

kalk, der fås som et hvidt pulver i sække à 33 $\frac{1}{3}$ kg. Handelsnavnet er HYDRATKALK, og den indeholder urenheder fra de kalksten, hvoraf den er brændt og læsket. HYDRATKALK skal i henhold til DS 414 indeholde mindst 85 vægtprocent ren, læsket kalk, det kemikerne kalder kalkhydrat, og det er kun denne del, der må regnes med som virksomt bindemiddel i mørtlerne; urenheder må regnes at høre til sandet som filler. Tallet for vægtmængden af kalk i mørtelbetegnelserne gælder altså kalkhydrat, og i en mørtel KC 35/65/650 skal der derfor indgå $35 : 0,90 = 39$ kg HYDRATKALK, dersom varen indeholder 90% kalkhydrat.

Disse kalkbetegnelser giver desværre tit anledning til misforståelser. Der er to handelsnavne HYDRATKALK og HYDRAULISK KALK, som let forveksles. Hvad HYDRATKALK er, er lige forklaret, og forklaringen kan også læses i DS 414, hvor der imidlertid ikke står noget om HYDRAULISK KALK. Det er brændt kalk, der også er læsket til pulverform, men den har hydrauliske egenskaber, d.v.s. den kan hærdes under vand ligesom cement, og det kan HYDRATKALKEN ikke. Endelig er der altså betegnelsen kalkhydrat, som gælder kemisk ren, læsket kalk og ikke er en handelsvare for byggeindustrien.

Sandet: Det er der også lidt besvær med. Selv om de i mørtelbetegnelserne efter normen opgivne sandmængder gælder tørt sand, er det jo ikke meningen, at sandet skal tørres, før det kommer i blandemaskinen, men blot, at den mængde sand, der skal anvendes pr. 100 kg bindemiddel, i tør tilstand skal veje netop så meget, som sandtallet angiver. I en mørtel KC 35/65/650 skal der indgå 650 kg tørt sand pr. 100 kg bindemiddel, og for sandet fugtigt, skal der afvejes en større mængde end 650 kg. Er fugtindholdet 4%, hvad der er meget almindeligt, skal der bruges $650 \times 1,04 = 676$ kg af det fugtige sand, idet vandmængden i fugtig sand opgives i procent af tørvægten.

Dersom byggepladsen er indrettet på at blande mørtlerne efter vægt, er problemet ikke stort, idet man blot behøver at kende det procentiske vandindhold i sandet for at regne ud, hvor store mængder, der skal afvejes. Bestemmelsen af vandmængden er hurtigt gennemført, når blot man har en almindelig vægt og en stegepande til sin rådighed; man udtager en gennemsnitsprøve af sandet, vejer den, hælder den ud på stegepanden, tørrer den ved at overhælde den med denatureret sprit og brænde spritten bort én eller to gange og til slut veje det tørre sand. Vandprocenten er da 100 gange vægttabet divideret med tørvægten.

Dersom byggepladsen kun er indrettet på at blande mørtlen efter rumfang, hvilket er tilladt efter normen, er forholdene mere komplicerede, fordi en vis portion af en hvilken som helst sandsort fylder mere i fugtig end i tør tilstand, og fordi rumfangsforøgelsen ved fugtningen kan være meget forskellig fra sandsort til sandsort.

At sand fylder mindre i tør end i fugtig tilstand, er nemt at påvise, f. eks. ved at fylde en tom konservesdåse med fugtigt sand til strøget mål, hælde indholdet ud på en avis og tørre det, og så atter hælde sandet i dåsen; det kan så ikke længere fylde den, og svindet kan være stort. For en bestemt sandsort er det f. eks. fundet, at der i 1 m³ var 1150 kg tørt sand, når sandet indeholdt 3% vand, og 1300 kg tørt sand, når det kun indeholdt 1/2%. Har man fundet, at der pr. blanding skal anvendes 0,5 m³ sand på en byggeplads med 8 blandinger pr. dag, svarer sandforbruget til 4,6 tons tørt sand på dage, hvor sandet indeholder 3% vand, og til 5,2 tons tørt sand på dage efter en tør vejrperiode, hvor vandindholdet er nede på 1/2%. Der bruges altså ca. 0,5 m³ eller ca. 13% for meget sand på de tørre dage. Man kan også udtrykke betydningen af vandindholdets indflydelse på dette sands rumfang ved at konstatere, at man på de våde dage skal købe 9 og på de tørre kun 8 m³ fugtigt sand for at få samme vægtmængde tørt sand leveret.

