

# Muremørtler

Ledeord:  
Muremørtler  
Mørtelfremstilling  
Mørtlers blandingsforhold  
DS 414

Danmark er et af de få lande, hvor kalkmørtel er blevet ved med at spille en væsentlig rolle som muremørtel. Med Dansk Ingeniørforenings norm for murværk - DANSK STANDARD DS 414 (2. udgave, oktober 1977) - og den voksende anvendelse af beregnet murværk har dette forhold imidlertid ændret sig således, at kalkcementmørtlerne er blevet dominerende. Denne ændring er fremkaldt af behovet for mindre murtykkelser og dermed for større bæreevne pr. m<sup>2</sup>, og den er ledsaget af et krav om større sikkerhed med hensyn til blandingsforholdenes overholdelse, herunder ønsket om at der blandes efter vægt. Ganske vist har kalkmørtlens blandingsforhold forud været baseret på blanding efter vægt - muremørtlen skulle således indeholde 7,5 kg kalkhydrat pr. 100 kg tørstof - men så snart der skulle sættes cement til, styrede man efter rumfang. Når der i DS 414, nu sigtes på blanding efter vægt, er det hovedsageligt for at undgå den usikkerhed, som udtagning af sandet efter rumfang medfører, idet det antal kg tørt sand, man får ud af et vist rumfang fugtigt sand, varierer meget betydeligt med sandets fugtighedsgrad og denne variation er tilmed forskellig fra sandsort til sandsort.

I Bygningsreglement 1977 (også benævnt BR 77), der trådte i kraft 1. februar 1977 hedder det bl.a. i afsnittet Konstruktive bestemmelser:

BR 77

Kapitel 5.2 stk. 1: Ethvert byggearbejde skal udføres af gode og til formålet holdbare og velegnede materialer og på en teknisk og håndværksmæssig forsvarlig måde, og

Kapitel 5.2 stk. 2: Bygningskonstruktioner skal kunne modstå de normalt dynamiske påvirkninger. Kravet kan anses for opfyldt, såfremt bygningskonstruktioner dimensioneres og udføres på grundlag af DIF's normer for bygningskonstruktioner: Herunder murværksnormen DS 414.

DS 414 er således en samling bestemmelser, hvis overholdelse skal medvirke til at sikre en rimelig murværkskvalitet.

DS 414

DS 414 omfatter 5 mørtler på kalk- og cementbasis og 3 på murcementbasis, alle med sand som tilslagsmateriale, jvf. tabeller side IV.

I DS 414 angives 2 klasser murværk; klasse A og klasse B. Ved klasse A kan murværket tillades belastet stærkere end ved klasse B, men samtidig er der skærpede regler til materialer, arbejdsudførelse og kontrol.

Murværk i klasse B er mest anvendt og derfor er det fortrinsvis reglerne til mørtler i denne klasse der beskrives.

Ligesom det vil være fordyrende at foreskrive murværk i klasse A på steder, hvor murværk i klasse B er tilstrækkeligt, bør der heller ikke i beskrivelsen forlanges en mørtel, som er stærkere end nødvendigt.

Generelle bestemmelser:

I arbejdsbeskrivelser, specifikationer og ordrer skal mørtler betegnes ved i nævnte rækkefølge at angive: Blandingsforhold samt udmålingsmetode.

Herudover skal i givet fald anføres specifikation for anvendte farve- og tilsetningsstoffer.

Eksempler:

Aktiveret  
KC 50/50/750, vejning  
Maskinblandet  
KC 1:2:11, rumfangs-  
udmåling

---

## Murerfagets byggeblade

## Nr. 22

Murerfagets Oplysningsråd  
Peblinge Dossering 36

Telefon (01) 37 25 00  
2200 København N

December 1979  
Bilag til TEGL 4/79



Ved levering af mørtel fra fabrik skal medfølge specifikation over mørtlens blandingsforhold og sandets kornkurve skal opgives på forlangende; for mørtel til murværk i klasse A skal blandingsforholdet angives som vægtforholdet mellem mørtlens tørstoffer; for mørtel til murværk i klasse B kan blandingsforholdet angives efter rumfang.

Angivne kornstørrelser refererer til maskevidder i trådsigter med kvadratiske masker.

