

FAHNEHJELM, OTTO

**Anteckningar om portland-cement och
dermed sammanhörande ämnen : gjorda
under en resa i England och Frankrike 1869 /
af Otto Fahnehjelm**

Stockholm : förf.
1871

EOD – Miljoner böcker bara en knapptryckning bort. I mer än 10 europeiska länder!



Tack för att du väljer EOD!

Europeiska bibliotek har miljontals böcker från 1400-till 1900-talet i sina samlingar. Alla dessa böcker går nu att få som e-böcker – de är bara ett musklick bort. Sök i katalogen från något av biblioteken i eBooks on Demand- nätverket (EOD) och beställ boken som e-bok – tillgängligt från hela världen, 24 timmar per dag och 7 dagar i veckan. Boken digitaliseras och blir tillgänglig för dig som e-bok.

EOD bokens fördelar!

- Få samma utseende och känsla som med originalet!
- Använd ditt standardprogram för att läsa boken på skärmen, zooma och navigera genom boken.
- Skriv ut enstaka sidor eller hela boken.
- *Sök:* Använd fulltextsökning för enskilda fraser.
- *Klipp & klistra:* Kopiera bilder och delar av texten till andra applikationer (t.ex. ordbehandlingsprogram).

Villkor för användning

Genom att använda EOD-tjänsten accepterar du de villkor som ställs av biblioteket som äger den aktuella boken.

- Villkoren på svenska: <http://books2ebooks.eu/odm/html/nls/sv/agb.html>

Fler e-böcker

Redan nu erbjuder 30 bibliotek från 12 europeiska länder denna service.

Mer information finns tillgängliga via <http://books2ebooks.eu> alla boken.

- <http://search.books2ebooks.eu/>

Teknol.
Byggn.-mat
(Dm)
o

ANTECKNINGAR

OM

PORTLAND-CEMENT

OCH DERMED SAMMANHÖRANDE ÄMNET

GJORDA UNDER EN RESA I ENGLAND OCH FRANKRIKE 1869

AF

OTTO FAHNEHJELM.

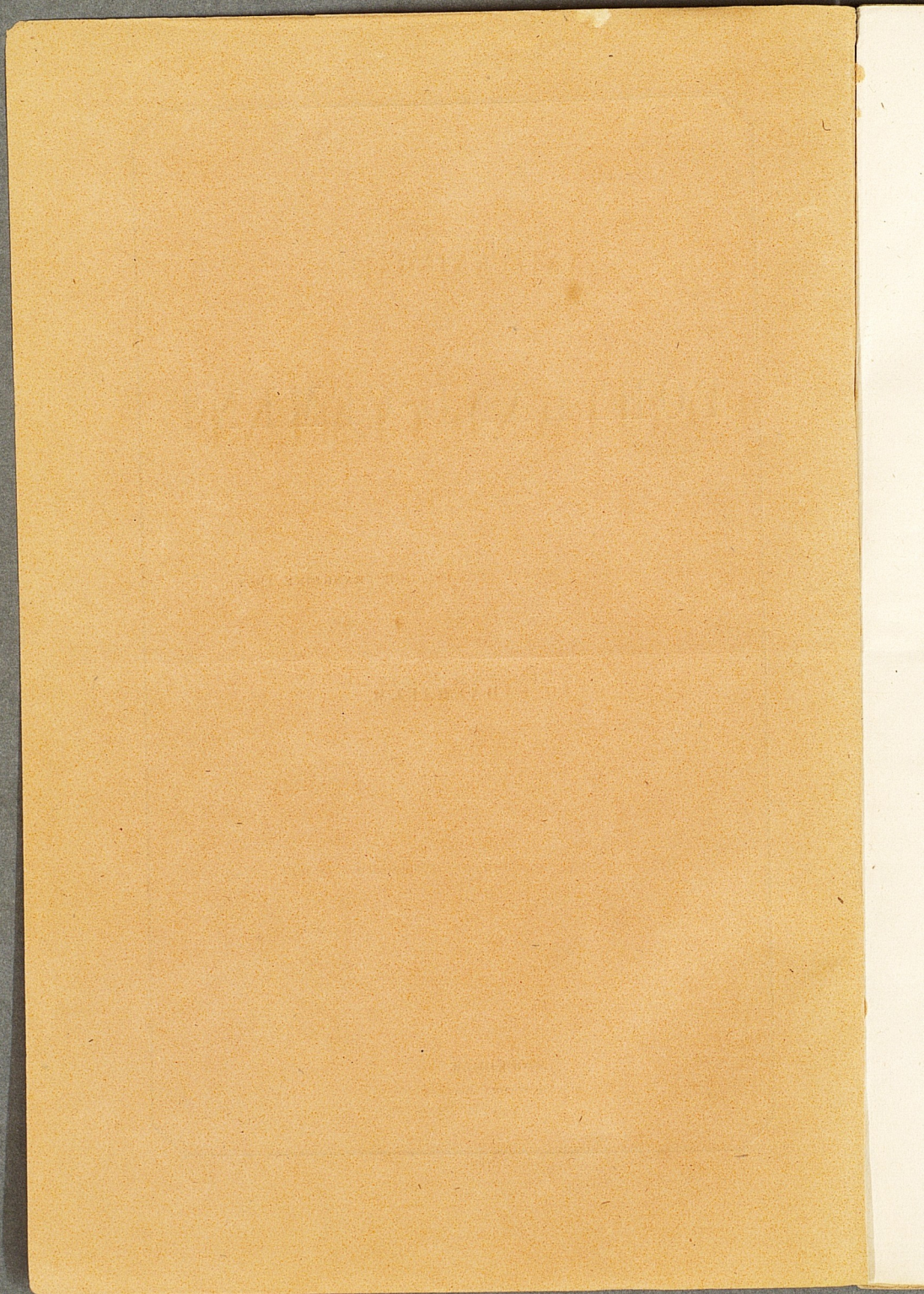
MEDE EN PLANSCH.

(Meddelande i Ingenjörns-Föreningens Förhandlingar 1870.)

STOCKHOLM

IWAR HEGGSTRÖMS BOKTRYCKERI

1871.



ANTECKNINGAR
OM
PORTLAND-CEMENT

OCH DERMED SAMMANHÖRANDE ÄMNEN

GJORDA UNDER EN RESA I ENGLAND OCH FRANKRIKE 1869

AF

OTTO FAHNEHJELM.

MEDE EN PLANSCH.

(Meddelande i Ingenjörss-Föreningens Förhandlingar 1870.)

STOCKHOLM

IWAR ILEGGSTRÖMS BOKTRYCKERI

1871.



Allt större uppmärksamhet har under de senare åren utomlands blifvit egnad åt portland-cementet; och genom en närmare kännedom om detta ämnes utmärkta egenskaper, har förtroendet för detsamma alltjemt ökats, så att det för närvarande anses såsom ett af de yppersta byggnadsmaterialer som finnas. På samma gång har det ock fått en hittills icke anad såväl mångfaldig som vidsträckt användning. Det är konkurrensen mellan de stora engelska fabrikerna man har att tacka för den hastiga utveckling, denna industri undergått, ty genom att om möjligt framställa en bättre vara och isynnerhet genom bemödanden att öka marknaden samt nedsätta priset, har den ena fabriken städse sökt öfverträffa den andra. Fabrikerna hafva låtit anställa talrika prof för att utröna sina respektive varors godhet, och vid alla expositioner har en mängd dels afslitna eller krossade, dels med stora tyngder belastade cementblock varit utställd. Men det är egentligen först genom de utmärkta och med vetenskaplig noggrannhet utförda undersökningar öfver portland-cementets praktiska användning, som blifvit gjorda af engelske ingenjören John Grant; samt genom professor Michaëlis' vid bergsakademien i Berlin studium af detta ämnes kemiska sammansättning och förhållanden, som portland-cementets egenskaper blifvit åtminstone i det närmaste utredda.

Det är resultaten af dessa undersökningar, äfvensom några iakttagelser om de olika cementsorternas använd-

ning och egenskaper, gjorda under en vistelse i England och Frankrike i ändamål att studera fabrikationen af portland-cement, som jag här nedan önskat få meddela. Då emellertid, jemte portland-cementet, ännu och alltjemt framdeles torde komma att användas stora mängder af andra konstgjorda cement äfvensom hydraulisk kalk, torde några allmänna anmärkningar, jemte uppgifter om dessa cement-sorter böra föregå.

Med ordet cement förstods ursprungligen ett ämne, som, då det sattes till kalkbruk, gaf detta *hydrauliska* egenskaper, d. v. s. förmåga att hårdna och bibehålla sig i vatten. Ordets betydelse har sedermera förändrat sig, så att dermed numera i allmänhet förstås hvarje under vatten hårdnande bindemedel.

Vid ett hydrauliskt murbruks hårdnande har man att särskilja tvänne perioder:

1. *Det första hårdnandet*, hvilket försiggår under en för olika cementsorter något olika tid, men som alltid följer strax efter, sedan det blifvit försatt med vatten, och hvarvid den lösa, vällinglika cementmassan antager fast form, så att den ej vidare tager intryck af fingarne. Detta första hårdnande kan lämpligen kallas cementets »sättande» (på engelska setting).

2. *Det fullkomliga hårdnandet*, hvilket deremot fordrar en lång tid, så att för vissa sorter portland-cement till och med årtal åtgå, innan de uppnå maximum af styrka.

Naturliga cement.

Sådana äro Puzzolana från Italien, Trass från Rehdalen, Santorinjord från ön Santorin, bränd, malen alunskiffer, bränd lera, tegelmjöl, stött slagg och glas, o. s. v. Dessa äro i ordets fulla bemärkelse verkliga cement och användas alltid tillsammans med kalk i något olika proportioner. Dessa ämnen hade, innan roman- och port-

land-cementen blefvo kända och tillvunnit sig förtroende, en stor användning och brukas ännu allmänt i de länder, der de i ymnighet förekomma.

Romarne begagnade redan puzzolanan vid sina vattenbyggnader 200 år f. Chr., och ännu vid Zuez-kanalen samt vid de franska Medelhafs-hammarne har den haft en vidsträckt användning.

De naturliga cementen likna hvarandra i allmänhet till sin kemiska sammansättning, hvilken kan representeras genom följande analys på puzzolana af Berthier

Kiselsyra	45	procent,
Lerjord	15	»
Jernoxid.....	12	»
Kalk	8	»
Talk	4	»
Alkalier	7	»
Vatten	9	»

Orsaken dertill, att med puzzolana försatt kalkbruk hårdnar under vatten, torde sökas deri, att i densamma ingående kiselsyra, lerjord och jernoxid bilda i vatten olösliga kemiska föreningar med kalken. Proportionerna mellan puzzolana och kalk till ett godt bruk måste därför noga afpassas, och för att underlätta och möjliggöra fullbordandet af den kemiska processen, måste materialerna omsorgsfullt sammanblandas. Skall bruket inom kort utsättas för vatten, ökas mängden af puzzolana, hvarvid kalken fortare bindes.

Det inhemska material, som vi vanligen använda såsom cement, är bränd alunskiffer. Den brännes helt löst, vanligen blott genom förbränning af den bitumen, som ingår i den råa skiffern. Den brända massan males här-efter till pulfver, som sedan användes tillsammans med kalk och sand. Bäst är att härtill begagna en något hydraulisk kalk, ty alunskiffern är ett underordnad ce-

ment, som visserligen förbättrar alla kalksorter, men som blott med de något hydrauliska kan lemna ett hjälpligt vatten-murbruk. Proportionerna kunna betydligt varieras, allt efter brukets användning och kalkens olika sammansättning. Vanligtvis användes lika delar alunskiffermjöl, kalk och sand (se Jernkont:s Anal. 1824, sid. 191). Alunskiffermjölet är till vattenmurning så underordnad portland-cement, att det trots den stora prisskilnaden snart torde vara fullkomligt utträngdt ur det allmänna bruket.

Brännes alunskiffer hårdt, sintrar den, och om denna massa males och utröres med vatten, hårdnar den samt lemna ett ganska godt hydrauliskt bruk. Herr brukspatron Dugge, som först gjorde denna iakttagelse, lät, för att pröfva detta s. k. »rusmjöls» praktiska värde, dermed lägga golfvet i sin ladugård, och efter 3 års förlopp, då jag var i tillfälle att bese detsamma, visade det sig mycket hårdt och fullkomligt oskadadt.

Hydraulisk kalk.

Härmed förstås alla de kalksorter, som genom en halt af kiselsyra och lerjord ega förmåga att mer eller mindre fullständigt hårdna under vatten. All sådan kalk lemna, då den behandlas med saltsyra, en olöslig lerig återstod; och ju större denna till en viss grad är, desto fortare och fullständigare hårdnar kalken under vatten, och desto bättre lämpar den sig till vattenmurning. Allt efter lerhalten indelas den uti svagt (15 % lera), medelmättigt (25 % lera) och starkt hydraulisk kalk (30 % lera).

De svagt hydrauliska kalksorterna kunna, sedan de blifvit brända, släckas med vatten, och de förhålla sig härvid såsom ren kalk, d. v. s. de sönderfalla i ett fint pulfver samt uppvärma sig och svälla ut till en större

volym, likväl så att med stigande lerhalt temperaturförhöjningen och volymtillökningen minskas. Vid omkring 25 % lerhalt låter kalken icke längre släcka sig. Dessamma inträffar äfven med mindre lerhaltig kalk, om den för starkt upphettas, och den säges då vara dödbränd. Svagt hydraulisk kalk motstår icke vattens inverkan och låter därför ej enbart använda sig till vattenmurning, men försatt med puzzolana är den bättre än den feta kalken. Likaså är den mycket lämplig till luftmurning; men den bör alltid vara nysläckt, ty i annat fall har, innan kalken ännu kommer till användning, den kemiska omsättningen egt rum, och kan då ej vidare gagna. Bäst är, att kalken får luftsläcka sig; ty derigenom undviks hvarje öfverskott af vatten, hvarigenom en för tidig reaktion mellan leran och kalken förebygges.

Den starkt hydrauliska kalken kan ej släckas, utan måste därför söndermalas, innan den användes. I form af pulfver upptager den under värmeutveckling vatten samt hårdnar efter någon tid fullkomligt äfven under vatten. Hårdnandet beror liksom vid puzzolana-bruk på bildandet af olösliga föreningar mellan de i kalken ingående beståndsdelarne.

Vid byggandet af Göta kanal användes endast svagt hydraulisk kalk, hvilkens ungefärliga sammansättning kan ses af följande två analyser, utförda af professor Pasch.

	Ombergs kalk.	Heda kalk.
Kalk	83,1 procent.	83,2 procent.
Kiselsyra	6,8 »	9,6 »
Lerjord	6,6 »	5,4 »
Jernoxid	3,5 »	1,8 »

Svagt hydrauliska äro också Ölands grå kalksten samt Karta och Oaxens kalk. Gotlands-kalken såsom nästan ren är det deremot icke.

