



MUREMØRTLER - RÅMATERIALER, MØRTELTYPER, ANVENDELSE

Der skelnes normalt mellem muremørtler, fugemørtler og pudsmørtler. Ingredienserne er imidlertid de samme, men 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 et eller to bindemidler, tilslagsmateriale (grus/sand) og vand og de hærder enten med luft eller vand. Luftkalk som bindemiddel hærder med kuldioxid fra luften og hydrauliske bindemidler med vand.

BINDEMIDLER

Luftkalk

er et bindemiddel, der hærder ved at optage CO₂ fra luften. Den fremstilles ved at brænde kalksten fra et kalkbrud i en kalkovn ved ca. 1000 °C. Ved denne proces afgiver kalkstenen kuldioxid til luften. Den brændte kalk læskes herefter, dvs. der tilsættes vand, enten så lidt at kalken danner et pulver, *hydratkalk*, eller så meget at der dannes *kalkdej*. Kalkdejen kan anvendes straks efter læskningen og kaldes da *stampekalk*. Den kan også lagres frostfrit i jorden i flere år; herved ændres egenskaberne og bindemidlet kaldes nu *kulekalk*.

Når den læskede kalk efter indmuring hærder til en hård kalksten igen, sker det kemisk ved at kalken optager kuldioxid fra luften og afgiver 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.

Luftkalk betegnes med forkortelsen CL (Calcium Lime)

Hydraulisk kalk

er et bindemiddel der hærder både med luft og vand, fordi det indeholder både luftkalk og såkaldte klinkerminerale. Der er to hovedtyper hydraulisk kalk.

- *Naturligt hydrauliske kalktyper* kaldes NHL (Natural Hydraulic Lime) og fremstilles ved brænding og tørlækning af lerholdige kalksten.
- *Andre hydrauliske kalktyper* kaldes HL (Hydraulic Lime) og fremstilles af kalksten, der er inden brændingen bliver blandet med ler eller bjergarter, der indeholder silicium-, jern- eller aluminiumforbindelser. Efter brændingen tørlækkes materialet.

De hydrauliske kalktyper betegnes med deres forkortelse efterfulgt af et tal, som angiver styrken. NHL5 angiver således en naturlig hydraulisk kalk med en trykstyrke på 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 Basisement, 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, *strandsand/søsand*, er fri for ler, afrundet af havets bevægelser og gråt.



MØRTEL

Luftkalkmørtel

er en mørtel der fremstilles 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.
- **Tørmørtel** er betegnelsen for mørtler der fremstilles på fabrik med tørre bindemidler (luftkalk, hydraulisk kalk eller cement) og oventørrede tilslagsmaterialer. Blandingsforholdene fremgår af varedeklarationen og på byggepladsen skal der blot tilsættes vand.
- **Bakkemørtel** er vådmørtel med luftkalk som bindemiddel og med bakkegrus som tilslag.
- **Strandmørtel** er vådmørtel med luftkalk som bindemiddel og med strandsand/søsand som tilslag.
- **Læskemørtel** er en mørtel hvor den brændte luftkalk først læskes under selve mørtelfremstillingen (tilsætning af grus og vand). Læskemørtel kan produceres med et vilkårligt indhold af luftkalk. 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 mere opmærksom på denne i det seneste tiår.
- **Kulekalksmørtel** består af luftkalk, lagret i en frostsikker kalkkule, og grus. Mørtlen kan eksempelvis sammensættes i forholdet 1 del lagret luftkalk og 3 dele grus tilsat vand, hvilket giver en bindemiddelprocent på 12%.

Hydraulisk kalkmørtel

er en mørtel med hydraulisk kalk (Kh) som bindemiddel. En mørtel med betegnelsen Kh 100/400 indeholder 100 kg hydraulisk kalk og 400 kg grus. Hydrauliske mørtler leveres ofte som tørmørtler med bindemiddel blandet af tørlæsket 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.

Kalk-cementmørtel

er en mørtel med luftkalk (K) og cement (C) som bindemiddel. F.eks. betyder KC 50/50/700 en mørtel i blandingsforholdet 50 kg luftkalk, 50 kg cement og 700 kg grus.

Receptmørtler

er mørtler hvis sammensætning, recepten, i henhold til Murværksnormen*) bestemmer hvilken styrke, der må regnes med i ingeniørberegningerne. Der må bruges fire KC-mørtler: KC 60/40/850, KC 50/50/700, KC35/65/650 og KC 20/80/550 (hvor den sidste opnår den højeste styrke) og to mørtler med hydraulisk kalk: KKh 20/80/475 og Kh 100/400. Receptmørtler leveres som tørmørtel. KC-typerne kan også blandes på byggepladsen af vådmørtel med 3,5%, 5,1% eller 6,6% luftkalk og cement efter leverandørens anvisning.

Funktionsmørtler

er mørtler, 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 M2,5 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 indtil nu (2018) mest almindeligt brugte funktionsmørtler i Danmark har cement som bindemiddel (ren grus og cement) og er tilsat additiver, der gør dem anvendelige at arbejde med. Der fremstilles dog nu også funktionsmørtler med luftkalk og hydraulisk kalk som bindemiddel.

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.

*) DS/EN 1996-1-1 DK NA:2014 Nationalt annekst til Eurocode 6: Murværkskonstruktioner.