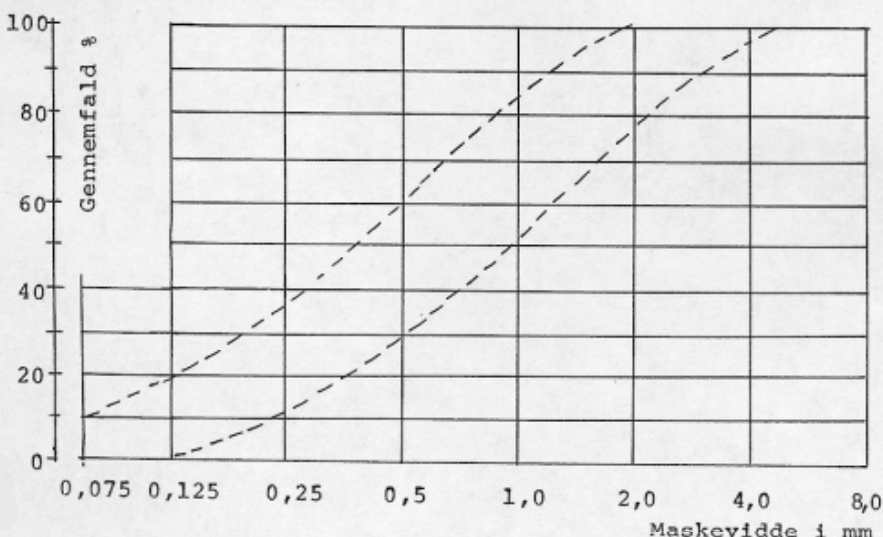
Normens krav til sand er ikke omfattende, men vigtige:

Mængden af korn mindre end 0,06 mm. må ikke være større end 8 vægtprocent.

Sand til murværk i klasse A skal desuden indeholde mindst 2 vægt-pct. korn større end 2 mm. og må ikke indeholde korn større end 4 mm.

Såfremt sandet ikke er så velgraderet, at det giver en tilstrækkelig bearbejdelig mørtel, skal god bearbejdelighed sikres enten ved regulering af kornkurven eller ved anvendelse af et godkendt tilsætningsstof.

Hvis sandets kornkurve kan holdes indenfor de i nedenstående diagram angivne grænser er disse krav opfyldt.



--- Grænsekurver for mørtelsand

I normens mørtelbetegnelser anvendes bogstaver for at angive arten af bindemiddel eller bindemidler og tal til at angive mængden af både bindemiddel og sand.

#### Mørtelbetegnelser

De bogstaver der anvendes til betegnelse af bindemidlernes art, fremgår af følgende liste:

K-mørtel	kalkmørtel
K <sub>h</sub> -mørtel	hydraulisk kalkmørtel
C-mørtel	cementmørtel
KC-mørtel	kalkcementmørtel
M-mørtel	murcementmørtel

I mørtelbetegnelserne efterfølges bogstaverne af to eller tre tal adskilt af skråstreger. Det første eller de to første tal angiver bindemiddelvægte i samme orden som bogstaverne; det sidste tal angiver tørvægten af sand pr. 100 vægtenheder bindemiddel. Er bindemidlet en blanding af to er summen af vægtmængderne altid 100.

Betegnelsen KC 35/65/650, gælder altså en kalkcementmørtel med 650 kg tørt sand pr. 100 kg bindemiddel sammensat af 35 kg kalkhydrat og 65 kg portlandcement.

Kalkbetegnelserne er ikke så klare som ønskeligt og giver desværre nu og da anledning til misforståelser.

Der er to handelsnavne HYDRATKALK og HYDRAULISK KALK, og de kan forveksles. Hydratkalk fremstilles af almindelig brændt kalk ved læskning, men kun med den vandmængde som netop er nødvendig for, at kalken falder hen til et tørt pulver. Hydratkalk skal efter DS 414 indeholde mindst 85 vægtprocent ren læsket kalk, det kemikerne kalder kalkhydrat. Det er kun denne del af kalken der må regnes med som virksomt bindemiddel i mørtlerne. Indeholder handelsvaren f.eks. 92 vægtprocent kalkhydrat, skal der afvejes  $35:0,92=38$  kg af denne vare for at få 35 kg kalkhydrat.

