

## Betonegenskaber, passiv miljøklasse

Indflydelse af nye typer af flyveaske



**Titel:**

Betonegenskaber, passiv miljøklasse  
Indflydelse af nye typer af flyveaske

**Rekvirent:**

DONG Energy A/S, Fuel & Logistics, Thermal Power  
Att. Søren Sripathy  
Kraftværksvej 53  
7000 Fredericia

IO: 4800021314

**Udarbejdet af:**

Teknologisk Institut  
Gregersensvej 4  
2630 Taastrup  
Tlf. 7220 2000  
Byggeri og Anlæg  
Beton  
Thomas Svensson, tlf. 7220 1911, thsv@teknologisk.dk

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

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

**Godkendt af:** Claus Pade, tlf. 7220 2183, cpa@teknologisk.dk

**Opgave nr.:** 712840

**Versions nr.:** 3

**Dato:** 14 marts 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.*

## **Indhold**

1.	Indledning .....	4
2.	Baggrund .....	4
3.	Formål .....	4
4.	Data og modtagne informationer .....	4
5.	Betonsammensætning og blandeprocedure .....	5
6.	Resultater .....	6
6.1.	Egenskaber af frisk beton .....	6
6.1.1.	Konsistens .....	6
6.1.2.	Luftindhold og densitet .....	7
6.2.	Egenskaber af hærdnende beton.....	8
6.2.1.	Afbindingstid .....	8
6.2.2.	Varmeudvikling .....	8
6.3.	Egenskaber af hærdnet beton.....	8
6.3.1.	Styrkeudvikling .....	8
6.3.2.	E-modul .....	9
6.3.3.	Udtørringssvind .....	10
6.3.4.	Modstand mod karbonatisering .....	10
7.	Vurdering .....	10

## **1. Indledning**

Efter aftale med DONG Energy A/S, Søren Sripathy har Teknologisk Institut, Byggeri og Anlæg udarbejdet en over dokumentation af to nye typer flyveaske indflydelse på egenskaberne af beton i passiv miljøklasse jf. opgaven "Anvendelse af flyveaske fra SSV3 og AVV2 til betonfremstilling" – opgave nr. 712840.

## **2. Baggrund**

DONG Energys kraftværksblokke AVV2 og SSV3 er begge fyret med biomasse. Der indfyres dog også kulflyveaske i kedlen og den flyveaske der produceres på de to kraftværksblokke indeholder derfor en stor andel kulflyveaske. Umiddelbart falder den fremstillede flyveaske uden for den gældende produktstandard DS/EN 450-1 for anvendelse i beton.

DONG Energy har derfor ønsket at få belyst anvendeligheden af flyveaske fra AVV2 og SSV3 i beton til passiv miljøklasse, hvor flyveasken er tilsat som et fillertilslag certificeret efter DS/EN 12620. I passiv miljøklasse er der ikke krav til betonens vandcementtal, og derfor har DS/EN 450-1 overensstemmelse ingen reel betydning for betonproducenten så længe de friske og hærtnede betonegenskaber er tilfredsstillende, dvs. tilsvarende dem der opnås med aske der opfylder DS/EN 450-1 som f.eks. Eminent B4 flyveaske.

## **3. Formål**

Ifølge aftale med kunden har undersøgelsen følgende formål:

- At dokumentere udvalgte egenskaber af en P20/25 SCC beton fremstillet med traditionel flyveaske (Eminent B4 - NJV), hhv. flyveaske fra AVV2 samt fra den ny proces på SSV3.
- At sammenligne de opnåede egenskaber af betonerne.

## **4. Data og modtagne informationer**

DONG Energy har udleveret følgende: fire tromler flyveaske fra AVV2, fem tromler flyveaske fra SSV3, fire bigbags 0/4 RN Metro sand, en bigbag 4/8 Dalby sten, tre bigbags 8/16 Dalby sten, 25 liter Master Amex 22SB og 25 liter MasterGlenium SKY 631.

## 5. Betonsammensætning og blandeprocedure

En P20/25 SCC betonrecept fra Unicon Ejby blev prøveblandet med de tre flyveasketyper og mængden af tilsætningsstoffer justeret for hver recept således at det ønskede luftindhold ( $6,5 \pm 1$  %) og den ønskede konsistens (500-550mm) blev opnået. Der blev tilstræbt en udgangskonsistens i den lave ende af konsistensintervallet for beton med SSV3-asje. I betonerne med de nye asketyper AVV2 og SSV3 krævedes en signifikant højere dosering af det superplastificerende tilsætningsstof for at opnå den tilstræbte konsistens.

Der blev efterfølgende blandet 180 liter beton af hver recept på TI's Haarup 375/250 Blandeanlæg. Til måling af afbindingstid blev der blandet 25 liter af hver beton på TI's Eirich RW08 laboratorieblender. De nominelle recepter er vist i tabel 1. Blanderapporter findes i Appendix 1.

Tabel 1. Nominelle recepter for hver af de tre betonrecepter.

Delmateriale	Reference	AVV2	SSV3
	Nominal SSD (kg/m <sup>3</sup> )	Nominal SSD (kg/m <sup>3</sup> )	Nominal SSD (kg/m <sup>3</sup> )
Rapid AaP	172	172	172
Flyveaske	86	86	86
Sand 0/4E	847,4	847,2	847,1
Sten y 4/8	146,9	146,9	146,9
Sten 8/16	832,6	832,3	832,3
Superplast	2,32	3,3	3,5
Luftindblanding	1,3	1,1	1,4
Plastificering	0,26	0,26	0,26
Vand	155,9	155,4	154,9
Luftindhold	6,5%	6,5%	6,5%
Total	2245	2244	2244
v/c-tal	0,74	0,93	0,93
Vand, frit (kg/m <sup>3</sup> )	159,1	159,1	159,1
Sats (m <sup>3</sup> )	0,18	0,18	0,18
Dato	14-11-2016	15-11-2016	16-11-2016
ID	P2016SCC_NJV-17	P2016SCC_AVV2-18	P2016SCC_SSV3-19

Blandeproceduren fremgår af blanderapporterne i Appendix 1.

## 6. Resultater

### 6.1. Egenskaber af frisk beton

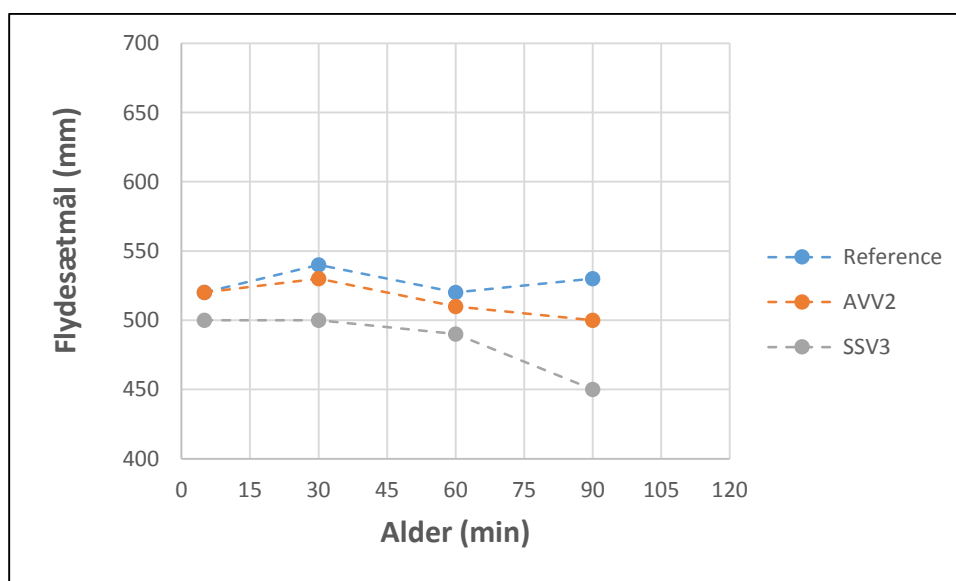
#### 6.1.1. Konsistens

Udviklingen over tid (90 min) af betonernes flydesætmål er vist i tabel 2 og figur 1. Prøvningen er foretaget i henhold til DS/EN 12350-8 og prøvningsrapporter fremgår af Appendix 2.

Tabel 2. Udvikling i flydesætmål, densitet og luftindhold over tid for betonerne.

Askestype	Alder (min)	Flydesætmål (mm)	Luftindhold (%)	Densitet (kg/m <sup>3</sup> )
NJV	5	520	6,6	2287
	30	540	6,3	2290
	60	520	5,5	2294
	90	530	5,5	2291
AVV2	5	520	6,6	2264
	30	530	5,8	2274
	60	510	5,8	2275
	90	500	5,7	2284
SSV3	5	500	6,2	2275
	30	500	5,0	2286
	60	490	4,7	2294
	90	450	4,9	2294

Figur 1. Udvikling i konsistens (flydesætmål) over tid for betonerne.





Det ses af figur 1 at flydesætmålet af beton med referenceaske og AVV2-aske er stabilt over 90 minutter. For beton med SSV3-aske ses en tendens til et tab af konsistens mellem 60 og 90 minutter efter blanding.

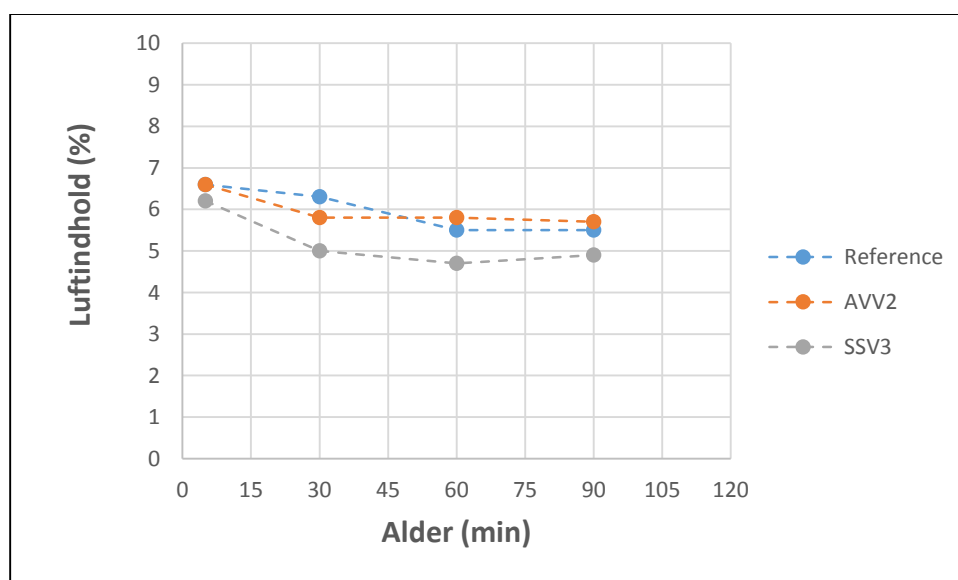
Betonerne er blevet transporteret fra blandeallen til støbelaboratoriet i en 600 liters betonspand på en elektrisk palleløft. Efter denne transport er betonernes stabilitet vurderet visuelt. Her observeredes det, at ingen af de testede betonerne var fuldstændigt stabile efter transporten, hvilket kan anses for normalt for den testede betontype. Det skal dog bemærkes, at de to betoner med de nye asketyper havde en ringere stabilitet end betonen med referenceasken fra NJV, og at betonen produceret med SSV3-aske havde noget ringere stabilitet end betonen produceret med AVV2-aske. Stabiliteten af SSV3-beton var således dårligst selv om startværdien af flydesætmålet var tilstræbt en smule netop fordi denne beton havde størst tendens til separation.

#### 6.1.2. Luftindhold og densitet

Udviklingen over tid (90 min) af betonernes luftindhold og densitet er vist i tabel 2, og udviklingen i luftindhold er også vist i figur 2. Prøvningen er foretaget i henhold til DS/EN 12350-6 og -7 og prøvningsrapporter fremgår af Appendix 2.

Det ses af figur 2 at luftindholdet i betonerne er relativt stabilt. Der er ingen forskel på betonerne med Referenceaske og AVV2-aske, mens der for beton med SSV3-aske i forhold til de to andre betoner ses en beskedent forøgelse af reduktionen i luftindhold over tid. Forskellene mellem betonerne er dog små.

Figur 2. Udvikling i luftindhold over tid for betonerne.



## 6.2. Egenskaber af hærdnende beton

### 6.2.1. Afbindingstid

Afbindingstiden bestemt i henhold til DS 423.17 fremgår af tabel 3. Prøvningsrapport findes i Appendix 3. Resultaterne viser at afbindingstiden for betonerne med de nye asketyper fra AVV2 og SSV3 er noget længere end for referencebetonen med flyveaske fra NJV.

Tabel 3. Afbindingstid af betonerne.

Asketype	Afbindingstid
Reference	11 h 20 min
AVV2	15 h 40 min
SSV3	14 h 40 min

### 6.2.2. Varmeudvikling

Varmeudviklingen af betonerne blev bestemt i henhold til NT Build 388. Prøvningsrapporter er findes i Appendix 4. Resultaterne i form af de tre parametre ( $Q_{total}$ ,  $\tau_e$ ,  $\alpha$ ) der bl.a. bestemmes ved prøvningen er angivet i tabel 4.

Forskellene i mellem de tre betoner indikerer at den totale varmeudvikling fra betonerne er ret ens. Den observerede forskel i  $Q_{total}$  ligger inden for den variation der ses for samme beton over en løbende produktion. Der observeres ( $\tau_e$ ) en indikation for at afbindingstiden af beton med AVV2 og SSV3 flyveaske er svagt forøget i forhold til referencen. Den højere  $\alpha$ -værdi for AVV2-beton indikerer at varmeudviklingen i denne beton sker relativt hurtigere end i de to andre betoner.

Tabel 4. Varmeudviklingsparametre for betonerne.

Asketype	$Q_{total}$ (Cem+FA) (kJ/kg)	$\tau_e$ (h)	$\alpha$
Reference	317	20,4	1,18
AVV2	338	25,1	1,45
SSV3	300	23,5	1,26

## 6.3. Egenskaber af hærdnet beton

### 6.3.1. Styrkeudvikling

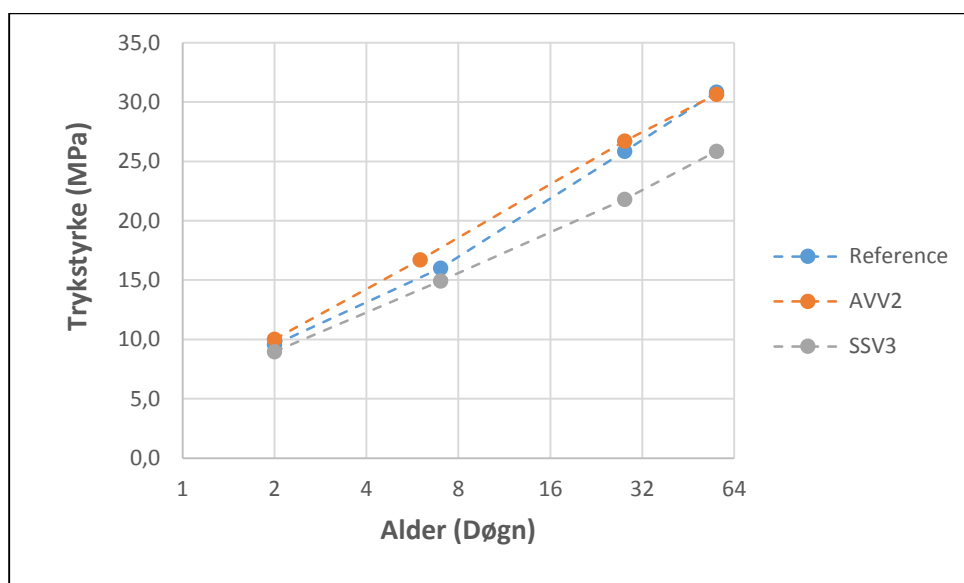
Styrkeudviklingen af betonerne er angivet i tabel 5. Enkeltresultater blev bestemt i henhold til DS/EN 12350-3. Prøvningsrapporter er findes i Appendix 5 og Appendix 6. Resultaterne indikerer at AVV2-aske giver styrker på samme niveau som referencen, måske endda med en tendens til lidt højere tidlig styrke, mens beton med SSV3-aske har lidt lavere styrke ved de sene terminer (28 og 56 døgn).



