

E. J. Sommerfeldt

Hausbygnings-
kunsten

I-III

LABORATORIET FOR
HUSDYGNING OG BYPLANLÆGNING
DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE

NR. 698 GRUPPE AI

UDK 69
UDK 624

UDK 69
UDK 624

Forelæsninger

over

Huusbygningskunsten

for

Officeerskolens Ingenieurafdeling

af

E. J. Sommerfeldt.

Ingenieurkapitajn.

I. Materialer og enkelte Forbindelser.

Kjøbenhavn.

C. A. Reitzels Forlag.

1878.

Indhold.

	Pag.
Indledning	5
Første Kapitel: Steen 7	
A. Byggesteen	8
B. Bindestoffer	42
1. Kalkarter	42
Luftkalk	44
Vandkalk	55
Cement	62
Trasarter eller Puzzolaner	70
2. Mørtler	72
Luftmørtel	74
Vandkalkmørtel	85
Cementmørtel	87
Trasmørtler (Puzzolanmørtler)	98
Leermørtel	99
Gipsmørtel	100
Stukmørtel	101
Asfalt	102
Steenkit	103
C. Steenforbindelser	104
1. Støbt og stampet Muurværk	105
Mure af stampet Leer	105
Mure af Kalkmørtel	107
Beton	108
2. Almindeligt Muurværk med Leiellader	116
Muurværk af raa eller kløvede Steen	116
Muurværk af hugne Steen	119
Muurværk af brændte Steen	124
3. Hvælvingsmuurværk	143
Murbuer	150
Hvælvinger	157

	Pag.
Andet Kapitel: Træ	
A. Træmateriale	170
B. Bindestoffer	181
C. Tømmerforbindelser	181
1. Tømmers Forlængelse	183
2. Tømmers Forstærkning	186
3. Tømmers Krydsning	188
4. Samling af Planker og Brædder	197
Tredie Kapitel: Metaller	
A. Materiale	203
1. Smedejern	203
2. Støbejern	211
3. Staal	213
4. Zink	213
5. Andre Metaller	214
B. Bindemidler	215
C. Forbindelser	215
1. Samling af Stænger	220
2. Samling af Plader	222

Indledning.

Udøvelsen af Huusbygningen strækker sig tilbage til den graa Oldtid, de største og betydeligste Mindesmærker om forudgangne Slægter skyldes maaskee denne Kunst. Vi kunne ikke undres herover; thi den samme Trang, vi føle til at beskytte os selv og vore Eiendele mod ydre Angreb, maa allerede have været tilstede paa et meget tidligt Udviklingsstandpunkt, og det er den, som giver Anledning til Opførelsen af Boliger: dækkede og beskyttede Opholdssteder for Mennesker og deres Eiendele.

Den Retning og Udvikling, som Bygningskunsten har taget i de forskellige Lande, er baade afhængig af de forhaanden værende Materialers Beskaffenhed og af de klimatiske Forhold. Den store heraf betingede Forskjel, der i Oldtiden fandtes mellem de forskellige Landes Bygningsmaader, er vel bleven noget formindsket i vore Dage; men den er dog stedse meget betydelig, og man maa nødvendigvis tage Hensyn til disse Forhold, naar man vil bedømme og sammenligne Bygningsværker, beliggende under forskellige Himmelstrøg.

Huusbygningskunsten er en Erfaringsvidenskab; den undersøger og prøver, hvad der foreligger, og støttet herpaa behandler den Spørgsmaalene om Materialernes større og mindre Hensigtsmæssighed, Konstruktionernes Fordele og Mangler, Rummenes Anordning og Fordeling og hele den indre og ydre Udstyrelse af Bygningerne. I Regelen overlader Huusbygningskunsten andre Videnskaber at bringe nye Materialer og nye Konstruktioner i Forslag, og som enhver empirisk Videnskab fordrer den nye Forslag prøvede, før den optager og godkjender dem.

Læren om Huusbygningskunsten maa altid søge sin Støtte i Exempler; den vil neppe nogensinde kunne undlade at fremdrage disse, og den vil indprænte dem, der skulle udøve Kunsten i Praxis, at man i foreliggende Tilfælde altid bør søge gode Exempler og Forbilleder, og at man kun efter moden Overveielse af samtlige Forhold ustraffet tør forlade det, der har vunden Tidens og Erfaringens Hævd.

Ved Udførelsen af Bygningsværker maa man desuden tage Hensyn til Skjønhed og Økonomi. Man bør give sin Bygning en Udstyrelse, der svarer til den Brug, man vil gjøre deraf, og til de Fordringer, der i Almindelighed stilles til Bygninger af lignende Art, og man maa omhyggeligt afvæie og undersøge hvilke Besparelser, der kunne opnaaes ved at anvende forskellige Materialer eller Konstruktioner, uden dog derfor at give Afkald paa den Soliditet, der i det Hele bør udkræves.

Ved den theoretiske Behandling af Huusbygningskunsten begyndes med de enkelte Dele, Materialerne, dernæst tages deres Forbindelser og tilsidst vises, hvorledes de enkelte Dele samles og anvendes i Bygningerne. Naar man saaledes er kommen til Bygningen som Heelhed, falder det naturligt at behandle de øvrige Forhold og Fordringer, der stilles med Hensyn til Indretning samt ydre og indre Udstyring. Naar en Bygning skal opføres, gaaer man derimod altid den omvendte Vei. Fremmede Forhold, der ikke afhænge af Bygmesteren, træde i Regelen til og bestemme ikke alene den ydre Form, men tildeels ogsaa Inddelingen og Udstyrelsen; Bygmesterens Opgave vanskeliggjøres i Regelen herved. Slutte sig hertil økonomiske Vanskeligheder, hvad der er almindeligt i det daglige Liv, bliver Udøvelsen af Kunsten dobbelt besværlig.

I. Materialer og enkelte Forbindelser.

Første Kapitel.

Steen.

1. **Steenmaterialets Betydning for Bygningskunsten.** Steen er af alle Materialer det meest udbredte og med behørigt Hensyn til sine øvrige Egenskaber det billigste til deraf at danne Hovedmassen af de almindelige Bygninger; som Følge heraf kan Steen maaskee betragtes som Bygningskunstens Hovedmateriale.

Dette Materiale har været anvendt fra Oldtiden af, og vore Fordringer til Bygningernes Skjønhed ere derfor væsentlig knyttede dertil og tillempede derefter, vi kunne derfor ogsaa sige, at det er vel skikket til at tilfredsstille vore Fordringer til en Bygnings Skjønhed.

2. **Steenmaterialets Fordele og Mangler.** Stenenes Fordele ere deres store Modstandsevne mod Tryk — Knusning —, og deres af Erfaringen godtgjorte Evne til at modstaae Veirligets Indflydelse. Deres Mangler ere, at de kun have ringe Modstand mod Strækning — Bøining —, og at de hyppig ere vanskelige at bearbejde og tildanne.

3. **Stenenes Anbringelse i Bygninger.** Som Følge af de nævnte Egenskaber ere de Konstruktionsformer, i hvilke Stenene finde

Anvendelse, faa og simple. De bør altid kun udsættes for Tryk, og de maa tildannes saaledes, at de kunne overføre denne Kraftpaavirkning regelmæssigt. Da en meget nøiagtig Tildannelse er besværlig og kostbar, anvender man hyppigt mellem Stenene et Bindemateriale, Mørtel, der vel tjener til at forbinde Stenene med hinanden indbyrdes, men dog navnlig har til Formaal at fordele Trykket mere eensformigt ved at udfylde alle de smaa Ujevnheder, der findes i Stenene og saaledes bevirke, at disse blive understøttede paa hele Leiefladen og ikke kun hvile paa hinanden i enkelte Punkter, hvorved der kunde bevirkes en partiel Knusning og deraf følgende Fare for Bygningens Stabilitet.

A. Byggesteen.

4. **Byggesteens almindelige Egenskaber.** Byggesteen ere uorganiske, faste, uforbrændelige Stoffer. Hovedmassen bestaaer af Kiselsyre, Leerjord og alkaliske Leerarter i Forbindelse med Kiselsyre. Vægtfylden er $1\frac{1}{4}$ — $2\frac{3}{4}$; Brudcoefficienten for Sammentrykning ligger mellem 800 og 8000 \bar{n} pr. Kradrattomme — 6—60 Kilogram pr. Kvadratcentimeter, — Sikkerhedscoefficienten sættes til $\frac{1}{10}$ heraf. Udvidelsen ved Temperaturforandringer er ikke stor, nemlig for naturlige Steen $\frac{1}{10000}$, for kunstige $\frac{1}{20000}$ i lineær Retning for en Temperaturdifferent fra 0—100°.

For at en Steen skal være anvendelig som Byggesteen, maa den være i Besiddelse af visse Egenskaber; det er sjældent, at disse alle findes i høj Grad hos nogen enkelt Steenart; det gjælder derfor om at træffe sit Valg, idet man holder sig samtlige constructive, decorative og økonomiske Forhold for Øie. Kjender man ikke den paagjældende Steenart, maa man gjøre Forsøg, der da gaar ud paa at undersøge Stenenes Forhold lige over for de Paavirkninger, hvorfor de ville blive udsatte.

5. **Stenenes Modstandsevne betinget af Anvendelsen.** Stenene

maa kunne modstaae de i en Bygning forefaldende Tryk, Stød eller Slid. De almindelige Kjendetegn paa, at en Steen har disse Egenskaber er Eensartethed og Eensformighed i Bruddet, Klangfuldhed, Tæthed og Tunghed. Dog gives der ogsaa porøse Steen — f. Ex. Tufsteen, — der ere gode Byggesteen, og de have da den Fordeel, at de ere lettere end de tættere Steenarter. De egne sig da særlig til Konstruktioner inde i Bygningerne. Stenenes Evne til at modstaae de ovennævnte Paavirkninger afhænger af Sammenhængskraften og Haardheden.

Sammenhængskraften kan undersøges ved directe Forsøg. Modstanden mod Knusning er ved de naturlige Steen — f. Ex. Brudsteen — størst i en Retning lodret paa Spaltefladerne eller Leiefladerne i Bruddet. Fugtighed synes at formindske den lidt. Længe før den egentlige Knusning indtræder, er Sammenhængskraften dog tilintetgjort, og den endelige Sønderdeling kun et Tidsspørgsmaal. Som Følge heraf maa man holde Belastningen langt under den egentlige Knusningsbelastning.

Modstand mod Sønderrivning er mange Gange mindre end Modstand mod Knusning, og man har endnu ikke kunnet paavise noget bestemt Forhold mellem den og Stenens Evne til at modstaae de andre Paavirkninger.

Haardheden prøves ligeledes directe ved Behandling med en Hammer eller ved at gnide to Steen mod hinanden. Haardheden har navnlig Betydning for Slidet, den staaer ikke i noget directe Forhold til Sammenhængskraften. For de haardere Steenarter, saasom Granit, giver Erfaringen et langt gunstigere Forhold mod Slid, end man skulde vente af Forsøgene med Knusning.

6. **Modstand mod atmosfæriske og andre Paavirkninger.** Stenene maa ikke kunne paavirkes skadeligt af den atmosfæriske Luft, Vand, Ild eller Frost. Nogle Steen dekomponeres (forvitre) af Luften eller af Vand, idet der dannes nye kemiske

Forbindelser eller Stenene ligefrem opløses. Slige Steen ville i Regelen ikke findes fritliggende paa Jordens Overflade, men kun i Brud. Denne Egenskab findes hyppig hos stærk leer- eller gipsholdige Steen, der forvitre under Vandets Paavirkning; de maa derfor sikkert derimod ved at anbringes paa tørre Steder, hvor de ikke ere udsatte for Fugtighed. Kalksteen dekomponeres af Ild, og andre haarde Steenarter, saasom Flint og Granit taale kun i ringe Grad Ildens Paavirkninger. Frosten angriber visse Steenarter, navnlig de porøse, naar de ere gjen-nemtrukne af Vand; undertiden viser dette sig ved, at der løsnes smaa Blade af Stenene, undertiden afbrydes der større Stykker, navnlig langs Kanterne, ja ved enkelte Steenarter kan Frosten tilintetgjøre Sammenhængen gennem hele Massen.

Stenenes Modstandsevne mod disse forskellige Paavirkninger kan i Almindelighed skjønnes af deres Forekomst i Naturen. Er dette ikke muligt f. Ex. ved Brudsteen eller kunstigt fremstillede Steen, saa kan man maaskee indhente Erfaringer fra andre Bygninger, hvor disse Materialier have været anvendte; men lader dette sig heller ikke gjøre, maa man anstille Forsøg. Har man Tid nok, bør man lade selve Naturen virke paa Stenene under de ugunstigste Forhold; men er der knap Tid, maa man indskrænke sig til at efterligne Naturen saa godt som muligt.

Forsøg angaaende Modstanden mod Fugtighed i Forbindelse med Frost er af særlig Vigtighed. Man kan anstille disse Undersøgelser ved Hjælp af en Iismaskine eller efterligne Frostens Indvirkning paa den af Brud angivne Methode ved Hjælp af Glaubersalt. Fremgangsmaaden er følgende: I en ved almindelig Temperatur mættet Opløsning af Glaubersalt koges smaa Prøveterninger i $\frac{1}{2}$ Time, de ophænges dernæst til Tørring i en Temperatur af 15 Grader til de ere dækkede med Krystalblomster, dyppes paa ny i Opløsningen, udsættes igjen for Luftens Tørring og saa fremdeles i 4 til 5 Dage. Af Alfidets Mængde bestemmes da Stenenes relative Godhed. Bruds Methode

skal dog ikke være paalidelig, den har givet Anledning til Feiltagelser i begge Retninger; Steen, der have modstaaet Prøven godt, have viist sig ikke frostbestandige og omvendt.

Vicat har angivet en lignende Methode, idet han støtter sig til den Erfaring, at det ikke kommer an paa hvorlænge, men hvor hyppigt en Steen fryser. Naar derfor Stenen om Vinteren er frossen, tører man den blot op ved Hjælp af kogende Vand og lader den fryse paany, Processen kan gjentages saa tidt man vil. Ogsaa her er det let efter et vist Antal Frysninger at bedømme Stenens Godhed. I alle Tilfælde maa man, naar disse Prøver anstilles, drage Omsorg for, at Stenene ere i den Tilstand, hvori de ville være, naar de virkelig ere underkastede Frostens Paavirkninger, navnlig maa Brudsteen, forinden de prøves, være tørre, idet der hyppig, efterhaanden som Brudvandet bortgaaer, foregaaer en vis kemisk Proces i selve Stenen, der bidrager til at forøge dens Modstandsevne.

7. Forhold til Mørtelen. Stenene maa binde godt til Mørtelen. Dette opnaaes fuldstændigst, naar de danne en kemisk Forbindelse med hinanden. Porøse og ru Steen binde og slutte sig i Almindelighed bedre til Mørtelen end mere tætte og glatte Steen.

8. Økonomiske Forhold. Stenene maa kunne skaffes tilveie i tilstrækkelig Mængde uden for store Bekostninger. Ligeoverfor de store Mængder, der skulle tilveiebringes, er Bekostnings-spørgsmaalet naturligviis af stor Vigtighed, i mange Tilfælde bliver det endog det afgjørende.

9. Naturlige Steen. Disse danne hyppig hele Landmasser, saasom Granitten i Sverrig og Norge, Sandstenen i Sachsen, Kalksteen og Marmor i Italien og Frankrig. Hyppig findes ogsaa de haarde Arter i mindre Dele som Rullesteen eller Søsteen. Man skjælnet mellem de haarde Steenarter, der kun

lade sig behandle med Sav uden Tænder i Forbindelse med Sand og Vand og de blødere Steenarter, der lade sig skjære med Tandsav. Enkelte Steenarter, der brydes, kunne være bløde saalænge de indeholde den Fugtighed, der altid findes i dem strax efter Brydningen, men efterhaanden, naar denne Fugtighed er gaaet bort, blive de haarde. De naturlige Steen have i Regelen størst Tilbøielighed til at spalte i visse Retninger, og denne Omstændighed er af stor Vigtighed ved Brydningen og Bearbejdelsen samt deres hele Anvendelse. Enkelte Steenarter — Skifer, Sandsteen — vise endogsaa en ligefrem Lagdeling.

En Brydning, Sønderdeling eller Sprængning af de naturlige Steen kan skee deels ved Brækstænger deels ved Kiler deels ved Anvendelse af Sprængstoffer. Brækstænger kan anvendes i Brud ved stærkt lagdeelte Steen. Kiler bruges ved haardere Steenarter; først anbringes et Snorslag paa Stenen i Spalteredningen og ved Hjælp af en Steenhammer udbugger man med passende Mellemrum Huller af 3—4 Tommers Dybde og $1\frac{1}{2}$ —2 Tommers Bredde, heri nedsættes da Staakiler (Pl. I, Fig. 1), omgivne forneden af Smedejernblade. Jo haardere Steenarten er, jo nærmere maa Kilerne sættes ved hinanden. Man driver først med smaa, senere med stærkere Slag paa disse Kiler, indtil Stenen revner. Undertiden bruges ogsaa Kiler af Egetræ, der inddrives tørre og derpaa udblødes med Vand, Stenen kan da sprænges ved Kilens Udvidelse.

Sprængning med Krudt, Skydebomuld eller Dynamit er en hurtigere Fremgangsmaade, men den er uanvendelig, naar Steenene skulle tildannes regelmæssigt. Der finder stort Affald Sted og Stenene gjenemrystes stærkt; de bibringes hyppigt smaae, neppe synlige Revner, der senere kunne blive høist farlige, naar Stenene blive underkastede Vandets og Frostens Paavirkninger. Med Hensyn til Anvendelsen af disse Sprængstoffer, da synes de mere explosive, Skydebomuld og Dynamit, at give baade bedre og navnlig billigere Resultater ved de haardere Steenarter, baade fordi Borehullet kan være mindre, og fordi Lad-

ningen ikke behøver at være saa stor; medens derimod Krudt, der mere virker ved Tryk end ved Slag, synes at egne sig bedre til Sprængning af løsere Steenarter.

Til Sprængninger i det Smaa anvendes Petarder, der bores ved Hjælp af Meisel og Hammer. Borehullet gjøres 1—2" vidt og gives en Dybde, der efter Stenens Størrelse varierer fra $\frac{1}{2}$ til $\frac{1}{6}$ af dens Tykkelse. Ladningen anbringes i Bunden og gives ved Krudt gjerne en Længde af $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ af Borehullets Dybde. Til Antændelsen anbringes en Tændtraad, og Hullet fordømmes. Ladningen afpasses saaledes, at man ikke hører noget Knald, og at intet større Stykke kastes langt bort.

Gjælder det om at vinde større Steenmængder, f. Ex. til Opfyldninger, sprænger man med store Miner. Til Boringen anvendes Maskiner, der i det sidste Tiaar have taget et betydeligt Opsving ved de store Tunnelarbejder. I Marseille har man brugt indtil 50000 R Krudt til en enkelt Sprængning; ved Sistani, der leverede Opfyldning til Triester Havnen, endog 60000 R . Man kan regne, at der vindes c. 30—40 Kubikfod Materiale pr. R Krudt (2—3 Kubikmetre pr. Kilogram), de gunstigste Resultater faaes dog ved Miner med mellemstore Ladninger paa 4—10000 R .

Efter saaledes at have sønderdeelt Stenen i det Store, føres den ved Hjælp af Brækstænger, Kraner eller Lignende op paa Karrer eller Slæder, der transportere den til Arbejdsstedet, hvor den da tildannes yderligere til den Form og Størrelse, der egner sig bedst for den særlige Anvendelse, man ønsker at gjøre af den.

10. Kunstige Steen. Disse tilberedes især af Leer, der findes i tilstrækkelig Mængde saa godt som overalt, og som ved en forholdsvis ringe Behandling giver en Byggesten, der tilfredsstiller alle almindelige Fordringer.

Man har ligeledes forsøgt ved forskellige kemiske Processer at fremstille Steen, der i Udseende og Godhed kunde

komme de naturlige Steen nærmere end de af brændt Leer. Man tilbereder saaledes nu saavel kunstig Sandsteen som kunstig Granit. Disse Steen, hvis Godhed vel omtrent falder sammen med de naturlige Steens Middelkvaliteter, kunne selvfølgelig kun vinde Indgang, naar de kunne fremstilles billigere end Bekostningen ved Tildannelsen af den naturlige Steen.

Cementsteen og Cementfliser, Betonsteen og Glas, der dannes ved en Blanding og Tørring, for Glassets Vedkommende ved en Smeltning, ere ogsaa at betragte som forskellige Arter af kunstige Byggesteen.

11. Granit, Gneis, Syenit. I det Væsentlige bestaae disse Steenarter af de samme Stoffer, men de have en noget forskjelligt Blandingsforhold og forskjellig Structur.

Hovedmassen i dem alle er Feldspath, Glimmer og Kvarts, og deres Egenskaber som Byggesteen ere omtrent eens. Vægtfylden er omtrent $2\frac{1}{2}\%$ (Granit 2,50—3,05; Gneis 2,39—2,71). Knusning indtræder ved en Belastning af c. 8000 K pr. Kvadrattomme — c. 6 Kilogram pr. Kvadratmillimeter. — Granit er den almindeligste naturlige Byggesteen hos os, den modstaaer godt Slid og Tryk, mindre godt Stød. Kun de meget feldspath- og glimmerholdige Arter angribes af Luft og Vand; men alle Arter af Granit angribes af Ild, der gjør dem skjøre, sandsynligviis paa Grund af Krystallisationen. Denne Steenart binder kun nogenlunde godt til Mørtelen. Een af de største Mangler er, at Graniten paa Grund af sin store Haardhed kun vanskelig lader sig forarbejde til finere Anvendelse. Hos os forekommer den hyppigst som Rullesteen paa Marken og som Søsteen, der fiskes op i Stranden. Ere disse Steen for store til at transporteres, sønderdeles de paa Stedet enten ved Kiler eller Krudt eller simplere ved at antænde en Ild opad Siden, og naar denne har virket i nogen Tid, fører man stærke Slag mod Stenen med en Jernmukkert og vil herved kunne sønderdele den.

Efter den Anvendelse, man vil gjøre af Stenene, tildannes

de paa forskjellig Maade. Simplest er det kun at kleve dem efter Spalteretningerne, og de deles da kun saa meget, at de let kunne transporteres; eller man fortsættes Delingen til man har faaet de saakaldte Skjærver α : Stykker med indtil et Par Tommers Gjennemsnit. De større kun kløvede Steen bruges meget til Muurværk, hvor man ikke sætter Priis paa et meget regelmæssigt Udseende. Skjærverne bruges til Beton, Veiarbejde o. L. Undertiden tildannes de kløvede Steen i bestemte Former, svarende til den Anvendelse, man vil gjøre af dem — Brosteen, Trappesteen, Blændingssteen —, og de tilarbejdes da paa een eller flere Sider, alt efter Omstændighederne og den Fiinhedsgrad, som man ønsker de skulle have, ved Tugtning, Grovhugning, Fiinhugning eller Polering.

Hugningen skeer med Hamre med forstaaet Bane af forskjellig Form. Eggen kan være spids eller flad, den kan sidde paalangs eller paatvers af Skaffet, undertiden er Banen rillet. (Pl. I Fig. 2) viser forskellige Slags Steenhamre.

Polering skeer ved at gnide to Steen mod hinanden med Sand og Vand imellem, ved efterhaanden at gnide med mere porøse men dog flinkornede og haarde Steen, bliver Overfladen glattere og glattere indtil speilglat.

I Kjøbenhavn anvendes hyppig den graa Granit fra Uddevalla, den grønne fra Warberg, den røde fra Bornholm og den blaa Syenit fra Rønne.

