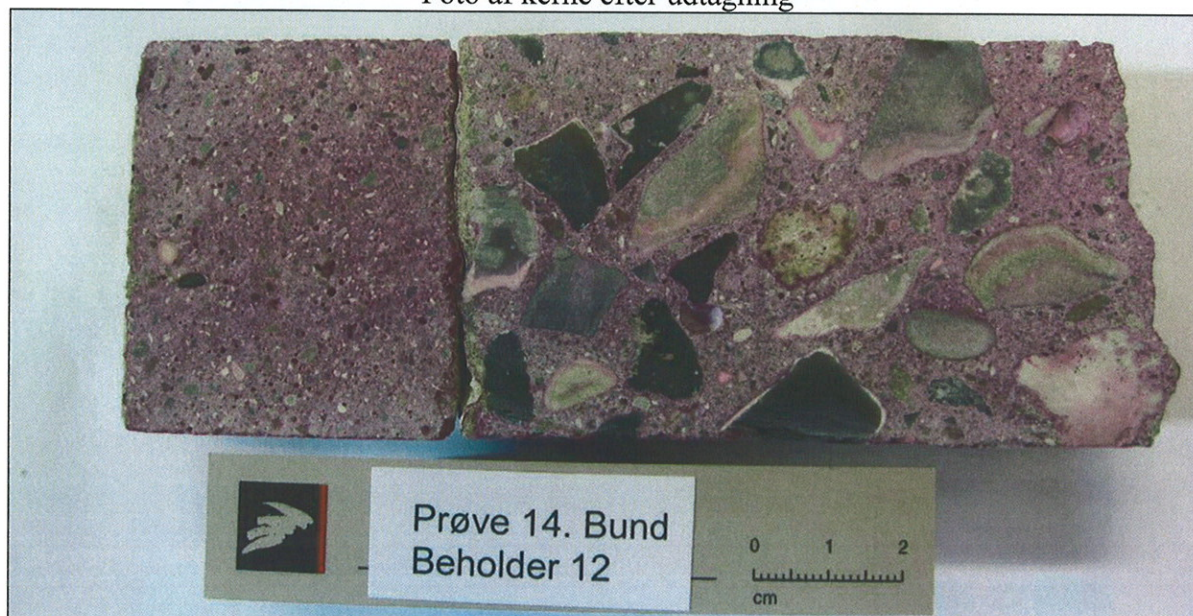


Foto af overfladestykke efter udskæring og påsprøjtning af phenolphtalein

Makroanalyse

Objekt: Bund, beholder 12

Kerne nr.: 15

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 140 mm

Betonsammensætning

Sten: Afrundet til kantafrundet mørk flint og granitiske bjergarter, maks. diameter 20mm. Nogle hvide korn i mellemfraktion
Pasta: Lys grå-brun, relativ fast
Luft: Lavt, enkelte større luftindeslutninger observeret
Revner/defekter: Ingen observeret

Reparationer

Ingen observeret

Overflader

Overside: Betonoverfladen er dækket af et lyst gråt, 38mm tykt mørtellag. God, tæt kontakt mellem mørtel og beton. Overfladen af mørtellag er nubret og brunfarvet.
Underside: Brudflade opstået i forbindelse med udboring. Brudflade løber dels i pasta, dels igennem sten. Der ses aftryk af armeringsjern på brudflade

Karbonatisering

Overside:	Min.: 2mm	Maks.: 3mm	Middel: 2,5mm
Bagside:	Min.: -	Maks.: -	Middel: -

Armering

1ste $\varnothing$ 22mm, dæklag 110mm (inklusive mørtel), ingen rust observeret
2nd Aftryk af armering på brudflade

