

CEMENT OG BETON

Rektor M J

21834

AALBORG PORTLAND



CEMENT OG BETON

AALBORG PORTLAND 

INDHOLD

Cement	5	Betonfremstilling	42
Cementfremstilling	5	Afmåling af	
Cementtyper i Danmark	6	delmaterialer	42
Specialcementer	7	Blanding	42
Særlige produkter	9	Konsistens	42
Cementegenskaber	9	Færdigblandet beton	44
Portland-Cement	10	Transport på	
Rapid-Cement	11	byggeplads	45
Super-Rapid-Cement	13	Formen	45
Lavalkali Sulfatbestandig Cement	15	Formens klargøring	46
Hvid Portland-Cement	17	Udstøbning	47
Farvet Cement	19	Komprimering	47
Sammenligning af		Efterbehandling	48
cementer	21	Afforskallings-	
Murcem	22	tidspunkter	49
Cempexo	24	Kontrol	50
Levering af cement	26	Hærdnet betons	
Pakket cement	26	egenskaber	51
Opbevaring af cement	26	Betons styrke	51
Løs cement	27	Holdbarhed	51
Beton	29	Vandtæthed	52
Materialer	29	Svind	53
Vand	29	Krybning	53
Grus	30	Varmeudvikling	54
Lette grusmaterialer	32	Opmuring og pudsning	55
Tilsætningsstoffer	32	Murcemmortel	55
Betonsammensætning	33	Blandingsforhold	55
Styrker	34	Blanding	56
Armeret og uarmeret		Opmuring	57
beton	36-37	Afrensning	57
Vandbehov	40	Pudsning	58
Betonsammensætning		Vinterforanstaltninger	58
efter vægt	41	Materialeforbrug	
Betonsammensætning		til Murcemmortel	60
efter rumfang	41	Materialeforbrug	
		til pudsblandinger	
		med Portland-Cement	61

Cement

Cement er et pulverformigt materiale, der blandet med vand reagerer kemisk med en del af vandet (hydratiserer) og danner en stenhård masse.

Sker denne hærkning i en blanding, hvor der foruden cement og vand er passende mængder af sand og sten, vil sand- og stenkornene blive fastholdt i cementpastaen og danne det velkendte materiale: beton. Hvis der ikke er sten i blandingen, kaldes den cementmørtel.

Beton er det mest anvendte bygge- og konstruktionsmateriale, og cement er det delmateriale i betonen, der bibringer betonen de fleste af dens værdsatte egenskaber, først og fremmest dens styrke.

I det følgende omtales cementens fremstilling, de forskellige cementtyper, og endelig de forskellige cementtypers karakteristiske egenskaber. Desuden omtales specialprodukterne Murcem og Cempexo.

Cementfremstilling

Alle cementtyper fremstilles på principielt samme vis, om end der kan være nogen forskel i udgangsmaterialerne under hensyn til de lokale forekomster og de specielle egenskaber, der ønskes hos cementen. I hovedtræk fremstilles cement her i landet ved, at en opslemning af ler blandes med 4 gange så meget kridt i slemmetromler. Herefter finmales ler-kridt-slammen i rørmøller. Fra rørmøllerne føres slammen som færdig ovnslam til ovnslambassiner, hvorfra slammen pumpes til roterovnene. En roterovn er et langt stålrør forsynet med en ildfast foring. Den største roterovn her i landet er ca. 210 m lang og har en største diameter på 6,9 m. Ovnens hærkning på nogle få grader.

Slammen pumpes til den øverste ende af ovnen, mens brændslet, kulstøv eller olie, blæses ind i den nederste ende.

Først udtørres slammen, så

vandindholdet på 35-40% fjernes. Derefter opvarmes materialet yderligere, hvorved kridtet afgiver sin kulsvyre. Ved den fortsatte opvarmning af materialet når det op på temperaturer på 1400-1500°, hvor den egentlige brænding sker. Ved brændingen, der er en delvis smeltning, sintring, dannes de såkaldte klinker-mineraler, hvoraf de væsentligste er calciumsilikater. Efter brændingen afkøles materialet, der nu er blevet til klinker, i særlige kølere. Klinkerne er normalt på størrelse med småsten. De således fremstillede klinker formales i cementmøller under tilsætning af nogle få procent rågips til cement. Den finhed, der tilstræbes ved formaling, reguleres under hensyntagen til de egenskaber, man ønsker hos cementen. Under alle omstændigheder er cementens finhed dog så stor, at pulveret nærmest er som mel at føle på.

Følgende cementtyper fremstilles i Danmark:

GRÅ CEMENTER

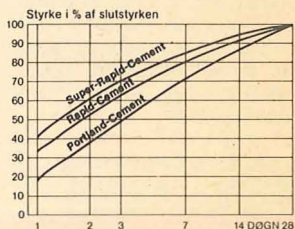
Portland-Cement

Rapid-Cement

Super-Rapid-Cement

Som navnene siger er der tale om tre cementer med hurtigere styrkeudviklingsforløb i den nævnte rækkefølge.

Styrkeudviklingsforløbet for de tre grå cementer er illustreret nedenfor, hvor styrkerne er indtegnet med 28 døgns styrkerne for hver af cementerne sat til 100%. Man må således ikke af figuren forledes til at tro, at 28 døgns styrken for de tre cementer er ens.



Cementmørtelstyrker kan ikke anvendes til proportionering af beton, fordi de forhold, hvorunder cement

anvendes i beton, i praksis afviger stærkt fra de idealiserede forhold, hvorunder cementprøvningen sker. Betonstyrken må derfor afprøves direkte på betonen. I afsnittet »Sammenligning af cementer« er der for et enkelt blandingsforhold anført de forventede betonstyrker.

Alle tre cementer fremstilles ud fra principielt ens klinkermaterialer, og stort set er kun finheden og gipsindholdet forskelligt. Som følge heraf kan cementerne blandes uden skadelige virkninger.

Specialcementer

Lavalkali Sulfatbestandig Cement

Hvid Portland-Cement

Farvet Cement

Lavalkali Sulfatbestandig Cement og Hvid Portland-Cement er i hovedsagen fremstillet på samme måde som beskrevet ovenfor. For begge cementer gælder dog, at leret i råblandingen helt eller delvis er erstattet af andre materialer.

I Lavalkali Sulfatbestandig Cement er leret delvis er-

stattet med kisaske. Herved opnås, at cementens indhold af klinkermineralet tricalciumaluminat (C_3A) bliver meget lavt, samtidig med at alkaliindholdet bliver lavere end i de grå cementer. Beton fremstillet med cementer uden tricalciumaluminat giver, alt andet lige, beton, der er mere holdbar over for påvirkninger fra sulfater, f.eks. fra grundvand eller havvand, end beton fremstillet af cementer med normalt indhold (8-10%) af tricalciumaluminat.

I Hvid Portland-Cement er leret erstattet med importeret kaolin. Det anvendte kridt til cementfremstillingen er desuden af en særlig udsøgt renhed. Sammenlignet med de grå cementer er hvidheden denne specialcements mest afgørende egenskab. For at opnå den store hvidhed er det foruden anvendelse af meget rene råmaterialer nødvendigt at få de små mængder urenheder, der trods alt findes, bundet på en sådan måde, at misfarvninger undgås.

De farvede cementer er fremstillet ved at indmale

farvepigmenter enten i Hvid Portland-Cement eller i Portland-Cement

De fremstillingsmæssigt betingede forskelle mellem de grå cementer og specialcementerne giver sig udslag i den kemiske sammensætning. Cementens kemiske sammensætning angives sædvanligvis som dens beregnede indhold af klinkerminerallerne trical-

ciumsilikat (C_3S), dicalciumsilikat (C_2S), tricalciumaluminat (C_3A) og tetracalciumaluminoferrit (C_4AF). Ud over disse klinkermineraller indeholder cementen en lille mængde alkalier samt gips tilsat under formalingen. Som en orientering kan følgende typiske indhold af klinkermineraller i cementerne oplyses:

Omtrentlige indhold af klinkermineraller i %

	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	Na_2O -ækv.	$CaSO_4$
Portland-, Rapid- og Super-Rapid-Cement	55-60	18-22	8-9	8-9	0,6-1,0	2,5-5,0*
Lavalkali Sulfatbestandig Cement	52-56	26-30	0-2	10-11	0-0,5	2,5-3,0
Hvid Portland-Cement	77-83	5-8	5-7	0-1	0-0,3	2,5-3,5

* Afhængig af cementtypen.

SÆRLIGE PRODUKTER

Murcem, til opmuring og pudsning.
Cempexo, murfarve.

Cementegenskaber

For samtlige cementer er en række egenskaber af interesse af hensyn til cementernes anvendelse til betonfremstilling. Omtrentlige talværdier for disse egenskaber er anført under omtalen af de enkelte cementer.

I DS 427 for portlandcement er der anført en række krav, som cementerne skal overholde.

For de cementer, der sælges af Aalborg Portland, vil standardens krav altid være overholdt. DS 427's krav til almindelig portlandcement opfyldes af: **Portland-Cement** og **Lavalkali Sulfatbestandig Cement**.

DS 427's krav til hurtighærdende portlandcement opfyldes af: **Rapid-Cement**, **Super-Rapid-Cement** og **Hvid Portland-Cement**.

Farvet cement opfylder kravene i DS 427 til almindelig portlandcement og hurtighærdende portlandcement, når bortses fra iblandingen af farvepigment.

Det skal understreges, at talværdier for cementegenskaber bestemt under idealiserede forhold i laboratorier ikke direkte kan overføres til den beton, hvori cementen anvendes, hvorfor sådanne talværdier kun i ringe udstrækning er medtaget.

Portland-Cement



Beskrivelse

Normalt hærdende portlandcement.

Anvendelsesområde

Til al normal beton undtagen hvor særlige grunde ta-

ler for anvendelse af en af de i det følgende nævnte cementer.

Levering

Portland-Cement leveres i brune papirsække med brune striber. En sæk vejer brutto 50¼ kg og netto ca. 50 kg, svarende til et indhold af ca. 37 l cement. Portland-Cement leveres også i løs vægt i tankbiler.

Kvalitet

Portland-Cement opfylder alle krav i DS 427 til almindelig portlandcement.

I nedenstående oversigt er anført nogle typiske, omtrentlige talværdier, der kan have betydning ved cementens anvendelse.

Finhed Blaine	Rum- vægt	Afbindingstid beg. slut.	Betonstyrke Efter 28 d. ¹⁾
cm ² /g	kg/m ³	timer timer	MN/m ²
2800	1360	2½ 5	40

¹⁾ Cylindriske prøvelegemer med højde: diameterforhold på 2:1, vandlagret ved 20°C, vandcementtal 0,5.

Rapid-Cement



Beskrivelse

Hurtighærdende portlandcement.

