

A background image of a laboratory setting. In the foreground, a glass volumetric flask containing a yellow liquid is visible, with 'A 250' printed on it. Behind it, several other glass vessels, including beakers and flasks, are blurred. A white text box is overlaid on the right side of the image.

Styrkeværdier for receptmørtler

Krav i EN 998-2, og offentligt tilgængelige styrkerekreferencer



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

5. februar 2020

Titel:

Styrkeværdier for receptmørtler
Krav i EN 998-2 og offentligt tilgængelige styrke-referencer

Udarbejdet under resultatkontrakten "Fra CE-mærkede byggevarer til sikker anvendelse i byggeriet", støttet af SIU.

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Tlf. 7220 2000
Byggeri og Anlæg
Murværk
Abelone Køster

Kvalitetssikring:

Sagsansvarlig: Abelone Køster, tlf. 7220 3816, aek@teknologisk.dk

Godkendt af: Arash Ehtesham, tlf. 7220 1396, areh@teknologisk.dk

Opgave nr.: P2006956

Version nr.: 01

Dato: 5. februar 2020

Resultater af Instituttets 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.

Instituttets navn eller logo eller medarbejderens navn må ikke bruges i markedsføringsøjemed, medmindre der foreligger en forudgående, skriftlig tilladelse hertil fra Teknologisk Institut, Direktionssekretariatet.

Indledning

Formålet med dette notat er at beskrive reglerne iht. EN 998-2 for deklaration af styrkeværdier for receptmørtler og sammenhængen med officielle styrkereferencer, samt at redegøre for baggrunden for den danske offentlige styrkereference, som den fremgår af DS/INF 167.

Notatet præciserer brugen af styrketabeller i DS/INF 167.

Definitionen på receptmørtler.

Ifølge EN 998-2 kan muremørtler CE-mærkes som enten funktionsmørtler (designed mortar) eller receptmørtler (prescribed mortar). Se definition i §3, uddrag nedenfor:

3.3

Type of masonry mortar, defined according to concept

3.3.1

designed masonry mortar

mortar whose composition and manufacturing method is chosen by the producer in order to achieve specified properties (performance concept)

3.3.2

prescribed masonry mortar

mortar made in predetermined proportions, the properties of which are assumed from the stated proportion of the constituents (recipe concept)

Fig. 1. Uddrag af EN 998-2.

For receptmørtler gælder, at producenten skal deklarere recepten. Visse af mørtlens egenskaber antages ud fra recepten. Specielt for trykstyrken gælder, at producenten ikke skal teste denne, men at trykstyrken deklareres ud fra offentligt tilgængelige kilder til sammenhængen mellem trykstyrke og recept. Se §5.3 i uddrag nedenfor:

5.3 Proportion of constituents

For prescribed mortars, the mix proportions by volume or by weight of all the constituents shall be declared by the manufacturer. In addition, the compressive strength shall be declared using publicly available references establishing relationship between same mix proportions of the same constituents and compressive strength.

Fig. 2. Uddrag af EN 998-2.

Af ovenstående fremgår, at referencen mellem recept og trykstyrke skal være "publicly available". En sådan reference er f.eks. DS/INF 167, tabel 1 (se fig. 3). Det gælder også, at referencen kun gælder for præcis samme sammensætning med samme ingredienser, som anført i referencen.

Tabel 1 – Relation mellem mørtels trykstyrke $f_{m,t}$, bøjningstrækstyrke $f_{m,t}$, og blandingsforhold		
Blandingsforhold	Min. trykstyrke MC/ML	Min. bøjningstrækstyrke
KC 60/40/850	ML 0,8 MPa	0,2 MPa
KC 50/50/700	MC 0,9 MPa/ML 1,8 MPa	0,5 MPa
KC 35/65/650	MC 2 MPa	0,6 MPa
KC 20/80/550	MC 4,5 MPa	1,4 MPa

NOTE 1 – Såfremt de i punkt (2), (3), (4), (5) og (6) anførte krav ikke er opfyldt, må mørtelstyrkerne fastlægges ved forsøg og mørtlen deklarerer som funktionsmørtel.

NOTE 2 – Jf. (4) krav til tilsætningsstoffer ovenfor regnes med reduceret styrke for mørtler, hvor frysepunktssænkende midler er anvendt.

