



*Vejledning i opmuring  
og valg af den korrekte  
hydrauliske kalkmørtel*

**KALK**®

*– Build lasting culture*

Bredeløkkevej 12 - 4660 Store Heddinge - tlf.: 5650 3000 - [info@kalk.dk](mailto:info@kalk.dk) - [www.kalk.dk](http://www.kalk.dk)

## Grøn omstilling

I 2014 blev KALK A/S omstillet til at blive en grøn virksomhed.

Vi har i virkeligheden været bæredygtige og grønne siden virksomhedens start i 1976, da vi aldrig har brugt tilsætningsstoffer i vores produkter.

Når man murer med vores hydrauliske kalkmørtel kan både sten og mørtel genbruges. Stenen direkte efter afrensning og mørtlen kan indgå i produktion af en ny mørtel.

Som et led i vores grønne omstilling har vi opsat 2 vindmøller, har fået biogas i vores anlæg og vi har opsat LED lys i alle haller samt kontorbygning. Derudover har vi også fået vores eget rensningsanlæg.

Alle vores produkter er Cradle2Cradle Certificerede på Guld niveau og vi har udvalgt 5 verdensmål, som vi arbejder efter, så KALK A/S ikke bare er hvidt, men også "grønt"

EPD for alle vores tørmørtler kan downloades på [www.kalk.dk](http://www.kalk.dk)



Alle vores produkter er Cradle2Cradle Certificerede på **Guld Niveau**

Giver + point i **DGNB** og **LEED** certificerede byggerier



# VERDENSMÅL

for bæredygtig udvikling



## Rent vand og sanitet

Vi har fået vores eget rensningsanlæg, der sørger for, at vi ikke udleder forurenede spildevand fra sanitet og produktion



## Bæredygtig energi

Vi har fået opsat 2 vindmøller, så vi producerer mere el end vi bruger.  
Vi har fået biogas i vores anlæg  
Vi har fået LED lys i alle haller samt kontorbygning



## Anstændige jobs og økonomisk vækst

Vi går efter vækst, men ikke uden at vores ansatte kan følge med. Hvis en ny maskine kan gøre det lettere for den ansatte, samtidigt med at der kan produceres mere og hurtigere, samt blive sparet på energien, så er det vi gør



## Bæredygtige byer og lokalsamfund

Vi arbejder efter, at alle skal bygge solide konstruktioner med kalk.  
Bygninger, som kan holde længe, være sunde at bo i, og hvor materialerne kan genanvendes.  
Vi er med i Stevns Verdensarv for at bevare og formidle kultur lokalt.



## Ansvarligt forbrug og produktion

Vi producerer på vedvarende energi, så der med god samvittighed kan bygges huse, der kan holde i mange år.



# KALK®

– Build lasting culture

## Opmuring generelt

Mursten har varierende sugeevne fra murstenstype til murstenstype. Selv indenfor samme salgs stentype kan sugeevnen variere meget. Sugreevnen har betydning for flere forhold. Blandt andet har den stor betydning under selve opmuringen samt i samspillet med en mørtel.

En svagt sugende sten suger ikke mørtlen død særligt hurtigt, hvorfor stenene derfor kan have en tendens til at "sejle".

Antallet af skifter, der kan opmures, uden at mørtlen presses ud af fugerne i de underliggende skifter, er derfor begrænset i koldt vejr. Ved opmuring med svagt sugende sten ved lave temperaturer er det endvidere vigtigt, at vandindholdet i murværket - især i fugerne - mindskes hurtigt for at forhindre eventuelle frostskeer.

Af samme årsag kan det også være af afgørende betydning, at svagt sugende sten er helt tørre ved indmuringen. Dette kan i begrænset omfang sikres ved opvarmning af stenene i de kolde måneder. Det anbefales **kun** at opmure i hydrauliske kalkmørtler ved temperaturer over 5°C.

En stærkt sugende sten kan derimod suge mørtlen død så hurtigt, at der ikke er tid til at lægge stenen rigtigt på plads under opmuringen samt trykke fugen.

Og vandindholdet i mørtlen mellem stærkt sugende sten kan ved opmuring i varmt vejr blive bragt så langt ned, at det går ud over styrkeudviklingen og vedhæftningen i mørtlen. Stenenes sugreevne har også betydning for vedhæftningen mellem mørtel og sten.