På starkt hydraulisk kalk torde inom Sverige finnas god tillgång, ehuru vi ännu icke börjat tillgodogöra oss densamma. Följande analyser på sådan kalk äro hemtade, den första ur professor Paschs ofvannämnda berättelse i Jernk. Anal., de öfriga ur professor O. Torrells berättelse om de år 1869 i Skåne verkställda geologiska undersökningarne.

	Borenshult.	Fågelsång.	Sandby.	Tostrup.	Andrarum.
Kalk	49,4	71,76	65,50	64,75	65,43
Talk	—	0,53	2,00	0,35	2,13
Kiselsyra..	32,1	19,22	19,72	20,44	13,87
Lerjord ...	10,4	8,39	12,77	14,46	18,57
Jernoxid ...	7,8				

Borenshult-kalken håller mindre kalk än till och med portland-cement och torde därför ej enbart kunna användas. De öfriga sorterna synes deremot vara af utmärkt beskaffenhet.

Roman-cement.

Detta framställes genom bränning och pulfverisering af vissa lerhaltiga kalkbollar, som finnas inbäddade i London-leran, och hvilka vanligen uppfiskas från botten af Thames och kring kusterna af Kent och Essex, äfvensom vid nordkusten af Frankrike, på hvilka ställen tidvattnet bortför den lösa leran, så att de inbäddade bollarne blifva åtkomliga. Med roman-cement likartade produkter framställas dessutom af många mineral såväl i England som annorstädes och uppkallas vanligtvis efter materialets fyndort.

Roman-cement är af en mörk, gulbrun färg, och en hektoliter väger omkring 100 kilogram*) (1 sv. kub.-

*) Här likasom i det följande äro alla bestämmande

fot 62 t). Utsatt för luftens inverkan blifver romancement hastigt obrukbart, emedan det drager till sig fuktighet och kolsyra, hvarefter det vid tillsats af vatten icke vidare hårdnar. Det måste därför, liksom allt cement, vara förpackadt på täta, med papper utfodrade tunnor. Romancement sätter hastigt, redan på några minuter, och uppnår äfven på kort tid sin fulla hårdhet.

Tab. I.

Denna tabell, utvisande roman-cements hållfasthet, är hemtad från Mr. Grants undersökningar af cement, och anger resultaten af:

A. 60 försök, medium af 10 prof, med romancement, vägande 102 kilogr. per hektoliter (63 t per kub.-fot). B. 60 prof på roman-cement från Coles, Shadbolt & Co. Profven äro 1 dygn efter beredningen nedlagda samt sedermera förvarade i vatten.

Å l d e r.	A.	B.
	Absolut hållfasthet pr \square c.m. Medium af 10 exp.	
	Kilogr.	Kilogr.
7 dagar	2,4	6,3
28 "	2,9	6,9
3 månader	3,6	10,3
6 "	2,8	11,8
9 "	2,7	5,2
12 "	3,3	10,1

mått reducerade till det metriska systemet. Cementets vikt är beräknad per hektoliter = 100 liter = ung. 38 kannor, och hållfastheten är hänförd till \square centimeter = 11,34 \square dec.-linier. Reduktionstal för att förvandla kilogram per hektoliter till sv. t per kub.-fot är 0,6158, och för att förvandla kilogr. per \square c. m. till sv. t på \square d.-tum är 20,739.

Vid tillsats af sand till roman-cement förminskas dess styrka mycket, hvilket ses af följande tabell, likaledes hemtad från Mr. Grants undersökningar.

Tab. II.

Å l d e r.	Rent cement.	1 mot 1 sand.	1 mot 2 sand.	1 mot 3 sand.	1 mot 4 sand.
	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
7 dagar	3,7	1,5	0,2	0,3	0,3
3 månader	6,9	3,8	2,9	—	1,4
6 »	7,9	9,8	—	—	—

Roman-cements hållfasthet varierar således högst betydligt, och det är till följd häraf mycket opålitligt. Det användes därför numera vanligtvis blott i de fall, då cementbruk af en eller annan anledning på kortaste tid måste sätta, såsom fallet är vid konkretfyllning i rinnande vatten, äfvensom vid murning å platser, som icke under någon längre tid kunna skyddas för vattens inverkan, och hvarvid portland-cement icke får nog tid att hårdna. Detta är ofta fallet vid arbeten, utsatta för ebb och flod, och hvilka uppföras under lågt vatten samt öfversvämmas vid stigande flod. Likaledes användes roman-cement för samma orsak till reparationer af kanaler, slussar o. dyl. För att i dessa och liknande fall likväl kunna använda det starkare och pålitligare portland-cementet, brukar man mura med portland-cement och endast instryka ytterfogarne med hastigt sättande roman-cement, som sålunda afhåller vattnet från det under ligande portland-cementet.

Medina-cement.

Detta framställes genom bränning af en cementsten från ön Whigt. Det sätter på några minuter och har ungefär samma bärighetsförmåga som roman-cement. Det användes hufvudsakligen till fogstrykning såsom skydd för portland-cement, tills detta hårdnat. Bland arbeten, som blifvit utförda med medina-cement, är äfven tätandet af fogarne å den förlidet år utförda jern-tub-tunneln under Thames-floden.

Portland-cement.

Detta är en konstprodukt, som framställes genom sammanblandning och bränning af vissa leror med en lämplig mängd krita eller annat kalkmineral. Det var egentligen Mr. Vicat i Frankrike, som under slutet af förra århundradet gjorde de första försöken härmed; men engelsmännen började äfven snart arbeta i denna riktning, och 1810 uttog i London det första patentet af Edgar Dobbs. Den produkt han framställde var likväl mycket dålig, beroende hufvudsakligen på ofullständig bränning.

Det var först Joseph Aspdin, en murare i Leeds, som efter många försök framställde en produkt med de egenskaper, vi nu finna hos detta cement. År 1824 uttog han patent på sin uppfinning och gaf den då namnet portland-cement, dermed betecknande den stora likhet till hårdhet och färg mellan detta cement och den i England allmänt brukade portland-stenen. Portland-cementet fick snart en stor användning, och efterhand uppstodo flera fabriker, hvilka sände sina varor öfver hela den civiliserade verlden och förskaffade det engelska cementet det anseende, det än i dag eger. På kontinenten började man äfven snart (på 1850-talet) att an-

lägga sådana fabriker, och för närvarande finnas såväl i Frankrike som Tyskland flera, hvilkas produkter täfla med och till och med öfverträffa det engelska cementet.

Portland-cements fabrikation.

Portland-cement framställes för närvarande efter två olika metoder: den våta, som uteslutande användes i England och Frankrike, samt den torra, som användes vid flera af Tysklands många fabriker.

Det våta förfaringsättet. Enligt detta blandas leran och kritan uti en slamqvarn, bestående af en liten murad rund basin, i hvars midt en axel roterar, från hvilken armar utgå, försedda med nedåtgående piunrar såsom på en kratta. Uti denna qvarn nedstjälpas leran och kritan, under det att en vattenström genomrinner densamma och bortför det fina, väl blandade slammet, som sedan får afsätta sig i stora basiner. Hvarje dag tages i de fabriker, som skötas med omsorg, ett generalprof på massan i dessa basiner och profbrännes. Om cementet då visar något fel, härrörande från oriktiga proportioner mellan de ingående beståndsdelarne, rättas detta genom att tillsvidare öka tillsatsen i slamqvarnen af det bristande ämnet, ända tilldess hela massan får den rätta sammansättningen. I Demarle, Lonquéty & comp:s stora fabrik i Boulogne s. m., den bäst skötta fabrik, jag varit i tillfälle att bese, och hvarest bearbetas en mergel af lämplig sammansättning, som hemtas ett par mil in i landet, får slammet först afsätta sig i murade cisterner, hvarest det sedan undersökes, då oriktighet i massans sammansättning afhjelpes, hvarefter hon ytterligare omblandas och utsläppes i de stora slambasinerna.

Sedan cementblandningen satt sig, och det derofvan stående vattnet blifvit aftappadt, får massan torka något.

hvilket fordrar en tid af ofta mer än tvänne månader, hvarefter hon slutligen upptages ur bassinen samt torkas fullständigt på torkugnar. Vid några af Englands bäst skötta fabriker omblandas dessförinnan ännu en gång den grötliska massan, för att en jemm vara med säkerhet må erhållas: ty alltid är det någon skilnad mellan de understa och öfversta lagen i slambasinerna.

Torkugnarne bestå vanligen af ett stort antal bredvid hvarandra liggande, halfcylindriska ungar, uti hvilka den kåks, som användes vid cementets bränning, framställles. Från dessa af eldfast tegel murade ungar ledas de varma gaserna genom kanaler under jernplåtar, på hvilka den våta cementmassan utbreddes. I några af de nyare fabrikerne i London och Newcastle har man börjat tillgodogöra sig värmen i de bortgående brännugns-gaserna till cementets torkning. Dessa fabriker bränna sitt cement med gasverkskåks.

Den torra cementmassan upptages med spadar, och cementstyckena uppsättas lagervis med kåks eller antra-cit till bränning uti schaktugnar. När en ugn blifvit fylld påtändes den i botten och får utan någon vidare åtgärd till bränningens reglerande brinna ut. När ugnen svalnat, utrakas det brända cementet, och i de bättre skötta fabrikerne sorteras det härefter för hand, hvarvid alla ofullständigt brända till färgen rödgula stycken utplockas, för att ånyo ombrännas. Det öfriga cementet krossas härefter vanligen mellan valsar eller i en tugg, hvarefter det finnales på vanliga horisontela qvarnar, af samma konstruktion som spanmålsqvarnar.

Det torra förfaringsättet. Enligt detta blandas den torra, fint pulfveriserade kalken och leran med hvarandra, hvarefter så mycket vatten tillsättes, att massan blir plastisk. Af denna formas nu tegel, som torkas uti torkhus samt sedan brännas och malas på samma sätt, som ofvan är nämndt.

Båda dessa metoder lemna lika goda resultat, såvida kalken och leran blifvit intimt blandade med hvarandra. Detta är ett grundvilkor för erhållande af ett godt cement: ty om blandningen är olikformig, kan en del hålla för mycket kalk, och lemna då ett cement, som vid tillsats af vatten sväller, under det en annan del håller för mycket lera samt sönderfaller efter bränningen och ej hårdnar vid tillsats af vatten. Genom att använda den våta metoden blir blandningen mycket intim, såvida leran och kalken hafva samma specifika vikt, i annat fall blifver förhållandet alldeles motsatt. I den torra metoden användas leran och kalken mindre fint fördelade, och massan kan därför genom ofullständig bearbetning lätt blifva olikformig.

Stort inflytande på cementets egenskaper har äfven den malda massans finhet. Ju gröfre de skilda cementkornen äro, desto längre tid åtgår innan de ända igenom hinna upptaga vatten, i följd hvaraf cementet såväl sätter som hårdnar långsamt. Då emellertid kostnaden för cementets pulfverisering är ganska betydlig, söka fabrikanterna att på lindrigaste sätt komma från densamma, hvarför också många fabriker lemna en grof och ojemn vara. Amerikanska ingenjörer fordra, att 85 % af cementet skall gå genom en sikt med 31 maskor på centimeter (80 på längd-v.tum), och i Tyskland föreskrifves 23 maskor på c. m. (60 på längd-v.tum). Cement, hvaraf 90 % gå genom en sikt med 15 maskor på c.m. (40 på längd-v.tum), är likväl tillräckligt fint, och äfven denna finhet torde sällan förefinnas hos de sorter, som för närvarande finnas i handeln.

I England har fabrikationen af portland-cement sedan den uppkom gjort få framsteg, och det är endast en praktisk kännedom om portland-cementet samt en noggrann tillsyn vid beredningen, som möjliggöra framställandet af en god vara. Tyskarne, som jemte prak-

tisk skicklighet, äfven ega goda teoretiska kunskaper, hafva deremot infört icke oviktiga förbättringar. Den viktigaste är den torra metoden, hvarigenom portland-cementet kan framställas till billigare pris. En annan förbättring är användandet af Hoffmann's och Licht's ringugn till cementbränning. Härigenom har bränsle-åtgången blifvit nedsatt till $\frac{1}{3}$ mot i schaktugnarne, på samma gång som äfven mindre värderikt bränsle, såsom kolstybb, torf och stenkol, kan användas i stället för den dyrare kåksen. Dessutom kan bränningen kontrolleras, hvarigenom den rätta temperaturen noga kan afpassas, så att allt cement blir lika mycket brändt. I schaktugnarne deremot låter detta sig icke göra, utan blifver cementet uti dem ofta ojemnt brändt.

Portland-cements egenskaper.

Portland-cement består af bestämda kemiska föreningar mellan de i lera och kalk ingående ämnena kiselsyra, lerjord och jernoxid å ena sidan samt kalk och talk å den andra. Derjemte spela alkalierna en viktig rol, hufvudsakligen såsom inledande och underlättande ingåendet af de nya föreningar, som bildas vid cementets bränning, och torde de derjemte äfven hafva ett icke oviktigt inflytande på cementets hårdnande. Michaëlis har genom noggrannt studium af portland-cements egenskaper och genom ett stort antal analyser af utmärkta cementsorter, bestämt cementets sammansättning vara: 10 æquivalenter syra (kiselsyra, lerjord och jernoxid) i förening med 20 à 24 æquivalenter bas (kalk och talk). Detta motsvarar en sammansättning, varierande mellan nedanstående gränser:

Kalk	55 — 63	procent,
Talk	0.5 — 2	»

Kiselsyra	23 — 26	procent.
Lerjord	6 — 9	»
Jernoxid	0.5— 5	» ;
härtill komma ytterligare:		
Kali	0.5— 1	»
Natron	0.3— 2	»
Gips	1 — 3	»

Oaktadt de tillåtna variationerna således icke äro synnerligen stora, förändras likväl cementets egenskaper högst betydligt mellan dessa gränser. Vid stigande lerhalt hos cementmassan blir hon lättsmältare och fordrar till följe häraf en lägre temperatur vid bränningen. Det pulfveriserade cementet blir lättare samt af en mörk färg. Det sätter mycket hastigt med vatten, men dess hårdhet aftager i mån som lerhalten ökas; och om slutligen den tillåtna gränsen öfverskrides, sönderfaller det brända cementet frivilligt vid massans afsvalnande till ett damfint pulfver, hvilket väl binder, uttrödt med vatten, men som icke uppnår någon nämnvärd fasthet. Färgen blir i detta fall brungul. Vid stegrad kalkhalt blir cementet i allmänhet af en bättre beskaffenhet; svårsmältare samt fordrar, i mån som kalken ökas, en högre temperatur för att brännas. Det pulfveriserade cementet blir af ljusare färg, dess vikt och hårdhet ökas, och mellan fingrarne kännas det sträft och skarpkantigt. Vid tillsats af vatten uppvärmer cementet sig icke samt sätter långsamt, men uppnår slutligen en hög grad af hållfasthet. Om kalkhalten slutligen öfverskrider den högsta tillåtna gränsen, ingår ej öfverskottet i någon varaktigare förbindelse med leran, utan bildar vid tillsats af vatten kalkhydrat, hvilket, likasom alltid är fallet, när bränd kalk släcket, sväller. Härigenom sväller äfven hela cementmassan, och om öfverskottet på kalk är något större spricker den till och med sönder.