Hydraulisk kalk fremstilles også af brændt kalk ved læskning til pulverform, men råkalken er lerholdig, og den tørlæskede kalk har hydrauliske egenskaber, d.v.s. at den kan hærde under vand ligesom cement, der jo også kaldes et hydraulisk bindemiddel. Forskellen mellem de to kalksorter ligger heri; hydratkalk kan ikke hærde under vand, den kræver luftens adgang, og det ville være klarere at tale om luftkalk og vandkalk i stedet for hydratkalk og hydraulisk kalk.

Til murværk i klasse B må der blandes på tre måder:

#### Mørtlernes fremstilling

1. **Blanding efter vægt.** Dette er den nøjagtigste måde, og den er også enkel.

Det kræves blot, at man skal bestemme sandets vandindhold, for at regne ud, hvor stor en mængde fugtigt sand, der skal afvejes, for at få den ønskede vægtmængde af tørt sand.

Bestemmelsen af sandets vandindhold gennemføres ved at udtage en gennemsnitsprøve af sandet, veje den og f.eks. hælde den ud på en stegepande, tørre sandet ved at overhælde det een eller to gange med denatureret sprit og brænde spritten bort og til slut veje det tørre sand.

Har man intet spildt, har vandindholdet i pct. været 100 gange vægttabet divideret med tørvægten.

2. **Blanding efter rumfang med kontrolvejning.** Kontrolvejningen skal sikre, at målekarrerne rummer de mængder, der svarer til de foreskrevne tørvægte. Målekarrerne skal være stive, solide, cylindriske beholdere, hvis højde ikke må afvige væsentligt fra tværmålet, og de må ikke have buler.
3. **Blanding efter rumfang med kontrollerede målekar.** Her kræves det at målekarrerne er stive og har en simpel form - der kan godt anvendes børe - og at kontrollen med deres rumfang foregår på en forud fastlagt og godkendt måde.

Ved blanding efter rumfang, hvad enten det er efter metoden med kontrolvejning (punkt 2) eller efter metoden med kontrollerede målekar (punkt 3), skal karrerne hver gang fyldes på samme måde - samme mængde på skovlen samme faldhøjde fra skovlen, og enten anslag mod karkanten med skovlen hver gang eller ingen anslag, og karrerne skal stå sådan, at de ikke vakler eller ryster under fyldningerne.

Ved blanding efter rumfang med kontrolvejning skal fyldningsmåden yderligere være den samme, som da kontrolvejningen blev foretaget.

Normen indeholder ingen regler for hvor hyppigt der skal kontrolleres, men det er et fastholdt krav, at de udtagne mængders afvigelse fra de tilstræbte tørvægte ikke må være større end  $\pm 5\%$ , når det drejer sig om udtagning efter vægt eller efter rumfang med kontrolvejning.

Til gengæld må bindemiddelmængden holdes væsentligt lavere pr. m<sup>2</sup> - i nogle tilfælde omkring 15% lavere - når der blandes på disse to måder, end når der blandes med kontrollerede mål.

Når et byggeri er på projekteringsstadiet, vides det ikke, hvordan mørtelmaterialerne vil blive udtaget på byggepladsen, altså ikke om der skal regnes med det lave eller det høje forhold mellem bindemiddel eller sand. Derfor er det praktisk at betegne KC-mørtlerne alene ved forholdet mellem kalk og cement; man nøjes derfor med at angive mørteltypen f.eks. KC 35/65, og lader spørgsmålet om sandmængden åbent, indtil man ved, om den mester, der får arbejdet vil blande efter vægt eller ved rumfang. Når sandmængden tilføjes bliver det en mørtelbetegnelse. Bruges måden med kontrolvejning, og er der tale om fortløbende mørtelfremstilling, anbefales det at kontrollere mindst een gang om ugen, men varierer sandets vandindhold under arbejdets gang, kan en hyppigere kontrol blive nødvendig. Det kan være praktisk at føre løbende kontrol med rumvægten ved hjælp af et lille målekar (13-15 liter), og varierer den så meget, at mørtlens sammensætning vil afvige mere end de  $\pm 5\%$  fra det krævede, må de store målekar øges eller fyldningen ske til et mærke under randen. Det bør dog foretrækkes, at målekarrene afpasses til fyldning til randen; de skal naturligvis altid tømmes helt.