Anvendelsesområde

Hvor der ønskes hurtigere styrkeudvikling, hurtigere afforskalling eller hurtigere afformning, end der kan opnås med Portland-Cement, f. eks. til betonelementer, betonvarer og forspændt beton samt ved støbning ved lave temperaturer.

Levering

Rapid-Cement leveres i brune papirsække med grønne striber. En sæk vejer brutto 50¼ kg og netto ca. 50 kg, svarende til et indhold af ca. 41 l cement. Rapid-Cement leveres også i løs vægt i tankbiler.

Kvalitet

Rapid-Cement opfylder alle krav i DS 427 til hurtighærdende portlandcement. Beton med Rapid-Cement opnår på samme tid større styrke end beton med Portland-Cement, når betoner-

nes sammensætning i øvrigt er ens.

Den hurtige hærdning bevirker en hurtigere varmeudvikling i betonen, end når der anvendes Portland-Cement. Dette kan udnyttes ved støbning i kulde, idet betonen dog må tildækkes effektivt for at reducere varmetabet til omgivelserne, se »Hærdnet betons egenskaber«.

I nedenstående oversigt er anført nogle typiske, omtrentlige talværdier, der kan være af værdi ved cements anvendelse. I oversigten er anført 14 døgnns betonstyrken, idet der ved dimensionering efter DS 411 højst må regnes med denne styrke, når der anvendes Rapid-Cement.

Finhed Blaine	Rum- vægt	Afbindingstid beg. slut.		Betonstyrke Efter 14 d. 1)
cm ² /g	kg/m ³	timer	timer	MN/m ²
3800	1210	2	4	37

1) Cylindriske prøvelegemer med højde: diameterforhold på 2:1, vandlagret ved 20°C, vandcementtal 0,5.

Super-Rapid-Cement



Beskrivelse

Hurtighærdende portlandcement, der hærdner endnu hurtigere end Rapid-Cement.

Anvendelsesområde

Betonstøbninger, hvor brugsstyrken skal opnås på få døgn, støbning ved lave temperaturer, reparationsarbejder m. v. I øvrigt anvendelig til samme formål som Rapid-Cement.

Levering

Super-Rapid-Cement leveres i brune papirsække med røde striber. En sæk vejer brutto 50¼ kg og netto ca. 50 kg, svarende til et indhold af ca. 45 l cement.

Kvalitet

Super-Rapid-Cement opfylder kravene i DS 427 til hurtighærdende portlandcement, men har endnu højere tidlige styrker end Rapid-Cement.

Den hurtigere hærdning med tilhørende varmeudvikling gør Super-Ra-

pid-Cement særlig velegnet til støbning ved lave temperaturer. Også med Super-Rapid-Cement skal der sørges for en effektiv til-dækning af betonen for at reducere varmetabet til omgivelserne, se afsnittet »Hærdnet betons egenskaber«.

I nedenstående oversigt er anført nogle typiske, omtrentlige talværdier, der kan være af værdi ved cementens anvendelse. I oversigten er anført 14 døgns betonstyrken, idet der ved dimensionering efter DS 411 højst må regnes med denne styrke, når der anvendes Super-Rapid-Cement.

Finhed Blaine	Rum- vægt	Afbindingstid beg.	slut.	Betonstyrke Efter 14 d. 1)
cm ² /g	kg/m ³	timer	timer	MN/m ²
5400	1100	1½	4	37

1) Cylindriske prøvelegemer med højde: diameterforhold på 2:1, vandlagret ved 20°C, vandcementtal 0,5.

Lavalkali Sulfatbestandig Cement



ger, hvor risikoen for alkali-kiselreaktioner ønskes reduceret, samt betonstøbninger, hvor der ønskes en noget langsommere varmeudvikling, end den der opnås med Portland-Cement.

Levering

Lavalkali Sulfatbestandig Cement leveres i brune papiersække med orange striber. En sæk vejer brutto 50¼ kg og netto ca. 50 kg, svarende til et indhold af ca. 40 l cement.

Kvalitet

Lavalkali Sulfatbestandig Cement opfylder kravene i DS 427 til portlandcement samt kravene i den amerikanske standard ASTM C 150-71 til såvel type V cement som til lavalkalicerement. Type V cement, som anvendes, hvor der ønskes stor sulfatbestandighed, skal ifølge den amerikanske standard indeholde mindre end 5% tricalciumaluminat

Beskrivelse

Portlandcement med større sulfatbestandighed og lavere alkaliindhold end de foran omtalte cementer.

Anvendelsesområder

Betonstøbninger, hvor risikoen for nedbrydning af betonen på grund sulfatangreb ønskes reduceret, f. eks. vandbygningskonstruktioner, betonstøbning-

(C₃A). I Lavalkali Sulfatbestandig Cement er C₃A-indholdet normalt under 2%. I lavalkalimento, der anvendes, hvor der er risiko for skadelige alkaliske reaktioner, skal alkalindholdet efter den amerikanske standard være mindre end 0,6%. I Lavalkali Sulfatbestandig Cement er alkaliindholdet normalt mindre end 0,5%. Lavalkali Sulfatbestandig Cement har en noget mørkere farve end Portland-Cement. Cementens hydrationsvarme er op til 15% lavere end Portland-Cements. Lavalkali Sulfatbestandig Cements styrke er på linie med Portland-Cements, og cementen kan anvendes på samme måde som Portland-Cement. Det anbefales dog at bruge blandetider på op til 3-4 minutter for at undgå tidlig størkning,

som ellers lejlighedsvis vil forekomme med denne cement.

I nedenstående oversigt er anført nogle typiske, omtrentlige talværdier, der kan være af værdi ved cementens anvendelse.

Finhed Blaine	Rum- vægt	Afbindingstid		Betonstyrke
cm ² /g	kg/m ³	beg.	slut.	Efter 28 d. ¹⁾
		timer	timer	MN/m ²
3500	1260	2½	5½	42

¹⁾ Cylindriske prøvelegemer med højde: diameterforhold på 2:1, vandlagret ved 20°C, vandcementtal 0,5.

Hvid Portland-Cement



Beskrivelse

Hvid Portland-Cement forener hvidhed med Rapid-Cements egenskaber.

Anvendelsesområder

Til facader og altanbrystninger, facadepuds, gesimser og ornamenter, kantsten, havefliser, skulpturer og andet til havebrug, i terazzo samt til dekorative formål i det hele taget.

Anvendelse

For at få det fulde udbytte af cementens hvidhed er det nødvendigt at iagttage stor omhu ved cementens anvendelse og undgå enhver form for forurening af betonen. Anvendt sammen med almindelige grusmaterialer opnås en ensartet meget lys grå beton. Kun anvendt sammen med rent, lyst sand og hvide stenmaterialer, f. eks. Fakse kalk, knust kalcineret flint eller hvid marmor, opnås en virkelig hvid beton.

Ofte fremstilles kun forstøbningen i hvid beton, mens bagbetonen fremstil-

les med Portland- eller Rapid-Cement.

Hvid Portland-Cement kan også anvendes i blanding med Rapid-Cement, hvorved man opnår en lysere betone end med grå cement.

Levering

Hvid Portland-Cement leveres i hvide papirssække med blå striber. En sæk vejer brutto 50½ kg og netto ca. 50 kg, svarende til et indhold af ca. 42 l cement. Hvid Portland-Cement leveres også i hvide papirssække, der brutto vejer 25¼ kg og netto ca. 25 kg, svarende til et indhold af ca. 21 l cement.

Kvalitet

Hvid Portland-cement opfylder kravene i DS 427 til hurtighærdende portlandcement. Hvid Port-

land-Cement er den cement, der har det laveste alkaliindhold her i landet. Alkaliindholdet er typisk 0,2%. Det lave alkaliindhold er årsag til, at cementen kan anvendes til beton sammen med kalcineret flint, der er alkalireaktivt.

Hvad angår de øvrige kvalitetsmæssige egenskaber af betydning i praksis, kan Hvid Portland-Cement stort set anses for at være på linie med Rapid-Cement; de se-ne styrker er dog højere end Rapid-Cements.

I nedenstående oversigt er anført nogle typiske, omtrentlige talværdier, der kan have betydning ved cementens anvendelse.

Finhed Blaine	Rum- vægt	Afbindingstid beg.	Betonstyrke slut.	Betonstyrke Efter 14 d. ¹⁾
cm ² /g	kg/m ³	timer	timer	MN/m ²
3400	1200	2	4½	45

¹⁾ Cylindriske prøvelegemer med højde: diameterforhold på 2:1, vandlagret ved 20°C, vandcementtal 0,5.

Farvet Cement



Beskrivelse

Farvet Cement er fællesbetegnelsen for fem forskelligt farvede cements.

De fem standardfarver er:
nr. 2 creme nr. 6 rød
nr. 9 brun nr. 11 sort
nr. 292 gul

Ved bestilling af mindst 300 kg fremstilles Farvet Cement efter indsendt farveprøve. Under normale forhold kan ønskes om speciel farvenuance opfyldes i ret vid udstrækning.

Anvendelsesområder

Til facadeelementer og altanbrystninger, facadepuds, gesimser og ornamenter, havefliser, skulpturer og andet til havebrug, i terrazzo samt til dekorative formål i det hele taget.

Anvendelse

For anvendelse gælder samme forholdsregler som for Hvid Portland-Cement. De mørke farver har dog ikke lavt alkaliindhold.

Den bedste farvemæssige udnyttelse af cementerne opnås med stenmateriale af omtrent samme farve som cementen, men der kan opnås interessante virkninger med stenmateriale af kontrasterende farve, i det mindste for de grove korns vedkommende. I så fald vil en frilægning af stenmateriale ved hjælp af retarder, afsyring, sandblæsning eller slibning være nødvendig.

Skønt det er muligt at blande to eller flere farver Farvet Cement, frarådes det, da det har vist sig at være van-

skeligt på en byggeplads at opnå en tilstrækkelig god blanding.

Levering

Farvet Cement leveres i hvide papirssække, der brutto vejer 50½ kg og netto ca. 50 kg, svarende til et indhold af ca. 42 l cement. Farvet Cement leveres også i hvide papirssække, der brutto vejer 25½ kg og netto ca. 25 kg, svarende til et indhold af ca. 21 l cement.

Kvalitet

De farvede cementer opfylder, når man ser bort fra til sætningen af farvepigmenter, kravene i DS 427 til henholdsvis portlandcement og hurtighærdende portlandcement svarende til, at farverne nr. 9 brun og nr. 11 sort er fremstillet på

basis af Portland-Cement, mens nr. 2 creme, nr. 6 rød og nr. 292 gul er fremstillet på basis af Hvid Portland-Cement.

De tilsatte pigmenter er alle lys- og kalkægte.

De to mørke cementer, der er fremstillet på basis af Portland-Cement, har et alkaliindhold på 0,6-1,0%, og har brugsegenskaber, der svarer til denne cement.

De tre lyse cementer, der er fremstillet på basis af Hvid Portland-Cement, har denne cements lave alkaliindhold 0-0,3%, og har iverigt brugsegenskaber, der svarer til denne cement.