Tabel 5. Styrkeudvikling af betoner.

Asketype	Trykstyrke (Mpa)			
	2 døgn	7 døgn	28 døgn	56 døgn
Reference	9,6	16,0	25,9	30,8
AVV2	10,0	16,7	26,7	30,7
SSV3	9,0	14,9	21,8	25,9

Figur 3. Styrkeudvikling af betonerne.



### 6.3.2. E-modul

Betonernes elasticitetsmodul er angivet i tabel 6. Enkeltresultater blev bestemt i henhold til DS 423.25. Prøvningsrapporter findes i Appendix 6. E-modulet af betonen med SSV3- aske er lavere end E-modulerne for beton med AVV2- og reference- aske. Forskellene i E-modul afspejler de målte forskelle i trykstyrke mellem betonerne. Der er således intet der tyder på at typen af flyveaske har indflydelse på betons elasticitetsmodul.

Tabel 6. Elasticitetsmodul af betonerne.

Asketype	E-modul, $E_0$ (MPa)	E-modul, $E_c$ (MPa)
Reference	23200	24900
AVV2	24300	25600
SSV3	20700	21900

### 6.3.3. Udtørringssvind

Udtørringssvindet af betonerne blev bestemt efter princippet angivet i DS 434.6. Svindmålingen er startet efter 1 døgn, lige efter afformning. Prøvningsrapporter findes i Appendix 7 og resultaterne er angivet i tabel 7. Resultatet af målingerne er meget ens, og der er ikke nogen indikation på at typen af aske har nogen indflydelse på størrelsen af betonernes udtørringssvind.

Tabel 7. Udtørringssvind af betonerne.

Asketype	Svind (‰)
Reference	0,32
AVV2	0,32
SSV3	0,30

### 6.3.4. Modstand mod karbonatisering

Betonernes modstandsevne overfor karbonatisering blev bestemt i henhold til DS/EN 13295. Prøvningsrapporter findes i Appendix 8. Resultaterne i form af karbonatiseringsdybde i mm er angivet i tabel 8. Resultaterne indikerer at typen af asken ikke nogen indflydelse på betonens modstandsevne mod karbonatisering. Ud fra de målte mekaniske egenskaber var det forventet at modstanden mod karbonatisering af beton med SSV3-aske ville have været lidt dårligere end for de to andre betoner.

Tabel 8. Modstandsevne mod karbonatisering af betonerne.

Asketype	Karbonatiseringsdybde (mm)
Reference	15,2
AVV2	13,8
SSV3	14,6

## 7. Vurdering

Det vurderes, at det med de to undersøgte nye asketyper fra AVV2 og SSV3 er muligt, at producere beton i miljøklasse P, hvor betonens friske egenskaber i form af konsistens, luftindhold og frisk densitet, er sammenlignelige med beton produceret med flyveaske fra NJV (reference). Man skal dog være opmærksom på potentielle forskelle i stabilitet mellem beton produceret med de nye asketyper og referencebeton produceret med traditionel flyveaske.

I forhold til betonernes hærdnende egenskaber kan man forvente en lidt længere afbindingstid for selvkompakterende beton produceret de nye asketyper i forhold til selvkompakterende beton produceret med traditionel flyveaske. Der er desuden kun beskeden

forskel i varmeudvikling mellem betonerne produceret med den nye asketyper og referencebetonen. Den væsentligste forskel der er observeret er at varmeudviklingen sker lidt hurtigere i beton med AVV2-aske.

De undersøgte betoners hærdede egenskaber er generelt ret ens. De sene styrker af beton med SSV3-aske er dog lavere, hvilket også afspejler sig i E-modulet. Resultaterne for udtørningsvind og modstand mod karbonatisering indikerer ingen signifikant forskel mellem de undersøgte nye asketyper fra AVV2 og SSV3 og referenceasken fra NJV.

Denne reducerede stabilitet af SCC-betonen med SSV3-aske og denne betons lidt lavere sene styrke gør, at det må forventes, at pulverindholdet i beton med SVV3-aske skal være lidt højere i referencebetonen, mens AVV2-aske umiddelbart bør kunne erstatte referenceasken 1:1.

DONG har efter forsøgenes gennemførelse fremsendt information om AVV2 og SVV3 askernes partikelstørrelsesfordelinger (Appendix 9). Det fremgår af partikelstørrelsesfordelingerne, at asken fra SSV3 er grovere end asken fra AVV2. Denne forskel i partikelstørrelsesfordeling er formodentlig årsag til den observerede reducerede stabilitet af beton med SSV3-aske samt hovedårsag til den lidt lavere styrkeklasse som opnås for beton med SSV3-aske.

## Appendix 1

Blanderapporter

Constituent	Nominal SSD (kg/m <sup>3</sup> )	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Absorption or water content (%)	Nominal SSD (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Target (kg/m <sup>3</sup> )	Target (kg)	Actual (kg)	Deviation (kg)	Deviation (%)	Actual SSD (kg)	Actual SSD (m <sup>3</sup> )	Actual SSD (kg/m <sup>3</sup> )	Actual SSD (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Rapid AaP	172	3160		0,054	172,0	30,960	30,9	-0,1	-0,19	30,9	0,010	171,1	0,054
Fly ash Eminent 85 NJV	86	2300		0,037	86,0	15,480	15,5	0,0	0,13	15,5	0,007	85,8	0,037
RN 0/4E	847,4	2620	0,2	0,323	872,0	156,958	157,5	0,5	0,35	153,1	0,058	847,3	0,323
Dalby 4/8	146,9	2720	0,4	0,054	147,9	26,626	26,5	-0,1	-0,47	26,3	0,010	145,7	0,054
Dalby 8/16	832,6	2720	0,3	0,306	838,2	150,878	151,7	0,8	0,54	150,7	0,055	834,1	0,307
Glentium SKY 631	2,32	1050	75,5	0,002	2,32	0,4176	0,4191	0,002	0,36	0,42	0,000	2,3	0,002
Amex Air 225B	1,3	1010	98,2	0,001	1,3	0,2340	0,2346	0,001	0,26	0,23	0,000	1,3	0,001
Puzzolith 20N	0,26	1160	65	0,000	0,3	0,0468	0,0470	0,000	0,43	0,05	0,000	0,3	0,000
Water	155,9	1000		0,156	124,7	22,447	22,4	0,0	-0,21	28,0	0,028	155,2	0,155
Air				0,065							0,012		0,066
Total	2244,7			1,000	2244,7	404,0				405,2	0,181	2243,1	1,000

w/c	0,74
Water free	159,1
Batch size	0,180
Date	14-11-2016
ID	P2016SCC_NJV-17

w/c actual	0,740
------------	-------

Comment

	Container	Initial	After drying	Moisture
RN 0/4E	1	475,7	1337,8	1312,1
	2	378,6	1264,5	1236,9
	3	406,5	1384,1	1355,5
	Average	1260,8	3986,4	3904,5
Dalby 4/8	1	611,7	1159,8	1154,1
	2	591,3	1262,1	1254,8
	Average	1203,0	2421,9	2408,9
Dalby 8/16	1	428,6	1773,8	1763,0
	2	356,8	1499,8	1486,5
	Average	785,4	3273,6	3249,5
	1			
	2			
	Average			

Time (min)	Slumpflow (mm)	Air content (%)	Weight (kg)	Density (kg/m <sup>3</sup> )
5'	520	6,6	22,513	2287
30'	540	6,3	22,539	2290
60'	520	5,5	22,568	2294
90'	530	5,5	22,551	2291

Mixing sequence

Lille Erich	
00:00	Haarup
00:00	Water added
00:30	AEA added
00:50	P added
01:00	SP added
01:00 - 03:00	00:45 - 02:15 Final mixing

Constituent	Nominal SSD (kg/m <sup>3</sup> )	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Absorption or water content (%)	Nominal SSD (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Target (kg/m <sup>3</sup> )	Target (kg)	Actual (kg)	Deviation (kg)	Deviation (%)	Actual SSD (kg)	Actual SSD (m <sup>3</sup> )	Actual SSD (kg/m <sup>3</sup> )	Actual SSD (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Rapid AaP	172	3160		0,054	172,0	30,960	31,0	0,0	0,13	31,0	31,0	0,010	172,2
Fly ash Eminent AVV2 ny	86	2300		0,037	86,0	15,480	15,5			15,5	15,5	0,007	86,0
RN 0/4E	847,2	2620	0,2	0,323	871,0	156,772	156,6	-0,2	-0,11	152,3	152,3	0,058	845,9
Dalby 4/8	146,9	2720	0,4	0,054	147,8	26,612	26,6	0,0	-0,05	26,4	26,4	0,010	146,8
Dalby 8/16	832,3	2720	0,3	0,306	837,0	150,665	150,7	0,0	0,02	149,9	149,9	0,055	832,2
Glentium SKY 631	3,3	1050	75,5	0,003	3,30	0,5940	0,5937	0,000	-0,05	0,59	0,59	0,001	3,3
Amex Air 225B	1,1	1010	98,2	0,001	1,1	0,1980	0,1989	0,001	0,45	0,20	0,20	0,000	1,1
Puzzolith 20N	0,26	1160	65	0,000	0,3	0,0468	0,0464	0,000	-0,85	0,05	0,05	0,000	0,3
Water	155,4	1000		0,155	125,9	22,669	22,6	-0,1	-0,30	27,9	27,9	0,028	154,9
Air				0,065								0,012	0,066
Total	2244,4			1,000	2244,4	404,0				403,8	403,8	0,180	2242,6

w/c	0,74
Water free	159,1
Batch size	0,180
Date	15-11-2016
ID	P2016SCC_AVV2-18

w/c actual	0,921
------------	-------

Comment

	Container	Initial	After drying	Moisture
RN 0/4E	1	378,5	1117,5	1096,3
	2	475,7	1258,4	1235,6
	3	393,2	1140,9	1118,7
Average		1247,4	3516,8	3450,6
Dalby 4/8	1	406,5	1125,9	1118,5
	2	428,7	1135,2	1127,7
Average		835,2	2261,1	2246,2
Dalby 8/16	1	591,3	1602,6	1593,2
	2	611,7	2156,6	2144,1
Average		1203,0	3759,2	3737,3
	1			
	2			
Average				

Time (min)	Slumpflow (mm)	Air content (%)	Weight (kg)	Density (kg/m <sup>3</sup> )
5'	520	6,6	22,331	2264
30'	530	5,8	22,408	2274
60'	510	5,8	22,421	2275
90'	500	5,7	22,489	2284

Mixing sequence

Lille Eirich  
 00:00 Haarup  
 00:00 Water added  
 00:30 AEA added  
 00:50 P added  
 01:00 SP added  
 01:00 - 03:00 Final mixing  
 00:45 - 02:15



Constituent	Nominal SSD (kg/m <sup>3</sup> )	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Absorption or water content (%)	Nominal SSD (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Target (kg/m <sup>3</sup> )	Target (kg)	Actual (kg)	Deviation (kg)	Deviation (%)	Actual SSD (kg)	Actual SSD (m <sup>3</sup> )	Actual SSD (kg/m <sup>3</sup> )	Actual SSD (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Rapid AaP	172	3160		0,054	172,0	30,960	31,1	0,1	0,45	31,1	0,010	172,9	0,055
Fly ash Eminent SSV3 ny	86	2300		0,037	86,0	15,480	15,5	0,0	-0,01	15,5	0,007	86,0	0,037
RN 0/4E	847,1	2620	0,2	0,323	879,6	158,331	159,2	0,9	0,55	153,3	0,059	852,2	0,325
Dalby 4/8	146,9	2720	0,4	0,054	147,7	26,589	26,5	-0,1	-0,33	26,3	0,010	146,5	0,054
Dalby 8/16	832,3	2720	0,3	0,306	843,9	151,910	151,6	-0,3	-0,20	149,5	0,055	831,0	0,306
Glentium SKY 631	3,5	1050	75,5	0,003	3,50	0,6300	0,6297	0,000	-0,05	0,63	0,001	3,5	0,003
Amex Air 225B	1,4	1010	98,2	0,001	1,4	0,2520	0,2528	0,001	0,32	0,25	0,000	1,4	0,001
Puzzolith 20N	0,26	1160	65	0,000	0,3	0,0468	0,0470	0,000	0,43	0,05	0,000	0,3	0,000
Water	154,9	1000		0,155	109,9	19,789	20,0	0,2	1,07	28,1	0,028	156,3	0,156
Air				0,065							0,011		0,062
Total	2244,4			1,000	2244,4	404,0				404,8	0,180	2250,0	1,000

w/c	0,74
Water free	159,1
Batch size	0,180
Date	16-11-2016
ID	P2016SCC_SSV3-19

w/c actual 0,929

Comment

	Container	Initial	After drying	Moisture
RN 0/4E	1	591,3	1422,3	1390,3
	2	393,2	1053,4	1027,7
	3	356,8	993,5	968,7
	Average	1341,3	3469,2	3386,7
Dalby 4/8	1	611,8	1137,6	1132,7
	2	428,6	1148,9	1141,8
	Average	1040,4	2286,5	2274,5
Dalby 8/16	1	475,8	1557,8	1539,8
	2	378,5	1418,8	1401,3
	Average	854,3	2976,6	2941,1
	1			
	2			
	Average			

Time (min)	Slumpflow (mm)	Air content (%)	Weight (kg)	Density (kg/m <sup>3</sup> )
5'	500	6,2	22,421	2275
30'	500	5,0	22,505	2286
60'	490	4,7	22,571	2294
90'	450	4,9	22,569	2294

Mixing sequence

Lille Eirich  
 00:00  
 00:00  
 00:30  
 00:35  
 00:45  
 01:00  
 01:00 - 03:00  
 00:45 - 02:15  
 Final mixing

Haarup  
 00:00 Water added  
 00:30 AEA added  
 00:35 P added  
 00:45 SP added