## Mørteltyper

De i Norm for murværk, DS 414, omhandlede blandingsforhold fremgår af følgende tabeller aftrykt fra normens afsnit 3.4.

### Kalkcementmørtler. Blandingsforhold efter vægt.

mørteltype	bindemiddel		sandindhold(tørt) maksimalt kg
	kalkhydrat kg	portlandcement kg	
K 100	100	0	1200
KC 50/50	50	50	750
KC 35/65	35	65	650
KC 20/80	20	80	550
C 100	0	100	400

### Mørtelbetegnelser

### Kalkcementmørtler. Blandingsforhold efter rumfang.

mørteltype	bindemiddel		sandindhold (fugtigt) maksimalt dele
	kalkhydrat dele	portlandcement dele	
K 100	1	0	5
KC 50/50	2	1	12
KC 35/65	1	1	8
KC 20/80	1	2	11
C 100	0	1	3

### Murcementmørtler. Blandingsforhold efter vægt.

mørtelbetegnelse	murcement kg	sandindhold(tørt) maksimalt, kg
M 100/900	100	900
M 100/600	100	600
M 100/400	100	400

Når mørtlerne blandes af hydratkalk, portlandcement og sand udtaget efter vægt på byggepladsen, må man kende blandemaskinens kapacitet, hydratkalkens renhed og sandets vandindhold.

## Blandingsanvisning

Overslagsmæssigt kan man regne med, at den færdigblandede mørtelportion fylder det samme som det fugtige sand alene, og at 1 m<sup>3</sup> fugtigt sand indeholder 1300 kg tørt sand. Er blandemaskinens kapacitet 0,4 m<sup>3</sup>, kan sandmængden altså komme op på  $0,4 \times 1300 = 520$  kg tørt sand.

Drejer det sig om mørtel KC 50/50/750, findes mængderne af kalkhydrat og cement ved at gange med 520:750, d.v.s. at der skal bruges 34,7 kg portlandscement. Den mængde hydratkalk, der skal afvejes, afhænger af handelsvarens renhed; er der 89% kalkhydrat i varen, skal der afvejes  $34,7 : 0,89 = 39,0$  kg.

Så mangler vi sandet, som foreligger fugtigt med et vandindhold på f.eks. 4,8%. Der skal bruges 520 kg tørt, men for at være nøjagtige må der tages hensyn til, at der afvejes et overskud på  $39,0 : 34,7 = 4,3$  kg hydratkalk. Dette overskud må regnes som filler i sandet, og der skal da kun tilsættes  $520 : 4,3 = 515,7$  kg tørt sand. Det svarer til  $515,7 \times 1,048 = 540,5$  kg fugtigt sand.

Mængdeforholdene kan da være som efterfølgende tal i første kolonne, men det er praktisk, at et af bindemidlerne indgår som en hel sæk, f.eks. 1 sæk hydratkalk som vejer 33,3 kg. Mængderne bliver da som i anden kolonne.

Hydratkalk	39,0 kg	33,3 kg
Portlandcement	34,7 kg	29,6 kg
Sand (fugtigt)	540,5 kg	461,5 kg

Nu blandes mørtlerne sjældent sådan på byggepladserne; 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. Men selv den kalkcementmørtel, som indeholder den mindste sandmængde i forhold til kalkmængden - KC 50/50/750 - indeholder mere sand, end den 7,7 procentlige kalkmørtel, som er den traditionelle for mørtelværkerne, og for at betjene byggepladserne sådan, at de kan fremstille de i DS 414 nævnte mørtler alene ved tilsætning af cement, må de kunne levere magrere mørtler end den gængse. De aktuelle kalkprocenter er følgende:

Til mørtel KC 50/50/750	$100 \times 50 : (50 + 750) = 6,3\%$
Til mørtel KC 35/65/650	$100 \times 35 : (35 + 650) = 5,1\%$
Til mørtel KC 20/80/550	$100 \times 20 : (20 + 550) = 3,5\%$

