

FUGER I MURVÆRK

VEJLEDNING



VEJLEDNING OM MØRTELVALG

I denne vejledning samler og videregiver Teknologisk Institut mange års erfaring med murværks styrkeudvikling og holdbarhed (durability) samt fugtforhold, som påvirker optimal udtørring og styrkeudvikling. Projektet er finansieret af Kalk- og Teglværksforeningen af 1893. Formålet er at opstille tydelige og letforståelige kriterier for optimalt valg af muremørtel. Der kan forekomme mørtler, som ikke er dækket af denne vejledning. Man må for sådanne mørtler følge producentens vejledninger og, i det omfang vejledning fra producenten ikke dækker behovet, foretage nødvendige afprøvninger. I vejledningen indgår ny viden fra undersøgelse af metoder til fugefærdiggørelse, udført af Teknologisk Institut for Kalk- og Teglværksforeningen af 1893.

Tabel 1: Vejledningsskema

MØRTEL-TYPE	MX 1	MX 2 TIL MX 3.1	MX 3.2	MX 4	MX 5	MINUTSUG KLASSE (KG/M ²)	FUGEFINISH ²⁾
KC våd	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	Klasser: Middel, Høj og Meget høj (Fra 2,0 kg/m ² og opad)	Ru finish ²⁾
	KC 35/65/650 ¹⁾	KC 35/65/650 ¹⁾	KC 35/65/650 ¹⁾	KC 35/65/650 ¹⁾			
	KC 50/50/700	KC 50/50/700	KC 50/50/700 ⁴⁾				
	KC 60/40/850	KC 60/40/850					
	KK _h 20/80/475	KK _h 20/80/475	KK _h 20/80/475				
	KK _h 35/65/500	KK _h 35/65/500					
	K100/750-1000 ³⁾	K100/750-1000 ³⁾					
KC tør	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	KC 20/80/550 ¹⁾	Klasser: Lav, Middel og Høj (intervallet 1,0 til 4,0 kg/m ²)	Ru finish ²⁾
	KC 35/65/650 ¹⁾	KC 35/65/650 ¹⁾	KC 35/65/650 ¹⁾	KC 35/65/650 ¹⁾			
	KC 50/50/700	KC 50/50/700	KC 50/50/700				
	KC 60/40/850	KC 60/40/850					
	K _h 100/400 ¹⁾	K _h 100/400 ¹⁾	K _h 100/400 ¹⁾	K _h 100/400 ¹⁾			
	KK _h 20/80/475	KK _h 20/80/475	KK _h 20/80/475				
	KK _h 35/65/500	KK _h 35/65/500					
K100/750-1000 ³⁾	K100/750-1000 ³⁾						
M/CM	MC5 ¹⁾	MC5 ¹⁾	MC5 ¹⁾	5)	5)	Iht. mørtel-leverandørens anvisning	Iht. mørtel-leverandørens anvisning ²⁾
	MC2½	MC2½	MC2½				

Tabel 2: Noter til vejledningsskema

AFGRÆNSNING OG FORUDSÆTNINGER	DEFINITION AF MØRTELTYPER
Vejledningen gælder for muremørtler iht. EN 998-2, type G, og teglbyggesten iht. EN 771-1, type HD, med en maksimal højde på 60 mm. Krav i DS/INF vedr. delmaterialer og muremørtel som helhed skal være overholdt.	KC-våd: Receptvådmørtler (KC- og KKh-mørtler), byggepladsfremstillet ud fra en kalktilpasset vådmørtel, herunder også K-mørtler. Cement eller hydraulisk kalk tilsættes på byggepladsen.
Vejledningen gælder for murværk iht. EC6 ifm. nybyggeri, og er kun begrænset gældende for renoveringsopgaver.	KC-tør: Recepttørmørtler (KC- og KKh-mørtler) leveret som færdig tørmørtel, hvor der kun tilsættes vand på byggepladsen.
Det forudsættes, at gældende regler for projektering og udførelse i øvrigt er overholdt, herunder mørtelleverandørernes blande-anvisninger.	M/CM: Tørmørtel, med cement eller hydraulisk kalk som eneste bindemiddel, eksempelvis deklareret som funktionsmørtel, C 100/400 eller murcementmørtel.
Leverandørernes anvisninger om, hvilke mørtler der skal anvendes til hvilke byggesten, går forud for denne vejledning.	
1) Disse mørtler er relativt stærke mørtler. Såfremt de anvendes sammen med byggesten, som har en trykstyrke mindre end 20 MPa, skal man være opmærksom på, at der er en forøget risiko for revner og at en eventuel revnedannelse i murværket erfaringsmæssigt vil forårsage revner i murstenene, og ikke blot i fugerne.	
2) Anbefaling vedr. fugefinish er kun gældende, når der opmures med færdig fuge, og vedrører kun selve fugens overflade. KC våd og KC tør bør helst afsluttes med en ru fugeoverflade, f.eks. skrabet med en træpind, og ikke glittet med fugejern eller kugle. For mange funktionsmørtler med luftblanding og/eller plastificerende stoffer, bør færdiggørelsen ske hurtigt og typisk inden for 5 minutter efter opmuring, afhængig af vejrlig. Når der efterfuges ved udkradsning af opmuringsmørtlen, anvendes normalt samme mørtel som ved opmuring, se dog note 3) nedenfor.	
3) Denne mørtel anvendes ikke til efterfugning ved udkradsning af opmuring. Mørtlen kan anvendes i andre eksponeringsklasser, når der efterfuges med en mørtel som anbefales til den pågældende eksponeringsklasse.	
4) Ved anvendelse af KC 50/50/700 som KC-våd i MX3.2, skal man være særligt opmærksom på, at denne klasse omfatter kraftig vandpåvirkning, hvilket betyder en højere risiko for, at murværket opfuges kraftigt i en kritisk periode efter opmuring. Derfor bør KC 50/50/700 som KC-våd kun anvendes, hvis der er tale om sten med høj eller meget høj minutsugning, i denne eksponeringsklasse, eller der skal være særligt fokus på afdækning af murværket mod nedbør.	
5) Iht. mørtelproducentens deklaration om eksponeringsklasse.	