For bl.a. at afprøve samspillet mellem en mørtel og en given mursten gøres dette ved hjælp af opmuring af en prøvemur eller et prøvefelt.

Inden arbejdet påbegyndes, anbefales det at gennemgå udfaldskravet omhyggeligt og præcist samt derefter at udføre et prøvefelt med mursten og mørtel fra leverancer til det aktuelle byggeri. Når mål og tolerancer er kontrollerede og korrekte, anbefales det i øvrigt at bedømme det færdige murværk i en afstand på 2-3 meter. Herved får man en mulighed for at aflæse indtrykket af det færdige murværk i sin helhed samt afstemme forventningen.

Der er ikke direkte sammenfald mellem dagens eksponeringsklasser og tidligere tiders miljøklasser, men følgende omtrentlige sammenligning mellem tidligere og nugældende klasser anvendes:

Passivt miljø:	Klasserne MX1 til MX2.1
Moderat miljø:	Klasserne MX2.2 til MX3.1
Aggressivt miljø:	Klasserne MX3.2 til MX5

Overordnet set skelnes der nu mellem en række eksponeringsklasser for miljømæssig påvirkning, nemlig klasserne MX1 - MX5 for murværk.

Se tabel 3 for udspecificering af MX-klasserne

Valget af mørtel skal - i lighed med valget af sten - også foretages med udgangspunkt i de miljøpåvirkninger, mørtlen forventes udsat for, når den indgår i murværket.

**Tabel 1: Vejledningsskema for valg af hydraulisk kalkmørtel**

Mørteltype	MX1	MX2 til MX3.1	MX3.2	MX4	MX5	Minutsug klasse	Fugefinish
<b>Våd</b>	KKh 20/80/475 <sup>1</sup>	KKh 20/80/475 <sup>1</sup>	KKh 20/80/475 <sup>1</sup>	KKh 20/80/475 <sup>1</sup>		Klasser: Middel, høj og meget høj (fra 2,0 kg/m <sup>2</sup> og opad)	Ru finish
	KKh 35/65/500 <sup>2</sup>	KKh 35/65/500 <sup>2</sup>					
	KKh 50/50/575 <sup>3</sup>	KKh 50/50/575 <sup>3</sup>					
	KKh 40/60/340 <sup>4</sup>	KKh 40/60/340 <sup>4</sup>					
	K 100/750 <sup>5</sup>	K 100/750 <sup>5</sup>					
<b>Tør</b>	KKh 20/80/475 <sup>1</sup>	KKh 20/80/475 <sup>1</sup>	KKh 20/80/475 <sup>1</sup>	KKh 20/80/475 <sup>1</sup>		Klasser: Lav, middel, høj og meget høj (fra 1,0 til 4,0kg/m <sup>2</sup> )	Ru finish
	KKh 35/65/500 <sup>2</sup>	KKh 35/65/500 <sup>2</sup>					
	Kh 100/400	Kh 100/400	Kh 100/400	Kh 100/400	Kh 100/400		

Note 1-5: Se tabel 2 på næste side

### 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 anerkendte receptmørtler. For funktionsmørtler anvendes producentens egne deklarerede værdier.

## Tabel 2: Noter til vejledningskema

### Afgrænsning og forudsætninger

Vejledningen gælder for murermørtler 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 murermørtel som helhed skal være overholdt. Vejledningen gælder for murværk iht. EC6 ifm. nybyggeri og er kun begrænset gældende for renoveringsopgaver.

Det forudsættes, at gældende regler for projektering og udførelse i øvrigt er overholdt, herunder mørtelleverandørens blandede anvisninger (vandtilsætning/tilsætning i øvrigt)

Leverandørens anvisninger om, hvilke mørtler der skal anvendes til hvilke byggesten, går forud for denne vejledning.