12. Sandsteen er et Konglomerat bestaaende af Kvartskorn (Sand), der holdes sammen af et Bindemiddel, der kan være kisel-, leer-, kalk- eller jernholdigt. Farven, der bestemmes af Bindemidlet, kan være graalig, gulig eller rødlig. Vægtfylden er omtrent 2,60 (1,90—2,70). Knusningsbelastningen kan sættes til c. 3000 K pr. Kvadrattomme — c. 2 Kilogram pr. Kvadratmillimeter —, men varierer forøvrigt en Deel, da Sammenhængskraften er meget forskjellig, idet den beroer paa Bindemidlets Beskaffenhed. Nogle, især de kiselholdige, ere særdeles tætte

og haarde, andre, især de leerholdige, falde let fra hinanden i større og mindre Korn. De kalkholdige taale ikke Ild. Sandstenen styrkes ved at gennemtrække den godt udtørrede Steen med Olie eller bedre ved Maling med Oliefarve; men ved den sidste Operation borttages den smukke naturlige Farve og den kornede Overflade; det anvendes derfor ikke meget nutildags; derimod bruges nu undertiden et Vandglasovertræk. Sandsteen binder godt til Mørtel.

Den regelmæssige Tildannelse af Sandstenen skeer ved Hjælp af Hammer, og Meisel eller man saver dem over ved Hjælp af en Sav uden Tænder af Jern — eller bedre af Kobber — idet man paagyder Vand og flint Sand.

Her i Landet er Sandsteen for dyr til at finde udbredt Anvendelse; hyppigst er den mindre gode røde fra Bornholm, bedre er den graa Bremersteen og de lyse- eller mørkegraa gullandske Fliser. I den nyere Tid bruges ogsaa den rødgraa Hellekiessteen, der dog neppe har noget smukt Udseende.

13. Skifer er Fællesbenævnelser paa en Mængde forskellige i Naturen forekommende Steenarter, der have det tilfælles, at de overmaade let lade sig spaltes efter parallelle Planer, saaledes at de kunne sønderdeles i tynde Blade. Til Bygningsbrug anvendes især den saakaldte Tagskifer, hvis Hovedbestanddele er Leerjord og Kisel, saa inderligt blandede, at de enkelte Korn ere mikroskopiske. Farven er gjerne blaagraa og Vægtfylden 2,7 (2,64—2,67); Haardheden er ikke meget stor.

Skiferne brydes i store Blokke, der atter deles i meer eller mindre tykke Flader ved Hjælp af Kiler eller Knive, der jages ind i Leiefladerne. Den yderligere Tilretning skeer gjerne for Haanden. Tykkelsen, der afhænger af Anvendelsen, er 1 à 2 Tommer for Skillevægge og Beklædninger, 1—3 Linier til Tagdækning.

En god Tagskifer skal have en regelmæssig Form med plane Sider og passende eensformig Tykkelse. Da Spaltningen

af Fladerne fortrinsviis foregaaer i een bestemt Retning, sørger man for, at Spalteretningen falder sammen med Stenenes Længderetning — efter hvilken Stenene ogsaa anbringes paa Tagfladen.

Massen maa være meget tæt og fin og helst lidt skinnende; den maa ikke indeholde isprængte større Kvartskorn eller Kalkdele, der foraarsage at Stenene springe; men især maa der ikke findes Svovlkis, da dette forvittrer og derved ødelægger Stenen.

Skiferens Godhed kan nogenlunde bedømmes efter Klangen, der maa være klar og metallisk reen, og efter den mindre eller større Mængde Vand, som den kan indsuge. De bedste Skiferarter kunne glødes og kastes i Vand uden at springe; dette er selvfølgelig en stor Fordeel i Ildbrandstilfælde.

Vore Tagskifere faae vi fra England og Tydskland; i den senere Tid ogsaa fra Sverrig. Paa Bornholm findes ogsaa brugelig Tagskifer; men den bornholmske og svenske Skifer regnes dog for mindre god end den engelske og tyske.

14. Kalksteen bestaaer hovedsagelig af kulsur Kalk, men der findes ofte iblandet kiselsur Kalk, Leerjord eller Jernilte; den opløses selvfølgelig næsten fuldstændigt af Syrer under Kulsyreudvikling. De fremmede indblandede Stoffer bestemme gjerne Farven, den vexler derfor og kan være hvid, graalig, gulig, rødlig eller endog ganske sort. Bruddet kan være tæt kornet eller krystallinsk. Vægtfylde og Styrke ere her meget forskellige, for den almindelige Byggesteen kan man antage en Vægtfylde af 2,6 (2,46—2,84); den knuses ved en Belastning af c. 4000 Å pr. Kvadrattomme — c. 3 Kilogram pr. Kvadratmillimeter. —

Varigheden er meget forskjellig, nogle Steen blive efterhaanden haardere i Muren; dette letter i høi Grad ikke alene den første Tildannelse i Bruddet, men navnlig den finere Udarbejdning af selve Stenen (Frankrig). Haardheden er aldrig saa stor, at Kalkstenen kan give Ild for Staal. Ved stærk Opvarm-

ning afgiver Stenen sin Kulsyre og bliver løs, uden nogen Sammenhængskraft; dette saavel som dens ovennævnte Forhold ligeoverfor Syrer maa der tages Hensyn til ved dens Anvendelse til Bygningsbrug. Alle Kalksteensarter binde særdeles godt til Mørtelen.

De haardere Arter saasom Marmor bearbejdes med Meisel og Sav uden Tænder ligesom Sandsteen; de blødere kunne ligefrem saves med en almindelig Tandsav.

Her i Landet finder kun Liimstenen fra Stevns Klint en mere udbredt Anvendelse til Bygninger paa Stedet og til Fundamentstene. En bedre mere marmorlignende Steen, der forekommer i Faxebruddene, synes ikke at findes i saa stor Mængde, at den kan faae almindelig Udbredelse, ligesom den maaskee ogsaa bliver for dyr som almindelig Byggesteen. Enkelte af Krudttaarnene paa Amager ere opførte af Brudsteen fra Saltholm og Faxe.

Kinnakullafilser, der tilføres fra Sverrig, bruges en Deel til Brolægning af Fortove og Rendesteensbunde; en egen Art af disse, der efter Brudstedet kaldes Hellekiesfilser, er brugt til Beklædning ved Nationaltheatret i Kjøbenhavn.

15. Flint bestaaer af næsten rene Kiselsyre; Farven, der er mørk sorteblaa, skyldes iblandet Kulstof. Vægtfylden er c. 2,6. Den er haard og skør. Brudfladen, der er gennemskinnende, binder, da den er meget glat, kun daarligt til Mørtel. Stenene ere hyppigt runde og omgivne af en kalkagtig Skal, og til denne binder Mørtelen godt. Flint har ingen bestemte Spalteflader, den bearbejdes derfor i Regelen ikke. Hos os forekommer den meget sammen med Kalk, hyppig veksle Kalk og Flintlagene med hinanden (Stevns-kridt og Saltholmskalk) saaledes, at Kalken ligesom er gennemtrukken med Flintlag af nogle Tommers Tykkelse. Ved Stevns bortslikker Søen de bløde Liim- og Kridtsteenslag, og Flinten brydes da i stykker ved sin egen Vægt og falder i Søen; de nedfaldne Stykker afslibes nu paa Strandbredden, og lignende Dannelser frembringer da Hovedmassen af den paa vore Kyster

værende Singel, der bestaaer af runde Steen fra et Æg til en Ærts Størrelse.

16. Sand fremkommer ved Destruction af forskellige Steenarter. Den største Deel deraf er gjerne Kvartskorn; idet disse paa Grund af deres Haardhed og øvrige kemiske og fysiske Egenskaber bedre modstaae de forskellige Paavirkninger, hvorfor Sandet kan være udsat. Har Sandet i længere Tid været behandlet af Vandet paa Strandbredden, afslibes de enkelte Sandkorn og blive runde, medens samtidig en Udvaskning foregaaer, saa at Sandet bliver reent og næsten kun bestaaer af Kvartskorn. I Aaer og Søer foregaaer en lignende Udvaskning, men i Regelen bliver Sandet ikke saa stærkt aflebet som paa den aabne Strandbred. Sand, der findes i Bakker paa Landjorden, er i Regelen blandet med forskellige Bestanddele, navnlig med Leer, Kalk eller Jernilt, der tildeels bestemmer Farven; de øverste Lag ere i Regelen de groveste.

Sandets Middelvægtfylde i tør Tilstand er omtrent 1,50, noget større for flint, noget mindre for det grove Sand.

Leerblandet Sand finder Anvendelse i Veibygningen; til Huusbygningsbrug ønskes derimod skarp og muligt leerfrit Sand. Er Sandet for leerholdigt, maa det udvaskes, inden det bruges til Muurarbejde. Leerholdigheden kan undersøges ved at gnide Sandet mellem Fingrene eller med et Stykke hvidt Tøi, Afsmitningen eller Farvningen giver Oplysning om Renhedsgraden. I tør Tilstand vil det findelte leerholdige Sand støve, naar det kastes op i Luften. Nøiagtigst kan Leermængden bestemmes ved en Slemning.

Sandet benævnes forskjelligt efter Kornenes Størrelse; det kaldes flint eller Puds sand, naar Kornene ere mindre end $\frac{1}{2}$ Linie i Gennemsnit, grovt eller Skjælsand, naar Kornene ere indtil $1\frac{1}{2}$ Linie; grovere Sand kaldes Gruus og finder ogsaa Anvendelse i Huusbygningen til forskjelligt Brug. Almin-

deligst bruges dog kun de to første Arter, og det grovere Sand maa derfor harpes for at blive brugbart til Muurarbejde.

Jo skarpere og renere Sandet er jo bedre; skarpt Sand skurer ved at gnides mellem Fingrene; Mellemrummene udgjøre omtrent $\frac{1}{8}$ af det hele Rumfang (smågn. Pkt. 55), lidt mere for grovt, lidt mindre for flint Sand; Størrelsen af Mellemrummene kan bestemmes ved at paagyde Vand, der enten maales eller veies.

Foruden af Leer kan Sandet som ovenfor anført være forurenat af andre Stoffer, navnlig bør man være forsigtig med at anvende Sand, der indeholde Salte, som holde paa Fugtigheden. Tilstedeværelsen heraf kan hyppigt skjønnes af Forekomsten, Paavisningen skeer ad kemisk Vei.

En Udvadskning af Sand kan skee ved at lægge det i en Kasse og under Omrøring tilføje Vand; det urene Vand bortledes. Sigtning kan foregaa samtidig, idet Sandet kastes paa en heldende Sigte, der holdes heelt under Vandfladen. Sigtning anvendes dog sjelden, men hyppigere den tidligere nævnte billigere Harpning. Sand renses sjældent omhyggeligt, da det er en temmelig kostbar Operation.

17. Muursteen ere de almindeligst anvendte kunstige Steen. De dannes af særegne Leerarter — Muursteensleer, — der efter at have undergaaet en vis Behandling, navnlig Æltning, enten ved Haandkraft eller paa Maskine formes til det forønskede Brug; den saaledes dannede raa Steen tørres derpaa i Luften og brændes i særegne Ovne — Teglovne — og giver da Muursteen.

Betingelsen for at en Leerart kan bruges til Muursteensbrænding er, at den let kan formes. Naar en Leerklump trykket i Haanden gjøngiver i Aftryk de fine Porer i denne, da vil den være en Art Muursteensleer.

Fremstillingen af brændte Muursteen beroer paa nogle af den naturlige Leers Egenskaber. Deels vedbliver Leren, naar

den er noget udblødt, at binde sammen og kan let lade sig forme, deels forandrer den Natur, naar den opvarmes til Rødgledhede; den afgiver nemlig da alt sit Vand, den sintrer lidt sammen, svinder, den bliver noget mindre tæt, lidt porøs, den forandrer endelig Farve, og den lader sig ikke længere udbløde i Vand, den kan ikke slemmes mere.

Muurstenenes Godhed afhænger af Leerartens Beskaffenhed og dens behørig Gjenbearbejdning forinden Formningen, af dens Reenhed og Eensartethed samt af dens omhyggelige Tørring og Brænding. I Leren findes ialmindelighed iblandet Kalk, Sand og Jernilter. Deraf er atter Sand en nødvendig Indblauding; en Leerarts Anvendelighed til Muursteen afhænger hovedsagelig af, om den naturlig er blandet med en passende Mængde Sand. Kalk maa ikke findes i for stor Mængde, Leren bliver da en Mergelart, der er uanvendelig til Muursteensbrug, og den iblandede Kalk maa være findeelt. Findes der større Kalkkorn i den formede Steen, da ville disse blive brændte i Ovnen og senere, naar den færdige Steen udsættes for Fugtighed, ville de lædske sig, herved udvide de sig og sprænge Stenen. Iøvrigt spille Kalk- og Jernindblandingerne kun en Rolle, for saa vidt som det er disse, der bestemme den færdigbrændte Steens Farve. Af andre Indblandinger skulle vi endnu kun nævne Smaasteen, disse spille tildeels samme Rolle som Sandet, kun, naar de ere af Flint, blive de farlige, da de saa ville sprænge Stenene under Brændingen.

En Leerart, der indeholder meget Sand, kaldes mager; den giver løse Steen, der let falde fra hinanden, og som let gaae istykker under Transporten. Indeholder Leren kun lidt Sand, kaldes den feed, den revner da let ved Tørringen og svinder meget ved Brændingen, den færdige Steen er tæt, men vil ogsaa hyppig faa Revner i Ovnen.

Muurstenenes Farve er i og for sig ganske ligegyldig, bestaaer Massen især af reen Leer, blandet med lidt Kalk, bliver Farven gulig, anvender man derimod Blaaleer, der indeholder

Jernlter, vil Farven blive rødlig og jo rødere, jo mere Jernlter, der findes.

Men hver enkelt Leerart giver for de velbrændte Steen en bestemt Farve, og Afgivelser herfra tyde paa Mangler ved Stenen.

I Regelen giver hver Leerart 3 Farver, en normal Farve, som de almindelige vel gjennembrændte Steen ville have, samt en mørkere Farve, der antages af de haardst brændte Steen, og en lysere Farve, der antyder, at Stenene ikke ere tilstrækkeligt gjennembrændte.

En Muursteens Godhed undersøges gennem det ydre Udseende, Bruddet og Klangen samt yderligere ved at underkaste den visse Prøver.

Stenenes Ydre. Stenene maa være lige og skarptkantede og ikke vise Revner eller Ridser. Der maa heller ikke være hvide Pletter paa dem, da dette tyder paa Tilstedeværelsen af Kalkdele. Har Stenen henstaaet i længere Tid, navnlig en Vinter igjennem, i fri Luft, vil dens Ydre angive, om der findes Kalk deri i en saadan Tilstand, at den kan skade. I dette Tilfælde vil Stenen deels kunne være revnet, deels vil den have tabt sine skarpe Kanter, idet disse ligesom blade af.

Stenenes Brud. Den sønderbrudte Steen maa vise en eensartet Masse, jo finere og tættere jo bedre, der maa ikke findes Aarer eller Hulheder deri lige saa lidt som større Kalkkorn. Jo større Kraft, der skal til for at bryde Stenen, jo bedre. Men paa den anden Side maa Stenen være let at tilhugge med den skarpe Ende af Muurhammeren, da der ellers gaaer for mange Steen tilspilde under Formuringen.

Stenenes Klang. En god fuldbrændt Steen har en klar metallisk Klang; medens en mindre velbrændt Steen har en mat Klang; denne Prøve falder først for, den giver et næsten ubedrageligt Kjendetegn paa, om Stenen er vel gjennembrændt eller ikke; dog ere Steen af meget mager Leer mindre klangfulde; disse blive dog hyppig fastere med Aarene.

Prøver af forskjellig Art kunne endelig anstilles. Man kan saaledes nedsænke Stenene halvt i Vand, de heelbrændte Steen ville da kun opsuge Vandet til en ringe Høide over Vandstandslinien, de halvbrændte ville derimod blive heelt gennemtrukne; man kan endelig udsætte Stenene for en Frostprøve, saaledes som denne tidligere er beskrevet (Pkt. 6).

De fuldbrændte Steen ere en Deel porøse, nedsænkede i Vand indsuge de hurtigt $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{20}$ af deres egen Vægt; men denne Egenskab taber sig efterhaanden i Muren, og de ere derfor med deres rene og skarpe Kanter vel skikkede til at anvendes i Façader og Ydermure.

De mindre godt brændte Steen, der kaldes halvbrændte Steen eller Blegsteen ere særdeles porøse; de indsuge med Begjærlighed Vand og sprænges derfor let af Frost. De bør ikke anvendes i Ydermure eller paa Steder, hvor de kunne blive udsatte for Fugtighed. Inde i Bygninger til Skillerum kunne de derimod nok anvendes.

Muurstenenes Dimensioner afhænger af, at de let skulle kunne haandteres og gjennembrændes. Stenene maa ikke være større, end at de let kunne behandles med een Haand, og naar Vægten saaledes er bestemt, fordeles Massen saaledes, at de let kunne forbindes i Muren og let gjennembrændes. Almindeligt er Formen paralleloipedisk, saaledes at Længden omtrent er dobbelt saa stor som Bredden, og denne atter dobbelt saa stor som Tykkelsen. Det er i det Hele taget heldigt, at Stenene ikke ere for smaae, deels skrider Arbeidet hurtigere frem, deels bliver der færre Fuger, og dette har dobbelt Betydning, deels at der medgaaer mindre Mørtel, deels at Sætningen bliver mindre.

Hos os er de almindelige Dimensioner:

Længde $8\frac{1}{2}$ — $8\frac{3}{4}$ — $9''$; Brede 4 — $4\frac{1}{4}''$; Tykkelse $1\frac{3}{4}$ — $1\frac{7}{8}$ — $2''$.

I Preussen, Østerrig og Italien ere Stenene lidt større;

hosstaaende Tabel giver nogle af de almindeligst forekommende Dimensioner i forskjellige Lande.

Land.	Klasse.	Dimension i Tom.			Dimension i Centm.			Anmærkning.
		<i>t</i>	<i>b</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>b</i>	<i>t</i>	
Danmark		8½-9	4¼	1⅞-2	23.9-24.2	11	5.2	Svensk Maal.
Sverrig		12	5⅞	3	29.7	14.5	7.5	
Preussen	store	11½	5½	2½	30	14.4	6.5	ou almindel. Wienermaal.
"	mellem	10	4⅞	2½	26.1	12.6	6.5	
"	smaa	9½	4½	2⅞	24.8	11.7	5.8	
"	nyere	.....	.....	.....	25	12	5.5	
Østerrig		11	5¼	2½	29	13.8	6.6	
Italien . . . . .		.....	.....	.....	27-28	13.6-14	3-5-6	
Frankrig . . . . .		.....	.....	.....	22	11	5	

Til særegent Brug anvendes forskjellige Former af Steen: Munkesteen, Mopper, Fliser, Hvælv- og Brøndsteen m. m. Størrelsen overskrider sjelden det Dobbelte af en almindelig Steens i nogen Retning.

Pressede Steen, der tildannes og presses i en Maskine, ere mere fuldkantede og tættere end haandstrøgne Steen; de kunne desuden gives særegne Former. De anvendes meget til Façader, der ikke pudses, og paa Steder, hvor Trykket er stort. Hyppig forsynes de med Fabrikens Stempel.

Glaserede Steen modstaae Fugtigheden bedre end de almindelige Steen, de bruges derfor paa Vindsiden, dog sjelden hos os. Glasuren, der kan bestaae af en tynd Deig af Leer, hvortil er tilsat og vel udrørt c. 20 Dele pulveriseret Sølvglød og 3 Dele Brunsteen, smøres paa den tørre Steen før Brændingen, under denne smelter den da og vil tildeels trænge ind i Stenen. Man kan ogsaa føre Glasuren paa den brændte Steen, men maa da brænde paany. Man maa ikke glasere de Sider af Stenene, der kommer i Berøring med Mørtel, da denne saa ikke vil binde til Stenen.

18. Fremstilling af almindelige Muursteen. Forsaavidt man har Valget mellem flere Leerleier, undersøger man først disse, idet man bestemmer Leiets Størrelse og Mægtighed og undersøger Farven m. m. Det er altid nødvendigt at foretage Prøvebrændinger, idet man først derved kan komme paa det Rene med det endelige Produkts Godhed. En Sammenligning mellem disse Forhold i Forbindelse med de locale Omstændigheder — saasom Arbejdsforhold, Transportafstande, Salgsbetingelser m. m. — maa nu bestemme det fordelagtigste Anlægssted. Selve Fabrikationen deler sig atter i flere Dele.

a. Lerens Udgravning og Tilberedelse.

Leren udgraves — helst om Efteraaret — og spredes i tynde Lag, saa at Regn og Frost kan komme til at paavirke den. De øverste Lag, der gjerne ere gennemtrukne af Planterødder og blandede med Muldjord, benyttes ikke. Man lader Leren henligge en Vinter, den vil da blive udvasket, de opløselige Salte ville gaae bort, ligeledes vil Frostene kunne sønderdele de smaa Kridt- eller Kalkdele, der i Regelen findes indblandede. For at Massen kan blive vel udluftet, vendes den af og til.

Skulde Leren være for feed, tilsættes ogsaa nu den fornødne Sandmængde.

Er Leren for mager, maa en Slemning foretages forinden Spredningen, men det er da ikke fornødent at lade den tilberedte Leer være i længere Tid udsat for Veirligets Indflydelse. Slemningen udføres ved at føre Leren ind i cylinderformede Beholdere; der tilsættes rigeligt Vand, og Massen sættes i Bevægelse ved Hjælp af en Rører, der i Almindelighed bestaaer af en Midteaxel, forsynet med Arme, der ere tildannede som River. Hastigheden, som den meget tynde Deig faaer, maa afpasses saaledes, at de finere Leer- og Sanddele holdes svævende, medens de tungere Sanddele synke tilbunds. Naar Massen har været behandlet i nogen Tid, aabner man for en Udløbsaabning, anbragt i passende Høide, og lader den løbe ud i flade Behol-

dere — i Regelen udgravede i Jorden —, hvor den nu henstaaer til det overflødig Vand er gaaet bort. Slemningen er besværlig og kostbar.

Efter at Leren er bleven vel udluftet, kan den æltes; dette foregaaer enten i cylindriske Fordybninger, udgravede i Jorden, maaskee i selve Leergraven, eller i Kasser, dannede af Muurværk eller Træ. Under Æltningen tilsættes en passende Mængde Vand, saaledes at Leren bliver god plastisk. Tidligere foretog man hyppigt Æltningen med Arbeidsfolk eller Heste, der gik i Leren, nu anvendes hyppigst en Æltemølle (Trosse), (Pl. I Fig. 3), der bestaaer af en lille Vogn, der er stærkt belastet, og som ved en Hestegang med Axel midt i Æltegruben og Gang langs Omkredsen kjøres rundt i Massen; Vognen er da anbragt saaledes, at den samtidig med Omdreiningen forskydes paatvers langs Hestegangens Arm, saa at Massen bliver godt gennemarbejdet. Man anvender ogsaa Æltetønder, der arbejder paa samme Maade som dem, der senere ville blive beskrevet under Mørtelblandemaskiner.

En omhyggelig Æltning er nødvendig, hvis man vil have et godt Resultat. Lerens Eensartethed beroer væsentlig derpaa.

Under Æltningen opsamles og fjernes alle større Steen, der maatte vise sig, dette opnaaes bedst, naar Æltningen foregaaer ved Trædning af Arbeidsfolk, idet disse da kunne føle Steenene; men da Arbejdet er overmaade anstrængende i en stiv Leer, medfører denne Arbejds metode let, at der tilsættes for meget Vand, og Erfaringen viser, at Steenene da blive mere porøse, end en god Steen bør være.

b. Stenenes Formning.