Svällande är det största fel, som kan vidlåda ett portland-cement; det blifver härigenom fullkomligt oanvändbart, ty det förorsakar sättningar och kastningar i murverket. Cement, som i hög grad har detta fel, sönderspricker i alla riktningar redan några dagar efter, sedan det blifvit använt, och det kan äfven stundom sönderfalla till ett groft pulfver. Då detta fel finnes i mindre grad, visar det sig icke så snart, utan kan det då dröja månader, innan det gifver sig tillkänna. Den stora vådan af att använda sådant svällande cement är ögonskenlig, och utomlands hafva stora arbeten härigenom blifvit förstörda.

Orsakerna till cements svällande äro flerfaldiga, såsom:

En för hög kalkhalt hos cementmassan, förut nämnd. Vidare ofullständigt brändt cement. Detta är alltid af en ljusgul färg samt värmer sig vid tillsats af vatten högst betydligt, beroende likaledes på närvaro af fri kalk. Då portland-cement brännes uti schaktugnar, blifver alltid det öfversta lagret otillräckligt brändt och bör därför afskiljas från det öfriga, normalt brända cementet. Detta sker äfven i många fabriker, men det får dock i andra följa med i qvarnen. Cementets styrka nedsättes härigenom, och det kan äfven blifva farligt att använda. Om gips ingår till öfver 1 procent uti cement, förorsakar den äfven massans svällning. Vid bränningen förvandlas gipsen till anhydrit, som endast långsamt upptager vatten under samtidig volymförökning. Gips i sådan mängd, att den skadligt inverkar på cementet, är i hög grad förrädisk; ty dess inverkan visar sig först efter någon tid, då deremot fri kalk redan ger sig tillkänna under de första dagarne. Närvaro af en sådan mängd gips är dock i allmänhet ej att befara.

Det sätt, som vanligtvis användes för att pröfva cement, om det sväller, är att med minsta möjliga quan-

titet vatten förfärdiga en liten kaka, 6 tum vid och $\frac{1}{2}$ tum tjock, som, sedan den satt, nedlägges i vatten och efter ett eller två dygn upptages och undersökes. Om den då icke i kanterna visar tecken till sprickor, behöfver man icke befara någon svällning. Finnes gips närvarande i någon större mängd, måste profvet en längre tid förvaras i vatten. Det säkraste sättet att undersöka, om cement sväller, är att fylla det till lagom konsistens utrörda cementet på små glasflaskor med tunna väggar, hvilka, om cementet visar minsta benägenhet att svälla, sprängas sönder.

Portland-cements sättande.

Man svärfvar ännu i okunnighet om det kemiska förloppet, d. ä. om den verkliga orsaken till portland-cements hårdnande. Flera olika teorier hafva blifvit framställda, som nog förklara alla förhållanden, men ingen af dessa är likväl bevisligen riktig. Detta är en direkt olägenhet för fabrikationen, men för det praktiska användandet är det af mindre betydelse. Hvad man med säkerhet vet, är att alla de föreningar, som i portland-cement kunna förefinnas mellan syrorna, kiselsyra, lerjord och jernoxid, och baserna, kalk och talk, äro mer eller mindre hydrauliska, samt att de i förhållande härefter bättre eller sämre motstå vattnets och kolsyrans sönderdelande inverkan. Vid portland-cements försättande med vatten upptager det småningom samtidigt med dess hårdnande en liten quantitet deraf, hvilken slutligen uppgår till omkring 15 procent af cementets vikt.

Om hårdnadt portland-cement glödgas, bortgår det upptagna, kemiskt bundna vattnet, och efter hvitglödning återfår man en produkt med det ursprungliga cementets egenskaper. Härutinnan liknar portland-cementet gips,

och man har derföre velat antaga, att hårdnandet blott beror på att vatten upptages; men skäl finnes att antaga, att äfven de kemiska föreningarne omsättas, ty om portland-cement behandlas med en stor mängd vatten, sönderdelas det fullkomligt, under det kalk tillika med litet kiselsyra upplöses, samt kiselsyra, jernoxid och lerjordshydrater återstå olösta. Derjemte lærer uti det satta cementet alltid förekomma fri kalk, och då det dessutom icke är nog att ur hårdnadt cement endast bortdrifva vattnet, utan det fordras hvitglödning för att åter erhålla cement, torde utan tvifvel en kemisk omsättning mellan portland-cementets beståndsdelar försiggå vid tillsats af vatten.

Den tid, olika portland-cement behöfva för att sätta, beror på deras sammansättning och graden af deras bränning samt kan variera mellan 10 minuter och 1 à 2 dagar. Om cementet är hastigt sättande, hvilket är fallet med de sorter, som väga cirka 100 kilogr. per hektoliter (62 *tt* per sv. kub.-fot), måste det efter tillsats af vatten genast användas; är det deremot långsamt sättande, kan det utan att någon minskning i dess hållfasthet behöfver befaras, förvaras någon kortare tid, för de mest trögsättande sorterna, vägande cirka 160 kilogr. per hektoliter (100 *tt* per kub.-fot), till och med några timmar.

Tab. III.

Efterföljande tabell, enligt Michaëlis, kan tjena att något belysa detta sistnämnda förhållande, ehuru närmare uppgifter om de använda sorterna saknas, och endast ett mindre antal försök blifvit verkställda. I alla försöken är rent portland-cement använt, som, sedan det försatts med vatten, blifvit omrördt den nedan anförda tiden, hvarefter det fått hårdna under vatten och efter 8 dagar afslitits.

	P. C. 45 min. fortfarande omrördt.	P. C. 60 min. fortfarande omrördt.	P. C. 60 min., hvarje 10—30 min. omrördt.	P. C. omrördt efter 60 min.
A	13,8 kilo.	14,7 kilo.	25,8 kilo.	22,2 kilo.
B	14,7 »	16,1 »	25,3 »	15,3 »
C	11,5 »	9,1 »	10,2 »	hade satt.

För portland-cements användande är det nödvändigt att känna den tid, det behöfver för att sätta. För arbeten, som snart måste utsättas för vattens inverkan, äfvensom för gjutningar, hvilka genast måste hårdna, användes hastigt sättande cement; men i de allra flesta fall är det bättre att begagna tungt och långsamt sättande, ty detta uppnår alltid den största hållfastheten. Förutom den inverkan, som de kemiska egenskaperna utöfva på tiden för cementets sättande, har dess behandling i detta afseende äfven ett stort inflytande. Så förlöper en längre tid, innan cement sätter, om ett öfverskott af vatten användes vid bruksberedningen. Detsamma är äfven händelsen, när det blandas med sand, och detta i förhållande efter tillsatsen.

Tab. IV.

Denna tabell efter Becker utvisar den tid i timmar, som förlupit, innan kulor, formade af cement och sand, uppnått en sådan hårdhet, att de ej för ett lindrigt tryck med nägeln mottagit något intryck.

	C e m e n t o c h s a n d .						
	Rent Cem. med vatten af +60° C.	Rent Cem. med vatten af +78° C.	1:1.	1:2.	1:3.	1:4.	1:5.
	Tim.	Tim.	Tim.	Tim.	Tim.	Tim.	Tim.
I luft.....	17	7	12	13	31	40	54
I vatten ...	—	25	34	60	71	116	—

Den vattenmängd, som erfordras, för att af portland-cement erhålla ett passande bruk, är ungefär 30—40 vikt-procent (40—45 volym-procent). Af detta vatten förblifver det, som icke kemiskt bindes af cementet, fritt samt afdunstar, om cementet utsättes för torr luft, och lemnar då uti den hårdnade cementmassan ett mot sin volym svarande tomrum, fördeladt i större och mindre blåsor och porer. Häraf följer, att portland-cement icke, såsom många oriktigt föreställa sig, är en fullkomlig tät kropp, som hvarken genomsläpper vatten eller luft. Satt portland-cement är deremot en porös kropp, som, om ock obetydligt och långsamt, likväl genomsläpper vatten, när detta befinner sig under tryck, såvida ej de fina porerna blifvit tillstoppade af slam. Af luft är portland-cement genomträngligt likaväl som hvarje annan byggnadssten, såsom sandsten, tegel m. m. Försatt med sand blifver porositeten ytterligare förökad.

Köldens inflytande på portland-cements sättande är ännu icke undersökt med den omsorg, som erfordras; men då man vet, att portland-cement endast småningom upptager vatten samtidigt med dess fortskridande hårdnande, är tydligt, att frosten skall hafva en mycket skadlig inverkan på denna process. Under de första 8 dagarne har cement blott upptagit $\frac{1}{4}$, och först efter en månads tid har det hunnit upptaga större delen af det erforderliga kemiskt bundna vattnet, och öfverskottet hunnit afdunsta. Alla cementarbeten i fria luften, isynnerhet de, som äro maktpåliggande, böra därför afslutas ungefär en månad, innan någon genomträngande frost är att befara, ty i annat fall kan det qvarhållna fria vattnet spränga sönder bruket; och om äfven detta icke inträffar, nedsättes likväl cementets styrka derigenom.

Vid användande af portland-cement måste man noga lägga märke till det ofvannämnda förhållandet, att cement, försatt med ett öfverskott af vatten, sönderdelas.

Ju mindre vatten man därför i allmänhet kan använda, desto tätare och hårdare blir det satta cementet. Likaså måste portland-cement, medan det sätter, skyddas för rinnande vatten, ty eljest förstöres det under afskiljande af ett icke bindande pulfver.

Vid användande af hafsvatten till beredning af cementbruk hafva äfven de deri lösta salterna, synnerligast klormagnesium, inflytande på cementets hårdnande. Man antog förr, att cementbruk, beredt med saltvatten, ej skulle uppnå den grad af styrka och hållfasthet, som det får vid begagnande af färskvatten; men ingenjör Grant har genom direkta försök visat, att ett motsatt förhållande eger rum.

Portland-cements hårdnande.

Det, som förnämligast bestämmer en cementsorts värde, är den styrka, som den slutligen uppnår; ty såväl murverkets fasthet som den sand-tillsats, cementet kan tåla, bestämmas härutaf. Det är på detta förhållande, som såväl fabrikanten som konsumenten måste rikta hela sin uppmärksamhet. I detta afseende hafva många undersökningar företagits, men de hafva varit mycket ofullständiga, ända tills ingenjör John Grant, som förestod det storartade dräneringsarbetet i södra delen af London, beslöt att utbyta det i dessa konstruktioner ända dittills (1859) uteslutande nyttjade roman-cement mot portland-cement. Han började då genast anställa försök öfver portland-cements hållfasthet och har sedermera med sällspord ihärdighet fortsatt dessa undersökningar. Icke mindre än 350,000 tunnor portland-cement hafva blifvit förbrukade vid detta dräneringsarbete, och på dessa hafva mer än 15,000 prof blifvit verkställda. Härigenom har portland-cements företråde framför hvarje annat cement, utom i ofvannämnda speciela fall, blifvit fullt kon-

stateradt; och derjemte har Mr. Grant genom att bestämman de fordringar, man är berättigad att hafva på ett godt cement, lemnat tillfälle för konsumenten att bedöma värdet af den vara han använder, på samma gång som fabrikanterna, ehuru icke utan protest, blifvit tvingade att iakttaga den noggrannhet och tillsyn vid fabrikationen, som betinga framställandet af ett godt cement.

Resultaten af ingenjör Grants undersökningar äro meddelade »The Institution of Civil Engineers» och publicerade i dess förhandlingar vol. XXV år 1866, och meddelas här nedan ett kort utdrag af denna särdeles intressanta redogörelse.

Mr. Grant förskaffade sig först prof af portland-cement från olika fabriker, och på grund af de undersökningar, som gjordes på dessa, bestämdes: att allt cement, som skulle användas vid det ifrågavarande arbetet borde vara portland-cement af bästa kvalitet, mycket fint malet och vägande åtminstone 110 eng. t per struken bushel = 137 kilogram per struken hektoliter; samt hafva en absolut hållfasthet af minst 400 eng. t på en yta af $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} = 2\frac{1}{4}$ eng. \square tum — hvilket är lika med 12,5 kilogr. på \square centimeter — sju dagar efter, sedan profvet blifvit gjordt i en bronsform till ett tegel af det utseende fig. 5 utvisar, och efter att sex af dessa dagar hafva varit nedsänkt i vatten. Denna minimihållfasthet har sedermera i några fall blifvit ökad till 15,6 kilogr. per \square c.m.

Den maskin, fig. 1, som användes för cementets profvande, är konstruerad af Mr. Grant. Den består af en pyndare, under hvars korta arm, profblocket, fig. 3, anbringas förmedelst de båda klofvarne, k , af hvilka den ena fästes i öglan a på ändan af pyndararmen och den andra nedtill i öglan a' , som härefter nedskrufvas med skrufven b , hvarvid den längre pyndararmen c , som un-

der profvets insättande hvilat på pelaren d , upplyftes. Utefter den i eng. skålpund uppgraderade armen c kan den på friktionsrullarne e hvilande vigten p jemnt och sakta framföras med tillhjälp af en om det lilla, med vef försedda hjulet f löpande metallsträng.

En annan, mindre kostsam afslitnings-apparat är afbildad i fig. 2. Den består likaledes af en pyndare, men i stället för den utefter armen löpande vigten är en plåthink upphängd i ändan af den längre armen. Vid profningen påfylles denna hink med sand tills cementteglet brister, hvarefter den väges. Genom en enkel räkning, hvarvid afseende göres på det inflytande, vägens vikt utöfvar, finner man cementets hållfasthet.

Profteglan gjutas i en bronsform a , fig. 4, i hvars botten lägges en skifva af jernplåt h , passande efter formen. Det till profning afsedda cementet försättes med så mycket vatten, att det bildar en gröt, som väl bearbetas med en murslef, hvarefter den fylles i formen. När profvet satt, pressas det ut medelst en mot jernbotten tryckt träckloss *).

Den form Mr. Grant använde på sina proftegel synes i fig. 5. Denna form är likväl mycket olämplig, ty oftast brister teglet vid afslitningen efter linien $g-g$, förorsakadt genom en oöndviklig svigtning af de använda klovvarne. Man har därför föreslagit att ändra formen i likhet med fig. 3, och att öka arean till 4 eng. □tum.