Skal der udarbejdes blandingsanvisning for f.eks. mørtel KC 35/65/650, er det blot cementmængden pr. rumfang 5,1 procentlig K-mørtel, der mangler. For at bestemme cementmængden - f.eks. i kg pr. hl K-mørtel - må man kende K-mørtlens vandindhold og vådrumvægt, og disse størrelser kan man enten få fra mørtelværket eller selv bestemme. I sidste tilfælde må man rekvirere en mørtelprøve fra værket og bestemme vandindholdet med f.eks. sprit og stegepande ligesom ved bestemmelse af sands vandindhold, og til bestemmelse af rumvægten kan man bruge et cylindrisk målekar på 13-15 liter, som fyldes på samme måde som det målekar, der senere skal fyldes på blandestationen, hvorefter indholdet kan vejes. Karrets rumfang kan findes ved at måle eller veje den vandmængde, det kan rumme. Mørtelprøvens rumvægt i kg/m<sup>3</sup> er da 1000 gange mørtlens vægt i kg divideret med karrets rumfang i liter. Med disse tal bestemt - K-mørtlens vandindhold og rumvægt - kan cementmængden i kg pr. hl udregnes enten ved at regne kalkhydratmængden ud pr. hl under hensyntagen til vandindholdet og gange den med 65:35 eller ved - mere mekanisk - at bruge følgende formler og en tilhørende kontrol på, at man har regnet rigtigt.

Når mørtlerne blandes af hydratkalk, portlandcement og sand udtaget efter vægt på byggepladsen, må man kende blandemaskinens kapacitet, hydratkalkens renhed og sandets vandindhold.

## Blandingsanvisning

Overslagsmæssigt kan man regne med, at den færdigblandede mørtelportion fylder det samme som det fugtige sand alene, og at 1 m<sup>3</sup> fugtigt sand indeholder 1300 kg tørt sand. Er blandemaskinens kapacitet 0,4 m<sup>3</sup>, kan sandmængden altså komme op på  $0,4 \times 1300 = 520$  kg tørt sand.

Drejer det sig om mørtel KC 50/50/750, findes mængderne af kalkhydrat og cement ved at gange med 520:750, d.v.s. at der skal bruges 34,7 kg portlandcement. Den mængde hydratkalk, der skal afvejes, afhænger af handelsvarens renhed; er der 89% kalkhydrat i varen, skal der afvejes  $34,7 : 0,89 = 39,0$  kg.

Så mangler vi sandet, som foreligger fugtigt med et vandindhold på f.eks. 4,8%. Der skal bruges 520 kg tørt, men for at være nøjagtige må der tages hensyn til, at der afvejes et overskud på  $39,0 : 34,7 = 4,3$  kg hydratkalk. Dette overskud må regnes som filler i sandet, og der skal da kun tilsættes  $520 : 4,3 = 515,7$  kg tørt sand. Det svarer til  $515,7 \times 1,048 = 540,5$  kg fugtigt sand.

Mængdeforholdene kan da være som efterfølgende tal i første kolonne, men det er praktisk, at et af bindemidlerne indgår som en hel sæk, f.eks. 1 sæk hydratkalk som vejer 33,3 kg. Mængderne bliver da som i anden kolonne.

Hydratkalk	39,0 kg	33,3 kg
Portlandcement	34,7 kg	29,6 kg
Sand (fugtigt)	540,5 kg	461,5 kg