Constituent	Nominal SSD (kg/m <sup>3</sup> )	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Absorption or water content (%)	Nominal SSD (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Target (kg/m <sup>3</sup> )	Target (kg)	Actual (kg)	Deviation (kg)	Deviation (%)	Actual SSD (kg)	Actual SSD (m <sup>3</sup> )	Actual SSD (kg/m <sup>3</sup> )	Actual SSD (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Rapid AaP	172	3160		0,054	172,0	4,300	4,300			4,3		172,2	0,054
Fly ash Eminent BS NJV	86	2300		0,037	86,0	2,150	2,150			2,2		86,1	0,037
RN 0/4E	847,4	2620	0,2	0,323	845,7	21,143	21,143			21,2		848,3	0,324
Dalby 4/8	146,9	2720	0,4	0,054	146,3	3,658	3,658			3,7		147,1	0,054
Dalby 8/16	832,6	2720	0,3	0,306	830,1	20,752	20,752			20,8		833,5	0,306
Glentium SKY 631	2,32	1050	75,5	0,002	2,32	0,0580	0,0580			0,06		2,3	0,002
Amex Air 225B	1,3	1010	98,2	0,001	1,3	0,0325	0,0325			0,03		1,3	0,001
Puzzolith 20N	0,26	1160	65	0,000	0,3	0,0065	0,0065			0,01		0,3	0,000
Water	155,9	1000		0,156	160,7	4,017	4,017			3,9		156,1	0,156
Air				0,065								0,062	0,064
Total	2244,7			1,000	2244,7	56,1				56,1		2247,1	1,000

w/c	0,74
Water free	159,1
Batch size	0,025
Date	21-02-2017
ID	P2016SCC_NJV-22

w/c actual 0,740

Comment

	Container	Initial	After drying	Moisture
RN 0/4E	1			
	2			
	3			
	Average			
Dalby 4/8	1			
	2			
	Average			
Dalby 8/16	1			
	2			
	Average			
	1			
	2			
	Average			

Time (min)	Slumpflow (mm)	Air content (%)	Weight (kg)	Density (kg/m3)
5'	540	6,4	22,387	2271

Mixing sequence	Stirrer	Mixer RPM	Vessel
- 00:30 - 00:00		168	11 Dry mixing
00:00 - 01:00		250	30 Water added
01:00		250	30 AEA added during mixing
01:10		250	30 P added during mixing
01:20		250	30 SP added during mixing
01:20 - 02:50		250	30 Mixing
			Visual observation / Sampling

Constituent	Nominal SSD (kg/m <sup>3</sup> )	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Absorption or water content (%)	Nominal SSD (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Target (kg/m <sup>3</sup> )	Target (kg)	Actual (kg)	Deviation (kg)	Deviation (%)	Actual SSD (kg)	Actual SSD (m <sup>3</sup> )	Actual SSD (kg/m <sup>3</sup> )	Actual SSD (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Rapid AaP	172	3160		0,054	172,0	4,300	4,300			4,3	0,001	171,8	0,054
Fly ash Eminent AVV2 ny	86	2300		0,037	86,0	2,150	2,150			2,2	0,001	85,9	0,037
RN 0/4E	847,2	2620	0,2	0,323	845,5	21,138	21,138			21,2	0,008	846,3	0,323
Dalby 4/8	146,9	2720	0,4	0,054	146,3	3,657	3,657			3,7	0,001	146,7	0,054
Dalby 8/16	832,3	2720	0,3	0,306	829,8	20,746	20,746			20,8	0,008	831,4	0,306
Glentium SKY 631	3,3	1050	75,5	0,003	3,30	0,0825	0,0825			0,08	0,000	3,3	0,003
Amex Air 225B	1,1	1010	98,2	0,001	1,1	0,0275	0,0275			0,03	0,000	1,1	0,001
Puzzolith 20N	0,26	1160	65	0,000	0,3	0,0065	0,0065			0,01	0,000	0,3	0,000
Water	155,4	1000		0,155	160,1	4,003	4,003			3,9	0,004	155,2	0,155
Air				0,065							0,002	0,066	
Total	2244,4			1,000	2244,4	56,1	56,1			56,1	0,025	2242,0	1,000

w/c	0,74
Water free	159,1
Batch size	0,025
Date	21-02-2017
ID	P2016SCC_AVV2-23

w/c actual	0,925
------------	-------

Comment

Container	Initial	After drying	Moisture
RN 0/4E	1		
	2		
	3		
Average			
Dalby 4/8	1		
	2		
Average			
Dalby 8/16	1		
	2		
Average			
	1		
	2		
Average			

Time (min)	Slumpflow (mm)	Air content (%)	Weight (kg)	Density (kg/m <sup>3</sup> )
5'	540	6,6	22,238	2252

Mixing sequence	Stirrer	Mixer RPM	Vessel
- 00:30 - 00:00		168	11 Dry mixing
00:00 - 01:00		250	30 Water added
01:00		250	30 AEA added during mixing
01:10		250	30 P added during mixing
01:20		250	30 SP added during mixing
01:20 - 02:50		250	30 Mixing
Visual observation / Sampling			

Constituent	Nominal SSD (kg/m <sup>3</sup> )	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Absorption or water content (%)	Nominal SSD (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Target (kg/m <sup>3</sup> )	Target (kg)	Actual (kg)	Deviation (kg)	Deviation (%)	Actual SSD (kg)	Actual SSD (m <sup>3</sup> )	Actual SSD (kg/m <sup>3</sup> )	Actual SSD (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Rapid AaP	172	3160		0,054	172,0	4,300	4,300			4,3	0,001	171,8	0,054
Fly ash Eminent SSV3 ny	86	2300		0,037	86,0	2,150	2,150			2,2	0,001	85,9	0,037
RN 0/4E	847,1	2620	0,2	0,323	845,4	21,136	21,136			21,2	0,008	846,2	0,323
Dalby 4/8	146,9	2720	0,4	0,054	146,3	3,657	3,657			3,7	0,001	146,7	0,054
Dalby 8/16	832,3	2720	0,3	0,306	829,8	20,745	20,745			20,8	0,008	831,4	0,306
Glentium SKY 631	3,5	1050	75,5	0,003	3,50	0,0875	0,0875			0,09	0,000	3,5	0,003
Amex Air 225B	1,4	1010	98,2	0,001	1,4	0,0350	0,0350			0,04	0,000	1,4	0,001
Puzzolith 20N	0,26	1160	65	0,000	0,3	0,0065	0,0065			0,01	0,000	0,3	0,000
Water	154,9	1000		0,155	159,7	3,992	3,992			3,9	0,004	154,7	0,155
Air				0,065							0,002	0,066	
Total	2244,4			1,000	2244,4	56,1	56,1			56,1	0,025	2242,0	1,000

w/c	0,74
Water free	159,1
Batch size	0,025
Date	21-02-2017
ID	P2016SCC_SSV3-24

w/c actual	0,925
------------	-------

Comment Wall

Container	Initial	After drying	Moisture
RN 0/4E	1		
	2		
	3		
Average			
Dalby 4/8	1		
	2		
Average			
Dalby 8/16	1		
	2		
Average			
	1		
	2		
Average			

Time (min)	Slumpflow (mm)	Air content (%)	Weight (kg)	Density (kg/m <sup>3</sup> )
5'	510	6,6	22,275	2256,9

Mixing sequence	Stirrer	Mixer RPM	Vessel
- 00:30 - 00:00		168	11 Dry mixing
00:00 - 01:00		250	30 Water added
01:00		250	30 AEA added during mixing
01:10		250	30 P added during mixing
01:20		250	30 SP added during mixing
01:20 - 02:50		250	30 Mixing
Visual observation / Sampling			

## Appendix 2

Egenskaber af frisk beton

# Prøvningsrapport

RAPPORTNUMMER:  
712840-4



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

Gregersensvej 4  
2630 Taastrup  
Tlf. +45 72 20 20 00  
info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk

Side 1 af 3  
Init: THSV /MKAA  
Opgavenr.: 712840  
Antal bilag: 0

- Rekvirent:** Kontaktperson: Søren Sripathy  
Firma: DONG Energy A/S, Fuel & Logistics, Thermal Power  
Adresse: Kraftværksvej 53  
By: 7000 Fredericia
- Emne:** 3 friske betoner. Blandedato og mix id fremgår af side 2.
- Udtagning:** Betonerne er blandet på Teknologisk Institut ved betoncentrets laboratorium.
- Periode:** Prøvningen er gennemført 2016-11-14 – 2016-11-17.
- Procedure** DS/EN 12350-6:2012 Prøvning af frisk beton – Del 6: Densitet  
DS/EN 12350-7:2012 Prøvning af frisk beton – Del 7: Luftindhold –  
Pressurmetermetode
- Udenfor akkreditering:  
DS/EN 12350-8:2010 Prøvning af frisk beton – Del 8: Selvkompakterende beton –  
Bestemmelse af flydesætmål
- Resultat:** Resultatet fremgår af side 2.
- Opbevaring:** Ikke relevant
- Vilkår:** Prøvningen er udført akkrediteret i henhold til gældende vilkår fastlagt af DANAK, jf. [www.danak.dk](http://www.danak.dk), og i henhold til Teknologisk Instituts almindelige vilkår, som er gældende på tidspunktet for aftaleindgåelsen. Prøveresultaterne gælder udelukkende for det prøvede emne. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet skriftligt har godkendt uddraget
- Sted:** Dato 27.02.2017, Teknologisk Institut, Taastrup, Beton Centret

**Underskrift:** Thomas Svensson  
Seniorspecialist

Martin Kaasgaard  
Konsulent



Test Reg. nr. 2





Kommentarer til de udførte prøvninger

Densitet og luftindhold: Komprimeringsmetode: ingen, prøvningen er udført på selvkompakterende beton.

Luftindhold: Luftindholdet er målt med pressurmetermetode.

Resultater fra målinger af densitet og luftindhold.

Mix ID	Blandet	Tid efter blanding (min)	Flydesætmål (mm)	Luftindhold (%)	Densitet (kg/m <sup>3</sup> )
P2016SCC NJV-17	14-11-2016 12:18	5	520	6,6	2287
		30	540	6,3	2290
		60	520	5,5	2294
		90	530	5,5	2291
P2016SCC AVV2-18	15-11-2016 12:00	5	520	6,6	2264
		30	530	5,8	2274
		60	510	5,8	2275
		90	500	5,7	2284
P2016SCC SSV3-19	16-11-2016 11:53	5	500	6,2	2275
		30	500	5,0	2286
		60	490	4,7	2294
		90	450	4,9	2294



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

**Dansk Akkreditering (DANAK):**

*DANAK er det nationale akkrediteringsorgan i Danmark i overensstemmelse med EU forordning Nr. 765/2008.*

*DANAK er omfattet af de multilaterale aftaler for prøvning og kalibrering i European co-operation for Accreditation (EA) og i International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) baseret på peer-evaluering. Dette indebærer, at akkrediterede prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af laboratorier akkrediteret af DANAK anerkendes på tværs af landegrænser af medlemmer i EA og ILAC på linje med prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af disse medlemmers akkrediterede laboratorier.*

*Anvendelse af akkrediteringsmærket på prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater eller henvisning til akkreditering er dokumentation for, at ydelsen er udført som en akkrediteret ydelse under virksomhedens DANAK akkreditering i henhold til EN ISO IEC 17025.*

**Byggevareforordningen:**

Teknologisk Institut står inde for, at medarbejdere, der udfører prøvning til brug sammen med harmoniserede standarder under notifikation nr. 1235 i henhold til EU-forordning 305/2011, artikel 43, opfylder alle de stillede krav om kapabilitet, integritet og uvildighed. Se Byggevareforordningen (CPR) her:

[http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index_en.htm)

September 2015

## Appendix 3

Afbindingstid

# Prøvningsrapport

RAPPORTNUMMER:  
712840-5



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

Gregersensevej  
DK-2630 Taastrup  
+45 72 20 20 00  
Info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk

Side 1 af 6  
Init: THSV/MKAA  
Opgavenr.: 712840  
Antal bilag: 0

- Rekvirent:** Kontaktperson: Søren Sripathy  
Firma: DONG Energy A/S, Fuel & Logistics, Thermal Power  
Adresse: Kraftværksvej 53  
By: 7000 Fredericia
- Emne:** 3 friske betoner. Blandedato og mix id fremgår af side 2.
- Udtagning:** Betonerne er blandet på Teknologisk Institut ved betoncentrets laboratorium.
- Periode:** Prøvningen er gennemført 2017-02-22.
- Procedure** DS 423.17:1984 Betonprøvning – Frisk beton - Afbinding
- Resultat:** Resultater fremgår fra side 2.
- Opbevaring:** Prøvematerialet vil blive destrueret efter prøvning, hvis ikke andet er aftalt skriftligt.
- Vilkår:** Prøvningen er udført på vedhæftede vilkår. Prøvningen gælder kun for det prøvede materiale. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet har godkendt uddraget.
- Sted:** Dato 2017-02-27 Teknologisk Institut, Taastrup, Beton Centret

**Underskrift:** Thomas Svensson  
Seniorspecialist

*Thomas Svensson*

Martin Kaasgaard  
Konsulent

*Martin Kaasgaard*



### Afbindingstid af frisk beton efter DS 423.17:1984

Prøvetilberedning: Tilslag større end 8mm er fjernet fra betonen ved sigtning

Sammenfatning af resultat

Mix ID	Asketype	Afbindingstid
P2016SCC NJV-22	Reference, NJV	11 h 20 min
P2016SCC AVV2-23	AVV2	15 h 40 min
P2016SCC SSV3-24	SSV3	14 h 40 min

Detaljerede resultat fremgår af side 3-5.



**DS 423.17:1984 Hardening**

**Concrete ID:** P2516SCC NJV-22

**Casting date:** 2017-02-22

**Hardening time\*:** 11 h 20 min

\* Hardening time (Setting time): maturity of the concrete for which a piston pressure of 3.5 MPa is measured

Concrete age h	Concrete maturity h	Concrete temperature °C	Diameter of piston mm	Piston pressure MPa	Hardening time*: h
7,8	8,4	21,0	20,4	0,15	
8,8	9,4	21,3	20,4	0,47	
9,4	10,1	21,8	20,4	0,85	
10,4	11,2	21,8	14,3	2,94	11,37
10,8	11,6	22,1	9,1	4,16	
11,1	11,9	22,1	9,1	5,56	





**DS 423.17:1984 Hardening**

**Concrete ID:** P2616SCC AVV2-23

**Casting date:** 2017-02-22

**Hardening time\*:** 15 h 40 min

\* Hardening time (Setting time): maturity of the concrete for which a piston pressure of 3.5 MPa is measured

Concrete age h	Concrete maturity h	Concrete temperature °C	Diameter of piston mm	Piston pressure MPa	Hardening time*: h
11,9	12,6	20,5	20,4	0,27	
12,9	13,7	20,5	20,4	0,55	
13,8	14,5	21,2	20,4	1,02	
14,5	15,3	21,2	14,3	2,24	15,68
15,1	16,0	21,5	9,1	4,59	



**DS 423.17:1984 Hardening**

**Concrete ID:** P2616SSC SSV3-24

**Casting date:** 2017-02-22

**Hardening time\*:** 14 h 40 min

\* Hardening time (Setting time): maturity of the concrete for which a piston pressure of 3.5 MPa is measured

Concrete age h	Concrete maturity h	Concrete temperature °C	Diameter of piston mm	Piston pressure MPa	Hardening time*: h
10,3	10,9	20,3	20,4	0,14	
11,5	12,1	20,5	20,4	0,40	
12,5	13,2	20,5	20,4	1,10	
13,3	14,0	21,6	20,4	2,00	14,71
14,1	14,8	21,6	14,3	3,75	
14,7	15,4	22,0	9,1	6,05	



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.