Naar Leren er passende stiv og eensartet, er den tjenlig til Formuigen, der har til Formaal at give Leren de til dens Auvendelse meest passende Dimensioner. Man maa gøre Formen noget større end den Størrelse, som den færdige Steen skal have, idet Leren dels trækker sig sammen under Tør-

ringen, dels svinder under Brændingen. Hvor stort dette Svindmaal skal være, maa Prøvebrændingen have viist, $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{10}$ vil være det sædvanlige, naar man har havt en god Leermasse for sig og anvender Haandstrygning.

Formningen eller, som den kaldes Strygningen, skeer hyppigst ved Haandkraft; man benytter en Form af Træ (Pl. I Fig. 4), sammenholdt ved Jernbaand; den er dannet som en rektangulær Kasse uden Bund, med Høide, Bredde og Længde svarende til Stenens Størrelse, forøget med Svindmaalet. Hyppigst er den dannet saaledes, at man kan forme to eller tre Steen i een Form; Arbejdet fremskyndes derved. I Regelen bringer samme Mand, der stryger Steenene, tillige disse hen paa Tørrepladsen; hver Stryger behøver da kun een Form.

Arbejdet foretages paa et Bord, hvorpaa der findes en Bunke tilberedt Leer, en Kasse med Vand og mulig en Skaal med tørt fint Sand. Formen dyppes i Vand, sættes paa Bordet, og dette saavel som Formen bestrøes med Sand, hvis Leren ikke vil slippe let, hvad Erfaring maa have lært. Arbejderen tager nu en Leerklump af passende Størrelse, som han slaer ned i Formen og trykker godt fast ud alle i Hjørner, derpaa afstryges Overfladen med en Træstryger. Han bringer dernæst Formen med den deri værende Steen hen paa Tørrepladsen, tømmer den her, som det senere nærmere beskrives, og gaar tilbage med den tomme Form for at begynde en ny Formning.

Man former ogsaa paa Maskine; Leren anbringes da i en Kasse og presses ved Hjælp af et Stempel ud gennem en Aabning; anbragt paa Kassens Side. Aabningen har et Tværsnit, der passer til den Steen, man ønsker at frembringe; den udpressede Masse glider paa Ruller og afskjæres med Staaltraad i passende Længder. Naar man bruger Maskiner af denne Art, kan Massen være betydelig mindre fugtig end ved Haandstrygning.

Man kan ogsaa presse de enkelte Steen i en Maskine, maaskee ved Hjælp af hydraulisk Tryk. Man kan enten anvende

tørret Leer, der er flindeelt i en Mølle, og som kan presses tæt sammen og da strax er klar til Brænding, eller man kan anvende almindelig æltet Leer, der da kan blive befriet for den største Deel af det Vand, den indeholder, ved det ved Maskin-formningen tilveiebragte stærke Tryk. Den første af disse Fremgangsmaader, Presning af den tørre Leer, har været brugt i Frankrig; man sparer herved det møjsommelige Æltearbejde; men Methoden er kostbar.

c. Stenenes Tørring.

Man kan skjelne mellem den foreløbige og den endelige Tørring. Den foreløbige Tørring foregaaer gjerne paa Marken under aaben Himmel. Tørrepladsen maa være godt udplaneret og bestrøet med et Lag Sand. Arbeideren, der bringer den formede Steen til Tørrepladsen, bærer den i selve Formen og glatter først den Plads, hvorpaa Stenen skal hvile, med Kanten af Formen; han stiller dernæst Formen med Stenen i paa den lange smalle Side, og idet han nu rask klapper Formen ned, vil Stenen slippe, og Formen kan nu løftes lige op; idet han trækker Formen til sig, glatter han nu den Plads, hvorpaa den næste Steen skal ligge.

Stenene, der ligge paa Fladen, kunne selvfølgelig ikke taale Regn, og det er heller ikke godt, at de blive udsatte for altfor stærk Solvarme; man bruger derfor undertiden at foretage Tørringen i et til alle Sider aabent Skur. Hos os vil Solvarmen sjelden være for stærk, naar Tørrepladsen blot ligger nogenlunde frit og udsat for Vinden; Regn er vor værste Fjende; dog kan ogsaa stærk Blæst virke skadeligt, navnlig naar Lerer er feed, idet Overfladen da kan tørre for hurtigt.

Naar Stenene ere saa tørre, at de kunne berøres, stiller man dem paa Høikant; i Regelen vil dette kunne lade sig gjøre efter 12—24 Timers Forløb.

I denne Stilling staae de nu, indtil den foreløbige Tørring er forbi. Dette Tidspunkt regnes at være indtraadt, naar Stenene

ere saa tørre, at de kunne tages op og flyttes; man skrider da til den fuldstændige Udtørring. Man tager Stenene op og renser deres Sider og Kanter ved Hjælp af en almindelig Kniv for det Sand, der mulig hænger ved fra Tørrepladsen, for at gjøre Kanterne skarpe. Derpaa stables Stenene enten i fri Luft eller undertiden i Skuur; Stenene anbringes paa Høikant med Mellemrum imellem Stenene i de enkelte Lag og med Lagene krydsende hinanden, saa at Luften kan virke paa disse paa alle Sider.

I denne Stilling henstaae Stenene, indtil de ere fuldstændig tørre; at dette Tidspunkt er naaet, bedømmes af følgende Kjendetegn: Stenene maa ikke bevare noget Indtryk af en Finger, der trykkes stærkt mod dem, de maae give en klar Lyd, naar man slaaer paa dem, og Bruddet maa vise en god reen Flade.

Den fuldstændige Tørring medtager gjerne hos os for haandstrøgne Steen 3—5 Uger, og Stenen mister omtrent 25% i Vægt derved. Maskinstenene fordrer over den dobbelte Tid for at blive gjenneomtørre.

En fuldstændig Tørring er en Betingelse for, at man kan faae en god Brænding, man maa derfor sørge for, at den er godt tilendebragt, forinden man skrider til

d. Brændingen.

Denne Proces foretages enten i fri Luft eller i Ovne.

Ved Brænding i fri Luft stables man paa den planerede Jord Stenene lagvis med knuste Steenkul, idet man fornedet anbringer de fornødne større Indfyringer. Stenene stables omtrent paa lignende Maade som ved Tørringen. Det Hele omgives gjerne af en Væg af raa Leer. Man kan brænde saa mange Steen, man vil paa eengang, man er gaet til en Million ad Gangen, men gaaer sjelden over 500000 Stykker, fordi de meget store Ovne fordrer for megen Paapasselighed og sjelden give en god eensformig Brænding. Denne Methode fordrer store Brændselsmængder og anvendes derfor sjelden udenfor de Steder,

hvor passende Brændsel kan faaes meget billigt, og hvor man kun vil brænde et begrændset Antal Steen til Brug paa Stedet. Stenene ere ikke saa smukke som dem, der faaes i almindelige Ovne, men har Veiret ikke været altfor ustadigt, og bliver Indfyringen godt ledet, faar man gode og stærke Steen.

Hos os er det almindeligst at brænde Stenene i Ovne, Teglovne, meest indrettede til at brænde Steenkul, men dog ogsaa til Brænde og Tørv. Man bruger to Slags Ovne, almindelige Teglovne, der slukkes for hver Brænding, og continuerlige Ovne, hvor Brændingen fortsættes uafbrudt.

De almindelige Teglovne (Pl. I Fig. 5) have gjenre en rectangular sjelden en rund Grundplan, de ere hyppigt c. 12' brede, 15' høje; Længden er mere variabel; undertiden ere de lukkede foroven med en Hvælving, men hyppigst gjøres de aabne. For at undgaae uregelmæssige Afkølinger, hvilket navnlig let kan indtræde, naar Ovnen er aaben, omgives den altid af et Træskuur, overdækket med et Steentag.

Paa Ovnens korte Sider anbringes en eller to større Aabninger (*a*), der tjene til at fyde og tømme Ovnen; disse maa være saa store, at man let og bekvemt kan kjøre en Bør med Steen ind og ud af Ovnen. Paa de lange Sider findes Indfyriingsaabninger lukkede med Jerndøre med c. 6's Mellemrum og i Regelen anbragte to og to over for hinanden. Fyres der med Tørv eller Steenkul, maa Brændselet bringes ind paa Riste med Askerum under, der da anbringes paa en Trediedeel af hele Ovnens Bredder lige for hver Indfyriingsaabning. Er Ovnen overhælvvet, anbringes der verticale Aabninger i Hvælvingen, for at give Røgen Aftræk. Man regulerer Ilden ved at stoppe Trækket gennem Indfyriingsaabningerne.

Stenene stables paa samme Maade som ved Brænding under aaben Himmel, saaledes at man giver tilstrækkelig Plads til Brændselet over Risten. Naar Ovnen er fyldt, tilmures Aabningen (*a*), hvorigjennem Stenene bleve indsatte. Man fyrer i Begyndelsen smaat, smøger, saalænge Stenene endnu afgive

Vanddampe, efterhaanden forøges Temperaturen, indtil Ilden er trængt igjennem, saa de øverste Steen gløde; er Ovnen aaben foroven, maa den nu tildækkes med Steen og Leer, og der fyres skarpt et Par Døgn; derpaa standses Fyringen, og man tilmurer Indfyringen og lader Ovnen henstaae til langsom Afkøling. Selve Brændingen medtager 8—10 Døgn og Afkølingen 2—4 Døgn, og idet der endnn maa paaregnes 3—4 Dage til Ovnens Tømming og Fyldning, kan man i Tiden fra Midten af Mai til 1ste November højst paaregne 9—10 Brændinger. Brændelsesforbruget andrager omtrent 2—2½ Td. Steenkul pr. 1000 Stk. Steen.

De continuerlige Ovne ere atter af to Slags, nemlig enten saadanne, hvor Ilden efterhaanden flyttes fremad med Trækket, eller saadanne, hvor Ilden udgaaer fra samme Fyrsted, og Stenene flyttes, saa de passere Ilden i Retning af Trækket.

Den første Art er almindeligst, de kaldes gjerne efter Opfinderen Hoffmannske Ovne og bygges enten som cirkulære Ovne, Ringovne, eller de gives en Rectangelform, Langovne.

Ringovnene (Pl. I Fig. 6) bestaae af en ringformet Hvælving, der omgiver en centralt anbragt Skorsteen. Hvælvingen, der danner Ovnen, er gjerne 8—10' bred og 7—8' høj; dens ydre Støttemuur er paa f. Ex. 12 Steder gjenembrudt med en smal Aabning, saa at man derigjennem kan anbringe og navnlig udtage et Jernskod, der kan danne en Inddeling i Ovnen. Man kan paa denne Maade betragte Ovnen som bestaaende af 12 Afdelinger, hvoraf et vilkaarligt Antal kan sættes i Forbindelse med hinanden, og et vilkaarligt Antal kan afspærres. I hver Afdeling findes desuden anbragt nærmest Nabovnen, hvorfra Ilden skal komme, en Aabning, der fører ind til Ovnen, og en Trækkanal til Skorstenen i det diagonalt modsatte Hjørne. Ved Hjælp af Spjeld kan man efter Behag heelt aflukke eller mindske Trækket fra en Afdeling til Skorstenen. Indfyringen skeer fra oven, idet Hvælvingen er gjenembrudt med 6—8"

vide circulaire Aabninger, der fordeles paa en eensartet Maade over hele Ovnens.

Den almindelige Maade, hvorpaa Ovnens fungerer, er følgende (see Fig. 6). Det forudsættes, at Trækket skal gaae i Retning af Afdelingernes Nummerfølge, og at man er ifærd med at sætte Steen ind i den sidste Afdeling (12); denne er da skilt fra Afdeling (11) ved et Jernskod, saaledes at altsaa Røgen senest fra denne føres ud i Skorstenen. Afdelingerne nærmest foran (12) maa være saa afkjølede, at man derfra kan udtage Stenene, altsaa (1) er allerede tømt, og (2) er under Tømning, samtidig med at (12) er under Fyldning. Den friske Luft kommer ind igjennem de aabne Indgangsaaabninger (12), (1) og (2) og passerer gennem Ovnene (3), (4) og (5), hvor man har ophørt at fyre, og hvor Stenene altsaa henstaae til Afkjøling. Afkjølingen fremmes ved at der er et koldt Lufttræk, og forinden den afkjølede Luft kommer til (5), hvor Stenene endnu ere meget varme, vil den ved Passagen gennem de foranværende Ovne være saa varm, at den ikke kan gjøre nogen Skade (samlg. Afkjølingen ved almindelige Ovne). I Afdelingerne (6), (7) og (8) træffer Luften Ilden; i (6) er denne ifærd med at skulle slukkes, i (7) er der derimod fuld Fyr og i (8) er Indfyringen lige begyndt, den brændte Luft gaar dernæst til de nærmeste Ovne (9), (10) og (11) og udlades i Regelen til Skorstenen fra alle 3 Afdelinger, saaledes at kun Spjeldet i (10) er fuldt aabent, medens det er halvt aabent for (9) og (11); derved vil man faae en passende Smøgevarme for de i disse Ovne værende Steen. Naar Afdeling (12) er fyldt, indsætter man et Jernskod mellem (12) og (11) og tilmurer Indsætningsaaabningen til (12); man kan nu ved at trække det Skod ud, der er anbragt mellem (11) og (12) sætte denne sidste i Forbindelse med Ilden; denne Forbindelse tilveiebringes samtidig med, at (3) har naaet en saadan Afkjølingsgrad, at man kan begynde at tømme den, altsaa udbryde den tilmurede Indgangsaaabning til den, at (6) omtrent er udbrændt, at (8) har faaet fuldt Fyr osv., at i det

Hele taget Ilden er rykket een Afdeling frem. Fyldningen af (1) kan nu begynde. Det sees altsaa, at naar Antallet af Afdelinger er tilstrækkelig stort, vil man uafbrudt kunne holde Ilden oppe. Det er heldigt at have saa mange Afdelinger, at man kan lade en enkelt være tom i et Par Dage, saa at man kan reparere Hvælvinger og Sidemure, hvis disse skulle have lidt noget; men paa den anden Side ønsker man heller ikke flere Afdelinger end fornødent, dels fordi Ovnens fordyres, idet den uden at blive mere leveringsdygtig bliver større, dels fordi hver Afdeling saa i længere Tid er underkastet en Afkjøling, som saavidt mulig bør undgaaes.

Brændselsforbruget er en Deel mindre end ved almindelige Ovne; men stort under 1 Tønde Steenkul pr. 1000 Steen tør man dog neppe paaregne; det afhænger iøvrigt overordentlig meget af den Omlø, hvormed Indfyringen ledes. Udfaldet af Brændingen er ogsaa for en stor Deel afhængig af Indfyringen. Stenene blive i Regelen flammede, naar Leren ellers vilde give gule Steen; man arbejder meget paa at forbedre Indfyrings- og navnlig Afkjølingsprocessen for at faae eensfarvede gule Steen.

Reguleringen af Trækket frembyder visse Vanskeligheder i den circulaire Ovn, Luften er nemlig tilbøielig til at søge ad den korteste Vei til Skorstenen, den stryger derfor sandsynligvis i størst Mængde langs den indre Støttemuur; Stenene langs den ydre Muur blive derfor let mindre godt brændte. Man kan tildeels modarbejde dette ved at stable Stenene saaledes, at Trækket tvinges mere over til Ydermurene; men især har man dog søgt at bøde derpaa ved at bygge Ovnene som

Langovne (Pl. II Fig. 1). De enkelte Afdelinger ere her anbragte paa Siderne af en Rektangel, i hvis Midte der er anbragt en Røgkanal, der staaer i Forbindelse med en Skorsteen, der kan være anbragt over eller udenfor Ovnens. Hele Anordningen er iøvrigt som for Ringovnene; men Luftens og Varmens Tendents til at søge langs den indre Begrænsnings-

muur fremtræder kun ved de Kamre, der ligge i Bøiningerne paa de korte Sider, Trækket fordeler sig paa de lange Sider jævne over hele Tversnittet.

Adskillelsen mellem de enkelte Afdelinger tilvejebringes endnu i Almindelighed ved Jernskodder; Bestemmelsen af det rette Øjeblik til at trække disse har imidlertid sine Vanskeligheder, ligesom Anbringelsen af dem foranlediger, at der tabes en Deel Plads i Ovn; i den senere Tid foretager man derfor Afspærringen ved Hjælp af Papir. De enkelte Afdelinger ere skilte fra hinanden ved en fremspringende Muurfals, hvorimod Jernskodet ellers skulde støtte, paa denne klæbes da med almindelig Klister et Stykke Karduspapir, der har samme Form som Aabningen. De nylig fyldte Ovne aflukkes paa denne Maade, og naar Varmen i Nabooovnen bliver tilstrækkelig stærk, vil Papirot brænde bort af sig selv. Man undgaar altsaa at trække Skoddet og kan stable Stenene tæt op til Mellemrummet.

Ved begge Arter af Ovne maa man sørge for at Infyringskanalerne gaae heelt tilbunds; for at sikre sig dette stikker man Bomme ned igjennem Fyrhullerne til Bunden af Ovn og stabler Stenene derom. Naar Ovn er fuldt stablet, trækkes Bommene op. Selve Stablingen af Stenene er omtrent som i en almindelig Ovn.

Den anden Hovedklasse af kontinuerlige Ovne er endnu i sin Udvikling; da de imidlertid have vunden megen Udbredelse i Nordtyskland, og der ogsaa herhjemme er bygget i det Mindste een saadan Ovn, skulle vi kortelig beskrive dem. Efter Formen benævnes de almindeligt Kanalovne. Ovn (Pl. II Fig. 2) bestaaer af en rektangulair Kanal dækket med en Overhvelving. Kanalen, der gjerne er 150—200 Fod (40—60 Métres) lang, bestaaer af en øvre Deel, den egentlige Kanal, der i Tversnit er c. 3 Fod bred og 4 Fod høj, og en nedre Deel, c. 1' bred, 3' høj, der er en Trækkanal (Fig. 2 a og 2 b). I hele Kanalens Længde er der paa Bunden anbragt et Jern-

banespor. Paa dette bevæges Vogne, der foroven bære en Jernplatform, hvorpaa Stenene stables. Omtrent midt i Ovn findes Fyrstedet, henimod hvilket Vognene bevæge sig, idet de føres ind ved Skorstenen. Er det almindelige Teglstéen, der brændes, skeer Indfyringen directe fraoven paa samme Maade som ved de almindelige Ringovne, er det derimod finere Gods, der skal brændes, og som kunde lide ved at bringes i directe Berøring med Brændselet, anbringes der paa Siderne af Kanalen Ildsteder, saa at kun Flammen trænger ind i Ovn; hyppigst anvendes hertil Gasgeneratorfyring. Den brændte Luft, der søger til Skorstenen, træffer undervejs det Materiale, der skal underkastes Smøgevarme, og, naar Ovn har en passende Længde, og den fremskridende Bevægelse af Vogntoget skeer med passende Hurtighed, vil Materialet være rødglødende, naar det bringes ind i den directe Ild. Naar Ildstedet er passeret, skal Afkølingen foregaae; den friske Luft tages ind i den Ende, hvor Skorstenen staaer, og passerer under Vognene gjennem den nedre Trækkanal, der foroven lukkes ved Hjælp af selve Vognenes Platform, hen til den anden Ende af Kanalen, der er lukket med en Dør. Her stiger den op i den øvre Deel af Kanalen og passerer Vognene med de færdigbrændte Steen, der afkøles herved, medens samtidig Luften opvarmes, forinden den træffer Ilden. Fordelen ved denne Indfyringsmethode er, at Luften forvarmes, forinden den træffer de Steen, der skulle afkøles, og at Ilden uforandret bliver paa samme Sted, hvilket baade giver mindre Brændselsforbrug og en billigere Konstruktion af Ovn.

Ovn er altid heelt fyldt med Vogne; naar en ny Vogn sættes ind, maa der tages een ud i den anden Ende. Vognenes Længde (Fig. 2 b og 2 c) bestemmer, hvor langt Toget skrider frem for hver Indsætning; det Tidsrum, der ligger mellem Indbringelsen af to Vogne, bestemmer, hvor mange Steen, der blive færdigbrændte i Døgnet.

Den lufttætte Forbindelse mellem Vognene og mellem Vognenes Platform og Sidevæggene, der er en Hovedbetingelse for

at den friske Luft virkelig vil passere gennem den nedre Kanal, tilveiebringes deels ved en Fjeder- og Notforbindelse mellem Vognene, der tættes med Leer, deels ved at Platformens Kanter ere omboiede og sænkes ned i Kasser fyldte med Sand, der ligge paa et i Kanalens Sidevæg værende Banket (Fig. 2b).

Hver Vogns Platform er omtrent 3 Fod bred, 5 Fod lang ($1^m \times 1,60^m$), den dækkes for at beskytte Jerndelene med et Par Lag Steen paa Fladen; i Gjennemsnit kunne de belæsses med 5—600 almindelige Muursteen.

Naar en ny Vogn skal indsættes, aabnes Kanalen i begge Ender, og Brændingen standser altsaa. Ved Hjælp af en stærk Skrue, der virker paa en ny tilsat Vogn, skydes hele Systemet en Vognlængde frem, en Vogn med færdigbrændte Steen udtages, begge Aabninger lukkes igjen, og Brændingen gaaer nu sin Gang paany.

Brændselsforbruget ved denne Art Ovne er sandsynligviis mindre end ved Ringovne; Vognbevægelsen er det svageste Punkt. Ledelsen af Fyringen er vanskeligere end ved de tidligere beskrevne Ovne.

e. Sorteringen.

Denne foretages efter Brændingen. De Steen, der have været nærmest ved Ilden, ville være glaserede paa Overfladen, idet de have lidt en begyndende Smeltning. De Steen, der have staaet langs Ydermurene, have i Regelen ikke faaet Varme nok, de ville være halvbrændte. I Midten af Ovnen findes de gode heelbrændte Steen. Fremdeles vil der gjerne være at frasortere en Deel reynede og itubrudte Steen. Stenene sorteres saavidt muligt i de 3 Klasser, naar de tages ud af Ovnen, og hver Slags stables for sig. Det vil dog være vanskeligt strax at skjelne de halvbrændte Steen fra de heelbrændte; i Regelen ville de blive lidt blandede, Sorteringen er her saa meget vanskeligere, som de heelbrændte Steen først efterhaanden

faae deres naturlige Farve, naar de i nogen Tid have været udsatte for Luft og Fugtighed.

19. Lette Muursteen ønskes til særegent Brug, f. Ex. til Hvalvinger. De kunne fremstilles ved at sammenælte Leren med et Stof, der gaaer bort under Brændingen og derved danner større Porositeter. Man bruger f. Ex. sort Tørvejord uden Sand og Rødder eller Cokespulver hertil. Stenene blive godt gennembrændte og ere næsten ligesaa stærke som almindelige Steen. Allerede de Gamle brugte denne Fremstillingsmaade og opnaaede endog at faae Stenene meget lettere end Vand. Den store Kuppel over St. Sofiamoskeen i Constantinopel skal være opført af saadanne meget lette Steen. Nutildags er man naaet ligesaa vidt i Italien; man blander $\frac{1}{3}$ Leer med $\frac{2}{3}$ af en mineralisk Substant (en kiselsur Magnesiaforbindelse), der kaldes fossilt Meel og som findes i Toscana. Disse Steen ere efter en almindelig Brænding meget lettere end Vand, de binde ypperligt til Mørtel, lide hverken af Fugtighed eller Frost og smelte først ved en langt høiere Temperatur end de almindelige Steen; de lede Varmen i en saa ringe Grad, at de kunne glødes i den ene Ende uden at opvarmes synderlig i den anden.

Lette Steen af denne Slags bruges meget i andre Lande (Syden), hvor man bygger meget med Hvalvinger; i Berlin har man ogsaa gjort en udstrakt Brug deraf i den nyere Tid.

