



## Anvendelse af flyveaske fra SSV3 og AVV2 til betonfremstilling

---

Anvendelse i jordfugtig beton

---



**Titel:**

Anvendelse af flyveaske fra SSV3 og AVV2 til betonfremstilling  
Anvendelse i jordfugtig beton

**Rekvirent:**

DONG Energy Thermal Power  
Att. Søren Sripathy  
Kraftværksvej  
7000 Fredericia

**Udarbejdet af:**

Teknologisk Institut  
Gregersensvej 4  
2630 Taastrup  
Tlf. 7220 2000  
Byggeri og Anlæg  
Beton  
Thomas Svensson

**Kvalitetssikring:**

**Sagsansvarlig:** Thomas Svensson, tlf. 7220 1911, thsv@teknologisk.dk

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

**Opgave nr.:** 712840

**Versions nr.:** 01

**Dato:** 31. januar 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, Direktionsssekretariatet.*

## Indhold

1.	Indledning .....	4
2.	Baggrund .....	4
3.	Formål .....	4
4.	Data og modtagne materialer.....	4
5.	Analyse- og målemetoder .....	5
6.	Målinger og resultater .....	7
7.	Vurdering .....	15

## **1. Indledning**

Efter aftale med DONG Energy Thermal Power har Teknologisk Institut, Byggeri og Anlæg den med start den 11. oktober 2016 gennemført en undersøgelse af nye flyveasketyper anvendelighed til fremstilling af belægningssten med jordfugtig beton.

## **2. Baggrund**

Dong Energy Thermal Power vil i 2016 omlægge de to store kulfyrede kraftværksblokke SSV3 og AVV1 til biomassebaseret drift, og der produceres allerede en tilsvarende flyveaske fra kraftværksblokken AVV2. Umiddelbart er det ikke muligt at få flyveaske produceret ved biomassefyrede kraftværksblokke certificeret efter flyveaskestandarden DS/EN 450-1 og derved godkendt til general brug i beton.

Emineral A/S vil derfor levere flyveaskerne certificeret i henhold til DS/EN 12620 som filler tilslag, og vil i den forbindelse få Teknologisk Institut til at vurdere flyveaskernes indflydelse på betonegenskaber ved anvendelse i jordfugtig beton til belægningssten.

## **3. Formål**

Ifølge aftale med kunden havde undersøgelsen følgende formål:

- At undersøge spaltetrækstyrken for belægningsprodukter produceret med tørbeton med varierende indhold af kalkfiller, kulflyveaske og de nye flyveasketyper fra AVV2 og SSV3.
- At vurdere det visuelle udtryk af de producerede prøveemner med hensyn til farve og overfladestruktur.

## **4. Data og modtagne materialer**

Rekvirenten har udleveret de to undersøgte flyveasker fra henholdsvis Avedøreværket (AVV2) og Studstrupsværket (SSV3).

Teknologisk Institut har rekvireret den anvendte betonrecept og tilslagsmaterialer fra en dansk producent af tørbetonprodukter. Der er brugt en typisk blanding af bakkematerialer og granitskærver i recepten. Der er blevet brugt Aalborg Portland Rapidcement, CEM I 52,5 N (LA), og som referencefiller er der blevet brugt kalkfiller betonfiller C20 fra Faxe Kalk A/S henholdsvis flyveaske B4 fra Emineral A/S, Nordjyllandsværket.

## 5. Analyse- og målemetoder

Indledningsvis blev der gennemført en indkøringsfase, hvor referencerecepten blev kørt ind og testet i Teknologisk Instituts ICT gyrokompaktor ved forskellige arbejdsstryk og kompakteringscykler. Her valgtes maskinindstillinger som med den valgte referencerecept med 15% kalkfiller resulterede i prøveemner med en højde af 100mm og en frisk densitet modsvarende den rekvirerede betonrecepts tilstræbte densitet. De endelige maskinindstillinger fremgår af tabel 1.

Maskine indstillinger, ICT gyrokompaktor	
Rotations cykler	140
Rotations vinkel (mrad)	40
Arbejdsstryk (bar)	4
Fyldevægt (g)	1800

Tabel 1. Maskinindstillinger i ICT gyrokompaktor.

Alle tilslagsmaterialer er brugt i ovntørret tilstand.

Der blev blandet 3 liter beton af hver recepter på en 8 liters mørtelblander (Hobart type). Det blev blandet et batch pr. prøvetermin. Umiddelbart efter blanding blev 3 prøveemner produceret i ICT gyrokompaktor. Umiddelbart efter at prøveemnerne er blevet produceret er de placeret i en lukket plasticpose og opbevaret i standard laboratorieklima ved 20 °C indtil en dag før termin. En dag før termin er prøveemnernes trykflader planslibet og efterfølgende er prøveemnerne placeret i vandkar ved 20 °C i 1 døgn.

I tabel 2 fremgår de metoder, der er brugt ved forsøgene. Betonens friske densitet er direkte ud-data fra ICT gyrokompaktor, betonens hærdnede densitet er målt gennem vejning og måling af dimensioner af prøveemnerne i overflade tørt tilstand lige før test af styrke. Styrken, angivet som spaltetrækstyrke, er testet ved 3 terminer, ved 2, 7 og 28 døgn modenhed.

