



STABILISERENDE VÆGGE MØRTEL-PAP-MØRTELLØSNING

1. Indledning

Teknologisk Institut, Murværk og Byggekomponenter har for **Kalk- og Tegl-værksforeningen af 1893**, Tommy Bisgaard, udført dette projekt vedrørende prøvning af forskydningsstyrken (f_{vk0}) for løsningen mørtel-pap-mørtel.

Formålet med forsøget var at bestemme forskydningsstyrken med denne løsning i forhold til forskydningsstyrken uden pap således, at en generel reduktionsfaktor kan anvendes ved projekteringen. Der undersøges 2 fundamentstyper således, at faktoren bestemmes for de relevante og normalt udførte løsninger.

Løsningen blev prøvet mod fundament af beton og letklinkerblokke.

Som fugtspærre anvendtes murpap PF 2000.

2. Konklusion

På baggrund af forsøgene og de normalt deklarerede værdier er konkluderet, at en reduktionsværdi på 0,4 er relevant at anvende.

Det vil sige, at bestemmes kohæsionen (f_{vk0}) fx til 0,30 MPa, kan der ved anvendelsen af mørtel-pap-mørtelsamlingen anvendes en værdi for kohæsion i dette snit på: 0,12 MPa.

Med disse værdier er projekteringen for glidning relativ uproblematisk.

3. Materialer og fremstilling

Følgende kombinationer blev afprøvet:

Tabel 1. Byggesten

Byggesten
Teglsten type B (moderat sugende)

Tabel 2. Mørtel

Mørtel	Muret
KC 60/40/850 – vådmørtel	26-03-09
KC 50/50/700 – tørmørtel	25-03-09
Funktionsmørtel FM 2½	31-03-09
Funktionsmørtel FM 5	01-04-09

Tabel 3. Fundament

Fundament
Letklinkerbyggesten
Betondæk eller byggesten

Hver kombination blev afprøvet *med* og *uden* fugtspærre i fugerne.
Det vil sige i alt $1 \times 4 \times 2 \times 2 = 16$ kombinationer.
3 forsøgslegemer blev afprøvet for hver kombination.

Hvert forsøgslegeme *med* fugtspærre bestod af 3 byggesten:

- Yderst: Teglbyggesten. Herefter:
- Mørtel (cirka 6 mm)
- Pap
- Mørtel (cirka 6 mm)
- Midterste ”byggesten”. Af den aktuelle fundamentstype
- Mørtel (cirka 6 mm)
- Pap
- Mørtel (cirka 6 mm)
- Yderst: Teglbyggesten

Hvert forsøgslegeme *uden* fugtspærre bestod af 3 byggesten:

- Yderst: Teglbyggesten. Herefter:
- Mørtel (12 mm)
- Midterste ”byggesten”. Af den aktuelle fundamentstype
- Mørtel (12 mm)
- Yderst: Teglbyggesten

Som pap blev anvendt Icopal Murpap, PF 2000, 2,0 kg/m²

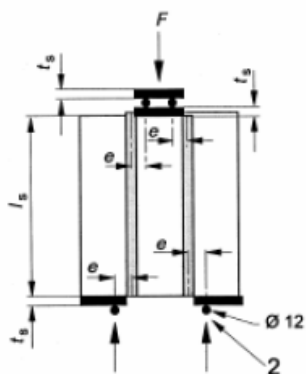
Fotografisk dokumentation for fremstilling af prøvelegemer ses i bilag 1.

4. Lagring

Inden prøvningen blev de limede prøvelegemer placeret i klimarum, hvor de stod i cirka 28 døgn ved 20 ± 2 °C og 65 ± 5 % RF inden prøvning.

5. Prøvning

Bestemmelse af kohæsionen med og uden fugtspærre er foretaget efter hhv. EN 1052-3 og EN 1052-4. Begge uden trykpåvirkning (Metode B). Metoden er illustreret på nedenstående figur.



Figur 1. Bestemmelse af forskydningsstyrke. Principskitse fra EN 1052-3.

Opstilling efter EN 1052-3, som er i overensstemmelse med EN 1052-4, er anvendt.

Fotografisk dokumentation af prøvelegemer efter brud ses i bilag 1.

6. Forsøgsresultater

Forsøgsresultater er angivet nedenstående.

Tabel 4. Målinger af dimensioner

Dimensioner af byggesten			
Byggesten	Tegl	Beton	Letklinker
Længde (mm)	228	228	235
Bredde (mm)	109	106	110

Tabel 5. Middel brudlast (kg) KC-mørtler

Sokkel/mørtel							
Beton		Letklinkerblokke		Beton		Letklinkerblokke	
KC 60/40/850 – våd		KC 60/40/850 – våd		KC 50/50/700 – tør		KC 50/50/700 – tør	
Uden pap	Med pap	Uden pap	Med pap	Uden pap	Med pap	Uden pap	Med pap
1030	570	1140	610	1650	1140	2760	1320
920	400	1260	630	1720	1270	2450	1110
960	560	910	640	2010	850	2680	1210

Tabel 6. Middel brudlast (kg) FM-mørtler

Sokkel/mørtel							
Beton		Letklinkerblokke		Beton		Letklinkerblokke	
FM 2½		FM 2½		FM 5		FM 5	
Uden pap	Med pap	Uden pap	Med pap	Uden pap	Med pap	Uden pap	Med pap
1360	920	2290	1120	690	830	2030	680
1580	870	2480	1100	970	560	2210	860
830	830	2650	1010	1020	570	2080	690