20. Hule Muursteen, der ogsaa allerede brugtes i Oldtiden, tildeels i Form af Potler; ere nu paany komne frem i England og begynde ogsaa at finde Anvendelse hos os. De bruges istedetfor almindelige Steen paa Steder, baade hvor det alene gjælder om at gjøre Muurværket saa let som muligt, og hvor det ogsaa er hensigtsmæssigt at have en god tæt Overflade. Den Leer der bruges hertil, maa være federe end til almindelige Steen, Væggene ere nemlig tyndere og vilde ellers ikke staae sig under Brændingen. (Pl. III Fig. 1—4) vise nogle Former af hule Steen.

(Fig. 1 og 2), der vise Tver- og Langsnit af to sammenhørende Steen, bruges meget hos os, de have samme Størrelse som en almindelig Steen. (Fig. 3) viser Langsnittet af en Steen, der bruges i England til Gulve, den tykke Væg lægges opad. Man har fremstillet hule Steen med Tversnit som viist i (Fig. 4) med kun $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{8}$ Tommes Væggetykkelse. Disse Steen maa selvfølgelig presses i en Maskine, og Formerne kunne variere meget.

21. Klinker brændes af mindre sandholdigt, men mere kalkholdigt og federe Leer. Massen maa være saaledes sammensat, at den i en begyndende Hvidglødhede bliver ganske tæt. Klinkerne brændes hyppigt to Gange, de svinde gjerne en Deel i Brændingen og have derfor gjerne et lidt mindre Format end almindelige Steen ($7\frac{3}{4}''$ — $3\frac{3}{4}''$ — $1\frac{3}{4}''$). De modstaae godt Fugtighed, Frost og Slid, de bruges derfor til Vandbygningsarbejder, til Grundbygning og til Brolægninger af Veie, Stalde og Korriderer.

22. Ildfaste Steen. Chamottesteen dannes af den reneste Leer, Chamotte- og Porcellainsleer, der maa indeholde Leerjord og Kiselsyre, men kun lidt Kalk og navnlig kun faa Jernsalte, der befordre Smelteligheden. Analysen af en bekjendt god fransk ildfast Leer har givet 37% Leerjord, 57% Kiselsyre, c. 2% Kalk og 4% Jernilte. Chamotteleren, der skal brændes til ildfaste Steen, er en Blanding af 3 Dele brændt og pulveriseret Porcellainsjord og 2 Dele frisk ubrændt Jord, der paany brændes meget haardt. Stenene faae et grovkornet Udseende, Farven er gjerne graalig eller gulig. Jo bedre Leren er, jo bedre modstaae de den stærke Hede, som man udsætter dem for i Smelteovnene, hvor man anvender dem. De maa formures med ildfast Leer af samme Beskaffenhed som den Leer, hvoraf de ere dannede.

Hos os leverer Porcellainsfabrikkerne ildfaste Steen, vi faae ligeledes Steen fra Höganäs og England — de sidste ansees for

de bedste. — Chamotteleer findes næsten altid dækkende Steenkulslagene.

23. Luftsteen ere raa Leersteen, kun tørrede i Luften, helst beskyttede mod de directe Solstraaler og helst et Par Aar igjennem. De brugtes meget i Oldtiden; de assyriske Stæder vare tildeels byggede deraf, det Indre af de store ægyptiske Pyramider bestaaer ogsaa tildeels af Luftsteen. I vort fugtige Klima kunne de vanskelig staae sig; undertiden bruges vel i de simpleste Landbygninger Mure af raa Leer hos os; men det er da hyppigst klinede Leervægge o: Bindingsværkswægge, hvor Tavlene fyldes med Leer.

24. Tagsteen dannes af federe Leer end almindelige Muursteen, da de skulle være tættere; den Masse, der passer til pressede eller hule Steen vil i Regelen være passende feed. Man gjør dem saa tynde som muligt for ikke at belaste Taget mere end fornødent. Undertiden presses de og forsynes med en Glasur paa Overfladen (see under glaserede Muursteen). Vore almindelige Tagsteen have i Regelen Form af et liggende S (Pl. III Fig. 5) og Farven er i Almindelighed rød, dog ogsaa undertiden graa eller i den nyere Tid ogsaa gul. Har man ikke Leer, der kan give røde Tagsteen, kan man skaffe denne Farve tilveie ved at dyppe den halvtørrede Tagsteen ned i en Slemning af stærkt jernholdigt Leer.

I andre Lande bruger man Steen, der kun have een Krumning eller heelt flade Tagsteen, der ville blive omtalte i et senere Afsnit.

Tagsteen maa i højeste Grad tilfredsstillende Fordringerne til almindelige Steen; een af vore almindelige Tagsteen maa være saa stærk, at den kan bære en Mand, naar han staaer paa den.

Paa Lerens Tilberedelse maa der offres en særlig Omhu; man former Stenen paa følgende Maade. Der tildannes en Plade, lidt større end den færdige Steen, og den krummes over

en Form; i Stenens øvre Kant skal der dannes en Knage, Nakken, hvormed den kan hænges paa Taglægterne, denne tilveiebringes ved at trykke paa Pladen og derved drive Leren ned i en Fordybning, der findes i Formen, og som svarer til den Størrelse, Nakken skal have. Overfladen udplaneres atter ved en lille Leerklump. Stenene tørres først paa Fladen paa Tremmehylder og stilles senere paa Kant til de ere fuldstændigt udtørrede. De brændes i almindelige Ovne og sættes midt i disse, hvor Varmen er meest eensformig. Vore almindelige Tagsteen ere gjerne $14'' \times 9''$ og $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Tommer tykke.

25. **Drainsrør og Ledningsrør** tildannes paa Maskiner, der arbeide ganske som de under Muursteen nævnte. Skulle de forsynes med Glasur, kan dette opnaaes ved at kaste Kogsalt ind i Ovnen mod Slutningen af Brændingen. De Dimensioner, man kan give Rørene, afhænge navnlig af Lerens Godhed. Vægtykkelsen er gjerne $\frac{3}{4}$ —1 Tomme, Længden 9—24 Tommer.

26. **Andre Arter af kunstige Steen**, der bruges i Huusbygningen.

a. **Kunstig Sandsteen** vinder efterhaanden større Udbredelse. Den dannes af vel udvasket Sand, der blandes med en stærk Vandglasopløsning. Den saaledes tilberedte Masse anbringes i en Form, der svarer til den Gjenstand, man vil danne. Naar Stenen er bleven saa tør, at den kan lade sig flytte, udtages den af Formen og bringes derpaa i et Chlorcalciumbad. Det gjælder nu om at faae Chlorcalciumopløsningen til at gennemtrænge Stenen, idet der da vil foregaae en Decomposition mellem dette og Vandglasset, saaledes at der som Bindemiddel mellem Sandkornene dannes kiselsur Kalk, og tillige opløseligt Kogsalt, som kan udvadskes. Denne Gjenemtrængningen af Chlorcalcium søges sikkert derved, at der anbringes Sugere paa Stenen, bestaaende af en Art Sprøiteslanger, hvis Mundstykke støttes mod den, og hvori Luften fortyndes.

Naar Sugningen har været fortsat saa længe, at Dobbeltdecompositionen kan antages fuldført, tages Stenen op og maa nu udvadskes for at blive befriet for Kogsaltet, der ellers vil blive i den og give den en mørk Farve, da det stadig tiltrækker Fugtighed af Luften. Denne Udvadskning foretages bedst i rindende Vand, hvori Stenen nedlægges i længere Tid.

Man kan forme Stenene til allehaande Anvendelser og faae skarpe og smukke Former; vel behandlede staae disse Steen hverken i Udseende eller Egenskaber tilbage for de bedste Arter af naturlig Sandsteen.

Anm. Granit har man ogsaa efterlignet, men dog uden at denne Steenart har faaet videre Anvendelse.

b. **Kunstige Cementsteen** finde nu ogsaa en Deel Anvendelse til Decoration af Bygninger. Man støber Stenene i almindelige Forme — hos os lader man hyppigst Zinkstøberne udføre Arbeidet — af en Blanding af 1 Deel Cement og 1—3 Dele Sand, alt efter Stykkets Størrelse og Tykkelse samt fornødent Vand. De bruges f. Ex. meget til Smaasøiler og Ornamenter og staae sig bedre, end om Ornamenteringen var udarbejdet i Puds.

c. Glas er et Dobbelt-silicat af Kiselsyre, Kalk og Alkali. Det er gjennemsigtigt uden Porøsitet, det lader de høitstemte Varmestraaler gaae igjennem, men holder de lavstemte, f. Ex. fra Kakkellovne tilbage. Det er en daarlig Leder for Varme og Electricitet. Det har en Sammenhængskraft lig de bedste Steenarters.

Godt Glas maa være rent og plant og besidde en vis Elasticitet, det maa ikke blive mat i Luften eller i Heden og maa kunne taale de almindelige Temperaturforandringer uden at springe. Bruddet maa være skarpkantet og glindsende, helst med et lidt grønligt Anstrøg. Til Vinduesglas har det gjerne omtrent 1''s Tykkelse, Speilglas er tykkere og ganske feilfrit man skjelner iøvrigt efter Tykkelsen mellem første og anden Sort Glas. Det Bedste kaldes brabantisk Glas. Til Tagsteen

og Gulvinduer bruges mindre feilfrit og hyppigt lidt grønligt Glas; det maa være en Deel tykkere end til Vinduesbrug, hyppigt 1" og derover.

Foruden disse kunstige Steenarter bruges hos os flere andre Slags, saaledes f. Ex. Skillerumssteen støbt af Gibs, Fundamentsteen af Beton o. s. v.; de finde imidlertid kun en mere indskrænket Anvendelse, og vi skulle derfor ikke omtale dem her, men nævne dem, naar vi omtale de Konstruktionsdele, hvor de finde Anvendelse.

B. Bindestoffer.

27. Bindestoffers almindelige Egenskaber. I Indledningen til Steenmaterialer er det allerede omtalt, at man i Regelen mellem Stenene anvender et Bindemateriale, der kaldes Mørtel, hvis Opgave er:

1. At bevirke, at Trykket fordeles over hele Stenen og
2. At forbinde Stenene saaledes, at deres Stilling sikkert mod Stød og Tryk i Retninger, der ikke hidrøre fra selve Konstruktionen.

Disse Mørtler, hvis Egenskaber vi iøvrigt senere skulle behandle, ere i Regelen ikke enkelte Stoffer, men sammensatte af flere. Det vigtigste Hovedmateriale i saa godt som alle er dog det samme, nemlig Kalk, der derfor først skal omtales.

1. Kalkarter.

28. Kalkarternes almindelige Egenskaber. Kalk forekommer meget udbredt i Naturen, deels i Forbindelse med Kulsyre, deels i Forbindelse med Svovlsyre; begge disse Kalkforbindelser finde Anvendelse til Mørtel, men dog ikke umiddelbart i den Form, hvori de forekomme; begge Arter maa underkastes en Brænding, den kulsure Kalk for at befries for den i samme værende Vand- og Kulsyremængde, den svovlsure Kalk for at befries for Hydratvandet.

Den kulsure Kalk er den almindeligste Forbindelse; den findes overordentlig udbredt og gaar efter Udseendet og Forekomsten under en Mængde forskellige Navne: Kridt, Kalksteen, Marmor, Dobbeltspat o. s. v. Alle disse Kalksteensarter have det tilfælles, at de ved en Ophedning, der maa naae til lys Rødgledhede, afgive deres Kulsyre, og man faaer altid kaustisk Kalk tilbage. At denne kan bruges til Mørtel beroer paa, at den kaustiske Kalk under Paavirkning af en vis Mængde Vand og en eller anden Syre, der kan være enten Luftens Kulsyre eller gelatinøs Kiselsyre og maaskee Leerjord eller enkelte andre Stoffer, lidt efter lidt atter kan hærdes ved at gaae i Forbindelse med disse og danne en fast steenhard Masse.

Den brændte Kalksteen kaldes Steenkalk.

I Regelen er den naturlige Kalksteen ikke ganske reen; men der findes indblandet i den forskellige Salte, saasom kulsuur Magnesia, Leerjord, Jernilte, Kiselsyre, ja selv mindre Mængder organiske Stoffer. De fleste, navnlig de uorganiske Stoffer, forblive i den brændte Kalk og forurene den, saa man ikke har reen kaustisk Kalk.

Udgjøre Ureenhederne i Steenkalken høist 10%, siges den at være feed — ved vore Steenkalkarter ere Ureenhederne i Regelen kun et Par Procent —. Ved at behandle den fede Kalk med Vand, Lædskning, forøges dens Rumfang indtil det to—tredobbelte, idet den optager Vand og danner Kalkhydrat. Dette Kalkhydrat kan atter, anvendt paa passende Maade i Forbindelse med lidt Vand og Luftens Kulsyre, optage dette sidste under Udskilning af Vand og hærde til en fast Masse, der kan forbinde sig kemisk og fysisk med de almindelige Byggesteen. Denne Art Steenkalk giver den saakaldte Luftkalk.

Stige Ureenhederne til 10—30%, kaldes Steenkalken mager. Den magre Kalk udvider sig kun lidt ved Lædskningen; men bestaaer Indblandingerne af visse Bestanddele, der senere nærmere ville blive omtalte, kan den lædskede Kalk faae den Egenskab, at den kan hærde ikke alene under samme Forhold som

Luftkalk, men ogsaa, naar der er et stort Vandoverskud tilstede, ja selv under Vand, og Kalken faaer da Navn af Vandkalk.

Er Ureenhedernes Mængde endnu større, indtil 60%, taber Udvidelsen ved Lædskning sig ganske; men Evnen til at hærde under Vand kan stige endnu mere, og man faaer da de saakaldte Cementer.

Stiger Ureenhedernes Mængde i Steenkalken ud over 60% taber Kalken ganske Evnen til at lædske sig; men Stoffet, der da kaldes Tras, kan, hvis det indeholder visse Bestanddele, blandes med Luftkalk og danne en kunstig Vandkalk.

Den svovlsure Kalk, Gips, forekommer ogsaa meget almindeligt. Brændingen foregaaer ved lav Temperatur, idet den afgiver sit Hydratvand ved 120—130°; naar den brændte Gips pulveriseres og blandes med Vand, optager den atter Hydratvandet og stivner samtidig til en fast sammenhængende Masse. Paa Bevarelsen af denne Egenskab beroer den brændte Gipses Anvendelse til Mørtel. Opvarmes Gipsen over 160°, bliver den dødbrændt, den optager da kun sit Hydratvand meget langsomt, og jo langsommere, jo stærkere den har været opvarmet.

Svovlsuur Kalk forekommer ogsaa som Anhydrid, men er i denne Form aldeles ikke istand til at optage Vand og er derfor uanvendelig til Bygningsbrug.

A. Luftkalk.

29. Kalkens Brænding. Jo renere Kalkstenen er, jo højere Varme taaler den, og jo større Stykkerne ere, jo mere Varme fordrer den for at blive gjenembrændt og befriet for Kulsyren. Den rene Kalk taber ved Brændingen 44% i Vægt og 12,5% i Volumen, men beholder iøvrigt sin Form og bliver altsaa kun noget løsere og lettere. Den noget urene Kalk, som gjerne foreligger, taber lidt mindre baade i Vægt og Volumen.

Indeholde Stenene kiselure Salte, kan man, naar Varmen bliver for høj, være udsat for, at disse smelte paa Stenenes

Overflade og danne en Skal, der hindrer Kulsyren i at undslippe fra den indre Deel af Stenene. Kalken kaldes da dødbrændt. Er Kalken ganske reen, kan den ikke dødbrændes, om end Temperaturen stiger nok saa meget. Brændingstemperaturen er en lys Rødgledhede, og ingen lavere Temperatur, om den end fortsættes nok saa længe, vil være istand til at gjenembrænde Stenen.

Det er fordelagtigt at brænde Stenene, saasnart de ere brudte; den nylig brudte Steen indeholder nemlig gjerne en Deel Brudvand, og dettes Bortgang fremmer Kulsyreus Uddrivelse. Ere Stenene først blevne tørre, vil man vanskelig atter kunne faae dem til at optage Vand igjen.

Kalkbrændingen foregaaer i Ovne, der enten kunne være intermitterende, saa Driften standses for hver Brænding, eller continuerlige, hvor Ilden ikke slukkes, uden naar Ovnen skal eftersees.

30. Ovne med afbrudt Drift. Disse ere endnu de almindeligste her tillands; de gives meget forskellige Former, den hos os hyppigst brugte har følgende Indretning (Pl. III Fig. 6). Ovnens indre Rum har gjerne Form som et staaende, lidt langstrakt Æg, foroven og forneden plant afskaaren, den brede Deel vender nedad og udmunder i et smallere cylindrisk Bundstykke. Høiden er gjerne 12—14' og Vidden kan være c. 8'; gaaer man synderlig ud over disse Grændser, bliver Brændingen let mindre god. Ovnens Ydre har gjerne Form af en afkortet Kegel. Det indre Rum maa beklædes med en Skal af ildfaste Steen; hyppig lades da et smalt Rum aabent mellem denne indre Skal og Ydermuren; dette giver da Plads til Udvidelser for Indermuren og bidrager ogsaa, hvad enten det lades tomt eller fyldes med Aske, til at formindske Afkjølingen. Forøvrigt opføres Ovnen af almindeligt Muurværk og hyppig omgives den med Jernbaand for at holde den sammen, at den ikke skal revne paa Grund af

Varmeudvidelsen. I Regelen omgives Kalkovnen af et Træskaar for at beskytte den mod tilfældig Afkøling.

Ildstedet anbringes i den nedre cylindriske Deel; brænder man Træ, behøves der ingen Rist, bruges derimod Steenkul eller Tørv, da maa der indrettes Rist med Askerum under.

Ovnens Fyldning skeer paa følgende Maade: Først sættes over Ildstedet en Hvælving af de største Steen, der dog ikke maa sættes saa tæt, at Ilden ikke let kan finde Udgang gennem Fugerne, og herpaa stables da de øvrige Steen; de største, der skulle have meest Varme, forneden, og de mindre højere oppe i Ovnen; man fylder saa mange Steen paa, at der staaer en lille Kegle oven ud af Ovnen; under Brændingen vil denne, synke ned, efterhaanden som de nedre Steen svinde.

Brændingen varer omtrent 50 Timer; i Begyndelsen fyres der ikke for stærkt, men Varmen forøges i de første 36 Timer, til hvilken Tid man maa have nåaet til den fornødne Varme, der som tidligere angivet skal være en lys Rødgledhede.

Vil Trækket ikke strax gaa godt, hvad der kan have sin Grund i en mindre omhyggelig Stabling, kan man tilveiebringe de fornødne Aabninger ved at udblæse Ovnen med lidt Krudt, som man kaster ind i Ilden (indtil $\frac{1}{2}$ R kan uden Fare anvendes i almindelige stærkt byggede Ovne); man maa naturligvis være forsigtig med Anvendelsen af dette Mittel; forslaaer det ikke, maa man slukke Ilden og omsætte Ovnen. At Brændingen er færdig giver sig tilkjende ved: 1) at Stenene ere sunkne sammen, saa de indtage $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{15}$ mindre Volumen; 2) at der staaer en klar røgfri Flamme ud af Ovnens Munding; 3) at Stenene have en smuk lyserød Farve, og 4) at man kan støde en Jernstang ind i Steenmassen, som om den var en blød Leermasse. — Iøvrigt ville Arbejderne, naar der altid brændes samme Steenart, snart vide at bedømme, om Brændingen er fuldendt. — Er dette Tidspunkt indtraadt, lukker man omhyggeligt for Indfyringen, og lader Ovnen henstaae til Afkøling. Efter 10—12 Timers Forløb kan man aabne for Indfyringen for at frem-

skynde Afkølingen, og denne er i Regelen afsluttet efter et Par Dages Forløb; man trækker derpaa Stenene ud af en Aabning over Risten.

Navnlig naar Kalken er mindre reen, er man udsat for Dødbrænding; idet de større Kalkstykker for at blive brændte heelt igjennem maa udsættes for en Varme, der let bliver for stærk for Overfladen; man modarbejder dette ved at indlede Vanddampe, der afkøle Overfladen lidt, uden at formindske Varmen væsentligt. Vandbeholderen kan anbringes foran eller under Askerummet, saa at Fordampningen bevirkes ved den i dette værende Varme. Denne Disposition er i Regelen ikke nødvendig hos os, hvor Kalken er feed, derimod meget nødvendig, naar man brænder Kalksteen, der give Vandkalk. Anvendelsen af Damp opgives at forbedre det færdige Produkt, og tjener til at bevare de Dele af Ovnen, der ere udsatte for Ildens directe Paa-virkning; men den er ufordeelig med Hensyn til Brændselsforbruget.

Brændselsforbruget er i almindelige Ovne gjerne 20—25 Tdr. Steenkul pr. Kubikfavn Steen (c. 6 Favne Brænde).

31. Ovne med kontinuerlig Drift. Foruden de ved Muursteen anførte to Arter Ovne til uafbrudt Brænding, nemlig Ovne, hvor Ilden er fremskridende, og Ovne hvor Ilden er uforanderlig, medens Stenene passere Ildstedet, haves desuden til Kalkbrænding en tredje Art, hvor Steenene blandede med Brændsel passere Ovnen.

Den første Art Ovne med fremskridende Ild kan konstrueres ganske som de tidligere beskrevne Hoffmannske Ring- eller Langovne (Pkt. 18), og man kan i disse Ovne brænde Muursteen eller Kalk i de forskjellige Kamre. Driften er den samme som tidligere beskrevet. Hos os findes flere saadanne Kalkovne.

Den anden Art Ovne med fast Ild til Brænding af Kalk er af ældre Oprindelse. Ovnen indrettes saaledes, at Ildstedet —

der er i Regelen flere Indfyringer — lægges ind i Siden af Ovn; Flammen staaer altsaa herfra ind paa Stenen, forneden anbringes der da Aabninger, hvorigjennem man kan tage den brændte Kalk ud. Efterhaanden som man tager brændt Kalk ud forneden, fylder man paa foroven med raa Steen. Stenene passere altsaa igjennem Ovn under Brændingen. (Pl. III Fig. 7) viser en saadan Ovn med 3 Indfyringssteder (a) og 3 Aabninger til Tømning (b).

Den tredie Art Ovne er uden særlig Indfyring; man brænder Kalken ved Hjælp af Kul, hvormed man lagviis blander de brudte Kalksteen, der iforveien knuses, saa Stykkerne ikke ere større end Nødder; den samme Aabning, hvorigjennem den færdige Kalk trækkes ud af Ovn, tjener da til Lufttræk. — Disse Ovne, der bruges meget i Frankrig, gives hyppigst Form af en afkortet Kegle (Pl. III Fig. 8).

Den tidligere omtalte Kanalovn kan ogsaa benyttes til Kalk; men den er kostbarere at bygge og neppe billigere i Drift end de beskrevne kontinuerlige Ovne.

32. Den brændte Kalks videre Forhold og Egenskaber. Den brændte Kalk bør helst lædskes strax efter Brændingen (smlg. Pkt. 33); kan dette ikke skee, maa den tildækkes omhyggeligt, fordi Kalken udsat for Luftens Paavikning optager Kulsyre og derved deelvis taber de ved Brændingen erhvervede kaustiske Egenskaber.

Den brændte Kalk har et smudsigt hvidt Udseende, er stærk ætsende, har en ludagtig Smag og indsuger med Heftighed Vand, under hvilken Proces Luften, der indeholdes i Stenen, undviger med Larm. Er Kalken feed, skeer Optagelsen af Vand under stærk Varmevikling; og Stykkerne springe knitrende itu, der falder Blade af, og det Hele falder tilsidst hen i et mere eller mindre fugtigt sneehvidt Pulver, medens der samtidigt har funden en Rumførelse Sted til det to—tredobbelte.