Fig. 3. Uddrag fra DS/INF 167: 3.udgave

Der eksisterer altså kun disse 4 receptmørtler med en offentlig styrkereference for trykstyrken i Danmark. Det er yderligere et krav for at anvende referencen, at alle betingelserne under tabellen er overholdt. Herunder kornkurvegrænser for tilslag og kravet om, at der ikke er anvendt tilsætningsstoffer.

Sådanne mørtler kaldes også "referencemørtler" for at indikere, at de refererer direkte til DS/INF 167.

Receptmørtler, fremstillingskoncept. Vådmørtler og tørmørtler

Bemærk at hverken EN 998-2 eller DS/INF 167 forholder sig til, hvordan receptmørtlen er fremstillet (så længe der er tale om en fabriksfremstillet mørtel), altså om der er tale om en vådmørtel eller tørmørtel. Kun om recepten og de øvrige betingelser er overholdt.

- Vådmørtel: mørtel fremstillet af en fabriksfremstillet våd kalkmørtel, hvor kalkindholdet er tilpasset således, at man ved at dosere cementen korrekt på byggepladsen kan opnå én af de 4 receptmørtler.
- Tørmørtel: fabriksfremstillet mørtel, hvor tør hydratkalk, cement og tørt sand er blandet som en af de 4 receptmørtler.

Styrkereferencen i DS/INF 167

I Danmark har receptmørtlerne udviklet sig fra gamle recepter, hvor man blandede våde kalkmørtler med en blanding af cement og tørt sand, som blev fremstillet på byggepladsen. Denne blanding blev benævnt "bastardmørtel". Cementen blev altså traditionelt blandet med en vis mængde sand (f.eks. til en C100/400), før den blev iblandet den våde kalkmørtel. Forholdet mellem cement, kalk og sand beregnet ud fra tør vægt af ingredienserne, var nogenlunde den samme som i de 4 receptmørtler, vi kender i dag. Op gennem 70'erne udviklede den oprindelige "bastardmørtel" sig i 2 retninger, nemlig "vådmørtel" og "tørmørtel" som beskrevet i boksen ovenfor.

Først senere blev man klar over, at de to fremstillingskoncepter resulterede i væsentlige forskelle i styrke. Den våde mørtel stod for en god bearbejdelighed, mens tørmørtlerne leverede højere og mere ensartede styrker. Formentlig var de gamle bastardmørtler en god kombination af bearbejdelighed og styrke.

Da man ikke ønskede at differentiere receptmørtlerne pba. fremstillingskoncept, blev styrketabellerne på den sikre side udviklet ud fra forsøg med flere forskellige vådmørtler. De ringeste af disse blev da udslagsgivende for de ret lave styrkeværdier, vi har i normen i dag. Styrkeværdierne er "laveste fællesnævner" for en receptmørtel fremstillet efter recept og de øvrige krav formuleret i DS/INF 167.

Grænserne for kornkurven er eksempelvis ret vide, og det er kendt fra tidligere forsøg, at også kornkurven kan have stor betydning for såvel trykstyrke som vedhæftningsstyrke af mørtlerne, uanset om der er tale om en våd- eller tørtmørtel.

Test og deklaration af trykstyrke

Receptmørtler iht. DS/INF 167

For receptmørtler, som følger alle krav i DS/INF 167, kan producenten vælge at teste og dokumentere en højere trykstyrke. For sådanne mørtler, som refererer til DS/INF 167 og har en individuel, deklareret trykstyrke, kan tabel 4b for vedhæftningsstyrke benyttes med den deklarerede trykstyrke som indgangsparameter.

Eksempel: KC 50/50/700 receptmørtel. Producent har testet og deklarerer en trykstyrke $MC=1,5$ MPa (som er højere end $MC=0,9$ MPa fra tabel 1). Hermed kan man via tabel 4b regne med en vedhæftning på $f_{xk1}=0,15$ MPa, idet indgangsparameteren er trykstyrken på 1,5 MPa og ikke mørtelrecepten KC 50/50/700, som kun giver $f_{xk1}=0,10$ MPa.

Det er underordnet, om der er tale om en vådmørtel eller en tørtmørtel, men den deklarerede trykstyrke og udledte vedhæftningsstyrke gælder kun for netop denne mørtel fra netop denne producent, og den beror på producentens egen test af mørtlens trykstyrke.

