

Cementa AB
Box 47210
100 74 Stockholm

Brandspjälkningsprovning av betong innehållande cement från två olika cementfabriker

1 Provningsmetod

I denna rapport beskrivs provningsförhållandena och de resultat som erhöles när ett provföremål beskrivet i denna rapport provades enligt delar av den ackrediterade metoden EN 1363-1:1999.

Undantag ifrån metoden var att provkropparna konditionerades i vatten tre månader och därefter i laboratorieklimat i en månad. Syftet var att bestämma brandspjälkningsbeteendet inte brandmotståndet hos provplattorna.

2 Produkt

Betongelement innehållande cement framställt i Slite eller Degerhamn samt olika tillsatser av polypropylenfibrer.

3 Uppdragsgivare

Cementa AB

4 Referensnummer

PX07999

5 Provningens ändamål

Ändamålet med provningen var att undersöka om det är någon skillnad i brandspjälkningshänseende hos betong innehållande cement (CEM I) från cementfabriken i Slite respektive Degerhamn. Provpulpläggat innehöll också provkroppar med olika mängder av PP-fibrer för att få ett bredare provningsunderlag.

6 Provföremål

Betongelementen armerades och göts av SP Brandteknik. Betongen levererades av Färdigbetong i Borås. En representant från uppdragsgivaren fanns närvarande vid blandningen av betongen på betongstationen.

6.1 Betongrecept och hållfasthet

Alla provade blandningar var varianter av ett grundreceptet med benämningen C 40/50 16 S3 Vct 0,40 Fryst 4,2%. De ingående komponenterna kan ses i tabell 1.

Tabell 1 Grundrecept

Benämning	kg/m ³
CEM I 42,5 N MH/SR/LA	430
Kallvatten	163
Evo 26-50 Vattenreducerare	2,37
Sika Aer-S, luftporbildare	1
Ballast 0-8 från Örsås	839
Ballast 8-16 från Örsås	902

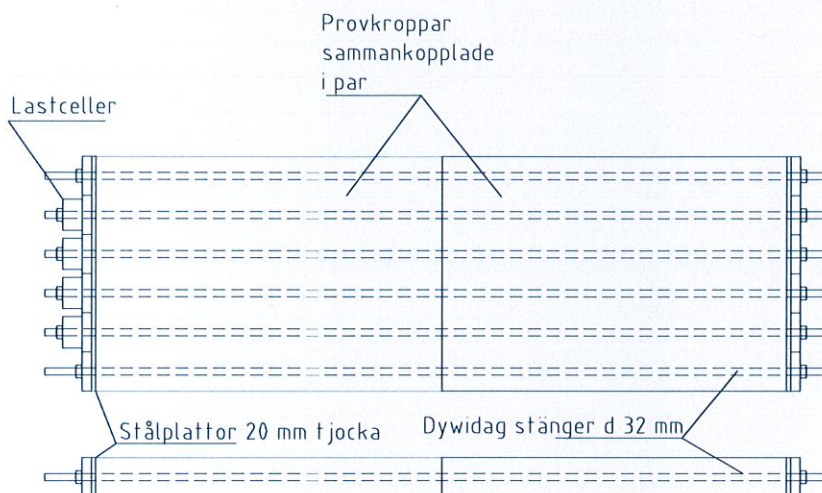
Det som varierades mellan de olika provkropparna var cementframställningsorten och innehållet av polypropylenfibrer, se tabell 2.

Tabell 2 Provkropparnas sammansättning och materialegenskaper

Benämning	Cement från	Sika Crackstop Polypropylenfibrer längd 12 mm, diameter 18 µm. [kg/m ³]	Tryckhållfasthet 28 dagar, medelvärde på 3 kuber [MPa]	Tryckhållfasthet vid brandprov, medelvärde på två kuber [MPa]
A	Degerhamn	0,2	46	58
B	Slite	0,2	51	67
C	Degerhamn	0,4	69	77
D	Slite	0,4	44	56
E	Degerhamn	0,6	43	69
F	Slite	0,6	57	73
G	Degerhamn	0,8	49	63
H	Slite	0,8	48	74