Det fremkomne fine hvide Pulver er Kalkhydrat; Kalken siges at have lædsket sig.

Den udviklede Varme, der væsentligst beroer paa den kemiske Proces, der foregaaer, fremmer selvfølgelig denne, og Lædskningen vil derfor blive fuldstændigere, naar man anvender kogende Vand, og naar man ikke tilsætter mere Vand end fornødent; om muligt bør man derfor ved en Prøvelædskning have skaffet sig Kundskab om, hvor stor en Vandmængde, der behøves. Den ved Kalklædskningen frembragte Varme kan være saa stor, at Svovl og Krudt kunne antændes, ja selv Jerndelev kunne bringes til Glødning, og Træ kan antændes. Baade for lidt og for meget Vand modarbejder den fuldstændige Lædskning, der forbliver ulædskede Korn i Massen.

Den lædskede Masse vedbliver at være blød, naar den ikke udsættes for den atmosfæriske Lufts Paavirkning; men udsætter man den for Luftens Paavirkning, vil der dannes et haardere Overtræk, der væsentligst bestaaer af kulsuur Kalk, og som tildeels beskytter den indre Masse, der vedbliver at være blød. Nedsænkes Luftkalken i Vand, binder den ikke, tværtimod, en saa stor Deel vil opløse sig, at Vandet mættes dermed. Paayirker Luftens Kulsyre Vandets Overflade, vil der danne sig et fint Overtræk af kulsuur Kalk, der vil synke tilbunds, og et nyt Parti kaustisk Kalk vil opløse sig; dette vil fortsætte sig, saalænge til det Hele er omsat til kulsuur Kalk. Anbringes den lædskede Kalk i rindende Vand, vil efterhaanden Alt opløses og forsvinde.

33. Kalkens Lædskning. Den praktiske Udførelse af Kalklædskningen skeer paa to Maader, enten ved at tilsætte meget mere Vand end fornødent til Kalkhydratets Dannelse, Lædskning til Kalkdeig, eller ved kun at anvende det netop fornødne Vand; Lædskning til Kalkmeel.

a. Lædskning til Kalkdeig er den almindeligste Maade. Paa Bunden af en 4—5' bred, 8—9' lang, 18—20" høj i den

ene Ende lidt tilspidset Trækasse (Pl. III Fig. 14), der kaldes en Lædskekasse, lægges et Lag Steenkalk i c. 6" s Høide. Derpaa gydes der saa meget Vand, at Stykkerne næsten dækkes deraf, og naar de begynde at springe istykker, bearbejdes de med en Hakke, og der tilsættes efterhaanden det fornødne Kvantum Vand — undertiden kun een Gang, men hos os, hvor Kalken er meget reen, gjerne to til tre Gange den brændte Kalks Vægt. — Til Kalklædskning maa bruges reent ferskt Vand. Ureent eller salt Vand indbringer fremmede Bestanddele, der senere foraarsage Ulemper; lædskes der med Søvand, udvider Kalken sig ikke saa meget, som naar ferskt Vand bruges; og dette er iøvrigt forkasteligt paa Grund af de Salte, dette Vand indeholder. Naar Stykkerne ere fiindelte, behandler man den hele Masse med en Jernrager (Fig. 15), indtil al Virkning er ophørt, og det Hele danner en tynd eensartet Deig. Den færdig lædskede Deig skydes nu ud af Lædskekassen gennem en i den tilspidsede Ende anbragt Aabning, der under Lædskningen holdes lukket med et Skod, og falder i en for Enden af Kassen anbragt Kalkkule. Aabningen i Lædskekassen forsynes med en Rist, for at holde Steen og ulædskede Kalkstykker tilbage. Kalkkuler, der kun skulle benyttes til Opbevaring af Kalk til en enkelt Bygning, ere i Regelen udgravede i Jorden; hvis Jordarten er løs, kan Kulen beklædes paa Siderne med Brædder, men den kan lades ubeklædt, hvis den bestaaer af god fast Leer. Skal Kalkkulen benyttes i længere Tid, saa at den jevnlige baade fyldes og tømmes, gjør man den hyppig mere permanent ved at opmure Siderne og dække Bunden med et Lag Steenfliser eller med en Brolægning af almindelige Brosten eller Muursteen paa Kant.

Kalken bør ikke benyttes til Mørtel strax efter Tilberedningen, der vil nemlig altid findes en Deel ulædskede Korn i Deigen, hvilket man kan overbevise sig om ved at gnide lidt af Massen mellem Fingrene, man vil da kunne føle enkelte lidt haardere Korn. Ved Henstand ville disse Korn lædskes sig saaledes, at det Hele bliver fuldstændigt eensartet. Forsaavidt man

ikke giver Kalken Tid til at efterlædskes sig, vil denne Proces senere foregaae i Muren og kan da volde Ulemper.

Kalken bør ikke henstaae udsat for Luftens Paavirkning; den vil trække Kulsyre til sig, og der vil dannes en øvre Dinde, der har mistet sine kaustiske Egenskaber, og som derfor som værdiløst bør bortkastes, naar man senere vil bruge Kalken til Mørteltilberedning. For at forhindre dette Tab tildækker man Kalken i Kulen med et Lag Sand, og den kan nu dækket mod Luftens Paavirkning henstaae, saa længe det skal være uden at forandres. Den bør mindst henstaae et Par Maaneder helst et heelt Aar til fuldstændig Efterlædskning.

Allerede de Gamle vare opmærksomme paa dette Forhold, Plinius beretter, at de ældste Bygningslove foreskrev, at den lædskede Kalk skulde henligge 3 Aar, før den brugtes; men allerede paa Vitruvs Tid foreskrev man blot, at den skulde henligge længere Tid; det italienske Ingenieurkorps foreskriver for Turins Vedkommende, at Kalken først maa bruges 20 Dage efter Lædskningen, og lignende Bestemmelser findes andre Steder, idet Tidsfristen varierer efter den paa Stedet almindelig brugte Kalksteensart.

b. Lædskning til Kalkmeel benyttes sjældnere. Man anvender kun saa meget Vand, som er fornødent for at danne Kalkhydrat; under Processen vil Varmen derfor blive større, og Lædskningen som Følge deraf fuldstændigere; den fremstillede lædskede Kalk er ogsaa, saalænge den holdes tør, mindre udsat for at lide ved Luftens Paavirkning. Man anvender tre forskellige Maader at tilføre Vandet paa, nemlig: Besprøitning, Indsænkning paa eller Selvlædskning.

Lædskning ved Besprøitning. Kalken udbredes paa Bunden af Lædskekassen og besprøites med Vand ved Hjælp af en Vandkande; man vender dernæst med en Skovel og besprøiter paany for at faae befugtet eensartet. Derpaa samler man Kalken i kegleformige Hobe og tildækker disse med et tydt Sandlag eller med Maatter for at holde paa Varmen. Under Lædsk-

ningen vil Sandlaget slaa Revner paa Grund af Udvidelsen, disse maa strax tilklappes. Processen er afsluttet, naar der staaer en hvid fin Støv ud af et Hul, der frembringes ved at jage en Stok ind i Dyngen. Stokken maa ikke blive vaad, da man ellers har tilsat for meget Vand.

Det Vanskelige ved denne Lædskningsmaade bestaaer i at tilsætte netop den rette Vandmængde; baade naar der tilsættes for meget og for lidt, vil en Deel af Kalken blive ulædsket. For hver enkelt Kalkarts Vedkommende bør man prøve sig frem. Der maa dog altid tilsættes mere Vand end netop fornødent til Dannelse af Kalkhydrat, idet en Deel Vand fordampes paa Grund af den udviklede Varme.

Et af Ingenieurcorpset foretaget Forsøg med Saltholmskalk, der almindeligt bruges i Kjøbenhavn, har givet, at man til 1 Kubikfod (51,8 Å) Kalk skulde sætte 0,56 Kubikfod (35 Å) Vand. Af denne Blanding fik man 2,62 Kubikfod (68,1 Å) Kalkmeel.

Der blev altsaa optaget 16,3 Å Vand, det øvrige var fordampet. Havde Kalken været fuldstændig reen, vilde den opgivne Vægt Kalk have optaget 16,4 Å Vand for at danne Hydratet.

Lædskning ved Indsænkning er først brugt af Franskmændene de Lafaye i forrige Aarhundrede. Kalkstykker, der ere knuste, saa at de ikke ere større end Nødder, nedsænkes i Vand i en Vidiekurv. Indsænkningen varer nogle Sekunder, indtil Kalken begynder at opløse sig, Kurven trækkes da op af Vandet og tømmes; Kalken vil nu hurtig henfaldt til et Pulver, der bestaaer af Kalkhydrat. Italienske Forsøg have givet den Mærkelighed ved denne Lædskningsmaade, at de Kalkarter, der ellers ved Lædskning til Kalkdeig fordrer større Vandmængder, her fordrer mindre og omvendt.

Selvlædskning. Denne fremstaaer ved at lade den friskbrændte Kalk henligge udsat for Atmosfærens Paavirkning. Den indsuger da Fugtighed af Luften, opvarmes svagt og henfalder lidt efter lidt til Kalkhydrat, der dog er stærkt blødet med

kulsuur Kalk, idet Atmosfærens Kulsyre ogsaa har indyirket paa den. Processen fremskyndes, naar Kalken kun oplægges i et 1—1½' tykt Lag, og der af og til røres op deri. Selvlædskning varer gjerne et Par Maaneder; den er afsluttet, naar lidt tilsat Vand er nok til at danne Kalkdeig af den dannede Kalkmeel.

Af disse tre Lædskningsmaader sætte vi Lædskning ved Besprøjtning høiest, — og man anseer den endog for bedre, men vanskeligere end Lædskning til Kalkdeig, — lavest Selvlædskning. Franskmændene foretrække Selvlædskning, fordi efter deres Formening den endelige Hærdning skulde fremmes derved, at den allerede er indledet ved Dannelsen af en Deel kulsuur Kalk (samlg. Pkt. 54).

34. Indenlandske Kalksteearter, der ved Brænding give Luftkalk. Disse ere de almindelige hos os. De meest brugte ere forholdsviis meget rene, idet de ikke indeholde mere end indtil 2% Ureenheder. De vigtigste ere:

Faxe kalk, der brydes ved Faxe paa Halvøen Stevns, udslibes navnlig til Østersøen; den er for en stor Deel dannet af Koraller og derfor gennemtrukket med Aarer. Der findes dog enkelte tættere Lag, den saakaldte Faxe Marmor. Den er ialmindelighed haard og fast og brydes i aabne Brud. Paa Grund af Porerne og Aarerne gjenembrændes den temmelig let. Det er det største Brud her i Landet, der brydes c. 7000 Kubikfavne, svarende til c. 336000 Tdr. Kalksteen aarlig (c. 280—300000 Tdr. brændt Kalk).

Saltholmskalken er en fast Steen, adskilt i horizontale Lag ved Striber af Flint. Den brydes paa Øen Saltholm og ligeledes ved Frederiksholms Teglværk ved Kallebodstrand paa Sjælland; den findes i større eller mindre Dybder under hele Kjøbenhavn og Amager. Den er haard og fast og brydes i aabne Brud. Den gjenembrændes uden Vanskelighed; men dog knap saa let som Faxekalken. Saltholmsbruddene lide ved, at Søen undertiden ved Høivande gaer op og fylder Gruberne,

om Vinteren henstaae Bruddene i Regelen fyldte med Søvand. Denne Kalkart bruges ialmindelighed i Kjøbenhavn; den aarlige Produktion er selvfølgelig i høj Grad afhængig af Byggelysten, den naaer op til over 2000 Kubikfavne lig c. 100000 Tdr. Kalksteen (84—88000 Tdr. Steenkalk).

Glatvedkalk findes paa den lille jyske Halvø paa mange Steder et Par Miil Syd for Grenaa. Den bestaaer udelukkende af Rullesteen, og der er derfor ikke Tale om at vinde den i Brud saaledes som ved de to oven anførte Arter. Jorden maa ligefrem opgraves, og heraf samler man da Stenene; imellem Kalkstenene findes en Deel med Kalk overtrukken Flint. Den er nok saa haard og tæt som Saltholmskalken og gjennembrændes nogenlunde let. Den bruges meget i Østjylland og regnes der for bedre end de andre Kalksteensarter, fordi den taaler mere Sandtilsætning end disse. Der brydes aarligt omtrent 1500 Kubikfavne lig c. 72000 Tdr. Kalksteen (60000 Tdr. Steenkalk).

Mønsted- eller Daugbjergkalken, der vindes ved Landsbyen Mønsted c. 2 Miil Vest for Viborg, brydes baade i lukkede og aabne Brud; det er en sammenhængende Masse ligesom Saltholmskalken, og ligesom ved denne findes der ogsaa her iblandt Flintlag. Den er meget løsere i Massen end de tre ovennævnte Arter; naar den brydes om Vinteren, fryser den istykker, saasnart den udsættes for Frost. Den taaler ikke saa megen Sandtilsætning som de andre Arter, neppe mere end to Trediedele af, hvad de andre kunne blandes med. Den bruges meget i Jylland. Bedriften, der for et Par Aar siden udvidedes betydeligt, er nu vist omtrent 1500 Kubikfavne aarligt.

Foruden disse Kalksteensarter findes der andre, der dog kun have en mere lokal Anvendelse. Paa Møen bruges saaledes Skrivekridtet; dette, der er næsten ganske reent kulsuur Kalk, gjennembrændes let, men det er for løst og den vundne Steenkalk er ikke kaustisk nok. Liimstenen og Moleer, der findes ved Liimfjorden, ved Vesterhavet og flere andre Steder, kan ogsaa benyttes.

Den samlede aarlige Production af Kalksteen kan nu her i Landet anslaaes til c. 600000 Tønder.

B. Vandkalk.

35. Vandkalkens Egenskaber. Ligesom Luftkalken udvider Vandkalken sig ved Lædskning; den forholder sig i denne Retning som almindelig mager Luftkalk; Udvidelsen kan synke indtil kun at forøge det oprindelige Volumen meget lidt. Dens Hovedsærkjende er, at den, naar den brændt og lædsket nedsænkes i Vand, kun opløses af dette i meget ringe Grad, og at det, der bliver tilbage, i Løbet af kortere eller længere Tid hærder til en steenhard Masse paa Grund af kemiske Forbindelser, der under Vandets Paavirkning danne sig mellem de forskellige Dele, hvoraf selve Kalken bestaaer. I Luften hærder Kalken ganske paa samme Maade gjennem hele Massen, naar der blot tilsættes tilstrækkeligt Vand. Den hærder hurtigere i Luft end nedsænket i Vand og svinder ligeledes mindre i Luften.

36. Vandkalkens Fremkomst. Luftkalken anvendtes allerede i Oldtiden, den naturlige Vandbygningskalk er derimod, saa vidt man kan skjønne, først brugt langt senere; men allerede i Oldtiden har man brugt kunstig Vandbygningskalk, frembragt, som det senere vil blive omtalt, af en Blanding af feed Kalk og Trasarter. Sandsynligvis har man dog i Oldtiden paa mange Steder bygget med Vandbygningskalk, fordi den Kalksteen, der brugtes til Brændingen, indeholdt de fornødne Bestanddele til Dannelsen af Vandkalk; men man har neppe gjort sig Rede for de nærmere Omstændigheder ved Hærdningen, eller i hvert Fald har man glemt det; thi der findes Intet opbevaret derom. Det var først i forrige Aarhundrede, at man blev opmærksom paa de særegne Egenskaber, der udmærke Vandbygningskalken, og begyndte at forske efter Grunden dertil. I Begyndelsen gjættede man sig frem, Kemien var endnu ikke saa udviklet, at den

kunde hjælpe synderligt; Smeaton fremsatte i 1756 som sin Anskuelse, at det var den i Kalken værende Leer, hvorpaa de hydrauliske Egenskaber beroede; men forøvrigt meente man snart, at det var Brændingen, snart Lædskningen, der betingede Vandkalkens Egenskaber.

En egentlig almindelig anerkjendt Theori fremsattes dog først i 1818 af den franske Ingenieur Vicat i hans Kalk- og Mørteltheori, der var grundet paa Forsøg, som han havde udført i Løbet af 6 Aar. Efter ham have mange Ingenieurer og Kemikere behandlet Sagen og have søgt at fuldstændiggjøre hans Theorier; men i Hovedsagen er man ikke kommen synderlig videre, og hans Theorier danne bestandig Grundlaget for vor Viden i denne Retning.

37. Aarsagerne til Vandkalkens Hærdning. Vicat godtgjorde ad syntetisk Vei, at det var Tilstedeværelsen af Leer — kisel-suur Leerjord —, der betingede Kalkens hydrauliske Egenskaber. Han blandede meget omhyggeligt flindeelt, feed, brændt Kalk med reen Leer og fik da efter Brændingen en Vandkalk, der ikke stod tilbage for de bedste naturlige Vandkalkarter, naar han havde afpasset Blandingsforholdet omhyggeligt. Senere anvendte han ogsaa flindeelt kulsuur Kalk og opnaaede lignende Resultater. Herved fik han bekræftet, at Leren, der fandtes i alle bekjendte naturlige Vandkalkarter, virkelig var en Bestanddeel, der alene bevirkede, at den brændte Kalk fik hydrauliske Egenskaber. Hans Forsøg godtgjorde tillige, at de hydrauliske Egenskaber væsentligt afgang af det Forhold, hvori Kalken og Leren blandedes.

Den naturlige Leer bestaaer som bekjendt af to Bestanddele, nemlig Leerjord og Kisel-syre, og man har fremdeles undersøgt, om det var det ene eller det andet af disse Stoffer eller maaskee begge i Forening, der fremkaldte Bindingsevnen under Vand. Det er særlig de franske Kemikere Berthier og Fremy, der have undersøgt disse Forhold.

Berthier undersøgte en Mængde naturlige Vandkalksteenarter og fandt, at de alle indeholdt større Mængder af Kisel-syre, men at for nogle var Leerjordsmængden meget ringe. To ogsaa hos os bekjendte franske Vandkalkarter fra Teil og Senonches indeholde saaledes respective 18,20 og 17% Kisel-syre, medens Leerjordsmængden kun er 1,20 og 1%. Han saae heri en Antydning af, at Kisel-syren alene var tilstrækkelig til at danne Vandkalk. Beviset leverede han ad syntetisk Vei, idet han fremstillede Vandkalk af ypperlig Kvalitet ved at brænde reen kulsuur Kalk inderligt blandet med meget fint Sand eller pulveriseret Flint.

Dermed er det dog ikke afgjort, at Leerjorden ikke ogsaa skulde spille en Rolle, og dette har da navnlig Fremy hævdet. Han antager, at der ved Brændingen af leerholdig Kalksteen dannes følgende fire Forbindelser: kaustisk Kalk, kisel-sur Kalk, en Kalk-Leerjordsforbindelse og en kisel-sur Kalk-Leerjordsforbindelse. For at disse Forbindelser kunne dannes, maa Kalk være tilstede i Overskud. Naar disse fire Forbindelser bringes i Vand hver for sig, forholde de sig forskjelligt. Den rene Kalk danner Kalkhydrat, der efterhaanden opløser sig. Den kisel-sure Kalk, der er en bestemt kemisk Forbindelse, optager intet Vand og kan altsaa ikke alene danne en Vandkalk. Dobbeltforbindelsen af Kisel-syre med Kalk og Leerjord, der kan være meget forskjellig, kan heller ikke binde alene. Forbindelsen mellem Kalk og Leerjord forholder sig noget forskjelligt, findes der Kalk i Overskud opløser den sig som den rene Kalk, findes der Leerjord i Overskud, er den heelt død; findes derimod Bestanddelene i passende Forhold, dannes der to- og trebasiske Leerjordsforbindelser, der i overordentlig kort Tid hærde til en sammenhængende Masse.

Efter Fremy skulde altsaa Leerjordsforbindelser med Kalk kunne tilveiebringe en Hærdning, naar de ere blandede i de rette kemiske Forhold; medens derimod den kisel-sure Kalk alene er en afsluttet kemisk Forbindelse, der ikke forandrer sig,

fordi der tilsættes Vand. Anderledes stiller Forholdet sig imidlertid, naar den kiselure Kalk blandet med ree Kalk træffer paa Vand. Den rene Kalk lædsker sig da, og det dannede Kalkhydrat indvirker paa den kiselure Kalk, saaledes at der dannes en Dobbeltforbindelse af Kalk med Kiselure og Vand, der opnaar en overordentlig Haardhed.

Begge Undersøgelser godtgjøre altsaa, at Kiselure alene kan bibringe Kalken hydrauliske Egenskaber. Fremys Forsøg belyse tillige Leerjordens Forhold og synes at godtgjøre, at den alene under visse Forhold med et meget ringe Spillerum i Mængdeforholdet kan bibringe Kalken hydrauliske Egenskaber. Praktisk har dette dog maaskee ikke overmaade meget at sige, da Hærdningen indtræder saa hurtig, at Stoffet bliver overordentlig vanskelig at anvende.

De Grændser, indenfor hvilke Kiseluremængden bibringer Kalken hydrauliske Egenskaber, ere meget vide. Kalk, der indeholder 6% er allerede svag hydraulisk, og denne Egenskab stiger med Kiseluremængden, indtil den har naaet 30—40% i den raa Steen, udover denne Grændse aftager den hurtig, indtil den tilsidst ganske ophører; men Forbindelsen kan da være en Tras, hvorefter senere.

At den frie kaustiske Kalk, der ikke indgaaer i Forbindelse med Kiseluren, ikke opløses af Vandet, berøer paa; synes det, at de dannede kiselure Forbindelser omslutte dem ligesom med et Væv. Dette godtgjøres derved, at et Stykke hærdnet Vandkalk, selv om det i længere Tid har været nedsænket i rindende Vand, dog i sit Indre vil indeholde kaustisk Kalk, der, naar det sønderbrydes, vil opløse sig i Vand og altsaa kan paavises der.

Det kan altsaa ialmindelighed siges, at Kiseluren er den væsentligste Bestanddeel i Vandkalk. Leerjorden spiller dog ogsaa en vigtig Rolle, navnlig den at fremskynde Hærdningen; men Erfaringen har paa den anden Side lært, at den hurtigere hærdnende leerjordholdige Vandkalk ikke opnaar en saa stor

endelig Styrke som den langsommere hærdnende mere kiselureholdige.

38. Kiselurens Tilstedeværelse i Kalkstenen. Aarsagen til Vandkalkens Hærdning maa altsaa navnlig søges i Kiselurens Tilstedeværelse; en brugbar Vandkalk maa altid indeholde visse Mængder af dette Stof. Men fordi man i en mager Kalksteen finder et tilstrækkeligt Kvantum Kiselure, er det dog ikke givet, at der ved Brænding af Stenen vil fremkomme en Vandkalk; en nødvendig Betingelse er det, at den forekommer i en saadan Form, at den i det Hele taget kan indgaae Forbindelser; den maa altsaa enten i den raa Steen eller efter Brændingen kunne paavises som gelatinøs Kiselure ved Hjælp af Saltsyre. I Regelen forekommer Kiseluren i uopløselige Forbindelser i den raa Steen; først ved Brændingen vil den ved den kaustiske Kalks Paavirkning blive omdannet i den opløselige Form; men Maa den, hvorpaa den forekommer i den raa Steen, vil hyppigst kunne give Oplysning om dennes Brugbarhed til Vandkalk. Kiseluren kan fremkomme paa fire væsentlig forskellige Maader i den raa Steen:

1. I Forbindelse med Leerjord; den danner da en i Kalken indblandet meer eller mindre fin Leer.
2. Som gelatinøs Syre, der strax giver sig tilkjende som saadan ved Tilsætningen af Saltsyre.
3. Som særdeles fint, i Syrer uopløseligt Kvartspulver.
4. Som Sandskorn, der ligeledes ere uopløselige i Syrer.