Funktionsmørtler

Der findes ikke en offentlig styrkereference for receptmørtler med tilsætningsstoffer. Det følger heraf, at en mørtel med tilsætningsstoffer ikke er en receptmørtel, uanset om producenten deklarerer alle ingredienser inklusive tilsætningsstoffer.

Årsagen til dette skal søges i 2 forhold.

- For det første siger §5.3 i EN 998-2, at styrkereferencen skal være "publicly available". Det vil sige, at producenten i givet fald skulle offentligt gøre recept og andre forhold (f.eks. kornkurve) så præcist (inklusive alle produktionstolerancer), at enhver kan følge referencen og fremstille samme receptmørtel og deklarere samme styrker.
- For det andet gælder det, at når der er anvendt tilsætningsstoffer, kan referencen i tabel 4.b ikke anvendes. Dermed vil det ikke være muligt at oplyse en vedhæftningsstyrke uden test af mørtlen. Test og deklaration af vedhæftning er jf. EN 998-2 alene defineret for funktionsmørtler, se efterfølgende afsnit.

Det gælder desuden for funktionsmørtler, at fabriksproduktionskontrollen skal være overvåget af et notificeret organ (3. parts kontrol), mens dette ikke er et krav for

receptmørtler. Dette er begrundet i, at receptmørtler i udgangspunktet antages at have en relativt simpel produktionsproces, hvor der kun er behov for at styre råmaterialer, dosering og kornkurve i fabriksproduktionskontrollen. En producent, som gennemfører en krævende fabriksproduktionskontrol i form af test af trykstyrker og vedhæftningsstyrker, fremfor blot at kontrollere sammensætningen af mørtlen, bør ifølge produktstandarden være underlagt 3. parts kontrol. Hermed er det en funktionsmørtel.

Bøjningstrækstyrker for receptmørtler

Iht. til EN 998-2 er bøjningstrækstyrken, vedhæftningsstyrken eller forskydningsstyrken for receptmørtler IKKE en harmoniseret egenskab. Se efterfølgende uddrag af tabel ZA.1 som angiver de harmoniserede egenskaber. Bemærk, at for deklaration af styrker er der differentieret mellem receptmørtler (prescribed masonry mortars) og funktionsmørtler (designed masonry mortars). "Bond strength" som enten shear bond eller flexural bond strength er kun harmoniseret for funktionsmørtler.

Table ZA.1 — Relevant clauses for masonry mortars and intended use(s)

Product: Factory-made masonry mortars, comprising the following types: • General purpose mortar; • Thin layer mortar; • Lightweight mortar. Intended use: In masonry walls, columns and partitions				
Essential characteristics		Clauses of this European Standard(s) related to essential characteristics	Classes and/or threshold levels	Notes
Compressive strength (for designed masonry mortars)		5.4.1	Classes	Declared value and/or category (N/mm ²)
Proportion of constituents (for prescribed masonry mortars)		5.3	None	Mix proportions by volume or weight
Bond strength (for designed masonry mortars intended to be used in elements subject to structural requirements)	Shear bond strength	5.4.2.1	None	Declared tabulated or measured value (N/mm ²)
	Flexural bond strength	5.4.2.2	None	Declared value (N/mm ²)
Contents of chlorides (for mortars intended for reinforced masonry)		5.2.2	None	Declared value (as a mass fraction in %)

Fig. 5. Uddrag fra EN 998-2

Det betyder, at man for receptmørtler kun kan angive en vedhæftningsstyrke via den offentlige styrkereference. Værdierne er ikke reguleret af Byggevareforordningens regler for CE-mærkning eller af EN 998-2, og skal ikke anføres på CE-mærket. Der henvises i stedet til DS/INF 167. Her er der i tabel 4b angivet vedhæftningsstyrker, dels for navngivne receptmørtler, dels udledt af trykstyrken for mørtlen.

