

Beton og dens Anvendelse til Landbrugsbygninger.

(Foredrag, holdt i det Kongl. Landhusholdningselskab den 12te Decbr. 1866, af Arkitekt Knud Borring.)

Den nærmeste Anledning til efterfølgende Betragtninger over Brugen af Beton, dennes Egenstaber og fornemlig dennes Anvendelse ved Opførelsen af Landbrugsbygninger, er den Mistillid, som dette Materiale blev Gjenstand for paa Grund af en af Beton opført Bygnings Sammenstørtning. Som bekendt var denne Bygning beliggende i Absalonsgade i Kjøbenhavn, hvor uheldig Spekulation synes formeget at have indblandet sig i Bygningsforetagendet, til Skade for sammes Soliditet, hvilket fremkaldte det bekendte Forbud imod Bygning med Beton, et Forbud, der med samme Grund kunde have været anvendt mod at bygge med Mursten for nogle Aar tilbage, da 2 tre Etages Bygninger, en paa Nørrebro og en paa Gamle Kongevei, maatte rives ned til Grunden, umiddelbart efter at Kranfsen var heiset, som Følge af de flette Sten og den magre Kalk, som var anvendt, hvilket imidlertid den Gang undgik officiel Dmtale.

Allerede i Efteraaret 1863 søgte jeg at henvende dhrr. Landmænds Opmærksomhed paa Beton igjennem „Ugestrift for Landmænd“ i en Afhandling, optaget under Overskriften: „Hvilke Forbringere, der stilles til en vel indrettet og vel bygget Avlsgaard“, ligesom jeg senere ved en anden Artikel i Dagbladet af 6te Mai d. A. mrkt. K. B. paaviste det urigtige og uberettigede i bemældte Forbud mod Betons Anvendelse, og i

Korthed udviklede det nye Bygnings-Materiales Egenstaber, med særligt Hensyn til dHr. Landmænd. Ved daglig Samtale om Fordelene ved Brugen af Beton, er det desuagtet ikke sjældent, at man imødegaaer mig med den Bemærkning: „men hvad kan det nytte, Husene deraf falde jo ned i Rjøbenhavn, og det er jo forbudt at bygge dermed.“ Det vilde i Sandhed være meget uheldigt, om det paagjældende Tilfælde skulde ene være tilstrækkeligt til at banlyse et Materiale som Beton, der i Soliditet og Prisbillighed, især paa Landet, hvor Grus og Smaaften høves paa mange Steder for saa godt som Intet, langt overgaaer Brugen af Mursten og saaledes for Landmændene maa blive af stor Betydning. Det er dette, som jeg her efter bedste Evne vil søge at belyse, støttende mig paa gjorte Erfaringer og henvisende til Fakta, nemlig Bygninger, som jeg har støbt op af Beton.

Beton er jo ikke noget Nyt; allerede fra Romernes Tid træffe vi endnu Betonmure, saasom Ruinerne af Keiserpaladset og Apollotemplet i Rom, og her i Landet Ruinerne af Hammershus paa Bornholm, Ruiner, der paa slaaende Maade godtgjøre Materialets Uförgængelighed. I Udlandet er Beton bleven benyttet i mange Aar overalt, hvor der har været Tale om Bygning under Vand og af mer end almindelig Styrke; saaledes er Beton bleven benyttet efter en stor Maalestof ved Havneanlæg og Fortifikationsarbejder i Algier, og senere ved Suezkanalen, hvor der blandt andet heraf bygges tvende Havnemøler ved Kanalens Udmunding i Middelhavet, fordi Søgangen er ualmindelig stærk og derfor nødvendiggjør Anvendelsen af det stærkeste Materiale, og som saadant er af Nutidens største Ingenieurer Beton bleven foretrukken for ethvert som helst andet Byggemateriale. Den nævnte Havnemøle ved Suez strækker sig ikke mindre end 5000 Alen ud i Havet, og gaaer i en Dybde af indtil 30 Fod. Her i Landet ere Søfæstningerne ligeledes byggede af Beton, da det foruden at være det bedste Vandbygningsmateriale, tillige bedst egner sig til at udholde Bestyding. Den store Jernbanegaard i Rjøbenhavn er

fremdeles opført paa Betonfundament, og dette Materiale bliver nu ogsaa benyttet ved den nye Nationalbankbygning, saavel som ved de fleste større Privatbygninger.

Beton er som bekendt tilberedt af Cement, Grus og Skjærver, der ved Tilfætning af Vand er blandet i forskjellige Forhold, som efter kortere eller længere Tid hærdes til en fast sammenhængende Stenmasse, om man vil til en Slags kunstig Sandsten, hvori Cementen danner Bindemidlet; Materialets forskjellige Godhed eller Styrke afhænger selvfølgelig væsentligst af Bindemidlets, Cementens, Bestaffenhed, samt af det Forhold, der findes imellem Cementen og Gruset, hvoraf Mørtelen er dannet; men Betonens Styrke betinges ogsaa for en Del af Forholdet imellem Mørtelen og Skjærverne.

Cementen sammenblandes med grovt, skarpt Grus i Vand til en flydende Mørtel, hvilken saa igjen blandes med Skjærverne. Fint Sand maa ved denne Sammenblanding ikke benyttes; Sandet er nemlig for finkornet og ligger for tæt sammen; derimod maa man bruge grovt skarpt Grus, hvilket afgiver smaa Rum imellem Kornene, hvorved der da bliver Plads for Cementen, saa at denne kan indhulle hvert enkelt Gruskorn, og herved under Hærningen danne en fast, sammenhængende Masse.

Skjærverne tjene fornemmelig til at udfylde, og, om man vil, til at gøre Materialet billigere; dog maa man ikke heraf slutte, at jo flere og større Sten der anvendes, desto billigere bliver Materialet. Der maa i denne Henseende iagttages et vist Forhold, saaledes at man er sikker paa, at der er Mørtel nok tilstede til fuldstændig at kunne omslutte hver enkelt Skjærve. For mange Skjærver vilde følgelig svække Betonen, hvorimod et mindre Kvantum end det, Mørtelen formaaer at omslutte, vilde være uøkonomisk, da hins Styrke ikke derved vilde øges. Det maa nøie paasees, at saavel Gruset som Skjærverne ere rene, fri for Ler, Jord, Dynd og Græsrodde eller deslige, hvilke i høiere eller mindre Grad ville forhindre Cementen i at forbinde sig med Gruset og Skjærverne.

Idet jeg bruger Ordet Skjærver, er der ikke dermed ment, at det absolut skal være hugne Skjærver, som anvendes, idet nemlig Smaaesten af samme Størrelse som Skjærverne i Almindelighed kunne træde istedetfor disse; jeg indrømmer, at de egentlige Skjærver ere bedst anvendelige paa Grund af disses skarpe Former og ru Flader, hvilke især egne sig til at omfluttes og fastholdes af Mørtelen; men Hovedsagen er, at Cementen binder sig til selve Stenens Sider. Hugger man paa en Skjærve, som sidder i Betonmassen, og har Mørtelen sin tilbørlige Hærdning og Styrke, gaaer Stenen i Stykker før den river sig løs i Beton-Massen, og Stykkerne, som falde ud, have da mere eller mindre af Mørtelen fastbundet til deres Sider. Man kan meget godt bruge runde Sten fra Strandbredden og almindelige Sankesten fra Marken, kun maa man iagttage, at disse ikke ere for store; helst maa de være af forskjellig Størrelse, som fra en Færd til et Elle, og man maa da blot sikke sig, at Mørtelen har tilstrækkelig Vindeevne og er tilstede i tilbørlig Mængde. Store Sten ere ikke heldige, thi der vil da vanskeligen kunne være et forholdsvis saa stort Kvantum af Mørtel tilstede, at denne kan fastholde Stenens betydelige Vægt, medmindre da Mørtelen igjen er af saameget større Styrke, hvilket paa Grund af det dertil medgaaende større Kvantum Cement betydelig vilde fordyre Materialet. Et Exempel herpaa kan jeg anføre, nemlig Opførelsen af en 3 Alen høi Kampestens Soffel, som blev opmuret i Cement, og hvorved Beføstningen blev langt dyrere end til en Betonmur af samme Størrelse.