I nedenstående oversigt er anført nogle typiske, omtrentlige talværdier, der kan være af værdi ved anvendelse af Farvet Cement.

Finhed Blaine	Rum- vægt	Afbindingstid beg. slut.	Betonstyrke Efter 14 d. 28 d.	
cm ² /g	kg/m ³	timer timer	MN/m ²	
—	1200- 1300	2½ 2	5 4½	40 50

1) Cylindriske prøvelegemer med højde: diameterforhold på 2:1, vandlagret ved 20°C, vandcementtal 0,5.

Sammenligning af cementer

Et antal af de egenskaber, der i det foranstående er omtalt i forbindelse med de enkelte cementer, er, for at muliggøre en sammenligning cementerne imellem, samlet i nedenstående oversigt. Oversigten er udbygget med supplerende

styrkedata. Alle anførte tal må kun betragtes som vejledende. Specielt fremhæves, at styrketallene *ikke* er minimumsværdier, men typiske omtrentlige værdier, hvorfor udsving i både op- og nedadgående retning kan forventes afhængig af materialetyper, materialevariationer, arbejdets og prøvningens udførelse m. v.

Cement	Hærdnings- tid (=fuld styrke på ...døgn=)	Omtrentlige beton- styrker MN/m ² . V/c 0,5. Cylindriske prø- velegemer med højde: diameterforhold på 2:1, vandlagret ved 20°C.				Binde- tid i timer beg.- slut.	Finhed Specifik over- flade i cm ² /g	Rum- vægt kg/m ³
		3 d.	7 d.	14 d.	28 d.			
Portland- Cement	28	22	31	35	40	2½-5	2800	1360
Rapid- Cement	14	27	33	37	42	2 -4	3800	1210
Super- Rapid- Cement	14	29	33	37	42	1½-4	5400	1100
Lavalkali Sulfat- bestandig Cement	28	24	33	37	42	2½-5½	3500	1260
Hvid Portland- Cement	14	30	39	45	50	2 -4½	3400	1200
Farvet Cement	28	22	31	35	40	2½-5		1200
	14	30	39	45	50	2 -4½		1300

1) Dimensioneringsgrundlag i henhold til DS 411. For styrker ved andre cementindhold og vandcementtal, se f. eks. CIO's »Betonbogen«.

Murcem



Beskrivelse

Murcement til opmuring, pudsning etc.

Fremstilling

Murcem fremstillet ved homogenisering af Portland-Cement, slæmme-kridt og en mindre mængde til-sætningsstoffer med luft-indblandende og plastifi-cerende virkning.

Anvendelsesområder

Ved opmuring af mursten og blokke af tegl, kalk-sandsten, beton, porebeton og exlerbeton i såvel bæ-rende som ikke-bærende murværk samt til udkast-ning, berapning, sække- og vandskuring, stænkpuds, afrevet grovpuds og andre pudsearbejder, herunder maskinpåført puds, alt så-vel indvendig som udven-dig; endvidere ved fugning, sokkelpudsning, tagunder-strygning og forskælling, reparationsarbejder m. m.

Anvendelse

Anvendelsen af Murcem er omtalt i afsnittet »Opmu-ring og pudsning«. Brochurer kan rekvireres fra forhandlere eller Ce-mentcentralen.

Levering

Murcem leveres i brune pa-pirssække med rødbrun murværkstegning. En sæk vejer brutto 50¼ kg og net-to ca. 50 kg, svarende til et indhold af ca. 48 l Murcem. Murcem leveres også i til-

svarende sække, som vejer brutto 25¼ kg og netto ca. 25 kg, svarende til et ind-hold af ca. 24 l Murcem.

Kvalitet

Murcem opfylder alle krav i DS 424 til murement. Mur-cem er sammensat således, at det ved mørtelfremstil-ling kun er nødvendigt at tilsætte sand og vand. Murcem er lysegrå og har en rumvægt på ca. 1050 kg/m³. Murcem hærdner li-gesom portlandcementer ved reaktion med vand. Murcem-mørtel bør derfor være anvendt ca. 3 timer ef-ter oprøringen med vand.

Cempexo



Beskrivelse

Vandafvisende forsteningsfarver fremstillet på basis af Hvid Portland-Cement.

Cempexo lagerføres i følgende tre standardfarver:

nr. 2000 hvid nr. 2301 gul

nr. 2300 creme

Anvendelsesområder

Overfladebehandling af teglstensmure, puds, beton, porebeton, exlerbeton, Eternit, natursten og lignende.

Anvendelse

Cempexo udrøres med en nøje afpasset vandmængde og kan påføres med hvidtekost, malerulle eller sprøjtepistol. Ved sprøjtning er én påføring som regel tilstrækkelig. Ved påføring med kost eller rulle skal der påføres to undertiden tre lag. Cempexo kan anvendes til farvet overfladebehandling af såvel udendørs murværk (fuget, berappet eller vandskuret), puds, beton, letbeton, Eternit m. m. som af lignende flader indendørs.

Murværket kan være af teglsten, betonsten, blokke af exlerbeton og porebeton, kalksandsten eller natursten.

Det tilrådes at forbehandle fladerne med en grunder på PVA-basis, men en forvanding kan også nedsætte og regulere sugningen i de flader, der skal behandles.

Der kan sættes strandsand eller skælsand til den udrørte Cempexo, så overfladen bliver pudsagtig med større farveintensitet. Derved op-

nås tit et bedre resultat på vanskelige flader.

Hvert kilogram rækker på jævne flader til ca. 3-3½ m² ved to påføringer med kost eller malerulle eller én påføring ved sprøjtning. På meget ujævne eller stærkt sugende flader kan rækkevidden gå ned til 2 m², på stænkpuds til kun 1½ m², pr. kg. Brugsanvisningen, der følger med hver levering, bør følges nøje. Brochurer og brugsanvisning kan rekvireres fra forhandlere eller Cementcentralen.

Levering

Cempexo leveres i hvide papirssække à ca. 50 kg netto samt i plasticpande à ca. 12½ kg netto.

Egenskaber

Cempexo-farverne er lys- og kalkægte. Efter hærdning er Cempexo stenhård som beton, vandafvisende, vaskbar, og den smitter ikke af, samtidig med at man undgår at lukke murværkets naturlige mikroporer, hvilket gør det muligt, at kondensvand i muren kan fordampe.

Cempexos rumvægt kan sættes til 1000 kg/m³.

Levering af cement

Pakket cement

Pakket cement og specialprodukter leveres af byggematerialeforhandlere over hele landet. Alle produkter leveres i sække à 50 kg. Desuden kan Hvid Portland-Cement, Farvet Cement og Murcem leveres i sække à 25 kg og Cempexo i plasticspande à 12½ kg.

Opbevaring af cement

Cement fra Aalborg Portland leveret i papirssække tåler lagring i flere måneder forudsat, at den opbevares hensigtsmæssigt.

Al fugtighed må holdes borte fra cementsækkene, der ikke bør anbringes direkte på jorden eller på et gulv og heller ikke umiddelbart op ad ydervægge. De kan passes opstables på et blindgulv 15-20 cm over det egentlige gulv eller på paller. Hulrummet under blindgulvet bør være ventileret, så fugtighed ikke kan samle sig her.

Et cementlagers gulv, væg-

ge og loft bør ikke blot til enhver tid være tørre, men også fri for revner og sprækker. Vinduer og døre bør så vidt muligt holdes lukkede, da træk kan tilføre sækkene fugtighed.

Cementsækkene anbringes i så få og så store stabler som muligt - dog ikke mere end 10 sække høje - da de indvendige sække i stablerne holder sig bedst, og af sikkerhedsmæssige årsager.

Det lagerrum, et parti cement i papirssække vil kræve, kan som følge af forskellige forhold variere en del. En opmåling af ca. 1½ meter høje stabler, omfattende et par hundrede sække, har givet tal, der viser, at man må regne med noget i retning af 0,8 m³ pr. ton.

Et sådant cementlager skulle yde den bedst tænkelige beskyttelse. Hvor meget man vil ofre, må afgøres i hvert enkelt tilfælde. Selv om alle forsigtighedsforanstaltninger tages, kan cement ikke opbevares i ubegrænset tid uden at tage skade.

Ved lang tids lagring viser cement tendens til klumpdannelse, forlænget afbindingstid og forringede styrker. Ved gode lagringsforhold kan der være tale om 10-15% styrkereduktion i løbet af et halvt år. Cement bør derfor ikke lagres længe end højst nødvendigt. Cement, der har været lagret længe, bør før brugen undersøges, f. eks. ved prøvestøbninger, hvorunder afbinding og hærkning iagttages. Sådant cement kan indeholde klumper, der, når de trykkes itu, ingen skade gør.

Er cementen »stenløben«, dvs. at klumperne er blevet til stenhårde knolde, bør cementen ikke anvendes.

Løs cement

Som løs cement kan leveres alle produkter bortset fra Farvet Cement og Cempexo. Leveringen foregår direkte til forbrugernes siloer med tankbil og i Københavns havneområde til lige med tankbåd.

Portland-Cement og Rapid-Cement leveres som løs cement fra Aalborg Portland's fabrikker: Rørdal og

Lindholm samt fra siloanlæggene: cementpakkeriet Sluseholmen, København, cementsiloerne Århus, cementsiloerne Kolding, cementsiloerne Odense og cementsiloerne Aabenraa. Super-Rapid-Cement leveres som løs cement fra cementfabrikken Rørdal. Hvid Portland-Cement leveres som løs cement fra cementfabrikken Rørdal og cementpakkeriet Sluseholmen. Lavalkali Sulfatbestandig Cement leveres i løs vægt fra cementfabrikken Rørdal og Murcem leveres løst fra cementfabrikken Dania.

Med tankbiler leveres ca. 20 tons pr. læs. Kun i undtagelsestilfælde kan der leveres læs à ca. 10 tons. 20 tons læs leveres med et vogntog, der består af motorvogn og påhængsvogn. Sådanne vogntog kræver plads hos modtageren, og det er nødvendigt, at man tager hensyn hertil allerede ved pladsens indretning. Hvis pladsforholdene er trænge, kan man ofte klare sig ved at føre cementrøret ud til et sted, hvor bilerne kan komme til.

Tankene tømmes ved hjælp

af trykluft, idet en kompresor på tankbilen blæser cementen direkte op i forbrugerens silo med et tryk på 2-3 ato. Derfor må siloen forsynes med et filter, som skal sikre mod støvgener og farligt overtryk i siloen. Det er vor erfaring, at man har de bedste driftsmæssige forhold, hvor filtrene er rigeligt dimensionerede (5-15 m² filterdug), og hvor rensninger sker automatisk. Andre former for udluftning kan ikke anbefales. Forbrugerens cementsilo bør kunne rumme mindst 50 tons. Hvis døgnforbruget forudses at blive større end 25 tons, skal siloen dog kunne rumme mindst 2 døgn maksimalt forbrug. Forbrugere der ønsker at påbegynde brug af løs cement, opfordres til at sætte sig i forbindelse med Cementcentralen for at få råd og vejledning med hensyn til indretningen og placeringen af siloerne på forbrugsstedet, således at aflæsningen af cement kan foregå på den mest praktiske og hurtigste måde. Denne vejledning er selvfølgelig gratis.