Tabel 4b – Vedhæftningsstyrke $f_{m,sk1}$ for murværk af teglbyggesten		
mørtel		
KC50/50/700 (NCI.1) ¹⁾	mørteltrykstyrke MC $\geq 1,5$ MPa	mørteltrykstyrke MC $\geq 3,5$ MPa
K _h 100/400 ²⁾	mørteltrykstyrke ML ≥ 3 MPa	mørteltrykstyrke ML ≥ 7 MPa
KK _h 20/80/475 ²⁾		
$f_{m,sk1}$ MPa	$f_{m,sk1}$ MPa	$f_{m,sk1}$ MPa
0,10	0,15	0,25
¹⁾ Mørtlen skal fremstilles i overensstemmelse med NCI vedr. 3.2.2 (1), Specifikation af mørteltyper til murværk. ²⁾ Mørtlen skal fremstilles af hydraulisk kalk betegnet HL5 eller NHL5 iht. EN 459-1 og i overensstemmelse med NCI vedr. 3.2.2 (1), Specifikation af mørteltyper til murværk, punkt (2), (4), (5) og (6).		

Fig. 6. Uddrag af DS/INF 167

Bemærk, at relationen mellem trykstyrke og vedhæftning i tabel 4b (de to sidste kolonner) kun gælder for receptmørtler, som overholder alle krav til sådanne anført i DS/INF 167. Der må således ikke være anvendt tilsætningsstoffer.

Tabellens værdier er baseret på forsøg med de pågældende receptmørtler, og er ikke et udtryk for en generel korrelation mellem mørteltrykstyrke og mørtlens vedhæftning, eller mellem mørteltrykstyrke og murværkets bøjningsstrækstyrke.

Tværtimod er der erfaring for, at f.eks. mørtler med høj trykstyrke (f.eks. MC = 10 MPa) og med højt luftindhold, kan have en vedhæftningsstyrke på 0 MPa.

Bøjningstrækstyrker for funktionsmørtler

For funktionsmørtler gælder iht. EN 998-2, at deklaration af bøjningstrækstyrke (flexural bond strength) skal baseres på tests, og deklaration af forskydningsstyrke (shear bond strength) skal baseres enten på test eller ved tabelværdier, §5.4.2.1 b). Se udsnit nedenfor.

5.4.2 Bond strength

5.4.2.1 Shear bond strength

For designed masonry, mortars intended to be used in elements subjected to structural requirements the shear bond strength of the mortar in combination with a masonry unit shall be declared in terms of the characteristic initial shear strength. The declaration may be made either on the basis of tests as a) below or tabulated values as b) below. The manufacturer shall declare the basis for his declaration.

a) Declaration based on tests

The characteristic initial shear strength of the mortar in combination with a specific type of unit in accordance with EN 771 may be based on tests on mortar sampled in accordance with EN 1015-2 and tested with the relevant unit in accordance with EN 1052-3. The characteristic initial shear strength shall not be less than the declared value.

b) Declaration based on tabulated values

When no declaration is made under a) the characteristic initial shear strength of the mortar in combination with a range of unit types shall be declared by reference to Annex C.

NOTE Shear bond strength depends on the mortar, the masonry unit, its moisture content and the workmanship.

5.4.2.2 Flexural bond strength

For designed masonry mortars intended to be used in elements subjected to structural requirements and when relevant for the intended place of use, the flexural bond strength of the mortar in combination with a masonry unit shall be declared either in terms of the characteristic flexural bond strength, as a) below, or in terms of the characteristic flexural strength of the masonry, as b) below. The manufacturer shall declare the basis for his declaration.

a) Declaration based on flexural bond strength tests

The characteristic flexural bond strength of the mortar in combination with a specific type of unit in accordance with EN 771 may be based on tests on mortar sampled in accordance with EN 1015-2 and tested with the relevant unit in accordance with EN 1052-5. The characteristic flexural bond strength shall not be less than the declared value.

b) Declaration based on direct flexural strength (masonry) tests

Fig. 7. Uddrag af EN 998-2

Der findes tabelværdier i Annex C i EN 998-2. Her er det muligt at deklarere op til 0,15 MPa, for almindelig muremørtel og til 0,3 MPa for tyndfugemørtel. Tabelværdierne må dog kun anvendes med basis i "Appropriate Technical Documentation" som det anføres (i note i Annex C):

NOTE Declarations based on these tabulated values remain the responsibility of the manufacturer using them and are to be supported by Appropriate Technical Documentation.

Fig. 8. Uddrag af EN 998-2, anneks C

Det må understreges, at man ikke kan anvende i tabel 4b i DS/INF som "passende teknisk dokumentation", da den kun gælder for de førnævnte receptmørtler.

Da funktionsmørtler er underlagt 3. parts overvågning ved et notificeret organ, må producenten kunne forelægge den tekniske dokumentation for det notificerede organ.