Kun naar Kiseluren forekommer som under Nr. 4 angivet, er den at betragte som fuldkommen død, og der er da intet Haab om, at man ved Brænding af Kalkstenen vil kunne tilveiebringe en Vandkalk. Forekommer Kiseluren derimod som under Nr. 1 og 2 anført, er det næsten sikkert og som under Nr. 3 anført er det i høj Grad sandsynligt, at man har en Vandkalksteensart for sig, naar iøvrigt Mængdeforholdene ere passende.

39. Indflydelsen af de andre Stoffer i Vandkalken. Foruden Kiselsyre og Leerjord indeholder Kalkstenen i Regelen andre iblandede Bestanddele, og deraf kan da navnlig mærkes Jern-, Mangan- og Magnesiumsalte, ligesom ogsaa smaa Mængder af alkaliske Salte. Jern- og Mangansaltene ere uden Indflydelse paa Hærdningen, de ere nærmest at betragte som Ureenheder, der gjøre Kalken mager. De alkaliske Salte findes i Regelen kun i smaa Mængder og bidrage maaskee under Brændingen til at lette Kiselsyrens Overgang til den opløselige Form. Magnesiaen, der hyppigst forekommer i Forbindelse med Kulsyre, synes derimod at spille en vis Rolle, som man dog ikke er ganske paa det Rene med. Nogle, og blandt dem Vicat, mene, at dette Stof spiller samme Rolle som og tildeels kan erstatte Leerjorden, andre mene, at Kalken, der indeholder Magnesia, vel hærder under Vand, men at Tilstedeværelsen af dette Stof senere begunstiger Mørtelens Dekomposition og Opløsning. Nutildags synes dog de Fleste at helde til Vicats Anskuelse, og man seer endog særlig Magnesiakalken anbefalet til Anvendelse ved Arbejder i Søvand, fordi den her skulde være særlig uopløselig. Til Belysning af Spørgsmaalet, der dog endnu neppe er ganske klaret, skal det anføres, at man i Departementet Vosges bruger til offentlige Arbejder en Kalksteen fra Kobache, der indeholder 40% Magnesia- og kun 6% Leerforbindelser, og dette ansees for at give en meget god hydraulisk Kalk.

40. Praktiske Hensyn. Ved den praktiske Behandling af Spørgsmaalet maa det imidlertid ikke tabes af Syne, at Kalkens hydrauliske Egenskaber i høi Grad modificeres, ja ligefrem afhænge af en Mængde Omstændigheder, saaledes af den Inderlighed, hvormed Kalken er blandet med Kiselsyre og Leer, selve Kalkstenens Eensartethed, Brændingstemperaturens Høide og Eensartethed m. m. Kalksteensarter, der indeholde de fornødne Indblandinger i tilstrækkelig Mængde, kunne have meget forskellige Egenskaber som Vandbygningsmateriale.

Om en Kalksteensart har hydrauliske Egenskaber, kan prøves ved Forsøg; man brænder og lædsker den til Deig og nedsænker en Prøve i Vand; efterhaanden maa den da størkne efter et Par Dages til høist et Par Maaneders Forløb og da være saa haard, at den ikke modtager Indtryk af Fingrene og kun forandrer Form ved at brydes itu. Efter Størkningen maa Haardheden yderlige stige; i alle Tilfælde maa man have sin Opmærksomhed henvendt paa, om Kalken ikke atter taber i Haardhed, naar den henligger meget længe i Vand; thi i saa Fald vil det være tvivlsomt, om man tør benytte den; man har havt ikke faa Exempler paa Kalkarter, der strax efter Brændingen have viist stærkt hydrauliske Egenskaber, og som anvendte til Bygning under Vand efter et Par eller flere Aars Forløb have decomponeret og opløst sig fuldstændigt.

41. Brændingen og Lædskningen. Brændingen foregaaer i Ovne paa samme Maade som for Luftkalk. Paa Grund af de fremmede Stoffer, som Vandkalken indeholder, er den meget udsat for at blive dødbændt, Temperaturen maa derfor ikke blive for høi; man formindsker Varmen ved at indbringe Vanddamp, saaledes som dette er beskrevet tidligere.

Lædskningen foregaaer ogsaa paa de tidligere beskrevne Maader. I Frankrig anseer man det for bedst at lædske til Kalkdeig, for saa vidt Kalken skal nedsænkes i Vand; er dette ikke Tilfældet, giver Lædskning ved Besprøitning eller Indsænkning omtrent lige saa gode Resultater. Selvlædskning bør derimod aldrig bruges. Man lader Kalken henligge en kort Tid (24 Timer) til Efterlædskning. Lædskningen tager lidt længere Tid, idet den magre Kalk insuger Vandet mindre begjærligt end den fede; den udvides ogsaa mindre, i Regelen forøges Volumen kun til $1\frac{1}{2}$ —2 Gange den brændte Kalks.

Skal Kalken ikke bruges strax efter Brændingen, bør den heller ikke lædskes strax, men maa opbevares i kaustisk Tilstand; i Regelen pulveriseres den og pakkes i Tønder; den bør

dog ikke opbevares ret længe, før den bruges og maa omhyggeligt beskyttes mod Fugtighed.

Vandkalken staaer med Hensyn til sine Egenskaber og Sammensætning mellem Luftkalk og Cement. Alt hvad der er sagt til Belysning af Brændings- og Hærtningsprocessen gjælder tildeels ogsaa Cement.

42. Vandbygningskalkens Forekomst i Danmark. Vandkalk bruges ikke meget hos os; medens vi ere i Besiddelse af mange Kalkarter, der give en god feed Luftkalk, findes her kun et Par Steder Kalkarter, der give en jevn god Vandkalk. De vigtigste indenlandske Vandkalkarter ere:

Frandsen og Meyers graa Cement. Den brændes af en Kalksteen med iblandet Leerskifer, der brydes paa Bornholm. Den kaldes Cement, men er maaskee noget for feed til at kunne være, hvad der efter vor Fremstilling forstaaes ved Cement. Den har været længe kjendt og benyttet, den pakkes i Tønder, der rumme c. 4 Kubikfod; den er løst pakket og Tønden indeholder kun c. 280 G . Den behøver en Deel Sandtilsætning og er et meget brugbart Produkt.

Klintebjergkalken, der nu igjen er kommen i Handelen, eller at Kalkbruddet har været nedlagt i nogle Aar, indeholder i ubrændt Tilstand (smlg. Kalken fra Teil og Senonches) 43,42% Kalk, 15,76% Kiselsyre, 1,66% Leerjord og 34,78% Kulsyre; de øvrige Indblandinger ere alkaliske Salte, Magnesia og Jernilte; et Par % af Kiselsyren forekommer i Form af Sand.

C. Cement.

43. Cementens Egenskaber. Cement indeholder for lidt fri Kalk, til at den for Lædskningsfænomenet karakteristiske Udvidelse kan finde Sted; ved flere Arter synes Lædskningen endog snarere at være forbunden med en Svinding; Bindingen foregaar hurtigt under en ringe Varmeudvikling.

Cement indeholder de for hydraulisk Kalk fornødne Stoffer i endnu større Mængde end Vandkalk, navnlig indeholder den hyppigt mere Leer — 23—40% i den raa Kalksteen — og binder derfor ogsaa hurtigere. I Regelen indtræder Bindingen i et Tidsrum, der varer fra et Par Minutter til høist et Par Dage. Forskjellige ydre Omstændigheder influere iøvrigt paa Bindingen; den foregaar saaledes hurtigere om Sommeren end om Vinteren, hurtigere naar Cementen er friskbrændt, naar der ikke tilsættes for meget Vand, og naar Blandingen er tæt, end under modsatte Omstændigheder. Den endelige Hærtning bliver først afsluttet efter lang Tids Forløb, et eller to Aar igjennem synes gode og ikke for hurtigt bindende Cementer endnu at vinde i Styrke, efter den Tid er der nogle Arter, der vise en ringe Tilbagegang, inden Haardheden bliver stationair.

Under Hærtningen udstøder Cementen et dyndlignende Stof, der i Hovedsagen bestaaer af fri Kalk; er Cementen ned-sænket i Vand, vil denne Kalk efterhaanden opløse sig; udsat for Luftens Paavirkning vil den gaae i Forbindelse med dennes Kulsyre.

44. Forskjellige Cementarter. Ved Cement forstod man oprindelig visse naturlige Jordarter, der blandede med feed Kalk gav denne hydrauliske Egenskaber; nutildags benævnes disse Stoffer hyppigst med Navnene Tras eller Puzzolan, og Benævnelsen Cement bruges nu deels om visse naturlige Vandkalkarter, deels om Kunstprodukter, som have lignende Egenskaber som de dermed beslægtede naturlige Cementer.

De naturlige Cementer brændes af Kalksteen paa samme Maade som almindelig Vandkalk. De bestaae i det Væsentlige af de samme Bestanddele, saa Grænsen mellem dem kan drages noget forskjelligt. I almindelighed fastholder man dog den Adskillelse, som vi have opstillet, og lader navnlig Forholdet ved Lædskningen være afgjørende. Da det imidlertid ofte er vanskeligt heraf at afgjøre, om man har for sig en stærk hy-

draulisk Kalk eller en Cement, er der nu ogsaa mange Forfattere, der inddeler alle hydrauliske Kalksteensarter uden Hensyn til Lødskningsforholdet i 3 Klasser, svag, middel og stærk hydraulisk Kalk og alene tillægge de kunstig fremstillede Vandkalkarter Benævnelser Cement.

Den kunstige Cement fremstilledes først 1825 i England af Mureren Apsdin, der gav den Navnet Portlandcement, fordi den i Farve lignede en i England meget brugt Byggestein fra Portland. Han dannede Cementen ved at blande fint pulveriseret Kridt med en særegen, meget fin Leerart fra Floden Medway, som han dernæst brændte og pulveriserede. Denne Fremgangsmaade gav gode Resultater; han erholdt nemlig et meget eensartet Produkt, der egnede sig fortrinlig til Vandbygningsarbejde, og han fandt derfor mange Efterlignere, der med meer eller mindre Held fabrikerede Portlandcement, og denne Benævnelse er nu den almindelige for de kunstige Cementarter.

45. Portlandcementens Fabrikation. Fremstillingsmaaden af Portlandcement varierer noget efter Raamaterialernes Beskaffenhed, og visse Punkter i Fabrikationen holdes endnu tildeels hemmelige. I det Væsentlige fremstilles Cementen dog paa følgende Maade. Man blander 1 Deel brændt Kalk med 2 Dele frisk Leer eller 5 Dele Kridt med 2—2½ Deel Leer; Blandingen kan enten foretages ad vaad Vei ved en Slemning, og dette er den bedste og billigste Maade, eller ad tør Vei, idet Delene først pulveriseres saa fint som muligt. Ikke alle Leersorter ere lige gode, bedst ere de, der indeholde et Par % Alkalier, idet disses Tilstedeværelse synes at lette den kemiske Forandring, der under Brændingen foregaaer med Kislesyren.

Den sammenblandede Masse formes i Stykker omtrent af en Muursteens Størrelse og underkastes nu en Tørring, der dog maa foregaae paa en saadan Maade, at der aldeles ikke indblandes Sand.

Dernæst skrider man til Brændingen, der foregaaer i al-

mindelige Kalkovne, og som maaledes med særlig Omhu. Det synes at være fordeeligst, at Varmen ikke overstiger en jevn Rødgledhede, og at den holdes nogen Tid paa dette Punkt. Bliver Varmen for høi, er man udsat for, at Massen sintrer sammen og bliver ubrugelig. Iøvrigt synes den Hurtighed, hvormed Cementen binder, at afhænge en Deel af Varmegraden; jo lavere denne har været, jo hurtigere synes Hærdningen at indtræde.

Efter Brændingen pulveriseres Stenen og er nu færdig til Brug. Det endelige Fabrikats Godhed afhænger baade af selve Bestanddelenes Beskaffenhed og af den Omhu, hvormed de forskellige Operationer ere udførte.

46. Portlandcementens Egenskaber. Portlandcementen tilfredsstiller alle de almindelige Fordringer til et godt hydraulisk Stof. Den er let at arbejde med, den hærdner passende hurtigt, opnaaer en forhen ukendt Styrke for Stoffer af denne Natur, binder fortræffeligt til alle de almindelige Arter af Byggestein og modstaaer godt alle almindelige ydre Indflydelser, Luft, Vand og Frost, men maaskee lidt mindre godt Ild. Alle gængse Portlandcementer have omtrent samme Sammensætning, de indeholde:

Kalk	50—60 %
Kiselsyre	10—25 %
Leerjord	6—10 %
Jernilte	4—10 %
Magnesia	1—4 %
Kali og Natron	$\frac{1}{4}$ —4 %

Seet under Mikroskopet viser Portlandcementen smaae krystallinske Blade, — den hydrauliske Kalk seer ud som smaae Kugler, — den leirer sig derfor forholdsvis tæt. Farven er hyppigst mørkegraa, lidt grønlig og varierer navnlig med Jernmængden. En lysere Farve er gjerne Tegn paa en mindre god Brænding.

Den pulveriserede Cement presses i Tønder, hvori den for-

sendes, i Regelen ere Tønderne indvendig belagte med Papir. Cementen forsendes nu ogsaa løst i Sække. Vægtfylden er temmelig stor, idet en Kubikfod af den løse Cement veier 80—100 K . Det bliver nu mere og mere almindeligt at sælge Cementen efter Vægt, saa det er ligegyldigt, om Emballagen rummer lidt mere eller lidt mindre; men jo større Vægtfylden er, jo bedre regnes Cementen at være. Naar Cementen bliver fugtig under Transporten, hærder den heelt eller deelvis, i dette sidste Tilfælde indeholder den haarde Klumper, den kaldes da steenløben og har tildeels kun Værdi som almindeligt Tilslag. Steenløben Cement kan atter opbrændes, men har derved tabt betydeligt i Godhed.

47. Bedømmelse af Cementens Godhed. Det er af overordentlig stor praktisk Betydning at kunne danne sig en bestemt Mening om en Cements Godhed uden at behøve at udstrække sine Forsøg over et altfor langt Tidsrum. Ved Cementens Godhed forstaaer man da, den uforanderlige Haardhed, den kan antages at opnaae, og den Sandtilsætning, den kan taale, uden at den endelige Haardhed synker under et vist Minimum. En kemisk Undersøgelse er til liden Nytte; Erfaringen viser, at Cementer, der have ganske samme kemiske Sammensætning, kunne vise et høist forskjelligt Hærdningsforhold, og Kemikerne have forlængst opgivet at udtale nogen afgjørende Dom. I de senere Aar har man derfor ogsaa rettet sin Opmærksomhed paa de reent fysiske Forhold, og Englænderen Grant og Tydskeren Michaelis have navnlig bragt nogen Klarhed i denne Sag ved mangeaarige Undersøgelser, hvoraf en Deel Resultater ere bleve offentliggjorte i den nyeste Tid, og af hvis Fortsættelse man tør haabe gode Resultater.

Allerede nu have disse Undersøgelser havt det praktiske Resultat, at der i Tydskland er opstillet Normer for de Fordringer, som man maa forlange opfyldte af en god Portlandcement, og disse Fordringers Berettigelse er tiltraadt af alle de

store Fabrikanter. Da disse Normer ogsaa have Betydning for os, angives de her i Uddrag.

«Efter den Brug, der skal gøres af Cementen, maa man forlange den hurtigt eller langsomt bindende; den sidste er at foretrække overalt, hvor det er muligt at bruge den, fordi den er lettere at anvende og tillige i Regelen giver en større endelig Haardhed. En Cement kaldes langsomt bindende, naar Bindingen først indtræder tidligst $\frac{1}{2}$ Time efter Lædskningen.»

«Cementen maa ikke flyde ud^{*)}. Denne Egenskab prøves ved at lægge en tynd, udblødt Kage af reeu Cement paa et Stykke Glas eller en Tagsteen og nedsænke den i Vand. Efter en længere Henliggen der, maa der hverken vise sig Krumninger eller Kantrevner i Cementen.»

«Cementen skal være saa findeelt, at en Prøve kun efterlader høist 25% paa en Sigte med 900 Masker paa en Kvadratcentimeter.»

«Cementen skal prøves for Træk. En god Cement skal, naar den blandes med 3 Dele Sand (i Vægt) efter 1 Dags Henstand i Luften og 27 Dages Nedsenkning under Vand have en Minimalmodstandsevne af 8 Kilogram pr. Kvadratcentimeter. — Det Areal, der overrives, skal være 5 Kvadratcentimeter. Sandet, der anvendes til denne Prøve, skal være Normalsand af en bestemt Fjnhedsgrad; det tilveiebringes ved at sigte naturligt Sand i en Sigte med 60 Masker paa en Kvadratcentimeter, og atter skille det gjennemsigtede fra de fineste Dele paa en Sigte med 120 Masker paa en Kvadratcentimeter. Proven skal anstilles strax paa de af Vandet optagne Prøvelegemer.»

«Har man anvendt hurtigt bindende Cementer, kan man ikke selv af gode Varer efter 28 Dages Hærdning fordre en Modstand mod Træk af 8 Kilogram pr. Kvadratcentimeter.»

Disse Bestemmelser tyde paa, at man mener efter 28 Dages

^{*)} Dette berøer i Regelen paa, at Cementen indeholder for meget Kalk; indeholder den for lidt Kalk i Forhold til Leerjords- og Kiselsyremængden, binder den ikke godt sammen.

Forløb at kunne afgive et bestemt Skjøn over en Cements Værdi.

Den angivne Fjinhedsgrad af Cementen er ikke den absolut bedste, tværtimod, jo finere jo bedre. Michaelis, der har anstillet omfattende Forsøg i denne Retning, har paaviist, at den Portion Cement, der ikke gaaer igjennem Sigten med 900 Masker pr. Kvadratcent., næsten ingen Værdi har for den endelige Haardhed, og han har ligeledes godtgjort, at samme Kvantum Cement taaler desto større Sandtilsætning, jo finere den er pulveriseret.

Af de Michaeliske Forsøg fremgaaer ligeledes, at der er et nogenlunde konstant Forhold mellem det Tryk og det Træk, der kan bydes Cementen paa samme Areal. Forholdstallet, hvortil vi senere skulle komme tilbage, naar vi behandle Mørtelblandingerne, ligger imellem 7 og 10.

Uagtet det hele Spørgsmaal herved er bragt sin Løsning en Deel nærmere, maa man dog endnu anbefale Cementforbrugere at anstille meget omfattende Forsøg og at holde sig til anerkjendte gode Mærker, naar Valget er frit.

48. Almindeligt anvendte Cements i Danmark. De bedst renommereede Cements ere udenlandske Fabrikater; Fredens Møllers Fabrikker, der en Tid forarbejdede Cement, leverede et Produkt, der kunde maale sig med de bedste udenlandske Fabrikkers; denne Fabrikation er nu nedlagt, og de yngre danske Fabrikker have neppe naaet at fremstille et saa godt Produkt som deres udenlandske Konkurrenter.

a. Stettiner Portland Cement (Directeur Lossius) har navnlig vunden stor Udbredelse; det er denne Cement, der i størst Mængde er anvendt ved Kjøbenhavns Søbefæstning. Den var tidligere pakket i Tønder, der indeholdt lidt mere end 4 Kubikfod og veiede omtrent 385 Å — c. 90 Å pr. Kubikfod —, den vil nu sandsynligviis blive leveret i Tønder, indeholdende 170 Kilogram. Den kan efter Forlangende faaes langsomt eller

hurtigt hærdnende. Den har hos os faaet Navn for at være et godt og meget eensartet Produkt.

b. Johnsons Cement er et engelsk Fabrikat, der omtrent er lige saa godt bekjendt som den forrige Art. Pakningen, der ogsaa er god og omhyggelig, skeer i Tønder, der rumme c. $3\frac{3}{4}$ Kubikfod i Maal og c. 360—380 Å i Vægt — c. 99.4 Å pr. Kubikfod —. Cementen har en for de fleste Bygningsarbejder passende Bindetid, den maa nærmest regnes til de langsomt bindende.

c. White & Brothers Cementfabrik i London har tidligere leveret meget Cement til Danmark; nu udbydes det ikke saa meget; det var en Vare af første Kvalitet.

d. Palhude Cement faaes baade fra engelske og tyske Fabrikker; den er pakket som almindelig Portland Cement; den staaer maaskee lidt tilbage for de andre Arter, vi have anført.

I de senere Aar er der opstaaet flere indenlandske Cementfabrikker, deres Fabrikat staaer dog gjeennemgaaende tilbage for de udenlandske Fabrikkers med Hensyn til den endelige Haardhed, de kunne opnaae. Da de imidlertid ere en Deel billigere — hvilket dog maaskee er illusorisk, da de ikke taale saa stor Sandtilsætning som de fremmede Cements —, og da den store Haardhed i mange Tilfælde er uforuden, finde de nu megen Auvendelse. Foruden den tidligere nævnte Frandsen og Meyers graa Cement leveres der nu Cements fra

e. Fabrikkerne Hertha, Rødvig Cementfabrik og Cimbria. Cementserne forsendes i Tønder eller Sække; de have som Bygningsmateriale omtrent samme Værdi som Frandsen og Meyers graa Cement, men Vægten pr. Kubikfod er lidt større.

Nye Cements, baade inden- og udenlandske, komme stadig frem paa Markedet; man maa være varsom med at anvende dem, før de ere omhyggeligt undersøgte, helst maa de have

været underkastet Prøver i længere Tid; Erfaringen maa endnu betragtes som den vigtigste Læremester.

Tidligere brugtes en Deel de naturlige Cementer, Roman og Medina Cementen; de udbydes endnu af og til; men de staae i Regelen tilbage for de nævnte kunstige Cementer.

Undertiden forfalskes Cementen med Gips for at frembringe en hurtigere Hærdning. Da Gipsen er opløselig i Vand, kan den gjøre Skade, og man maa derfor være opmærksom derpaa. Overskrider Tilsætningen ikke 3 %, og er Gipsen jævnt fordeelt, synes den dog at kunne taales.

D. Trasarter eller Puzzolaner.

49. Trasarternes Særkjende. Trasarterne bestaae hovedsagelig af de Stoffer, som gjøre Vandkalken og Cementen hydrauliske; deres Hovedbestanddele ere altsaa Kiselsyre og Leerjord. Man skjælnes mellem naturlige Trasarter, hvor disse Stoffer forekomme i saadanne Forbindelser, at de ved at blandes med feed Kalk og Vand paa passende Maade og i passende Forhold umiddelbart kunne træde i Forbindelse med Kalken og danne en Mørtel, der har alle en hydraulisk Mørtels Egenskaber, og kunstig Tras, der først ved en Brænding faaer lignende Egenskaber som dem, den naturlige Tras besidder.

50. Naturlige Trasarter. De naturlige Trasarter have været kjendte og anvendte i Oldtiden til Vandbygningsarbejder, og de have derfor mange Aars Erfaring for deres gode Egenskaber. De forekomme paa forskjellige Steder, de fleste og bedste ere af vulcansk Oprindelse, de have altsaa været underkastede en naturlig Brænding, som de maaskee skyldes deres Egenskaber. Den i Nordeuropa meest bekjendte Trasart er en graalig Steenart af vulcansk Oprindelse, der findes i Rhinegnene ved Andernach og som gaar under Navnet Tras; den indeholder kun $5\frac{1}{2}$ % Kalk og c. $26\frac{1}{2}$ % Jernite, Kali, Natron, Magnesia og Vand, medens

Resten er c. 49 % Kiselsyre og 19 % Leerjord. Trassen findes i store Lag, den er løs i de øvre Lag, men dybere nede bliver den saa haard, at man tidligere har brugt den til Byggesteen. Den maa pulveriseres forinden Brugen. Den kan ikke hærde alene, men blandes med $\frac{1}{2}$ —1 Maal feed Kalk. Naar den brændes, taber den tildeels sine hydrauliske Egenskaber.

