

## MUREMØRTLER

24.01.2018

*Begrebsafklaring*

### Indledning

Ved en høring i Rådvad i 2016 om murermørtler, blev vi opmærksomme på at udtrykkene eksempelvis kalk, kalkmørtel, hydratmørtel, hydraulisk kalkmørtel, vådmørtel og cement bruges meget upræcist indenfor murerfaget og synes at medvirkende til at skabe forvirring om fagets materialer og metoder.

En gruppe af videnpersoner, nedsat af Nordisk Forum For Bygningsskalk har siden arbejdet for at skabe klarhed over begreberne og har udarbejdet et ganske detaljeret notat der giver en logisk, historisk og teknisk afklaring af, hvad der er hvad, hvad det hedder, samt anvendelsesmulighederne for de forskellige mørteltyper.

*Notatet (med betegnelsen "forslag 6") repræsenterer viden fra forskere og fagfolk fra Nordisk Forum for Bygningsskalk, DTU-BYG, TI-Murværk, Kunstakademiets Arkitektskole, Center for Bygningssbevaring i Raadvad og Bygningsskultur Danmark.*

### ***Et papir***

*Januar 2018*

*Nærværende "papir" er et uddrag af ovennævnte notat, redigeret af docent, civilingeniør. Anders Nielsen, sektionsleder akademiingeniør Linda Peitersen, lektor, arkitekt MAA Søren Vadstrup, centerleder arkitekt MAA Anne Lindegaard og arkitekt MAA Søren Bøgh, og har til hensigt at give en mere let læselig oversigt over begreber og anvendelse, til brug på byggepladserne og i undervisningen.*

*Der skelnes i mellem murermørtler, fugemørtler og pudsmørtler. Ingredienserne er de samme, men at der kan være forskellige krav til sammensætning afhængig af, hvad mørtlen skal bruges til. Papiret her drejer sig om mørtel til opmuring*

### Generelt

Mørtler består af bindemiddel, tilslagsmateriale (grus/sand) og vand og hærder enten med luft eller vand. Luftkalk som bindemiddel hærder med luft og hydrauliske bindemidler med vand

### Bindemidler

**Luftkalk** er et bindemiddel der hærder med luft. Den fremstilles ved at brænde kalksten fra et kalkbrud, i en kalkovn ved ca. 900 °C. Ved denne proces afgiver kalkstenen kuldioxid til luften. Den brændte kalk læskes herefter, dvs. der tilsættes vand, enden så lidt at kalken danner et pulver (hydratkalk), eller så meget at der dannes et blødt dejagtigt stof, der kan lagres i en kalkkule frostfrit i jorden (kulekalk). Når den læskede kalk, efter indmuring hærder til en hård kalksten igen, sker det kemisk ved at optage kuldioxid fra luften og afgive vand. Hærdningen med luft kaldes karbonatisering. Heraf kommer navnet "luftkalk", hvilket også er det almindelige udtryk i de fleste andre lande i Europa, bl.a. for at skelne denne "lufthærdende" kalk fra den "vandhærdende" hydrauliske kalk.

**Hydraulisk kalk** er et bindemiddel der hælder både med luft og vand, fordi det indeholder både luftkalk og såkaldte klinkerminerale.

Der er to hovedtyper hydraulisk kalk.

*Naturligt hydrauliske kalktyper* kaldes NHL og fremstilles ved brænding og tørlækning af lerholdige kalksten.

*Andre hydrauliske kalktyper* kaldes HL og fremstilles af kalksten, der inden brændingen bliver blandet med ler eller bjergarter, der indeholder silicium-, jern- eller aluminiumforbindelser. Efter brændingen tørlækkes materialet.

De hydrauliske kalktyper betegnes med deres forkortelser efterfulgt af et tal, som angiver styrken. NHL 3,5 angiver således en naturlig hydraulisk kalk med en trykstyrke på 3,5 MPa i henhold til den Europæiske Murværksnorm.

Navnet 'hydraulisk kalk' er afledt af det græske ord 'hydro' for vand.

**Cement** fremstilles af råmaterialer, der indeholder kalksten, silicium, jern, og aluminiumforbindelser i et sådant blandingsforhold, at der kun dannes klinkerminerale ved brændingen. Brændingen foregår ved 1450 – 1500 °C i en skråtstillet roterovn. Råmaterialerne glider ned gennem ovnen og undervejs formes de til kugler, såkaldte cementklinker. Cementklinkerne pulveriseres i en kuglemølle. Pulveret kan herefter hærde alene med vand. Hærdningen med vand kaldes hydratisering og foregår inden for de første timer og dage.

Til murerarbejde anvendes mest Mestercement og Basiscement, som begge er portlandcementer.

### **Tilslagsmaterialer**

Tilslagsmaterialer er grus/sand. Materialerne kommer enten fra grusgrave eller fra havbunden.

Grus fra grusgrave, bakkegrus, er skarpkantet, lerholdigt og let beigefarvet.

Grus fra havbunden, søsand, er fri for ler, afrundet af havets bevægelser og gråt.