En för såväl det metriska som svenska måttet passande dimension på profteglan är 15×15 linier på afslitningsstället, hvilket i det allra närmaste är lika med

*) En pyndare utan ställning af den sist beskrifna konstruktionen, åtföljd af en bronsform med tillhörande 5 lösa jernplåt-bottnar samt tvänne afslitningsklovvar af smidt jern, enligt figg. 3 och 4, kan för 35 rdr erhållas hos instrumentmakaren C. A. Lindqvist i Stockholm n:o 50 Mästersamuelsgatan.

20 □ c. m.; det precisa måttet vore nämligen 15,06 lin., och den lilla skillnad, som förefinnes, är i detta fall utan inflytande.

De proftegel, som blifvit använda vid Mr. Grants försök hafva i allmänhet, så snart de satt, blifvit ned-sänkta och sedan till försökens anställande förvarade i vatten. De anförda resultaten äro i allmänhet medium af 10 prof. Alla mått äro, såsom förut är nämnt, reducerade till det metriska systemet. Se anmärkningen sid. 9.

Tab. V.

Resultaten af afslitningsförsök, utvisande den med portland-cements större spec. vikt i allmänhet tilltagande hållfastheten.

Vikt per hekto- liter.	Absolut hållfast- het per □ c.m.	Vikt per hekto- liter.	Absolut hållfast- het per □ c.m.
Kilo.	Kilo.	Kilo.	Kilo.
132,3	14,7	148,5	24,3
133,5	18,5	149,8	22,9
134,7	20,3	151,0	22,0
135,9	20,1	152,2	22,4
137,2	22,1	153,5	21,0
138,5	21,6	154,7	25,6
139,8	21,4	155,9	25,5
141,0	21,9	157,2	20,5
142,2	21,8	158,5	27,6
143,5	22,0	159,7	28,7
144,7	24,0	160,9	28,7
145,9	22,4	162,2	28,5
147,2	20,1		

Tab. VI.

Resultaten af 480 afslitningsförsök, utvisande portland-cements tilltagande styrka från 1 till 7 dagar.

Dagar i vatten.	Absolut hållfasthet per □ centimeter.						
	Vigt 122 k.	Vigt 130 k.	Vigt 140 k.	Vigt 143 k.	Vigt 145 k.	Vigt 147 k.	Vigt 147 k.
	Kilo.	Kilo.	Kilo.	Kilo.	Kilo.	Kilo.	Kilo.
1	6,1	3,6	6,3	5,3	3,9	5,3	4,2
2	9,2	8,7	12,2	14,1	12,3	15,2	13,0
3	10,8	11,1	16,9	18,6	13,4	19,0	15,6
4	13,0	15,8	18,4	25,7	15,6	22,1	16,9
5	14,4	14,7	24,0	25,3	18,0	24,3	18,3
6	15,0	16,2	»	24,7	18,7	21,3	20,8
7	14,8	18,0	23,1	29,6	19,2	20,3	22,0

Tab. VII.

Resultaten af 160 afslitningsförsök med portland-cement, vägende 153 kilogr. per hektoliter, utvisande absoluta hållfastheten af dels enbart cement, dels cement försatt med sin lika volym Thames-sand. Detta är första delen af en försöksserie, ämnad att utsträckas under 10 år. Alla profven äro förvarade i vatten från deras sätande till profningen. De anförda resultaten äro medium af 10 prof.

Å l d e r.	Cement.	1 cem. + 1 sand.
	Kilo. pr □ c.m.	Kilo. pr □ c.m.
7 dagar	25,53	11,03
1 månad	29,21	14,14
3 »	32,99	17,11

Å l d e r.	Cement.	1 cem. + 1 sand.
	Kilo. pr □ c.m.	Kilo. pr □ c.m.
6 månader.....	36,76	20,07
9 »	38,11	21,64
12 »	38,42	22,39
2 år	41,30	24,69
3 »	41,07	24,52

Jag var i tillfälle att se resultaten af denna försöks-serie för ytterligare 4 år, men kan icke, då de ej äro offentliggjorda, meddela de speciela talen. Dock synes cementet ej vidare hvarken till- eller af-taga i styrka, utan är hållfastheten ömsom större, ömsom mindre än föregående år.

Tab. VIII.

Resultaten af 151 afslitningsförsök med portland-cement, vägande 151 kilogr. per hektoliter, dels anfuktadt med färskt, dels med salt vatten.

Å l d e r.	Färskt vatten.	Salt vatten.
	Kilo. pr □ c.m.	Kilo. pr □ c.m.
7 dagar	28,8	29,5
14 »	33,0	33,0
21 »	35,6	35,9
28 »	35,1	37,6
2 månader	36,7	41,9
3 »	39,3	42,7
4 »	41,3	45,7
5 »	41,5	42,3
Medium	36,40	38,57

Tab. IX.

Resultaten af 225 afslitningsförsök med portland-cement, vägande 140 kilogr. per hektoliter. Profven förvarade från Aug. 1863 till Sept. 1864: A. i vatten, B. i luft inom profhuset och C. på taket af profhuset, utsatta för väderlekens inverkan. Resultaten äro medium af 5 prof.

Å l d e r.	A.	B.	C.
	Kilo. pr □ c.m.	Kilo. pr □ c.m.	Kilo. pr □ c.m.
7 dagar.....	24,0	16,0	16,3
14 »	25,3	17,4	19,6
21 »	25,4	21,8	22,1
28 »	27,7	22,0	19,9
2 månader	27,5	27,4	18,7
3 »	29,7	19,1	21,0
4 »	30,3	24,2	25,5
5 »	31,0	24,6	24,5
6 »	32,3	23,8	24,5
7 »	30,8	23,6	28,1
8 »	29,4	27,4	25,5
9 »	32,8	26,4	22,3
10 »	32,4	31,1	24,6
11 »	32,5	28,4	27,2
12 »	34,3	25,8	22,5
Medium	29,67	23,94	22,81

Tab. X.

Resultaten af afslitningsförsök med portland-cement, vägande 140 kilogr. per hektoliter; dels enbart, dels för-

satt med olika mängder Thames-sand eller ren skarp sand, tagen ur grop.

Ålder.	Cem.	Cement o. Thames-sand.					Cement och grop-sand.				
		1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
		Kilo.	Kilo.	Kilo.	Kilo.	Kilo.	Kilo.	Kilo.	Kilo.	Kilo.	Kilo.
1 vecka	13,9	3,0	1,6	0,8	»	»	4,7	2,0	1,4	0,7	»
1 månad	21,2	9,7	3,8	1,8	1,0	0,6	10,2	5,2	2,8	2,2	1,5
3 »	27,4	11,5	7,9	4,2	3,4	2,8	17,2	14,1	9,5	4,8	3,8
6 »	30,8	17,1	13,3	7,3	4,9	3,0	19,9	15,5	9,5	8,6	6,8
9 »	31,1	19,0	13,5	»	»	»	22,5	18,6	12,0	»	»
12 »	33,6	21,9	14,3	10,0	6,9	3,8	24,9	19,0	13,3	9,9	6,7

Tab. XI.

Resultaten af 178 försök till bestämmande af motståndsförmåga mot tryck (motverkande hållfasthet) hos portland-cement och blandningar deraf med sand. Storleken af cement-teglen var $9'' \times 4'',25 \times 2'',75 = 105,18$ eng. k.-tum. Den för trycket utsatta ytan är $9'' \times 4'',25 = 38,25$ eng. □tum = 246,74 □ centimeter. Trycket beräknadt i kilogr. per □ c. m. — A. = det tryck, för hvilket profvet började visa tecken till bristning, B. = det tryck, för hvilket det slutligen brast.

	A.			B.	Ålder.
	Min.	Max.	Medium	Medium	
	Kilo. pr □ c. m.	Kilo. pr □ c. m.	Kilo. pr □ c. m.	Kilo. pr □ c. m.	
Enbart Portl.-cem.	107	230	172,9	266,8	} 3 månader.
1 P. C. — 1 sand	57	144	120,4	175,1	
1 » — 2 »	74	123	105,1	140,8	
1 » — 3 »	53	101	82,3	101,0	
1 » — 4 »	51	99	84,9	93,6	
1 » — 5 »	4	66	42,3	67,4	

	A.			B.	Ålder.
	Min.	Max.	Medium	Medium	
	Kilo. pr □ c.m.	Kilo. pr □ c.m.	Kilo. pr □ c.m.	Kilo. pr □ c.m.	
Enbart Portl.-cem.	131	337	240,3	378,7	} 6 månader.
1 P. C. — 1 sand	65	226	135,2	244,6	
1 » — 2 »	41	202	102,1	193,5	
1 » — 3 »	41	164	80,0	151,6	
1 » — 4 »	32	57	41,5	126,3	
1 » — 5 »	32	78	49,0	108,3	
Enbart Portl.-cem.	20	275	152,4	420,8	} 9 månader.
1 P. C. — 1 sand	182	312	265,2	320,7	
1 » — 2 »	144	267	210,4	256,5	
1 » — 3 »	66	168	136,7	200,5	
1 » — 4 »	49	135	104,5	155,2	
1 » — 5 »	20	107	79,9	118,0	

Tab. XII.

Resultaten af försök öfver motståndsförmåga mot tryck (motverkande hållfasthet) hos portland-, roman-, medina-, parian- och Keene's cement samt hos granit, portland-sten och murtegel. Försöken äro gjorda på prof af olika storlek, och resultaten äro beräknade i kilogr. per □ c. m. Krossningstrycket på □ c. m. är icke alldeles oberoende af den för trycket utsatta ytans storlek; i allmänhet tål en större yta ett större tryck på ytenheten än en mindre.

Mr. Grant har öfver den motverkande hållfastheten gjort ett mycket stort antal försök, af hvilka nedanstä-

ende är ett kort utdrag. Till jämförelse äro till sluts några uppgifter enligt andra författare meddelade.

Profvens antal.	Beskrifning å profven.	Tid i vatten.	Profvens hela ålder.	Absolut håll- fasthet pr □ c. m.	Motverkande hållfasthet pr □ c. m.	
					Min.	Med.
		Dagar.	Mån.	Kilo.	Kilo.	Kilo.
10	Portland-cement	7	12	25,9	248	380
10	D:o	7	12	23,3	266	305
10	D:o	7	20	28,9	350	470
10	D:o	7	22	22,5	238	320
10	D:o	7	35	22,2	244	370
10	D:o	7	12	20,0	360	416
10	D:o	7	15	22,9	367	397
10	D:o	7	21	27,2	385	477
10	D:o	7	22	22,6	311	399
10	D:o	7	25	22,7	287	390
10	D:o	7	26	17,7	329	373
5	Roman-cement	7	22	6,1	129	148
4	D:o	14	22	5,6	136	155
2	D:o	21	22	5,8	175	192
2	D:o	31	22	7,9	136	147
2	D:o	93	22	10,2	140	168
2	D:o	183	22	14,4	203	231
2	D:o	274	22	14,5	245	277
2	D:o	365	22	20,7	283	291
2	Medina-cement	7	22	6,7	175	176
3	D:o	365	22	14,4	283	346
2	Parian-cement	7	16	18,4	154	181
2	D:o	92	16	16,8	140	146
2	Keene's cement	7	17	17,2	210	233
2	D:o	92	16	15,6	192	276
4	1 P. C. och 6 Tha- mes-sand	—	9	—	—	57

Profvens antal.	Beskrifning å profven.	Tid i vatten.	Profvens hela ålder.	Absolut håll- fasthet pr □ c.m.	Mötkande hållfasthet pr □ c.m.	
					Min.	Med.
		Dagar.	Mån.	Kilo.	Kilo.	Kilo.
2	1 P. C. o. 8 Th.-sand	—	9	—	—	83
5	Granit	—	—	—	399	550
5	D:o	—	—	—	444	706
	D:o ¹⁾	—	—	47,4	—	—
10	Portland-sten	—	—	—	108	201
10	D:o	—	—	—	241	321
2	D:o	—	—	20,7	—	—
	D:o ¹⁾	—	—	45,2	—	—
1	Blå tegel	—	—	—	—	280
1	Rödt maskintegel	—	—	—	—	117
1	D:o	—	—	—	—	82
2	Pressade tegel	—	—	—	—	212
1	Eldfast d:o	—	—	—	—	295
2	Carrara-marmor ²⁾	—	—	—	—	266
2	Prieborner-marmor ²⁾	—	—	—	—	293
2	Böhmisk marmor ²⁾	—	—	—	—	813
	Nebraer-sandsten ³⁾	—	—	—	—	157
	Halle-sandsten ³⁾	—	—	—	—	305
	Sieberger-sandsten ³⁾	—	—	—	—	365

Tab. XIII.

Sammanställning af de kvantiteter portland-cement, som från olika fabriker blifvit levererade till Londons dränering under åren 1859—1865. Denna tabell anger medium af öfver 15,000 prof och utvisar det relativa värdet af de olika fabrikanternas varor och kan der-

¹⁾ Passley. ²⁾ Brix. ³⁾ Neumann.

igenom tjena till vägledning vid inköp af portland-cement från England.

Fabrikantens namn.	Antal prof.	Vigt pr hektoliter.	Medium afslitn.-tryck.	Föreskrifven hållfasthet.
		Kilo.	Kilo.	Kilo.
Robins	1423	149,02	20,92	12,5
Burham brick & cement Co. (Mr. Webster)...	7023	140,88	19,69	12,5 à
				15,6
Lee & Co.	962	149,79	19,12	12,5
I. B. White & Brothers	327	136,19	16,89	"
Hilton	510	142,48	15,97	"
Knight, Bevan & Co.	574	140,60	15,64	"
Smeed	423	139,59	14,13	"
Cubith & Co.....	6	139,77	12,78	"
Francis Brothers	31	131,86	10,25	"

Ett särdeles vackert prof på portland-cement är gjordt på cement från Burham brick & cement Co., ty ett på vanligt sätt efter 7 dagar gjordt prof brast först vid en belastning af 46,9 kilogr. pr \square c. m.

Ett godt portland-cement bör, såsom dessa undersökningar utvisa, bestå af ett jemnfint, skarpkantigt pulfver af en ljus, blågrå färg och väga omkring 140 kilogr. (minst 137 kilogr.) per struken hektoliter (eller minst 84,5 sv. t per kub.-fot = 110 eng. t per bushel); 90 procent af cement-pulfret bör gå genom en siktduk med 26 maskor på c. m. (40 på längd verktum). Vid anfuktning med vatten skall cement icke värma sig och endast sätta långsamt. Hastigt sättande cement håller, som ofvan är anfördt, i allmänhet för mycket lera samt har en mer eller mindre stark dragning i brunt och värmer sig vid begjutning med vatten samt uppnår aldrig

någon hög grad af styrka. Cement får under sättandet hvarken sammandraga sig eller svälla, och skall, när det hårdnar i luft, antaga en jemn ljusgrå färg samt icke visa några mörka bruna fläckar. Ett prof skall efter 7 dygn, af hvilka det under 6 blifvit förvaradt i vatten, bära en belastning af 12,5 kilogr. pr \square c. m. (259,2 t pr \square d. t., eller 400 eng. t pr 2,25 eng. \square tum).