## Appendix 4

Varmeudvikling

# Prøvningsrapport

RAPPORTNUMMER:  
730085-5



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

Gregersensvej  
DK-2630 Taastrup  
+45 72 20 20 00  
Info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk

Side 1 af 3  
Init: FOE/MTG  
Opgavenr.: 730085-5  
Antal bilag: 1

- Rekvirent:** Kontaktperson: Thomas Lennart Svensson  
Firma: Teknologisk Institut  
Adresse: Gregersensvej 1  
By: DK-2630 Taastrup
- Emne:** 1 betonprøve i 5 liter prøvespand.  
Følgende er oplyst af rekvirenten:  
Receipt P2016SCC\_NJV-17.  
Ifølge recept , indhold af cement og flyveaske samt densitet, temperatur og blandetidspunkt.
- Udtagning:** Prøve materialet er indleveret af rekvirenten og modtaget på Teknologisk Institut 2016-11-14.
- Periode:** Prøvningen er gennemført i perioden 2016-11-14 til 2016-11-24.
- Procedure** NT Build 388: 1992, Heat Development. Haybox calorimeter.
- Resultat:** Resultater fremgår af side 2.
- Opbevaring:** Prøvematerialet vil blive destrueret efter prøvning, hvis ikke andet er aftalt skriftligt.
- Vilkår:** Prøvningen er udført akkrediteret i henhold til gældende vilkår fastlagt af DANAK, jf. [www.danak.dk](http://www.danak.dk), og i henhold til Teknologisk Instituts almindelige vilkår, som er gældende på tidspunktet for aftaleindgåelsen. Prøveresultaterne gælder udelukkende for det prøvede emne. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet skriftligt har godkendt uddraget.
- Sted:** Dato 2016-11-24, Teknologisk Institut, Taastrup, Beton Centret

**Underskrift:** Finn østergård  
Laborant

Mette Gressmann  
Laborant



 **DANAK**  
Test Reg. nr. 2



Varmeudviklingsparametre:

	$Q_{\infty}$ [kJ/kg]	$\tau_e$ [hours]	$\alpha$
Cement	476,5	20,41	1,18
Cement, flyveaske	317,4		



**Danish Technological Institute**

Gregersensvej 1  
DK-2630 Taastrup

**4C-Heat**  
Heat development

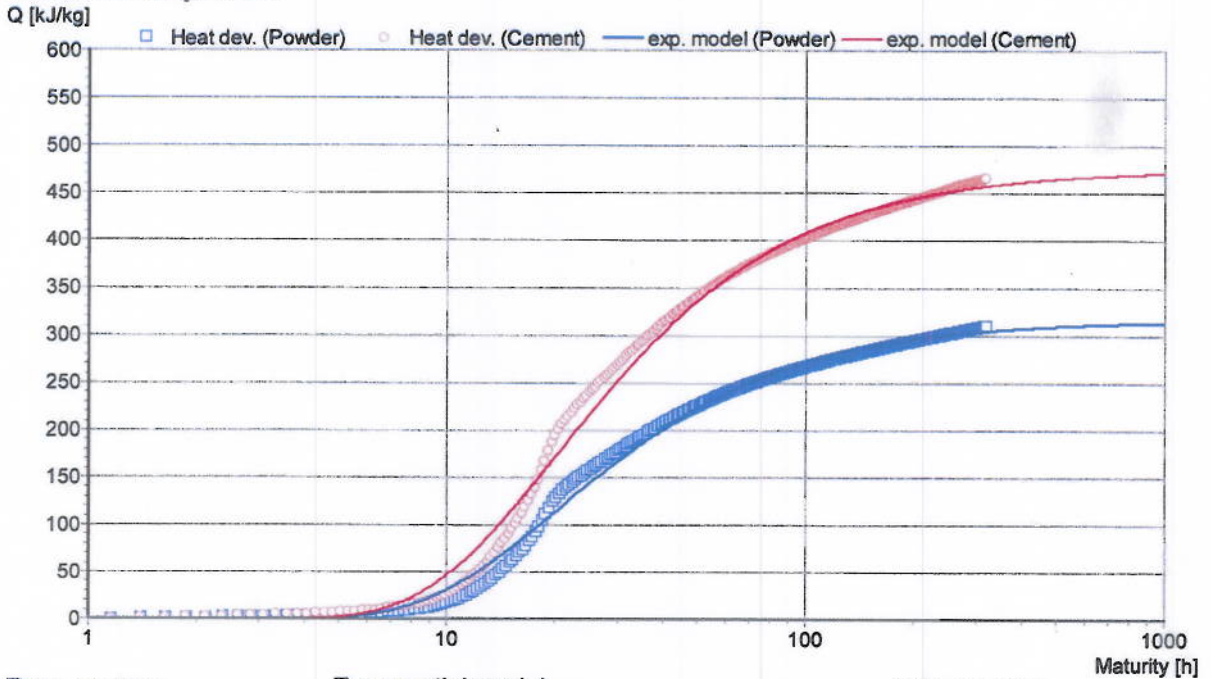
Init.: FOE

Project: 730085-5.prj

Printed:

24-11-2016 13:55:49

**Heat development**



**Parameters**

	Exponential model			Linear model	
	Quen [kJ/kg]	Te [hours]	alpha	Qo [kJ/kg]	To [hours]
Cement:	476,5	20,41	1,18	206,8	8,74
Total powder:	317,4	20,41	1,18	137,7	8,74

**Concrete**

Concrete Id: P2016SCC\_NJV-17

Cement:	171,1 kg/m <sup>3</sup>	Spec. heat:	1,05 kJ/kg/°C
Flyash:	85,8 kg/m <sup>3</sup>	Density:	2243 kg/m <sup>3</sup>
SilicaFume:	0 kg/m <sup>3</sup>	Act. factor 1:	33500 J/mol
Total powder:	256,9 kg/m <sup>3</sup>	Act. factor 2:	1470 J/mol/°C

**Sample**

Weight: 11,835 kg    Mixing time: 14-11-2016 12:18:00    Mixing temp.: 19,1 °C

**Haybox**

Haybox Id: Høkasse nr. 2

**Note**



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

**Dansk Akkreditering (DANAK):**

*DANAK er det nationale akkrediteringsorgan i Danmark i overensstemmelse med EU forordning Nr. 765/2008.*

*DANAK er omfattet af de multilaterale aftaler for prøvning og kalibrering i European co-operation for Accreditation (EA) og i International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) baseret på peer-evaluering. Dette indebærer, at akkrediterede prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af laboratorier akkrediteret af DANAK anerkendes på tværs af landegrænser af medlemmer i EA og ILAC på linje med prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af disse medlemmers akkrediterede laboratorier.*

*Anvendelse af akkrediteringsmærket på prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater eller henvisning til akkreditering er dokumentation for, at ydelsen er udført som en akkrediteret ydelse under virksomhedens DANAK akkreditering i henhold til EN ISO IEC 17025.*

**Byggevareforordningen:**

Teknologisk Institut står inde for, at medarbejdere, der udfører prøvning til brug sammen med harmoniserede standarder under notifikation nr. 1235 i henhold til EU-forordning 305/2011, artikel 43, opfylder alle de stillede krav om kapabilitet, integritet og uvildighed. Se Byggevareforordningen (CPR) her:

[http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index_en.htm)

September 2015



# Prøvningsrapport

RAPPORTNUMMER:  
730383-5



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

Gregersensvej  
DK-2630 Taastrup  
+45 72 20 20 00  
Info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk

Side 1 af 3  
Init: FOE/MTG  
Opgavenr.: 730383-5  
Antal bilag: 1

- Rekvirent:** Kontaktperson: Thomas Lennart Svensson  
Firma: Teknologisk Institut  
Adresse: Gregersensvej 1  
By: DK-2630 Taastrup
- Emne:** 1 betonprøve i 5 liter prøvespand.  
Følgende er oplyst af rekvirenten:  
Receipt P2016SCC\_AVV2-18  
Ifølge recept , indhold af cement og flyveaske samt densitet, temperatur og blandetidspunkt.
- Udtagning:** Prøve materialet er indleveret af rekvirenten og modtaget på Teknologisk Institut 2016-11-15.
- Periode:** Prøvningen er gennemført i perioden 2016-11-15 til 2016-11-25.
- Procedure** NT Build 388: 1992, Heat Development. Haybox calorimeter.
- Resultat:** Resultater fremgår af side 2.
- Opbevaring:** Prøvematerialet vil blive destrueret efter prøvning, hvis ikke andet er aftalt skriftligt.
- Vilkår:** Prøvningen er udført akkrediteret i henhold til gældende vilkår fastlagt af DANAK, jf. [www.danak.dk](http://www.danak.dk), og i henhold til Teknologisk Instituts almindelige vilkår, som er gældende på tidspunktet for aftaleindgåelsen. Prøveresultaterne gælder udelukkende for det prøvede emne. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet skriftligt har godkendt uddraget.
- Sted:** Dato 2016-11-25, Teknologisk Institut, Taastrup, Beton Centret

**Underskrift:** Finn østergård  
Laborant

Mette Gressmann  
Laborant



  
Test Reg. nr. 2



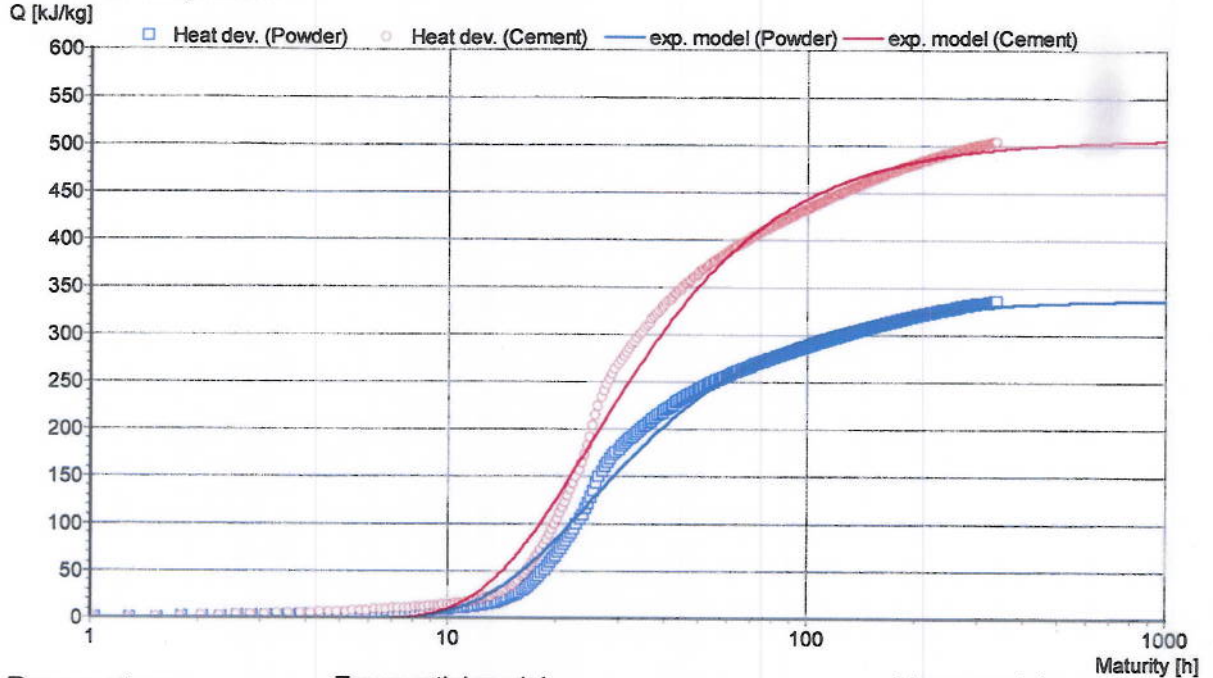
Varmeudviklingsparametre:

	$Q_{\infty}$ [kJ/kg]	$\tau_e$ [hours]	$\alpha$
Cement	507,4	25,12	1,45
Cement, flyveaske	338,4		

<b>Danish Technological Institute</b> Gregersensvej 1 DK-2630 Taastrup	<b>4C-Heat</b> Heat development
------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------

Init.: FOE	Project: 730383-5.prj	Printed: 25-11-2016 13:27:11
------------	-----------------------	------------------------------

**Heat development**



Parameters	Exponential model			Linear model	
	Quen [kJ/kg]	Te [hours]	alpha	Qo [kJ/kg]	To [hours]
Cement:	507,4	25,12	1,45	270,7	12,60
Total powder:	338,4	25,12	1,45	180,5	12,60

**Concrete**

Concrete Id: P2016SCC_AVV2-18	
Cement: 172,2 kg/m³	Spec. heat: 1,05 kJ/kg/°C
Flyash: 86 kg/m³	Density: 2243 kg/m³
SilicaFume: 0 kg/m³	Act. factor 1: 33500 J/mol
Total powder: 258,2 kg/m³	Act. factor 2: 1470 J/mol/°C

**Sample**

Weight: 11,8 kg	Mixing time: 15-11-2016 12:00:00	Mixing temp.: 20,5 °C
-----------------	----------------------------------	-----------------------

**Haybox**

Haybox Id: Høkasse nr. 5
--------------------------

**Note**





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

**Dansk Akkreditering (DANAK):**

*DANAK er det nationale akkrediteringsorgan i Danmark i overensstemmelse med EU forordning Nr. 765/2008.*

*DANAK er omfattet af de multilaterale aftaler for prøvning og kalibrering i European co-operation for Accreditation (EA) og i International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) baseret på peer-evaluering. Dette indebærer, at akkrediterede prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af laboratorier akkrediteret af DANAK anerkendes på tværs af landegrænser af medlemmer i EA og ILAC på linje med prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af disse medlemmers akkrediterede laboratorier.*

*Anvendelse af akkrediteringsmærket på prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater eller henvisning til akkreditering er dokumentation for, at ydelsen er udført som en akkrediteret ydelse under virksomhedens DANAK akkreditering i henhold til EN ISO IEC 17025.*

**Byggevareforordningen:**

Teknologisk Institut står inde for, at medarbejdere, der udfører prøvning til brug sammen med harmoniserede standarder under notifikation nr. 1235 i henhold til EU-forordning 305/2011, artikel 43, opfylder alle de stillede krav om kapabilitet, integritet og uvildighed. Se Byggevareforordningen (CPR) her:

[http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index_en.htm)

September 2015

# Prøvningsrapport

RAPPORTNUMMER:  
730682-5



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

Gregersenvej  
DK-2630 Taastrup  
+45 72 20 20 00  
Info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk

Side 1 af 3  
Init: FOE/MTG  
Opgavenr.: 730682-5  
Antal bilag: 1

**Rekvirent:** Kontaktperson: Thomas Lennart Svensson  
Firma: Teknologisk Institut  
Adresse: Gregersensvej 1  
By: DK-2630 Taastrup

**Emne:** 1 betonprøve i 5 liter prøvespand.  
Følgende er oplyst af rekvirenten:  
Receipt P2016SCC\_SSV3-19  
Ifølge recept, indhold af cement og flyveaske samt densitet, temperatur og blandetidspunkt.

**Udtagning:** Prøve materialet er indleveret af rekvirenten og modtaget på Teknologisk Institut 2016-11-16.

**Periode:** Prøvningen er gennemført i perioden 2016-11-16 til 2016-11-26.


**Procedure** NT Build 388: 1992, Heat Development. Haybox calorimeter.


**Resultat:** Resultater fremgår af side 2.

**Opbevaring:** Prøvematerialet vil blive destrueret efter prøvning, hvis ikke andet er aftalt skriftligt.

**Vilkår:** Prøvningen er udført akkrediteret i henhold til gældende vilkår fastlagt af DANAK, jf. [www.danak.dk](http://www.danak.dk), og i henhold til Teknologisk Instituts almindelige vilkår, som er gældende på tidspunktet for aftaleindgåelsen. Prøveresultaterne gælder udelukkende for det prøvede emne. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet skriftligt har godkendt uddraget.