Af hensyn til kørselsplan-

lægningen må ordrer på løs cement være ekspeditions-kontoret i hænde senest kl. 14 sidste arbejdsdag, før levering ønskes. Vi har 5-dages uge. Ønskes levering uden for normal arbejdstid, må dette aftales mindst to arbejdsdage forud. Som følge af lovens krav om tilstrækkelig hviletid for chaufførerne - 11-timers reglen - må deres overarbejde nemlig ske efter en forud lagt plan. Forbrugeren må i øvrigt regne med at skulle betale det overtidstilfælde, fabrikken i sådanne tilfælde må yde til chaufførerne.

Beton



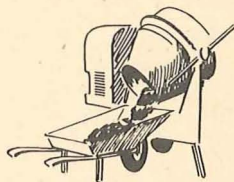
Cement anvendes til fremstilling af beton. Betons egenskaber - formbarhed, styrke og holdbarhed - medfører, at beton er et alsidigt anvendeligt materiale.

Beton består af en blanding af cement, vand, sand og sten. Cement og vand danner cementpasta, der i hærdnet stand sammenholder sand og sten.

Det væsentligste styrkebestemmende element i beton er cementpastaen.

Styrken af beton vurderes

hensigtsmæssigt ud fra kendskab til koncentrationen af cement. Koncentrationen udtrykkes som regel ved forholdet mellem vægtmængderne af vand og cement, vandcementtal (eller v/c-forholdet).



Materialer

Vand

Til betonfremstilling skal man anvende rent vand f. eks. vandværksvand.

Urenheder i vandet kan mindske betonens styrke og holdbarhed samt forårsage misfarvning ved vådholdelse.

Grus

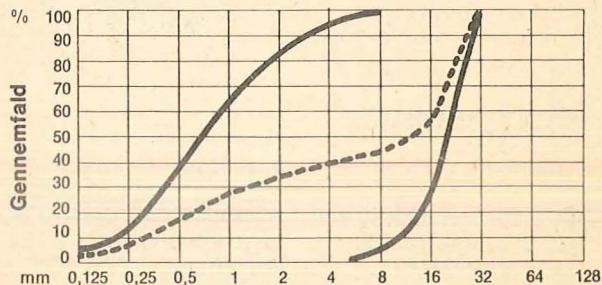
Betegnelsen for blandinger af sand og sten er grus. Ved sand forstås man den del af grusmaterialet, der kan passere en sigte med 4 mm kvadratiske masker, ved sten den del, der tilbageholdes af denne sigte.

Bakkesten, bakkegrus og bakkесand betegner materialer, der indvindes fra

grusgrave. Søsten, søgrus og søsand (strandgrus og strandsand) betegner materialer, der indvindes fra havbunden eller strandbredden. De almindeligst anvendte betegnelser for grusmaterialer til betonfremstilling er følgende (tallene angiver kvadratiske maskevidder på de sigter, materialet må passere eller tilbageholdes af):

singels	sten mellem 64 og 32 mm
nøddesten	sten mellem 32 og 16 mm
ærtesten	sten mellem 16 og 8 mm
perlesten	sten mellem 8 og 4 mm
betonsand	sand mellem 4 og 0 mm
filler	sand under 1/4 mm
betongrus	grus mellem 0 og 16 mm

Skærver er nedknuste sten og betegnes ved deres (sø- eller bakkematerialer) korntørrelse eller knust klippemateriale



Gruset - og særligt sandet - må ikke have for stort indhold af humus, ler og slam. Dette undersøges normalt ved den såkaldte natriumhydroxydprøve:

Man fylder sand ca. 7 cm højt i en klar farveløs flaske med diameter 6 cm. Derefter hældes man natronlud (en 3% natriumhydroxydopløsning) over sandet, således at væskens højde bliver ca. 12 cm over flaskens bund. Man propper til og ryster grundigt, hvorefter den stilles hen. Væskens farve efter nogen tid, der afhænger af de urenheder, der evt. findes i sandet.

Bedømmelsen sker bedst efter 24 timers henstand, og kan ske efter en skala i 5 trin, således at 1) klar til svag, gullig væske er god, 2) gullig væske er brugelig, 3) gul-brun væske kan måske bruges, men man bør udføre en nærmere undersøgelse af betonens afbindingsforhold og styrkeudvikling, 4) lys, brun farve og 5) brun farve er normalt begge uegnede til betonfremstilling.

I stedet for at anvende et farvefoto som farverefERENCE til humusprøvningen kan

man udføre en blanding af forskellige kemikalier, der giver ensartet farve fra gang til gang omtrent svarende til flaske nr. 3 i nævnte skala. Hvis prøvens farve er lysere end denne standardfarve, er gruset anvendeligt; hvis prøvens farve er mørkere, bør man udføre nærmere undersøgelser af grusets egnethed.

Som eksempel på farverefERENCE kan man nævne følgende standardfarve:

Frisk tilberedt blanding af 9 g ferrichlorid og 1 g coboltchlorid i 100 ml vand med 1/3 ml ren saltsyre, blandet i samme flasketype som prøven.

Ved denne humusundersøgelse vil de fine partikler, leret, lejre sig øverst i et mere eller mindre tykt lag. Dette lag bør normalt ikke være mere end 3-4 mm svarende til ca. 5 volumenprocent. Er der mere ler, bør man udføre nærmere undersøgelse af, om betonens styrkeudvikling påvirkes på uønsket måde.



I stenene kan forekomme varierende mængder af porøse korn, der kan give anledning til såkaldte frostspringere.

Hvis betons overflade vandmættes og udsættes for vekslende frost/tø-påvirkning, og er det i projektet foreskrevet, at man ikke kan tolerere frostspringere, der vil skæmme betonoverfladen, bør man anvende et grusmateriale, der kun indeholder en begrænset mængde af ikke frostfaste korn. Normalt vil f. eks. gode sunde sømaterialer eller knust granit opfylde dette krav.

Lette grusmaterialer.

Lette grusmaterialer kan være kunstigt fremstillet materialer såsom ekspanderet, brændt ler, betegnet exlerklinker, sintret flyveaske m. m. eller de kan bestå af porøse korn af vulkansk oprindelse, f. eks. pimpsten.

Erstattes almindelige sten eller skærver i beton med et let grusmateriale fås letbeton, der kan fremstilles som let isolationsbeton (rum-

vægt 400-1000 kg/m³) eller som let konstruktionsbeton (rumvægt 1400-2000 kg/m³).

Tilsætningsstoffer.

Tilsætningsstoffer er kemiske forbindelser, der tilsættes betonblandingen for at give denne en ønsket egenskab. Da doseringerne er små, sker tilsætningen oftest i vandopløst tilstand sammen med vandtilsætningen. Man bør være opmærksom på, at et tilsætningsstof ud over den tilsigtede hovedvirkning kan have bivirkninger, som der må tages særlige hensyn til.

Tilsætningsstofferne kan deles i grupper efter deres virkemåde:

- I. GRÆNSEFLADEAKTIVE STOFFER
 1. Luftindblandingsstoffer
 2. Plastificeringsstoffer
 - a. Dispergerende
 - b. Befugtende
- II. AFBINDINGS- OG HÆRDNINGSTIDSREGULERENDE
 2. Retardere

III. ANDRE STOFFER

1. Skumdannende stoffer
2. Ekspansionsstoffer
3. Vandafvisende stoffer

Ved anvendelse af tilsætningsstoffer bør leverandørens vejledning nøje følges.

Betonsammensætning

Betonens sammensatte natur rummer mulighed for, at dens egenskaber, styrke, tæthed og holdbarhed, vælges inden for et ret stort område. Den egenskab, der hyppigst stilles krav til, er betonens trykstyrke, som først og fremmest afhænger af v/c-forholdet, d.v.s. forholdet mellem betonblandings vand- og cementmængde efter vægt. Krav til betonens styrke formuleres i følge DS 411 (1973) »Norm for betonkonstruktioner« som krav til den karakteristiske trykstyrke, se side 34. Ifølge DS 411 skal der ved valg af betonsammensætning desuden tages hensyn til, hvil-

ket miljø betonkonstruktionen fremtidigt kommer til at befinde sig i. Der skelnes mellem 3 miljøklasser, A, B og C, som er karakteriseret ved forskellige grader af aggressivitet.

For at bevare den krævede brudsikkerhed i en rimelig levetid, stilles der i normen krav til tykkelsen af dæklaget uden på armeringen og til betonens sammensætning afhængigt af miljøet. I miljøklasse A kræves karakteristisk v/c-forhold mindre end 0,6 og dæklag på mindst 30 mm. I miljøklasse B kræves karakteristisk v/c-forhold mindre end 0,7 og dæklag på mindst 20 mm. I miljøklasse C stilles ikke krav til v/c-forhold, men dæklaget skal være mindst 10 mm. For kontrolklasse III skal de foran nævnte dæklagstykkelser forøges med 5 mm.

I skemaet side 36 er anført vejledende blandingsforhold for beton til forskellige betonkonstruktioner etc. samt hertil svarende materialeforbrug til 1 m³ beton. Endvidere er i skemaet angivet, hvilke karakteristiske betontrykstyrker man kan forvente at opnå med disse

blandingsforhold, forudsat at der er tale om støbelig beton og god arbejdsudførelse (se i øvrigt skemaets forudsætninger). Endelig er det i skemaet angivet, hvilke miljøklassekrav de anførte blandingsforhold kan regnes at opfylde.

Betonarbejdet skal i øvrigt foreskrives udført efter en af kontrolklasserne I, II eller III. Kontrolklasserne er karakteriseret ved varierede krav til kontrollens omfang.

I kontrolklasse III kan man vælge at undlade at føre styrkekontrol, forudsat at man benytter vægtblandingsforholdene 1:2:3, 1:3:5 og 1:4:7 og tilsvarende kun regner med styrkerne 15 MN/m², 10 MN/m² og 5 MN/m².

Styrker

Den hærdnede betons trykstyrke måles ifølge DS 411 på støbte cylinderformede prøvelegemer med diameter 150 mm og højde 300 mm efter 28 og 14 døgns vandlagring for beton fremstillet med henholdsvis almindelig portlandcement (såsom Portland-Cement og Lavalkali Sulfatbestan-

dig Cement) og hurtighærdende portlandcement (såsom Rapid-Cement og Hvid Portland Cement).

Styrkekrav angives i klasserne

5-10-15-20-25-30-35-40-45 og 50 MN/m².