FUGER I MURVÆRK. VEJLEDNINGSSKEMA

I tabellen på foregående side ses anbefalede kombinationer af mørteltype, eksponeringsklasse MX1-MX5, minutsug og trykstyrke af teglsten samt fugefærdiggørelse.

Uddybning af de nævnte forhold findes i publikationen "Fuger i murværk. Vejledning" som kan downloades fra www.mur-tag.dk

STATISKE STYRKEKRAV

De styrkekrav for mørtlen, som følger af de statiske beregninger for murværket (ingeniørprojektet), kan ikke fraviges.

Generelt bør man vælge en mørtel med styrkeværdier, som netop overholder kravene fra ingeniørprojektet.

Der henvises til DS/INF 167, hvor der kan findes tabeller for styrkeværdier for receptmørtler. For funktionsmørtler anvendes producentens deklarerede værdier.

EKSPONERINGSKLASSER MX1 TIL MX5 OG HOLDBARHED (DURABILITY)

Eksponeringsklassen betegnet med et "MX-." fastlægger den belastning i form af fugt, frost og salte, som murværket udsættes for i sin levetid. Jo højere belastning, jo stærkere mørtel kræves. Det samme gælder for den mekaniske/statiske belastning.

Fremgangsmåde:

1. I forbindelse med projekteringen skal den aktuelle eksponeringsklasse fastlægges. Se beskrivelse af eksponeringsklasser i Murerhåndbogen.
2. Når eksponeringsklassen er fastlagt, vælges den nødvendige mørtelstyrke ud fra vejledningsskemaet tabel 1.
3. Herefter tjekkes, om denne mørtelstyrke også er tilstrækkelig i forhold til ingeniørprojektet. Ellers må der vælges en stærkere mørtel.

Generelt bør mørtlen vælges "netop stærk nok" til at opnå den nødvendige holdbarhed (durability) og mekaniske styrke. En stærkere mørtel end nødvendigt kan forårsage revner i murværket, f.eks. pga. temperaturbetingede bevægelser, svind etc.

VANDPÅVIRKNING

Eksempler på parametre, der har betydning for, om murværket er kraftigt vandpåvirket er angivet i tabel 3.

Tabel 3: Kritiske parametre for fugtbelastning

PARAMETRE	MEST KRITISK	MINDST KRITISK
Vind *)	Åbent hav, søer, landbrugsarealer	Parcelhusområder, by
Udhæng	0 meter og høj facade	1 meter og lav facade
Kompasretning	Vest og syd	Øst og nord

*) Landskabsklasserne svarer til de klasser, som anvendes ved fastlæggelse af vindlasten ved projektering.

“ GENERELT OM MINUTSUG OG FUGT

- Sten med lavt og meget lavt minutsug bør ikke kombineres med KC våd. I tvivlstilfælde anbefales det at foretage en prøveopmuring og at undgå de mest vandholdige mørtler (kalktilpasset vådmørtel kan fås med vandindhold ned til 14 %).
- Sten med meget høj minutsugning bør ikke kombineres med KC tør eller M/CM-mørtler, medmindre mørtlen er særligt fremstillet til at passe til sådanne sten eller har passende højt vandindhold. I tvivlstilfælde anbefales det at foretage en prøveopmuring og vurdere, om komprimering af fuger er mulig at foretage rettidigt.

Man bør samtidig være særlig opmærksom på årstid og vejrlig. Koldt vejr betyder langsommere styrkeudvikling og udtørring. I sommermånederne bør man have fokus på risiko for stor nedbørsmængde og udsat murværk og udtørring i stærk sol og tørke. Følg altid afdækningsvejledningen fra murerfaget.