	Egenskab	Metode
Frisk beton	Kompaktering/densitet	NT Build 427
Hærdet beton	Densitet	DS/EN 1338, Annex H
	Styrke	DS/EN 1338, Annex F

Tabel 2: Målemetoder.

Til forsøgene er der valgt at arbejde med et konstant cementindhold og vandindhold, og variere type og indhold af filler som fremgår af matrixen i tabel 3. I alt er der undersøgt 12 kombinationer hvor der er blandet 3 blandinger per kombination, i alt er der produceret 108 prøveemner.

Cement	Tilsatsmateriale	Indhold af tilsætning (% af cementvægt)
Aalborg Portland Rapid	Kalkfiller	5, 10, 15
Aalborg Portland Rapid	Flyveaske, NJV	5, 10, 15
Aalborg Portland Rapid	Ny flyveaske, AVV2	5, 10, 15
Aalborg Portland Rapid	Ny flyveaske, SSV3	5, 10, 15

Tabel 3. Undersøgte sammensætninger.

De resulterende betonrecepter i kg/m<sup>3</sup> på V.O.T. basis fremgår af tabel 4. Det fremgår af receptoversigten at når indholdet af filler øges, reduceres indholdet af tilslagsmaterialer. Det indbyrdes forhold mellem de forskellige tilslagsmaterialer er dog konstant for alle blandinger.

	Recept v.o.t. (kg/m <sup>3</sup> )									
	Aalborg Rapid Cement	Tilslagsmateriale	0/6 Grus (P)	4/8 Pærlesten (P)	4/8 Granit (E)	Procon Pave 30	Vand	Luftindhold, nominelt	Total (kg)	Maks densitet uden luft (kg/m <sup>3</sup> )
Kalkfiller 5%	300	15	1376,4	402,5	131,9	1,35	107,06	6%	2334,2	2483,7
NJV 5%	300	15	1374,5	402,0	131,7	1,35	107,06	6%	2331,7	2481,0
AVV2 5%	300	15	1374,5	402,0	131,7	1,35	107,06	6%	2331,7	2481,0
SSV3 5%	300	15	1374,5	402,0	131,7	1,35	107,06	6%	2331,7	2481,0
Kalkfiller 10%	300	30	1365,9	399,4	130,9	1,35	107,06	6%	2334,6	2384,2
NJV 10%	300	30	1362,2	398,4	130,6	1,35	107,06	6%	2329,6	2378,8
AVV2 10%	300	30	1362,2	398,4	130,6	1,35	107,06	6%	2329,6	2378,8
SSV3 10%	300	30	1362,2	398,4	130,6	1,35	107,06	6%	2329,6	2378,8
Kalkfiller 15%	300	45	1355,4	396,4	129,9	1,35	107,06	6%	2334,6	2384,2
NJV 15%	300	45	1350,0	394,8	129,4	1,35	107,06	6%	2327,5	2376,6
AVV2 15%	300	45	1350,0	394,8	129,4	1,35	107,06	6%	2327,5	2376,6
SSV3 15%	300	45	1350,0	394,8	129,4	1,35	107,06	6%	2327,5	2376,6

Tabel 4. Betonrecepter, kg/m<sup>3</sup> på V.O.T basis.

## 6. Målinger og resultater

### Densitet

Den friske og hærdede betons densitet fremgår af tabel 5 respektive tabel 6, samt af diagram 1. Prøvningsrapporter for hærdnet beton findes i bilag 1. Det fremgår af diagram 1 at densiteten af betonerne generelt bliver lidt lavere ved udskiftning af kalkfilleren med flyveaske og at de nye flyveasketyper giver lavere densiteter end referencematerialerne. Af de to nye flyveasker resulterer flyveasken fra AVV2 generelt i højere densitet end flyveasken fra SSV3. Det fremgår også af diagram 1 at densiteten for beton med referencefiller øges ved større tilsætning af filler. Den samme tendens kan også observeres med den nye flyveaske fra AVV2, dog er størrelsen af densitetsforandringen mindre end for referencefillerne. For den nye flyveasken fra SSV3 er der ingen tydelig tendens til at densiteten stiger med øget tilsætning. Forskellen i densitet mellem betoner produceret med de undersøgte materialer bliver større ved højere tilsætning. Der er generelt god korrelation mellem opmålt densitet i frisk og hærdet beton.

	Densitet, frisk beton (kg/m <sup>3</sup> )			
5% tilsætning	Batch 1	Batch 2	Batch 3	Middelværdi
Kalkfiller	2330	2330	2333	2331
Kulflyveaske NJV	2327	2326	2328	2327
Ny flyveaske AVV2	2328	2327	2314	2323
Ny flyveaske SSV3	2325	2326	2311	2321
10% tilsætning				
Kalkfiller	2344	2335	2341	2340
Kulflyveaske NJV	2337	2331	2333	2334
Ny flyveaske AVV2	2333	2325	2324	2327
Ny flyveaske SSV3	2325	2319	2305	2316
15% tilsætning				
Kalkfiller	2359	2362	2352	2358
Kulflyveaske NJV	2345	2341	2340	2342
Ny flyveaske AVV2	2333	2332	2333	2333
Ny flyveaske SSV3	2345	2322	2317	2328

Tabel 5. Densitet af frisk beton.