Støbes Beton i Blokke, taaler den endnu mindre Brug af for store Sten, da disse som Følge af deres egen betydelige Vægt under Transporten, der gjerne finder Sted forinden Blokkene ere fuldstændig hærdnede, let ved Stød bringes ud af deres Veie. Større Sten kunne bedre anvendes, naar Beton støbes paa det Sted, hvor den skal forblive; dog ikke heller her maa man benytte for store Sten, da man udsætter sig for at disse ved deres større Vægt, under Mørtelens Hærdning, kunne tvinge

Underlaget til at vige, saaledes frembringe Røvnere, og samtidig synke efter, medens Betonmørtelen foroven allerede under Hærdningen er bleven saa stiv, at den ikke følger med, hvorved tomme Rum og Hulheder dannes, som selvfølgelig ville svække Muren.

Skjærver af Murstensbrokker kunne ligesaa godt bruges, som Skjærver af Rampesten, da Cementen binder sig ligesaa fast til hine; men her fremtræder det samme Tilfælde; thi bruger man hele Mursten, udfordres der et langt stærkere Forhold af Cement i Mørtelen end naar Skjærverne anvendes, og paa denne Maade forbyres Materialet betydeligt. Murstensskjærver ville især blive af Betydning paa Brandtomter, hvor hver enkelt Brokke vil faae Værdi.

Den mest passende Størrelse af Skjærver er fra $\frac{1}{2}$ Tom. (Singel) til 3 Tmr. i Diameter. I Fundamenter og tykkere Mure, navnlig saalænge vi ikke ere for høit oppe med disse, kan endnu anvendes Sten indtil 4 Tmr., høist 5 Tmr. i Diameter eller større, saasom de Fliser eller Skaller, der fremkomme ved Stenhugning.

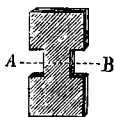
Af de 3 Bestanddele i Beton spiller Cementen Hovedrollen. Mørtelens Styrke afhænger af de Forhold, hvori den sammensættes og af den Art Cement, som benyttes. Der gives mange forskellige Slags Cement; men det vilde blive for vidtløftigt, hvis jeg her skulde omtale hver af disses Egenskaber og Værd, hvorfor jeg kun indskrænker mig til at nævne de toende Arter, som med Held benyttes her, nemlig Portland-Cement og dHrr. E. Frandsen & Meyers *). Af Portland-C. er der mange Slags efter de forskellige Fabriker, som levere samme; men de ere saa ensartede, at de godt kunne nævnes under et som Portland-C.

For at kunne vise disse to Slags Cements Egenskaber og Værd, skal jeg fremsøve nogle Forsøg, som i denne Retning

*) Da jeg i det Efterfølgende ofte kommer til at berøre disse to Cementsorter, vil jeg for Kortheeds Skyld betegne Portland-Cement med Portland-C. og dHrr. E. Frandsen & Meyers (en Cementfabrik i Kjøbenhavn) med F&M-C.

ere foretagne; først vil jeg begynde med de Forsøg, der ere udførte ved Søfæstningernes Opførelse, hvilke Forsøg jeg ved Hr. Oberstliewenant Ernsts Bevillie er bleven kjendt med. Søfæstningerne ere opførte fra Bunden af Havet i Beton, der er støbt i Blokke, som ere nedjænkede paa deres Plads i Havet, og da dette Arbeide hører ind under Vandbygningsarbeide, er der hertil benyttet Pritl-C., hvilket Materiale hidtil er blevet anseet for det bedste til dette Slags Arbeide; jeg vil dog her anføre, at jeg har seet Betonblokke af F&M-C., som efter at have ligget paa Havbunden et Par Aar, ere tagne op, og viste de da at have holdt sig fortrinligt. Styrkeproverne, som foretoges, gif ud paa at finde den Vægt, som ved de forskjellige Sammensætninger af Betonmørtelen, udkrævedes til en Overrivning. Betonen blev støbt i Størrelse som en Mursten, med et Indsnit A—B paa Midten, hvis Ivermaal var $2\frac{1}{4}$ □ Tmr., see Fig. 1. Den saaledes dannede Sten blev efter en vis Tid ophængt ved den ene Ende, medens der ved den anden blev paahængt en Vægt, som successtvt forøgedes, indtil Stenen blev trukken over, see Fig. 2.

Fig. 1.



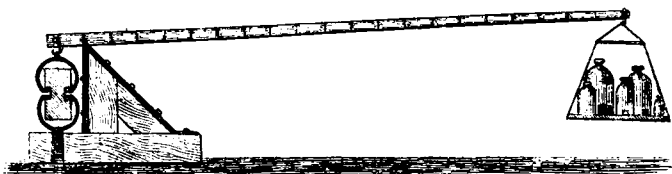
Nedenstaaende Skala udviser i P. Middeltallet af de Vægtstørrelser, hvormed Overrivningen af de forskjellige Slags Betonmørtel af en bestemt Alder, hærbede saavel i Vandet som i Luften, frembragtes.

Forhold	1 Cmt. og 0 Grus		1 Cmt. og 1 Grus		1 Cmt. og 2 Grus		1 Cmt. og 3 Grus		1 Cmt. og 4 Grus		1 Cmt. og 6 Grus		1 Cmt. og 8 Grus	
	Wand	i Luft	Wand	i Luft	Wand	i Luft	Wand	i Luft	Wand	i Luft	Wand	i Luft	Wand	i Luft
5 Dage	387	376	220	—	150	—	115	—	56	57	50	—	50	—
1 1/2 Mnd.	602	551	418	—	360	—	280	—	163	201	150	—	130	—
6 Mndr.	745	670	—	—	490	—	450	—	252	280	200	—	180	—
12 Mndr	—	—	—	—	—	—	—	—	303	355	270	—	250	—

Middeltallet af denne Skala efter Middelforholdet vil saaledes være 350 P. Ved de her nævnte Forsøg saavel

med det i Vandet som med det i Luften hærdeede Beton sees, hvilken Betydning Vandet har for Beton=Dannelsen, idet den Beton, som er hærdeet i Vandet, er stærkest.

Fig. 2.

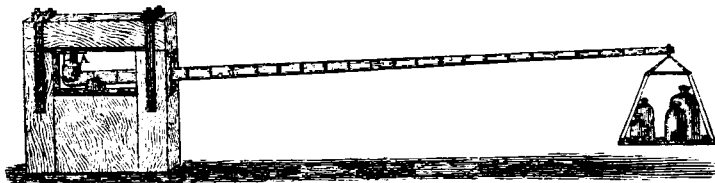


Disse Forsøg have saaledes ved en Overtøining vist Styrken af Beton i Forhold til sammes forskjellige Blanding; men naar Tælen er om at bygge med Beton, synes det mere hensigtsmæssigt at prøve dennes Bærekraft, og jeg skal derfor omtale nogle Forsøg i denne Retning, hvilke ere foretagne ved den nye Nationalbanks Opførelse, og som jeg ved Professor Herholbts Velvillie er bleven sat istand til at meddele. Disse Prøver paa Materialets Bærekraft ere foretagne med de forskjellige Slags Cement, der forekomme i Handelen, hvorved der er givet os Leilighed til at sammenholde disse, og til at kunne bedømme deres Egenstaber. Prøverne ere foretagne med smaa Mørtel-Cylindere, 2 Tmr. høie og 2 Tmr. i Diameter, hvilket udgjør 6 Kubiktmr., see Figur 3, sammensatte af Cement og Grus i forskjellige Forhold; deres Bærekraft blev prøvet ved at bringe dem under en Vægtstang, see Fig. 4,

Fig. 3.



Fig. 4.



paa hvis Ende Vægten successtvt blev forøget, hvorved frembragtes et stærkere og stærkere Tryk indtil Mørtelcylindren

knustes, og saaledes erfarede man, hvor stor en Bægt hver Mørtelcylinder kunde bære.

Ihvorvel disse Forsøg bleve udførte med al den Omhyggelighed og Nøiagtighed, som det var muligt, kan Bæreevnen dog herefter ikke aldeles bestemt betegnes, thi Mørtelcylindre med ensartet Forhold viste en ikke ubetydelig Forskjel i den Bægt, som de kunde modstaa, da forskjellige Tilfældigheder ifølge de gjorte Erfaringer virkede forstyrrende ved Forsøgene, og de efterstaaende Resultater ere derfor ikke et aldeles nøiagtigt Udtryk for Modstandsevnen; men Middeltallet, hentet fra et større Antal Bærekrafts-Prøver, maa betragtes som nogenlunde Norm for Bærekraften. Efterstaaende Tabel, hvor Middeltallet af Bægten er angivet i Pd., viser Resultatet af disse Prøver.