Supplerende bemærkninger

Ingen



Overflade af beton

Makroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Bund, beholder 12

Kerne nr.: 15

Dimensioner: $\varnothing$: 55 mm, l: 140 mm

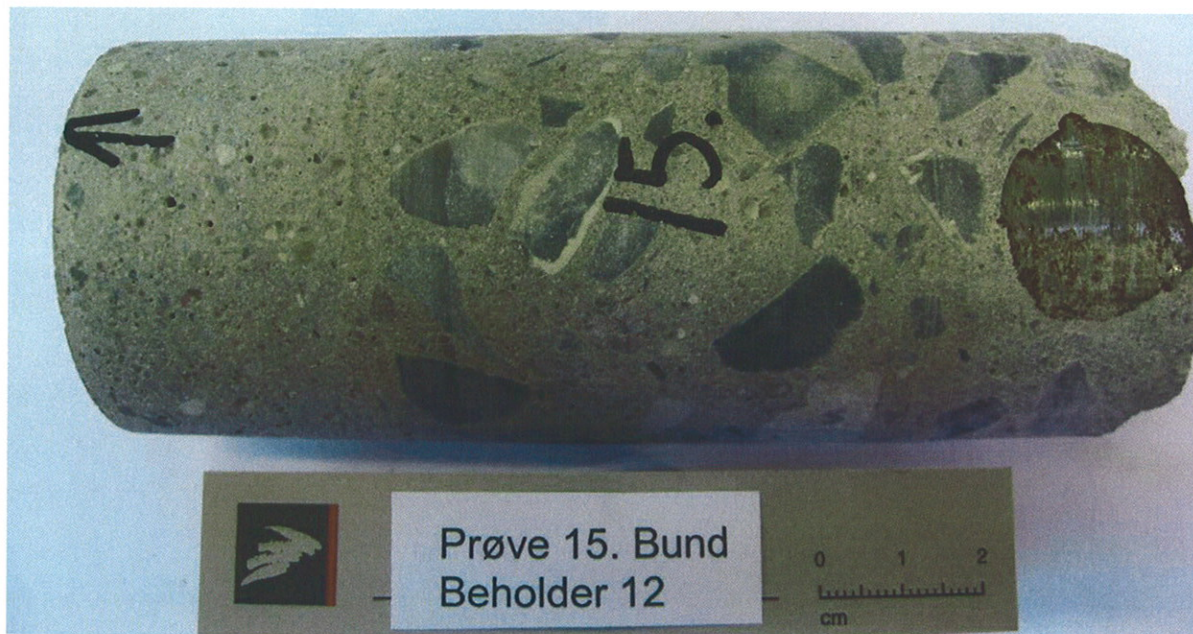


Foto af kerne efter udtagning

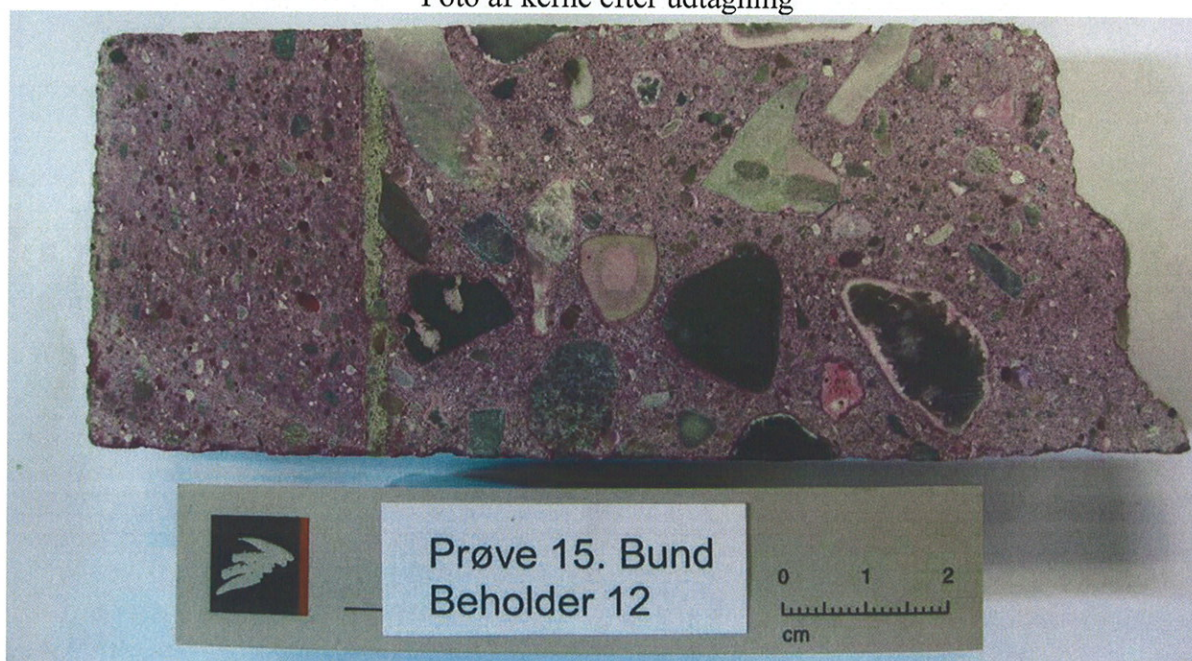


Foto af overfladestykke efter udskæring og påsprøjtning af phenolphthalein

6. Mikroanalyse

Udført

Mikroanalyse af tyndslib er udført den 14. august 2007 af Ulla Hjorth Jakobsen.

Metode

Tyndslib fremstilles af udsavede betonprøver, 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 mikroanalyse af 4 stk. tyndslib udtaget fra 4 forskellige kerner. Tyndslibene er placeret således, at de dækker 30mm af overfladen samt de øverste 45mm af betonen. De undersøgte kerner består udelukkende af beton.

Tyndslibs Nr.	Prøve Nr.	Udtagningsted
6607-1	1	Dæk, beholder 2
6607-4	4	Dæk, beholder 5
6607-5:	5	Dæk, beholder 7
6607-12:	12	Væg, beholder 12

Resultat

Resultatet fremgår af de efterfølgende sider:

Mikroanalyse

Objekt: Dæk, Beholder 2

Tyndslib nr.: 6607-1

Kerne nr.: 1

Position: Overflade

Sten:	Kantet til kantafrundet tæt flint, granit, sandsten og diverse bjergartsfragmenter. Mangler sten i mellemfraktionen.
Sand:	Afrundet til kantafrundet kvarts, feldspat, kalksten, diverse bjergartsfragmenter, lidt tæt flint
Cementpasta:	Grovkornet Portlandcement. Velhydratiseret. Meget inhomogen pasta
Mineralske tilsætningsstoffer:	Ikke observeret
Ca(OH) ₂ :	Generelt store krystaller i pasta og vedhæftning mellem tilslag og pasta.
Karbonatisering (mm):	3mm fra overflade; varierer fra 1,2 til 3mm
Revner, overflade:	Ingen observeret
Revner, indre:	En del små, sprøde, mikro-revner observeret i pasta med lokalt lavere v/c-forhold. Revnerne er orienteret vinkelret på korngrenser. Mange små defekter (kanaler) i pasta. Defekterne er fyldt med hydratiseringsprodukter.
AKR (gel):	Ikke observeret
Ettringit:	Ettringit ses i samtlige luftporer og pasta defekter igennem hele slibet.
Bemærkninger:	Der ses en brunlig substans på overfladen af betonen. Øverste 0,4-0,8mm af betonen er imprægneret med dette. Calcit (calciumkarbonat) er udfældet i luftporer indesluttet i karbonatiseret pasta i toppen af betonen. Calciumhydroxid er udløst i en 2mm's zone foran karbonatiseringsfronten. En del små irregulære pastadefekter er observeret i de øverste 2mm af betonen.