**) DS/EN 998-2-2010 Specification for mortar for masonry - Part 2: Masonry mortar



ANVENDELSE

Luftkalkmørtel

er meget anvendelig til vedligeholdelse og istandsættelse af ældre bygninger. Ved nybyggeri må den kun anvendes til ikke-bærende vægge, medmindre den er deklareret som funktionsmørtel. Dog skal man være opmærksom på styrkeparametrene og foranstaltningerne i forbindelse med vinterbyggeri, helt ned til +5 grader C, hvor karbonatiseringen stort set går i stå.

Mørtlen danner en kapillaråben overflade der er i stand til at ensrette fugttransporten indefra og ud. Den meget lange "åbningstid" (reaktionstid med kuldioxiden) bevirker at den opblandede mørtel kan anvendes i lang tid, blot overfladen dækkes til. Mørtlens gode fleksibilitet bevirker at revnedannelser på grund af eventuelle sætninger i murværket følger fugerne og medvirker til et "sejt" brud, der ikke knækker murstenene.

Hydraulisk kalkmørtel

kan anvendes til opmuring af stort set det meste tæt lavt byggeri og til større skalmursbyggerier. Den er meget anvendelig til vedligeholdelse og istandsættelse af ældre bygninger.

Man må aldrig blande vand i og genoprøre en hydraulisk kalkmørtel der har påbegyndt hærningen, da man herved svækker mørtlens styrkeegenskaber markant.

Receptmørtler

Kalk-cementmørtler anvendes såvel som vådmørtel som tørmørtel til større skalmurs-byggerier. Det er de statiske beregninger, der afgør mørtlens indhold af cement. Kalk-cementmørtler (KC-mørtler) egner sig ikke til vedligeholdelse og reparation af murværk m.v. på ældre bygninger, da de er for hårde, tætte og stærke.

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 mørtlens styrkeegenskaber markant.

Funktionsmørtler

Anvendelsesmulighederne hentes direkte ud af ingeniørernes statiske beregninger. Der er, som nævnt ovenfor, ingen regler for materialesammensætningen, når blot mørtlen overholder de deklarerede styrkebetegnelser. Man skal være opmærksom på, at de cementholdige mørtler ikke kan afrenses med saltsyre, da denne ikke er virksom overfor cement. Der skal i stedet mures "rent".

Funktionsmørtler, med undtagelse af dem der er baseret på luftkalk, skal anvendes 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.

Funktionsmørtler egner sig ikke til vedligeholdelse og reparation af murværk og fuger m.v. på ældre bygninger, da de er for hårde, tætte og stærke.

SKEMA over de forskellige mørteltypers egenskaber

Skemaet viser sammenhængen mellem 8 forskellige mørteltypers betegnelser, trykstyrker, mekaniske egenskaber, fugtkemiske egenskaber og håndværksmæssige egenskaber. Vurderingsskala fra 1-4, hvor tallet 4 repræsenterer de bedste egenskaber, er udført af Søren Vadstrup.

Mørtel nr.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Mørteltype Gl. og ny betegnelse	Luftkalk Læskemørtel K / CL	Luftkalk Kulekalk K / CL	Hydr. kalk KKh / NHL	Hydr. kalk KKh / NHL	Hydr. kalk KKh / NHL	Portland. Cement KC / HL	Portland. Cement KC / HL	Portland. Cement 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
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 mørtelsand med korrekt kornkurve forbedres trykstyrke og bøje-trækstyrke til hhv. 2 og 4



Efterskrift

Notatet er skrevet af docent, civ.ing. Anders Nielsen, lektor, arkitekt MAA Søren Vadstrup, centerleder arkitekt MAA Anne Lindegaard og arkitekt MAA Søren Bøgh.

Nærværende tekst er suppleret på enkelte punkter, bl.a. skemaet på forrige side, af Søren Vadstrup, a.h.t. anvendelsen til undervisningen i bygningsrestaurering og hjemmesiden www.bevardithus.dk. Dette [link](#) føre hen til det oprindelige Notat på Nordisk Kalkforums hjemmeside.

Notatet er blevet til, fordi vi ved en høring i Rådvad i 2016 om muremørtler, blev opmærksomme på at udtrykkene eksempelvis kalk, kalkmørtel, hydratmørtel, hydraulisk kalkmørtel, vådmørtel og cement bruges meget upræcist indenfor murerfaget og dette synes medvirkende til at skabe forvirring om fagets materialer og metoder.

En gruppe af videnpersoner, nedsat af Nordisk Forum for Bygningskalk, 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. Dette notat har dannet baggrund for en revision af Kalkforums hjemmesides afsnit om materialerne. Notatet repræsenterer viden fra forskere og fagfolk fra Nordisk Forum for Bygningskalk, DTU-BYG, TI-Murværkscentret, Kunstakademiets Arkitektskole, Center for Bygningsbevaring i Raadvad og Bygningskultur Danmark. Papiret her er et uddrag af ovennævnte notat. Det har til hensigt at give en let læselig oversigt over begreber og anvendelse til brug på byggepladser, tegnestuerne og i undervisningen.

Yderligere oplysninger kan fås ved henvendelse til:

Kunstakademiets Arkitektskole, forskningslektor, arkitekt MAA Søren Vadstrup: e-mail soren.vadstrup@kadm.dk, telefon 41 70 17 70

Docent, civilingeniør Anders Nielsen: e-mail kiogan@webspeed.dk, telefon 30 50 41 91

Arkitekt MAA Søren Bøgh: e-mail soren.bogh@me.com, telefon 40 55 26 58

Center for Bygningsbevaring i Raadvad, arkitekt MAA Anne Lindegaard: e-mail alin@byggningsbevaring.dk, telefon: 45 96 99 90