		Portland-Cement			Indenlandst Cement			
Blandings- forhold af Cement og Grus		Stetiner	Jonson	Whites	E. Frandsen & Meyers	Klintebjerg	fed Kalk	
c. 1/3 gaaende gamle	1 C. og 0 G.	2400 P	5500 P	3700 P	1100 P	—	—	
	1 „ og 2 „	1000 „	1500 „	1000 „	1600 „	150 P	400 P	
	1 „ og 4 „	600 „	900 „	400 „	1100 „	—	—	

Ovenstaaende Skala viser Bærekraftsprøven med de 3 Slags Prtld=C., der ere de mest bekendte her i Handelen, og med vort indenlandske Produkt F&M=C., samt med Klintebjergs hydrauliske Kalk og med almindelig fed Kalk; der er foretaget Prøver med mange flere Slags, baade af udenlandske og indenlandske Produkter, men da Forskjellen mellem disse viser sig saa ringe, vil det være overflødig at anføre disse. Klintebjergs hydrauliske Kalk og almindelig fed Kalk ere blot anførte til Sammenligning med de andre, da de, hvad Bærekraften angaaer, næppe ville kunne faae nogen Betydning ved Anvendelse til Beton. De 3 Slags Prtld=C.'s Gjennemsnits-Styrke er saa ensartet, at de godt kunne sammenbrages under eet, nemlig under Benævnelsen Prtld=C. Sammenligner man nu Prtld=C. med F&M=C., viser Førstnævnte sig stærkest, saalænge

den er ublandet, hvormod F&M=C. bliver den stærkeste, naar der tilføjes Grus, og følgelig maa Sidstnævnte ubetinget være at foretrække til Forfærdigelse af Beton, ikke blot med Hensyn til Styrke, men ogsaa hvad Prisbilligheden angaaer, da denne kun er halvt saa dyr som Pritld=C.

Eignende Forsøg som de sidstnævnte har jeg selv foretaget; men af Mangel paa tilstrækkelige Redskaber, navnlig en nøiagtig Maskine til Styrkeprøven, ere disse Forsøg naturligvis langt mindre paalidelige, hvorfor jeg ikke vil anføre dem her, men kun bemærke, at de nogenlunde stemme med Hrr Professor Herholdts, navnlig hvad angaaer F&M=C., med hvilken jeg foretog de væsentligste Forsøg. Mine Mørtelcylindere vare paa 3 Kubikfot med omtr. en Kvadrattommers Overflade; de af disse, som havde Forholdet 1 C. til 4 G., kunde bære 6 à 700 Pd., hvilken Vægt omtrent svarer til de foransførte Cylindre paa 6 Kubikfot, som kunde bære 1100 Pd. Efter dette skulde, naar 650 Pd. sættes som Middelvægt, en Betonmur, 12 Tmr. bred eller 1 1/2 f, for hver Fods Længde kunne bære 31200 Pd.; 1 Rkfb. Beton veier 130 Pd.; altsaa vil Bærekraften være lig med 236 Rkfb. Beton, eller med andre Ord, en 12 Tmr. 1 1/2 f Mur vil kunne opføres i en Høide af 118 Alen, hvilket jo langt overstiger vore almindelige Byggehøider. Denne Beregning maa imidlertid ingenlunde betragtes som Norm for Bærekraften; Theorien stemmer nemlig ikke altid med Praxis; men Foransførte viser os imidlertid, at vi kunne benytte de samme Regler for Tykkelsen af Betonmure, som Byggeloven foreskriver os for Grundmur.

Foransførte theoretiske Fremstilling af Cementens Værd samstemmer tilbøielig med de Erfaringer, jeg har erholdt i Praxis, da det her har viist sig, at F&M=C. rækker langt længere end Pritld=C.; gjaelder det t. Ex. om Pudsning, kan man til F&M=C. tilføje mere Grus end til Pritld=C., uden dog at svække Cementens Bindevne. Derimod ansees Pritld=C. endnu for den bedste: til det øverste Lag paa Gulve, til Krybber, Vandbeholdere og enkelte stærkt fremragende Gjenstande ubvendigt paa en Byg-

ning; men jeg har ogsaa heri seet tilsvarende Arbeider udførte i F&M=C., der have været meget gode. Prtlb=C. hærdes hurtigere og har derved især Betydning som Vandbygningensmateriale; F&M=C. behøver noget længere Tid for at blive fuldstændig hærdet, men naar denne erholder tilstrækkelig Tid, opnaaer den selv samme Styrke og Haardhed som Prtlb=C.

Saaavel med Hensyn til Betonens Soliditet som i Prisbillighed er saaledes F&M=C. at foretrække, og følgelig tager jeg i det Efterfølgende ved at omtale Forholdet i Betonens Sammensætning af Cement, Grus og Skjærver ifkun Hensyn til denne sidstnævnte Cement. Ved Dannelsen af Beton ere de forskjellige Sammensætningsforhold, som jeg anseer det for heldigst at anvende i de forskjellige Arter Bygninger, med F&M=C. af

	*Cement,	Grus,	Skjærver:
Til Fundamenter i fugtig blød Grund	1	2½	5
„ do. i fastere Grund . . .	1	3	6
„ do. dybere end 1 Alen			
under Jordlinien	1	4	8

idet Betonen nemlig der er fri for Frostens Paavirkning.

Under de nedennævnte Tilfælde anvendes følgende Sammensætningsforhold, nemlig:

Til Mure over Jordlinien og som skulle bære stor Vægt	1—4—6
til samme, naar Gruset er fri for Smaasten	1—3½—7
til Mure for almindelige Bygninger, Stalde, Lader ic.	1—4—8
men findes i Gruset Smaasteu, maa i dette Tilfælde	
anvendes Forholdet	1-4½-7½
til Mure, som ere lave, f. Ex. Hegn om Kirkegaarde	
og Haver, bør anvendes Forholdet	1—5-10
og som det alleryderste Forhold, hvor Muren kun er	
et Par Alen høi, kan anvendes	1—6-12

*) For Kortheds Skyld vil under de fleste Tilfælde i det Efterstaaende Cement blive betegnet med Bogstavet C, Grus med G og Skjærver med S, og ved en umiddelbar Gjentagelse angives Forholdet blot med en Streg imellem hvert Tal, som f. Ex. 1—4—8.

Til Sammenligning hermed skal jeg anføre, at ved Opførelsen af Søfæstningerne er paa Grund af, at der tilbøjs arbejdes i Vandet, anvendt Prtld=C. med følgende Forhold af Cement, Grus og Skærver, nemlig:

3 Vandlinien og nærmest denne forneden og foroven, hvor Betonen er mest udsat for Frost, 38, Vandskulp og Bestydning 1—2—4½
og i de Dele af Muren, der komme nærmest denne 1—3—6
og derefter, navnlig i hvad der er dybere nede i Vandet og saaledes ikke udsat for Bestydning eller Veirligets Paavirkning 1—4—8

og til mindre Bygninger indenfor selve Fæstningen 1—6—12
Til de Bygninger, som jeg har opført i Sommer, har jeg anvendt Forholdet 1—4—6. 3 Gruset var nemlig en Del Smaaasten, og naar det havde været harpet, havde Forholdet derfor været lig 1—3½—7. Disse Bygninger have 7 Alen høie Betonmure, hvoraf de 5 Alen ere 12 Tmr. tykke, og de 2 øverste Alen og Gavlene 9 Tmr. tykke; Skillerummene i Kjælderens ere 3 Alen høie og 9 Tmr. tykke, og ovenover i Stue-Étagen ere Skillerummene 5 Alen høie, 6 Tmr. tykke, uden Stolper, Løsholter eller noget som helst Tømmer. Disse Bygninger ere beregnede til at bære en betydelig Vægt af Sæd. Som Bevis paa ommældte Mures Haardhed kan jeg anføre, at paa et Skillerum, der var ført et Par Tmr. for langt frem, bleve disse 2 Tmr. afhuggede, da Muren var omtr. 3 Maanedes gammel, og dette viste sig da at være et ikke saa ganske let Arbejde, idet nemlig Skærverne først maatte hugges i Stykker, for at faae dem løsrevne af Betonmørtelen, hvilket hos Arbejdsfolkene fremkalde ikke liden Forundring, da disse i Begyndelsen saae til Arbejdet med mistænkelige Dine, ventende paa at Betonmuren skulde falde ned ligesom i Kjøbenhavn. Et andet Bevis kan jeg anføre, hvoraf det sees, at disse Betonmure forstene sig til en fast sammenhængende Masse, udgjørende saa at sige en enkelt Sten, nemlig: naar man nu, da Bygningerne ere circa 5 Maanedes gamle, luffer Dørene haardt i, have Skillerummene en Klang, som

man ikke kender til i vore almindelige af brændt Ler opførte Bygninger.