	Overflade	Indre
v/c-forhold:	Vurderet til omkring 0,70	Vurderet til 0,40 – 0,60
Luft:	Lav <1 vol%	Lav <1 vol%

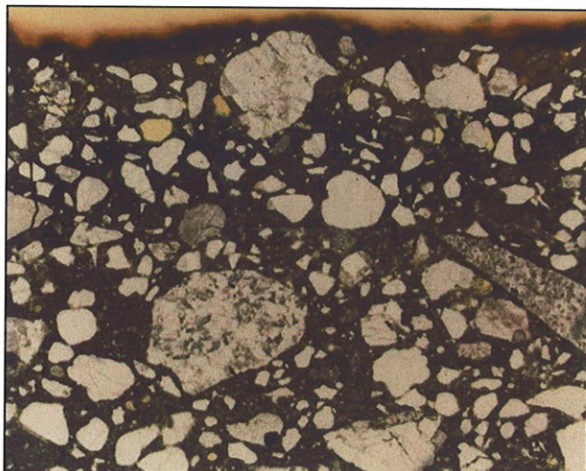
Mikroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Dæk, Beholder 2

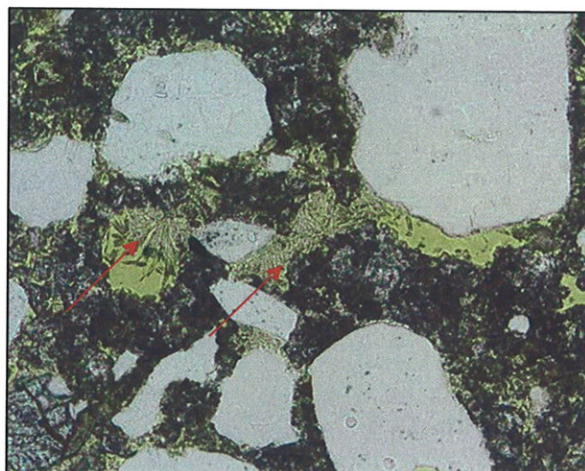
Tyndslib nr.: 6607-1

Kerne nr.: 1

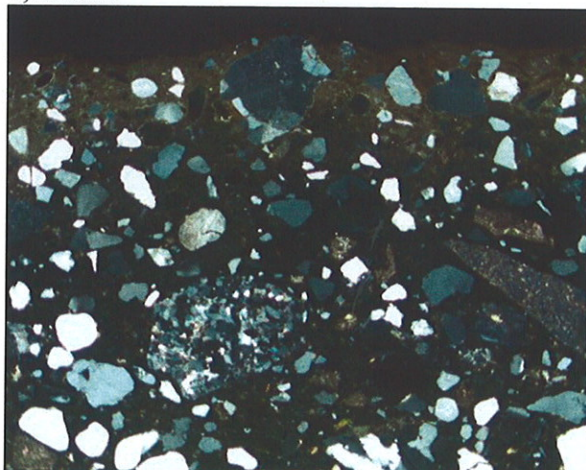
Position: Overflade



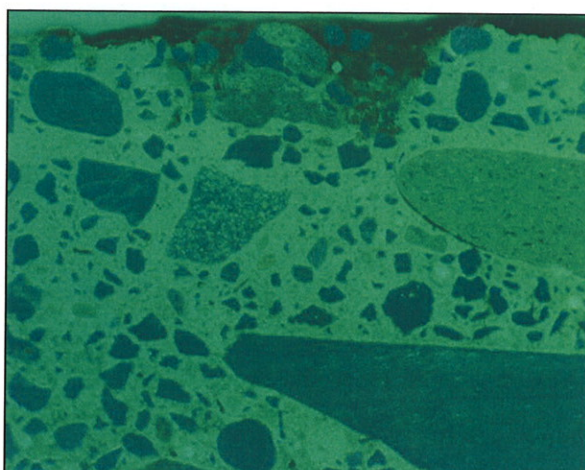
Øverste 5mm af betonen. Overfladen er påført en mørk substans. Der ses ingen revner. Billedet er taget i polariseret lys. Billedfeltet måler 5,94 x 4,75 mm



Nåleformet ettringit ses i pasta defekter og luftporer. Billedet er taget i polariseret lys. Billedfeltet måler 0,95x0,76 mm



Overfladen af betonen er karbonatiseret (fremstår brunlig). Billedet er taget i dobbelt polariseret lys. Billedfeltet måler 5,94x4,75 mm



Overfladen af betonen set i fluorescerende lys. Den lysegrønne farve af pasta indikerer et høj v/c tal. Øverste 2,5mm har en højere porøsitet end resten af betonen. Billedet er taget i fluorescerende lys. Billedfeltet måler 5,94x4,74 mm

Mikroanalyse

Objekt: Dæk, Beholder 5

Tyndslib nr.: 6607-4 Kerne nr.: 4 Position: Overflade

Sten:	Kantet til kantafrundet tæt flint, granit, sandsten og diverse bjergartsfragmenter. Mangler sten i mellemfraktionen.
Sand:	Afrundet til kantafrundet kvarts, feldspat, kalksten, diverse bjergartsfragmenter, lidt tæt flint
Cementpasta:	Grovkornet Portlandcement. Velhydratiseret. Meget inhomogen
Mineralske tilsætningsstoffer:	Ikke observeret
Ca(OH) ₂ :	Generelt store krystaller i pasta og vedhæftning mellem tilslag og pasta.
Karbonatisering (mm):	1,2mm fra overflade
Revner, overflade:	Ingen observeret
Revner, indre:	En del små, sprøde, mikro-revner observeret i pasta med lokalt lavere v/c-forhold. Revnerne er orienteret vinkelret på korngrænser. Mange små defekter (kanaler) i pasta. Defekterne er fyldt med hydratiseringsprodukter.
AKR (gel):	En enkel passiv reaktion observeret i sandfraktionen.
Ettringit:	Lidt i luftporer
Bemærkninger:	Der ses en brunlig substans på overfladen af betonen. Calcit (calciumkarbonat) er udfældet i luftporer indesluttet i karbonatiseret pasta i toppen af betonen. Calciumhydroxid er udløst i en 1,2mm's zone foran karbonatiseringsfronten.