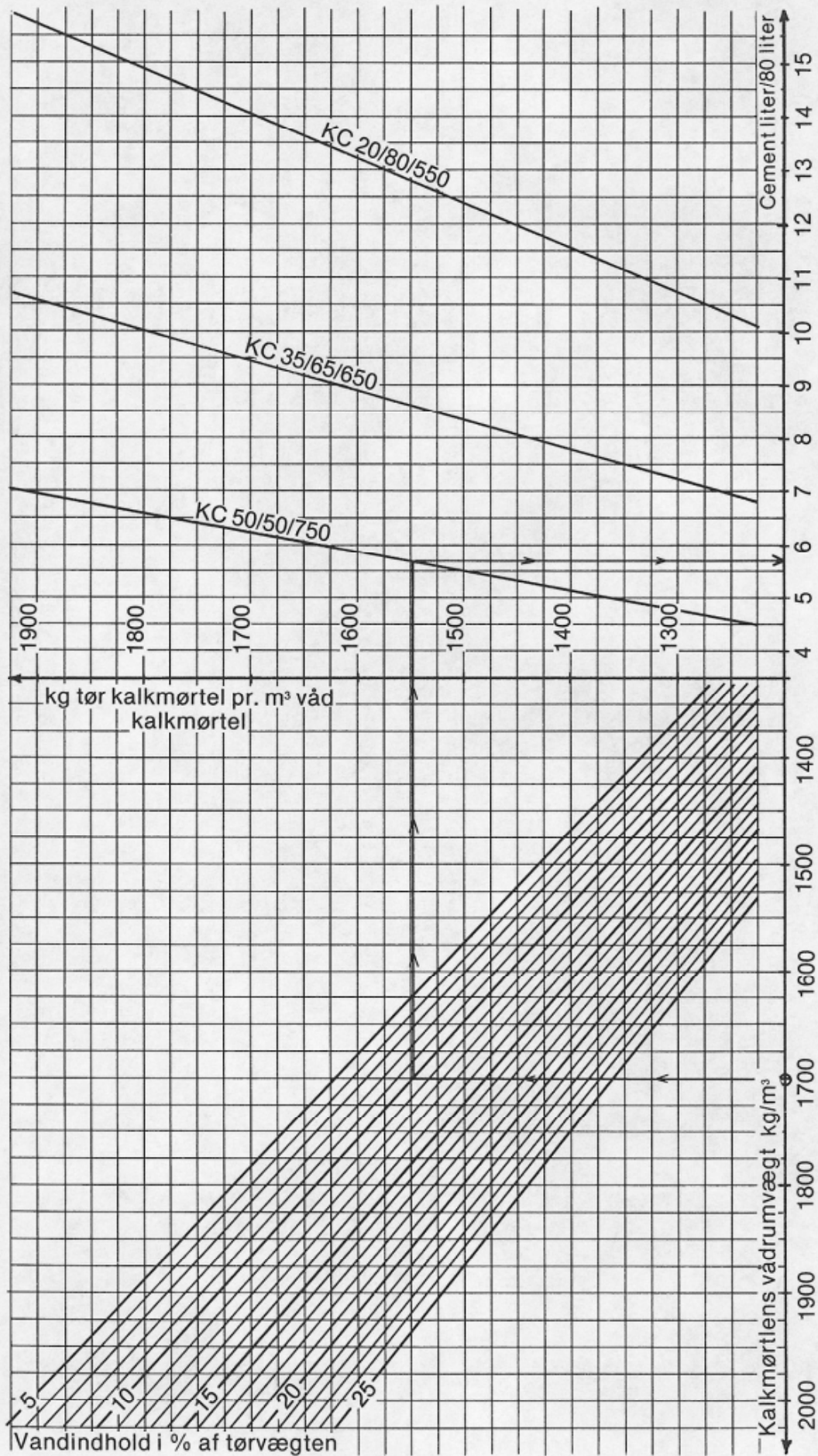
Nu blandes mørtlerne sjældent sådan på byggepladserne; det hyppigste vil være, at KC-mørtel fremstilles af K-mørtel leveret fra et mørtelværk, og det simpleste for byggepladsen er i så fald at få K-mørtlen leveret med et sådant kalkindhold, at den foreskrevne KC-mørtel kan fremstilles alene ved at sætte cement til. Men selv den kalkcementmørtel, som indeholder den mindste sandmængde i forhold til kalkmængden - KC 50/50/750 - indeholder mere sand, end den 7,7 procentlige kalkmørtel, som er den traditionelle for mørtelværkerne, og for at betjene byggepladserne sådan, at de kan fremstille de i DS 414 nævnte mørtler alene ved tilsætning af cement, må de kunne levere magrere mørtler end den gængse. De aktuelle kalkprocenter er følgende:

Til mørtel KC 50/50/750	$100 \times 50 : (50 + 750) = 6,3\%$
Til mørtel KC 35/65/650	$100 \times 35 : (35 + 650) = 5,1\%$
Til mørtel KC 20/80/550	$100 \times 20 : (20 + 550) = 3,5\%$