### Definition af mørteltyper

Våd:

Receptmørtler, byggepladsfremstillet ud fra en 2 komponent recept.  
Eller leveret som færdig vådmørtel 5)

Tør:

Receptmørtler, leveret som færdigblandet tørmørtel, hvor der kun tilsættes vand på byggepladsen

1)	2 komponent mørtel, bestående af 1 del K 100/750 (vådmørtel) og 2 dele Kh 100/400 (tørmørtel). Kan også leveres som færdig tørmørtel. Dette er en relativt stærk mørtel. Såfremt den 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 ikke blot i fugerne
2)	2 komponent mørtel, bestående af 1 del K 100/750 (vådmørtel) og 1 del Kh 100/400 (tørmørtel). Kan også leveres som færdig tørmørtel. Dette er en relativt stærk mørtel. Såfremt den 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
3)	2 komponent mørtel, bestående af 2 dele K 100/750 (vådmørtel) og 1 del Kh 100/400 (tørmørtel). Bruges hovedsageligt til understrykning af tegltage
4)	2 komponent mørtel, bestående af 1 del K 100/250 (vådmørtel) og 1 del Kh 100/400 (vådmørtel). Bruges hovedsageligt til opklæbning og efterklæbning på isoleringsplader som kork og Ytong
5)	Denne mørtel, K 100/750, 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

## MX eksponeringsklasser

### Fuger i murværk

I tabellen på foregående side ses anbefalede kombinationer af mørteltyper, 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 kalk.dk

### Eksponeringsklasser MX1 til MX5 og holdbarhed (durability)

Eksponeringsklassen betegnet med et "MX-." fastlægger den belastning i form af fugt, frost, vandpåvirkning, salte og kemikalier, 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 tabel 3 og på kalk.dk
2. Når eksponeringsklassen er fastlagt, vælges den nødvendige mørtelstyrke ud fra vejledningsskemaet, tabel 1 samt krav til vedhæftningsevne.
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 mekanisk styrke.

En stærkere mørtel end nødvendigt kan forårsage revner i murværket, f.eks. pga. temperaturbetingede bevægelser, svind etc.

## Tabel 3

### Murværkets eksponeringsklasser MX-klasser:

#### MX 1: Tørt murværk ikke udsat for fugt/vand.

Indvendigt murværk i beboelse og kontorer. Pudset murværk og udvendige hulmures bagmur, der har lille sandsynlighed for at blive fugtigt.

#### MX 2.1: Murværk udsat for fugt eller vandpåvirkning.

Indvendigt murværk udsat for højt niveau af vanddamp og fugt. Udvendigt murværk, der er beskyttet af tagudhæng eller lignende, og som ikke er udsat for kraftig slagregn eller frost.

#### MX 2.2: Murværk udsat for fugt eller vandpåvirkning.

Murværk, der ikke er eksponeret for frost eller kemikalier, og som er placeret i ydermure med tagudhæng, og som ikke er udsat for kraftig slagregn eller frost.

#### MX 3.1: Murværk udsat for fugt eller vandpåvirkning samt frost og tø beskyttet af tagudhæng.

Murværk som klasse MX2.1 eksponeret for frost/tø-cykler samt for fugt og nogen vandpåvirkning. Murværk som klasse MX2.1 udsat for frost og tø.

#### MX 3.2: Murværk udsat for fugt eller vandpåvirkning samt frost og tø.

Murværk som i klasse MX 2.2 eksponeret for frost/tø-cykler samt for fugt og megen vandpåvirkning uden tagudhæng.

#### MX 4: Murværk udsat for saltmættet luft eller havvand.

Murværk i kystområder og saltbelastning samt i nærheden af veje, der saltes om vinteren.

#### MX 5: Murværk i et aggressivt kemisk miljø.

Murværk der er i kontakt med meget sur jord, forurenede jord/grundvand. Murværk i nærheden af industriområder, hvor aggressive kemikalier føres gennem luften.

# Ydre påvirkninger

## Sådan påvirkes dit murværk af vind og vejr

Murværk udsættes for mange forskellige påvirkninger fra vind og vejr. Det stiller store krav, ikke kun til valg af mursten og mørtel, men også bygningens udformning og beliggenhed samt murværkets konstruktion.

## Vandpåvirkning

Eksempler på parametre, der har betydning for, om murværket er kraftigt vandpåvirket og/eller saltholdigt belastning er angivet i tabel 4

Tabel 4: 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

## Saltpåvirkning

Tabel 5 angiver parametre for vurdering af, hvorvidt murværket skal henregnes til eksponeringsklasse MX4.