	Overflade	Indre
v/c-forhold:	Vurderet til omkring 0,70	Vurderet til 0,50 – 0,60; lokalt 0,40
Luft:	Lav <1 vol%	Lav <1 vol%

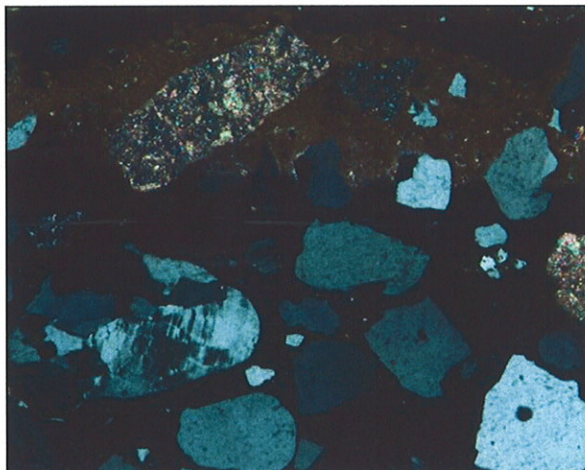
Mikroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Dæk, Beholder 5

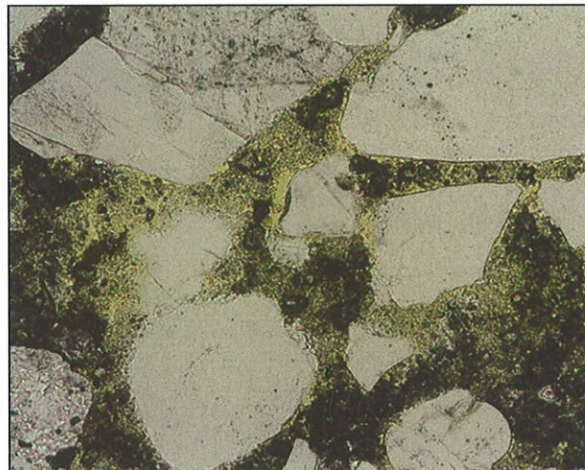
Tyndslib nr.: 6607-4

Kerne nr.: 4

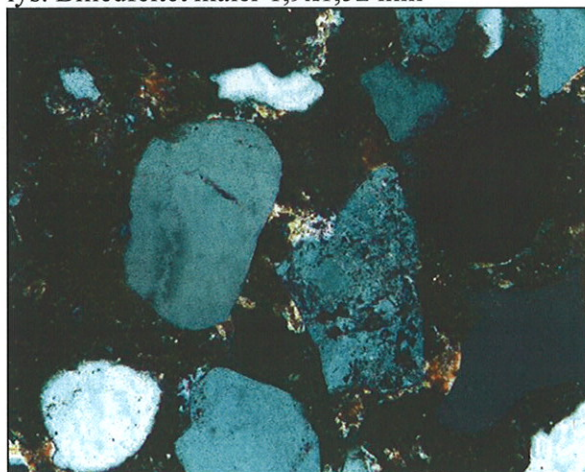
Position: Overflade



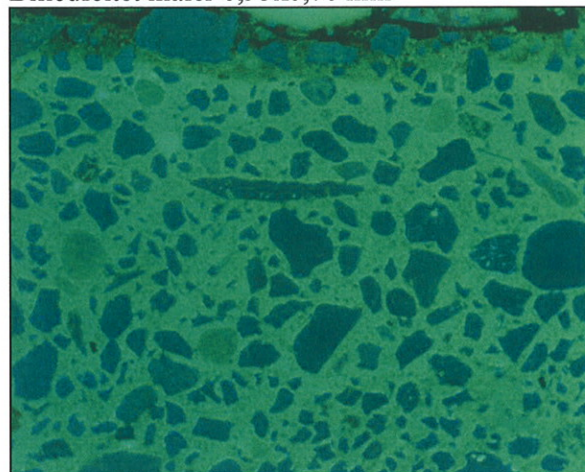
Overfladen af betonen er karbonatiseret (fremstår brunlig). Billedet er taget i dobbelt polariseret lys. Billedfeltet måler 1,9x1,52 mm



Inhomogen cement pasta med høj porøse kanaler (lyse gule). Billedet er taget i polariseret lys. Billedfeltet måler 0,95x0,76 mm



Cement pastaen indeholder relativt store calcium hydroxid krystaller (fremstår med orange farver). Billedet er taget i dobbelt polariseret lys. Billedfeltet måler 0,95x0,76mm



Overfladen af betonen set i fluorescerende lys. Den lysegrønne farve af pasta indikerer et høj v/c tal. Den øverste del af overfladen er imprægneret af materiale fra den mørke substans på overfladen. Billedet er taget i fluorescerende lys. Billedfeltet måler 5,94x4,74 mm

Mikroanalyse

Objekt: Dæk, Beholder 7

Tyndslib nr.: 6607-5 Kerne nr.: 5 Position: Overflade

Sten:	Kantet til kantafrundet tæt flint, granit, sandsten og diverse bjergartsfragmenter. Mangler sten i mellemfraktionen.
Sand:	Afrundet til kantafrundet kvarts, feldspat, kalksten, diverse bjergartsfragmenter, lidt tæt flint
Cementpasta:	Grovkornet Portlandcement. Velhydratiseret. Inhomogen
Mineralske tilsætningsstoffer:	Ikke observeret
Ca(OH) ₂ :	Generelt store krystaller i pasta og vedhæftning mellem tilslag og pasta.
Karbonatisering (mm):	0,4mm fra overflade, svag. Langs overflade revne til en dybde af 3,5-4mm
Revner, overflade:	3-4 fine revner i og vinkelret på overfladen. Max. dybde 21mm. 2 fine overflade parallelle revner observeret i de øverste 1,5mm af overfladen.
Revner, indre:	En del små, sprøde, mikro-revner observeret i pasta med lokalt lavere v/c-forhold. Revnerne er orienteret vinkelret på korngrens. Mange små defekter (kanaler) i pasta. Defekterne er fyldt med hydratiseringsprodukter.
AKR (gel):	Ikke observeret
Ettringit:	Ettringit ses i samtlige luftporer og pastadefekter igennem hele slibet.
Bemærkninger:	Der ses rester af sort substans på overfladen af betonen. Den oprindelige overflade mangler delvist. Under den sorte substans synes overfladen at være noget ujævn. Betonen er pasta-rig.