Vigten af de i dessa arbeten använda 1,900,000 kub.-foten portland-cement har i medeltal varit 142,45 kilogr. per hektoliter. Den absoluta hållfastheten har i medeltal varit 19,7 kilogr. pr \square c. m., eller 52 % högre än den först föreskrifna standarten, 12,5 kilogr., och 21 % högre än den sedan bestämda, 15,6 kilogr.

Portland-cement, skyddadt för fukt, förlorar icke, såsom roman-cement, i styrka och godhet genom att förvaras i tunnor eller säckar; en fördel för cement, som exporteras. — Ju långsammare portland-cement sätter, desto större blifver dess slutliga styrka. — Enbart portland-cement är starkare än det, som är försatt med sand. — Portland-cement, försatt med sin lika volym sand, kan efter ett års förlopp antagas vara tre fjerdedelar så starkt som enbart cement. — Blandadt med 2, 3, 4 och 5 delar sand, är det respektive hälften, en tredjedel, en fjerdedel och en sjettedel så starkt som enbart cement. — Ju renare och skarpare sand, desto större styrka uppnår cementblandningen. — Ju mindre vatten, som tillsättes vid cementets användande, desto bättre. — Om portland-cement får hårdna under vatten, blir det starkare än i luft. — Salt vatten är likaså användbart till beredning af portland-cementbruk som färskt. — Roman-cement, ehuru blott $\frac{2}{3}$ så dyrt som portland-cement, är endast $\frac{1}{3}$ så starkt, och är därför i proportion till dess styrka dubbelt så dyrt som portland-cement. — Roman-cement kan svårligen blandas med sand. — Tegel eller sten, som muras med cementbruk, skall alltid väl genomfuktas med vatten.

Vid användande af portland-cement bör man aldrig underlåta att undersöka detsamma. Bäst är då att tillvägagå på ofvan beskrifna, af Mr. Grant använda sätt. Då detta likväl är förenadt med något besvär och kostnad, hvilka man vid ett större arbete likväl icke får sky, kan cementet äfven profvas genom att med minsta möjliga qvantitet vatten göra tvänne ung. 50 lin. vida och 4 lin. tjocka kakor. Den ena af dessa nedlägges, så snart den blifvit så hård, att den kan flyttas, uti vatten; den andra förvaras i luften. Efter 24 timmar undersöker man profven. Vattenprovet får då ej visa tecken till sprickor, och luftprovet skall vara af en ljusgrå färg samt ej visa några bruna fläckar. Har vattenprovet spruckit, är cementet för kalkrikt, och har luftprovet bruna fläckar, är det åter för lerhaltigt; i båda fallen är cementet dåligt och oanvändbart. I det senare fallet kan det dock möjligen användas i arbeten, som ej äro makt-påliggande.

Parian- eller Keatings cement och Keene's cement.

Dessa äro icke egentliga hydrauliska cement, men motstå likväl vatten till en viss grad. Parian består af bränd gips, som blifvit indränkt med en lösning af borax och surt, vinsyradt kali samt sedan torkad och ombränd och slutligen pulfveriserad. Keene's cement består likaledes af bränd gips, men som blifvit indränkt med alunlösning samt derefter bränd och pulfveriserad.

Dessa cement utröras vid begagnandet med vatten samt användas hufvudsakligen till s. k. konstgjord marmor, och antaga en hög polityr. De nyttjas hufvudsakligen till förfärdigandet af bordskifvor, spisomfattningar, pelare och ornament. Genom att färga massan med lämpliga färger och ibland kalkspats-kristaller, få de här af gjorda föremålen ett mycket vackert utseende. Parian har derjemte en vidsträckt användning till puts-

ning af innerväggarne uti de engelska sjukhusen. Läkarna anse nämligen parian-puts vara så tät, att den icke kan absorbera någon nämnvärd mängd smittämne, hvarför all vattrifning och affärgning, som i sjuksalar med vanlig kalkputs ofta måste företagas och som medför ej obetydlig kostnad och besvär, härigenom undvikas.

Scott's cement.

Detta är likasom föregående ej ett egentligt hydrauliskt cement. Det framställes genom att låta svafvelsyrlighet inverka på pulfveriserad bränd kalk. Detta cement användes hufvudsakligen till luftmurning. Vid de nya byggnaderna i South Kensington museum i London har det nästan uteslutande användts.

De hydrauliska cementens användning.

Roman- och medina-cement samt blandningar af kalk och puzzolana användas vanligen enbart eller med ringa sandtillsats, omkring 1 volym. Vid större tillsats nedsättes styrkan af dessa bruk i hög grad. Till portland-cement sättes deremot oftast 2—4 delar sand, beroende på den styrka och täthet, som erfordras hos murverket. Sanden måste alltid vara fri från dam och lera, hvilka ämnen betydligt nedsätta styrkan hos det färdiga bruket; och om en sådan sand icke kan erhållas, måste den sköljas, innan den användes.

Sanden bör alltid först blandas torr med cementet, tilldess hela massan fått en jemn färg, hvarefter den erforderliga vattenmängden tillsättes. Bruket arbetas mycket väl, helst med maskin, ty dess styrka beror på att den jemnt i massan fördelade sanden öfverallt omgifves af cement. Det färdiga cement-bruket bör ofördröjligen användas, och endast bruk af de tunga och långsamt sättande sorterna portland-cement kunna någon kortare

tid förvaras. Bruk, som redan satt, kan icke genom att ånyo utröras med mera vatten, göras användbart; och bruksbaljorna skola alltid rengöras före hvarje ny bruksberedning.

Vid murning med cement är eljest intet vidare att anmärka, än att stenarne väl genomfuktas, emedan de eljest insupa det för cementets hårdnande nödiga vattnet. För att denna genomfuktning må blifva fullkomlig, är det ej nog, att stenarne öfverspritsas med vatten, utan böra de ordentligt doppas. Man måste likväl tillse, och detta gäller egentligen, då murning efter någon tids förlopp åter skall fortsättas, att icke stenarne blifva så ymnigt begjutna med vatten, att detta samlar sig i de fördjupningar, som kunna förefinnas, ty det hindrar då bruket att komma i intim beröring med stenen, hvarigenom äfven adhesionen blifver ofullkomlig.

Portland-cement och blandningar deraf med sand blifva vid tillsats med vatten reducerade till sin volym, och enligt professor Manger lemna:

100 k.-f. P. C.	+	44 k.f. vatten	91 k.f. bruk,
100 " " + 100 sand	+	66 " "	183 " "
100 " " + 200 " "	+	88 " "	278 " "
100 " " + 300 " "	+	120 " "	380 " "
100 " " + 400 " "	+	165 " "	500 " "

Cement bör alltid användas enbart eller med ringa sandtillsats, då murbruket på kortaste tid skall hårdna eller utsättas för vattens inverkan.

Portland-cement har numera utom till vattenmurning, hvarest det trängt alla andra sorter hydrauliskt murbruk åt sidan, fått en vidsträckt användning till luftmurning. Till uppförande af dyrbara monumentala byggnader, der soliditet och styrka i förening med storartade och djerfva proportioner äro grundvilkoren, har det nästan uteslutande användning. Detta är förhållandet med broar, kyrk- och tornbyggnader, pelare och konterforter, hvalf

med stor spänning samt skorstenar och magasiner m. m. Genom införandet af portland-cement i den allmänna arkitekturen, har murarnas godsstyrka kunnat nedsättas; ty förr var alltid fogen den svagaste delen, då den nu i styrka ofta öfverträffar sjelfva byggnadsstenen. Vid användande af portland-cement till murning, kan arbetet bedrivas fortare; ty man behöfver aldrig vänta på brukets hårdnande, och derjemte undvikes den fuktning, som alltid åtföljer nya med kalkbruk byggda hus, emedan cementet kemiskt binder en stor del af det vatten, som varit användt vid dess beredning, och det öfriga lätt af-dunstar, då deremot kalkens hydrat-vatten först småningom blifver fritt, i samma mån som kalken upptager kolsyra ur luften.

Till puts på byggnader har portland-cement börjat användas mycket i England. I West-End af London äro de flesta af de nya husen på så sätt putsade, och ornamenter, konsoler och altanpelare m. m. äro likaledes gjutna af cement. För att gifva det yttre en med engelsmännens smak mera öfverensstämmande färg, öfverdrages putsen, innan den hunnit hårdna, med ett tunnt lager af en fin och jemn sand, som gifver det hela en mörkare färg.

Af portland-cement med en större eller mindre tillsats af sand gjutes dessutom trappsteg, golf, badkar, reservoier till förvaring af vin och olja, kylskepp för bryggerier, reservoier för kemiska fabriker och färgerier, afloppsrör för vatten, rökhuvar, fontäner, statyer, grafvårdar, etc. etc.

Dessa föremål, gjorda af portland-cement, tillvinna sig dagligen ett ökad förtroende, emedan de besitta de båda värderade egenskaperna, styrka och billighet i förning. Uti école polytechnique i Paris finnes en trappa, gjord af portland-cement och sand. Skolans lärjungar passera flera gånger om dagen denna trappa, och man märker knappt, att den är nött, då deremot en an-

nan lika gammal sandstenstrappa är betydligt fördjupad i midten.

Portland-cement-rör hafva visat sig mycket ändamålsenliga och hafva de äfven blifvit använda mot ganska stort tryck. De gjutas antingen i formar, eller och göras de med tillhjälp af centrifugalkraften, då den erforderliga mängden cement inlägges i en hastigt roterande cylinder med en mot rörets yttre dimensioner svarande diameter.

Till fontäner, statyer, götiska kyrkfönster och andra likartade konstprodukter lämpar sig portland-cement mycket väl, och många sådana arbeten hafva äfven blifvit utförda, hvilka pryda offentliga platser, men än mer privata parker och trädgårdar uti England. De för många säkerligen väl bekanta kolossala afbildningarne af de antediluvianska djuren uti Kristallpalatsets vid Sydenham trädgård äro sålunda gjutna af portland-cement. Samme fabrikant, som tillverkat dessa, har äfven gjort några statyer för svensk räkning.

Till föremål, som blifva utsatta för väderlekens inverkan, bör endast bästa sort cement användas; men då denna sätter långsamt och derigenom något försvårar arbetet, blifver den tyvärr icke, såsom sig borde, använd. Det lätta och hastigt sättande cementet blifver löst och poröst samt uppsuger något vatten, hvarigenom det lätt fryser sönder. I synnerhet äro vattenbasiner i högsta grad utsatta för denna vittrande inverkan. Om portland-cement användes till puts o. d. i tunna lager samt sandblandadt, kan det icke hindra vatten och fuktig luft att tränga igenom till det underliggande murverket, hvilket vid inträffande kyla då lätt kan skadas. Ett par sådana fall hafva äfven härstädes förekommit, i det cementputs på tegelväggar, som genom yttre omständigheter hållits fuktiga, sprängts loss. Portland-cementet har fått uppbära skulden härtill samt förklarats mindre passande för vårt

klimat. Goda sorter portland-cement motstå likväl klimatets inverkan fullt ut så väl som sand- och kalksten. För att ytterligare höja cementets motståndsförmåga, kan man med vattenglas öfverstryka de deraf gjorda föremålens yta några gånger. Innersidan af vattenbasiner, takrännor o. dyl. kan man stryka med asfaltfernissa eller, för att bibehålla cementets färg, med olja. Genom dessa behandlingssätt tilltäppas cementets porer och det kan icke vidare absorbera någon skadlig mängd vatten.

Till utvändig beklädnad af jernfartyg har man äfven sökt använda portland-cement. Det är kapten Coles, som framkastat detta förslag, och han har äfven försökt det på »Royal Sovereign» samt på ett annat jernfartyg. Resultaten hafva varit ganska tillfredsställande i afseende på den skyddande förmågan, men metoden är svår att använda, ty fartygsbottnen måste först genom utspringande taggar eller dylikt erhålla en yta, som kan tjena cementet till fäste, hvilket blir ganska dyrbart. Quadratifoten har kostat omkring 90 öre.

En användning af portland-cement, som för våra förhållanden borde uppmärksammas, är vid konstruktionen af brandbottnar, ty den skada, som vid eldsvådor i stenhus förorsakas af elden, är ofta mindre än den, vattnet åstadkommer.

För att utfylla sprickor i murverk har man i Frankrike med mycken framgång betjenat sig af portland-cement. Detta sker vanligen med tillhjälp af en af trä eller tackjern förfärdigad spruta med en inre diameter af omkring 20 à 30 lin. och som nedtill slutar med ett koniskt munstycke med en öppning af 5 lin. Denna spruta fylles med löst cementbruk, hvilket, sedan munstycket blifvit inpassadt i den upptill något vidgade sprickan, inpressas antingen genom slag på kolfstången, eller än bättre genom anbringandet af ett starkt tryck på densamma.

Konkret.

Med konkret eller beton förstås en blandning af vare sig luft- eller vatten-murbruk, försatt med sand och gröfre grus samt stundom äfven med sten. Sådana blandningar hafva varit använda från byggnadskonstens tidigaste perioder; men de hafva under senare tider, då anspråken på finare dimensioner och större varaktighet blifvit gällande, endast haft ett inskränkt bruk, såsom till gjuthus, till utfyllandet af tomrum uti murverk samt hufvudsakligen till hamnbyggnader o. dyl., der svårigheter för vanlig murning förefunnits. Men sedan under de sista 50 åren de naturliga hydrauliska kalksorterna och ännu mer de nyuppfunna roman- och portland-cementens egenskaper blifvit kända och studerade, har konkretets användning blifvit allmän och inom vissa delar af arkitekturen förorsakat en total omstörtning.

Vid beredning af konkret tillvägagår man vanligen på så sätt, att cementet blandas med sand, och den sålunda väl blandade torra massan försättes sedan med den bestämda mängden grus, bränd lera eller slagen sten, hvilket allt ytterligare omblandas, hvarefter slutligen den erforderliga vattenquantiteten tillsättes, bäst med en vattkanna, försedd med stril. Man kan äfven först bereda med vatten försatt cement-bruk och sedan tillsätta det på förhand anfuktade gruset. Likväl måste man städse tillse, att icke vattenmängden blir för stor, ty konkretets styrka nedsättes derigenom betydligt.

Vanligtvis blandas konkret för hand med tillhjälp af spadar och krattor, på ett dertill lämpligt plan eller golf, men vid större arbeten beredes konkretet bäst med tillhjälp af maskiner. Sådana finnas af mångfaldiga konstruktioner, af hvilka vi här blott anföra följande:

Konkret-blandare, använd vid dränerings-arbetena af Boulevard Sebastopol i Paris, fig. 6. Den består af en trätt *A* af järnplåt, som nedtill slutes af en skifva *B*, från hvilken konen *C* uppstiger. Denna kon

sättes i rotation och förrättar den första blandningen af de torra i *A* inlagda materialerna, hvarefter dessa genom en på sidan af tratten befintlig öppning *F* nedsläppas uti tratten *I* och derifrån i cylindern *G*. Uti denna befinner sig skrufven *H*, hvilken omblandar konkretet, och derunder flyttar det framåt mot öppningen *L*, hvarest det nedfaller i under stående bruksbaljor eller skottkärror. Vatten tillsläppes genom röret *K*.