Beton med et Forhold af 1 Del Cement til 1 Del Grus og indtil 1 C. til 2 G. er fuldstændig vandtæt og aldeles uimodtagelig for Veirligets og navnlig for Frostens Paavirkning; tilbøjs gjælder dette ogsaa for 1 C. til 2½ G., men efterhaanden, som Forholdet gjøres svagere, aftager Betonens Evne til at modstaa Fugtighed. Med et Forhold af 1 C. til 3 G. og 1 C. til 4 G. kan Betonen stilles lige med gode helbrændte Mursten, medens Forholdet 1 C. til 6 G. stiller Betonen lige med halvbrændte Sten; men der er her den væsentlige Forskjel imellem Beton og Mursten, at Førstnævnte i Fugtighed bliver stærkere og haardere, medens det ikke er sjældent, at Sidstnævnte kan forvittres under en længere Paavirkning af Fugtigheden.

Med Hensyn til de Forhold af Beton, som ere svagere end 1 C. til 2½ G., f. Ex. 1 C. til 4 G. og 1 C. til 6 G., vil det derfor være at anbefale, at pudse udvendigt med en Puds af det foranførte vandtætte Forhold 1 C. til 2½ G. for herved fuldstændig at sikke sig mod Veirligets mulige Paavirkning. Vil man have Muren hvid udvendig eller saafremt økonomiske Hensyn i særlig Grad gjøre sig gjældende, kan i disse Tilfælde en god stærk Kalkpuds tilbøjs anvendes. For at forhindre Fugtigheden fra at trække op i Muren, bør man lige over Jordliniens Høide lægge et Lag vandtæt Mørtel af 1 C. til 1—2 G. i ½ til 1 Tommes Tykkelse over hele Murfladen.

Sammenligner man nu Egenstaberne ved Beton af foranførte Forhold med vore andre Byggematerialier, navnlig med Mursten, er Beton i Aarenes Løb den holdbareste, idet det er en Kjendsgjerning, at jo ældre Betonen bliver, desto stærkere bliver den, hvorimod Mursten ikke ere stærke nok til i Længden at modstaa Veirets Paavirkning. Betonmuren er ogsaa langt tættere end Murstensmuren, især naar denne kun er affikret udvendig, idet Førstnævnte er støbt i en Helhed,

hvorimod Sidfinævnte er sammensat af mangfoldige Smaa-
stykker, nemlig Murstenene. Betonen danner fremdeles en fast
sammenhængende Masse, der afgiver en langt større Styrke
og Seighed, hvilket navnlig gjør sig gjældende ved Fundamen-
ter, idet Grunden skal være ualmindelig blød for at der skal ud-
fordres Pilotering under Beton, da nemlig Trykket af denne hviler
med en jævn Flade over det Hele paa en fuldkommen ensartet
Maade, hvorimod den mer eller mindre buede eller ujævne
Kampesten aldrig kan faae et saa fast Leie, eller med de andre
Sten tilsammen danne en saa sammenhængende Flade, og om-
trent det samme gjælder om Murstensfundamenter, hvilke tillige
i fugtige Grunde stille sig endnu uheldigere, især hvor de ere
opmurede i Kalk, da de der mer eller mindre forvitre i Ti-
dens Løb. Med Hensyn til Puds med Cement da er ogsaa
denne betydelig mere holdbar paa Beton end paa Mure af
brændte Sten.

Beton staaer i Styrke og Fasthed i Almindelighed ogsaa
over Kampestensmure. I første Dieblif synes en Kampestens-
mur nok at være meget solid, idet man bliver imponeret af
den store haarde Granitmasse, som i sig selv ogsaa er stærk
og uforgængelig; men seer man saadanne Mure nøiere efter,
vise disse sig i de fleste Tilfælde som de usolideste Mure, be-
grundet i deres slette Forbindelse; det er jo heller ikke ualmindeligt
omkring paa Landet, at Kampestensmure af en større Høide
revne i Gavlene, ja endogsaa falde ned, fordi der sjældent er et
saa rigt Udvalg af store Sten der paa Steedet, at en gjensidig
Forbinding med hver enkelt Sten fuldstændig kan opnaaes,
i Lighed med Murstensmuren, hvor et Lag Kopper*) og et
Lag Løbere*) væxle med hinanden. Den almindelige Bygge-
maade med Kampesten er ogsaa den, at af Mangel paa et

*) „Kopper“ er et teknisk Udtryk for de Mursten, der ligge paa tværs i
Muren, og „Løbere“ for de i det næste Lag, der ligge paa langs
over Kopperne.

tilstrækkeligt Antal store Sten, blive disse kun anbragte i den udvendige Side af Muren, medens den indvendige Side kun opføres af smaa Sten, saa at der egentlig fremkommer to Mure, en af store og en af smaa Sten, hvilke støtte sig til hinanden, og det bliver saaledes let at indsee, at en Mur med en saa ringe Forbinding hverken i Henseende til Styrke eller Bærekraft kan stilles ved Siden af en Murstensmur og endnu mindre taaler Sammenligning med en Beton-Mur.

Hertil kommer, at der ved Opførelsen af Kampestenmure nøie maa overholdes, at Stenene, paa Grund af deres uregelmæssige Former, komme til at ligge i deres rette Hoilepunkt, for at kunne ligge fast; thi Kalken eller selv Cementen, som de opmures med, formaaer ikke at fastholde de store Sten, hvis disse udsættes for at glide ud af deres Leie, idet deres Vægt er for betydelig, hvorfor man ofte seer en Kampestenmur, opført i Ler, staa sig bedre end opført i Kalk; men saadanne i Ler opførte Kampestenmure blive saare let til flemme Rottedeber.

For at vise Betons Godhed fremfor Bindingsværk, behøver jeg kun at henvise til Tømmeret, hvis Varighed er mer eller mindre begrændset efter dets Bestaffenhed.

Til Korkrybber, Svinetrug, Vassebeholdere og Gulve egner Beton sig ligeledes fortrinlig. Krybber støbes af Beton i hele dens Udstrækning til et Hele, saa den bliver som et Lersfad, ensartet glat og jævn, istedetfor at det modsatte bliver Tilfældet, naar den mures af brændte Krybsten. Det samme gjælder om Betongulve, som støbes til en hel sammenhængende Flade, istedetfor at dannes af mange Sten eller Fliser; derved opnaaes en større Jævnhed, medens ellers Tugerne saavel her som i Krybberne mer eller mindre frembringe Ujævnheder, der forulempe Renligholdelsen, hvilket navnlig paa Mælkstugulve er af stor Betydning.

Ligeledes er Beton at foretrække i Stalde til ru Gulve i Baasene, idet den afgiver et langt bedre Leie for Creatureerne, og ikke saaledes som Brostenene frembringer store Rnæ paa

Røerne; ligesaa til Gulve i Svinestalbe, da det er umuligt for Svinene at bryde disse Gulve op, og de ere tillige billigere end af Mursten, murede paa Kant, det eneste som vilde kunne træde istedetfor dem. Fremdeles er Beton at foretrække til Skillerummene i Svinestalbe, hvor denne baade med Hensyn til Lushed og Prisbillighed overgaaer de i den senere Tid benyttede Skillerum af Tern. Endvidere maa Betonen foretrakkes til Urinbeholdere i Møddingen, og for hvem, der ønsker sin Mødding saa tæt som en Vallie, saa at intet af den værdisfulde Møgale skal gaa tabt, kan intet bedre egne sig end Beton, der lægges over hele Bunden i et 6 Tmr. tykt Lag, og ligeledes i Siderne saa høit som Møddingestedet er dybt. Til Brønde vil Beton ogsaa være langt at foretrække for almindelige Brøndsten og Kampesten.