Trykstyrken angives ved den »karakteristiske« styrke σ'_{bk} , hvorved forstås middeltallet af de opnåede styrkeresultater, σ'_{bm} , minus en konstant k, der afhænger af antallet af målinger (jvf. håndbøger, lærebøger, tabel 2.2 i DS 411 m.v.), gange spredningen s (standardafvigelse) på målingerne. Man har altså

$$\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} \div k \times s$$

Ved valg af betontype til en given betonkonstruktion (bygværk eller bygningsdel) kan man herefter gå frem på følgende måde:

- 1) Man vurderer og bestemmer sig for, hvilken miljøklasse (A, B eller C), der er eller skal være gældende for konstruktionen. I skema 1 kan man se, hvilke styrkeområder, der under visse forhold normalt vil opfylde kravene til betonen i de respektive miljøklasser.
- 2) Man sammenligner med

den i projektet krævede karakteristiske styrke og ser, om dette krav er strengere end miljøklassekravet. Den største værdi vælges. Her må man være opmærksom på, at hvis der er tale om uarmeret beton, må der højst regnes med en karakteristisk styrke på 25 MN/m².

3) Man tager stilling til, om betonen skal være vandtæt. Beton med en karakteristisk styrke større end eller lig med 30 MN/m² vil - hvis arbejdet udføres omhyggeligt - normalt blive vandtæt. Man sammenligner med miljøklassekravet og styrkekravet og vælger den største værdi. Man bør her være opmærksom på, at såfremt miljøklassekravet og/eller vandtæthedskravet fører til højere styrke end projektets oprindelige styrkekrav, kan dette måske udnyttes til reduktion af armering og dimensioner.

4) Man fastlægger, hvilken kontrolklasse (I, II eller III) betonen skal fremstilles efter. Her må man være opmærksom på, at kontrolklasse III ikke må anvendes, såfremt der - jvf. ovenfor - er behov for styrker på over 25 MN/m².

5) Man overvejer og tager stilling til, hvilke øvrige og eventuelle specielle krav det vil være hensigtsmæssigt at stille, bl.a. til cementtype, grustype og stenstørrelse, anvendelse af tilsætningsstoffer (f.eks. til luftindblanding, hvis betonen skal være frostsikker), o.s.v.

6) Når man herefter er nået frem til, hvilken betontype (karakteristisk styrke, delmaterialer m.v.) der skal anvendes, kan man vælge mellem enten at bestille den pågældende beton på en fabrik for færdigblandet beton eller selv at proportionere og blande betonen.

7) I de fleste tilfælde vil det sikkert være mest praktisk og økonomisk at anvende færdigblandet beton.

Opmærksomheden henledes på, at de i skema 1 anførte vejledende materialeforbrug ikke behøver at være dem, som betonfabrikkerne anvender til opnåelse af de respektive karakteristiske styrker, idet lokale og andre forhold (grustype, kornstørrelse, konsistensområde, kontrolomfang etc.) kan motivere såvel større som mindre cementforbrug end de i skemaet anførte.

eksempler på konstruktionstyper	blandingsforhold efter vægt	Forventet karakteristisk trykstyrke ved rimelig god udførelse. Tabellens angivelser er MN/m ² (1 MN/m ² ~ 10 kp/cm ²) med styrkekontrol (kontrolklasse I, II og III)		Omtrentlig materialeforbrug til 1 m ³ færdig beton		
		uden styrkekontrol (kontrolklasse III)		cementindhold (kg/m ³)	sand (kg/m ³)	sten dmax32mm (kg/m ³)
Kun armeret beton						
Undervandsstøbning		40*		450	880	880
Funderingspæle Beholdere Fliser		35*		400	670	1170
Gulve for svær færdsel (kørebæner-udendørs betonbelægning) Vægge og gulve udsat for vandtryk Ajlebeholdere Siloer for ensilage Svømmebassiner Havvandskonstrukt. Konstruktioner ved havet Tunnelkonstrukt. Sluser Konstruktioner i aggressivt miljø Vandtæt beton	1:2:3	30*	15	350	740	1140

Armeret og uarmeret beton

Broer Beholdere Tårne Tribuner Husbygningskonstr. Støttemure-udendørs Kælderydervægge uden vandtryk Stærke fundamenter Tage på bygninger Indendørs beton i staldbygninger		25		300	740	1200
Gulve for lettere færdsel Indendørs armeret beton Kældertrapper	1:3:5	20	10	260	740	1220
Kældergulve uden vandtryk		15		220	770	1220
Indendørs beton i tørre lokaler Fundamenter i større bygninger Udstøbning i fundablokke Alm. parcelhusfundamenter Klaplag-renselag	1:4:7	10	5	165	800	1220

Styrker er normstyrker.

*Kontrolklasse III må ikke anvendes. Blandingerne i det grå og lysegrå område må normalt forventes at opfylde kravene til beton i Miljøklasse A og B.

Blandingerne i det grå område må normalt forventes at opfylde kravene til beton i Miljøklasse A.

Tabellen forudsætter i øvrigt:

- 1) gode grusmaterialer med god kornkurve;
- 2) konsistens af den friske beton svarende til sætmål 6-10 cm;

- 3) rimelig god udførelse og et antal styrkeprøver på ca. 10;
- 4) trykstyrkeprøvning af 15 cm x 30 cm cylindre i overensstemmelse med gældende standard efter 28 døgn for almindelig portlandcement og efter 14 døgn for hurtighærdende portlandcement; med hensyn til de forskellige cementtyper prøvningsterminer se side 21
- 5) ingen anvendelse af tilsætningsstoffer.

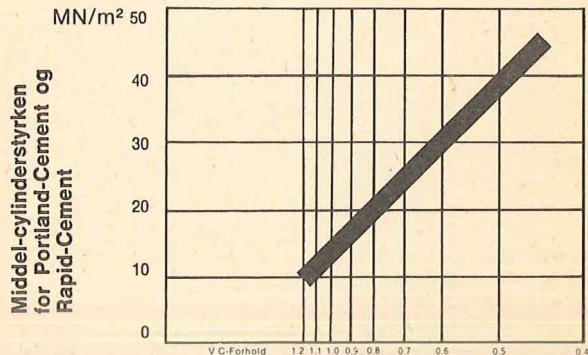


Fig. 1: Ved proportionering kan man som udgangspunkt anvende den viste sammenhæng mellem middelstyrker og v/c-forhold

8) Hvis man vælger at proportionere og blande betonen selv, sker proportioneringen som beskrevet nedenfor. Alternativt - eller som hjælp herved - kan man som udgangspunkt anvende de i skema 1 anførte vejledende mængdemængder pr. m³ beton,

Fastlæggelse af betonens sammensætning ud fra krav til styrken kan ske ved, at man først finder det nødvendige v/c - forhold på basis af kendte relationer mellem trykstyrke og v/c-forhold f. eks. Bolomey's formel eller figur 1

Bolomey's formel:

$$\sigma = K \left(\frac{1}{v/c} - 0,5 \right)$$

hvor $0,45 < v/c < 1,3$
og $K = 20 - 30 \text{ MN/m}^2$ for 150 x 300 mm cylindre lagret i 28 døgn efter normens forskrifter.

Faktoren K afhænger af forskellige faktorer bl.a. cementtype, prøvealder, lagring, prøvelegemernes størrelse og form. Dernæst fastlægges, hvor stor vandmængden skal være, for at den ønskede konsistens af den friske be-

ton opnås. I skema 2 er angivet erfaringsmæssige størrelser for grusmaterialeers vandbehov. Herefter kan cement- og grusmængder beregnes.

Eksempel

Nødvendig middelstyrke

$$\sigma'_{bm} : 34 \text{ MN/m}^2$$

Cement: Rapid-cement

Grus:

Sømaterialer med $d_{max} = 32 \text{ mm}$

Sand/sten-forholdet 40%/60%

Ud fra kravet til middelstyrken findes af figur 1 det middel-v/c-forhold, der er nødvendigt for at opnå den krævede styrke.

Der er forudsat et naturligt luftindhold i betonen på 2% og en betonkonsistens svarende til sætmål 6 cm.

Af skema 2 skønnes herefter den nødvendige vandmængde, hvorefter cementindholdet kan bestemmes. Herefter kan følgende blanderecept udregnes:

Blanderecept

Materialer	kg/m ³	g/cm ³	Rumfang/l	
Rapid-Cement	336	3,15	107	} 295
Vand	168	1,0	168	
Luft		—	20	} 705
Sand	745	2,65	282	
Sten	1100	2,60	423	
	2349		1000	~1 m ³

Vandbehov

Sten- beteg- nelse	d max mm	Sætmål 3-6 cm		Sætmål 6-10 cm		Korrektion liter pr. sæt- måls- ændring
		somatr. liter	bakke- matr. liter	somatr. liter	bakke- matr. liter	
Ærtest.	16	155	160	165	170	2,5
Nøddest.	32	145	150	155	160	2,5
Singels	64	144	149	152	157	2,0

Skema 2 Skønnet vandmængde i liter pr. m³ blandet beton uden luftindblanding. Vandmængden er det såkaldte frie vand excl. adsorberet vand i grus. Det adsorbere vand udgør størrelsesordenen 10% af den frie vandmængde.

Betonsammensætning efter vægt.

I eksemplet på proportionering finder man, at der pr. m³ beton skal anvendes 336 kg Rapid-Cement, 745 kg sand og 1100 kg sten. Dette svarer til vægtblandingsforholdet cement:sand:sten 1:2,2:3,3.

Betonsammensætning efter rumfang.

Hvis man ønsker at benytte blandingsforhold efter rumfang, kan tabel 1's vægtblandingsforhold omregnes til rumfangsblandingsforhold ved at anvende følgende omtrentlige rumvægte:

Rapid-Cement 1210 kg/m³
 Portland-Cement 1360 kg/m³
 sand 1400 kg/m³
 sten 1550 kg/m³

F. eks. omregnes vægtblandingsforholdet 1:4:7 til rumfangsforhold på følgende måde

(Portland-Cement):

$$1:4 \times \frac{1360}{1400} : 7 \times \frac{1360}{1550} =$$

1:3,9:6,1

Svarende hertil bliver det i eksemplet fundne vægtblandingsforhold omsat til 1:2,1:2,9.

Man ser, at hvis man anvender tabel 1's vægtblandingsforhold, som om det var rumfangsforhold, kommer man til at anvende mere cement i blandingen og ligger således ofte styrkemæssigt på den sikre side.

Ofte vil man bestille sand og stenmaterialerne som et antal m³. De 745 kg sand og 1100 kg sten svarer i løsløjring til

$$\text{sand } \frac{745}{1400} \text{ m}^3 \sim 0,55 \text{ m}^3$$

$$\text{sten } \frac{1100}{1550} \text{ m}^3 \sim 0,75 \text{ m}^3$$

Betonfremstilling

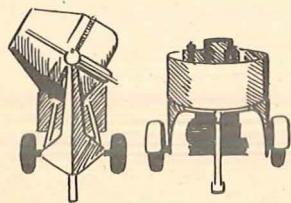
Afmåling af delmaterialer

Cementen bør altid afvejes eller tilsættes i hele eller til nød halve sække.