	Overflade	Indre
v/c-forhold:	Vurderet til omkring 0,70	Vurderet til 0,60-0,70
Luft:	Lav <1 vol%	Lav <1 vol%

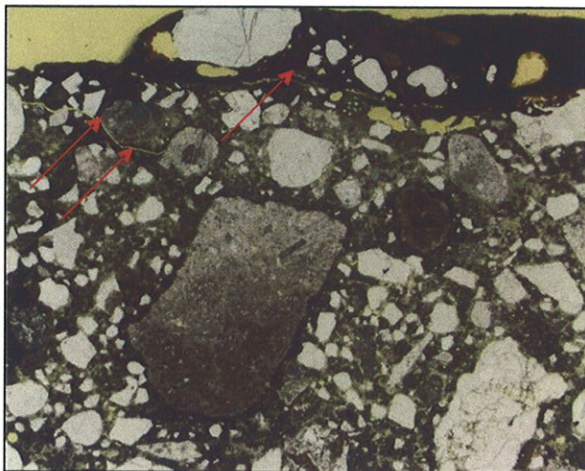
Mikroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Dæk, Beholder 7

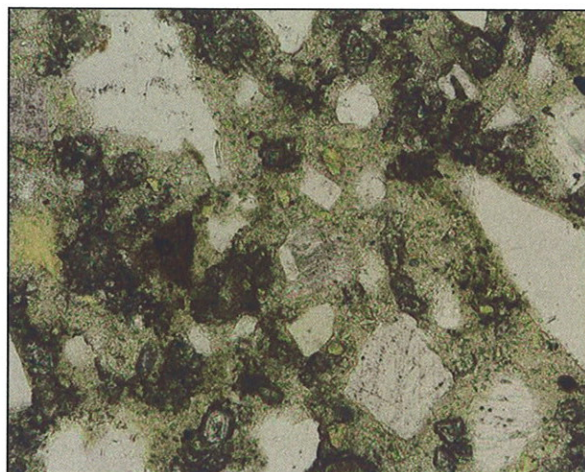
Tyndslib nr.: 6607-5

Kerne nr.: 5

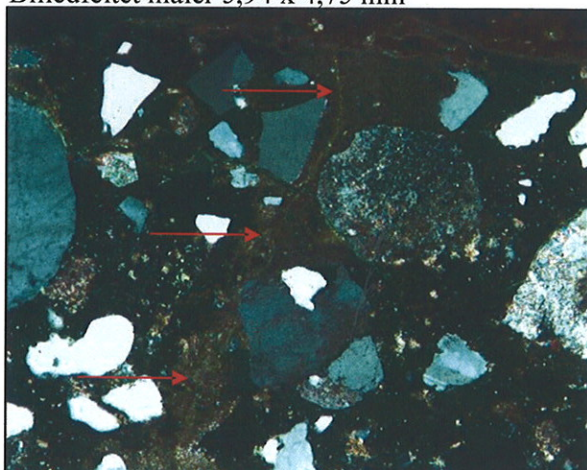
Position: Overflade



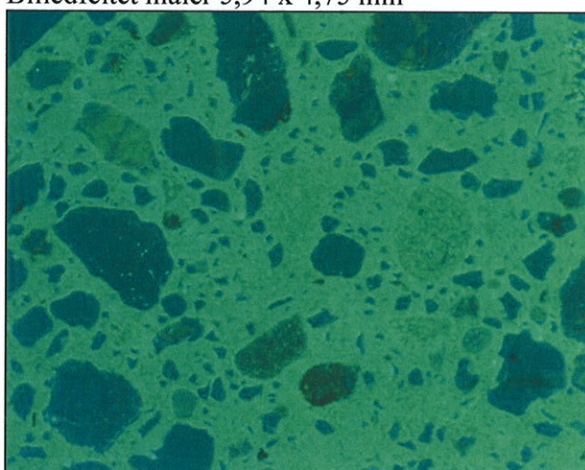
Betonooverfladen med rester af en mørk substans. Der ses et par fine revner subparallel med overfladen. Billedet er taget i polariseret lys. Billedfeltet måler 5,94 x 4,75 mm



Betonooverfladen med rester af en mørk substans. Der ses et par fine revner subparallel med overfladen. Billedet er taget i polariseret lys. Billedfeltet måler 5,94 x 4,75 mm



Betonooverfalden er kun ringe karbonatiseret. Der ses svag karbonatisering og pasta ned langs en fin revne vinkelret på overfladen. Billedet er taget i dobbelt polariseret lys. Billedfeltet måler 1,9x1,52 mm



Område ca. 30mm fra overflade. Den lysegrønne farve af cement pastaen indikerer et høj v/c tal. Billedet er taget i fluorescerende lys. Billedfeltet måler 5,94x4,74 mm

Mikroanalyse

Objekt: Væg, Beholder 12

Tyndslib nr.: 6607-12 Kerne nr.: 12 Position: Overflade

Sten:	Kantet til kantafrundet tæt flint, granit, sandsten og diverse bjergartsfragmenter. Mangler sten i mellemfraktionen.
Sand:	Afrundet til kantafrundet kvarts, feldspat, kalksten, diverse bjergartsfragmenter, lidt tæt flint
Cementpasta:	Grovkornet Portlandcement. Velhydratiseret. Relativ homogen
Mineralske tilsætningsstoffer:	Ikke observeret
Ca(OH) ₂ :	Relativt store krystaller i pasta. Mindre mængde i vedhæftning mellem tilslag og pasta.
Karbonatisering (mm):	4mm fra overflade; og ned langs sten til en dybde af 8,5mm
Revner, overflade:	3-4 fine plastiske revner i og vinkelret på overfladen. Max. dybde 2mm. En del små korte vedhæftningsrevner i den karbonatiserede zone
Revner, indre:	Nogle små, sprøde, mikro-revner observeret i pasta med lokalt lavere v/c-forhold. Revnerne er orienteret vinkelret på korngrænser. Nogle små vedhæftningsrevner.
AKR (gel):	Et enkelt sandkorn udviser passiv reaktion.
Ettringit:	Ettringit ses i samtlige luftporer igennem hele slibet.
Bemærkninger:	Overflade virker tæt. Der ses ingen belægning. Smal zone foran karboniseringsfronten er udludet for calciumhydroxid.