SALTPÅVIRKNING. MX4

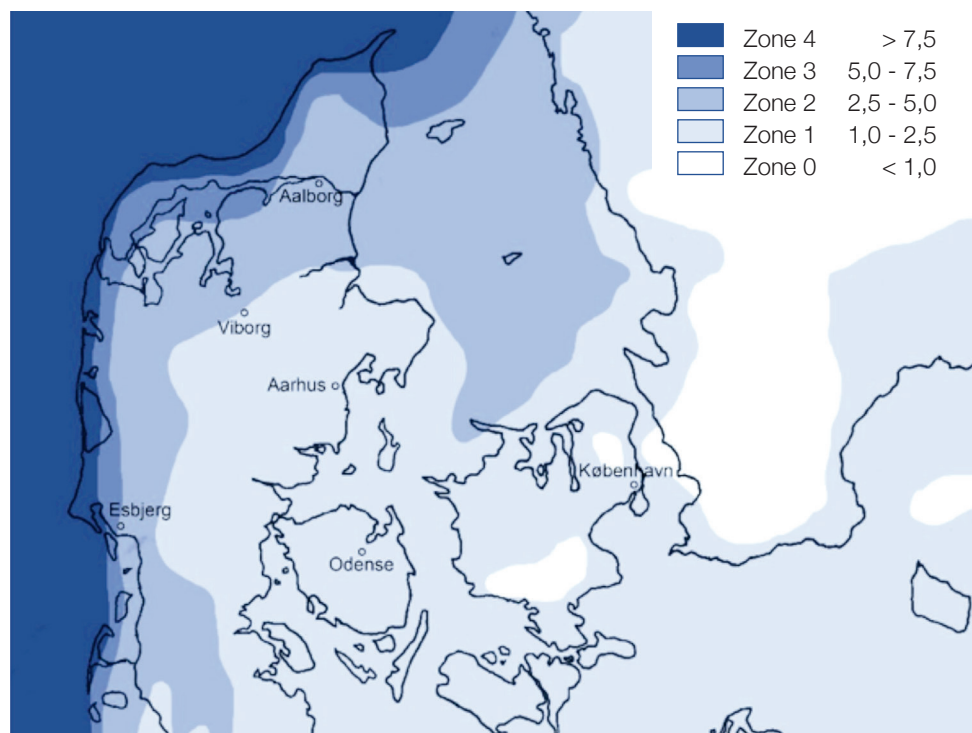
Tabel 4 angiver kritiske parametre for vurdering af, hvorvidt murværket skal henregnes til eksponeringsklasse MX4. Saltpåvirkning fra havet kan aflæses ved hjælp af zonerne på figur 1. Murværk i zone 2, 3 og 4 bør henregnes til MX4, med mindre bygningen ligger beskyttet i parcelhusområde, by eller anden lægiver.

Er der risiko for, at murværket udsættes for salt fra kraftig tøsaltning, skal det ligeledes henregnes til MX4.

Tabel 4

PARAMETRE	MEST KRITISK	MINDST KRITISK
Salt	Tøsaltning, vestvendte kyster	Andre kyster, indland

Fig. 1. Kort over saltbelastning i Danmark, opgjort som luftbåren deposition af Na (natriumioner)



Zonerne på kortet viser saltbelastning som deposition af natriumioner i ton pr. km² pr. år. Zone 2-4 bør henregnes til MX 4, medmindre bygningen ligger beskyttet i parcelhusområde, by eller anden lægiver.

MINUTSUG OG FUGTTEKNISKE FORHOLD

Det anbefales at mørteltype og stenenes sugevne passer til hinanden. Stenenes sugevne kan karakteriseres ud fra egenskaben minutsugning og inddeles i denne vejledning i 5 klasser:

Tabel 5: Klasser for minutsug

“KLASSE”	MINUTSUG KG/M ²
Meget lavt	Sug < 1,0
Lavt	1,0 ≤ sug < 2,0
Middel	2,0 ≤ sug < 3,0
Højt	3,0 ≤ sug < 4,0
Meget højt	4 < sug

FUGEFÆRDIGGØRELSE OG FUGEFINISH

I dag komprimeres fugeoverfladen enten med et fugejern, kulejern, fugeske som skaber en glat fugeoverflade (glattet fuge) eller ved anvendelse af en tilpasset træpind, som giver en mere ru fugeoverflade (skrabefuge).

Vejledningen gælder alene fugefærdiggørelse i forbindelse med opmuring. Ved omfugninger, hvor den vandmængde, der skal fordampe ud gennem fugen, er minimal, kan alle typer finish anvendes til KC våd- og tørtørtler.

- Der skelnes mellem skrabefuge og glattet fuge, dvs. mellem ru eller glat overflade.
- Generelt skal fugefærdiggørelsen udføres iht. producentens anvisninger.
- Dog bør man ved alle KC mørtler, dvs. både KC-vådmørtel og KC-tørtørtel, færdiggøre med ru overflade, dvs. som en skrabefuge.
- For mange funktionsmørtler med luftblanding og/eller plastificerende stoffer, bør færdiggørelsen ske hurtigt og typisk inden for 5 minutter efter opmuring, afhængig af vejrlig. Når der efterfuges ved udkradsning af opmuringsmørtlen, anvendes normalt samme mørtel som ved opmuring, se dog note 3 i tabel 2.