Udmåling af cement, sand og sten i skovlfulde må frarådes. Hvis der anvendes rumfangsmål, skal der bruges særlige målekar - evt. bære - med tydelige målelinjer.

Blanding

Blandingen sker efter den valgte blanderecept. Der kan håndblandes; men ved større arbejder og til opnåelse af en højere kvalitet kræves maskinblanding. De almindeligste typer af blendemaskiner er fritfaldsblander og tvangsblender.



Blandetiden ved maskinblanding bør være mindst 2 minutter.

Der bør ved vigtige arbejder føres løbende kontrol med den friske beton. Sætmålet kontrolleres som nedenfor beskrevet, og evt. ønsket luftindhold kontrolleres med et anerkendt luftmåleapparat, f. eks. et press-urmeter.

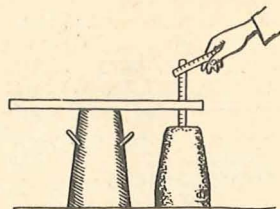
Konsistens

En frisk betonblandings konsistens karakteriseres ofte ved blandingsens sætmål, der bestemmes på følgende måde:

En keglestub-form (»tragt«) af jernplade, 30 cm høj, 20 cm i tværmål forneden og 10 cm i tværmål foroven, anbringes på et plant, fast og ikke vandsugende underlag og fyldes med beton. For hver ca. 10 cm der er fyldt i, stemples overfladen jævnt over det hele med 25 stød med et 16 mm rundjern, som er 60 cm langt og har en afrundet ende, som vendes nedad ved stampningen.

Når formen er fuld, stryges betonen af langs formens overkant, og denne løftes af. Det stykke, betonkeglen derpå sætter sig, altså højdeforskellen i cm, mellem formen og den sammen-sunkne kegle, kaldes blandingsens sætmål.

Gennem en jævnlig bestemmelse af dette sætmål for de blandinger, der bruges ved et betonarbejde, får man en udmærket kontrol på, at vandmængden, blandingsforholdet og grusmaterialerne er uforandrede.



Man kan ikke angive en bestemt sammenhæng mellem de forskellige sætmål og de gængse konsistensbetegnelser, såsom jordfugtig, plastisk og flydende, men som omtrentlig rettesnor kan følgende anføres:

Jordfugtig konsistens	0-3 cm sætmål
Stiv plastisk konsistens	3-6 cm sætmål
Plastisk konsistens	6-10 cm sætmål
Tyktflydende konsistens	10-15 cm sætmål
Flydende konsistens	over 15 cm sætmål

Beton til betonvarer, der afformes straks i frisk tilstand, kræver en konsistens svarende til 0-1 cm i det jordfugtige område.

Ved særlig jordfugtig beton, hvor sætmålet er 0, kan bearbejdigheden variere. I sådanne tilfælde måles konsistens og bearbejdighed med et vebeapparat. Apparatet består af et vibra-

tionsbord, på hvilket en beholder er fastspændt. I beholderen udstøbes og afformes som ovenfor beskrevet en sætmålskegle. En svær glasplade, der frit kan sænke sig mod betonen, bringes til at berøre keglens top. Vibratoren sættes i gang, betonkeglen synker sammen, og glaspladen følger efter. Den tid,

der forløber indtil hele glaspladens underside dækkes af beton, måles med stopur. Tiden kaldes vebesekunder eller vebe-grader.

Færdigblandet beton

De fleste fabrikker kan levere fra 1 m³ op til 4-5m³ færdigblandet beton ad gangen. Byggepladsen må være indstillet på at modtage betonen, når den kommer. Derfor bør tilkørselsforhold drøftes med leverandøren, og man må sørge for, at der er tilstrækkelig store modtagesiloer eller bakker til rådighed. Dette materiel udlejes af de fleste fabrikker.

Flere fabrikker kan tilbyde pumpning af den færdigblandede beton direkte fra transportbilen til støbestedet.

Inden bestillingen afgives, må man gøre sig klart, hvilke krav, der stilles til betonen, så fabrikken kan få fuldstændige og præcise oplysninger herom. Man kan støtte sig til fabrikkernes følgesedler, der normalt indeholder følgende punkter:

1. Fabrikkens navn
2. Kundens navn
3. Leveringssted
4. Betonmængde
5. Styrkeklasse (σ'_{bk})
6. Miljøklasse
7. Kontrolklasse
8. Cementtype
9. Konsistens
10. Luftindhold
11. Tilsætningsstoffer
12. V/c-forhold
13. Materiale < 0,25 mm (filler)
14. Stentype og d_{max}
15. Varm beton
16. Blandingstidspunkt
17. Kvittring for modtagelse

Naturligvis vil der kun i de færreste tilfælde være behov for at angive samtlige oplysninger.

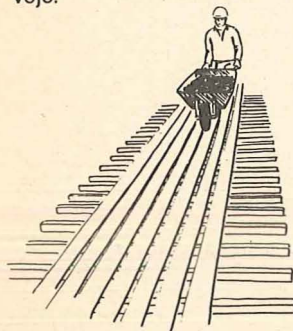
De fleste betonfabrikker vil være indstillet på at yde service og vejledning med hensyn til valg af rigtig beton til formålet, betonens behandling og udstøbning samt eventuelt andre egen-skaber.

Dog må det, hvad angår opfyldelse af de stillede kvalitetskrav til den færdigstøbet beton, erindres, at dette i høj grad også afhænger af arbejdsudførelsen ved

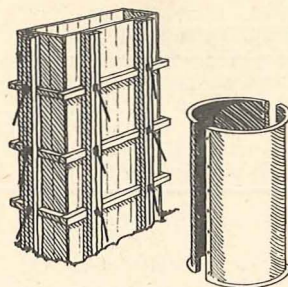
støbningen. Betonen må udstøbes rimeligt hurtigt efter aflæsningen, vandmængden må ikke forøges, betonen skal komprimeres, og tildækkes tilstrækkeligt, således at den beskyttes mod fordampning og for hurtig afkøling.

Transport på byggeplads

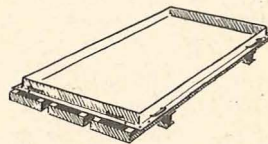
Når frisk beton transporteres på byggeplads, kan der ske en afblanding, d.v.s. stenene skilles fra mørtlen. Faren herfor er størst for blød eller meget tør beton, eller hvis betonen udsættes for større frie fald. Transporten bør derfor ske i transportkærre på jævne trilleveje.



Formen



Forme til betonarbejder kan laves af træ, stål eller plast. Hvis man vil opnå særlige overflader, kan anvendes formindlæg, f. eks. træliester eller plastmatricer.



Formens formål er at holde den friske beton på plads, indtil den har opnået nødvendig styrke for afformning. Desuden skal formen kunne klare den ekstra belastning, der opstår, når betonen komprimeres.

Formens klargøring

Klargøringen omfatter omhyggelig rensning, reparation af konstaterede skader, sammenspænding af formdele og eventuel behandling med formolie. Sammenspændingen skal udføres så præcis, at formdelene indbyrdes placering svarer til de foreskrevne krav. Man må huske, at mindre målafvigelser kan høje sig op og bevirke, at f. eks. en bekostelig støttemur eller et dyrt facadeelement må kasseres.

Alle formsamlinger skal være helt rene, så de slutter tæt. Selv små urenheder kan forårsage åbninger og derved give anledning til blæredannelser, stenreder, misfarvninger og lignende. Til klargøring hører også placering af armeringen, inserts af forskellig art og nødvendige udspæringer. Korrekt placering af armering er særlig vigtig ved de tynde forstøbninger, der i dag benyttes ved elementfremstilling. Endvidere er det vigtigt, at armeringen er fri for rust-støv og-skaller. Armeringen holdes på

plads under betonens udstøbning og bearbejdning ved omhyggelig sammenbinding og placering af afstandsklodser.

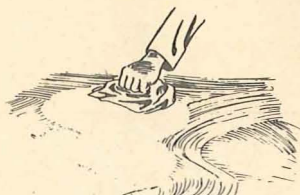
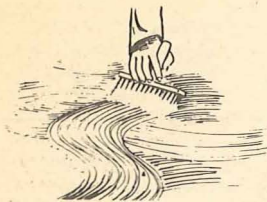
Ved afformning skal formen kunne skilles fra den nystøbte beton på en sådan måde, at ingen af delene beskadiges på grund af for kraftig sammenhæng.

For at opnå et godt formslip stryger eller sprøjter man derfor formens støbeflade med en formolie, med mindre de anvendte formmaterialer kan benyttes uden oliebehandling.

Voks er i almindelighed besværligt at påføre på grund af den ret stive konsistens. Indgnidningsprocessen kan tage en del tid, men der opnås en meget tynd og jævn vokshinde med særlig gode slipegenskaber.

Formolie skal påføres i et meget tyndt og jævnt lag, der skal dække formen fuldstændigt. Disse to hensyn er lige vigtige, og derfor er det af stor betydning at vælge den rigtige påføringssteknik.

Formmaterialet er uden betydning for valget af påføringsmetode. Derimod er formoliens art og formens



overfladekarakter afgørende for påføringsmetoden. Følgende fremgangsmåder bør anvendes: Formolie kan påføres manuelt med blød kost, rene klude, tvist eller malerulle, eventuelt ved påstækning, samt ved sprøjtning. Den bedste garanti for en tynd og ensartet påføring opnås ved sprøjtning og efterfølgende aftørring.

I alle tilfælde skal der tørres efter med rene klude eller tvist, så overskydende formolie fjernes.

Udstøbning

Når beton anbringes i formen, vil et lodret fald, på over 1 m frit fald, kunne medføre afblanding. Udstøbning gennem et rør eller en »strømpe« bør i så fald foretrækkes.

Betonen udstøbes i lag af 25-50 cm's højde, hvorefter

den komprimeres og arbejdes sammen med den tidligere udstøbte beton.

Komprimering

Al beton skal komprimeres efter udstøbningen. Komprimeringen kan ske ved håndbearbejdning f. eks. stampning med trælægter, eller ved vibrering. God kvalitet opnås bedst med vibrering. Stavvibratoren er den mest anvendt, da den kan benyttes ved næsten alle konstruktionsformer. Vibreringstiden for hvert nedstik af vibratorstaven er 10-30 sekunder; for lang vibreringstid kan medføre afblanding.

Ved udstøbning af beton på såvel byggepladser som fabrikker skal betonen udlægges jævnt i hele formen og ikke fordeles fra en bunke ved hjælp af komprimeringsgrejet.



Vibratorerne må først startes, når betonen er fordelt jævnt i formen.