	Densitet, hærdet beton (kg/m <sup>3</sup> )			
	2 døgn	7 døgn	28 døgn	Middelværdi
5% tilsætning				
Kalkfiller	2322	2321	2321	2321
Kulflyveaske NJV	2322	2320	2321	2321
Ny flyveaske AVV2	2311	2321	2319	2317
Ny flyveaske SSV3	2307	2318	2318	2314
10% tilsætning				
Kalkfiller	2331	2332	2336	2333
Kulflyveaske NJV	2325	2325	2328	2326
Ny flyveaske AVV2	2319	2320	2328	2322
Ny flyveaske SSV3	2308	2318	2322	2316
15% tilsætning				
Kalkfiller	2339	2350	2345	2345
Kulflyveaske NJV	2329	2337	2338	2335
Ny flyveaske AVV2	2326	2332	2328	2329
Ny flyveaske SSV3	2326	2324	2330	2327

Tabel 6. Densitet af hærdet beton.



Diagram 1. Densitet af frisk og hærdet beton.



## Styrke

De målte spaltetrækstyrker efter DS/EN 1338 er vist i tabel 7. Prøvningsrapporter findes i bilag 1. Der er ved 5% indhold af filler ikke nogen signifikant forskel på de opnåede styrker, ved 10% og 15% indhold er der en tendens til at beton produceret med kalkfiller giver en lidt højere styrke, og at beton produceret med ny flyveaske fra SSV3 giver noget lavere styrke. Betonernes endelige styrke ved 28 døgn er grafisk præsenteret i diagram 2.

	Spaltetrækstyrke (MPa)		
	2 døgn	7 døgn	28 døgn
5% tilsætning			
Kalkfiller	3,8	3,8	4,4
Kulflyveaske NJV	3,7	3,9	4,5
Ny flyveaske AVV2	3,6	3,9	4,4
Ny flyveaske SSV3	3,4	4,1	4,5
10% tilsætning			
Kalkfiller	3,9	4,4	4,9
Kulflyveaske NJV	3,8	4,2	4,4
Ny flyveaske AVV2	3,7	4,1	4,4
Ny flyveaske SSV3	3,4	3,8	4,3
15% tilsætning			
Kalkfiller	4	4,3	5,2
Kulflyveaske NJV	3,8	4,1	4,8
Ny flyveaske AVV2	3,9	4	4,4
Ny flyveaske SSV3	3,4	3,7	4,5

Tabel 7. Spaltetrækstyrke efter DS/EN 1338.

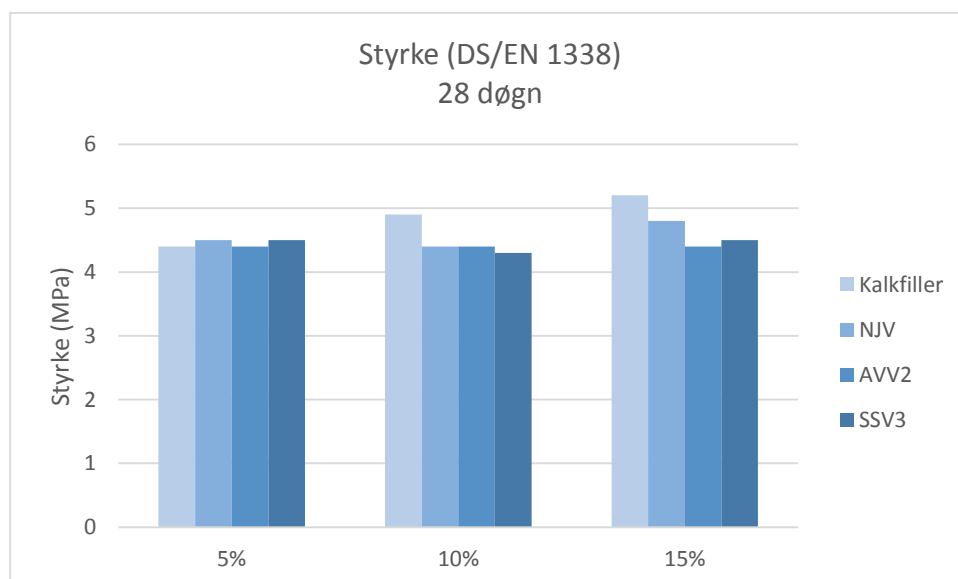


Diagram 2. Styrke ved 28 døgns modenhed.

Betonernes styrkeudvikling er vist i diagram 3 – 5. I diagrammerne er styrkekravet ved udlevering fra DS/EN 1338 angivet som en stipleet linje ved 3,6MPa. Det fremgår af diagrammerne at alle betoner, undtagen betonen produceret med ny flyveaske fra SSV3, opnår kravet indenfor 2 døgn. Betonerne produceret med den nye flyveaske fra SSV3 opnår styrkekravet efter 3, 4 og 5 døgnns modenhed ved 5%, 10% respektive 15% indhold af flyveaske. Ved 10% og 15% indhold af filler er der ved alle terminer en tendens til lidt lavere styrke for betonen produceret med SSV3 og lidt højere styrke for betonen produceret med kalkfiller.