### **Murerfagets gængse mørteltyper**

**Luftkalkmørtel** er en mørtel der fremstilles på et mørtelværk med luftkalk som bindemiddel.

**Vådmørtel** er mørtler der fremstilles på et mørtelværk med luftkalk som bindemiddel. De leveres med fra 3,5% til 12% bindemiddel. Typerne med 3,5%, 5,1% og 6,6% luftkalk indeholder for lidt bindemiddel til at de må anvendes alene. De er mellemprodukter, såkaldt kalktilpassede mørtler, beregnet til at blive blandet med cement på byggepladsen lige inden brug. Vådmørtler kaldes også af og til Kulekalksmørtel.

**Bakke mørtel** er vådmørtel med luftkalk som bindemiddel og med bakkegrus som tilslag.

**Strandmørtel** er vådmørtel med luftkalk som bindemiddel og med søsand som tilslag.

**Tørmørtel** er betegnelsen for mørtler der fremstilles på fabrik med tørre bindemidler og ovntørrede tilslagsmaterialer. Blandingsforholdene fremgår af varedeklarationen og på byggepladsen skal der blot tilsættes vand

**Hydrauliske kalkmørtler**, er mørtler med hydraulisk kalk som bindemiddel. Mange hydrauliske mørtler leveres som tørmørtler med bindemiddel blandet af luftkalk (hydratkalk) (K) og hydraulisk kalk (Kh). F.eks. betyder en KKh 20/80/475 en mørtel i blandingsforholdet 20 kg hydratkalk, 80 kg hydraulisk kalk og 475 kg grus.

**Receptmørtler** er mørtler med luftkalk og cement som bindemiddel. De kaldes også kalk-cementmørtler eller KC-mørtler. Deres sammensætning, recepten, er bestemt i EU-normen. F.eks. betyder KC 50/50/700 en mørtel i blandingsforholdet 50 kg luftkalk, 50 kg cement og 700 kg grus. Sammensætningen bestemmer, hvilke styrker der må regnes med. - Receptmørtler leveres enten blandet fra fabrik som tørmørtel, eller blandes på byggepladsen af vådmørtel. Vådmørtel med 3,5%, 5,1% eller 6,6% luftkalk blandes med cement efter leverandørens anvisning. Der må bruges fire receptmørtler KC 60/40/850, KC 50/50/700, KC35/65/650 og KC 20/80/550. Den sidste er den stærkeste.

**Funktionsmørtler** er mørteler, der opfylder et bestemt styrkekrav i henhold til den europæiske murværksnorm. De betegnes med et M ( for mørtel eller på engelsk mortar) efterfulgt af styrketallet. En M 2,5 er således en mørtel der har en 28 døgns trykstyrke på 2,5 MPa. Der stilles ingen krav til funktionsmørtlernes sammensætning. Det vides dog, at de mest almindeligt brugte funktionsmørtler i Danmark udelukkende har cement som bindemiddel (ren grus og cement) og tilsat additiver der gør dem anvendelige til at arbejde med.

Luftkalkmørtel med betegnelsen M $\frac{1}{2}$  i henhold til den europæiske murværksnorm er en mørtel med en 28 døgns trykstyrke på  $\frac{1}{2}$  MPa.

**Læskemørtel** er en mørtel hvor den brændte luftkalk først læses under selve mørtelfremstillingen (tilsætning af grus og vand). Læskemørtel kan produceres med vilkårligt indhold af kalk. Man skal være opmærksom på at der kan opstå en voldsom varmeudvikling under fremstillingen. Teknikken er den, som blev anvendt i middelalderen. Man er blevet opmærksom på den i det seneste tiår.

**Kulekalksmørtel** består af luftkalk, lagret i jorden i en frostsikker kalkkugle, og grus. Mørtlen kan eksempelvis sammensættes i forholdet 1 del lagret luftkalk og 3 dele grus tilsat vand. Vådmørtler kaldes også af og til Kulekalksmørtel.

**Bastardmørtel** er en blanding af luftkalkmørtel og cementmørtel. De to mørteltyper fremstilles hver for sig og blandes derefter i et bestemt forhold. Mørteltypen blev anvendt før i tiden, men anvendes stort set ikke længere.

### **Anvendelsesmuligheder for murerfagets gængse mørteltyper**

**Luftkalkmørtel** er en vådmørtel der kan anvendes til opmuring af stort set det meste tæt lavt byggeri og er meget anvendelig til vedligeholdelse og istandsættelse (renovering og restaurering) af ældre bygninger. Dog skal man være opmærksom på styrkeparametrene og foranstaltningerne i forbindelse med vinterbyggeri.

Afrensning efter opmuring kan ske med en svag saltsyre i nøje overensstemmelse med murerfagets anvisninger.

Herved afdækkes luftkalkens krystaller således at der i lysets brydning opstår et dobbelt genskind. Mørtlen danner en kapillaråben overflade der er i stand til at ensrette fugttransporten indefra og ud. Den meget lange "åbningstid" (reaktionstid med kuldioxid) bevirker at den opblandede mørtel kan anvendes i lang tid, blot overfladen dækkes til. Mørtelens gode fleksibilitet bevirker at revnedannelser på grund af eventuelle sætninger i murværket følger fugerne og medvirker til et "sejt" brud der ikke knækker murstenene. Herved opretholdes bæreevnen stort set.