**Sted:** Dato 2016-11-28, Teknologisk Institut, Taastrup, Beton Centret

**Underskrift:**  Finn Østergård  
Laborant

 Mette Gressmann  
Laborant



 **DANAK**  
Test Reg. nr. 2



Varmeudviklingsparametre:

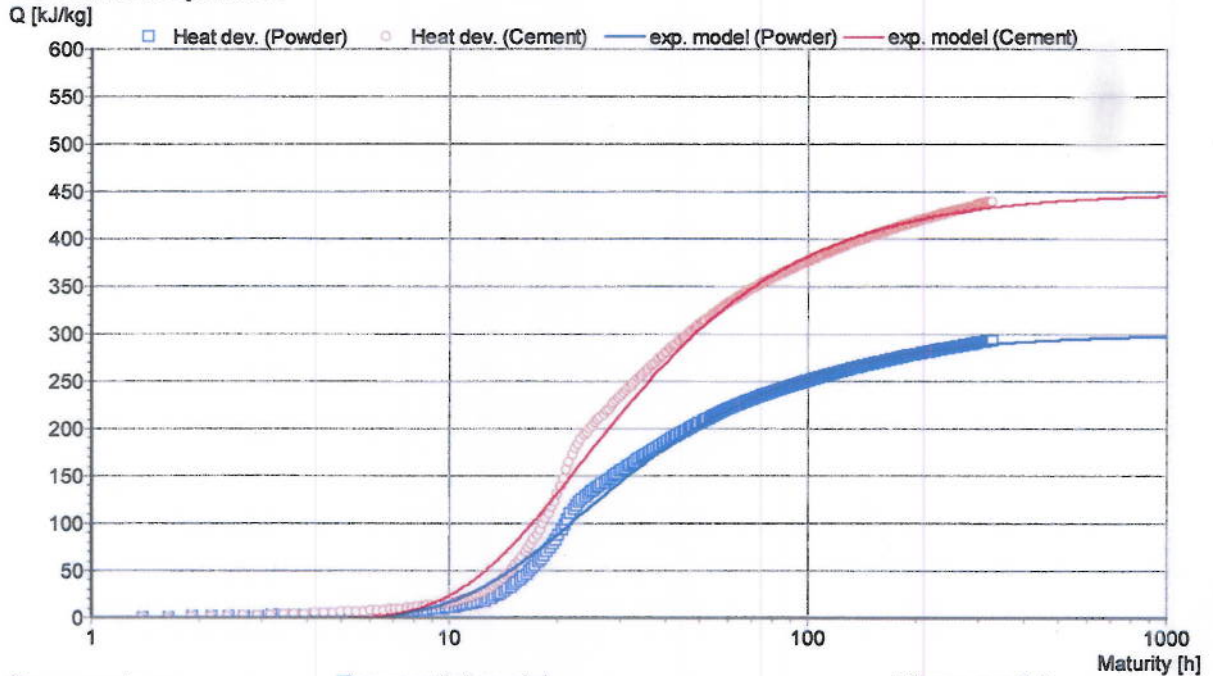
	$Q_{\infty}$ [kJ/kg]	$\tau_e$ [hours]	$\alpha$
Cement	449,6	23,50	1,26
Cement, flyveaske	300,3		



<b>Danish Technological Institute</b> Gregersensvej 1 DK-2630 Taastrup	<b>4C-Heat</b> Heat development
------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------

Init.: FOE	Project: 730682-5.prj	Printed: 28-11-2016 10:22:07
------------	-----------------------	------------------------------

**Heat development**



Parameters	Exponential model			Linear model	
	Quen [kJ/kg]	Te [hours]	alpha	Qo [kJ/kg]	To [hours]
Cement:	449,6	23,50	1,26	207,6	10,59
Total powder:	300,3	23,50	1,26	138,7	10,59

**Concrete**

Concrete Id: P2016SCC_SSV3-19	
Cement: 172,9 kg/m³	Spec. heat: 1,05 kJ/kg/°C
Flyash: 86 kg/m³	Density: 2250 kg/m³
SilicaFume: 0 kg/m³	Act. factor 1: 33500 J/mol
Total powder: 258,9 kg/m³	Act. factor 2: 1470 J/mol/°C

**Sample**

Weight: 12,091 kg	Mixing time: 16-11-2016 11:53:00	Mixing temp.: 20,3 °C
-------------------	----------------------------------	-----------------------

**Haybox**

Haybox Id: Høkasse nr. 7
--------------------------

**Note**



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

**Dansk Akkreditering (DANAK):**

*DANAK er det nationale akkrediteringsorgan i Danmark i overensstemmelse med EU forordning Nr. 765/2008.*

*DANAK er omfattet af de multilaterale aftaler for prøvning og kalibrering i European co-operation for Accreditation (EA) og i International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) baseret på peer-evaluering. Dette indebærer, at akkrediterede prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af laboratorier akkrediteret af DANAK anerkendes på tværs af landegrænser af medlemmer i EA og ILAC på linje med prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af disse medlemmers akkrediterede laboratorier.*

*Anvendelse af akkrediteringsmærket på prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater eller henvisning til akkreditering er dokumentation for, at ydelsen er udført som en akkrediteret ydelse under virksomhedens DANAK akkreditering i henhold til EN ISO IEC 17025.*

**Byggevevareforordningen:**

Teknologisk Institut står inde for, at medarbejdere, der udfører prøvning til brug sammen med harmoniserede standarder under notifikation nr. 1235 i henhold til EU-forordning 305/2011, artikel 43, opfylder alle de stillede krav om kapabilitet, integritet og uvildighed. Se Byggevevareforordningen (CPR) her:

[http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index_en.htm)

September 2015

## Appendix 5

Styrkeudvikling



# Prøvningsrapport

RAPPORTNUMMER:  
730085



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

Gregersenvej  
DK-2630 Taastrup  
+45 72 20 20 00  
Info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk

Side 1 af 3  
Init: HBN/MTG  
Opgavenr.: 730085  
Antal bilag: 0

- Rekvirent:** Kontaktperson: Thomas Svensson  
Firma: Teknologisk Institut  
Adresse: Gregersensvej 4  
By: DK-2630 Taastrup
- Emne:** 9 støbte betoncylindre, Ø150 mm.
- Udtagning:** Cylindrene er støbt på Teknologisk Institut 2016-11-14. Prøvematerialet var mærket NJV 14/11.
- Periode:** Prøvningen er gennemført 2016-11-16 til 2017-01-09.
- Procedure** DS/EN 12390-3 + AC :2012 Prøvning af hærdnet beton –  
Del 3: Prøvelegemers trykstyrke.  
DS/EN 12390-7:2012 Prøvning af hærdnet beton –  
Del 7: Hærdnet betons densitet.
- Resultat:** Resultaterne fremgår af side 2.
- Opbevaring:** Prøvematerialet vil blive destrueret efter prøvning, hvis ikke andet er aftalt skriftligt.
- Vilkår:** Prøvningen er udført akkrediteret i henhold til gældende vilkår fastlagt af DANAK, jf. [www.danak.dk](http://www.danak.dk), og i henhold til Teknologisk Instituts almindelige vilkår, som er gældende på tidspunktet for aftaleindgåelsen. Prøveresultaterne gælder udelukkende for det prøvede emne. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet skriftligt har godkendt uddraget.
- Sted:** Dato 2017-02-14, Teknologisk Institut, Taastrup, Beton Centret
- Underskrift:** Henrik Bertelsen  
Laborant
- Mette Gressmann  
Laborant



  
Test Reg. nr. 2



**NJV 14/11 2 døgn.**

Støbedato: 2016-11-14

Test dato: 2016-11-16

Prøve ID	Diameter mm	Højde mm	Vægt gram	Last kN	Brudtype	Densitet kg/m <sup>3</sup>	Styrke MPa
1	150,0	300,0	12061,6	168,7	tilfredstillende	2280	9,5
2	150,0	300,0	12113,3	172,1	tilfredstillende	2280	9,7
3	150,0	300,0	12038,1	168,0	tilfredstillende	2270	9,5
Middel						2280	9,6
Standard afvigelse						6	0,1

**NJV 14/11 7 døgn.**

Støbedato: 2016-11-14

Test dato: 2016-11-21

Prøve ID	Diameter mm	Højde mm	Vægt gram	Last kN	Brudtype	Densitet kg/m <sup>3</sup>	Styrke MPa
1	150,0	300,0	12054,3	286,0	tilfredstillende	2270	16,2
2	150,0	300,0	12068,8	270,0	tilfredstillende	2280	15,3
3	150,0	300,0	12101,3	292,0	tilfredstillende	2280	16,5
Middel						2280	16,0
Standard afvigelse						6	0,6

**NJV 14/11 56 døgn.**

Støbedato: 2016-11-14

Test dato: 2017-01-09

Prøve ID	Diameter mm	Højde mm	Vægt gram	Last kN	Brudtype	Densitet kg/m <sup>3</sup>	Styrke MPa
1	150,0	300,0	12019,8	550,0	tilfredstillende	2270	31,1
2	150,0	300,0	12040,8	542,0	tilfredstillende	2270	30,7
3	150,0	300,0	12126,5	543,0	tilfredstillende	2290	30,7
Middel						2280	30,8
Standard afvigelse						12	0,2





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

**Dansk Akkreditering (DANAK):**

DANAK er det nationale akkrediteringsorgan i Danmark i overensstemmelse med EU forordning Nr. 765/2008.

DANAK er omfattet af de multilaterale aftaler for prøvning og kalibrering i European co-operation for Accreditation (EA) og i International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) baseret på peer-evaluering. Dette indebærer, at akkrediterede prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af laboratorier akkrediteret af DANAK anerkendes på tværs af landegrænser af medlemmer i EA og ILAC på linje med prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af disse medlemmers akkrediterede laboratorier.

Anvendelse af akkrediteringsmærket på prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater eller henvisning til akkreditering, er dokumentation for, at ydelsen er udført som en akkrediteret ydelse under virksomhedens DANAK akkreditering i henhold til EN ISO IEC 17025.

**Byggevareforordningen:**

Teknologisk Institut står inde for, at medarbejdere, der udfører prøvning til brug sammen med harmoniserede standarder under notifikation nr. 1235 i henhold til EU-forordning 305/2011, artikel 43, opfylder alle de stillede krav om kapabilitet, integritet og uvildighed. Se Byggevareforordningen (CPR) her: [http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index_en.htm)

August 2015

# Prøvningsrapport

RAPPORTNUMMER:  
730383



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

Gregersenvej  
DK-2630 Taastrup  
+45 72 20 20 00  
Info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk

Side 1 af 3  
Init: HBN/MTG  
Opgavenr.: 730383  
Antal bilag: 0

- Rekvirent:** Kontaktperson: Thomas Svensson  
Firma: Teknologisk Institut  
Adresse: Gregersensvej 4  
By: DK-2630 Taastrup
- Emne:** 9 støbte betoncylindre, Ø150 mm.
- Udtagning:** Cylindrene er støbt på Teknologisk Institut 2016-11-15. Prøvematerialet var mærket AAV 15/11.
- Periode:** Prøvningen er gennemført 2016-11-17 til 2017-01-10.
- Procedure** DS/EN 12390-3 + AC :2012 Prøvning af hærdnet beton –  
Del 3: Prøvelegemers trykstyrke.  
DS/EN 12390-7:2012 Prøvning af hærdnet beton –  
Del 7: Hærdnet betons densitet.
- Resultat:** Resultaterne fremgår af side 2.
- Opbevaring:** Prøvematerialet vil blive destrueret efter prøvning, hvis ikke andet er aftalt skriftligt.
- Vilkår:** Prøvningen er udført akkrediteret i henhold til gældende vilkår fastlagt af DANAK, jf. [www.danak.dk](http://www.danak.dk), og i henhold til Teknologisk Instituts almindelige vilkår, som er gældende på tidspunktet for aftaleindgåelsen. Prøveresultaterne gælder udelukkende for det prøvede emne. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet skriftligt har godkendt uddraget.
- Sted:** Dato 2017-02-14, Teknologisk Institut, Taastrup, Beton Centret

**Underskrift:** Henrik Bertelsen  
Laborant

Mette Gressmann  
Laborant



  
Test Reg. nr. 2





### AVV 15/11 2 døgn.

Støbedato: 2016-11-15

Test dato: 2016-11-17

Prøve ID	Diameter mm	Højde mm	Vægt gram	Last kN	Brudtype	Densitet kg/m <sup>3</sup>	Styrke MPa
1	150,0	300,0	12052,6	176,7	tilfredstillende	2270	10,0
2	150,0	300,0	11993,3	177,6	tilfredstillende	2260	10,1
3	150,0	300,0	12103,9	177,5	tilfredstillende	2280	10,0
Middel						2270	10,0
Standard afvigelse						10	0,0

### AVV 15/11 6 døgn.

Støbedato: 2016-11-15

Test dato: 2016-11-21

Prøve ID	Diameter mm	Højde mm	Vægt gram	Last kN	Brudtype	Densitet kg/m <sup>3</sup>	Styrke MPa
1	150,0	300,0	12011,2	291,0	tilfredstillende	2270	16,5
2	150,0	300,0	12033,3	300,0	tilfredstillende	2270	17,0
3	150,0	300,0	12083,0	294,0	tilfredstillende	2280	16,6
Middel						2270	16,7
Standard afvigelse						6	0,3

### AAV 15/11 56 døgn.

Støbedato: 2016-11-15

Test dato: 2017-01-10

Prøve ID	Diameter mm	Højde mm	Vægt gram	Last kN	Brudtype	Densitet kg/m <sup>3</sup>	Styrke MPa
1	150,0	300,0	12157,1	530,0	tilfredstillende	2290	30,0
2	150,0	300,0	12103,0	544,0	tilfredstillende	2280	30,8
3	150,0	300,0	12034,0	552,0	tilfredstillende	2270	31,2
Middel						2280	30,7
Standard afvigelse						10	0,6





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

**Dansk Akkreditering (DANAK):**

DANAK er det nationale akkrediteringsorgan i Danmark i overensstemmelse med EU forordning Nr. 765/2008.

DANAK er omfattet af de multilaterale aftaler for prøvning og kalibrering i European co-operation for Accreditation (EA) og i International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) baseret på peer-evaluering. Dette indebærer, at akkrediterede prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af laboratorier akkrediteret af DANAK anerkendes på tværs af landegrænser af medlemmer i EA og ILAC på linje med prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af disse medlemmers akkrediterede laboratorier.

Anvendelse af akkrediteringsmærket på prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater eller henvisning til akkreditering, er dokumentation for, at ydelsen er udført som en akkrediteret ydelse under virksomhedens DANAK akkreditering i henhold til EN ISO IEC 17025.

**Byggevareforordningen:**

Teknologisk Institut står inde for, at medarbejdere, der udfører prøvning til brug sammen med harmoniserede standarder under notifikation nr. 1235 i henhold til EU-forordning 305/2011, artikel 43, opfylder alle de stillede krav om kapabilitet, integritet og uvildighed. Se Byggevareforordningen (CPR) her: [http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index_en.htm)

August 2015

# Prøvningsrapport

RAPPORTNUMMER:  
730682



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

Gregersensvej  
DK-2630 Taastrup  
+45 72 20 20 00  
Info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk

Side 1 af 3  
Init: HBN/MTG  
Opgavenr.: 730682  
Antal bilag: 0

- Rekvirent:** Kontaktperson: Thomas Svensson  
Firma: Teknologisk Institut  
Adresse: Gregersensvej 4  
By: DK-2630 Taastrup
- Emne:** 9 støbte betoncylindre, Ø150 mm.
- Udtagning:** Cylindrene er støbt på Teknologisk Institut 2016-11-16. Prøvematerialet var mærket SSV 16/11.
- Periode:** Prøvningen er gennemført 2016-11-18 til 2017-01-11.
- Procedure** DS/EN 12390-3 + AC :2012 Prøvning af hærdnet beton –  
Del 3: Prøvelegemers trykstyrke.  
  