Der findes ingen fast målestok for, hvornår tilstrækkelig komprimering er opnået. Dette må vurderes ved iagttagelse af betonens opførsel. I de fleste tilfælde er tilstrækkelig komprimering opnået ved begyndende slamdannelse på betonoverfladen.

Mangelfuldt vibreret eller overvibreret beton kan i fugtigt vejr fremvise skjolder forårsaget af porøsitet i overfladen.

Ukorrekt fastgørelse eller forkert placering af vibratorerne kan fremkalde »klangbilleder« som vil give sig synligt til kende i betonens overflade.

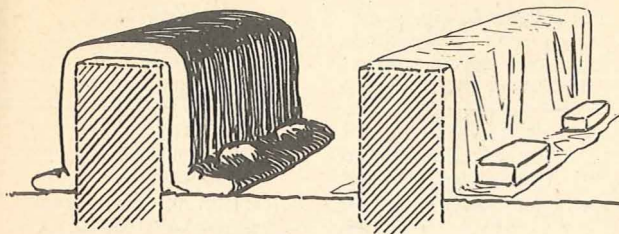
Alle formens vibrerende dele skal svinge ensartet og i fornødent omfang. Hvis ikke formen vibrerer ensartet, må vibratorerne omstilles til andet svingningstal eller omplaceres. Formdelene må ikke sættes i så kraftige svingninger, at der opstår separation i betonen og opspændning af den ellers sunde cementpasta i overfladen, som derved får ringe styrke og holdbarhed.

Efterbehandling

En betingelse for, at betonen kan hærde og stadig øge sin styrke, er, at den har tilstrækkelig fugtighed under hærningen.

Betonen bør tildækkes straks efter udstøbningen for at hindre udtørring, der ellers vil ske ujævnt igennem tværsnittet og som følge heraf vil kunne føre til svind- og krakeleringsrevner.

Tildækning kan ske med f. eks. plastfolie, halmmåtter eller kraftpapir. Eventuelt kan påføres en voksmembran (curing compound). Er der risiko for frost, kan særlige vintermåtter anvendes. Supplerende vanding efter



et døgn forløb er gavnligt. Tildækningens varighed bør normalt være mindst 7 døgn.

Afforskallingstidspunkter

Tiden mellem støbningens ophør og formenes fjernelse afhænger af vejrliget, af konstruktionens spændvidde og egenvægt samt af

formdelenes specielle funktioner. Det må i hvert enkelt tilfælde undersøges, om hærningen er tilstrækkelig fremskreden. Under almindelige forhold (lufttemperatur ca. 15-20°C) og ved brug af almindelig portlandcement eller hurtighærdende cement, kan de i hosstående tabel anførte døgn være vejledende:

Betonens mindste alder ved afformningen

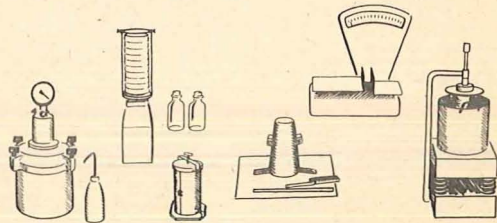
Temperatur: 15-20°C	Portland-Cement	Rapid-Cement
	Alder i døgn	
Formen kun begrænsende	3	2
Formen bærende Konstruktionens spændvidde L		
L < 2 m	7	2
L = 2-3 m	7	3
L > 3 m	4 L-5	L
Længste tid	28	14

For søjleforme, der ikke benyttes som understøtninger, kan regnes med det halve af det antal døgn, der findes for en spændvidde lig søjlens højde.

I koldt vejr kan formene først borttages efter betydelig længere tid, jævnfør Boligministeriets »Cirkulære om vinterforanstaltninger og arbejdsgrundlag v. byggearbejder« af 11. november 1974. Afformningen må udføres med omhu, så revner og kantskader undgås.

Kontrol

Såfremt der skal udføres betonkontrol på byggepladsen bør der forefindes udstyr til kontrol af betonens delmaterialer (cement, sand, sten og tilsætningsstoffer) samt af den friske beton svarende til omfanget af de stillede krav



til disses egenskaber. Sådant kontroludstyr vil ofte hensigtsmæssigt omfatte:

1. Sigteudstyr til tør- og vådsigtning af henholdsvis grus og frisk beton.
2. Udstyr til humusundersøgelse af grus (ler, slam og frostfarlige korn).
3. Konsistensmåleudstyr (sætmålskegle og/eller vebeapparat).
4. Udstyr til måling af luftindhold i frisk beton (press-ur-meter).
5. Formudstyr til udstøbning af cylinderformede prøvelegemer (15 cm diameter og 30 cm højde), af den friskblandede beton med henblik på prøvning af den hærdnede betons trykstyrke efter lagring i henhold til forskrifterne, jvf. DS 411.

Hærdnet betons egenskaber

Betons styrke

For beton gælder det inden for visse grænser, at jo mindre vand i forhold til cementmængden, der anvendes ved betonens fremstilling, desto større bliver styrken. Med andre ord, styrken vokser med aftagende v/c-forhold. Derudover har især komprimeringen af den friske beton betydning for den hærdnede betons styrke, idet styrken bliver desto større, desto tættere de faste partikler (cement, sand og sten) lejres.

Endvidere vil beton, sålænge hverken al vand eller cement er opbrugt, til stadighed have styrketilvækst, men efterhånden med aftagende hastighed.

Den hærdnede betons trykstyrke måles normalt på støbte cylinderformede prøvelegemer, således som beskrevet på side 34.

Holdbarhed

Betons holdbarhed overfor aggressive og fysiske påvirkninger afhænger først og fremmest af dens tæthed. Jo tættere betonen er, jo mere vil vand og eventuelle aggressive stoffer være hindret i at trænge ind i betonens indre. Således vil armeringsjern være betydeligt bedre beskyttet mod fugtighed, salte og lignende, der kan give anledning til, at jernene ruste og dermed til, at betonen revner, i en tæt beton end i en porøs.

Det er dog ikke i alle tilfælde, at tæthed alene vil være tilstrækkelig til at hindre nedbrydning af betonen. For betonkonstruktioner, der placeres i særligt aggressive miljøer, kan det være nødvendigt at træffe særlige beskyttelsesforanstaltninger.

Således vil det f. eks. være nødvendigt for betonkonstruktioner, der placeres i

stærkt sulfatholdig jord eller grundvand, at hindre sulfaternes nedbrydende virkning ved at fremstille betonen med Lavalkali Sulfatbestandig Cement.

Det skal også nævnes, at de fleste danske bakke- og søgrusmaterialer i større eller mindre grad indeholder en form for mikrokrySTALLinsk kisel (f. eks. porøs flint), der kan reagere kemisk med cementens indhold af alkalier. Denne foreteelse kaldes alkalireaktioner og kan under ugunstige forhold føre til dannelse af en alkalikiselgel, der kan forårsage revnedannelse i betonen. Dette fænomen optræder heldigvis sjældent, men man bør dog være på vagt, såfremt man skal udføre en særlig vigtig betonekonstruktion under omstændigheder (miljø, geografisk område, grusmateriale), som erfaringsmæssigt tidligere har ført til skadelige alkalireaktioner. I så fald bør man overveje at benytte en alkalifattig cement, såsom Lavalkali Sulfatbestandig Cement og Hvid Portland-Cement, eller et ikke reaktivt grusmateriale, f. eks. knust klippegranit.

Det er ikke tilstrækkeligt, at selve cementpastabindemidlet i betonen er tæt og bestandigt. Man bør også sikre sig, at de sand- og stenmaterialer, der anvendes, er sunde, d.v.s. at de ikke smuldrer eller forvitrer. Betonoverflader, der udsættes for gentagen frysning og optøning samtidig med at være vandmættet, bør beskyttes mod frostsprængning, ved at der kunstigt indblandes et system af fintfordelte luftporer i den friske beton (5-7 rumfangsprocent). Dette luftporesystem, som tilvebringes ved hjælp af et luftindblandende tilsætningsstof, bevirker, at det frie vand i betonen kan udvide sig under frysning, uden at betonen derved sprænges. Luftindblandingsstoffet gør også den friske beton bedre bearbejdelig. Desuden bryder de fine luftporer kapillarvirkningen og hindrer derved i nogen grad op sugning af vand.

Vandtæthed

Skal beton være vandtæt, bør man holde v/c - forhold

det så lavt som muligt under hensyntagen til konsistens og bearbejdelighed.

V/C_m bør ikke overskride 0,50.

Indholdet af cement skal være mindst 300 kg/m³ beton, og der bør tilsættes et luftindblandingsstof, således at der indblandes 4-6 rumfangsprocent luft i betonen.

Cement- og vandmængden må være tilstrækkelig ikke blot til at udfylde mellemrummene mellem gruskornene, men også til at gøre betonen bearbejdelig.

Skal disse krav opfyldes, kommer man frem til rumfangsblendingforholdene 1:2:3 eller 1:2½:3½ (cement:sand:sten) afhængig af grusets egenskaber og den ønskede bearbejdelighed.

Svind

Hærdnet beton vil optage eller afgive vand, når den omgivende lufts fugtighedsgrad ændrer sig. Når betonen afgiver vand, mindskes dens rumfang - den svinder.

Det har vist sig, at størrelsen af udtørringssvindet i

almindeligt indendørs klima normalt vil være omkring 0,03-0,05% i alle retninger.

Udtørringssvindet kan føre til revnedannelse og krakelering i betonens overflade, navnlig hvis den ikke beskyttes mod udtørring i de første uger efter støbningen, hvor den endnu ikke har opnået fuld styrke.

Krybning

Hærdnet beton har, navnlig så længe den er ung, en tilbøjelighed til ud over den formændring, der sker øjeblikkeligt ved belastningens påføring, at få yderligere formændring i tiden derefter, så længe kraftpåvirkningen stadig er der. Man siger, at den kryber. Hvis for eksempel den understøttende forskalling til en betonbjælke fjernes tidligt, vil der være risiko for uønskede, store nedbøjninger som følge af krybningen.

Krybningen bliver desto større, jo større påvirkningen er i forhold til betonens brudstyrke.

For at undgå revner på grund af krybning, er det li-

gesom for svindets vedkommende væsentligt, at betonen har nået en passende styrke, inden den udsættes for udtørring og belastning.

Varmeudvikling

Ved cementens kemiske reaktion med vand, som fører til, at betonen binder af og hærder, udvikles der varme. Hærdningen sker hurtigere i varme end i kulde, når blot varmen ikke fører til udtørring.

I koldt vejr bør man udover at tilstræbe, at den friske beton har en passende høj udgangstemperatur, til dække det nystøbte med isolerende materiale for at holde både på hærdningsvarmen og på fugten. Dette gælder især tynde betondele, der har en stor overflade i forhold til rumfanget.

Ved store massive konstruktioner kan varmeudviklingen være en ulempe, idet der kan opstå store temperaturforskelle mellem betonens indre og dens overflade.