Tabel 7. Mørteltrykstyrke

Mørtel	Trykstyrke, (MPa)	Afsug iht. EN 1015-11	f _m (MPa)
KC 60/40/850 – vådmørtel	1,095	Ja	0,55
KC 50/50/700 – tørmørtel	4,993	Ja	2,50
Funktionsmørtel FM 2½	3,233	Nej	3,23
Funktionsmørtel FM5	2,839	Nej	2,84

7. Analyse

I de efterfølgende 2 tabeller er angivet:

- de målte karakteristiske brudstyrker (i næstsidsste linie)
- de deklarerede brudstyrker fra normer og produktdatablade (i sidste linie)

Tabel 8. Karakteristisk målte og deklarerede styrker f_{vk0} (MPa) KC-mørtler

Sokkel/mørtel							
Beton		Letklinkerblokke		Beton		Letklinkerblokke	
KC 60/40/850 – våd		KC 60/40/850 – våd		KC 50/50/700 – tør		KC 50/50/700 – tør	
Uden pap	Med pap	Uden pap	Med pap	Uden pap	Med pap	Uden pap	Med pap
0,157	0,083	0,174	0,099	0,291	0,176	0,415	0,192
0,000	-	0,000	-	0,100	-	0,100	-

Tabel 9. Karakteristisk målte og deklarerede styrker f_{vk0} (MPa) FM-mørtler

Sokkel/mørtel							
Beton		Letklinkerblokke		Beton		Letklinkerblokke	
FM 2½		FM 2½		FM 5		FM 5	
Uden pap	Med pap	Uden pap	Med pap	Uden pap	Med pap	Uden pap	Med pap
0,204	0,142	0,390	0,170	0,145	0,106	0,333	0,117
0,190	-	0,190	-	0,240	-	0,240	-

De karakteristiske målte værdier for f_{vk0} er beregnet iht. EN 1052-3 og -4 på følgende måde:

$$\text{Middelværdi} = \text{Brudlast (kg)} \times 9,807 / (2 \times \text{længde} \times \text{bredde})$$

$$\text{Karakteristisk værdi} = 0,8 \times \text{Middelværdi}$$

Her er:

brudlast, længde og bredde alle middelværdier.

Såfremt der er forskel på længde og bredde for de anvendte byggesten, er laveste værdi anvendt.

Sluttelig bestemmes i tabel 10 forholdet mellem f_{vk0} for løsningen uden pap ift løsningen med pap. Dette forhold er reduktionsfaktoren pga. indlæggelse af pap midt i mørtelfugen.

Tabel 10. Reduktionsfaktor pga. anvendelse af mørtel-pap-mørtel

	Sokkel/mørtel							
	Beton	Letklin-ker-blokke	Beton	Letklin-ker-blokke	Beton	Letklin-ker-blokke	Beton	Letklin-ker-blokke
	KC 60/40/85 0 – våd	KC 60/40/85 0 – våd	KC 50/50/70 0 – tør	KC 50/50/70 0 – tør	FM 2½	FM 2½	FM 5	FM 5
Reduktionsfaktor (med/uden) pap								
Pba. målte værdier	0,526	0,568	0,606	0,461	0,695	0,435	0,731	0,353
Pba. deklarerede værdier	>1	>1	1,764	1,915	0,746	0,894	0,442	0,489

Det ses, at den mindste værdi for reduktionsfaktoren pba. af de målte værdier er: 0,353 og optræder for kombinationen FM5 og letklinkerblokke fundament. Dette skyldes en exceptionel høj værdi for løsningen uden pap.

Betragtes reduktionsfaktoren i forhold til den deklarerede værdi fås andre værdier, og her er den mindste værdi: 0,442.

På baggrund af ovenstående konkluderes, at der konservativt kan regnes med en reduktionsfaktor på 0,4 for alle mørtler. Denne værdi kan deklareres, fx i forbindelse med beskrivelse af detaljen.

Århus, den 26. maj 2009
Teknologisk Institut, Murværk og Byggekomponenter



Poul Christiansen

Dir. tf.: 72 20 38 20
E-mail: poul.christiansen@teknologisk.dk



Kurt Degn

Dir. tf.: 72 20 22 79
E-mail: kurt.degn@teknologisk.dk

Opmuring af Pap-mørtel-papløsning



Foto 1. Mursten med mørtel svarende til cirka 6 mm fuger udlægges



Foto 2. Pap indlægges i fugen



Foto 3. Ny mørtel lægges til cirka 6,0 mm fuge



Foto 4. Sten repræsenterende fundament lægges og proceduren gentages på anden side af ”fundamentssten”



Foto 5. Sluttelig fås et tripple element, som beskrevet i EN 1052-3 og -4

Eksempler på brudformer



Foto 6. Brud i fuge uden pap og brud i fuge med pap. FM5 og letklinkerfundament



Foto 7. Brud i fuge uden pap og brud i fuge med pap. FM5 og betonfundament



Foto 8. Brud i fuge uden pap og brud i fuge med pap. KC 60/40/850 vådmørtel og betonfundament



Foto 9. Brud i fuge uden pap og brud i fuge med pap. KC 60/40/850 vådmørtel og letklinkerfundament



Foto 10. Brud i fuger uden pap og brud i fuger med pap. KC 50/50/700 tørmørtel og letklinkerfundament



Foto 11. Brud i fuger uden pap og brud i fuger med pap. KC 50/50/700 tørmørtel og betonfundament