Andre offentligt tilgængelige styrkeværdier. Tegl 24

I publikationen Tegl 24 blev der udført forsøg med 2 typer receptmørtler, som udelukkende var tørmørtler, og hvor der var sat yderligere krav til kornkurven.

Udførelse og beregning efter reglerne i Tegl 24 giver mulighed for at opnå højere bøjningsstyrker for receptmørtler, når betingelserne opfyldes, og minutsugningen for de anvendte mursten er kendt.

Det fremgår af fig. 9 nedenfor, at de opnåede styrker er afhængige af minutsugningen af murstenene, samt at en høj minutsugning nedsætter bøjningsstyrken. Dette kan modvirkes ved at forvande murstenene. Der findes anvisning herpå i Tegl 24.

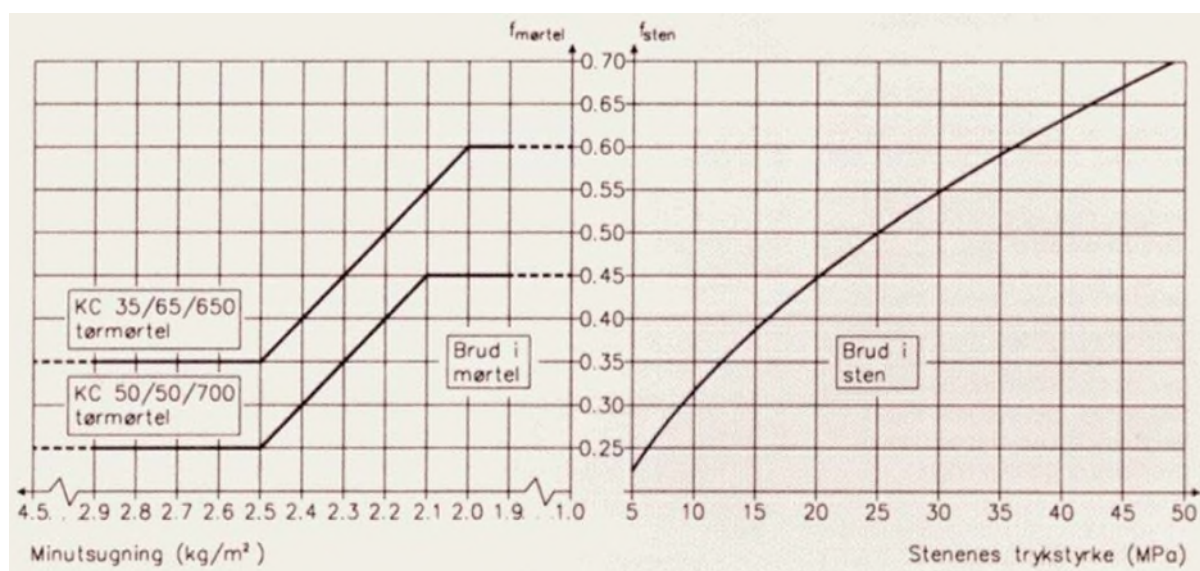


Fig. 9. Styrkemodellen fra Tegl 24, konkrete beregninger af bøjningsstyrker følger af Tegl 24.

Modellen fra Tegl 24 (dvs venstre graf i Fig. 9, hvor $f_{\text{mørtel}}$ er $f_{m,xk1}$) kunne tilføjes til DS/INF 167 for at udvide anvendelsesområdet for receptmørtler.

Mørtel Til opmuring og fugning anvendes en tørmørtel (KC 35/65/650) (KC 50/50/700), der ud over murværksnormens, DS 414, (1991, 4. udg.) specifikationer, skal opfylde nedenstående krav: Cement : Basicement Kalk : Hydratkalk Tilslag : Bakkesand Indhold af tilslag i intervallet (0.125–0.5 mm) > 45%. Tilsætningsstoffer : Ingen Vandprocent ved opmuringen: (KC 35/65/650) > 18.5% (vægt) (KC 50/50/700) > 19.5% (vægt)	Betingelser for mørtler iht. Tegl 24. Kravene gælder ud over kravene i DS/INF 167. De anførte krav til tilslagets kornstørrelse er ikke i modstrid med kornkurven i DS/INF 167, men er en skærpelse i forhold til denne.
---	---