DS/EN 12390-7:2012 Prøvning af hærdnet beton –  
Del 7: Hærdnet betons densitet.
- Resultat:** Resultaterne fremgår af side 2.
- Opbevaring:** Prøvematerialet vil blive destrueret efter prøvning, hvis ikke andet er aftalt skriftligt.
- Vilkår:** Prøvningen er udført akkrediteret i henhold til gældende vilkår fastlagt af DANAK, jf. [www.danak.dk](http://www.danak.dk), og i henhold til Teknologisk Instituts almindelige vilkår, som er gældende på tidspunktet for aftaleindgåelsen. Prøveresultaterne gælder udelukkende for det prøvede emne. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet skriftligt har godkendt uddraget.
- Sted:** Dato 2017-02-14, Teknologisk Institut, Taastrup, Beton Centret

**Underskrift:** Henrik Bertelsen  
Laborant

Mette Gressmann  
Laborant



  
Test Reg. nr. 2





### SSV 16/11 2 døgn.

Støbedato: 2016-11-16

Test dato: 2016-11-18

Prøve ID	Diameter mm	Højde mm	Vægt gram	Last kN	Brudtype	Densitet kg/m <sup>3</sup>	Styrke MPa
1	150,0	300,0	12155,4	165,4	tilfredstillende	2290	9,4
2	150,0	300,0	12161,9	152,5	tilfredstillende	2290	8,6
3	150,0	300,0	12201,2	157,0	tilfredstillende	2300	8,9
Middel						2290	9,0
Standard afvigelse						6	0,4

### SSV 16/11 7 døgn.

Støbedato: 2016-11-16

Test dato: 2016-11-23

Prøve ID	Diameter mm	Højde mm	Vægt gram	Last kN	Brudtype	Densitet kg/m <sup>3</sup>	Styrke MPa
1	150,0	300,0	12185,7	260,0	tilfredstillende	2300	14,7
2	150,0	300,0	12168,4	259,0	tilfredstillende	2300	14,7
3	150,0	300,0	12202,3	272,0	tilfredstillende	2300	15,4
Middel						2300	14,9
Standard afvigelse						0	0,4

### SSV 16/11 56 døgn.

Støbedato: 2016-11-16

Test dato: 2017-01-11

Prøve ID	Diameter mm	Højde mm	Vægt gram	Last kN	Brudtype	Densitet kg/m <sup>3</sup>	Styrke MPa
1	150,0	300,0	12270,4	456,0	tilfredstillende	2310	25,8
2	150,0	300,0	12234,5	464,0	tilfredstillende	2310	26,3
3	150,0	300,0	12196,0	450,0	tilfredstillende	2300	25,5
Middel						2310	25,8
Standard afvigelse						6	0,4



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

**Dansk Akkreditering (DANAK):**

DANAK er det nationale akkrediteringsorgan i Danmark i overensstemmelse med EU forordning Nr. 765/2008.

DANAK er omfattet af de multilaterale aftaler for prøvning og kalibrering i European co-operation for Accreditation (EA) og i International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) baseret på peer-evaluering. Dette indebærer, at akkrediterede prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af laboratorier akkrediteret af DANAK anerkendes på tværs af landegrænser af medlemmer i EA og ILAC på linje med prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af disse medlemmers akkrediterede laboratorier.

Anvendelse af akkrediteringsmærket på prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater eller henvisning til akkreditering, er dokumentation for, at ydelsen er udført som en akkrediteret ydelse under virksomhedens DANAK akkreditering i henhold til EN ISO IEC 17025.

**Byggevareforordningen:**

Teknologisk Institut står inde for, at medarbejdere, der udfører prøvning til brug sammen med harmoniserede standarder under notifikation nr. 1235 i henhold til EU-forordning 305/2011, artikel 43, opfylder alle de stillede krav om kapabilitet, integritet og uvildighed. Se Byggevareforordningen (CPR) her: [http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index_en.htm)

August 2015

## Appendix 6

E-modul



# Prøvningsrapport

RAPPORTNUMMER:  
730085-4



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

Gregersensevej  
DK-2630 Taastrup  
+45 72 20 20 00  
Info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk

Side 1 af 3  
Init: HBN/AMKN  
Opgavenr.: 730085-4  
Antal bilag: 0

**Rekvirent:** Kontaktperson: Thomas Svensson  
Firma: Teknologisk Institut  
Adresse: Gregersensevej 4  
By: DK-2630 Taastrup

**Emne:** 4 støbte betoncylindre, Ø150 mm.

**Udtagning:** Cylindrene er støbt på Teknologisk Institut 2016-11-14. Prøvematerialet var mærket NJV 14/11.

**Periode:** Prøvningen er gennemført 2016-12-12.


**Procedure** DS 423.25:1984 Betonprøvning. Hærdnet beton. Elasticitetsmodul.

**Resultat:** Resultater fremgår af side 2.

**Opbevaring:** Prøvematerialet vil blive destrueret efter prøvningen, hvis ikke andet er aftalt skriftligt.

**Vilkår:** Prøvningen er udført akkrediteret i henhold til gældende vilkår fastlagt af DANAK, jf. [www.danak.dk](http://www.danak.dk), og i henhold til Teknologisk Instituts almindelige vilkår, som er gældende på tidspunktet for aftaleindgåelsen. Prøveresultaterne gælder udelukkende for det prøvede emne. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet skriftligt har godkendt uddraget

**Sted:** Dato 2017-02-15, Teknologisk Institut, Taastrup, Betoncentret

**Underskrift:**  Henrik Bertelsen  
Laborant

**amkn@teknologisk.dk**  
Digitally signed by:  
amkn@teknologisk.dk  
DN: CN =  
amkn@teknologisk.dk  
Date: 2017.02.15 08:  
40:54 +01'00'  
Ane Mette Walter  
Teamleder



 **DANAK**  
Test Reg. nr. 2



Støbedato: 2016-11-14  
Prøvedato: 2016-12-12

Prøve ID	Modenhedsdøgn	Diameter mm	Højde mm	Densitet kg/m <sup>3</sup>	E <sub>0</sub> MPa	E <sub>c</sub> MPa	Brudlast MPa
2	672,0	150	300	2272	22200	24400	25,5
3	672,0	150	300	2293	23600	25200	26,4
4	672,0	150	300	2285	23700	25100	26,0
Middelværdi				2283	23200	24900	26,0
Standard afvigelse				11	840	400	0,5



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

**Dansk Akkreditering (DANAK):**

DANAK er det nationale akkrediteringsorgan i Danmark i overensstemmelse med EU forordning Nr. 765/2008.

DANAK er omfattet af de multilaterale aftaler for prøvning og kalibrering i European co-operation for Accreditation (EA) og i International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) baseret på peer-evaluering. Dette indebærer, at akkrediterede prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af laboratorier akkrediteret af DANAK anerkendes på tværs af landegrænser af medlemmer i EA og ILAC på linje med prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af disse medlemmers akkrediterede laboratorier.

Anvendelse af akkrediteringsmærket på prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater eller henvisning til akkreditering, er dokumentation for, at ydelsen er udført som en akkrediteret ydelse under virksomhedens DANAK akkreditering i henhold til EN ISO IEC 17025.

**Byggevareforordningen:**

Teknologisk Institut står inde for, at medarbejdere, der udfører prøvning til brug sammen med harmoniserede standarder under notifikation nr. 1235 i henhold til EU-forordning 305/2011, artikel 43, opfylder alle de stillede krav om kapabilitet, integritet og uvildighed. Se Byggevareforordningen (CPR) her: [http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index_en.htm)

August 2015



# Prøvningsrapport

RAPPORTNUMMER:  
730383-4



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

Gregersensvej  
DK-2630 Taastrup  
+45 72 20 20 00  
Info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk

Side 1 af 3  
Init: HBN/AMKN  
Opgavenr.: 730383-4  
Antal bilag: 0

**Rekvirent:** Kontaktperson: Thomas Svensson  
Firma: Teknologisk Institut  
Adresse: Gregersensvej 4  
By: DK-2630 Taastrup

**Emne:** 4 støbte betoncylindre, Ø150 mm.

**Udtagning:** Cylindrene er støbt på Teknologisk Institut 2016-11-15. Prøvematerialet var mærket AVV 15/11.

**Periode:** Prøvningen er gennemført 2016-12-13.

**Procedure** DS 423.25:1984 Betonprøvning. Hærdnet beton. Elasticitetsmodul.

**Resultat:** Resultater fremgår af side 2.

**Opbevaring:** Prøvematerialet vil blive destrueret efter prøvningen, hvis ikke andet er aftalt skriftligt.

**Vilkår:** Prøvningen er udført akkrediteret i henhold til gældende vilkår fastlagt af DANAK, jf. [www.danak.dk](http://www.danak.dk), og i henhold til Teknologisk Instituts almindelige vilkår, som er gældende på tidspunktet for aftaleindgåelsen. Prøveresultaterne gælder udelukkende for det prøvede emne. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet skriftligt har godkendt uddraget.

**Sted:** Dato 2017-02-15, Teknologisk Institut, Taastrup, Beton Centret

**Underskrift:** Henrik Bertelsen  
Laborant

amkn@teknologisk.dk  
nologisk.dk  
Ane Mette Walter  
Teamleder

Digitally signed by:  
amkn@teknologisk.dk  
DN: CN =  
amkn@teknologisk.dk  
Date: 2017.02.15 08:  
32:45 +01'00'



  
Test Reg. nr. 2



Støbedato: 2016-11-15

Prøvedato: 2016-12-13

Prøve ID	Modenhedsdøgn	Diameter mm	Højde mm	Densitet kg/m <sup>3</sup>	E <sub>0</sub> MPa	E <sub>c</sub> MPa	Brudlast MPa
2	672,0	150	300	2241	23800	25600	26,6
3	672,0	150	300	2246	24500	25600	26,0
4	672,0	150	300	2304	24600	25700	27,3
Middelværdi				2264	24300	25600	26,6
Standard afvigelse				35	440	0	0,6



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

**Dansk Akkreditering (DANAK):**

DANAK er det nationale akkrediteringsorgan i Danmark i overensstemmelse med EU forordning Nr. 765/2008.

DANAK er omfattet af de multilaterale aftaler for prøvning og kalibrering i European co-operation for Accreditation (EA) og i International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) baseret på peer-evaluering. Dette indebærer, at akkrediterede prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af laboratorier akkrediteret af DANAK anerkendes på tværs af landegrænser af medlemmer i EA og ILAC på linje med prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af disse medlemmers akkrediterede laboratorier.

Anvendelse af akkrediteringsmærket på prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater eller henvisning til akkreditering, er dokumentation for, at ydelsen er udført som en akkrediteret ydelse under virksomhedens DANAK akkreditering i henhold til EN ISO IEC 17025.

**Byggevareforordningen:**

Teknologisk Institut står inde for, at medarbejdere, der udfører prøvning til brug sammen med harmoniserede standarder under notifikation nr. 1235 i henhold til EU-forordning 305/2011, artikel 43, opfylder alle de stillede krav om kapabilitet, integritet og uvildighed. Se Byggevareforordningen (CPR) her: [http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index_en.htm)

August 2015



# Prøvningsrapport

RAPPORTNUMMER:  
730682-4



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

Gregersensevej  
DK-2630 Taastrup  
+45 72 20 20 00  
Info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk

Side 1 af 3  
Init: HBN/AMKN  
Opgavenr.: 730682-4  
Antal bilag: 0

**Rekvirent:** Kontaktperson: Thomas Svensson  
Firma: Teknologisk Institut  
Adresse: Gregersensevej 4  
By: DK-2630 Taastrup

**Emne:** 4 støbte betoncylindre, Ø150 mm.

**Udtagning:** Cylindrene er støbt på Teknologisk Institut 2016-11-16. Prøvematerialet var mærket SSV 16/11.

**Periode:** Prøvningen er gennemført 2016-12-14.

**Procedure** DS 423.25:1984 Betonprøvning. Hærdnet beton. Elasticitetsmodul.

**Resultat:** Resultater fremgår af side 2.

**Opbevaring:** Prøvematerialet vil blive destrueret efter prøvningen, hvis ikke andet er aftalt skriftligt.

**Vilkår:** Prøvningen er udført akkrediteret i henhold til gældende vilkår fastlagt af DANAK, jf. [www.danak.dk](http://www.danak.dk), og i henhold til Teknologisk Instituts almindelige vilkår, som er gældende på tidspunktet for aftaleindgåelsen. Prøveresultaterne gælder udelukkende for det prøvede emne. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet skriftligt har godkendt uddraget.

**Sted:** Dato 2017-02-15, Teknologisk Institut, Taastrup, Betoncentret

**Underskrift:** Henrik Bertelsen  
Laborant

amkn@teknologisk.dk  
nologisk.dk

Digitally signed by:  
amkn@teknologisk.dk  
DN: CN =  
amkn@teknologisk.dk  
Date: 2017.02.15 08:  
26:42 +01'00'

Ane Mette Walter  
Teamleder



 **DANAK**  
Test Reg. nr. 2



Støbedato: 2016-11-16  
Prøvedato: 2016-12-14

Prøve ID	Modenhedsdøgn	Diameter mm	Højde mm	Densitet kg/m <sup>3</sup>	E <sub>0</sub> MPa	E <sub>c</sub> MPa	Brudlast MPa
2	672,0	150	300	2294	22300	23300	22,4
3	672,0	150	300	2302	21500	22700	21,1
4	672,0	150	300	2290	18300	19700	21,9
Middelværdi				2295	20700	21900	21,8
Standard afvigelse				6	2120	1900	0,7



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

**Dansk Akkreditering (DANAK):**

DANAK er det nationale akkrediteringsorgan i Danmark i overensstemmelse med EU forordning Nr. 765/2008.

DANAK er omfattet af de multilaterale aftaler for prøvning og kalibrering i European co-operation for Accreditation (EA) og i International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) baseret på peer-evaluering. Dette indebærer, at akkrediterede prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af laboratorier akkrediteret af DANAK anerkendes på tværs af landegrænser af medlemmer i EA og ILAC på linje med prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater udstedt af disse medlemmers akkrediterede laboratorier.

Anvendelse af akkrediteringsmærket på prøvningsrapporter og kalibreringscertifikater eller henvisning til akkreditering, er dokumentation for, at ydelsen er udført som en akkrediteret ydelse under virksomhedens DANAK akkreditering i henhold til EN ISO IEC 17025.