	Overflade	Indre
v/c-forhold:	Vurderet til omkring 0,70	Vurderet til 0,50-0,55
Luft:	Vurderet til 2-3 vol%	Vurderet til 2-3 vol%

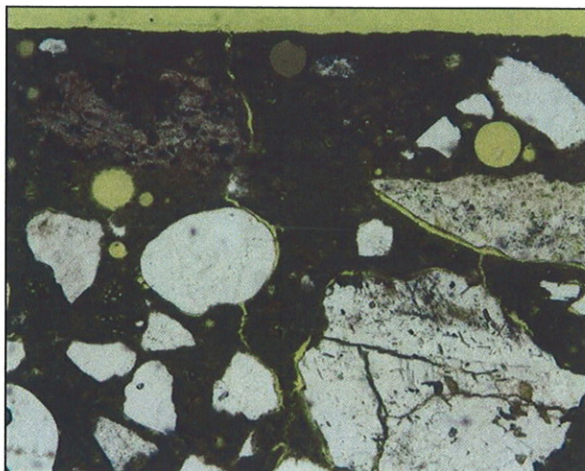
Mikroanalyse - fotodokumentation

Objekt: Væg, Beholder 12

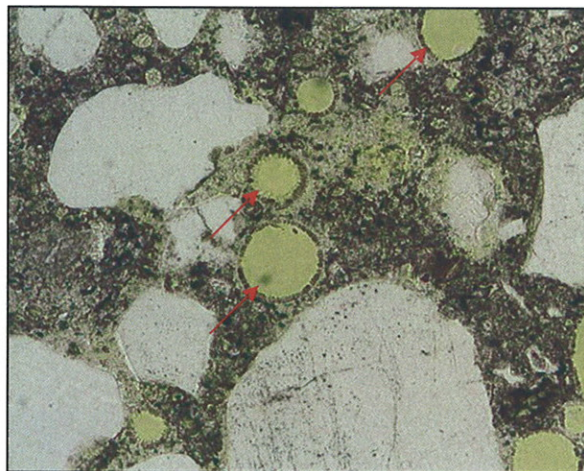
Tyndslib nr.: 6607-12

Kerne nr.: 12

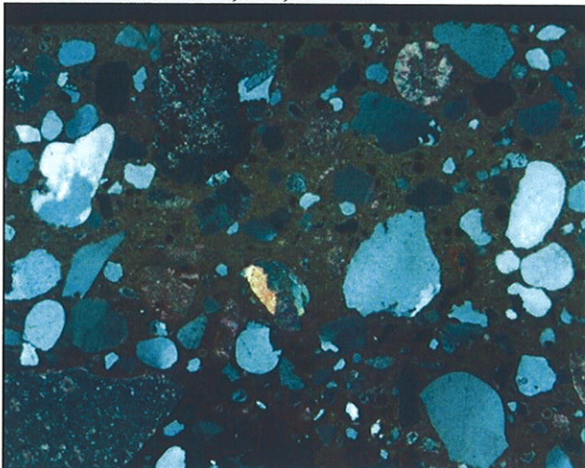
Position: Overflade



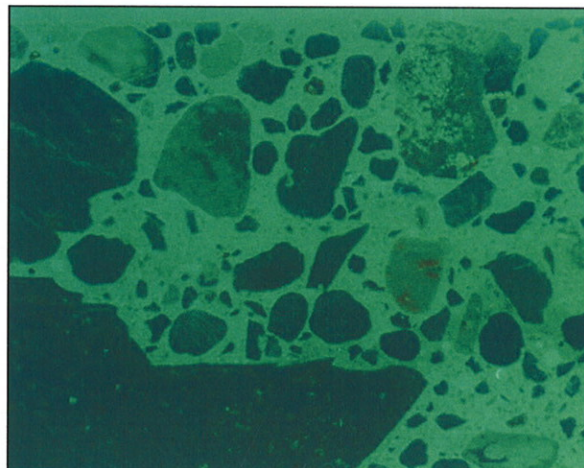
Overfladen af betonen. Der ses et par fine, revner vinkelret på overfladen. Revnerne er tomme og løber udenom sten. Betonen indeholder lidt runde luftporer. Billedet er taget i polariseret lys. Billedfeltet måler 1,9x1,52 mm



Betonen indeholder noget luft. Der ses nåleformet ettringit i kanten af næste alle luftporerne i betonen. Billedet er taget i polariseret lys. Billedfeltet måler 0,95x0,76 mm



Karbonatiseret overflade af betonen. Den karbonatiserede pasta fremstår brunlig. Billedet er taget i dobbelt polariseret lys. Billedfeltet måler 5,94x4,75 mm



Overfladen af betonen set i fluorescerende lys. Den lysegrønne farve af pasta indikerer et høj v/c tal. Billedet er taget i fluorescerende lys. Billedfeltet måler 5,94x4,74 mm

7. Chloridbestemmelse

Udført

Bestemmelse af chloridindhold er udført den 15. august 2007 af Ingrid Brandt.

Metode

Indholdet af chlorid bestemmes ved titrering som indholdet af syreopløselig chlorid i henhold til TI-B 9 (85).

Omfang

Der er foretaget analyse af 24 prøver udtaget fra 12 kerner.

Resultat

De fundne chloridindhold fremgår af efterfølgende skema og vedlagte prøvningsrapport (Bilag A):

Prøve ID	Placering	Chloridindhold %	Prøve ID	Placering	Chloridindhold %
1II	10-20mm	0,010	10II	15-30mm	0,006
1IV	40-50mm	0,003	10IV	60-70mm	0,006
4II	10-20mm	0,018	11II	15-25mm	0,013
4IV	60-70mm	0,028	11IV	60-70mm	0,010
5II	10-20mm	0,006	12II	10-20mm	0,016
5IV	60-70mm	0,004	12IV	60-70mm	0,013
7II	10-20mm	0,004	13II	10-20mm	0,020
7IV	60-70mm	0,002	13IV	20-30mm	0,019
8II	10-20mm	0,006	14II	10-20mm	0,004
8IV	40-50mm	0,007	14IV	80-90mm	0,013
9II	10-20mm	0,002	15II	10-20mm	0,007
9IV	50-60mm	0,006	15IV	80-90mm	0,015

Chloridindholdet er angivet som vægt% af tør beton og kan omregnes til:

Natriumchlorid % ved at gange med 1,65

Calciumchlorid % ved at gange med 1,57

Chloridindhold i forhold til cementmængde ved at gange med 6-8.