Af andre bekjendte Trasarter skal anføres Puzzolanjord, der findes i Omegnen af Neapel — har sit Navn af Byen Puzzuoli — og Rom; den bedste faaes fra S. Paola nær Rom, den er rødbrun og pulverformig og har omtrent samme Egenskaber som Tras; den indeholder lidt mere Kalk (8—10 %) og lidt mindre Kiselsyre (42—48 %) og Leerjord (14—16 %), end denne. Santorinjord, der findes paa en Ø i Middelhavet, ligner Puzzolanen. Begge de sidste Trasarter have været meget anvendte ved Middelhavets Kyster, nu finde de saavel som Trassen meest kun en local Anvendelse, idet man nu hellere benytter Cementer, der binde hurtigere og som, da de ere værdifuldere, lettere kunne bære de med Transporten forbundne Udgifter.

Ikke vulcanske Trasarter findes f. Ex. i Bretagne i Omegnen af Brest. De forekomme som Steenarter, der indeholde en Deel gelatines Kiselsyre, og de forbedres ved en Brænding ved ikke for høj Temperatur, medens alle de vulcanske Trasser tabe ved en Brænding.

51. Kunstige Trasarter. Simplest dannes disse ved at brænde Muursteensleer og pulverisere den meget flint. Denne Tras har været kjendt meget længe og benyttedes f. Ex. af de gamle Romere. At brændt Leer er istand til kemisk at forbinde sig med Kalk, kan man see deraf, at det er umuligt at vadske den Kalk af Teglstéen, som har sat sig derpaa, naar de overgydes med Kalkmælk. Den Tras, der fremstilles af Muursteen, er imidlertid ikke god, thi Stenene ere ikke eens gjenembrændte, og kun den Deel af Stenen, der har faaet den rette Varme, er anvendelig, det øvrige er i høiere eller mindre Grad at betragte

som Tilslag. Andre kiselure og leerholdige Forbindelser kunne ogsaa ved Brænding give Arter af kunstig Tras. Vandglas, Aske og pulveriseret Glas kan saaledes ogsaa benyttes.

Kunstig Tras kan give en hurtigere hærdende Mørtel end den naturlige; men den staaer langt tilbage i Godhed og Eensartethed for de andre hydrauliske Stoffer.

Alle Trasser, baade naturlige og kunstige, have iøvrigt den Fordeel, hvad ogsaa Forekomsten lader slutte, at de let kunne opbevares, da de kun paavirktes lidt af Luft og Vand.

2. Mørtler.

52. Mørtlers almindelige Egenskaber. Mørtel er Fællesbenævnelsen paa de Bindemidler, der bruges ved Steenkonstruktioner. De bestaae af en blød Blanding af forskellige Stoffer eller af et enkelt blødt Stof, der ved Anbringelsen bringes til at udfylde alle Huulheder og Mellemrum mellem Stenene, og som efterhaanden ved Henstand i Muurværket antager en fast Konsistens. En god Mørtel maa være i Besiddelse af flere forskellige Egenskaber, almindelig forlanger man følgende:

1. Den maa hærdne passende hurtigt og maa indenfor en ikke for lang Tid have opnaaet en passende Haardhed, der om muligt maa tiltage med Aarene.
2. Den maa binde godt til Stenene.
3. Den maa ikke forvitre under de forskellige Paavirkninger, hvorfor den kan være udsat, og
4. Den maa være tilstrækkelig billig i Forhold til Konstruktionens Vigtighed.

I hvilken Grad en Mørtel er i Besiddelse af disse Egenskaber, kan man undersøge ved Forsøg; for saa vidt ingen praktiske Erfaringer foreligger. Forsøgene, der dog i Regelen kun kunne strække sig ud over et kortere Tidsrum, gaae da navnlig ud paa at undersøge, om Mørtelen kan binde (størkne),

og om Haardheden yderligere stiger, samt om Mørtelen kan binde til den paagældende Byggesteen.

53. Mørtelens Bindekraft. Den første Undersøgelse af en Mørtel gaaer ud paa at see, om den i det Hele taget kan hærdne, og man har da hos os vedtaget at sige, at den første Hærdning, Bindingen, er indtraadt, naar Mørtelen, uden at der gjøres Indtryk i den, kan bære en Stift, der forneden er afplattet til et Areal af c. $\frac{1}{9}$ Kvadratinie og belastet med en Vægt af 2,70 \bar{A} , hvilket erfaringsmæssig svarer til, at Mørtlen først vil knuses ved en Belastning af c. 50 \bar{A} pr. Kvadrattomme. (Franskmændene, hvem denne Vedtægt skyldes, bruge en Stift, dannet af en almindelig Naal, 1,2 Centimeter i Diameter, der er filet firkantet i den nedre Ende og som belastes med 0,300 Kilogram.) Naar Bindingen er indtraadt, vil Mørtelen ialmindelighed ikke kunne forandre Form, uden at der tillige finder en Sønderdeling Sted, og Prøver af Vandkalkmørtel kunne nedsænkes under Vand uden at forandre Form paa Grund af Vandets Paavirkning.

Den videre Hærdning undersøges ved Knusnings- eller Sønderrivningsforsøg. Til Knusningsforsøg danner man sig gjerne Prøveterninger af kubisk Form og undersøger, hvorledes Modstandsevnen mod Tryk voxer, efterhaanden som Hærdningen skrider frem, ved med bestemte Tidsintervaller at bestemme den Vægt, der foraarsager en Knusning af Prøveterningen. Man kan ikke nøies med at foretage disse Forsøg med en enkelt Terning ad Gangen, men maa bestemme Knusningsvægten som Middeltal af mindst en halv Snees Forsøg. Sønderrivningsforsøgene anstilles hyppigst paa Steen, formede som Muursteen, paa hvis Midte der er gjort et Indsnit fra begge Sider, saa at der bliver tilbage et Tversnit af bestemt Størrelse. Saavel til Knusnings- som Sønderrivningsprøver kan man benytte Vægtstangsapparater. (Pl. IV Fig. 1 og 2) vise de Apparater, der have været anvendte hos os ved Cementprøver for Leverancerne til Søforterne; lignende Apparater kunne bruges til Prøver for almindelig Mørtel, en nærmere

Omtale faae disse Apparater senere (Pkt. 65). Man maa selvfølgelig drage Omsorg for, at Belastningerne anbringes uden Stød, og at de virkende Kræfter angribe Prøvelegemerne normalt paa de Arealer, der skulle knuses eller sønderrives. Alle disse Prøver, der anstilles i det Smaa, give i Regelen vel gunstige absolute Resultater, fordi Mørtelen i slige smaae og omhyggeligt tilarbejdede Prøvelegemer vil være heldigere stillet end i det færdige Muurværk. Men de ere at anbefale som Kontrol for den relative Godhed, naar man blot sørger for, at alle Prøverne ere eens behandlede.

Mørtelens Bindekraft til Steen prøves ved direkte Forsøg; man murer to Steen sammen overkors og bestemmer den Kraft, der maa til for at rive dem fra hinanden enten vinkelret paa Fugens Retning eller i dennes Plan. Da Bindekraften til Steen, især til de kunstige Steen, hyppigt er større end Mørtelens egen Sammenhængskraft, vil man jævnligt ved dette Forsøg kun faae dette godtgjort, og altsaa ikke et Maal for selve Bindekraften til Stenene.

Den fuldstændigste Undersøgelse af Mørtelens Egenskaber skeer selvfølgelig ved en Prøvemuring, dette maa navnlig anbefales, naar der slet ikke foreligger ældre Erfaringer; men der udfordres hyppigt hertil baade megen Tid og store Pengemidler.

A. Luftmørtel.

54. Luftmørtelens Bestanddele. Luftmørtelen bestaaer af en Blanding af Luftkalk (feed Kalk) Sand og Vand. Betingelsen for at faae en god Luftmørtel er, at disse forskellige Bestanddele ere saa rene og vel behandlede som muligt, at Blandingen skeer i det rette Forhold mellem dem, og at den er saa inderlig som muligt.

Kalken, der anvendes til Mørtel, maa have havt Tid til at lædske sig fuldstændigt, der maa ikke findes ulædskede Korn i den, disse ville nemlig senere efterlædske sig i Muren og ved den derved forårsagede Udvidelse maaske endog sprænge denne; i hvert Tilfælde vil et saadant senere selvæltsket Korn

sandsynligviis kun vanskeligt kunne hærde til en fast Masse og vil saaledes danne en Afbrydelse i Muurværket.

Kalken er den Deel af Mørtelen, som skal tjene til at binde denne sammen indbyrdes og med Stenene; udsat for Luftens Paavirkning optager Kalken nemlig igjen Kulsyre af denne og hærder under Afvigelse af noget Vand til kulsuur Kalk; samtidig hermed svinder den lidt i Rumfang. Denne kulsure Kalkforbindelse er imidlertid ikke af samme kemiske Sammensætning som den, der oprindeligt fandtes i den raa Kalksteen, den indeholder nemlig tillige Hydratvand, hvilket i Regelen ikke findes i den naturlige Steen; thi Brudvandet, som denne indeholder, er kun en fysisk Indblanding. Den Vandmængde, som indeholdes i Kalken, der er lædsket til Kalkmeel, er c. 22%; Kalken, der er lædsket til Kalkdeig, optager endnu mere Vand, og der vil desuden, naar den ikke har henstaaet saa længe, at den er bleven ganske tør, findes frit Vand tilstede. Den kemiske Forbindelse, der dannes ved Hærdning, bestaaer af lige Dele kulsuur Kalk og Kalkhydrat; den indeholder altsaa kun lidt over 10% Vand, følgelig maa Kalken ved Hærdningen afgive Vand.

Hærdningen af almindelig feed Kalk foregaaer først paa Overfladen, der er i umiddelbar Børøring med Luften og forplanter sig derpaa lidt efter lidt ind i Massen; saasart det hærtnede Lag imidlertid har faaet en vis Tykkelse, foregaaer denne Forplantelse overordentlig langsomt, og nogle Forfattere mene, at hvis den ikke ganske ophører, skyldes det den Omstændighed, at de forskellige tynde Kalklag selv søge at bringe hinanden i Mætningslignevægt, saaledes at de allerede mættede Lag afgive en Deel af deres Kulsyre til Nabolagene for selv at optage en ny Portion fra at ydre mere mættet Lag osv. Forplantelsen af Kulsyren skulde da finde Sted paa samme Maade som Varmeforplantelsen i Legemers Indre. I hvert Fald godtgør Erfaring, at Kulsyreforplantelsen skeer saa meget desto langsommere, som Kalken er længere fjernet fra Overfladen, og som det allerede hærtnede Lag er bleven tykkere.

Af denne Fremstilling fremgaaer det ogsaa, hvorfor den i Vand nedsænkede Luftkalk ikke kan hærde, den undrages nemlig Paavirkningen af Luftens Kulsyre.

Sandet har et dobbelt Formaal. Blandet med Kalken giver det denne en større Overflade, altsaa en gunstigere Betingelse for at hærde og giver tillige Punkter, om hvilke de smaae kulsure Kalkkrystaller kunne gruppere sig, og som de kunne sammenbinde. Krystallisationen er den Iver, hvormed Kalken søger at bemægtige sig Kulsyren, fremmes sandsynligviis herved. Men Sandet har en anden, ikke mindre væsentlig Egenskab, der kommer til Anvendelse her, og det er dets store Evne til at fordele Tryk. Saalænge Mørtelen er ganske blød, er det vaade Sand det eneste Bindemiddel mellem Stenene i de enkelte Skifter, og det leirer sig da saa tæt som muligt; efterhaanden som Mørtelen hærder, antager det Hele mere og mere Karakteren af en eneste sammenhængende, med Byggestenen fast forbunden Steenmasse.

Sandet maa være reent og skarpkantet og helst kun bestaae af Kvartskorn. Det maa ikke indeholde Leer eller Salte, lige saa lidt som organiske Stoffer; alle saadanne Indblandinger hindre Hærdningen og kunne maaskee endog, naar de komme i Forbindelse med Kalken, bevirke, at der dannes ganske andre Kalksalte end dem, man tilstræber. Sandet maa være skarpkantet, jo skarpere, desto større bliver Overfladen, og jo bedre hefter Kalken sig dertil. Navulig til Pudsearbejder er det vigtigt at iagttage dette; i Kjøbenhavn anvendes ofte for fiint og for rundkornet Pudsesand. Jo federe Kalken er, jo grovere bør Kornene ogsaa være og omvendt.

Vandet bør være reent og ferskt af de samme Grunde, som ere anførte under Kalklæskningen.

Ureenheder i Sandet eller Vandet give sig tilkjende ved, at der paa Muren under Hærdningen afsætter sig et hvidt krystallinsk Stof, det saakaldte Muursalpeter, hyppigt bestaaende af kulsurt og svovlsurt Natron, maaskee ogsaa af salpetersure For-

bindelser. Chlornatrium, der findes i Søvand, decomponeres af den kaustiske Kalk, og det dannede Chlorcalcium bliver i Muren og gjør denne vedvarende fugtig.

55. Blandingsforhold mellem Mørtelens Bestanddele. En væsentlig Betingelse for, at Mørtelen kan hærde til en steenhard Masse er, at Bestanddelene findes i det rette Forhold. Af den Fremstilling, der er givet af de Roller, som Kalken og Sandet spille i Mørtelen, fremgaaer det, at der ikke bør være mere Kalk tilstede end netop saa meget, at det i den kemiske Forbindelse kulsur Kalk- og Kalkhydrat høist kan fylde Mellemrummene. Mellemrummene mellem Sandskornene kunne maales ved at fylde en Kasse af givet Rumfang med godt tørret Sand og hælde Vand paa, indtil alle Mellemrum ere opfyldte, og Vandet staaer op til Overkanten af Sandet. Ved Maaling af det Vand, der hældes paa, eller ved Veining af Sandkassen før og efter Paafyldningen, kan man bestemme Vandmængden og deraf alter Rumfanget og altsaa Mellemrummenes Størrelse. Forinden man paafylder Vandet, maa man ved at støde til Kassen sørge for, at Sandet falder godt sammen, saa at der ikke findes Huulheder i Massen, hvilke erfaringsmæssigt let daane sig langs Kassens Sider. Har man med temmelig eenskornet, ikke for fiint Sand at gjøre, vil Mellemrummenes Størrelse omtrent være $\frac{1}{3}$ af det Hele, bestaaer Sandet derimod af finere og grovere Korn, saa ville hine tildeels fylde Mellemrummene mellem disse, og det tomme Rum vil da blive lidt mindre. Erfaring viser imidlertid, at tørt Sand svinder ved Vandtilsætning. Paa Grund af Haarrørskraften leire Kornene sig tættere. Enkelte Forfattere angive denne Svinding til $\frac{1}{6}$ af det hele Volumen.

Paa Grund af den Vigtighed, som det har ved alle Mørteltilberedninger at være fuldstændig paa det Rene med Størrelsen af de Mellemrum, der findes i den Sandart, man anvender, maa man altid anbefale, at der anstilles Forsøg for at maale det. For at disse Forsøg ikke skulle blive vildledende, maa man iagttage, at

Sandet anvendes i fuldkommen tør Tilstand, og at det ved Rystning og Stødning bringes til at fylde Maalet godt og falde tæt sammen, forinden Vandet paaføres. Iagttages dette ikke, er man meget udsat for at begaa Feiltagelser. For at godtgjøre dette skal her anføres et Forsøg, anstillet i det Smaa med Strandsand, hvis Korn vare af $\frac{1}{5}$ - $\frac{1}{10}$ Linies Størrelse, og som omtrent vare af samme Beskaffenhed som det, der almindeligt bruges til Pudsearbejder i Kjøbenhavn.

Der anstilledes to Forsøgsrækker for at komme paa det Rene med Betydningen af Sandets Fugtighedsgrad.

1. Det fuldstændig tørre Sand bragtes ganske løst i Maalet, og dette afstrøges. Ved stærk Rystning og navnlig ved at støde Maalets Bund heftigt mod Underlaget, bragtes Sandet til at leire sig saa tæt som muligt. Det sank herved saa meget sammen, at det kun indtog $\frac{7}{8}$ (0,877) af det oprindelige Rumfang. Derpaa blev der paagydt Vand, og Sandet optog nu lidt mere end $\frac{1}{5}$ (0,36) af det reducerede Rumfang, før det øverste Lag var fuldkommen gjennemvædet. Den fugtige Masse rystedes nu atter stærkt og svandt derved yderligere sammen, saaledes at det endelige Rumfang nu kun var $\frac{6}{7}$ (0,86) af det oprindelige.

2. Dernæst anstilledes et Forsøg med Sand, der var i Besiddelse af saa megen Fugtighed, som Muursand ialmindelighed har, naar det bruges. Sandet maales først løst i Maalet og bragtes derpaa til tæt Leiring ved Stødning og Rystning; det svandt herved meget betydeligt, nemlig til $\frac{4}{5}$ (0,79) af det oprindelige Volumen. Dette mættedes derpaa fuldstændigt med Vand og optog lidt mindre end $\frac{1}{5}$ (0,32) af sit nuværende Rumfang. Det saaledes gjennemvædede Sand bragtes nu atter til tæt Leiring ved at rystes og stødes, og det trak sig nu saa meget sammen, at den hele Svinding androg mere end en Trediedeel af det oprindelige. Det nye Rumfang var $\frac{2}{3}$ (0,65) af det oprindelige.

Forsøgene tyde paa, at fuldstændig tørt Sand i det Hele taget leirer sig tættere end Sand med en ringe Fugtighedsgrad, ligesom ogsaa at det er temmelig let at faae det tørre Sand til

at leire sig næsten fuldstændig tæt, medens dette er saa at sige umuligt for svagt befugtet Sand.

Forsøgene synes i det Hele taget at pege hen paa, at det maaskee var rigtigere at blande Mørtlerne efter Vægtdele og ikke, som det almindeligt gjøres, efter Maal, og dette bør i al Fald altid anbefales, naar man vil anstille nøiagtigere Mørtelundersøgelser (smilgn. senere under Cementmørtel).

Ved Fremgangsmaader, som de beskrevne, kan man altsaa bestemme, hvormeget Kalk der maa tilsættes, for at fylde Mellemrummene mellem Sandskornene. Mere Kalk bør ikke tilsættes, fordi Hærdningen da bliver vanskeligere, og fordi Kalken svinder lidt under Hærdningen, og derved forøges Sætningen i Muurværket; lidt mindre Kalk turde være det hensigtsmæssigste og er ogsaa det almindeligst anvendte, Krystallisationen foregaaer lettere, naar det Hele ikke er leiret altfor tæt; selvfølgelig maa man ikke fjerne sig langt fra det Maal, som fylder Mellemrummene mellem Sandet; thi en for mager Mørtel vil ikke faae Sammenhængskraft nok.

Det almindelige Blandingsforhold hos os er 1 Maal Kalk lædsket til Kalkdeig med 2—4 Maal Sand; den mindre Sandmængde passer da til den noget magre og mindre velbrændte Kalk, den større Sandmængde til den federe og vel gjennembrændte Kalk. En god Blanding tilsteder maaskee ogsaa Auvendelsen af en større Sandmængde.

Den Vandmængde, der maa tilsættes, retter sig efter Kalkens og Sandets Fugtighedsgrad. Mørtelen maa have en nogenlunde stiv grødagtig Konsistens, saa at den let slipper Muurskeem i en samlet Klump; der maa hverken være saa meget Vand, at Kalken og Sandet skille sig fra hinanden, og det Hele flyder ud, eller saa lidt, at Mørtelen slipper Muurskeem i smaa Stykker. En Prøveblanding bør helst foretages for at bestemme den rette Vandmængde.

56. Mørtelens Tilberedelse. Den største Eensformighed i

Blandingen opnaaes ved først at blande Sand og Kalk i tør Tilstand. Man kan i dette Tilfælde foretage Blandingen paa følgende Maade. I en saakaldet Slagbænk (Pl. III Fig. 9) bestaaende af en 6—7' lang, 4—5' bred og 7" høi Trækasse med skraa Sider, udbredes først Sandet i et jævnt Lag; det maales lettest i en Kasse uden Bund hensat paa Slagbænkens Gulv. Den ligeledes maalte Meelkalk spredes over Sandet i et jævnt Lag. Massen vendes med en Skovl og oplægges i en Bunke i Midten af Slagbænken; den kastes dernæst af to Arbeidere imod hinanden en Gang frem og en Gang tilbage. Er Blandingen ikke bleven eensformig, gjentages denne Operation. Man tilsætter dernæst omtrent $\frac{2}{3}$ af den hele fornødne Vandmasse, samler atter i en Bunke i Midten og slaar denne igjennem med Slagjernet, en paa et Træskafte anbragt lidt krummet flad Jernstang (Pl. III Fig. 10); dernæst tilsættes Resten af Vandet, og Operationen gjentages paany. Den saaledes tilberedte Mørtel kan opbevares i nogen Tid under et Sandlag, men bør ikke henstaae ubenyttet i Luften.

Almindeligere er det at anvende Kalken som Kalkdeig; den bredes da ud over Sandet i Slagbænken, og det Hele gjenarbejdes med en Skovl og Muurkølle (Pl. III Fig. 11), indtil Massen viser sig fuldkommen eensartet, det vil sige af eensformig Farve og Tæthed og uden Kalkpletter eller Kalkstriber, naar man skjærer den med Muurkøllen. Under Bearbejdningen tilsættes det fornødne Vand; er Sandet lidt fugtigt og benyttes Kulekalk, der ikke er bleven altfor tør ved Henstand, behøves der meget lidt Vandtilsætning. Da det er lettere at arbejde i Massen, naar den er meget fngtig, tilsætter Arbejderen hyppigt for meget Vand.

Vel tilberedt Mørtel udgjør $\frac{1}{5}$ — $\frac{5}{7}$ af Bestanddelenes samlede Rumfang; man kan antage, at en Arbejder daglig kan tilberede 30 Kubikfod.

57. Mørtelens Tilberedelse paa Maskine. Skal man bruge større Mængder Mørtel, er Tilberedningen ved Haandkraft for

kostbar, det bliver en Deel billigere at anvende Maskiner. Disse have tillige den Fordeel, at man let faaer en langt omhyggeligere og mere eensartet Blanding end ved Haandkraft, idet man er langt mindre afhængig af Arbejdernes Dygtighed og Samvittighedsfuldhed. Det bliver nu mere og mere almindeligt, at selve Kalkværkerne levere maskintilberedt Mørtel til Brugerne; denne bringes da til Arbejdsstedet i store Kasser og kan altsaa altid have frisk tilberedt.

Den simpleste Mørtelmølle, construeret af Franskmanden St. Leger (Pl. III Fig. 12), bestaaer af to Vognhjul, anbragte paa en horizontal Axel, der kan dreies omkring en midt imellem Hjulene anbragt vertikal Axel. Bevægelsen tilveiebringes ved Heste, der spændes for den forlængede Axel og gaar i en Hestegang med den verticale Axel som Centrum. Hjulene bevæge sig rundt i en ringformig Slagbænk, hvis største Radius i Bunden kan være 6—7 Fod og den mindste $4\frac{1}{2}$ —5 Fod, saa at den altsaa faaer en Brede af $1\frac{1}{2}$ —2 Fod i Bunden og udvider sig opad til en Brede af c. 3 Fod med en Dybde af c. $1\frac{1}{2}$ Fod. Hjulenes Afstand fra Rotationsaxen er ikke den samme, for at de ikke skulle bevæge sig i det samme Spor; de ere c. 5 Fod i Diameter og ere stillede saaledes, at det ene af dem bevæger sig langs Slagbænkens indre Skraaning, det andet langs den ydre. Lodret paa den horizontale Axels Midte og solidt forbunden med den ved Skraabaand er anbragt en anden horizontal Arm, der paa den yderste Ende bærer to Skrabere, der bevæge sig respective langs den indre og den ydre Skraaning af Kassen, saaledes at de føre Mørtelen hen paa det Spor, som det efterfølgende Hjul skal gjenneumløbe. Ofte anbringes disse Skrabere ogsaa paa selve Hovedaxlen.