6.2 Provkroppsutformning och provuppställning

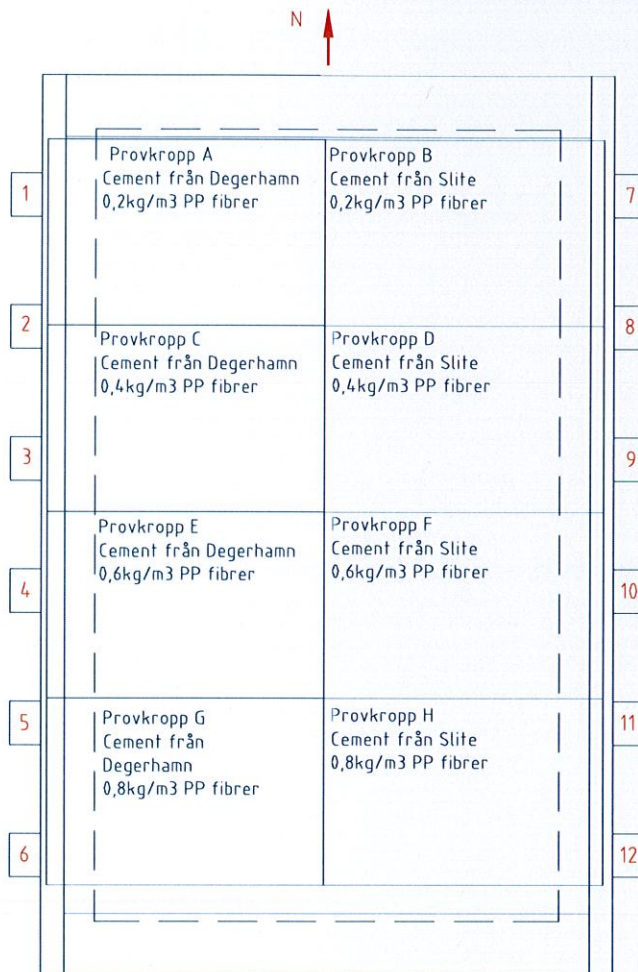
Åtta stycken provkroppar med måtten 1700 x 1200 x 200 mm tillverkades. I ovkant och underkant sattes ett armeringsnät, diameter 6 mm rutstorlek 150 mm. Täcksiktet till armeringen var 30 mm. Genom provkropparna monterades 6 PVC rör med diametern 50 mm för att kunna tryckbelasta provkropparna två och två med efterspända Dywidagstag, se figur 1-2. Tryckbelastningen vid start av provet var 7 MPa. Provkropparnas placering på ugnen kan ses i figur 3.



Figur 1 Två provkroppar sammankopplade med efterspända Dywidagstag.



Figur 2 Sammankopplade provkroppar på ugnen (4 par).



Figur 3 Placering på ugnen.

6.3 Konditionering

Provföremålen förvarades under vatten i tre månader samt därpå en månad i SPs ugnshall fram till provningen den 5 maj 2011. Temperaturen i ugnshallen var i medeltal 19 °C under denna tid.

7 Provning och resultat

Provningen genomfördes den 5 maj 2011. Provet utfördes på SPs horisontalugn under 60 minuter varefter brännarna stängdes av.

7.1 Bevittnande av provning

Christer Ljungkrantz från Cementa AB bevittnade provningen.

7.2 Ugnskontroll

Tryck och temperatur styrdes enligt standardbrandkurvan EN 1363-1:1999.

7.2.1 Temperaturer i ugnen

Ugnstemperaturen uppmättes med 11 plattermoelement T10-T20. Samtliga temperaturgivare var vid provningens start placerade 100 mm från provföremålets brandutsatta yta. Plattermoelementens placering kan ses i bilaga 1.

Medeltemperaturen i ugnen förhållande till standardbrandkurvan framgår av diagram i bilaga 2.

Temperaturen vid varje plattermoelement framgår av diagram i bilaga 3.

Den procentuella avvikelserna ifrån standardbrandkurvan tillsammans med tillåten avvikelse visas i bilaga 4.

7.2.2 Tryck

Trycket i ugnen relativt ugnshallen styrdes så att ett övertryck på 20 Pa erhöles i ugnen 100 mm nedanför de brandexponerade ytan av provobjekten. Ugnstrycket framgår av diagram i bilaga 5.

7.3 Omgivningstemperatur

Omgivningstemperaturen mättes med ett termoelement.

Omgivningstemperaturen under brandprovet visas i bilaga 6.

När provet startade var omgivningstemperaturen 18 °C.

7.4 Mätningar på provföremålet

7.4.1 Temperaturer i betongen

Två temperaturmätstationer var placerade 500 mm från varandra i centrum av varje provobjekt. Vid varje mätstation mättes temperaturen på djupen 10, 20, 40, 80 samt 120 mm från den brandutsatta sidan. Uppmätta temperaturer kan ses i bilaga 7-14.

7.4.2 Last

Lasten som påförts med Dywidagstag mättes med lastceller under provet. Uppmätt lastförändring kan ses i bilaga 15-18.