De heraf følgende forskellige temperaturudvidelser

kan føre til, at betonen revner, såfremt der ikke træffes foranstaltninger til at udligne temperaturforskellen. Disse foranstaltninger kan bl. a. bestå i enten kunstig køling eller anvendelse af en cement med mindst mulig varmeudvikling, d.v.s. Portland-Cement eller Lavalkali Sulfatbestandig Cement.

Ved svære konstruktioner kan man også reducere temperaturgradienterne ved at beskytte overfladen mod afkøling, ved en grundig tildækning med isolerende måtter (f. eks. almindelige vintermåtter). I så fald bør tildækningen ikke fjernes, før der er sket et væsentligt fald i betonens temperatur.

Opmuring og pudsnings

Murcem-mørtel

(angående data for Murcem se side 22).

Murcem-mørtel fremstilles af Murcem, sand og vand. Murcem-mørtel bruges ved opmuring af tegl- og kalksandsten, beton-, porebeton og lettilslagsbeton-mursten og -blokke i såvel bærende som ikke-bærende murværk samt til udkastning, berapning, sække- og vandskuring, stænkpuds, afrevet grovpuds og andre pudsearbejder, herunder maskinpåført puds, alt såvel indvendigt som udvendigt; endvidere ved fugning, sokkelpudsning, tagunderstrygning og forskalling, reparationsarbejder m.m.

Murcem opbevares som cement.

Sandmaterialet bør opbevares, så enhver forurening undgås; om vinteren må det holdes frostfrit. Godt mørtelsand er sand, der er rent, specielt frit for ler og hu-

mus, og som har en god kornstørrelsesfordeling, d.v.s. indeholder korn af alle størrelser op til ca. 1/3 af mørtellagets tykkelse, hvor 20-25% skal være under 1/4 mm og 20-25% skal være over 1 mm.



Blandingsforhold

Ved valg af blandingsforhold kan hosstående skema være vejledende. Blandingsforholdene for murcement-mørtel er anført i Dansk Ingeniørforenings norm for murværk, DS 414.

Mørtlens anvendelse	Blandingsforhold Murcem/sand		Svarer til K- eller KC-mørtel
	vægt	rumf.	
Ikke-bærende murværk og indvendig puds	M100/900	1:6,5	K100/1200
Bærende murværk, udvendig puds, fugning, sokkelpuds og tagstrykning	M100/600	1:4,5	KC50/50/750
Svært belastet			
murværk	M100/400	1:3	KC20/80/550

Vandtilsætning efter ønsket konsistens.

Blandingsforhold efter vægt angives således, at bindemiddelmængden altid er 100.

M100/600 betyder således, at 100 vægtdele Murcem skal blandes med 600 vægtdele tørt sand.

Anvendelse af tilsætningsstoffer til Murcem-mørtel må i almindelighed frårdes, og luftindblandende stoffer må aldrig anvendes, da Murcem i forvejen indeholder den mest hensigtsmæssige mængde af et stof med luftindblandende virkning.

Murcem-mørtel kan indfarves med de samme kalk- og

lysægte pigmenter, som anvendes til K- og C-mørtler, og på de samme betingelser, idet Murcem's ringe tilbøjelighed til udblomstring er en fordel.

Blanding

Mørtler bør blandes maskinelt ved anvendelse af fritfaldsblander, tvangsblender eller aktivator.

Ved anvendelse af fritfaldsblander påfyldes først en del af blandedvandet, der blandes omhyggeligt med Murcem og ca. 1/4 af sandet, hvorefter resten af vandet og sandet tilsættes.

Ved anvendelse af tvangsblender tørblandes Mur-

cem og sand, hvorefter vandet tilsættes.

Blandetiden bør i begge tilfælde være mindst 5 minutter, efter at de sidste delmaterialer er tilsat. Bruges aktivator, blandes det hele én gang, og blandetiden kan reduceres lidt. Ved mindre arbejder kan der håndblendes. En grundig piskning af mørtlen vil i givet fald fremme virkningen af det tilsatte luftindblandingsstof.

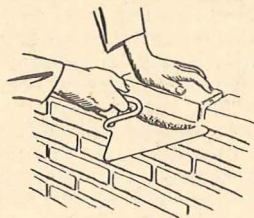
Den færdige mørtel kræver ikke yderligere omrøring ved normal arbejdstakt. Mørtlen bør være anvendt i løbet af ca. 3 timer, i varmt og tørt vejr noget hurtigere; baljerne skal være muret tomme til arbejdstids ophør.

Opmuring

Opmuring med Murcem-mørtel sker på normal vis, men arbejdet lettes gennem mørtlens smidighed og evne til at holde på vandet.

Man kan således arbejde længere med stenene, lettere lægge dem til snor og mure med fyldte fuger. Styrke, tæthed og frostbe-

standighed er alle meget afgørende faktorer for en mørtel. Disse egenskaber er primære for Murcem-mørtel, samtidig med at mørtlen er let bearbejdelig og behagelig at arbejde med, således at forudsætningerne for de nævnte egenskaber kan opfyldes, nemlig fyldte fuger er til stede.



Afrensning

Murcem-mørtel vil på grund af indholdet af portlandcement passende hurtigt hærdne og hæfte til stenene.

Afrensning med syre bør ske på det tidspunkt, hvor mørtlen i fugerne ikke længere lader sig opløse og udtvære i overfladen. Erfaringen viser, at denne afsyring bør finde sted mellem 5 og 24 timer efter opmuringen.

Tidspunktet afhænger af de lokale temperatur- og fugtighedsforhold. I tørt og varmt vejr må der påregnes tidligere afrensning end i fugtigt vejr. Udsættes afrensningen, kan det blive vanskeligt at rense overfladerne.

Selve afsyringen bør foregå i 3 trin:

Facaden skylles med rent vand (spuling, indkostning eller lignende). Herefter afvaskes med syreopløsning med højst 6% syrekonzentration, hvilket svarer til 1 del teknisk saltsyre (36%) til 5 dele vand. Ved vaskning med syreopløsning bør syren have tilstrækkelig tid til at virke på de mere eller mindre afbundne mørtelrester.

Til slut afskylles facaden grundigt med rent vand. Blandemaskiner og værktøj kan ligeledes let renses med vand.

Pudsning

Alle pudsearbejder udføres på normal vis: Murcem-mørtels evne til at holde på vandet medfører, at man almindeligvis vil kunne arbejde med større pudsfel-

ter end normalt, hvorfor antallet af sammenskæringer nedsættes.

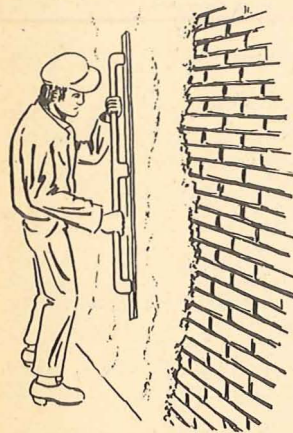
Ved alt pudsearbejde bør det udførte arbejde beskyttes på normal vis mod for kraftig udtørring ved tildekning eller passende for- og eftervanding.

Murcem er særdeles velegnet til mørtel, der påføres maskinelt, på grund af den gode sammenhæng og store vedhæftning til alle underlag. Da mørtelens sammensætning må afpasses efter det aktuelle maskinudstyr, anbefales det at udføre et orienterende forsøg i hvert enkelt tilfælde til fastlæggelse af blandingsforhold, konsistens, maksimal kornstørrelse og sprøjte-tryk.

Vinterforanstaltninger

Når temperaturen falder under + 5 °C, bør der iværksættes vinterforanstaltninger i form af opvarmning af mørtlen (mørteltemperatur max. 30°C.) Hertil anvendes normalt varmt vand (max. 70°C). Opvarmning af sandet kan også blive nødvendigt. Endelig bør mørtelbaljer og

nyudførte konstruktioner beskyttes mod nedbør og kulde. Det frarådes at tilsætte frysepunktsænkende stoffer, og luftindblandende stoffer må som nævnt ikke anvendes.



Materialeforbrug til Murcem-mørtel

Det omtrentlige materialeforbrug fremgår af følgende:

Vejledende mørtelforbrug til opmuring

Mursten	Murtykkelse i sten 5,5x23x11					
		½	1	1½	2	
	1000 sten (hl)	5½	6¼	6¼	6¼	
	m ² mur (hl)	0,4	0,8	1,2	1,6	
Bloksten	Murbredde cm	10	20	25	30	
		100 blokke (hl)				
		Fylt fuge	0,9	1,6	2,0	2,5
	m ² mur (hl)					
	Fylt fuge	0,1	0,16	0,2	0,25	

Vejl. materialeforbrug pr. 10 hl (1 M³) Murcem-Mørtel

	Blandingsforhold	Sand (hl)	Murcem sække à 50 kg
Ikke bærende murværk	M 100/900 1:6,5	10	3½
Bærende murværk	M 100/600 1:4,5	10	4½
Svært belastet murværk	M 100/400 1:3	9	6½

Til pudsnings og berapning medgår der pr. m² murflade: ved pudsnings ca. 15 li-

ter, ved berapning ca. 10 liter.

Materialeforbrug til pudsb. med Portland-Cement

Pr. 10 hl (1 m³) pudsb. medgår

Rumfangsbland. forh. 1:2 1:3 1:4

Vægspuds

Portland-Cement	630 kg	470 kg	370 kg
Groft sand	0,95 m ³	1,05 m ³	1,10 m ³
Portland-Cement	610 kg	450 kg	350 kg
Fint sand	0,95 m ³	1,05 m ³	1,10 m ³
Hvid ell. Farvet Cem. Groft sand	590 kg 0,95 m ³	430 kg 1,05 m ³	340 kg 1,10 m ³
Hvid ell. Farvet Cem. Fint sand	570 kg 0,95 m ³	420 kg 1,05 m ³	330 kg 1,10 m ³

Gulvsildlag

Portland-Cement	670 kg	490 kg	390 kg
Groft sand	1,00 m ³	1,10 m ³	1,15 m ³
Portland-Cement	650 kg	470 kg	370 kg
Fint sand	1,00 m ³	1,10 m ³	1,15 m ³
Hvid ell. Farvet Cem. Groft sand	630 kg 1,00 m ³	450 kg 1,10 m ³	350 kg 1,15 m ³
Hvid ell. Farvet Cem. Fint sand	610 kg 1,00 m ³	440 kg 1,10 m ³	340 kg 1,15 m ³

Arealet i m² af den flade, der skal pudses x pudstykkelsen i cm x 1/100 giver den mængde pudsblanding i m³, der skal bruges. Hertil kommer så et passende til-læg for spild m. m.

over 1 m³ sand kommer af, at sandet i blandingen er lejret tættere end ved levere-ring, ved hvilken det regnes at være naturfugtigt.

At der i 1 m³ mørtel foruden cement og vand kan være

AALBORG PORTLAND



Christians Brygge 28 • Postboks 382 • 1504 København V • Tlf.(01) 14 56 96