Saltpåvirkning fra havet kan aflæses ved hjælp af zonerne på figur 1.

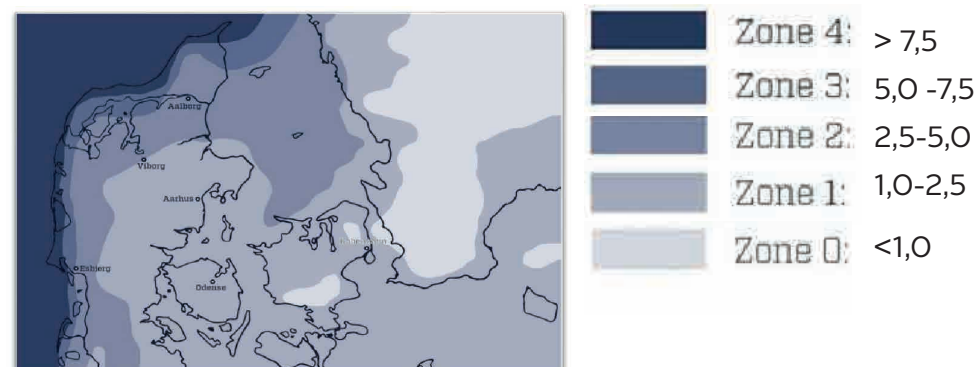
Er der risiko for, at murværket udsættes for salt fra kraftig tøsaltning, skal det ligeledes henregnes til MX4.

Parametre	Mest kritisk	Mindst kritisk
Salt	Tøsaltning, vestvendte kyster	Andre kyster, indland

## Kort over saltbelastning i Danmark.

Murværk i zone 2, 3 og 4 bør henregnes til MX4, med mindre bygningen ligger beskyttet i parcelhusområde, by eller anden lægiver.

Tabel 5



Zonerne på kortet viser saltbelastning som deposition af natriumioner i ton pr. km<sup>2</sup> pr. år.



# Afdækning

## Afdækning af nyopført murværk

Afdækning under udførelsen og konstruktiv beskyttelse bør indgå i overvejelserne allerede under projekteringen, og det bør overvejes, hvorvidt det er muligt at foretage tilstrækkelig afdækning af murværket under opførelsen, eller om totalinddækning er nødvendig.

Risikoen for udfældninger og misfarvninger kan minimeres ved at beskytte nyopført murværk i opførelsesperioden og indtil mørtlen er hærdet færdigt, og med konstruktiv beskyttelse indarbejdet i det færdige murværk.

Afdækningsmetoder som f.eks. løbende afdækning, afskærmet stillads evt. forsynet med "halvtæg" eller totalafdækning er ikke kun faktorer, der kan tilgodese en række hensyn til økonomi og tid, men i endnu højere grad tiltag, der kan sikre en tilfredsstillende kvalitet af det færdige murværk.

I vinterperioden, hvor temperaturen kommer under 5 grader skal materialer og murværk også beskyttes med isolering, så der ikke opstår frostskeer i murværket. Vinterbyggeri er omfattet af Vinterbekendtgørelsen som dækker tiden fra 1. november til 31. marts.

Den mest anvendte vinterforanstaltning ved muret byggeri er teltoverdækning, som sikrer både medarbejdere og materialer og forkorter byggeperioden

## Fakta om afdækning

Helårsafdækning er det, som minimum kræves året rundt. Det skal beskytte mod både nedbør, sol og udtørring.

Vinterafdækning er tillægsforanstaltninger, som udføres sammen med helårsafdækningen om vinteren.

Afdækningen skal være tætsluttende ind mod en allerede opført bagmur, således at regnvand ikke ledes ned i isoleringen.

Murværk under opførelse og nyligt opført murværk skal beskyttes mod nedbør.

Opmuring og fugning skal standses i perioder med kraftig regn. Teglsten, mørtel og murværk skal afdækkes.

Stenpaller afdækkes med plasthætter eller lignende ved nedbør og arbejdstids ophør.

# Minutsug

## Minutsug og sugeevne

Det anbefales, at mørteltype og stenenes sugeevne passer til hinanden.