Det er forhold af denne art, der har ført til, at sandmængderne i mørtelbetegnelserne opgives efter tørvægt. Tages der ikke hensyn til vandindholdets betydning for sandrumfanget, kommer der spring i blandingsforholdene og altså også i mørtelstyrkerne, og det kan ikke tolereres, når det drejer sig om beregnet murværk, hvor murtykkelserne er presset ned til et minimum.

På en byggeplads indrettet på vægtblanding er disse forhold som nævnt uden betydning, men vil man spare anskaffelserne af vægte, og hvad der ellers kræves, og blande efter rumfang, er det nødvendigt at tage hensyn til sandets vandindhold og rumfangsændringer. Det var nærliggende at udarbejde en tabel, som viste, hvor mange kg tørt sand der er i 1 m³ fugtigt sand ved forskellige vandindhold, idet besværlighederne så ind-

Blanding efter vægt, sand

skrænkedes til en bestemmelse af vandindholdet, men rumfangsændringerne varierer fra sandsort til sandsort, og almengyldige skemaer kan derfor ikke opstilles. Men der kan udarbejdes orienterende tabeller, hvor der regnes med et fast vandindhold i sandet, og med en gennemsnitsværdi for vægtmængden af tørt sand i 1 m³ fugtigt, og en sådan tabel er allerede udarbejdet og rundsendt af KØBENHAVNS MURERLAUG. På lignende måde har flere mørtelværker udarbejdet tabeller vedrørende kalkprocenten i de kalkmørtler, de kan levere til kunder, der vil fremstille normens standardmørtler ved blot at sætte cement til på byggepladsen. Disse tabeller giver også oplysning om, hvor meget cement, der skal tilsættes pr. rumfang kalkmørtel, og disse tal er ikke ens, fordi sandsorterne ikke er det.

I DS 414 er der givet udførlig besked om selve mørtelfremstillingen, og her skal reglerne kun gennemgås ganske kort.

Normen skelner mellem murværk i klasse A og i klasse B. I klasse A er murværkets bæreevne udnyttet til det yderste, d.v.s. murtykkelserne er de mindst mulige, og derfor er kontrollen og tilsynet med materialer og arbejdsudførelse særlig streng, så streng at det må ventes, at murværk i klasse A kun sjældent kommer på tale.

Til murværk i klasse A og B skal der blandes efter (1) vægt eller efter (2) rumfang med kontrolvejning.

Blandingsmåde

Ad (1). Forholdene ved blanding efter vægt er tilstrækkeligt omtalte i artiklens første del.

Ad (2). Ved blanding efter rumfang med kontrolvejning skal vejningen sikre, at målekarrerne virkelig rummer de mængder, der svarer til de foreskrevne tørvægte. Karrerne skal være stive, cylindriske med omtrent ens højde og diameter, og de må ikke have buler.

Endelig kan der blandes efter (3) rumfang med kontrollerende målekar, men kun til murværk i klasse B.

Ad (3). Her kræves det kun, at målekarrerne er stive og har en simpel form; bære kan anvendes. Kontrollen med målekarrernes rumfang skal foregå på en af tilsynet godkendt måde.

Ved blanding efter rumfang, hvadenten det er med kontrolvejning eller med kontrollerende målekar, skal karrerne fyldes på samme måde som ved bestemmelsen af deres rumfang, og karrerne skal stå sådan, at de ikke vakler eller ryster under fyldningerne.