7.5 Observationer under provningen

De observationer som gjordes under provning framgår av tabell 3.

Tabell 3. Observationer vid provet.

Tid min:s	Observationer (observationerna avser eldsidan om inget annat anges)
0:00	Provningen startas.
8:00	Provkropp B, cement från Slite med 0,2 kg / m ³ PP fibrer, börjar spjälka.
9:30	Provkropp A, cement från Degerhamn med 0,2 kg / m ³ PP fibrer, börjar spjälka.
12:00	Provkropp C, cement från Degerhamn med 0,4 kg / m ³ PP fibrer, börjar spjälka.
13:00	Hela ytan på provkropp A, B och C har spjälkat bort.
19:00	Armeringen delvis frilagd på provkropp A, B och C.
91:00	Provningen avslutas.

7.6 Observationer efter provningen

Provkropp A, B och C spjälkade under provet. I tabell 4 kan uppmätta spjälkningsdjup ses och i bilaga 19-26 kan fotografier efter provningen samt då spjälkning uppkommit uppmätta spjälkningsprofiler.

Tabell 4 Spjälkning och tryckhållfasthet.

Prov	Cement från	Polypropylen-fibrer [kg/m ³]	Maximalt spjälkningsdjup [mm]	Medel spjälkningsdjup [mm]	Tryckhållfasthet 28 dagar [MPa]
A	Degerhamn	0,2	64	35	46
B	Slite	0,2	92	44	51
C	Degerhamn	0,4	58	26	69
D	Slite	0,4	0	0	44
E	Degerhamn	0,6	0	0	43
F	Slite	0,6	0	0	57
G	Degerhamn	0,8	0	0	49
H	Slite	0,8	0	0	48

Då huvudsyftet med denna provning var att se om det finns någon skillnad i brandspjälkningsbeteendet mellan betong tillverkad med cement från Degerhamn och cement från Slite så var tanken att provparen A-B, C-D etc. bara skulle skilja sig när det gäller cementtillverkningsorten. Men när man ser tryckhållfasthetsvärdena i högra kolumnen i figur 4 syns en orimligt stor skillnad mellan prov C och D. Då tryckhållfastheten är en känd inverkan på spjälkningsbenägenheten, högre hållfasthet leder till högre spjälkningsrisk, bestämde sig uppdragsgivaren för att undersöka luftfördelningen i provkropparna med hjälp av mikroskopi. Uppdragsgivarens rapport kan ses i bilaga 27-28. I denna framgår att luftinblandningen varit bristfällig och detta har lett till den stora tryckhållfasthetsskillnaden mellan provkropp C och D.

8 Sammanfattning

Provföremålen beskrivet i punkt 6 har, med de avvikelser som anges på sidan 1 i denna rapport, brandprovats i SP's horisontalugn enligt standardbrandkurvan EN 1365-4:1999 under 60 minuter.

Syftet med provningen var att undersöka om det är någon skillnad i brandspjälkningshänseende mellan betong innehållande cement (CEM I) från cementfabriken i Slite respektive Degerhamn. Resultaten visar att betong gjuten med cement från Degerhamn och Slite med en tillsats av 0,2 kg/m³ PP fibrer per kubikmeter spjälkar på ett likartat sätt. Vid de genomförda försöken såg vi också att det inte var någon skillnad mellan Degerhamn och Slite då 0,6/m³ och 0,8 kg/m³ PP per kubikmeter tillsattes (ingen av provkropparna spjälkade vid dessa fibermängder). Vid provningarna av en tillsats av 0,4 kg/m³ PP spjälkade provkroppen som innehöll cement från Degerhamn men inte den med cement från Slite. Detta beror på den mycket stora skillnaden i tryckhållfasthet mellan provkropparna och skall inte ses som ett tecken på en skillnad i brandspjälkningshänseende mellan cement från Degerhamn jämfört med Slite. Uppdragsgivarens egen undersökning visar att skillnaden i tryckhållfasthet beror på stora skillnader i luftporsystemen mellan provkropparna. Vid i övrigt lika förhållanden betedde sig alltså anläggningscement från Degerhamn identiskt med anläggningscement från Slite. Ett byte av cement visade sig inte påverka spjälkningsbenägenheten på något sätt.

Provningsresultaten avser endast det beskrivna provföremålets beteende under de betingelser som rådde vid provningen. Vid andra förutsättningar, t ex annat brandförlopp eller tryckbelastning, kan därför konstruktionens beteende avvika från det redovisade provningsresultatet.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut Brandteknik - Brandmotstånd

Utfört av



Robert Jansson

Granskat av



Patrik Johansson

Bilagor 1-28

(en sida per bilaga)