**Receptmørtler** (Kalk- Cement mørtler) anvendes såvel som vådmørtel som tørtmørtel til større skalmurs byggerier. Det er de statiske beregninger der afgør mørtlens indhold af hydrauliske bindemidler (cement og lign.)

Man skal være opmærksom på at oprøring kun må udføres i 15 min. samt, at den oprørte mørtel påbegynder hærningen så hurtigt, at den skal bruges indenfor 2-3 timer. Herefter begynder den ubrugte hydrauliske del af mørtelen at hærde. Man må aldrig blande vand i og genoprøre receptmørtel der har påbegyndt hærningen, da man herved svækker mørtelens styrkeegenskaber markant.

Så længe der er en ligelig eller overrepræsentation af luftkalk i mørtlen, kan afrensning foretages som omtalt under luftkalkmørtel.

**Funktionsmørtels** anvendelsesmuligheder hentes direkte ud af ingeniørernes statiske beregninger. Der er ingen regler for materialesammensætningen når blot mørtlen overholder de deklarerede styrkebetegnelser

Bortset fra luftkalkmørtlen M $\frac{1}{2}$  vides, at de mest almindeligt brugte funktionsmørtler i Danmark har cement som bindemiddel og for at gøre dem bearbejdelige tilsættes plastificerings stoffer.

Kun M $\frac{1}{2}$  kan afrensnes efter murerfagets traditionelle metoder. Saltsyre er ikke virksomt overfor cement, der skal mures "rent".

Funktionsmørtler, med undtagelse af M $\frac{1}{2}$ , skal bruges indenfor 2-3 timer. Herefter begynder den ubrugte mørtel at afhærde. Man må aldrig blande vand i og genoprøre en stivnet eller halvstivnet funktionsmørtel da man herved vil svække mørtelens styrkeegenskaber markant.

## De forskellige mørteltypers styrkeforhold samt anvendelsesmuligheder

**Skema over en indbyrdes vurdering af de 8 mørteltypers mekaniske egenskaber, fugtkemiske egenskaber og håndværksmæssige egenskaber. Vurderingsskala fra 1-4, hvor tallet 4 repræsenterer de bedste egenskaber.**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Mørteltype	Luft kalk Læskemørtel	Luft kalk Kulekalk	Hydr. kalk	Hydr. kalk	Hydr. kalk	Portland. Cement	Portland. Cement	Portland. Cement
Gl. og ny betegnelse	K / CL	K / CL	KKh / NHL	KKh / NHL	KKh / NHL	KC / HL	KC / HL	KC / HL
Rummål	1:1	1:3	2:1:9	1:1:6	1:2:9	2:1:9	1:1:6	1:2:9
Vægtmål	100/750	100/400	50/50/700	35/65/650	20/80/550	50/50/700	35/65/650	20/80/550
Trykstyrke	Ej unders.	0,5 MPa	2,0 MPa	3,5 MPa	5,0 MPa	2,0 MPa	3,5 MPa	5,0 MPa

**Værdierne i skemaerne herunder er et skøn der ikke er baseret på egentlige målinger eller forskning**

### Mekaniske egenskaber:

Trykstyrke	3	1* (2)	2	3	3	3	4	4
Bøje-træk-styrke	4	2* (4)	4	4	3	3	2	1
Elasticitet	4	4	3	3	3	2	1	1

### Fugdynamiske egenskaber:

Kapillarsugning	4	3	2	2	2	2	1	1
Udtørring	4	4	3	2	2	2	1	1
Frostfasthed	4	4	4	4	4	4	3	3

### Håndværksmæssige egenskaber:

Bearbejdelighed	4	4	4	3	3	3	2	1
Vedhæftning	3	3	3	3	4	4	3	3
Hærdningsmønster og -hastighed	1	1	3	3	3	3	4	4

\* : Ved grus med korrekt kornkurve forbedres trykstyrke og bøje-trækstyrke til hhv. 2 og 4

### Yderligere oplysninger kan fås ved henvendelse til:

TI-Murværk, sektionsleder akademiingeniør Linda Peitersen: e-mail lip@teknologisk.dk, telefon: 72202331

Kunstakademiets Arkitektskole, lektor, arkitekt MAA Søren Vadstrup: e-mail soren.vadstrup@kadk.dk, 41701770

Center for Bygningsbevaring i Raadvad, centerleder arkitekt MAA Anne Lindegaard: e-mail alin@bygningsbevaring.dk, telefon: 45969990

Docent, civilingeniør Anders Nielsen: e-mail kiogan@webspeed.dk, telefon 30504191

Arkitekt MAA Søren Bøgh: e-mail soren.bogh@me.com, telefon 40552658

**Godkendt til udsendelse:** Dato 24.01.2018

Linda Petersen, Anders Nielsen, Søren Vadstrup, Anne Lindegaard, Søren Bøgh