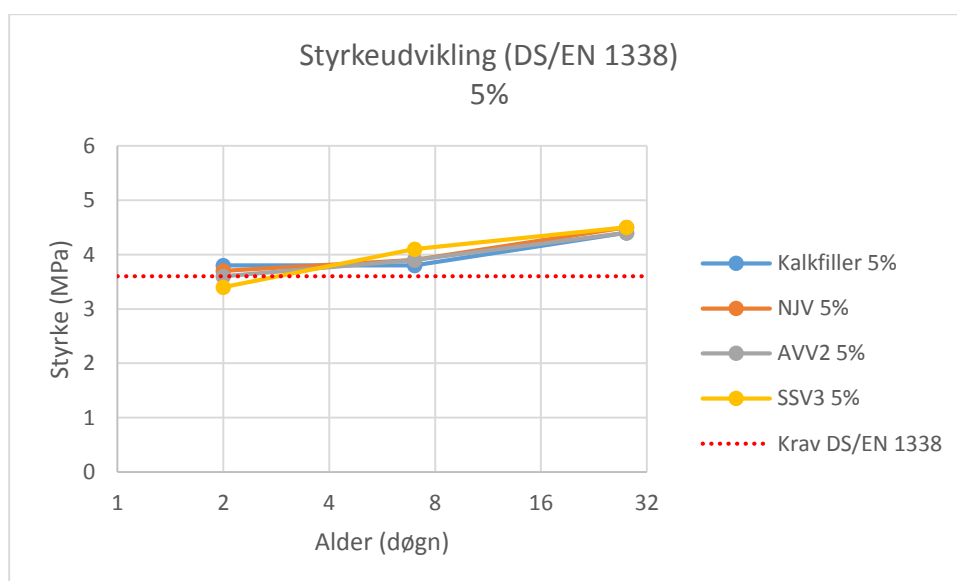


Diagram 3. Styrkeudvikling ved 5% indhold af filler.

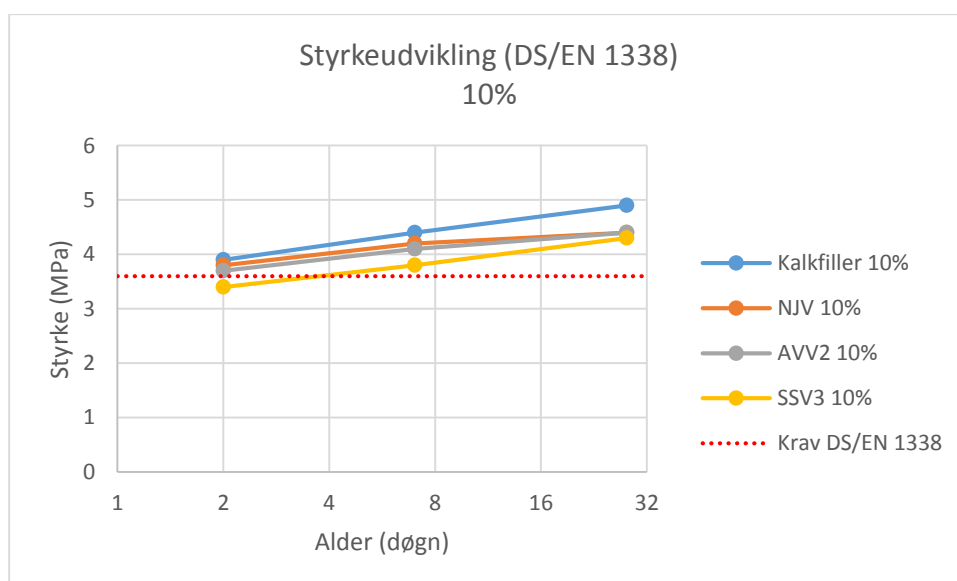
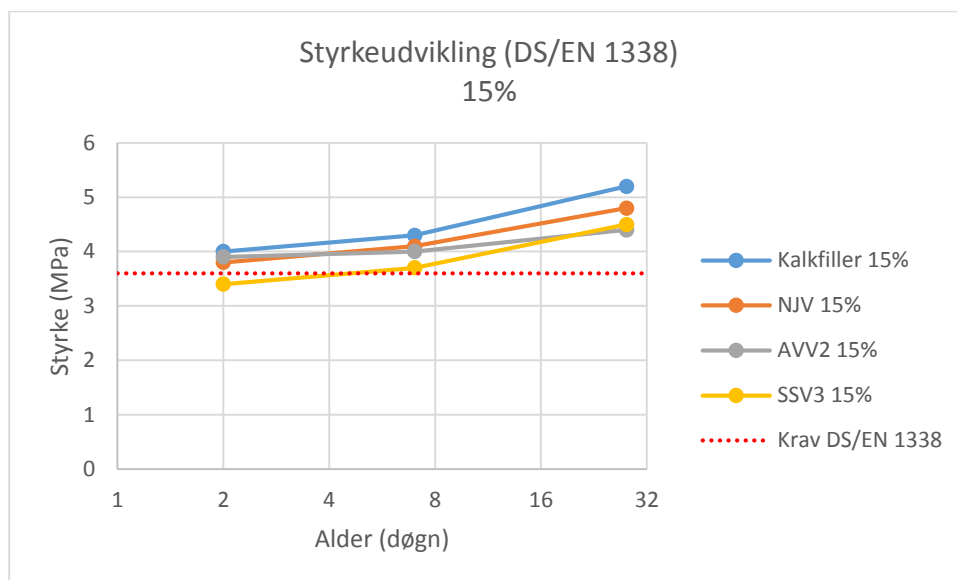


Diagram 4. Styrkeudvikling ved 10% indhold af filler.