8. Trykstyrkebestemmelse

Udført

Bestemmelse af trykstyrke er udført den 16. august, 2007 af Ingrid Brandt.

Metode

Trykstyrke bestemmes i henhold til DS 423-22 og -23.

Omfang

Der er foretaget trykstyrkebestemmelse af 9 betonkerner.

Resultat

De fundne trykstyrker fremgår af vedlagte prøvningsrapport (Bilag B).

Bilag A

Chloridanalyse

Øllgaard Rådgivende Ingeniører A/S
Strandvejen 128
2900 Hellerup

Rapport nr. 217936-2
Side 1 af 2
Bilag 1
Initialer TAA/ib

Att: Jacob Munch Thomas

Prøvningsrapport

Materiale: 12 stk. kerner mærket: 1, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 og 15. Der udtages to prøver til klorid fra hver kerne mærket hhv. II og IV.

Udtagning: Kernerne blev modtaget på laboratoriet d. 08-08-2007.

Metode: DS 423.28:1984 Betonprøvning. Hærdnet beton. Chloridindhold.

Periode: Prøvningen blev gennemført d. 14-08-2007.

Resultater: Fremgår af side 2.

Vilkår: Prøvningen er udført på omstændige vilkår i henhold til de for laboratoriet af DANAK (Dansk Akkreditering) fastsatte retningslinier herfor. Prøvningen gælder kun for det prøvede materiale. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet har godkendt uddraget

15-08-2007 Teknologisk Institut, Beton, Taastrup



Tine Aarre
Laboratorieleder, Ph.D.
Dir. tlf.: +45 72 20 21 61



Ingrid Brandt
Fagkonsulent
Dir. tlf.: +45 72 20 21 68

Prøve ID	Prøvemængde [g]	Chloridindhold [%]
1 II	25	0,010
1 IV	27	0,003
4 II	23	0,018
4 IV	23	0,028
5 II	16	0,006
5 IV	26	0,004
7 II	22	0,004
7 IV	33	0,002
8 II	22	0,006
8 IV	16	0,007
9 II	20	0,002
9 IV	18	0,006
10 II	19	0,006
10 IV	25	0,006
11 II	28	0,013
11 IV	30	0,010
12 II	27	0,016
12 IV	35	0,013
13 II	20	0,020
13 IV	17	0,019
14 II	19	0,004
14 IV	22	0,013
15 II	27	0,007
15 IV	21	0,015

Chloridindholdet er angivet som vægt % tør beton og kan omregnes til:

Natriumchlorid % ved at gange med 1,65.

Calciumchlorid % ved at gange med 1,57.

Chloridindholdet i forhold til cementmængden ved at multiplicere med 6 – 8.

Teknologisk Instituts almindelige vilkår for rekvirerede opgaver gælder i deres fulde udstrækning for den ved Teknologisk Institut udførte tekniske prøvning og kalibrering samt for udfærdigelsen af prøvningsrapporter hhv. kalibreringscertifikater i forbindelse hermed.

Dansk Akkreditering (DANAK)

DANAK blev etableret i 1991 med hjemmel i lov nr. 394 om erhvervsfremme af 13. juni 1990.

Kravene til akkrediterede prøvningslaboratorier er fastlagt i Erhvervsfremme Styrelsens bekendtgørelse om akkreditering af laboratorier til teknisk prøvning m.v., samt til GLP-inspektion. Bekendtgørelsen henviser til andre dokumenter, hvor akkrediteringskriterierne er beskrevet yderligere.

Standarderne DS/EN ISO/IEC 17025 "Generelle krav til prøvnings- og kalibreringslaborators kompetence" og DS/EN 45002 "Generelle kriterier for bedømmelse af prøvningslaboratorier" beskriver grundlæggende akkrediteringskriterier. DANAK anvender fortolkningsdokumenter til de enkelte krav i standarderne, hvor det skønnes nødvendigt. Disse vil hovedsageligt være udarbejdet af "European co-operation of Accreditation (EA)" eller "International Laboratory Accreditation Co-operation (ILAC)" med det formål at opnå ensartede kriterier for akkreditering på verdensplan. DANAK udarbejder desuden tekniske forskrifter vedr. specifikke krav til akkreditering, som ikke er indeholdt i standarderne.

For at et laboratorium kan være akkrediteret kræves blandt andet:

- at laboratoriet og dets personale skal være fri for enhver kommerciel, økonomisk eller anden form for pression, som kan påvirke deres tekniske dømmekraft.

- at laboratoriet har et dokumenteret kvalitetsstyringssystem.
- at laboratoriet råder over teknisk udstyr og lokaler af en tilstrækkelig standard til at kunne udføre den prøvning, som laboratoriet er akkrediteret til.
- har såvel faglig kompetence som praktisk erfaring i udførelsen af den ydelse, som laboratoriet er akkrediteret til.
- at der er indarbejdet faste rutiner for sporbarhed og usikkerhedsbestemmelse.
- at akkrediteret prøvning eller kalibrering udføres efter fuldt validerede og dokumenterede metoder.
- at laboratoriet skal registrere forløbet af akkrediteret prøvning eller kalibrering således, at dette kan rekonstrueres.
- at laboratoriet er underkastet regelmæssigt tilsyn af DANAK.
- at laboratoriet skal have en forsikring, som kan dække laboratoriets ansvar i forbindelse med udførelsen af akkrediterede ydelser.

Rapporter, der bærer DANAK's logo, anvendes ved rapportering af akkrediterede ydelser og viser, at disse er foretaget i henhold til akkrediteringsreglerne.

Bilag B

Trykstyrke

Øllgaard Rådgivende Ingeniører A/S
Strandvejen 128
2900 Hellerup

Att: Jacob Munch Thomas

Rapport nr. 219736-3
Projekt nr. -
Side 1 af 2
Antal bilag 1
Initialer TAA/ib

Prøvningsrapport

Opgave: Bestemmelse af trykstyrke.