Der gives et Tilfælde ved Landbrugsbygninger, hvor mine Forsøg bragte Beton til at vige for Mursten, og dette er ved Opførelse af Hvelvinger imellem Bjælkerne over Stalde; jeg har støbt saadanne af Beton med en Spænding af $1\frac{1}{2}$ Alen, 4 Tmr. Stigning og 4 Tmr. tykke paa Midten, i Siderne Bjælkehøide, hvorved de foroven danne et Betongulv, og Forholdet deri var 1 C. 3 G. 6 S., men disse have den Mangel, at de ere tunge, og dyrere end Hvelvinger af Mursten paa Fladen. Derimod har jeg støbt større Beton-Hvelvinger med 3 Alens Spænding, 12 Tmr. Stigning og 6 Tmr. Tykkelse, beregnet til at bære Sæd, og saadanne staa i Styrke og Prisbillighed over Grundmur; allerede da disse vare otte Dage gamle, vare de saa stærke, at man kunde gaa ovenpaa dem.

Hvad der paa Landet gjør Beton til et saa billigt Materiale er, som tidligere anført, at Grus og Sten i Regelen der ere tilstede i større eller mindre Mængde, uden at Landmanden har Leilighed til i andre Diemed at udbringe et saadant Forraad til synderlig Værdi. Derfor kalkulerer jeg i Almindelighed mine Betonarbejder, eksklusive Grus og Sten (der gives vel Tilfælde, hvor disse maa kjøbes, men Værdien er da aldeles afhængig af de lokale Forhold, saa at nærmere Op-

lysning om disse Forhold først maa indhentes, forinden Betonarbejdet kan kalkuleres), hvilket ogsaa er gjort gjældende ved de Overflag, som jeg her vil fremsføre, for at kunne sammenholde Betonens Prisbillighed med vore andre Byggematerialier. Til Expl. har jeg kalkuleret Muren til en Ladebygning, der er 100 Alen lang, 20 Alen bred med $1\frac{1}{2}$ Stens Soffel 1 Alen i Jorden og $\frac{1}{2}$ Alen over Jordlinien, og derefter en 4 Alen høi 1 Stens Mur. I Kalkulerne er indbefattet Materiale og Arbejds løn, men ikke Transport og Stillaidsomkostninger; Transporten udfører nemlig Landmanden selv billigst, og Stillaidsudgifterne ere ens for de forskjellige Byggearter. En saadan Bygning koster i:

Grundmur af helbrændte Sten, udbvendig fuget, indvendig udrappet, Rd. 1420.

Bindingsværk af Halmstads Tømmer med Fodstyk $\frac{3}{4}$ ", Krenst. Stolpe og Væsholt $\frac{3}{4}$ ", helbrændte Mursten, udbvendig fuget, indvendig udrappet, Rd. 1240.

Beton: Soffelen 12" tyk med Forhold 1 C. 3 G. 6 S., den øvrige Mur 9" tyk af 1—4—8, udbvendig ru Cementpuds, indvendig udrappet: Rd. 820, og med Kalkpuds udbvendig 80 Rd. billigere.

Beton stiller sig saaledes 40 til 50 pCt. billigere end Grundmur og 30 til 35 pCt. billigere end Bindingsværk. Til Fordel for Betonmuren, sammenlignet med Grundmuren, maa hertil endnu fremhæves, at Transporten til Førstnævnte altid vil være langt mindre, uagtet et omtrent lige stort Kubikindhold af Materiale udfordres til begge; til Beton har man nemlig kun at transportere Cementen, hvis Kvantum stiller sig omtrent lige med den til Grundmur fornødne Kalk, og saavel denne som hin maa hentes fra nærmeste Kjøbstad eller Udførsningssted, hvorimod Grus og Sten til Betonmur kan hentes fra Marken eller fra et Sted indenfor Eiendommens Omraade, medens Murstenene, saafremt Teglværk ikke havees paa Eiendommen, i Reglen maa kjøres en halv eller en hel Mil, undertiden mere.

Til Sammenligning med Rampestenmur vil jeg her anføre et Exempel, hentet fra et Tilfælde, hvor Betonmur under en Art Konkurrence seirede over Rampestenmur med Hensyn til Prisbillighed. Min Byggherre stulde nemlig have en Kornlade bygget med $8\frac{1}{2}$ Alen høje Mure og 1 Alen Soffel i Fornden, 120 Alen lang og $26\frac{1}{2}$ Alen bred udvendig Maal, hvilken Bygning han først havde bestemt at lade opføre af Rampesten som det billigste, i hvilken Hensigt han havde købt disse Sten, leverede paa Byggepladsen for 7 Rd. pr. Rbkføn. Til denne Pris maatte jeg derfor beregne disse Sten i mit Overflag, med Tillæg af 4 Rd. pr. Rbkføn. for at lade dem hugge i Skjærver, naar jeg vilde paatage mig at bygge Laden i Beton; Grus var der derimod paa Stedet.

Rampestenmuren, opmuret i Kalk, udvendig fuget, indvendig udrappet, beløb sig ifølge Overflaget til Rd. 2800.

Betonmuren: Soffelen $1\frac{1}{2}$ Alen høi, 18" tyk, med Forhold af 1 C. 3 G. 6 S.; dernæst 5 Alen Høide, 12" tyk og endvidere 3 Alen Høide, 9" tyk af 1 C. 4 G. 8 S., udvendig ru Cementpuds og indvendig Kalkudrapping, beløb sig ifølge Overflaget til Rd. 2470, men vilde derimod med udvendig Kalkpuds blive Rd. 200 billigere.

Grundmur, som den tidligere omtalte, vilde i tilsvarende Dimensioner have kostet omtr. Rd. 4000.

Ogsaa denne Kalkule stiller Beton 40 til 50 pCt. billigere end Grundmur, og 10 til 20 pCt. billigere end Rampestenmur. Naar Rampestenene ikke beregnes til nogen Værdi, hverken i Beton- eller i Rampestenmuren, bliver Forfjellen vel mindre, dog erholder Betonmuren ligesuldt Fordelen, da der til denne behøves en Treiedel mindre Kvantum af Rampesten i Mur af lige store Dimensioner; derimod er Gruset end for begge. Til foransørte Lade vilde der medgaa 110 Rbkføn. Sten i Rampestenmuren, hvorimod der kun behøvedes 40 Rbkføn. i Betonmuren, og da Landmanden sjelden eller aldrig har et saa bethdeligt Kvantum store Sten liggende ved Gaarden, men maa hente disse hift og her ude paa Marken, vil Trans-

port og Arbejdsløn let løbe op til 7 Rd. pr. Kubikfod, idet en Kubikfod Sten ikke kan kjøres paa mindre end fra 12 til 13 Læs, der mindst ville koste omtr. 3 Mk. pr. Læs.

I Kalkulen over Beton maa det bemærkes, at Pudsens ubøvedig har en væsentlig Andel i Prisen, saaledes bliver i den sidste Kalkule bemældte Lade 200 Rd. billigere med Kalkpuds end med Cementpuds, da nemlig denne sidste baade i Materiale og Arbejdsløn er dobbelt saa dyr som Kalkpudsens; men det er imidlertid naturligt og rigtigst at anvende Cementpuds paa en Cementmur, da denne Puds er den stærkeste. Heraf følger, at Cementpuds bør anvendes under saadanne Betingelser, at Fordelene ved denne Puds forenes med en Prisbillighed, som ei i væsentlig Grad overstiger Bekostningen ved Anvendelse af Kalkpuds. Dette dobbelte Niemed opnaaes ved at anvende en Art ru Cementpuds, som navnlig i Arbejdsløn, men ogsaa tilbøielig ved et forholdsvis ringere Cementforbrug vil være betydelig billigere end den hidtil paa Façader almindeligen anvendte glatte Cementpuds. Som Anbefaling for denne Fremgangsmaade bør endvidere fremhæves, at den ru Puds med Hensyn til Styrke og Varighed ubetinget har Fortrinet fremfor den ovennævnte glatte Cementpuds. Anvendes denne ru Puds paa rette Sted og paa rette Maade, t. Ex. som indrammet i Væg med store ru Sandsten, navnlig paa Sokler og Udbygninger, massive Ladebygninger o. desl., er denne endog ogsaa smagfuld af Udseende og tillige mest egnet for Betonmure, idet den fremviser sammes almindelige Særljende.