Ett annat slag mycket enkel konkret-blandare, som användes i England, består af en 13 fot lång och 4 fot vid, i båda ändar öppen plåtcylinder, lutande 6—8°, och som hvilat på en genom dess midt gående axel. Denna cylinder sättes i en rotation af omkring 20 hvarf i minuten, och materialerna inläggas i öfra ändan, under det erforderligt vatten tillsläppes genom ett med en stril slutande rör. Det blandade konkretet utkommer i cylinderns nedra ända. Denna maskin blandar omkring 3,500 kub.-fot konkret om dagen. En maskin, liknande denna, är afbildad i fig. 7. Den består af en i båda ändar öppen kon *K*, hvilande på banorna *a* och inuti försedd med 4 falsar *d*. Genom konens midt går axeln *b*, försedd med utgående armar *c*. Genom en kugghjulsutvexling bringas nu konen *K* och axeln *b* i rotation åt motsatta håll. Materialerna inläppas genom en tratt i konens öfra ända, under det vatten tillsläppes genom ett med kran försedt rör.

Förhållandet mellan barlast (sand och grus) och cement beror helt och hållet på konkretets användning. Vid det nya parlamentshuset i London användes 1 del portland-cement och 4 delar sand; vid det storartade arbetet med Thames embankment användes 1 del cement mot 6—8 delar barlast, och vid fästningsarbetena i Köbenhavn nyttjades ett konkret, bestående af 1 del portland-cement, 4 delar sand och 16 delar sten.

Konkret af puzzolana och hydraulisk kalk hafva på de platser, der dessa i ymnighet förekomma och kunna

fås till lågt pris, en stor användning. Vid de franska Medelhafs-hamnarne och Zueez-kanalen hafva de nästan uteslutande varit använda. Förhållandet mellan de ingående beståndsdelarne i sådana konkret varierar mycket efter deras användning och tillgången af råmaterial, såsom synes af följande exempel:

Konkret, begagnadt vid de franska hamnarbetena:

- 30 delar starkt hydraulisk kalk,
- 30 » Andenach-trass eller 45 puzzolana,
- 25 » sand och
- 60 » slagen sten eller grus.

Ett konkret, användt i Berlin, var sammansatt af

- 4 delar Rüdorsdorfer-kalk,
- 3 » Bröhl-trass,
- 3 » flodsand,
- 2 » grus,
- 4 » slagen sten och
- 6 » tegelgrus.

De hydrauliska kalksorterna begagnas med mycken fördel, der de allmänt förekomma, till grundläggningsarbeten o. dyl., der väl deras hydrauliska egenskaper tagas i anspråk, men der likväl fordringarne på hållfasthet icke äro synnerligen stora.

Roman-cement-konkret har en vidsträckt användning till arbeten i rinnande vatten, der portland-cement till följe af den långsamhet, hvarmed det sätter, sköljes bort och sönderdelas, innan det hinner hårdna. Likaså användes det äfven till grundläggningar och likartade arbeten, ehuru mindre allmänt än förut.

Béton agglomérés, système Coignet.

Om vanligt kalkbruk försattes med portland-cement, blifver det derigenom betydligt förbättradt och får hydrauliska egenskaper. Cementet spelar då ungefär samma rol

som puzzolana. Är kalken hydraulisk, blifva resultaterna synnerligen utmärkta. I Frankrike hafva sådana blandningar af cement, hydraulisk kalk och sand i olika proportioner fått ett mycket vidsträckt bruk.

Vid beredning af béton agglomérés förfar man på så sätt, att kalken släckes med vatten samt sedan siktas genom en sikt med 30 maskor på tummen. Den sålunda fint fördelade kalken blandas mycket omsorgsfullt på en bruksqvarn med portland-cement och sand. Ganska litet vatten behöfver tillsättas, och detta gör, att konkretet hastigt hårdnar.

Af béton agglomérés voro redan 1864 öfver 3 svenska mil sewers byggda i Paris. Proportionerna i det vid dessa arbeten använda konkretet var ung. 1 del portland-cement, 5 delar släckt hydraulisk kalk och 25 delar ren sand. Kostnaden för dessa arbeten blef omkring 20 procent lägre, än om murverk hade användts. Förutom till sewers har béton agglomérés begagnats vid flerfaldiga byggnader. Pont d'Alma i Paris är uppförd hufvudsakligen af beton. Först gjordes, för att så säga, det yttre skalet till bron af huggen sandsten, hvarefter detta utfylldes med beton.

Uti England har Coignets system äfven blifvit försökt. För att få en jemnförelse mellan béton agglomérés och portland-cement-konkret utfördes under Mr. Coignet's ledning och af franska arbetare några hvalf m. m. vid kajarbetet på södra sidan Thamesfloden. Härvid bekräftades denna metods förträfflighet, men priset blef ungefär dubbelt så högt som på portland-cement-konkret af motsvarande hållfasthet.

En liten tillsats af portland-cement till vanligt kalkbruk förbättrar detta betydligt, så att det redan efter några dagar har samma hårdhet som bruk i gamla murar. Vid jernvägsbyggnaderna i Königsberg och Danzig har bruk af detta slag blifvit nyttjadt såväl till luftsom vatten-murning. När byggnadsplatsen kunde hållas

torr, användes 1 del portland-cement, 4 delar kalk och 12—13 delar sand; men der mera hydrauliska egenskaper fordrades togs 1 del cement mot 1 del kalk och 7—8 delar sand. Bruk af denna sammansättning användes bland annat till murning af en aflöppskanal och blef efter 24 timmars tid utsatt för vatten samt har sedan fullkomligt hårdnat.

Portland-cement-konkret.

Det företräde, som portland-cement eger framför andra cementsorter genom sin större hållfasthet och förmåga att utblandas med sand, gör det framför allt lämpligt till konkret-beredning, och det har äfven i denna form fått en storartad användning. Till konkret lämpa sig isynnerhet de tyngre cementsorterna, hvilka sätta långsamt, men som genom den styrka, de slutligen uppnå, tåla en större sandtillsats, än de lättare sorterna. Likväl är att märka, att cementets kvalitet måste afpassas efter den tid, som massan kan få hårdna, innan den utsättes för vattens inverkan eller yttre tryck.

Konkrets allmännaste användning är till grundläggning, och ett bättre material kan för detta ändamål knappast finnas, ty priset på detsamma, äfvensom arbetskostnaden äro billiga; och derigenom att grunden består af en enda fast massa, kunna inga ojemna sättningar uppstå. Till grundläggningar i vatten är det oöfverträffligt, ty man gör sig derigenom i allmänhet oberoende af bottens beskaffenhet. Detsamma är förhållandet vid grundläggning för ångmaskiner och långa axelledningar, äfvensom för skorstenar och tornbyggnader, der en obetydlig sättning kan åstadkomma stor skada. Portland-cement-konkret har äfven i ofantliga massor blifvit användt vid de nya storartade dockbyggnaderna i Chatham, vid Thames' embankment och vid många af de engelska jernvägarnes stora viadukter och brobygg-

nader, samt vid flera nya hamnar, såväl i England som i dess kolonier; likaledes har det användts vid de i Europa under senare år utförda fortifikations-arbeten, samt har under denna storartade och mångfaldiga användning städse uppfyllt alla fordringar, hvadan förtroendet för detsamma alltjemt ökats.

Vid grundläggning för byggnader genomgräfvades den öfversta matjorden, tills ett något fastare lager anträffas, hvarefter den uppgräfdade grafven, hvars bredd motsvarar den blifvande grundens, utfylles med konkret. Då konkret lemnar en fast grund, nedgår man sällan till något större djup. Vid grundläggningen till 1871 års permanenta expositions-palats i London har man till exempel blott nedgått 2 à 4 fot djupt under jordytan, beroende på markens dosering, och vid en fabriksbyggnad, som jag var i tillfälle att se, hade man nöjt sig med 1 fots djup af grunden.

Till grundläggning användes i England allmänt blå liäs-kalk-konkret, bestående af 1 kalk och 6 barlast. Konkretet störtas vanligen från en höjd af 6—10 fot. Man har trott, att det härigenom skulle blifva sammanpackadt och tätare, men detta är ej förhållandet, utan skiljes genom denna behandling cementet delvis från barlasten. Man bör därför endast stjelpa konkretet från en ringa höjd; och om man vill hafva ett utmärkt arbete, kan man i detta som i alla de fall, der någorlunda långsamt sättande konkret användes, med jungfrur sammanpacka massan.

Vid de stora nya jernbroarne öfver Thamesfloden med flera liknande arbeten har man begagnat sig af ett egenomligt grundläggningssätt, bestående deruti, att ofantliga jerncylindrar af 20 fots diameter och äfven derutöfver, nedsänkts genom de öfre, lösare jordlagren, ända tills de träffat ett lager af nog mäktighet och styrka, för att kunna uppbära tyngden af hela byggnaden, hvarefter dessa cylindrar utfyllts upp till vattenytan med konkret.

På så sätt hafva bildats ett antal konkret-pelare, hvarpå byggnaden sedan uppförts.

Till hamnarbeten har konkret redan varit användt af romarne, men det är först vid de storartade hamnarna på Frankrikes kuster, som dess lämplighet för detta slags arbeten blifvit fullt konstaterad. Konkret såväl af portland-cement som af de billigare hydrauliska kalksorterna hafva vid dessa arbeten egentligen användts till de s. k. pierre perdue, på hvilka dessa företags varaktighet kan sägas helt och hållet bero. Utefter de i hafvet långt framskjutande hamnarmarne utläggas en mängd stora stenblock, hvilka genom sin massa äro beräknade att upptaga stöten af vågorna, som annars skulle söndersmula och bortföra de smärre stenar och den sand, som utgör den egentliga grunden för hela byggnaden, och hvarigenom dennas bestånd slutligen skulle tillintetgöras. Storleken af dessa pierre perdue måste vara högst betydlig, om de icke af sjögången skola rubbas ur sitt läge. Man har exempel på, att stenar af flera kub.-fots volym af vågorna kastats öfver krönet på vågbrytarne; och i Cette's hamm har man observerat ett konkret-block af öfver 10 kub.-famnars storlek, som af en våg förflyttades 3 fot från sin plats. Då sådana stenmassor svårligen kunna erhållas i ett stycke, kan man lätt inse konkretets stora betydelse för dessa företag.

Konkret-blocken, vanligen af 10 kub.-meters storlek, gjutas i träformar, och konkretet försättes i det inre med stora stenar, för att så mycket som möjligt nedsätta kostnaden. Efter en tid af 6—8 veckor söndertagas formarne, och blocken flyttas sedan varligt till det ställe, der de skola sänkas, med för ändamålet konstruerade pråmar. Proportionerna mellan cement och barlast variera i dessa konkretblock ganska betydligt. I Marseille begagnades en stark hydraulisk kalk från Rhône-dalen, i proportion: 3 delar kalk, 5 delar sand och 12 delar sten. I Genua 1 del fet kalk, 2 delar puzzolana och 3

delar sten. Vid Biarritz en del portland-cement, 2 delar sand och 3 delar sten.

Kostnaden för dessa block varierar betydligt, allt efter arbetspriserna och den använda cementsorten m. m. Vid Marseille kostade kub.-föten (material, arbete m. m.) 35 öre, vid Port Vendres 32 öre och vid Cherbourg, Reid och Dublin omkring 1 rdr samt vid Biarritz 75 öre. Vid de sista har portland-cement varit användt. Priset på dessa är högt, jemnfördt med det vid Marseille och Port Vendres; men portland-cement har sedan dess fallit till $\frac{2}{3}$ i pris, och den mängd sten, som kan inblandas vid bruk af portland-cement, är befunnen vara vida större, än hvad vid dessa arbeten användes. Portland-cement, rätt användt, torde icke blifva dyrare än någon annan cementsort.

Sedan den utfyllda grunden och de stora blocken blifvit väl sammanpackade af sjögången, så att icke någon vidare sättning eller utskärning kan befaras, har man med mycken fördel utfyllt mellanrummen mellan stenarne med konkret, och på så sätt fått hela botten att bestå af ett sammanhängande stycke.

Vid alla slag konkretfyllningar i vatten måste konkretet bringas till sin plats skyddadt för vattnets sönderdelande inverkan. Man betjenar sig dertill bäst af ett slags skopor, som nedtill slutas med en lucka, hvilken öppnas, när skopan når botten. Ofta nog har man brukat störta konkretet, antingen den torra blandningen af cement och grus, eller och den redan anfuktade, genom vattnet på det ställe fyllningen skall göras. Detta är ett vanskligt tilltag, ty cementet blifver dels bortsköljdt och dels sönderdeladt. Mr. Kinipple belyser i den långvariga och intressanta diskussionen med anledning af Mr. Grant's föredrag denna punkt genom anförandet af ett par exempel. Han hade i liten skala gjort försök och funnit, att konkret, bestående af 1 del cement och 3 delar sand, blef opålitligt blott genom att sänkas genom

8 lin. vatten, i det cementet delvis sönderdelades. På större djup blef förhållandet ännu ofördelaktigare. För att förekomma denna sönderdelning, hade han vid flera tillfällen låtit det anfuktade konkretet sätta under några timmar i luften, hvarefter det utan fara för sönderdelning kunde störtas genom vatten. Han förevisade flera små prof, som ådagalade detta förhållande.

Vid Londons dränering har portland-cement-konkrets användbarhet i många afseenden blifvit pröfvad, dels till grundläggningsarbeten och dels i stället för tegelmurning. Förr utfördes sewers i London uteslutande af tegel till en tjocklek af 90 lin., och murades med roman-cement. Nu användes endast portland-cement till murning, och konkret användes dessutom såsom substitut för tegel. De sewers-konstruktioner, som nu användas, äro följande:

Sewers med två skift tegel af tillsammans 90 liners tjocklek, hvilande på konkret-grund, figg. 9 och 10.

Sewers, bestående af ett skift tegel 45 lin. tjockt, hvilande på konkret-grund och omgifvet af konkret, för att få erforderlig styrka, fig. 11. Denna konstruktion är den mest använda; den erfordrar kortaste tiden för att utföras, och priset blifver genom användandet af konkret mycket nedsatt.