**Byggevareforordningen:**

Teknologisk Institut står inde for, at medarbejdere, der udfører prøvning til brug sammen med harmoniserede standarder under notifikation nr. 1235 i henhold til EU-forordning 305/2011, artikel 43, opfylder alle de stillede krav om kapabilitet, integritet og uvildighed. Se Byggevareforordningen (CPR) her: [http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/construction-products/index_en.htm)

August 2015

## Appendix 7

Udtørringssvind

# Prøvningsrapport

RAPPORTNUMMER:  
712840-6



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

Gregersenvej  
DK-2630 Taastrup  
+45 72 20 20 00  
Info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk

Side 1 af 6  
Init: THSV/MKAA  
Opgavenr.: 712840  
Antal bilag: 0

**Rekvirent:** DONG Energy A/S, Fuel & Logistics, Thermal Power  
Att. Søren Sripathy  
Kraftværksvej 53  
7000 Fredericia

**Emne:** 3 friske betoner, blandet og støbt på Teknologisk Institut, Betonlaboratoriet

Beton	Støbedato	Prøveemner
P2016SCC NJV-17	2016-11-14	2stk. prisme 100*100*400mm
P2016SCC AVV2-18	2016-11-15	2stk. prisme 100*100*400mm
P2016SCC SSV3-19	2016-11-16	2stk. prisme 100*100*400mm

**Periode:** Prøvningen er gennemført fra 2016-11-14 til 2017-01-04.

**Procedure** Principper relevante for færdigblandet beton af normal vægt fra følgende standard er blevet brugt:

DS 434.6:1989      Bærende elementer af letbeton med porøse tilslag – Svind og svelning

Kommentarer til testen fremgår af side 2

**Resultat:** Resultater fremgår af side 2-5.

**Vilkår:** Prøvningen er udført på vedhæftede vilkår. Prøvningen gælder kun for det prøvede materiale. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet har godkendt uddraget.

**Sted:** Dato 2017-02-27 Teknologisk Institut, Taastrup, Beton Centret

**Underskrift:** Thomas Svensson  
Seniorspecialist

Martin Kaasgaard  
Konsulent





Kommentar til udførelsen:

Udtøringsvindet er målt på prismer 100\*100\*400mm efter principper i DS434.6:1989. Umiddelbart efter afforming, ved 1 døgn modenhed, er prøveemnerne placeret i klimakammer ved 23C og 45% RH hvorefter den første måling umiddelbart er gennemført. Efterfølgende er en måling gennemført mindst en gang indenfor de første 4 døgn, og efterfølgende er der målt en gang om ugen indtil længdeændringskriteriet i standarden er opnået.

Sammenfatning af resultat:

<b>Mix ID</b>	<b>Asketype</b>	<b>Svind, ‰ (efter DS 434.6:1989)</b>
P2016SCC NJV-17	Reference	0,32
P2016SCC AVV2-18	AVV2	0,32
P2016SCC SSV3-19	SSV3	0,30

Samtlige resultat af svindmålingerne fremgår af side 3-5.



Individuelle resultat for mix-id P2016SCC NJV-17

Dato	Alder (døgn)	Prøve ID	Reference (mikro-m)	Længde (mikro-m)	Vægt (gram)	Svind (‰)
15-11-2016	1	NJV A	1,671	8,992	9182	0,00
15-11-2016	1	NJV B	1,671	9,122	9179	0,00
17-11-2016	3	NJV A	1,668	8,960	8964	0,07
17-11-2016	3	NJV B	1,668	9,087	8978	0,08
18-11-2016	4	NJV A	1,669	8,954	8946	0,09
18-11-2016	4	NJV B	1,669	9,078	8959	0,11
22-11-2016	8	NJV A	1,671	8,926	8907	0,16
22-11-2016	8	NJV B	1,671	9,051	8920	0,18
28-11-2016	14	NJV A	1,667	8,896	8881	0,23
28-11-2016	14	NJV B	1,667	9,025	8894	0,23
07-12-2016	23	NJV A	1,667	8,872	8862	0,29
07-12-2016	23	NJV B	1,667	9,001	8875	0,29
13-12-2016	29	NJV A	1,667	8,863	8854	0,31
13-12-2016	29	NJV B	1,667	8,992	8867	0,31
19-12-2016	35	NJV A	1,668	8,860	8848	0,32
19-12-2016	35	NJV B	1,668	8,990	8861	0,32
27-12-2016	43	NJV A	1,668	8,853	8842	0,34
27-12-2016	43	NJV B	1,668	8,983	8855	0,34
02-01-2017	49	NJV A	1,668	8,849	8839	0,35
02-01-2017	49	NJV B	1,668	8,976	8852	0,36



Individuelle resultat for mix-id P2016SCC AVV2-18

Dato	Alder (døgn)	Prøve ID	Reference (mikro-m)	Længde (mikro-m)	Vægt (gram)	Svind (‰)
16-11-2016	1	AVV2 A	1,670	9,335	9215	0,00
16-11-2016	1	AVV2 B	1,670	8,268	9168	0,00
18-11-2016	3	AVV2 A	1,669	9,299	9033	0,09
18-11-2016	3	AVV2 B	1,669	8,233	8989	0,09
22-11-2016	7	AVV2 A	1,671	9,271	8987	0,16
22-11-2016	7	AVV2 B	1,671	8,209	8942	0,15
29-11-2016	14	AVV2 A	1,666	9,240	8958	0,23
29-11-2016	14	AVV2 B	1,666	8,176	8914	0,22
07-12-2016	22	AVV2 A	1,667	9,215	8940	0,29
07-12-2016	22	AVV2 B	1,667	8,151	8897	0,29
13-12-2016	28	AVV2 A	1,667	9,204	8931	0,32
13-12-2016	28	AVV2 B	1,667	8,142	8888	0,31
20-12-2016	35	AVV2 A	1,668	9,200	8924	0,33
20-12-2016	35	AVV2 B	1,668	8,138	8881	0,32
27-12-2016	42	AVV2 A	1,668	9,196	8917	0,34
27-12-2016	42	AVV2 B	1,668	8,133	8874	0,33
03-01-2017	49	AVV2 A	1,668	9,188	8913	0,36
03-01-2017	49	AVV2 B	1,668	8,129	8870	0,34



Individuelle resultat for mix-id P2016SCC SSV3-19

Dato	Alder (døgn)	Prøve ID	Reference (mikro-m)	Længde (mikro-m)	Vægt (gram)	Svind (‰)
17-11-2016	1	SSV3 A	1,668	9,201	9493	0,00
17-11-2016	1	SSV3 B	1,668	9,194	9423	0,00
18-11-2016	2	SSV3 A	1,669	9,174	9322	0,07
18-11-2016	2	SSV3 B	1,669	9,167	9228	0,07
22-11-2016	6	SSV3 A	1,671	9,153	9237	0,13
22-11-2016	6	SSV3 B	1,671	9,146	9155	0,13
23-11-2016	7	SSV3 A	1,668	9,148	9229	0,13
23-11-2016	7	SSV3 B	1,668	9,135	9147	0,15
30-11-2016	14	SSV3 A	1,666	9,119	9198	0,20
30-11-2016	14	SSV3 B	1,666	9,108	9118	0,21
07-12-2016	21	SSV3 A	1,667	9,096	9181	0,26
07-12-2016	21	SSV3 B	1,667	9,088	9101	0,26
15-12-2016	29	SSV3 A	1,668	9,083	9170	0,29
15-12-2016	29	SSV3 B	1,668	9,074	9090	0,30
21-12-2016	35	SSV3 A	1,668	9,079	9164	0,30
21-12-2016	35	SSV3 B	1,668	9,071	9084	0,31
28-12-2016	42	SSV3 A	1,668	9,075	9158	0,31
28-12-2016	42	SSV3 B	1,668	9,065	9079	0,32
04-01-2017	49	SSV3 A	1,668	9,070	9154	0,33
04-01-2017	49	SSV3 B	1,668	9,061	9075	0,33



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.

## Appendix 8

Modstand mod karbonatisering

# Prøvningsrapport

RAPPORTNUMMER:  
745414



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

Gregersensvej  
DK-2630 Taastrup  
+45 72 20 20 00  
Info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk

Side 1 af 3  
Init: FOE/MTG  
Opgavenr.: 745414  
Antal bilag: 0

**Rekvirent:** Kontaktperson: Thomas Svensson  
Firma: Teknologisk Institut  
Adresse: Gregersensvej 4  
By: DK-2630 Taastrup

**Emne:** 1 x 3 beton prismer 100 mm x 100 mm x 400 mm.  
Vedrørende: DONG P2016SCC.

**Udtagning:** Prismerne er støbt på Teknologisk Institut.  
Mærket:  
NVJ 14/11, støbt 2016-11-14.  
AAV 15/11, støbt 2016-11-15.  
SSV 16/11, støbt 2016-11-16.

**Periode:** Prøvningen er gennemført i perioden 2016-11-14 til 2017-02-22.


**Procedure** DS/EN 13295:2004: Produkter og systemer til beskyttelse og reparation af betonkonstruktioner - Prøvningsmetoder - Bestemmelse af modstandsevne over for carbondioxid.


**Resultat:** Resultater fremgår af side 2.

**Opbevaring:** Prøvematerialet vil blive destrueret efter prøvningen, hvis ikke andet er aftalt skriftligt.

**Vilkår:** Prøvningen er udført på vedhæftede vilkår. Prøvningen gælder kun for det prøvede materiale. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet har godkendt uddraget.

**Sted:** Dato 2017-02-22, Teknologisk Institut, Taastrup, Beton Centret

**Underskrift:**  Finn Østergård  
Laborant

 Mette Gressmann  
Laborant





### Bestemmelse af modstandsevne over for carbondioxid i hht. DS/EN 13295

Materiale: NJV 14/11

Støbedato: 2016-11-14  
Start på udtørring: 2016-12-12  
Start på CO<sub>2</sub> eksponering: 2016-12-26  
Slut på CO<sub>2</sub> eksponering: 2017-02-20  
Form på karboniseringsfront: Form A (normal)

Prøve ID	Karboniseringsdybde efter konditionering [mm]					Karboniseringsdybde efter CO <sub>2</sub> eksponering [mm]				
	Middeldybde af side 1 til 4				Middel	Middeldybde af side 1 til 4				Middel
	d <sub>k1</sub>	d <sub>k2</sub>	d <sub>k3</sub>	d <sub>k4</sub>	d <sub>k</sub>	d <sub>k1</sub>	d <sub>k2</sub>	d <sub>k3</sub>	d <sub>k4</sub>	d <sub>k</sub>
NJV 14/11-1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,7	15,9	15,6	14,6	14,9
NJV 14/11-2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,4	16,6	15,8	14,8	15,4
Middel					0,0					15,2

### Bestemmelse af modstandsevne over for carbondioxid i hht. DS/EN 13295

Materiale: AVV 15/11

Støbedato: 2016-11-15  
Start på udtørring: 2016-12-13  
Start på CO<sub>2</sub> eksponering: 2016-12-27  
Slut på CO<sub>2</sub> eksponering: 2017-02-21  
Form på karboniseringsfront: Form A (normal)

Prøve ID	Karboniseringsdybde efter konditionering [mm]					Karboniseringsdybde efter CO <sub>2</sub> eksponering [mm]				
	Middeldybde af side 1 til 4				Middel	Middeldybde af side 1 til 4				Middel
	d <sub>k1</sub>	d <sub>k2</sub>	d <sub>k3</sub>	d <sub>k4</sub>	d <sub>k</sub>	d <sub>k1</sub>	d <sub>k2</sub>	d <sub>k3</sub>	d <sub>k4</sub>	d <sub>k</sub>
AVV 15/11-1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5	13,7	14,7	13,0	13,7
AVV 15/11-2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,5	13,9	12,4	15,0	14,0
Middel					0,0					13,8

### Bestemmelse af modstandsevne over for carbondioxid i hht. DS/EN 13295

Materiale: SSV 16/11

Støbedato: 2016-11-16  
Start på udtørring: 2016-12-14  
Start på CO<sub>2</sub> eksponering: 2016-12-28  
Slut på CO<sub>2</sub> eksponering: 2017-02-22  
Form på karboniseringsfront: Form A (normal)

Prøve ID	Karboniseringsdybde efter konditionering [mm]					Karboniseringsdybde efter CO <sub>2</sub> eksponering [mm]				
	Middeldybde af side 1 til 4				Middel	Middeldybde af side 1 til 4				Middel
	d <sub>k1</sub>	d <sub>k2</sub>	d <sub>k3</sub>	d <sub>k4</sub>	d <sub>k</sub>	d <sub>k1</sub>	d <sub>k2</sub>	d <sub>k3</sub>	d <sub>k4</sub>	d <sub>k</sub>
SSV 16/11-1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	13,0	12,7	14,7	14,4
SSV 16/11-2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	13,7	13,8	15,3	14,9
Middel					0,0					14,6



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

Side 3 af 3  
Opgavenr.: 745414

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

## Appendix 9

Partikelstørrelsesfordeling mv. (analyseresultater for prøver af SSV3- og AVV2-aske)

## Prøvningsrapport

E-mineral A/S  
Nefovej 50  
9310 Vodskov

Vores ref.: Hanne M. Andersen  
Direkte telefon: 9877 7024  
Direkte e-mail: Hanne.m.andersen@aalborgportland.com  
Sider i alt: 3 inkl. bilag

Rekvirent: Peter Lundqvist

Dato: 01.03.2017

### Prøvningsrapport nr. E1000121-4

Prøvetype:	Flyveaske
Kundens prøve mrk.:	AVV N: 25.05.16, 26.04.16, 27.05.16, 08.06.16, 14.06.16, 15.06.16
CBL prøvenummer:	128172, 128173, 128174, 128177, 128178, 128179
Prøve modtaget:	02.08.2016
Prøve færdigbehandlet:	01.03.2017
Yderligere oplysninger:	E-mineralrekvisition nr. 121
Bilag:	Bilag 1 Resultater Bilag 2 Ansvarsfraskrivelse

Venlig hilsen  
Cement- og Betonlaboratoriet



Head of Chemical Laboratory  
Pernille Mikkelsen

Prøvningsrapporten må kun gengives i sin helhed, medmindre Cement- og Betonlaboratoriet har givet skriftlig godkendelse til andet. Omstående prøvningsresultater gælder udelukkende for de undersøgte prøver. For Cement og Betonlaboratoriets ansvar i forbindelse med rådgivning og prøvning gælder de på sidste side anførte bestemmelser.