Stenenes sugeevne kan karakteriseres ud fra egenskaben minutsugning og inddeles i denne vejledning i 5 klasser:

**Tabel 6: Klasser for minutsug**

Klasse	Minutsug kg/m <sup>2</sup>
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

## Generelt om minutsug og fugt

Sten med lavt og meget lavt minutsug bør kombineres med en kalktilpasset mørtel i MX klasse 3.1  
Det anbefales altid at foretage en prøveopmuring samt at undgå de mest vandholdige mørtler.

Sten med højt og meget højt minutsug bør kombineres med en kalktilpasset mørtel i MX klasse 5  
Eks. Rødvig Jura mørtel Kh 100/400  
Det anbefales altid 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.

# Korrekte fuger

## Fugefærdiggørelse og fugefinish

Det anbefales at anvende 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 våd- og tørmørtler.

Der skelnes mellem skrabefuge og glattet fuge, dvs. mellem ru eller glat overflade. Vi anbefaler kun, at man anvender skrabefuge pga. bevaring af diffusionsåbentheden.

Generelt skal fugefærdiggørelsen udføres iht. producentens anvisninger

Dog bør man ved alle kalkmørtler, dvs. både våd- og tørmørtel, færdiggøre med ru overflade, dvs. en skrabefuge

For mange funktionsmørtler 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 note 5 i tabel 2

## Efterbehandling

Det bør tilstræbes at mure blankt murværk så rent, at afsyring overflødiggøres. Eventuelle mørtelrester bør fjernes med en ren kost.

Kalk er basisk og baser og syrer neutraliserer hinanden. Det bevirker at en del af mørtlen ødelægges, hvis man vasker med saltsyre.

Desuden kan afsyringen give farveforandringer (saltudfældninger) i mursten og fuger.

Afsyringen bør kun udføres én gang og foretages oppefra og ned.

Syren skal udskiftes med mellemrum, idet forurenede saltsyre kan fremkalde misfarvninger.

Vi anbefaler, at man kun afsyrer med syreerstatning eller eddikesyre blandet i forholdet 1:10 med vand.

Afsyring skal konfereres med teglværket, idet der kan være iblandet pigmenter eller kemikalier, for eksempel mangan, i det rå ler, som ikke tåler afsyring, men generelt er der ingen særlige regler for røde mursten. For gule og roséfarvede teglsten er det vigtigt, at der tilføres så lidt syre som muligt. Blådæmpede og manganholdige teglsten tåler ikke syre.

Afsyring må KUN udføres udendørs, må kun foretages én gang og altid oppefra og nedefter!

## Samlet pris for opmuring af byggeri

Sammenligning mellem forskellige mørteltyper v/100.000 mursten

	Cement Funktionsmørtel	Rødvig Joramørtel Kh 100/400	Rødvig Joramørtel KKh 20/80/475 indfarvet
Mursten	4,00	4,00	4,00
Mørtel	1,00	1,40	2,00
Øvrigt materiale; binder, pap, dilationsfuge etc.	1,50	1,50	1,50
Fortjeneste; forhandler/tømmerhandel	1,00	1,00	1,00
Mester salær	1,00	1,00	1,00
<b>Samlet pris materialer</b>	<b>8,50</b>	<b>8,90</b>	<b>9,50</b>
Svendeløn inkl. arbejdsmand	9,00	9,00	9,00
Sociale ydelser	3,00	3,00	3,00
Overhead/spild	1,50	1,50	1,50
<b>Samlet pris lønninger</b>	<b>13,50</b>	<b>13,50</b>	<b>13,50</b>
Omkostninger byggeplads	5,00	5,00	5,00
Fortjeneste	3,00	3,00	3,00
Diverse	1,50	1,50	1,50
<b>Samlet pris byggeplads/fortjeneste</b>	<b>9,50</b>	<b>9,50</b>	<b>9,50</b>
Rådgiver honorar/ renter etc	9,00	9,00	9,00
<b>I alt pr. opmuret mursten</b>	<b>40,50</b>	<b>40,90</b>	<b>41,50</b>
<b>I alt pr. m<sup>2</sup> (63 sten pr. m<sup>2</sup>)</b>	<b>2.551,50</b>	<b>2.576,70</b>	<b>2.614,50</b>