Sewers, uteslutande bestående af portland-cement-konkret, fig. 12. Af detta slag har på försök utförts 2,460 fot i Camberwell road. Denna sewer gjordes på så sätt, att grunden först utfylldes till en höjd, motsvarande sewerns botten, hvarefter på denna anbringades en på jernramar fästad brädstomme af den form, som sewern invändig skulle hafva, från botten upp till hvalfvet, hvarefter konkret, bestående af 1 del portland-cement och 7 delar barlast, påfylldes i jemnhöjd med ramarnes öfverkanter. När konkretet hårdnat, borttogs ramen och framflyttades ett stycke, motsvarande sin längd, hvarefter den ånyo omgöts. När konkretet nog hårdnat, uppfördes hvalfvet på likartadt sätt också af konkret. Slutligen afputsades nedra delen

af sewern (the invert) med portland-cement-bruk af 1 del cement och 1 del sand till 5 liniers tjocklek.

Kostnaden för denna sewers belöpte sig till 23,883 rdr (9,70 rdr per löpande fot), i stället för 50,364, som den skulle hafva kostat uppförd af tegel på konkret grund. Kostnaden uppgår således ej till hälften. Tillsammans med Mr. Grant hade jag det nöjet att göra en vandning genom bland andra äfven denna sewer. Den företedde alldeles samma utseende, som när den var ny, och man skulle vid det röda skenet af de talgljus, hvarmed den var eklärerad, trott den vara utförd af hvit marmor. Arbetet var utfördt med största omsorg och putsen lemnade icke minsta ojemnhet för smuts att fastna i, och ytan var öfverallt fin och hård, liksom polerad. Vid grundläggning för sewers lägges alltid uti grunden ett stengodsrör, för att under arbetet bortleda tillrinnande vatten, som eljest skulle skada cementet.

I Deptford lower road öfverbyggdes en öppen tegel-sewer med konkret, fig. 13. Arbetet utfördes på samma sätt som föregående; på botten af den gamla tegel-seweren lades ett 20 liniers lager af konkret, och hvalfvet gjordes 90 lin. tjockt. Kostnaden blef i detta fall blott en fjerdedel, mot hvad den blifvit, om tegel hade användts.

Oaktadt dessa lysande resultat utföras ej de nya sewers af endast konkret, och enda orsaken härtill uppgafs af Mr. Grant vara den, att då endast portland-cement af bästa kvalitet borde användas, skulle en lång tid åtgå, innan konkretet uppnådde en sådan styrka, att det kunde bära trycket af det ofvanliggande jordlagret, hvarför gatorna en längre tid skulle förblifva spärrade.

Vid det storartade arbetet med Thames' embankment har ofantliga massor portland-cement-konkret, bestående af 1 del cement mot 6—8 delar barlast, blifvit använda. Utom till murning och grundläggning har det användts till backning bakom den åt floden vettande granit-muren. Denna backning är upptill 3 fot tjock och

i botten 10 fot. Konkretet störtades från en höjd af 10 fot och lades i lager af 2 fots tjocklek, som under 2 å 3 dagar fingo hårdna, hvarefter ett nytt lager anbringades. Kostnaden för detta konkret-arbete var 37 öre per kub.-fot. Hade tegelmurning i stället blifvit använd, hade den kostat 92 öre per kub.-fot.

Af de mångfaldiga sätt, hvarpå konkretet hittills kommit till användande, är dess bruk till gjuthus förtjent af synnerlig uppmärksamhet, emedan det torde komma att framkalla en stor förändring inom den allmänna byggnadskonsten. Det är engelske arkitekten Mr. Tall, som föreslagit och praktiskt visat portland-cement-konkrets lämplighet till husbyggnad. Hans afsigt var att börja med, endast att med tillhjälp af konkret uppföra små billiga arbetarebostäder. Han uppförde först några sådana i England, hvarefter kejsar Napoleon lät efter hans system uppföra en mängd sådana hus i Paris. Vid 1867 års Pariser-exposition var man i tillfälle att i expositionsparken se en sådan liten arbetarebostad, hvars låga pris och solida utförande förskaffade den allmänt erkännande såväl af allmänheten som af prisdomarne, hvilka tilldömde den ett första pris.

Sättet för dessa byggnaders utförande är mycket enkelt, och består blott uti ifyllning af konkret mellan uppsatta ramor; men det är den sinnrika och väl genomtänkta anordningen af dessa ramor, som gör denna metod praktiskt användbar. Den enkla anordningen kan ses af fig. 8, som föreställer en under arbete varande mur. På murens öfre del finnas fastskrufvade jernständerne *a, a'* med de genom den färdiga muren gående skrufvarne *b, b'*. Vid dessa ständare äro med vingskrufvar fästade de med zinkplåt klädda 18 tum höga ramarne *R*. Dessa ramor äro så fästade, att de med sin nederkant något öfverskjuta den färdiga delen af muren. Mellanrummet mellan den yttre och inre ramen ifylles med konkret, sammansatt af 1 del portland-cement och 7 delar barlast.

För att ytterligare spara konkret inbäddas större stenar, gammalt tegel etc. i midten af murarne, och nedsättes härigenom förhållandet mellan cement och barlast till 1 mot 12. Sedan mellanrummet är uppfyllt i jernhöjd med ramarnes öfverkant, lemnas arbetet att under 12—24 timmar hårdna, hvarefter ramarne löstagas och uppflyttas nya 18 tum, hvarpå de ånyo utfyllas o. s. v. Jernständerne äro upptill sammanhållna af tvänne skrufvar *c*, *c'*, och är afståndet dem emellan noga öfverensstämmande med afståndet mellan skrufvarne *b* och *b'*. När nu ramarne blifva fästade i öfverkant på ständerne, ingjutas dessa något koniska skrubbultar i konkret-massan, och när denna sedan satt, samt ramarne blifvit borttagna, lösskrufvas ständerne *a*, *a'* och uppflyttas, hvarvid skrufvarne *b*, *b'* inpassas genom de hål, som äro bildade af skrufvarne *c* och *c'*. På så sätt kan muren fortsättas så högt man behagar, och fortskrider arbetet med 18 tum om dagen, såvida man ej föredrager att använda ett långsammare sättande cement, då en något längre tid förflyter, innan cement-massan hårdnar. Anbringandet af fönster och dörrar möter inga svårigheter; karmarne sätas på sin plats och omgjutas sedan med konkret. Något slags hvalf behöfver aldrig bildas öfver karmarne, ty konkretet bär sig sjelf.

Sedan jernständerne en gång äro uppriktade, behöfver man icke vidare vid deras omflyttning hafva något besvär härmed, ty de fortsätta städse i samma riktning, de en gång fått.

För bildandet af skorstenspipor begagnar man ett plåtrör af erforderlig vidd och 2 fot långt. Detta rör omgjutes med konkret, hvarefter det, sedan detta hårdnat, uppdrages 18 tum, samt åter omgjutes med konkret, och så undan för undan.

Priset på konkret-arbeten af detta slag är mycket billigt. Konkret med 1 del cement mot 7 delar barlast beräknas i London kosta 20—25 öre kub.-foten, och ge-

nom tillsats af mera sten i konkretet vid dess användning kan priset ytterligare nedsättas.

Efter detta system äro många byggnader i England och Frankrike utförda; de flesta äro helt små, afsedda för arbetare, men i London var jag i tillfälle att se ett i stor skala gjordt försök, bestående af ett vid Guildford street i Southwark för ett år sedan uppfördt 5-våningars magasin med en fasad af 120 fots längd och 60 fots höjd, hvarvid konkret uteslutande användts, icke blott till grund och murar, utan äfven till sjelfva taket, som består af gamla rails, mellan hvilka konkret blifvit ingjutet. Kostnaden för denna byggnad blef ungefär hälften mot hvad den skulle hafva blifvit, om den hade uppförts af tegel, och den anses i allo lyckad, samt är ett obestridligt bevis på konkrets lämplighet och styrka till sådana arbeten.

Dimensionerna på konkretväggar tagas i allmänhet lika med hvad som brukas vid tegelmurning.

Ett annat arbete af konkret är en bro, byggd af The underground railway Co. öfver en af deras banor. Denna bro har ett spann af 75 fot och en bredd af 40 fot med en hvalfhöjd af 7,5 fot. Tjockleken af konkretet är vid hjessan 4 fot samt tilltager mot vederlagen. Denna bro uppfördes för ungefär 1½ år sedan och betraktas som ett ytterligare bevis på portland-cement-konkrets stora användbarhet.

Konkret har äfven blifvit användt till byggnadsföretag på så sätt, att deraf först gjutits stenar, som, sedan de hårdnat, blifvit använda till murning. Detta sätt är likväl så dyrt, att det blott i vissa fall har någon användning, såsom vid brobyggnader, slussar o. dyl.

Bland arbeten, der sådan gjuten sten med utmärkt fördel skulle låta använda sig, vore vid de här i Stockholm under byggnad varande sewers, i stället för den dyra huggna graniten; såvida det icke skulle vara ännu fördelaktigare att begagna det ofvan beskrifna sättet

af tegelmurning med konkretfyllnad och använda vauligt skänskt tegel, som är af en god beskaffenhet.

Konkret lämpar sig äfven synnerligen till brandbottnar, ty det förenar styrka och vattentätthet.

Till utfyllning af skarpen, äfvensom andra för rengöring oåtkomliga delar af jernfartyg, användes numera allmänt konkret.

En ganska vigtig användning af de hydrauliska murbruken, äfvensom konkret, är till gatläggning och trottoarer. I London, liksom i andra engelska städer, der någon stenläggning förefinnes, muras gatorna. Den tuktrade stenen ställes upp den ena raden bredvid den andra på den först planerade marken, med ett mellanrum af ung. 5 linier. Med en docka nedslås stenarne sedan helt löst, så att de bilda en jemn yta i gatans plan, hvarefter i fogarne nedslås ett löst bruk af blå liaskalk och sand. - Endast genom detta läggningssätt är det möjligt att få gatorna så fasta, att de kunna motstå den tunga trafik, som passerar fram öfver dem; ty ett lass af 150 centners tyngd, draget af 4 elefanthästar, skulle i hvarje annan gatläggning lemna ett par djupa fåror, der det ginge fram. De större fogarne lemna derjemte ett godt fäste för hästfötterna, hvarigenom icke olyckor så lätt uppstå som på våra tätlagda gator.

I stället för hydraulisk kalk har Mr. Mitchell föreslagit att använda portland-cement till läggning med tuktrad sten, äfvensom till makadamisering. I det förra fallet lägger han först ett 3 tum tjockt lager af portland-cement-konkret, hvarpå den tuktrade stenen uppställes, hvarefter mellanrummen utfyllas med portland-cement-bruk. Vid makadamisering uppblandas gruset med cementbruk, hvarefter det utbredes till lagom tjocklek och sammanpackas med dockor. Vid makadamisering enligt Michtell's metod ligger en stor fördel deri, att gatan vid regnväder ej blifver uppblött och smutsig, såsom eljest är fallet, hvarigenom många obehagligheter

för trafiken undvikes, på samma gång som gatan mindre nötes.

Kostnaden för de gatläggningsförsök, som efter dessa två sista metoder blifvit gjorda i England, har varit: för stensättning på konkret grund med portland-cementfyllning 1,70 rdr och för makadamisering 75 öre □ foten.

Det skulle tvifvelsutän vara en stor besparing att använda dessa sätt för gatläggningen här i Stockholm; ty om man betraktar de med så mycken omsorg nyomlagda gatorna härstädes, kan man ej annat än förvånas öfver, att de redan hunnit blifva så gropiga; och kostnaden torde ej heller blifva så öfverdrifvet hög, som i nyssanförda fall; ty såväl arbetspriserna, som tuktad och slagen sten äro härstädes vida billigare än i England.

För trottoarer är portland-cement-konkret ett förträffligt läggningsmedel. I Frankrike gjutes ofta hela gångbanan af konkret; i England deremot göres först stenar af konkret, hvilka sedan på vanligt sätt anbringas.

Priset å portland-cement har under de senare åren fallit betydligt, på samma gång som det i allmänhet blifvit af en bättre beskaffenhet. De fabriker, som tillverka cement af sekunda sort, sälja detta något billigare än de goda sorterna; och ehuru detta cement för många ändamål är fullt tillräckligt, faller det sig likväl i allmänhet billigare att använda de dyrare och bättre slagen genom möjligheten att tillsätta mera barlast, på samma gång som arbetet äfven blifver varaktigare. De underordnade sorterna cement skeppas i stor myckenhet till Ryssland och Sverige, hvarest fordringarne på portland-cement ännu äro mycket moderata. Köpmännen på dessa platser finna naturligtvis äfven sin fördel vara att införskrifva den billigaste varan, så länge konsumenterna icke höja sina anspråk, samt finna sig i att betala lika mycket för allt cement, oberoende af dess kvalitet.

Till jemförelse med hos oss gällande priser, äfvensom till belysning af den lilla prisskilnad, som förefin-

nes mellan cement af olika godhet, torde därför efterföljande prisuppgifter å cement i stora partier, gällande före kriget, icke vara utan sitt intresse.

Det cement, som fabriceras hos Knight och Bevan äfvensom vid Boulogner-fabriken är af utmärkt beskaffenhet. Den brända cementmassan sorteras vid dessa fabriker för hand, hvarvid alla otillräckligt brända stycken frånskiljas.

Johnson har hittills lemnat medelmåttigt, och Francis brothers ganska underordnad cement. Det brända cementet har vid dessa fabriker icke alltid blifvit sorteradt.

Knight, Bevan & Sturge, 155 Fenchurch street. London. Portland-cement per tunna om 448 sv. *£* (420 eng. *£*) brutto, extra kontant 7,65 rdr (8 s. 6 d.).

C. Johnson 9 St. Marry at Hill. London. Fabrik såväl vid London som i Newcastle. Portland-cement per tunna om 448—465 sv. *£* (420—430 eng. *£*) 7,65 rdr (8 s. 6 d.). Portland-cement samma vigt, Newcastle 6,84—7,20 rdr (7 s. 6 d.—8 s.). — Vid extra kontant 6 % rabatt.

Francis brothers. Vauxhall cross. London.

Portland-cement per tunna om 448 sv. *£* 7,65 rdr.

Roman-cement per tunna om 320 sv. *£* (300 eng. *£*) 5,40 rdr (6 s.).

Medina-cement per tunna om 320 sv. *£* 7,65 rdr.

Parian- d:o groft, per tunna 15,30 rdr (17 s.).

d:o d:o fint, » » 24,30 » (27 s.).

Société des ciments Français. Demarle Lonquétý & Comp. Boulogne sur mer. Portland-cement per tunna om 470 sv. *£* 7,65 rdr (1000 kilogram brutto 42 s. 6 d.) på 90 dagar och 2 % rabatt vid kontant handel.

Den angifna vigten är bruttovigt. Cementet f. o. b. i närmaste hamn.