Prøveemne: 9 stk. kerner mærket: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 og 13 ($\varnothing = 56$ mm)

Udtagning: Kernerne blev modtaget på laboratoriet d. 08-08-2007.

Metode: DS/EN 12390-3:2002 Trykstyrke.
Prøvelegemerne vandlagres ikke inden prøvning.

Periode: Prøvningen er udført d. 16-08-2007.

Resultater: Resultaterne er angivet på side 2.

Vilkår: Prøvningen er udført i henhold til de for laboratoriet af DANAK (Dansk Akkreditering) fastsatte retningslinier herfor, jf. bilag 1. Prøvningen gælder kun for det prøvede materiale. Prøvning rapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet har godkendt uddraget.

Med mindre andet er aftalt med laboratoriet, bortskaffes prøvelegemerne umiddelbart efter prøvning.

16-08-2007, Teknologisk Institut, Beton, Taastrup



Tine Aarre
Laboratorieleder, Ph.D.
Direkte telefon: +45 72 20 21 61



Ingrid Brandt
Fagkonsulent
Dir. tlf.: +45 72 20 21 68

Rapport nr. 217936-3

Side 2 af 2

Prøve ID	Højde [mm]	Diameter [mm]	Brudlast [kN]	Densitet [kg/m ³]	Trykstyrke [MPa]
1	60,1	56,2	170,1	2521	68,6
2	62,3	56,3	131,1	2651	52,7
3	85,5	56,0	110,7	2236	44,9
4	72,7	56,4	125,3	2295	50,2
5	72,4	56,3	114,3	2317	45,9
6	77,0	56,5	124,6	2666	49,7
8	67,0	56,8	181,4	2291	71,5
9	62,6	56,4	186,1	2299	74,5
13	61,3	56,4	119,5	2222	47,8

Der er foretaget omregning af trykstyrke i henhold til DS 411:1999 med hensyn til højde/diameter-forhold, diameter og udboring:

Prøve ID	Målt trykstyrke [MPa]	Korrektionsfaktor			Omregnet trykstyrke [MPa]
		højde/diameter-forhold	Fra borekerne til cylinder	Omregning til normcylinder	
1	68,6	0,81	1,40	0,90	70,3
2	52,7	0,82	1,40	0,90	54,5
3	44,9	0,91	1,40	0,90	51,2
4	50,2	0,86	1,40	0,90	54,2
5	45,9	0,86	1,40	0,90	49,6
6	49,7	0,87	1,40	0,90	54,6
8	71,5	0,84	1,40	0,90	75,4
9	74,5	0,82	1,40	0,90	77,1
13	47,8	0,82	1,40	0,90	49,2

Bemærkning: For den afprøvede beton er $d_{\max}$ ca. 40 mm og borekernediameteren 56 mm. I følge DS/EN 12504-1:2003, sektion 5.1 har forholdet mellem maksimal tilslagsstørrelse og borekernens diameter væsentlig indflydelse på den målte styrke, når dette forhold nærmer sig værdier over ca. 1:3.

Ifølge DS/EN 12504-1:2003, Anneks A vil en borekerne med $d_{\max} = 40$ mm forventes at give en ca. 17% højere målt styrke end en borekerne med en diameter på 100mm.

Teknologisk Instituts almindelige vilkår for rekvirerede opgaver gælder i deres fulde udstrækning for den ved Teknologisk Institut udførte tekniske prøvning og kalibrering samt for udfærdigelsen af prøvningsrapporter hhv. kalibreringscertifikater i forbindelse hermed.

Dansk Akkreditering (DANAK)

DANAK blev etableret i 1991 med hjemmel i lov nr. 394 om erhvervsfremme af 13. juni 1990.

Kravene til akkrediterede prøvningslaboratorier er fastlagt i Erhvervsfremme Styrelsens bekendtgørelse om akkreditering af laboratorier til teknisk prøvning m.v., samt til GLP-inspektion. Bekendtgørelsen henviser til andre dokumenter, hvor akkrediteringskriterierne er beskrevet yderligere.

Standarderne DS/EN ISO/IEC 17025 "Generelle krav til prøvnings- og kalibreringslaboratoriers kompetence" og DS/EN 45002 "Generelle kriterier for bedømmelse af prøvningslaboratorier" beskriver grundlæggende akkrediteringskriterier. DANAK anvender fortolkningsdokumenter til de enkelte krav i standarderne, hvor det skønnes nødvendigt. Disse vil hovedsageligt være udarbejdet af "European co-operation of Accreditation (EA)" eller "International Laboratory Accreditation Co-operation (ILAC)" med det formål at opnå ensartede kriterier for akkreditering på verdensplan. DANAK udarbejder desuden tekniske forskrifter vedr. specifikke krav til akkreditering, som ikke er indeholdt i standarderne.

For at et laboratorium kan være akkrediteret kræves blandt andet:

- at laboratoriet og dets personale skal være fri for enhver kommerciel, økonomisk eller anden form for pression, som kan påvirke deres tekniske dømmekraft.

- at laboratoriet har et dokumenteret kvalitetsstyringssystem.
- at laboratoriet råder over teknisk udstyr og lokaler af en tilstrækkelig standard til at kunne udføre den prøvning, som laboratoriet er akkrediteret til.
- har såvel faglig kompetence som praktisk erfaring i udførelsen af den ydelse, som laboratoriet er akkrediteret til.
- at der er indarbejdet faste rutiner for sporbarhed og usikkerhedsbestemmelse.
- at akkrediteret prøvning eller kalibrering udføres efter fuldt validerede og dokumenterede metoder.
- at laboratoriet skal registrere forløbet af akkrediteret prøvning eller kalibrering således, at dette kan rekonstrueres.
- at laboratoriet er underkastet regelmæssigt tilsyn af DANAK.
- at laboratoriet skal have en forsikring, som kan dække laboratoriets ansvar i forbindelse med udførelsen af akkrediterede ydelser.

Rapporter, der bærer DANAK's logo, anvendes ved rapportering af akkrediterede ydelser og viser, at disse er foretaget i henhold til akkrediteringsreglerne.