Skal der udarbejdes blandingsanvisning for f.eks. mørtel KC 35/65/650, er det blot cementmængden pr. rumfang 5,1 procentlig K-mørtel, der mangler. For at bestemme cementmængden - f.eks. i kg pr. hl K-mørtel - må man kende K-mørtlens vandindhold og vådrumvægt, og disse størrelser kan man enten få fra mørtelværket eller selv bestemme. I sidste tilfælde må man rekvirere en mørtelprøve fra værket og bestemme vandindholdet med f.eks. sprit og stegepande ligesom ved bestemmelse af sands vandindhold, og til bestemmelse af rumvægten kan man bruge et cylindrisk målekar på 13-15 liter, som fyldes på samme måde som det målekar, der senere skal fyldes på blandestationen, hvorefter indholdet kan vejes. Karrets rumfang kan findes ved at måle eller veje den vandmængde, det kan rumme. Mørtelprøvens rumvægt i kg/m<sup>3</sup> er da 1000 gange mørtlens vægt i kg divideret med karrets rumfang i liter. Med disse tal bestemt - K-mørtlens vandindhold og rumvægt - kan cementmængden i kg pr. hl udregnes enten ved at regne kalkhydratmængden ud pr. hl under hensyntagen til vandindholdet og gange den med 65:35 eller ved - mere mekanisk - at bruge følgende formler og en tilhørende kontrol på, at man har regnet rigtigt.

# Mørtelproportioneringsdiagram

Cementtilsætning til 80 liter kalktilpasset kalkmørtel.



# NOMOGRAM TIL BESTEMMELSE AF KALKINDHOLD I FRISK MØRTEL

KALK- og TEGLVÆRKS LABORATORIET  
TEGLBÆKVEJ 20 - 8381 HASSELAGER  
TELEFON (065) 28 38 11 - GIRO 7 05 94

(ANALYSEMETODE SOM BESKREVET I VEJLEDNING TIL DS 414 )

## C

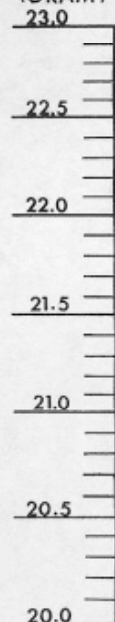
## B

KALKHYDRATINDHOLD  
(PROCENT AF PRØVENS  
TØRVÆGT)

SYREFORBRUG  
(MILLILITER 1-n  
SALTSYRE)

## A

PRØVENS  
TØRVÆGT  
(GRAM)



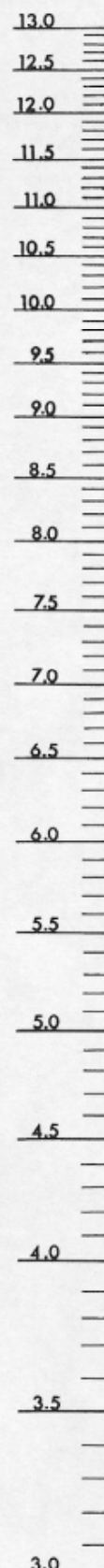
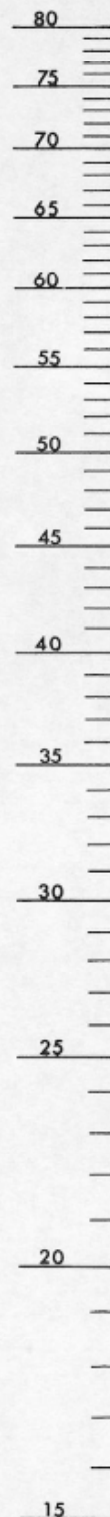
Af den mørtel, hvis kalkindhold ønskes kontrolleret, udtages en gennemsnitsprøve. Denne blandes omhyggeligt, hvorefter der udtages 2 analyseprøver hver på nøjagtig 25 g.

Med den ene prøve bestemmes mørtlens tørvægt ved at fordampe vandet ved afbrænding 2 gange med denatureret sprit. (Resultat på skala A).

Med den anden prøve bestemmes hvor mange milliliter 1-normal saltsyre, der forbruges ved titrering. (Resultat på skala B).

Af disse 2 bestemmelser findes calciumhydroxidindholdet i procent af mørtlens tørvægt på nomogrammets skala C.

En detaljeret beskrivelse af fremgangsmåden ved bestemmelsen af A og B findes i vejledning til DS 414 under punkt 4.3.



1974