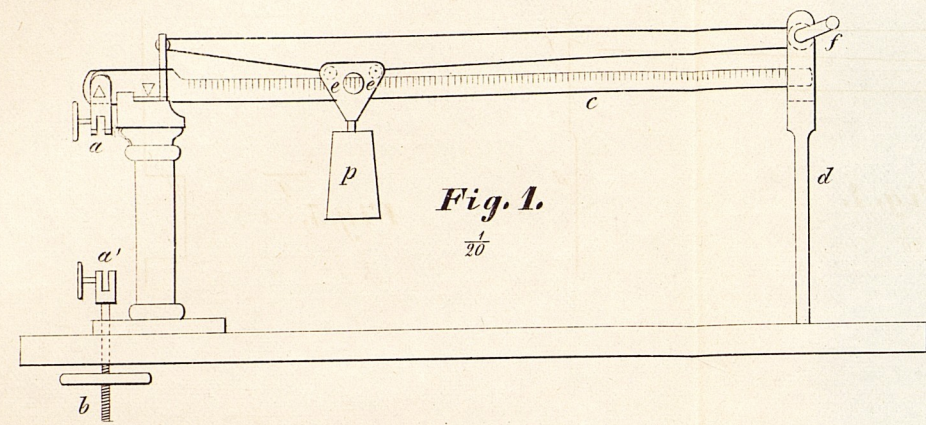


Fig. 1.
 $\frac{1}{20}$

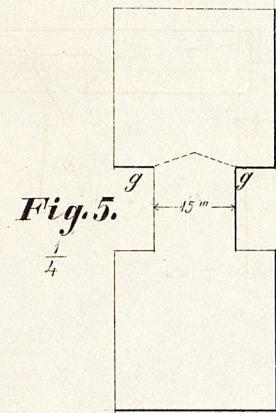


Fig. 5.
 $\frac{1}{4}$

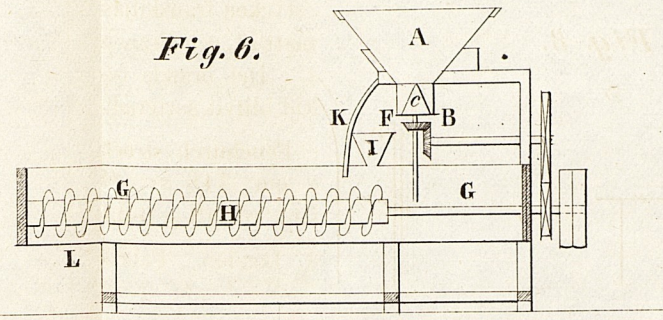


Fig. 6.

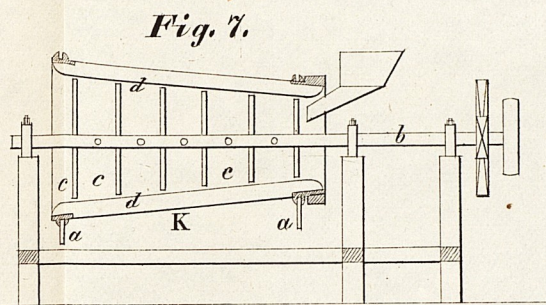


Fig. 7.

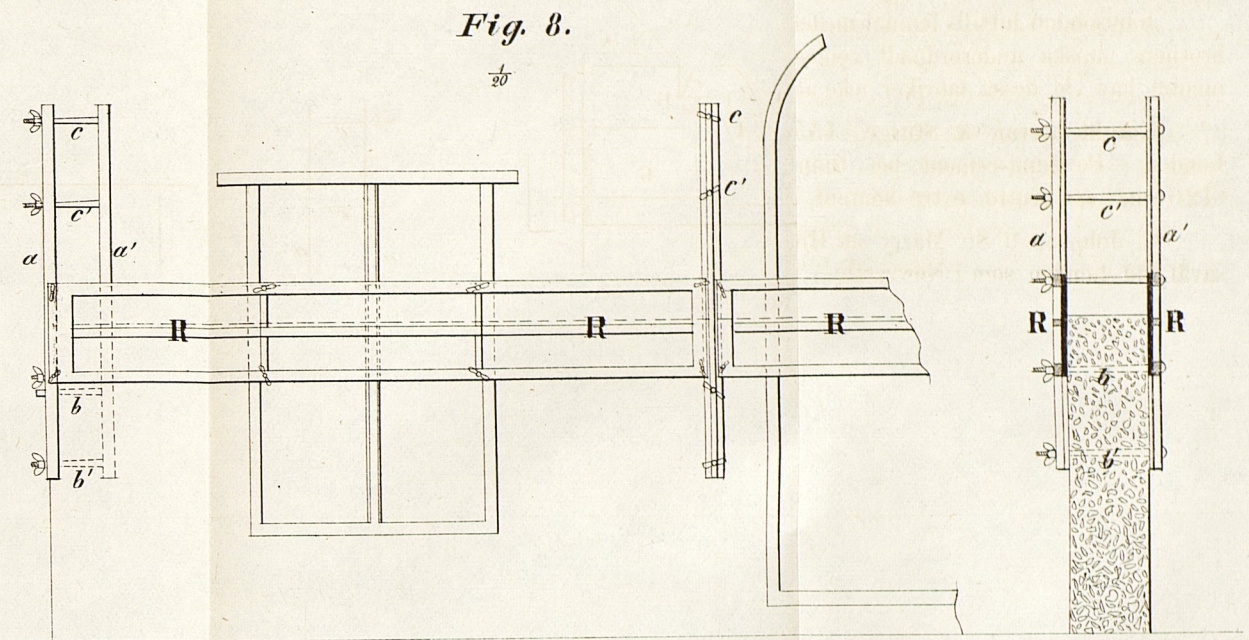


Fig. 8.
 $\frac{1}{20}$

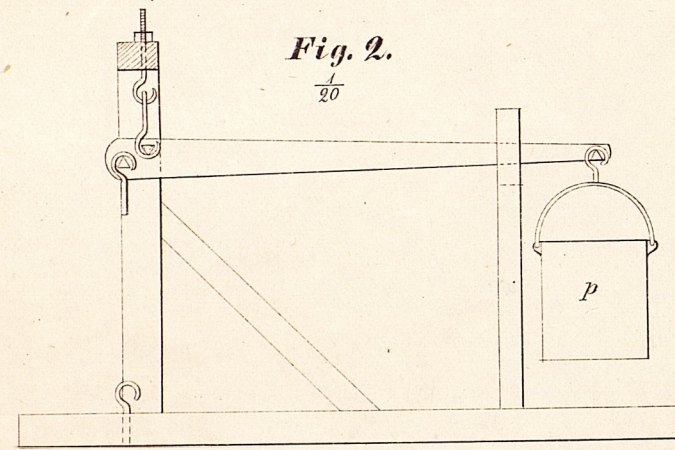


Fig. 2.
 $\frac{1}{20}$

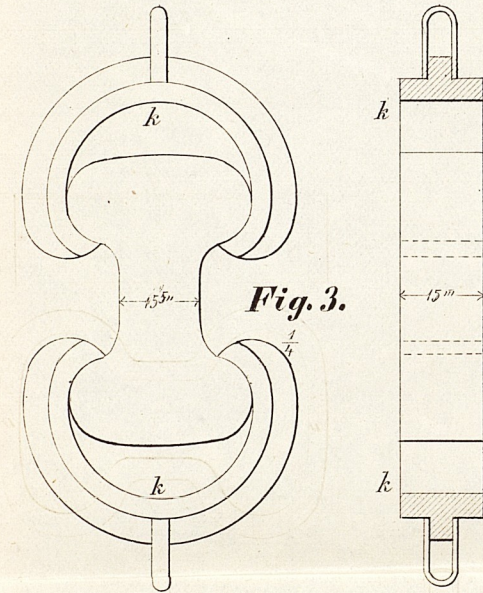
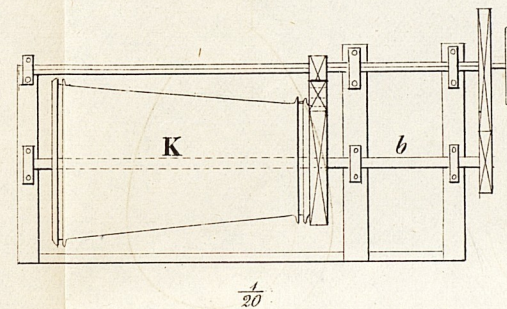


Fig. 3.
 $\frac{1}{4}$



$\frac{1}{20}$

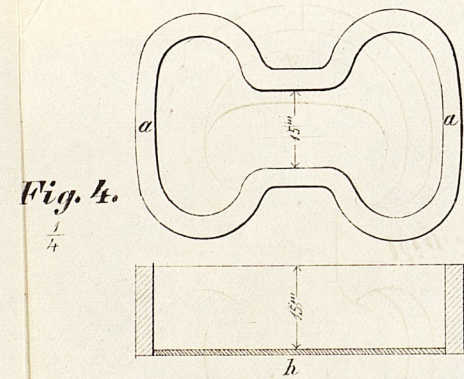


Fig. 4.
 $\frac{1}{4}$

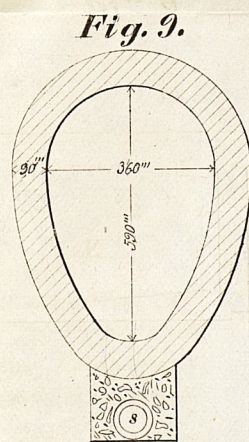


Fig. 9.

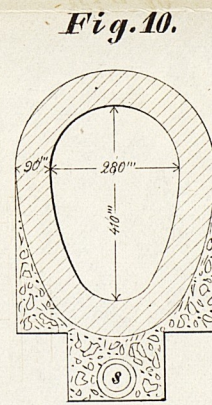


Fig. 10.

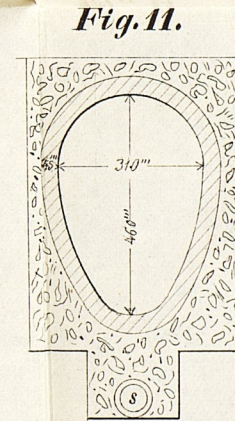


Fig. 11.

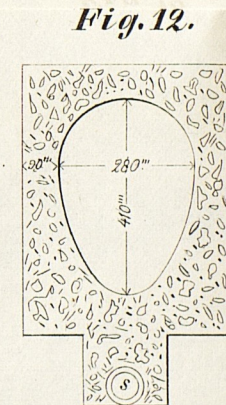


Fig. 12.

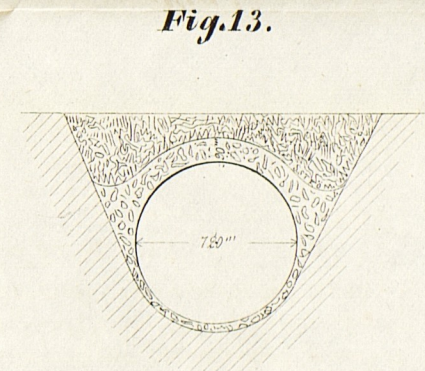
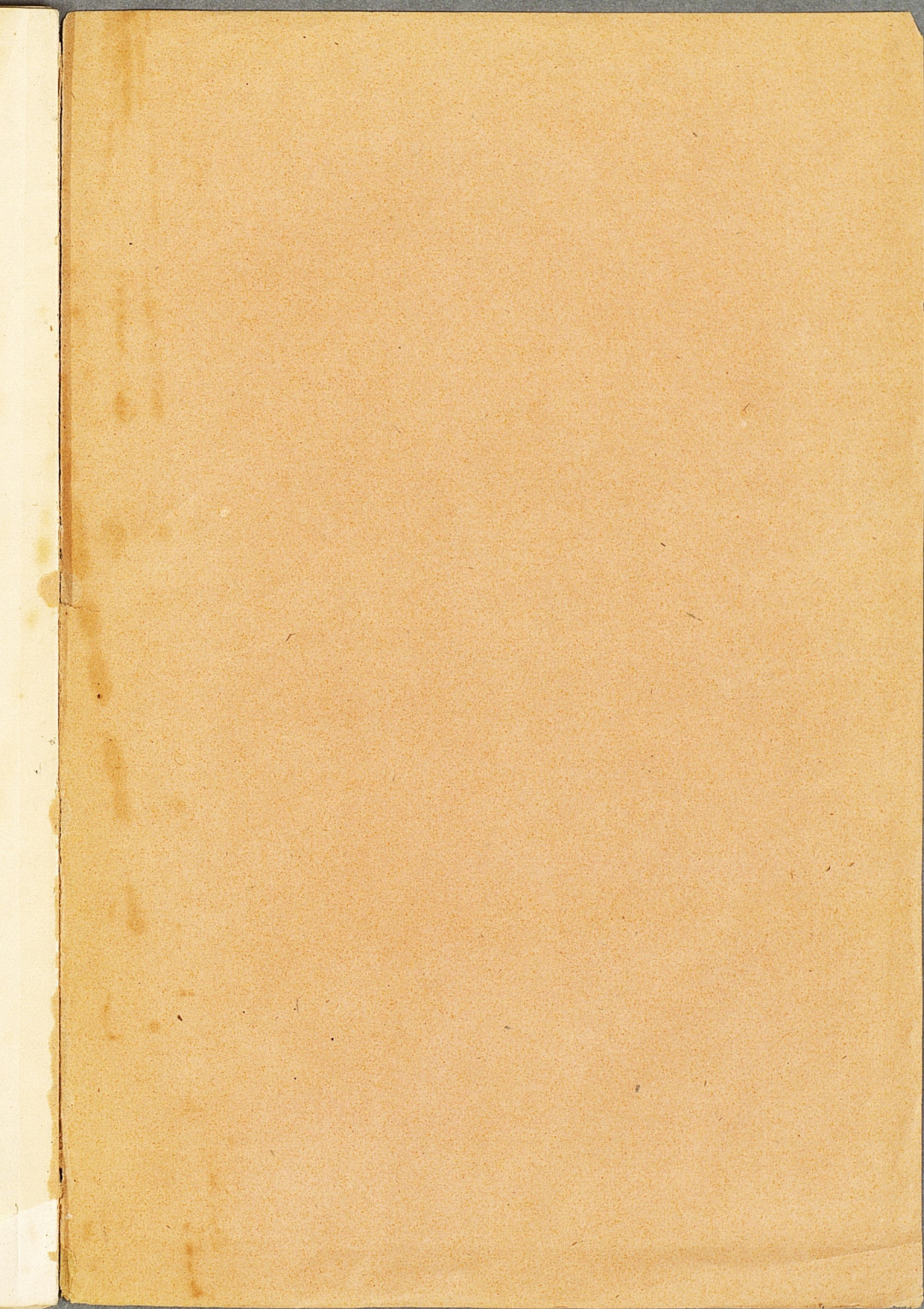
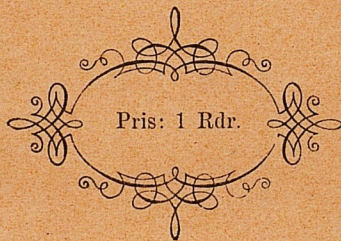


Fig. 13.

Figg. 9-13. utan skala.





Pris: 1 Rdr.

www.books2ebooks.eu