Mørtelblandingen skal ske på maskine; de cementholdige mørtler skal have baljekonsistens, når de tømmes ud, og der må ikke senere sættes noget til. Der er dog den undtagelse, at de to cementfattigste mørtler – KC 50/50/750 og KC 35/65/650 – én gang må røres op i baljen med mere vand, men kun dersom de er mindre end 3 timer gamle, og kun dersom de skal bruges til murværk i klasse B. Der skal blandes i mindst 8 minutter i fritfaldsblandere og i mindst 4 minutter i tvangsblendere, i aktivatorer skal blandetiden være mindst 4 minutter, og den må højst være 10 minutter.

Fremstillingen af KC-mørtler på byggepladserne vil kun sjældent ske ved at blande afmålte mængder af hver af de tre delmaterialer kalk, cement og sand. Det hyppigste vil være, at KC-mørtel fremstilles af K-mørtel leveret fra et mørtelværk, og det simpleste for byggepladsen er i så fald at få K-mørtlen leveret med et sådant kalkindhold, at den foreskrevne KC-mørtel kan fremstilles alene ved at sætte cement til.

Det er en ny situation for mørtelværkerne, idet ingen af de i DS 414 nævnte blandingsforhold har vægtforholdet 1:12 mellem kalk og sand som værkernes gængse mørtel K 100/1200. Selv i den kalkrigeste KC-mørtel – KC 50/50/750 – er sandmængden for stor i forhold til kalkmængden, og skulle sådan mørtel fremstilles af gængs K-mørtel fra værk, måtte der altså ikke alene tilsættes cement, men også sand.

De kalkprocenter, man skal forlange ved mørtelblandingen hos værkerne, er let udregnet.

Ønsket mørtel
KC 50/50/750
KC 35/65/650
KC 20/80/550

K-mørtlens kalkprocent
100 x 50: (50 + 750) = 6,3
100 x 35: (35 + 650) = 5,1
100 x 20: (20 + 550) = 3,5.

Kalkprocenten i K-mørtler
til fremstilling af KC-mørtler

Men hvor meget cement skal der så sættes til disse K-mørtler for at ramme de ønskede blandingsforhold, f. eks. hvor mange kg cement pr. hl K-mørtel? For at svare må der regnes lidt, og den bestilte K-mørtels vandindhold og rumvægt må også være kendt.

Vandindhold og rumvægt kan godt bestemmes på byggepladsen, blot stegepande og vægt er til disposition, og værket har præsteret en prøveleverance. Mørtlens vandindhold bestemmes ligesom sandets ved at afveje en mørtelportion, tørre den ved afbrænding med sprit og veje igen. Vandindholdet V pr. kg tør mørtel beregnes da som væggtabet divideret med tørvægten.

Rumvægten bestemmes ved at fylde et målekar på samme måde som ved de senere udmålinger ved blandemaskinen, altså sådan, at mørtlen lejres lige tæt. Målekarrets rumfang kan f.eks. findes ved at se, hvor mange liter vand det kan rumme. Derefter fyldes karret med K-mørtel, og rumvægten R i kg pr. m³ udregnes da som 1000 gange mørtelvægten i kg divideret med rumfanget i liter.

Når disse tal er bestemt – vandindholdet V og rumvægten R – kan regnearbejdet afsluttes, og her må der bruges nogle flere bogstavbetegnelser; de opregnes her.

V: K-mørtlens vandindhold i kg pr. kg tør mørtel

R: K-mørtlens rumvægt i jordfugtig tilstand i kg pr. m³

K: Mængden af tør kalkhydrat pr. hl jordfugtig K-mørtel

C: Mængden af cement pr. hl jordfugtig K-mørtel

S: Mængden af tørt sand pr. hl jordfugtig K-mørtel.

Endvidere skal der bruges to hjælpestørrelser x og y, der kan udregnes i hovedet af tallene i det opgivne blandingsforhold for KC-mørtlen. x er tallet for kalk divideret med 100, og y er tallet for sand divideret med 100. Eksempelvis er x = 0,35 for mørtel KC 35/65/650 og y = 6,5.