## Flyveaskeprøvning

DS/EN 450-1+A1:2012, DS/EN 451-1:2004, DS/EN 451-2:1996

### Prøveinformation

Kundens prøvemærkning:

AVV N: 25.05.16, 26.04.16, 27.05.16, 08.06.16, 14.06.16, 15.06.16

CBL prøvenummer:

128172, 128173, 128174, 128177, 128178, 128179

### Resultat

Prøve mrk.			AVV N						
			25.04.16	26.04.16	27.05.16	08.06.16	14.06.16	15.06.16	
Prøve nr.			128179	128172	128173	128174	128177	128178	
	Standard	Enhed							Usikkerhed <sup>1</sup>
K <sub>2</sub> O	DS/EN 450-1	%	6,80	6,80	5,94	5,70	5,24	5,78	0,1
Na <sub>2</sub> O	DS/EN 450-1	%	0,48	0,47	0,45	0,44	0,44	0,44	0,1
Na <sub>2</sub> O ækv.	DS/EN 450-1	%	4,95	4,95	4,36	4,19	3,89	4,24	0,15
SO <sub>3</sub>	DS/EN 450-1	%	1,61	1,64	1,29	1,20	1,18	1,21	0,05
Total S <sup>2</sup>		%	0,64	0,66	0,52	0,48	0,47	0,48	0,02
Cl	DS/EN 450-1	%	0,175	0,181	0,074	0,083	0,073	0,079	0,002
Glødetab	DS/EN 450-1	%	4,01	4,69	1,70	2,04	1,78	1,81	0,08
Fri CaO	DS/EN 451-1	%	2,09	2,19	2,80	2,80	2,76	2,59	0,1
CO <sub>2</sub>	DS/EN 450-1	%	1,02	1,14	1,46	0,92	1,38	1,51	0,2
CaO	DS/EN 450-1	%	11,01	11,02	11,74	12,04	12,22	11,85	0,4
Reak. CaO	DS/EN 450-1	%	9,71	9,57	9,88	10,87	10,46	9,93	0,4
MgO	DS/EN 450-1	%		2,92		2,76			0,1
Reak. SiO <sub>2</sub>	DS/EN 450-1	%		33,62		31,98			1,5
SiO <sub>2</sub>	DS/EN 450-1	%		43,80		43,42			0,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	DS/EN 450-1	%		21,22		22,34			0,7
Fe <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	DS/EN 450-1	%		3,84		3,94			0,4
Sum(SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	DS/EN 450-1	%		68,86		69,70			0,9
Total P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	DS/EN 450-1	%		2,26		2,00			
Opl. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	DS/EN 450-1	Mg/kg		1,00		1,00			10



Finhed (45µm sigterest)	DS/EN 451-2	%		18,3		16,1			0,6
Finhed (63µm sigterest)	DS/EN 451-2	%	10,4	9,6	6,5	8,2	11,3	8,8	
Finhed (125µm sigterest)	DS/EN 451-2	%	2,5	2,2	1,04	1,6	2,4	1,6	
Finhed (2 mm sigterest)	DS/EN 451-2	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Afbindingstid testcement	DS/EN 450-1	min		150		150			15
Afbindingstid C/F bland. <sup>3</sup>	DS/EN 450-1	min		185		160			15
Afbindingsdifference	DS/EN 450-1	Min		35		10			25
Densitet	DS/EN 450-1	kg/m <sup>3</sup>	2380	2380	2390	2380	2390	2370	10
Le Chatelier	DS/EN 450-1	mm	1,5	0,5	0,0	1,5	0,5	0,5	
Aktivitetsindex 28 døgn	DS/EN 450-1	%		90,8		93,0			2
Aktivitetsindex 90 døgn	DS/EN 450-1	%		102,6		107,1			3

<sup>1</sup> Ekspanderet usikkerhed (U). Den sande værdi for måleresultat y er med 95% sandsynlighed i intervallet  $y \pm U$ .

<sup>2</sup> Støkiometrisk omregning af SO<sub>3</sub>

<sup>3</sup> Pasta hvor pulverdelen består af 75% testcement og 25% flyveaske

### Bemærkning

Værk	Lot nr.	Dato	Kornkurve									
			A<150MY	A<100MY	A<70MY	A<63MY	A<50MY	A<20MY	A<10MY	A<5MY	A<2MY	A<1MY
AVV N	128172	26.04.2016	99,4	99,3	94,8	92,0	83,7	48,0	29,6	18,5	8,2	4,5
AVV N	128173	27.05.2016	99,8	99,8	98,3	96,7	90,0	54,0	32,9	19,3	8,6	6
AVV N	128174	08.06.2016	99,7	99,7	98,1	96,3	89,2	52,9	32,4	19,3	8,6	6

**For CBL's ansvar i forbindelse med rådgivning og prøvning, herunder eventuelt skriftligt udarbejdede udtalelser og rapporter, gælder følgende bestemmelser:**

1. For rådgivning, prøvning og udtalelser er CBL ansvarlig overfor rekvirenten i overensstemmelse med dansk rets almindelige erstatningsregler med de begrænsninger, som følger af punkt 2-7.
2. CBLs rådgivning, prøvning og udfærdigelse af nærværende udtalelse med eventuelt tilhørende rapport er sket på grundlag af den viden og den teknik, som CBL råder over på udtalelsetidspunktet.  
CBL er ikke ansvarlig, hvis en senere udvikling måtte vise, at CBL's viden og teknik er mangelfuld eller urigtig.
3. Forvolder et af rekvirentens produkter skade, har CBL intet ansvar for en sådan skadeforvoldelse, hvis den skadefordende adfærd er begået af rekvirenten, førend CBLs udtalelse vedrørende produktet er afgivet fra CBL hvis det skadefordende produkt ikke konkret har været afprøvet af CBL, medmindre rekvirenten godtgør, at det skadefordende produkt er identisk med et af CBL konkret afprøvet produkt, og hvis skaden skyldes en egenskab ved produktet eller en anvendelse af produktet, som enten ikke er prøvet og beskrevet af CBL i nærværende udtalelse med eventuelt tilhørende rapport, eller som afviger fra CBLs beskrivelse i udtalelsen af produkttegenskaben eller en mulig produktanvendelse.
4. CBL har intet ansvar for skader, som indtræffer i forbindelse med en anvendelse af udtalelser fra CBL, hvis det er angivet, at udtalelserne hviler på en skønsmæssig bedømmelse eller en vurdering.
5. Uden for de i punkt 2 - 4 nævnte tilfælde kan CBL gøres ansvarlig, såfremt det dokumenteres, at skade skyldes fejl eller forsømmelse fra CBLs side. CBLs ansvar for skade på ting kan dog - med mindre andet udtrykkeligt er aftalt - aldrig overstige kr. 500.000,- pr. skade. CBL hæfter aldrig for tab af produktion, driftstab, avancetab og andet indirekte tab.  
CBL kan ikke gøres ansvarlig for skader, som ikke skriftligt er gjort gældende inden 3 år efter datoen for afgivelse af den pågældende rådgivning, prøvningsresultater, udtalelser, rapporter eller lignende til rekvirenten.
6. Nedlægges der under en sag imod CBL en påstand om erstatning, som rækker udover de i punkt 2-5 fastsatte grænser for CBLs ansvar, er rekvirenten pligtig at overtage førelsen af en sådan sag, hvis CBL fremsætter begæring herom.  
I det omfang CBL måtte blive pålagt et ansvar - eller måtte afholde udgifter i øvrigt - som rækker udover de i punkt 2-5 fastsatte grænser for CBLs ansvar, er rekvirenten pligtig at skadesløsholde CBL herfor.
7. Ovenstående regler (1-6) anses i alle tilfælde for uigenkaldeligt tiltrådt af rekvirenten senest ved dennes anvendelse af den pågældende rådgivning, prøvningsresultater, udtalelser, rapporter eller lignende.  
Hvis rekvirenten ikke kan acceptere reglerne, skal rekvirenten undlade at anvende den pågældende rådgivning, prøvningsresultater, udtalelser, rapporter eller lignende og straks returnere alt materiale relateret hertil til CBL.

# Prøvningsrapport

E-mineral A/S  
Nefovej 50  
9310 Vodskov

Vores ref.: Hanne M. Andersen  
Direkte telefon: 9877 7024  
Direkte e-mail: Hanne.m.andersen@aalborgportland.com  
Sider i alt: 3 inkl. bilag

Rekvirent: Peter Lundqvist

Dato: 01.03.2017

## Prøvningsrapport nr. E1000123-4

Prøvetype:	Flyveaske
Kundens prøve mrk.:	SSV3 prøve 1. 26.10.16 SSV3 prøve 2. 26.10.16 SSV3 prøve 3. 26.10.16 SSV3 prøve 4. 27.10.16 SSV3 prøve 5. 27.10.16 SSV3 prøve 6. 27.10.17
CBL prøvenummer:	132123, 132124, 132125, 132126, 132127, 132128
Prøve modtaget:	14.11.2016
Prøve færdigbehandlet:	01.03.2017
Yderligere oplysninger:	E-mineralrekvisition nr. 123
Bilag:	Bilag 1 Resultater Bilag 2 Ansvarsfraskrivelse

Venlig hilsen  
Cement- og Betonlaboratoriet



Head of Chemical Laboratory  
Pernille Mikkelsen

Prøvningsrapporten må kun gengives i sin helhed, medmindre Cement- og Betonlaboratoriet har givet skriftlig godkendelse til andet. Omstående prøvningsresultater gælder udelukkende for de undersøgte prøver. For Cement og Betonlaboratoriets ansvar i forbindelse med rådgivning og prøvning gælder de på sidste side anførte bestemmelser.

## Flyveaskeprøvning

DS/EN 450-1+A1:2012, DS/EN 451-1:2004, DS/EN 451-2:1996

### Prøveinformation

Kundens prøvemærkning:

 Prøve 1. 26.10.16, prøve 2. 26.10.16, prøve 3. 26.10.16, prøve 4. 27.10.16,  
 Prøve 5. 27.10.16, prøve 6. 27.10.16

CBL prøvenummer:

132123, 132124, 132125, 132126, 132127, 132128

### Resultat

Prøve mrk.			SSV3						
			26.10.16	26.10.16	16.10.16	27.10.16	27.10.16	27.10.16	
			Pr. nr. 1	Pr.nr. 2	Pr.nr. 3	Pr.nr. 4	Pr.nr.5	Pr.nr. 6	
Prøve nr.			132123	132124	132125	132126	132127	132128	
	Standard	Enhed							Usikkerhed <sup>1</sup>
K <sub>2</sub> O	DS/EN 450-1	%	3,44	3,18	3,36	3,21	3,24	3,37	0,1
Na <sub>2</sub> O	DS/EN 450-1	%	0,83	0,66	0,65	0,64	0,65	0,71	0,1
Na <sub>2</sub> O ækv.	DS/EN 450-1	%	3,09	2,75	2,86	2,75	2,78	2,93	0,15
SO <sub>3</sub>	DS/EN 450-1	%	0,45	0,39	0,36	0,50	0,37	0,39	0,05
Total S <sup>2</sup>		%	0,18	0,16	0,15	0,20	0,15	0,16	0,02
Cl	DS/EN 450-1	%	0,010	0,013	0,013	0,013	0,014	0,013	0,002
Glødetab	DS/EN 450-1	%	5,12	3,80	4,65	4,13	4,30	3,83	0,08
Fri CaO	DS/EN 451-1	%	0,69	1,04	1,20	1,05	1,04	1,10	0,1
CO <sub>2</sub>	DS/EN 450-1	%		0,17			0,16		0,2
CaO	DS/EN 450-1	%		11,67			11,85		0,4
Reak. CaO	DS/EN 450-1	%		11,45			11,65		0,4
MgO	DS/EN 450-1	%		2,80			2,73		0,1
Reak. SiO <sup>2</sup>	DS/EN 450-1	%		36,49			37,04		1,5
SiO <sup>2</sup>	DS/EN 450-1	%		50,06			50,48		0,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	DS/EN 450-1	%		18,67			18,62		0,7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	DS/EN 450-1	%		5,05			4,92		0,4
Sum(SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	DS/EN 450-1	%		73,78			74,02		0,9
Total P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	DS/EN 450-1	%		1,51			1,56		
Opl. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	DS/EN 450-1	Mg/kg		1,0			1,0		10

Finhed (45 µm sigterest)	DS/EN 451-2			41,4			38,9		
Finhed (63µm sigterest)		%	11,3	29,1	28,7	28,5	26,7	35,6	
Finhed (125µm sigterest)		%	2,3	10,7	9,8	10,8	9,2	8,7	
Finhed (2 mm sigterest)		%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Densitet	DS/EN 450-1	kg/m <sup>3</sup>	2390	2460	2460	2470	2470	2460	10
Afbinding testcement	DS/EN 450-1	min		150			150		15
Afbinding C/F blanding <sup>3</sup>	DS/EN 450-1	min		190			190		15
Afbindingsdifference	DS/EN 450-1	Min		40			40		25
Aktivitetsindex 28 døgn	DS/EN 450-1	%		81,6			81,9		2
Aktivitetsindex 90 døgn	DS/EN 450-1	%		93,3			92,0		3

<sup>1</sup> Ekspanderet usikkerhed (U). Den sande værdi for måleresultat y er med 95% sandsynlighed i intervallet  $y \pm U$ .

<sup>2</sup> Støkiometrisk omregning af SO<sub>3</sub>

<sup>3</sup> Pasta hvor pulverdelen består af 75% testcement og 25% flyveaske

### Bemærkning

			Kornkurve									
Værk	Lot nr.	Dato	A<150MY	A<100MY	A<70MY	A<63MY	A<50MY	A<20MY	A<10MY	A<5MY	A<2MY	A<1MY
SSV3	132124	26.10.16	95,7	91,2	82,2	78,5	69,9	40,6	24,9	15,3	7,1	4,5
SSV3	132127	27.10.16	96,6	92,9	84,0	80,4	71,8	41,8	25,9	16,0	7,3	4,6



**For CBL's ansvar i forbindelse med rådgivning og prøvning, herunder eventuelt skriftligt udarbejdede udtalelser og rapporter, gælder følgende bestemmelser:**

1. For rådgivning, prøvning og udtalelser er CBL ansvarlig overfor rekvirenten i overensstemmelse med dansk rets almindelige erstatningsregler med de begrænsninger, som følger af punkt 2-7.
2. CBLs rådgivning, prøvning og udfærdigelse af nærværende udtalelse med eventuelt tilhørende rapport er sket på grundlag af den viden og den teknik, som CBL råder over på udtalelsetidspunktet.  
CBL er ikke ansvarlig, hvis en senere udvikling måtte vise, at CBL's viden og teknik er mangelfuld eller urigtig.
3. Forvolder et af rekvirentens produkter skade, har CBL intet ansvar for en sådan skadeforvoldelse, hvis den skadefordende adfærd er begået af rekvirenten, førend CBLs udtalelse vedrørende produktet er afgivet fra CBL hvis det skadefordende produkt ikke konkret har været afprøvet af CBL, medmindre rekvirenten godtgør, at det skadefordende produkt er identisk med et af CBL konkret afprøvet produkt, og hvis skaden skyldes en egenskab ved produktet eller en anvendelse af produktet, som enten ikke er prøvet og beskrevet af CBL i nærværende udtalelse med eventuelt tilhørende rapport, eller som afviger fra CBLs beskrivelse i udtalelsen af produkttegenskaben eller en mulig produktanvendelse.
4. CBL har intet ansvar for skader, som indtræffer i forbindelse med en anvendelse af udtalelser fra CBL, hvis det er angivet, at udtalelserne hviler på en skønsmæssig bedømmelse eller en vurdering.
5. Uden for de i punkt 2 - 4 nævnte tilfælde kan CBL gøres ansvarlig, såfremt det dokumenteres, at skade skyldes fejl eller forsømmelse fra CBLs side. CBLs ansvar for skade på ting kan dog - med mindre andet udtrykkeligt er aftalt - aldrig overstige kr. 500.000,- pr. skade. CBL hæfter aldrig for tab af produktion, driftstab, avancetab og andet indirekte tab.  
CBL kan ikke gøres ansvarlig for skader, som ikke skriftligt er gjort gældende inden 3 år efter datoen for afgivelse af den pågældende rådgivning, prøvningsresultater, udtalelser, rapporter eller lignende til rekvirenten.
6. Nedlægges der under en sag imod CBL en påstand om erstatning, som rækker udover de i punkt 2-5 fastsatte grænser for CBLs ansvar, er rekvirenten pligtig at overtage førelsen af en sådan sag, hvis CBL fremsætter begæring herom.  
I det omfang CBL måtte blive pålagt et ansvar - eller måtte afholde udgifter i øvrigt - som rækker udover de i punkt 2-5 fastsatte grænser for CBLs ansvar, er rekvirenten pligtig at skadesløsholde CBL herfor.
7. Ovenstående regler (1-6) anses i alle tilfælde for uigenkaldeligt tiltrådt af rekvirenten senest ved dennes anvendelse af den pågældende rådgivning, prøvningsresultater, udtalelser, rapporter eller lignende.  
Hvis rekvirenten ikke kan acceptere reglerne, skal rekvirenten undlade at anvende den pågældende rådgivning, prøvningsresultater, udtalelser, rapporter eller lignende og straks returnere alt materiale relateret hertil til CBL.