Til Gulve, Krybber 2c. gjør ligeledes Betonens Prisbillighed sig gjældende overfor vore andre Materialier; som Bevis herfor vil jeg anføre følgende Priser, hvori kun Hovedmaterialet er beregnet, nemlig:

Gulve af Gullands Fliser, 18" brede, 27" lange, koste til	
1 Kvadrat-Alen	4 Mk. 2 f.
" af almindelige Murstensfliser à 6 Stk. 8"	
brede og 8" lange, til 1 Kv.-Al.	3 Mk. 6 f.
" af Mursten paa Kant, 25 Stk. 2" pr. Kv.-Al. 2	" - "

Gulve af Brædegulv paa Underliggere, pr. Kv.=Al. 2 Mk. 4 β ,
 „ af Beton 4" tyk, det øverste Lag 1" tyk
 af 1—2 til 1—3 med Pritb=C. og under
 dette et Lag almindelig Beton 3" tyk af
 1—4—8. med F&M=C., pr. Kv.=Al. . . 1 „ 12 „

Krybber og Svinetrug af Krybsten à 6 Stk., 8"
 brede, 6" i Diameter, pr. løbende Al. 1 Kb. 12 β ,
 „ af Beton, hvoraf det øverste Lag er
 ren Pritb=C., pr. løbende Al. 4 Mk. - „

Naar hertil lægges den Kalk eller Cement, der medgaaer
 til Muringen, samt Arbejdslønnen, forøges Omkostningerne be-
 tydelig ved de andre Materialiers Anvendelse, hvorimod et
 Betongulv, lagt ru, med Tillæg af Arbejdsløn kun koster pr.
 Kv.=Al. 2 Mk. 4 β , og glattet 3 Mk.; Betonkrybber koste 7 Mk.
 à 7 Mk. 8 β pr. løb. Al.

Til Skillerum i Svinestalde er hyppig benyttet Jern-
 stænger af rundt Stangjern af $\frac{1}{8}$ til $\frac{1}{4}$ Tmr. i Tykkelse, der
 pr. Kv.=Alen alene for Jernet vil koste 4 til 6 Mk., og naar
 hertil medregnes Beføstningen af Kampestensfod og Overligger,
 samt Arbejdsløn, bliver Prisen pr. Kv.=Alen mindst 7 til 8
 Mk., medens Beton=Skillerum, 6 til 9" tykke i Forhold til
 Hvide og Længde, og med begge Sider pudsede med Cement,
 med en Blanding af 1 C. 4 G. 6 S. ville pr. Kv.=Al. koste
 4 til 5 Mk.

Til Trappetrin kan Beton derimod ikke i Prisbillighed
 maale sig med Granit, fordi der til disse, som Følge af det
 stærke Slid, ved Anvendelse af Beton vil udfordres et ufor-
 holdsmæssig stort Kvantum Cement.

Tilberedelsen af Beton og Maaden at anvende denne paa
 til forskjelligt Burog, have en meget væsentlig Betydning med
 Hensyn til Materialets Styrke og Prisbillighed. Det er der-
 for af megen Bigtighed at have paalidelige og veløvede Folk,
 som i det Praktiske have haft Leilighed til at lære at behandle
 og omgaaes med Cement, og som kjende, hvorledes Beton for-
 arbejdes, samt Maaden, hvorpaa Bygningerne opføres. Beton=

arbejde lader sig overhovedet ikke let udføre alene efter Theoriens Regler, men udkræver praktisk Øvelse, og dHr. Landmænd maa derfor vel vogte sig for at lade Provinds- eller Land-Mursvende, der ofte ikke forhen have seet Cement, paa egen Haand arbejde dermed, thi den bedste Cement kan, urigtig behandlet, give det ringeste Materiale. Om selve Forarbejdelsen kan der være forskjellige Meninger. Paa Søfæstningerne t. Ex. forarbejdes Betonmørtelen mere tør, medens man derimod stamper den meget stærkt, for herved at faae den fast sammenbunden. Derimod have mine Forsøg fremkaldt det Resultat, at Betonmaterialets Godhed væsentlig betinges af, at Mørtelens Forarbejdelse foregaaer under rigelig Tilfætning af Vand; dog gjælder dette kun til en vis Grændse; men hellere maa Mørtelen være for vaad end for tør, for at den af sig selv kan flyde sammen, hvorved undgaaes den megen Stampen, der paa den Maade, hvorpaa jeg udfører Betonarbejde, navnlig ved at opstøbe Murene, let vil kunne gjøre Skade, idet Underlaget fra den sidste Støbning, som følgerig endnu ikke har opnaaet sin fuldstændige Hærdning, ikke er fast nok, saa at dette let stødes i Ulave. Denne megen Fugtighed har derimod været af mindre Betydning ved Forarbejdelsen af Beton til Søfæstningen, hvor Betonen først støbes i Blokke, som senere sænkes ned paa deres Plads i Havet, og som følgerig ikke komme til at mangle Fugtighed, saaledes som Tilfældet vil være med Mure, der støbes over Jorden. Da Cementen kun er istand til at udvikle sin Forbindelses-Evne ved Hjælp af Vandet, synes det ogsaa klart, at jo mere Mørtelen er gennemtruffen med Vand, desto bedre er man sikret, at hvert eneste Cementkorn kan komme til at virke fuldstændig; den Erfaring, jeg i saa Henseende har gjort, har tillige viist mig, at man opnaaer den stærkeste og smukkeste Beton ved at gjøre Mørtelen stærkt flydende.

Forud for et Betonarbejdes Paabegyndelse maa man altid have forfærdiget 3 Maal, der ere afpassede efter det Forhold, hvori de forskjellige Bestanddele skulle benyttes. Vil man til Ex. forarbejde Beton med et Forhold af 1 C. 4 G. 8 S.,

gjøres dertil følgende 3 Maal, svarende til fornævnte Forhold, nemlig: et paa $\frac{1}{2}$ Rkfsd. til Cementen, et paa 2 Rkfsd. til Gruset og et paa 4 Rkfsd. til Skjærverne; større Maal ere ikke heldige, da der herved vil blive et for stort Kvantum Mørtel at arbejde med ad Gangen. Til Sikkerhed for, at Betonen forarbejdes i det forud vedtagne Forhold, skulle disse 3 Maal udelukkende benyttes under hele Arbejdet, og tillige maa de altid være frøgne. Til at forarbejde Betonen, benyttes Rasser af 3 til 4 Alens Længde, 2 til $2\frac{1}{2}$ Alens Brede og 6 til 9 Tmr. Dybde; heri kommer nu, i Henhold til foransførte Sammenblandingsforhold, først de to Rkfsd. Grus og derefter den halve Rkfsd. Cement, som derpaa omhyggelig sammenblandes i tør Tilstand, og derefter overgydes denne Masse med Vand, helst af en Vandkande med Bruse, imedens der fremdeles røres eller blandes under Tilføringen af Vandet, indtil den herved fremkomne Mørtel er bleven saa flydende som en tynd Vælling; heri kommer da de fire Rkfsd. Skjærver, som umiddelbart derefter befugtiges ved Brusning, og dernæst sammenblandes med Mørtelen, til det Hele danner en jævn Grød.

Hvis det under Blandingen viser sig, at Betonmørtelen vil blive for tør, tilføjes fremdeles saa meget Vand, som behøves for at opnaa foransførte Tilstand.

Af den foransførte Behandlingsmaade fremgaaer, at der til Betonens Dannelselse udfordres 3 Hovedblandinger; men for at Betonen ved disse kan erholde de nødvendige Egenskaber, er det fremdeles en ufravigelig Regel, at hver enkelt Hovedblanding bør gjentages mindst 3 Gange. For imidlertid at kunne bedømme, om hver Blanding er udført tilstrækkelig, udfordres praktisk Erfaring, saa at følgende Theoriens Regler ikke kunne følges bogstavelig. Hurtighed har en meget stor Betydning ved Betonforarbejdelsen, og man maa derfor aldrig forlade en Mørtel, der ligger flydende i Rassen, for at holde Maaltid, eller for et Dieblif at lade en Haandsrækning paa et andet nærliggende Sted, thi da Mørtelens Styrkningsproces begynder et Par Minutter efter Sammenblandingen, vil Mør-

telen meget let kunne styrkne, forinden den endnu er kommet i Formen, hvorfor der aldrig maa tillaves et større Kvantum Mørtel, end der i et Dieblik kan gjøres færdigt, og heller ikke mere, end der strax kan forbruges. Det kan nemlig ikke nytte, at forsøge igjen at opløde den styrkede Mørtelmasse med Vand, thi denne har tabt sin Bindekraft, efterat den er styrknet, og er lig en Grusbunke. Provinds- eller Vand-Mursvendene forsee sig især i dette Punkt, da de ikke, naar de omgaaes med Cement, kunne komme ud af Banen med, ligesom ved Kalk, at tillave et større Parti af Gangen eller saameget, som de kunne have Brug for til den Dag; det er meget almindelig, at en af disse Svende, naar han har været isærb med at pudse med Cement, har havt en Spand Vand staaende ved Siden af sig for at opløde Mørtelen hermed, naar denne er stivnet, da han nemlig er aldeles ubekjendt med Cementens Styrkningsproces og derfor er uvidende om, at en saadan Fremgangsmaade forarsager de mange Revner og den megen nedfaldne Puds, der senere saa hyppigen finder Sted, og i Regelen af Ukyndige lægges Cementen til Last.