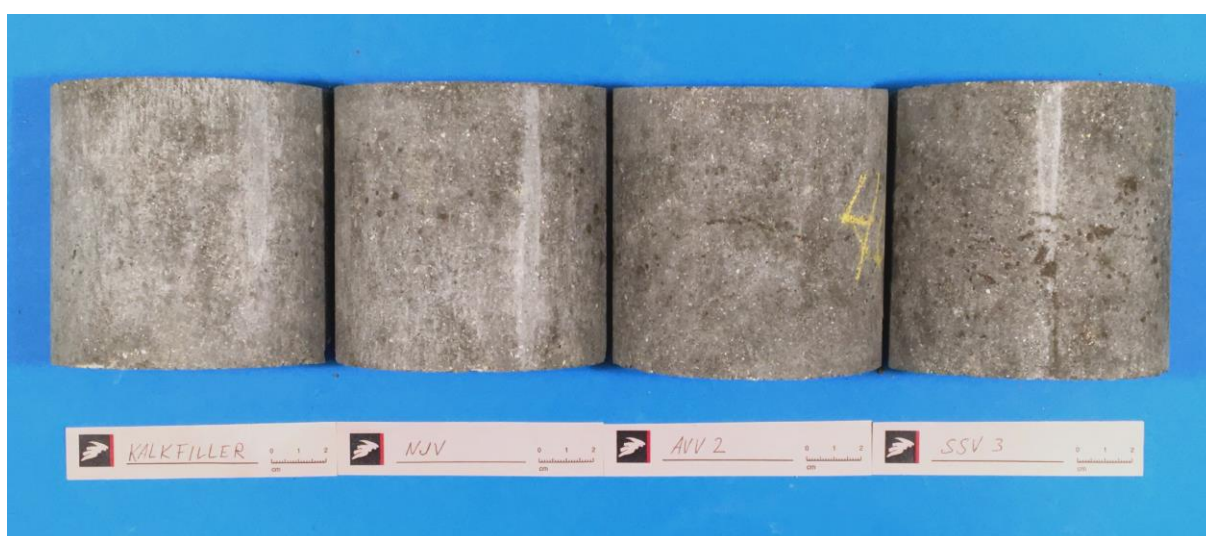


*Diagram 5. Styrkeudvikling ved 15% indhold af filler.*

## Visuelt udtryk.

Billede 1 og 2 viser prøveemner med 10% tilsætning ved 2 døgn's alder, prøveemnerne i billede 1 fremstår overfladetørre og prøveemnerne i billede 2 fremstår våde. Ved den her vurderede alder er det en svag tendens til at prøveemnerne produceret med kalkfiller er svagt lysere og at prøveemnerne produceret med den nye flyveaske fra SSV3 er svagt mørkere. Forskellen er dog lille.

Der er ikke observeret nogen forskel i prøveemnernes overfladestruktur for de forskellige fillertyper.



Billede 1. Overfladetørre prøveemner ved en alder af 2 døgn. 10% indhold af filler.



Billede 2. Våde prøveemner ved en alder af 2 døgn. 10% indhold af filler.

I billede 3 til 6 vises prøveemner ved en alder af 40 døgn. Prøveemnerne i billede 3 og 4 fremstår tørre og er produceret med 5% respektive 15% indhold af tilsatsmateriale og prøveemnerne i billede 5 og 6 fremstår våde og er produceret med 5% respektive 15% indhold af tilsatsmateriale.

Ved en alder af 40 døgn fremstår prøveemnernes visuelle udtryk meget ensartet både i forhold til lyshed, farve og overfladestruktur.