Tallene for mængderne af tør kalk og tørt sand i 1 hl jordfugtig K-mørtel samt for den mængde cement, der skal tilsættes, kan nu findes ved indsætning i følgende tre formler:

$$K = \frac{R}{10} \cdot x : ((x+y) \cdot (1+V))$$

$$C = K \cdot (1 \div x) : x$$

$$S = K \cdot y : x$$

Formlerne er udregnet af ligningen $R:10 = K+S+V \cdot (K+S)$, der blot udtrykker, at vægten af 1 hl jordfugtig K-mørtel er lig med summen af, hvad de indgående materialer vejer hver for sig.

Skal der fremstilles en mørtel KC 50/50/750 af K-mørtel fra værk ved tilsætning af cement på byggepladsen, skal K-mørtlens kalkprocent være 6,3. Med en prøve af sådan mørtel har man på byggepladsen fundet

V = 0,13 og R = 1510.

x er $50 : 100 = 0,5$, og y er $750 : 100 = 7,5$. Af formlerne findes da:

$$K = \frac{1510}{10} \cdot 0,5 : ((0,5+7,5) \cdot (1+0,13)) = 75,5 : (8 \cdot 1,13) = 8,35 \text{ kg}$$

$$S = 8,35 \cdot 7,5 : 0,5 = 125,25 \text{ kg}$$

$$C = 8,35 \cdot (1 \div 0,5) : 0,5 = 8,35 \text{ kg}$$

Kontrol:

$$\text{K-mørtlens tørvægt} \quad 8,35 + 125,25 = 133,6 \text{ kg}$$

$$\text{K-mørtlens vandindhold} \quad 0,13 \cdot 133,6 = 17,4 \text{ kg}$$

$$151,0 \text{ kg}$$

$$R : 10 = 151,0 \text{ kg}$$

Da 1 liter alm. Portland-Cement vejer 1,36 kg, kan de 8,35 kg, der skal tilsættes, udmåles som $8,35 : 1,36 = 6,14$ liter.

Dersom den samme KC-mørtel ønskedes blandet af kalk, cement og sand udtaget efter vægt på byggepladsen, måtte der tages hensyn til HYDRATKALKEN's renhedsgrad og sandets vandindhold. Såfremt HYDRATKALKEN indeholdt 89 vægtprocent ren kalk, skulle der afvejes $8,35 : 0,89 = 9,38$ kg af handelsvaren, altså godt 1 kg mere, og denne mervægt skal medregnes som sand. Af sandet skulle der afvejes 125,25 kg tørt, men når der fra kalken tilføres ca. 1 kg tørt sand, skal der altså kun afvejes fugtigt sand svarende til 124,25 kg tørt. Indeholder det fugtige sand 3 vægtprocent vand, skal der afvejes $124,25 \cdot 1,03 = 128,0$ kg.

Dersom der for denne KC-mørtel skal laves en blandeansvisning til brug ved en blandemaskine med en kapacitet på 0,4 m³, kan man overslagsmæssigt regne med, at den færdigblandede mørtel fylder det samme som det fugtige sand alene, og at 1 m³ fugtigt sand indeholder 1300 kg tørt.

Blandemaskinen på 0,4 m³ kan således rumme $0,4 \cdot 1300 = 520$ kg tørt sand. Foran er det fundet, at tørstofmængderne skulle være:

Tallene i parenteserne er tilsvarende, men omregnet til en sandmængde på 520 kg tørt. Da det både er nemmere og sikrere at lade i hvert fald ét af bindemidlerne indgå som en hel sæk, og da kalkmængden her ligger nærmest, omregnes til 1 sæk HYDRATKALK (33,3 kg), og huskes det, at sandet skal afvejes fugtigt, kommer blandeansvisningen til at se således ud:

Ved udregningerne er der medtaget flere decimaler end nødvendigt, og der er afrundet til sidst. I DS 414 kræves det, at delmaterialernes vægt ikke afviger mere end $\pm 5\%$ fra det tilstræbte.

Formler til beregning af kalk, cement og sand

Regne-eksempel

Blandeanvisning

HYDRATKALK	9,38 kg (39,26)
Cement	8,35 kg (34,95)
Sand (tørt)	124,25 kg (520,00)

HYDRATKALK (1 sæk)	33,3 kg
Cement	29,5 kg
Sand (fugtigt, 3% vand)	454,5 kg