At støbe Murene op af Beton stiller sig langt fordelagtigere end først at stryge Beton-Sten som i Kjøbenhavn, og derefter mure med disse. Den første Fremgangsmaade giver stærkere Mure, idet de støbes til en hel fast sammenhængende Masse, og den er tillige langt billigere, da man sparer Transporten af Stenene og en Del af Arbejdslønnen for Opmuringen af disse, idet Arbejdslønnen, naar Muren kun ikke skal være over almindelig Høide, beregnet efter Kubikindhold, omtrent er den samme for at støbe Stenene, som for at støbe selve Muren; endvidere spares tillids Murarbejdslønnen, da Omkostningen ved Opstillingen af Formene kun bliver fra en Fjerdedel til det Halve af, hvad det vil koste at opføre Muren med Betonsten.

Til at stille Formene fordres en dermed øvet dygtig Mursvend, som nøiagtig maa overholde, at disse staa rigtig i Lod og Linie og fast afstivede, saa at de ikke under Støbningen

bringes ud af deres Stilling og derved frembringe skjæve Mure eller Ujævnheder.

Hvad selve Formene angaaer, da er jeg, efter først at have foretaget forskjellige Forsøg med Zernforme, som viste sig uhenfigtsmæssige, kommen til den Erkjendelse, at de maa være af Træ, og saa lette som muligt, uden at de dog berøves den Førlighed, som de behøve for at være tilstrækkelig stive; deres Høide kan være fra $\frac{1}{2}$ til $1\frac{1}{2}$ Alen, og Længden fra 4 til 8 Alen, alt efter som de lokale Forhold*) gjøre det fornødent; endvidere ere disse Forme saaledes bannede, at de ved Hjælp af Zernstruer kunne lade sig stille ud og ind, efter de forskjellige Murtykkelser.

Formenes Antal retter sig efter Bygningernes Størrelse og den Hurtighed, hvormed Arbeidet skal udføres. Naar Forholdene fordrer det, vil en Mur af 4 Alens Høide kunne støbes op paa 8 Dage; men der udfordres da saa mange Forme, at man dermed kan omspænde den halve Bygning. I Sommer har jeg, for at see, hvor hurtigt jeg kunde gaa frem med Arbeidet, støbt 5 Alen høie, 6 Tmr. tykke Skillerum, uden Stolper eller nogetfomhelst Tommer i, paa $3\frac{1}{2}$ Dag; men da havde jeg ogsaa Forme nok, saa at jeg kunde paa engang omspænde alle Skillerummene, c. 90 løb. Alen.

Hvor der er Hovedbygninger med Forsiringer, Gesimser, Solbænke, Vindues- og Dørforbygninger, forskjellige Fremspring &c., indrettes Formene blot efter hver enkelt af disse, som da støbes samtidigt med ind i Muren; saadanne Gesimser m. m. staa langt over lignende, der ere trukne med Cementpuds paa Mursten, hvor Pudsens almindeligvis springer af, medens de støbte danne en fast sammenhængende Stenmasse. Vinduer og Dørfarme støbes ligeledes samtidigt med ind i Muren ved simpelt hen at omfatte Karmene med en Garnering af den Brede, som Murens Tykkelse gjør nødvendig, og efter at disse da ere satte nøiagtig i Lob paa Muren og godt af-

*) Næmlig Bygningens ydre Murform.

stibebe, trækkes Formene uden om dem, og derefter støbes Betonen op omkring dem. Naar Murene ere færdige, tages Garneringen fra Karmene, og da staaer Vinduet eller Døren med den Fals eller Forbryning, som ved Garneringens Form er givet dem.

Saa snart Murene ere støbte, bør de strax pudses, da Pudsen, medens Muren ikke endnu er fuldstændig hærdet, bedre forbinder sig med denne til en fast Stenmasse.

Enhvert Betonarbejde maa være udført og færdigt betimelig inden Frostens kan ventes, da denne, saalænge Betonen endnu er frisk, er sammes værste Fjende, idet Frostens angriber den Fugtighed, som Betonen endnu er i Besiddelse af, og derved forarsager mer eller mindre Sprængning og Afkalling. Pudsen udbendig med dens tidligere omtalte stærke Sammensætnings-Forhold hærdner sig paa 4 Uger, og den vil da være et tilstrækkeligt Bærn mod Frostens Paavirkning.

Iøvrigt maa Betonarbejde i Almindelighed helst udføres fra Foraarets Begyndelse, fordi Massen hærdnes dobbelt saa hurtig i Varmen som i Kulden. Stærkt Solskin har dog ingen gavnlig Indflydelse paa de friske Mure, da Fugtigheden i Betonen under dette Paavirkning let fordamper for hurtigt, hvorved Cementen berøves sin Kraft til at arbejde eller udvikle sin Forbindelseevne. Det stærke Solskin maa derfor helst holdes borte fra en frisk Mur, og saa længe Muren er under Opførelse og i den første Tid derefter, maa saavel denne som Cementpudsen daglig vandes, for at Cementen kan komme til at virke med sin fulde Kraft.

Endnu staaer tilbage at omtale Kontrollen med Betonarbejdet, hvorledes man nemlig sikrer sig, at Betonens engang vedtagne Sammensætnings-Forhold overholdes. Dette Punkt, som tilbøielig foranledigede det nævnte Forbud i Kjøbenhavn og derved har indgibt de Bygningsufkyndige en Engstelse for Anvendelse af Beton, kan med Lethed ordnes paa en meget simpel og paalidelig Maade, hvorved det bliver lettere at kontrollere end til Expl., hvormeget Grus Murmesteren kommer i Ralken

naar der nemlig i Kontrakten indsættes en Bestemmelse, lig den, der var vedtaget i den imellem min Bygherre og mig oprettede Kontrakt, hvor Forholdet 1—4—6 blev benyttet. „Forholdet i Beton“, hedder det deri, „skal være 1 Del Cement af F&M.C. til 4 Dele Grus og 6 Dele Skjærver, og til Sikkerhed for at dette overholdes, maa under hele Arbeidet kun benyttes 3 efter dette Forhold afpassede Maal, som bruges strøgne, og som inden Arbeidets Paabegyndelse skulle være eftermaalte og anerkjendte af Bygherren, og skal da Bygmesteren og hans Folk, Alle for En og En for Alle, være ansvarlige for at dette overholdes nøiagtigt.“

Denne Kontraktbestemmelse blev praktist udført derved, at jeg, forinden Byggearbeidet blev paabegyndt, bad min Bygherre, ifølge vor Kontrakt, at eftermaale de 3 Maal, jeg havde ladet forfærdige, og derpaa foretoges denne Eftermaaling i mine Folks Nærværelse. Saasnart Maalene vare anerkjendte for rigtige, meddelte jeg samtidig mine Folk, medens Bygherren var tilstede, at de ifølge Kontrakten vare medansvarlige for at disse 3 Maal ubelukkende bleve benyttede og altid strøgne ved enhver Blanding under hele Arbeidet. Jeg troer at kunne tilføie, at min Bygherre ingensinde under Arbeidet har ladet sig forstaa med, at han nærede Tvivl om det vedtagne Forholds rette Overholdelse, og hvis jeg vilde have forsøgt at overtræde den vedtagne Bestemmelse, vilde jeg ikke have kunnet gjøre dette uden mine Folks Medvirkning, hvilket sikkerligen de af dem, der hørte hjemme der paa Eggen, snart vilde have forebragt Bygherren, da det for disse fremfor alt gjaldt om at bevare Bygherrens Interesse.

3 Dvenstaaende troer jeg nogenlunde udtømmende at have godtgjort Betonens Egenheder samt Maaden, hvorpaa den mest hensigtsmæssigt forarbeides og behandles. Jo mere dette Byggemateriale anbefaler sig til Landbrugsbygninger, destomere er der Grund til at ønske, at al Mistillid til Beton maa fortrænges af en udbredt Anerkjendelse af sammes værdifulde Fortrin, naar den fornødne Kyndighed er tilstede.