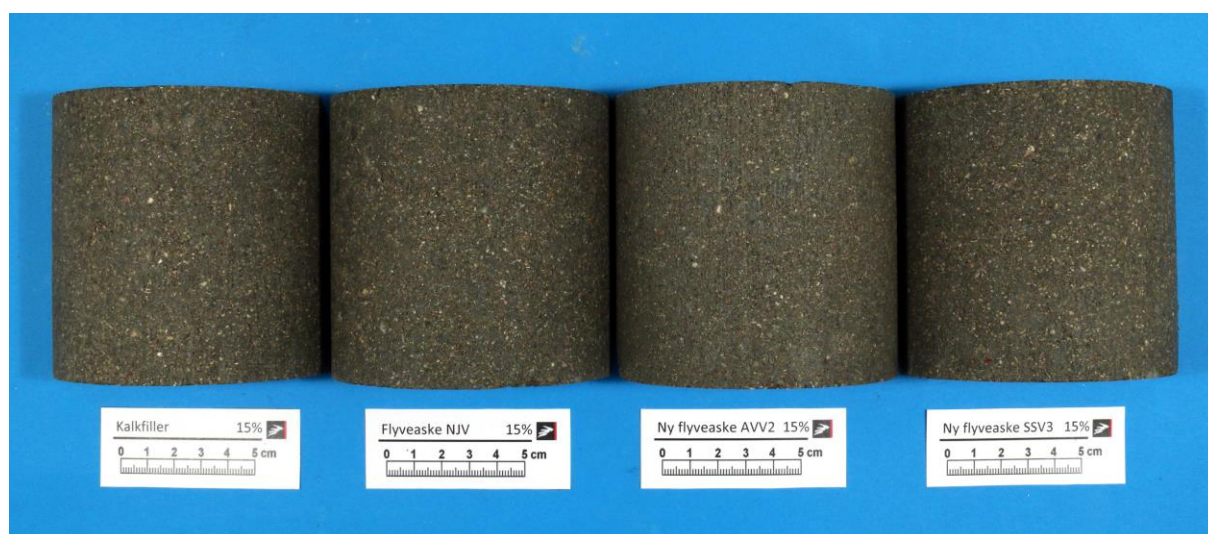
*Billede 3. Tørre prøveemner ved en alder af 40 døgn. 5% indhold af filler.*



*Billede 4. Tørre prøveemner ved en alder af 40 døgn. 15% indhold af filler.*



Billede 5. Våde prøveemner ved en alder af 40 døgn. 5% indhold af filler.



Billede 6. Våde prøveemner ved en alder af 40 døgn. 15% indhold af filler.

## 7. Vurdering

I forhold til de opnåede resultater for densitet og spaltetrækstyrke vurderes det, at det er muligt at bruge de to undersøgte nye flyveasker fra AVV2 og SSV3 til produktion af belægningssten.

Ved lavt indhold (5%) af tilsatsmateriale er der ikke nogen signifikant forskel i spaltetrækstyrke mellem betonerne produceret med de undersøgte fillertyper.

Ved højere indhold (10 og 15%) af filler er der en tendens til at beton med kalkfiller opnår en lidt højere styrke end beton med flyveaske.

Sammenligner man de nye flyveasker fra AVV2 med referenceflyveasken fra NJV er der ikke nogen signifikant forskel i spaltetrækstyrke. Beton med SSV3-aske har derimod en tendens til lavere spaltetrækstyrke ved 2 og 7 døgns alder.

Det vurderes, at de observerede forskelle i densitet og spaltetrækstyrke for betonerne produceret med de forskellige fillertyper ikke er større, end at de kan kompenseres med mindre justeringer af betonrecepter og/eller maskinindstillinger i produktionen.

I forhold til det visuelle udtryk af belægningssten produceret med de nye flyveasker fra AVV2 og SSV3 er der i denne undersøgelse ikke observeret nogen signifikant forskelle.

## **Bilag 1:**

DS/EN 1338:2004 – Belægningssten af beton – Krav og prøvningsmetoder

Anneks F: Måling af styrke



# Prøvningsrapport

RAPPORTNUMMER:  
744427



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

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

Side 1 af 14  
Init: Mtg/Foe  
Opgavenr.: 744427  
Antal bilag: 0

- Rekvirent:** Kontaktperson: Thomas Svensson  
Firma: Teknologisk Institut  
Adresse: Gregersensvej 4  
By: DK-2630 Taastrup
- Emne:** 36 x 3 prøveemner, Ø = ca. 100mm.  
Prøvemærkning, støbedato og prøvningsdato fremgår af resultatskemaerne.
- Udtagning:** Prøveemnerne er støbt på Teknologisk Institut.
- Periode:** Prøvningen er gennemført fra 2016-12-21 til 2017-01-12.
- Procedure** DS/EN 1338:2004 Belægningssten af beton - Krav og prøvningsmetoder  
Anneks F: Måling af styrke.
- Resultat:** Resultaterne fremgår af side 2 til 14.
- 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 2017-02-13, Teknologisk Institut, Taastrup, Beton Centret

**Underskrift:** Mette Gressmann  
Laborant

Finn Østergård  
Laborant



  
Test Reg. nr. 2



Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
6-1	9768	63	1,10	4,5	640	2325
6-2	9851	64	1,10	4,6	650	2314
6-3	9824	58	1,10	4,1	580	2325
				4,4		2321
Støbedato:	14-12-2016					
Prøvningsdato:	11-01-2017					
Døgn ved prøvning:	28					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
7-1	9816	63	1,10	4,5	630	2321
7-2	9850	62	1,10	4,4	620	2319
7-3	9844	63	1,10	4,5	630	2325
				4,5		2321
Støbedato:	14-12-2016					
Prøvningsdato:	11-01-2017					
Døgn ved prøvning:	28					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
8-1	9878	65	1,10	4,6	650	2319
8-2	9759	63	1,10	4,6	640	2331
8-3	9947	58	1,11	4,1	580	2306
				4,4		2319
Støbedato:	14-12-2016					
Prøvningsdato:	11-01-2017					
Døgn ved prøvning:	28					



Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
9-1	9849	62	1,10	4,4	620	2316
9-2	9832	64	1,10	4,6	640	2323
9-3	9869	63	1,10	4,5	640	2313
				4,5		2318
Støbedato:	14-12-2016					
Prøvningsdato:	11-01-2017					
Døgn ved prøvning:	28					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
10-1	9734	66	1,10	4,7	660	2336
10-2	9757	70	1,10	5,0	700	2345
10-3	9766	67	1,10	4,8	670	2334
				4,8		2338
Støbedato:	14-12-2016					
Prøvningsdato:	11-01-2017					
Døgn ved prøvning:	28					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
11-1	9652	75	1,09	5,4	750	2354
11-2	9684	71	1,10	5,1	720	2339
11-3	9729	70	1,10	5,1	710	2342
				5,2		2345
Støbedato:	14-12-2016					
Prøvningsdato:	11-01-2017					
Døgn ved prøvning:	28					



Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
12-1	9747	63	1,10	4,5	630	2327
12-2	9832	61	1,10	4,3	610	2327
12-3	9865	60	1,10	4,3	600	2329
				4,4		2328
Støbedato:	15-12-2016					
Prøvningsdato:	12-01-2017					
Døgn ved prøvning:	28					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
13-1	9807	62	1,10	4,4	620	2329
13-2	9802	62	1,10	4,5	630	2330
13-3	9830	65	1,10	4,6	650	2331
				4,5		2330
Støbedato:	15-12-2016					
Prøvningsdato:	12-01-2017					
Døgn ved prøvning:	28					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
14-1	9812	69	1,10	4,9	690	2328
14-2	9775	70	1,10	5,0	700	2335
14-3	9738	65	1,10	4,6	650	2346
				4,9		2336
Støbedato:	15-12-2016					
Prøvningsdato:	12-01-2017					
Døgn ved prøvning:	28					



Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
15-1	9753	64	1,10	4,6	640	2332
15-2	9858	62	1,10	4,4	620	2326
15-3	9843	58	1,10	4,1	580	2326
				4,4		2328
Støbedato:	15-12-2016					
Prøvningsdato:	12-01-2017					
Døgn ved prøvning:	28					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
16-1	9822	62	1,10	4,4	620	2329
16-2	9900	63	1,10	4,4	620	2324
16-3	9809	60	1,10	4,3	610	2329
				4,4		2328
Støbedato:	15-12-2016					
Prøvningsdato:	12-01-2017					
Døgn ved prøvning:	28					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
17-1	9819	62	1,10	4,4	630	2323
17-2	9884	61	1,10	4,4	610	2314
17-3	9811	59	1,10	4,2	590	2327
				4,3		2322
Støbedato:	15-12-2016					
Prøvningsdato:	12-01-2017					
Døgn ved prøvning:	28					



Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
18-1	9703	64	1,09	4,6	640	2357
18-2	9793	60	1,10	4,3	600	2345
18-3	9710	58	1,09	4,2	580	2349
				4,3		2350
Støbedato:	16-12-2016					
Prøvningsdato:	23-12-2016					
Døgn ved prøvning:	7					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
19-1	9812	57	1,10	4,1	570	2331
19-2	9753	55	1,10	3,9	550	2333
19-3	9805	55	1,10	3,9	550	2332
				4,0		2332
Støbedato:	16-12-2016					
Prøvningsdato:	23-12-2016					
Døgn ved prøvning:	7					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
20-1	9818	60	1,10	4,3	600	2335
20-2	9805	55	1,10	3,9	550	2338
20-3	9835	57	1,10	4,1	570	2337
				4,1		2337
Støbedato:	16-12-2016					
Prøvningsdato:	23-12-2016					
Døgn ved prøvning:	7					



Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
21-1	9918	52	1,10	3,7	520	2320
21-2	9892	53	1,10	3,7	530	2323
21-3	9887	53	1,10	3,7	530	2329
				3,7		2324
Støbedato:	16-12-2016					
Prøvningsdato:	23-12-2016					
Døgn ved prøvning:	7					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
22-1	9857	51	1,10	3,6	510	2326
22-2	9817	54	1,10	3,8	540	2328
22-3	9943	54	1,11	3,8	540	2307
				3,8		2321
Støbedato:	16-12-2016					
Prøvningsdato:	23-12-2016					
Døgn ved prøvning:	7					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
23-1	9883	56	1,10	4,0	560	2327
23-2	9925	53	1,10	3,7	530	2314
23-3	9832	55	1,10	3,9	550	2320
				3,9		2320
Støbedato:	16-12-2016					
Prøvningsdato:	23-12-2016					
Døgn ved prøvning:	7					



Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
24-1	9888	53	1,10	3,8	530	2321
24-2	9857	55	1,10	3,9	550	2317
24-3	9854	56	1,10	4,0	560	2324
				3,9		2321
Støbedato:	16-12-2016					
Prøvningsdato:	23-12-2016					
Døgn ved prøvning:	7					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
25-1	9918	58	1,10	4,1	580	2315
25-2	9768	57	1,10	4,1	580	2318
25-3	9841	57	1,10	4,1	570	2321
				4,1		2318
Støbedato:	16-12-2016					
Prøvningsdato:	23-12-2016					
Døgn ved prøvning:	7					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
26-1	9694	54	1,09	3,9	540	2339
26-2	9778	57	1,10	4,1	570	2337
26-3	9739	56	1,10	4,0	560	2341
				4,0		2339
Støbedato:	19-12-2016					
Prøvningsdato:	21-12-2016					
Døgn ved prøvning:	2					





Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
27-1	9689	53	1,10	3,8	540	2333
27-2	9797	54	1,10	3,8	540	2330
27-3	9765	54	1,10	3,9	540	2324
				3,8		2329
Støbedato:	19-12-2016					
Prøvningsdato:	21-12-2016					
Døgn ved prøvning:	2					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
28-1	9819	55	1,10	3,9	550	2329
28-2	9867	53	1,10	3,8	530	2319
28-3	9824	52	1,10	3,7	520	2331
				3,8		2326
Støbedato:	19-12-2016					
Prøvningsdato:	21-12-2016					
Døgn ved prøvning:	2					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
29-1	9837	51	1,10	3,6	510	2318
29-2	10015	47	1,11	3,3	470	2314
29-3	9811	47	1,10	3,4	480	2326
				3,4		2319
Støbedato:	19-12-2016					
Prøvningsdato:	21-12-2016					
Døgn ved prøvning:	2					



Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
30-1	9755	62	1,10	4,4	620	2329
30-2	9702	60	1,10	4,3	610	2334
30-3	9799	60	1,10	4,3	600	2332
				4,4		2332
Støbedato:	21-12-2016					
Prøvningsdato:	28-12-2016					
Døgn ved prøvning:	7					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
31-1	9832	60	1,10	4,3	600	2320
31-2	9756	59	1,10	4,3	600	2328
31-3	9843	56	1,10	4,0	560	2329
				4,2		2325
Støbedato:	21-12-2016					
Prøvningsdato:	28-12-2016					
Døgn ved prøvning:	7					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
32-1	9863	58	1,10	4,1	580	2317
32-2	9882	57	1,10	4,1	570	2321
32-3	9882	58	1,10	4,1	580	2323
				4,1		2320
Støbedato:	21-12-2016					
Prøvningsdato:	28-12-2016					
Døgn ved prøvning:	7					



Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
33-1	9952	52	1,11	3,7	520	2311
33-2	9870	57	1,10	4,0	570	2322
33-3	9855	53	1,10	3,8	530	2322
				3,8		2318
Støbedato:	21-12-2016					
Prøvningsdato:	28-12-2016					
Døgn ved prøvning:	7					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
34-1	9848	54	1,10	3,9	540	2319
34-2	9800	52	1,10	3,7	520	2327
34-3	9862	54	1,10	3,8	540	2321
				3,8		2322
Støbedato:	02-01-2017					
Prøvningsdato:	04-01-2017					
Døgn ved prøvning:	2					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
35-1	9793	52	1,10	3,7	520	2319
35-2	9840	52	1,10	3,7	520	2327
35-3	9827	51	1,10	3,6	510	2319
				3,7		2322
Støbedato:	02-01-2017					
Prøvningsdato:	04-01-2017					
Døgn ved prøvning:	2					



Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
36-1	9907	51	1,10	3,6	510	2311
36-2	9933	50	1,10	3,5	500	2307
36-3	9880	50	1,10	3,5	500	2313
				3,6		2311
Støbedato:	04-01-2017					
Prøvningsdato:	06-01-2017					
Døgn ved prøvning:	2					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
37-1	9840	49	1,10	3,5	490	2311
37-2	9957	47	1,11	3,3	470	2301
37-3	9950	50	1,11	3,5	500	2310
				3,4		2307
Støbedato:	04-01-2017					
Prøvningsdato:	06-01-2017					
Døgn ved prøvning:	2					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
38-1	9794	56	1,10	4,0	560	2335
38-2	9820	54	1,10	3,8	540	2331
38-3	9823	54	1,10	3,9	540	2328
				3,9		2331
Støbedato:	04-01-2017					
Prøvningsdato:	06-01-2017					
Døgn ved prøvning:	2					



Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
39-1	9855	53	1,10	3,8	530	2318
39-2	9743	54	1,10	3,9	540	2330
39-3	9840	51	1,10	3,7	510	2326
				3,8		2325
Støbedato:	04-01-2017					
Prøvningsdato:	06-01-2017					
Døgn ved prøvning:	2					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
40-1	9898	52	1,10	3,7	520	2318
40-2	9811	52	1,10	3,7	520	2321
40-3	9859	51	1,10	3,6	510	2317
				3,7		2319
Støbedato:	04-01-2017					
Prøvningsdato:	06-01-2017					
Døgn ved prøvning:	2					

Resultat						
Prøve mrk.	S [mm <sup>2</sup> ]	P [kN]	k	T [MPa]	F [N/mm]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]
41-1	10012	49	1,11	3,5	500	2297
41-2	9938	48	1,10	3,4	480	2317
41-3	9980	47	1,11	3,3	470	2310
				3,4		2308
Støbedato:	04-01-2017					
Prøvningsdato:	06-01-2017					
Døgn ved prøvning:	2					

- S - Brudets areal
- P - Brudbelastningen
- k - Korrektionsfaktor
- T - Brudstyrken
- F - Brudlast pr. længdeenhed



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