Efter Eone at yde et Bidrag til Opnaaelsen af dette Formaal har været Hensigten med nærværende Linier.

Til dette Foredrag knyttedes følgende Diskussion:

Statsraad Valentiner takker Arkitekt Borring for det interessante Foredrag, som han haaber vil vække Folks Opmærksomhed for denne Sag. Han har selv for en Del Aar tilbage arbejdet med Cement, og opfordret Andre dertil. Rampestensmurene, som man sætter i det sydlige Sjælland, ere meget smukke, og naar de sættes ordentlig, ogsaa varige, men det er jo kun til Udhus, de kunne bruges, og de kunne derfor aldrig faae saa megen Anvendelse som Betonen.

Gartner Wendt spørger, om der havees Erfaringer om Betonsmures Brugbarhed til Espalier-, Kirkegaardsmure o. Ig., der ere udsatte for en stærk Solhede paa Sydsiden, medens Nordfiden staaer i kølig Skygge.

Kammerherre Wisfeld spørger, om blot Granitfjærver kunne bruges i Betonen.

Arkitekt Borring: Rampestensmure kunne være meget gode, men de blive da mere bekostelige, nemlig 2 Mk. 4 ß à 2 Mk. 8 ß pr. Kv.-Alen. — Han kjender intet Exempel, hvor Betonmure anvendes til Espaliermure o. Ig., men troer bestemt, at der intet kan være til Hinder derfor, naar man blot iagttager at bruge en cementrigere Puds (1 C. til $1\frac{1}{2}$ G.) til Sydsiden end til Nordfiden (1 C. til 3 G.). — Ogsaa Flintfjærver ere særdeles gode i Betonblandinger, navnlig til Sokler og Gulve. Sankesten fra Havet har han anvendt med stor Fordel; i Begyndelsen var han lidt ængstelig for, at deres forskjellige Størrelse skulde have en uheldig Indflydelse, men Erfaringen har lært ham, at de især til Soklen ere meget gode. — Den store Mængde Murbrokker, der findes paa enhver Brandtomt, og som man ellers i Reglen maa bortkjøre til Veiflyd o. Ig., finder en heldig Anvendelse til Beton og gjør derfor denne end yderligere fordelagtig paa Brandtomter.

Cementens Hærdning.

Grunden til at Cementen hærdner har i lang Tid været Gjenstand for en Mængde Undersøgelser, der vedholdende have trodsset Kemikernes Bestræbelser for at klare dette interessante Fænomen. Først nu synes en Franskmænd, Fremy, der har gjort en Mængde Forsøg dermed, at være naaet til en fuldestgjørende Forklaring deraf, hvilken findes meddelt i Journal de Physique & de Chimie Nr. 10. 1865, og som det efter foranstaaende Foredrag, der nærmest har behandlet den praktiske Side af Betonsagen, turde være paa sin Plads her at meddele; de nævnte Undersøgelser give nemlig en klar og tydelig Fremstilling af de kemiske Processer, der foregaa ved Hærdningen.

Den hydrauliske Cement faaes ved Brænding af lerholdig Kalk; i ubrændt Tilstand indeholder denne ingen Kiselsyreforbindelse, der kan dekomponeres af en Syre, og der kan altsaa ingen Udskilling af gelatinøs Kiselsyre finde Sted; dette er derimod Tilfældet, naar Kalken er brændt. Dette har foranlediget flere Forskere til at antage, at den hydrauliske Virkning hidrørte fra derved dannede Forbindelser, navnlig fra Dannelsen af et Dobbelsilikat af Kalk og Lerjord. Foruden dette Dobbelsilikat dannes tillige et Kalkaluminat, $\text{Al}_2 \text{ 3 Ca}$, samt et Kalksilikat, Si 3 Ca , og Hærdning skulde da have sin Grund i de 2 sidste Foreningers Optagen af Vand (ligesom ved Gibsen), hvorved der dannes følgende Hydrater: $\text{Al}_2 \text{ 3 Ca} + 6 \text{ H}$ og $\text{Si 3 Ca} + 6 \text{ H}$.

Af Fremys Undersøgelser fremgaaer imidlertid, at Hærdningen er begrundet i tvende ulige kemiske Virkninger, nemlig:

1) 3 Kalkaluminatets Hydratisering eller Optagning af Vand, og

2) 3 en Murværks Reaktion (action pouzzolanique), ved hvilken Kalkhydratet forener sig med de tilstedeværende Silikater.

Fremy har særskilt studeret de 4 Bestanddele, som udgjøre de væsentligste Dele af Cementen, nemlig: 1) kiselur Kalk, 2) kiselur Kalk + kiselur Lerjord, 3) Kalkaluminat og 4) kaustisk Kalk.

Den 1ste og 2den af disse Forbindelser vise under ingen Omstændigheder Tegn til hydrauliske Egenskaber.

Den 3die Forbindelse, Kalkaluminatet, styrkner derimod næsten siebliffelig til en fast Masse, naar den pulveriseres fint og blandes med Vand, og der dannes da Hydrater, som under Vand blive meget haarde. Det er disse Aluminater, der kunne være forskjellig sammensatte ($\text{Al}_2 \text{Ca}$, $\text{Al}_2 2 \text{Ca}$, $\text{Al}_2 3 \text{Ca}$), som Cementerne have at takke for sine hydrauliske Egenskaber. Ved Hærdningen have Kalkaluminaterne desuden Evne til at agglomerere sig med andre indifferente Legemer, f. Ex. Kvarts, som de indhylle og med hvilke de danne en fast Masse. Aluminatet $\text{Al}_2 2 \text{Ca}$ giver saaledes ved at blandes med 60—80 pCt. Sand en Masse, der i Haardhed og Styrke er lig med den bedste Sten, og varigt kan modstaa Luftens og Vandets Indvirkninger.

Den 4de Bestanddel, den kaustiske Kalk, er ifølge Fremys Undersøgelser ogsaa meget vigtig ved Betondannelsen, idet den ved sin kemiske Indvirkning paa visse i Cementen værende Legemer væsentlig bidrager til dennes Hærdning og Sammenbinding. De i Cementen indblandede Legemer, paa hvilke den kaustiske Kalk kan virke i den anthydede Retning, ere dels enkelte, dels sammensatte Kalksilikater, der indeholde fra 20 til 40 pCt. Kiselshyre, og som ere tilstrækkelig basiske til at gelatinere med Syrer.

De Cementmaterialer, der ere saaledes sammensatte, at der ved deres Brænding dannes Kalkaluminat, kaustisk Kalk og de nævnte Silikater, ere altsaa de egentlig værdifulde; derimod maa andre Materialer, for at kunne tjene til virksom Cement, først tilføjes de Bestanddele, som maatte mangle.

Fremt giver saaledes ikke den almindelige Opfattelse Medhold, naar denne mener, at Cementernes Styrkning beroer paa Hydratiseringen enten af Kalksilikatet eller af den kiselure Kalk + kiselure Lerjord, da disse efter hans Sagtagelser ikke angribes af Vand og altsaa heller ikke kunne indgaa nogen Forbindelse med dette, men han anseer som sagt Cementens Styrkning at hidrøre dels fra Kalkaluminatets Hydratisering, dels fra Kalkhydratets Indvirkning paa det Kalksilikat og det Kalkaluminat + Kalksilikat, som findes i alle egentlige hydrauliske Cementer.

En lerholdig Kalksten giver derfor ved Brændingen en god Cement, naar Forholdet mellem Leret og Kalken er et saadant, at der kan opstaa:

- 1) Noget af Kalkaluminaterne $\text{Al}_2 \text{Ca}$ eller $\text{Al}_2 2 \text{Ca}$ eller $\text{Al}_2 3 \text{Ca}$.
- 2) Et enkelt eller mere sammensat basisst Silikat, som gelatinerer med Syrer, og som i sin Sammensætning nærmer sig Formlen $\text{Si} 2 \text{Ca}$ eller $\text{Si} 3 \text{Ca}$.
- 3) Fri Kalk, som kan indvirke paa disse cementiske Silikater.

Men foruden en saadan kemisk Sammensætning af Cementen er det af største Bigtighed, at Brændingen af den udføres ved en saa stærk Hede som mulig.