Undertiden bliver Slagbænken bygget af Muurværk og lægges saa høit op, at man gennem en Aabning i Bunden, der kan lukkes med en Klap, kan styrte den færdige Mørtel ned i en lavere Beholder, hvorfra man da kan hente den, efterhaanden som man faaer Brug for den. Den forøgede Bekostning ved

denne Installation af Slagbænken vil hyppig indvindes igjen ved den lette Transport. Naar Mørtelen er færdig, aabner man for Klappen og anbringer istedetfor den ene Skraber, en Slags Stigbor af samme Form som Slagbænken; denne vil da skyde Mørtelen foran sig hen til og ud gjennem Aabningen i Bunden.

I denne Slagbænk anbringes Mørtelmaterialeerne paa samme Maade som i den almindelige Slagbænk.

Denne Maskine har den Mangel, at den optager megen Plads; mindre Plads optager Mørtelblandetønden (Pl. III Fig. 13); den bestaaer af en opretstaaende cylindrisk Tønde, i hvis Midte der er anbragt en vertical Axel, der kan sættes i Bevægelse, f. Ex. ved en Tandhjulsforbindelse. Den staaende Axel er forsynet med Arme, i hvilke der er anbragt en Række prismatiske Jernknive, der ved Omdreiningen bevæge sig mellem et System af faste Knive, anbragte paa Arme, der ere fastgjorte i Tøndens Sider. Mørtelens Bestanddele styrtes foroven i Æltetønden og naar Blandingen er forbi, udtages Mørtelen gjennem en Aabning, der er anbragt forneden.

Man anvender ogsaa liggende Blandemaskiner med horizontal Axler, saaledes at Knivene ere lidt skraatstillede og altsaa skyde Mørtelen frem, samtidigt med at de blande den.

58. Mørtelens Hærdning og øvrige Forhold. Den første Hærdning eller Forbindelsen mellem Mørtelens Bestanddele indbyrdes og med Stenene beroer paa mekaniske Aarsager, saasom Haarrørskraften, Trykket og den delvise Udtørring; i almindeligt Muurværk kan dette Tryk neppe blive for stort; jo mere sammentrykket Mørtelen bliver, jo større Tæthed vil den faae. Den fremskridende Hærdning beroer paa den tidligere omtalte Egenkab ved Kalken, at den optager Kulsyre af Atmosfæren og afgiver det overflødig Vand. Samtidigt hermed binde Krystallerne til Stenene, og deels binde de til, deels omslutte de Sandskornene. Med visse Steenarter, f. Ex. brændte Muursteen, indgaaer den kaustiske Kalk tillige en kemisk Forbindelse, der

dog kun er fuldkommen overfladisk. Deels igjennem Porerne, der findes i Stenene og tildeels i selve Mørtelen, kan en ringe Luftforplantning finde Sted, saa den i Muren indesluttede Kalk kan modtage lidt Kulsyre ad denne Vei; deels finder maaskee ogsaa en Forplantning af Kulsyren Sted fra de ydre Lag indad. I alle Tilfælde viser Erfaring, at Mørtelen efterhaanden hele Muren igjennem vil opnaae en vis Fasthed, beroende paa, at Kalken i de ydre Lag hovedsagelig har omsat sig til kulsuur Kalk, og i de indre Lag hovedsagelig er udkrystalliseret som Kalkhydrat. Det sidstes Sammenbindingsevne er dog langt mindre end det førstes, og Mørtel inde i tykke og gamle Mure er derfor saa godt som aldrig saa steenhard, som den kan være langs Ydersiderne.

Blive Murene meget gamle, synes der at kunne opstaae en Forbindelse af kiselsuur Kalk inde i dem; dette mener man beroer paa, at den ellers uopløselige Kiselsyre, der findes i Sandskornene, i Tidernes Løb paavirkes af den kaustiske Kalk og gaaer i Forbindelse med denne. Dette synes f. Ex. godtgjort ved en Analyse af Mørtel fra det Indre af Danvirke Muren; der fandtes her kiselsuur Kalk, og da Sandskornene viste en mat ru Overflade, kan det temmelig sikkert antages, at Kiselsyren hidrørte herfra.

Under Hærdningen maa der være saa meget Vand tilstede, at Krystallisationen frit kan foregaae; man maa altsaa sørge for, at Mørtelen ikke udtørres for hurtigt hverken paa Grund af Varme eller paa Grund af, at de porøse Steen indsuge Fugtigheden. Kan man befrygte, at dette vil skee, maa man vøde Stenene før Brugen. Nømmest skeer dette ved paa Stilladset at overbruse Stenene med Vand ved Hjælp af en almindelig Vandkande. Fuldstændig gennemvædet bør Stenene neppe gjøres, navnlig ikke i tykke Mure. Omvendt maa Mørtelen heller ikke holdes for fugtig; Betingelsen for, at Kalken kan hærdne, er, at den under Udkrystalliseringen kan afgive det overflødig Vand, og at dette kan fordampe. Anbringes Muurværket under saa-

danne Forhold, at det vedvarende maa vedblive at være stærkt fugtigt, f. Ex. hyppigt i Beklædningsmure, vil Luftmørtelen slet ikke kunne hærde; men man vil endnu efter mange Aars Forløb kunne finde den i omtrent uforandret Tilstand. Er Mørtlen stærkt fugtig, vil den ogsaa være udsat for, at dens Bestanddele, Kalk og Sand, under Behandlingen skille sig fra hinanden og leire sig hver for sig. For at atmosfærisk Fugtighed ikke skal influere paa den tilberedte Mørtel, maa den derfor helst opbevares i et lukket Skuur.

Frost har en meget uheldig Indflydelse paa Luftmørtel; den berøver Mørtelen sin Vandmængde og umuliggør baade Hærdningen og Udtørringen. Har man opført en Deel af en Muur i Frostveir, saa Mørtelen er frossen, vil senere indtrædende Tøveir igjen løse hele Massen, der kan opstaa uregelmæssige Sætninger, ja maaskee endog Glidninger i Muren. Indtræder Frosten efter at Hærdningen er begyndt, men forinden Udtørringen er fuldendt, vil Vandet fryse og ved sin Udvidelse maaskee sprænge det allerede dannede Krystalnet, ved indtrædende Tøveir vil Mørtelen da vise sig mindre sammenhengende, end den var tidligere. Naar det hos os er tilladt at mure om Vinteren, undtagen netop i Frostveir, saa har man kun taget Hensyn til det Farlige ved at indbringe frossen Mørtel i Muren, men derimod ikke til det mindst lige saa vigtige Moment, at Frosten ødelægger den nylig indbragte fugtige Mørtel.

Helst bør Muurværket først udsættes for Frosten nogle Maaneder efter, at det er fuldført, saaledes at baade Hærdningen og Udtørringen kunne være en Deel fremskredne.

For at fremskynde Hærdningen inde i Muren tilsætter man undertiden til den fede Kalk $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{10}$ Rumfang Tras eller $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ Cement. En saadan Tilsætning vil ikke kunne bevirke en Hærdning under Vand, men den vil væsentlig kunne bidrage til at føre den Hurtighed, hvormed Hærdningen og Udtørringen ellers foregaaer, navnlig i tykke Mure. Saadanne Mørtler, navnlig

de, der fremkomme ved at blande Luftmørtel med Cement, kaldes hyppigt for Bastardmørtler.

Hærdnet Luftmørtel har en Vægtfylde af omtrent 1,7, og dens Modstand mod Knusning kan sættes til 450 $\bar{\text{R}}$ pr. Kvadrattomme; Sikkerhedsbelastningen kan sættes til c. 50—55 $\bar{\text{R}}$ pr. Kvadrattomme, svarende til c. 0,35—0,4 Kilogram pr. Kvadratmillimeter.

Almindelig Luftmørtel bør kun benyttes paa Steder, hvor den ikke er udsat for Fugtighed, saaledes til Mure over Jorden; dog bør den ikke bruges ved Ildsteder, da Heden kan destruere den kulsure Kalkforbindelse. Den binder godt til brændte Steen, mindre godt til naturlige. Den egner sig egentlig ikke godt til Anvendelse i tykke Mure, men derimod godt til tynde Muursteensmure med Luftvexling paa begge Sider.

Den staaer i alle Henseender, undtagen i Billighed, tilbage for Vandmørtel, der kan hærde uden Luftens Adgang og samtidigt gjennem hele Muren.

59. Mager Kalks Forhold som Luftmørtel. I det Foregaaende have vi navnlig betragtet Mørtelen, for saa vidt den tilberedes af feed Kalk. Har man en mager Kalk for sig, hvis Indblandinger altsaa i det Væsentlige kunne være de samme som de, der findes i Vandkalkarter, men dog under en saadan Form, at de ikke skifte Natur ved Brændingen, maa Sandtilsætningen formindskes i samme Grad, som Ureenhedernes Mængde tiltager. Iøvrigt forholder Kalken sig som almindelig Luftkalk, nedsænkes den i Vand, ville de opløselige Bestanddele efterhaanden kunne forsvinde fuldstændigt.

B. Vandkalkmørtel.

60. Vandkalkmörtelens Bestanddele. Vandkalkmörtelen dannes af Vandkalk, Sand og Vand, blandet i et Forhold, der afhænger af Kalkens Magerhed og den Hydraulicitet, man til-

stræber. I almindelighed tilsættes et mindre Kvantum Sand, $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{3}{4}$ Gange Kalkens Rumfang er det almindelige, det kan aftage til kun $\frac{1}{2}$ Gang og stige til omtrent 3 Gange saa meget som Kalkvoluminet.

Vandkalken hefter sig til Sandet med en Kraft, der er stærkere end dens egen Sammenhængskraft.

Sandet, der anvendes, bør derfor give en stor Overflade, altsaa være middelfint eller fint, ikke grovt, hvilket sidste som tidligere anført giver det bedste Resultat for Luftkalk.

Iøvrigt skeer Tilberedelsen paa Maader, der ere de samme som anført under Luftkalk.

Skal Vandkalkmørtelen nedsænkes i Vand, maa man forøge Kalkmængden lidt for at bøde paa den Udvadskning, der tildeels vil finde Sted; forsømmer man dette, vil Bindemidlet let udvadskes mellem en Deel af Sandskornene, Hærdningen vil da blive vanskeligere og den endelige Haardhed, der kan opnaaes, mindre.

61. Vandkalkmørtelens øvrige Forhold. Man maa ikke tilberede mere Mørtel, end man kan forbruge, inden Hærdningen begynder. Vandkalkmørtel, der er hærdnet, har ganske tabt sine hydrauliske Egenskaber, og knuses det og sættes til anden Mørtel, har det ikke anden Værdi end almindeligt Tilslag. Oparbejdes Mørtel, der er begyndt at hærdne, saa kan det antages, at man omtrent taber lige saa meget i endelig Haardhed som det, der svarer til den Hærdning, der allerede var indtraadt.

Vandkalkmørtel hærdner i det Hele taget bedre i Luften end under Vand; det Kalk, der udskydes, medens Hærdningsprocessen staaer paa, vil ikke opløse sig her, men vil kunne optage Kulsyre af Luften og hærdne som almindelig Luftkalk. Det for Hærdningen overflødige Vand fordampes lettere i Luften; at dette virkelig har Indflydelse, sees bedst deraf, at naaar tildeels hærdnet Vandkalkmørtel nedsænkes i Vand, saa finder der strax en Tilbagegang Sted i Haardheden.

Ikke alle Vandkalkmørtler taale at nedsænkes i Søvand; mange Arter, der staae sig meget godt i ferskt Vand, kunne ikke taale Paavirkning af de Salte, som Søvandet indeholder.

C. Cementmørtel.

62. Cementmørtelens Bestanddele*). Cementen indeholder i sig de fornødne Bestanddele til at kunne hærdne, ligesom den ikke udvider sig ved Lædskningen, svinder den heller ikke under Hærdningen; der er altsaa ikke her nogen Nødvendighed for at tilsætte Sand. Cementmørtel kan derfor dannes alene ved at blande reen Cement med en tilstrækkelig Mængde Vand; man faaer derved den stærkeste og bedste Mørtel. Af økonomiske Hensyn, og disse ere her vigtige, da Cement er en i Forhold til Sand endog meget kostbar Vare, tilsætter man i Regelen dog Sand; den endelige Haardhed, som Mørtelen kan opnaae, svækkes dog herved, og i jo højere Grad, jo mere Sand der tilsættes; men man vil dog, selv om ret betydelige Sandmængder tilsættes, kunne opnaae en Haardhed, som er tilstrækkelig for mange Anvendelser. Sandets Forhold til Cementen synes i visse Retninger at være omtrent det samme som til Luftkalken; man bør derfor ogsaa anvende grovt Sand som Tilslag til Cementmørtel.

63. Cementmørtel blandet med Sand. Det vil erindres, at Sandtilsætning maa betragtes som nødvendig baade ved Dannelsen af Luftmørtel og Vandkalkmørtel, og at der for begge disse Arter af Mørtel er en bestemt Sandmængde, som er den ønskelige og nødvendige og som giver det bedste Resultat, baade med Hensyn til den endelige Haardhed, der opnaaes — for Luftmørtelens Vedkommende —, og for at modarbejde Sætningen — for begge Mørtelarters Vedkommende; Tilsætning af

*) Ved Omtalen af Cementmørtel havest altid Portland Cement for Øie, naar ikke andet udtrykkeligt anføres.

større eller mindre Sandmængder vil give mindre gode Resultater. Det er her Forsøg, der maa bestemme det rette Forhold, det varierer med de forskjellige Kalkarters Beskaffenhed og varierer selv for samme Kalkart, eftersom man har anvendt den ene eller den anden Lædskningsmethode. For Cementens Vedkommende er Sagen ganske anderledes klar; Sandtilsætning er altid uforuden og virker altid skadeligt, for saa vidt som den altid foraarsager et Tab i Haardhed. Men Cementen har den Egenskab, at der kan tilsættes Sand indenfor meget vide Grændser, uden at den dannede Mørtel derfor ophører at miste den rene Cements Egenskab, at kunne hærde til en sammenhængende Masse. I Praxis spiller dette en ganske overordentlig stor Rolle. Forudsat at man har et Stof for sig, som i Tidernes Løb bliver uforandret, og som bibeholder eller hellere lidt forøger den Haardhed, som det, behandlet med en vis Deel Vand, kan opnaae efter 6—12 Maaneders Forløb, saa er det vigtigste praktiske Moment til Bedømmelse af en Cements Godhed, hvor megen Sandtilsætning den kan taale, uden at den endelige Haardhed synker ned under et vist Minimum. Har man to lige kostbare Cementser for sig, og har man for sig et vist Arbejde, hvortil der kræves en Mørtel af en vis Haardhedsgrad, er det klart, at Alt iøvrigt lige, er den Cement at foretrække, som taaler meest Sandtilsætning, inden den givne minimale Belastningsgrændse naaes.

Idet den Cementmængde, der bruges, tages som Volumeneenhed, forekommer der derfor i Praxis en heel Række af Mørtler, dannede af 1 Maal Cement og 1—2—3—4—6—8 Maal Sand, samt den fornødne Mængde Vand. Den Mørtelmængde, der faaes ved disse respective Blandinger, varierer deels med Cementens Fiinhedsgrad, deels med Sandets Fiinhed og Tørhed. Jo finere Cementen er, jo bedre ville Mellemrummene mellem Sandskornene blive udfyldte; jo finere Sandet er, jo mindre ville Mellemrummene i Regelen være, og jo tørrere det er, jo lettere

vil det falde sammen ved Maalingen, og jo mindre vil det trække sig sammen, naar der gydes Vand paa.

Vi gjenkalde her i Erindringen, hvad der tidligere (Pkt. 55) er sagt om Mellemrummene mellem Sandskornene.

Man har hos os anstillet Forsøg i det Smaa, for at komme paa det Rene med, hvor stor en Mørtelmængde, der dannedes ved at blande visse Rumfang Materiale sammen. Disse Forsøg have givet følgende Resultater.

Blanding efter Maal af			give Mørtel i Maal.
Cement	Sand	Vand	
1	.	$\frac{1}{2}$	1
1	1	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
1	2	$\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{4}$
1	3	1	3
1	4	$1\frac{1}{4}$	$3\frac{3}{4}$
1	6	$1\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$
1	8	2	$7\frac{1}{2}$

Det er ikke ved disse Forsøg oplyst, om Sandet har været fuldkommen tørt; antages det, at det kun har været i Besiddelse af en ringe Fugtighed, saaledes som det almindeligt træffes ved sædvanlig Muursand, er det sandsynligt, at selve Sandmassen i og for sig ved Vandtilsætning har været tilbøielig til at svinde, idet enkelte Dele vel have kunnet leire sig tæt, men til Gjengjæld danner der sig let Huulheder i Massen, som kun ville udfyldes ved en meget stærk Gjennemrystning.

Dr. Michaelis har anstillet lignende Forsøg med forskjellige Blandinger. Det Sand, han anvendte, var det tidligere (Pkt. 47) omtalte Normalsand.

Cementen, der brugtes, veiede 125 Kilog. pr. 100 Liter, løst Maal, Normalsandet veiede 154 Kilogr. pr. samme Mængde.

Blanding efter Maal af			give Mørtel i Maal.
Cement	Sand	Vand	
100	100	53	166.7
100	200	76	266.2
100	300	107	371.4
100	400	132	470.5
100	500	163	569.9
100	600	194	669.2
100	700	221	771.3
100	800	252.5	870.7
100	900	276.5	968
100	1000	300	1063.4

De Michaeliske Forsøg vise, at der altid finder en Volumenforøgelse Sted af Sandmassen, og denne svarer til omtrent to Trediedele af den tilsatte Cementmængde. De danske Forsøg kunne ikkun bringes i Overensstemmelse hermed, naar det kan antages, at Sandet har været noget fugtigt og altsaa ikke fra først af har kunnet bringes til at leire sig saa tæt som det tørre Normalsand.

Af de Michaeliske Forsøg fremgaaer det, at Cementen ikke kan bringes til at udfylde Mellemrummene mellem Sandkornene paa samme Maade som Vandet: kun i Blandingen 1 Cement og 1 Sand synes Mellemrummene at være udfyldte meget nær, idet $\frac{1}{2}$ Volumen Cement kan tænkes at være medgaaet hertil; i alle de øvrige Blandinger tjener det ene Volumen Cement til at udfylde mere end 1 Volumen (for 2—3—4—10 Volumen Sand respective $\frac{4}{3}$ — $\frac{5}{3}$ — $\frac{6}{3}$. . . $\frac{12}{3}$ Vol.); det maa altsaa blive et mindre tæt Krystalnet, og Massen maa blive svagere og løsere, jo porøsere den er.

Den Vandmængde, der bør tilsættes, maa helst bestemmes ved Forsøg; baade for meget og for lidt Vand formindsker den endelige Haardhed; de i Tabellerne angivne Vandmængder synes at være omtrent passende.

64. Cementmørtelens Tilberedelse. Cementen og Sandet bør altid blandes i tør Tilstand; saasart Vandet tilsættes, indtræder nemlig en kemisk Vexelvirkning mellem Cementens forskellige Dele, Hærdningen begynder, og det er af Vigtighed, at den ikke er fremskreden i nogen mærkelig Grad, førend Mørtelen er kommen til Ro i Muurværket. Blandingen foretages i en Slagbænk paa den under Luftmørtel (Pkt. 56) angivne Maade; i Regelen vil Blandingen være fuldendt, naar man har kastet Massen 3 Gange mod hinanden. Derpaa tilsættes Vandet portionsviis, medens den dannede Deig gennemarbejdes med Slagjern og Skovl eller maaskee æltes paa Maskine.

Saasart Mørtelen er færdig, bør den bruges. Da Hærdningen foregaaer langt hurtigere end ved Vandkalk, er der i endnu højere Grad Anledning til at drage Omsorg for, at der aldrig fabrikeres mere Mørtel, end der strax er Brug for.

Cementmørtelen tilberedes bedst med ferskt Vand, dog synes man uden Skade at kunne anvende Vand, hvis Saltholdighed ikke er større end i Øresund; preussiske Forsøg, som man har havt Leilighed til at anstille ved Wilhelmshafen, have derimod godtgjort, at Søvand af samme Saltholdighed som i Nordsøen ikke bør anvendes, da den endelige Haardhed, som Mørtelen kan opnaae, bliver en Deel mindre, end naar der bruges ferskt Vand.

65. Cementmørtelens Hærdning. Reen Cementmørtel binder i et Tidsrum, der varierer fra 1 Minut til en Snæes Timer; den kaldes hurtigt bindende, naar Bindingen finder Sted i mindre Tid end 30 Minutter, og langsomt bindende, naar der fordres 30 Minutter eller derover. Den hurtigt bindende Cement vil i Regelen ikke faae en saa stor endelig Haardhed som den mere langsomt bindende. Cementmørtler, dannede af Cement, Sand og Vand, binde i Regelen desto langsommere, jo mere Sand der er tilsat; Cementmørtel, dannet af 1 Deel Cement og 4 Dele

Sand, bruger fra $1\frac{1}{4}$ til 56 Timer, i Regelen 12—24 Timer, for Bindingen indtræder.

Den videre Hærdning undersøges ved Sønderrivning eller Knusning af formede Mørtelsteen. Disse Prøver maa først anstilles efter mindst 5 Dages og hellere tillige efter længere Tids Forløb; Prøver, anstillede inden 5 Dages-Forløb, ere upaalidelige. Prøverne bør udstrækkes over et længere Tidsrum, jo længere jo bedre; man kan da see, hvorledes Hærdningen skrider frem, og danner man sig en grafisk Fremstilling deraf, hvor Tiderne ere Abscisser, og hvor Ordinaterne ere de Vægte, der ere fornødne til resp. Knusning eller Sønderrivning af bestemte Arealer, faaer man en Curve, der giver et anskueligt Billede af den fremskridende Hærdning.

Hos os, hvor der ikke findes tilstrækkeligt billige og let behandelige gode naturlige Steen, og hvor man mangler god Vandkalk, har der været særlig Anledning til at anvende kunstige Cementsteen (Beton), hvis Godhed navnlig betinges af den dertil anvendte Cement, og der er derfor hos os igjennem 20 Aar foretaget en omfattende Række af Cementundersøgelser, der have kastet meget Lys over de enkelte Fabrikaters Eiendommeligheder.

Forsøgene gik først ud paa at bestemme, om Cementen overhovedet kunde binde og Bindetidens Varighed; dernæst undersøgte man Hærdningens Fremskriden baade for den rene Cementmørtel og for en Mørtel, dannet af 1 Deel Cement og 1—8 Dele Sand. Prøverne foretoges dels alene ved Sønderrivning af et Areal paa $2\frac{1}{4}$ □", dels ved Knusning af kubiske Terninger med 1" Side. Knusningsapparatet (Pl. IV Fig. 1) og Sønderrivningsapparatet (Pl. IV Fig. 2) vare begge konstruerede efter Vægtstangsprincipet, ved det første Apparat maatte selve det Legeme, der skulde undersøges, flyttes, ved det andet var det en fast Vægt, der ved et Tridseapparat kunde bevæges paa en længere Vægtstangsarm, som bevirkede Sønderrivningen. Apparaternes Konstruktion fremgaaer forøvrigt af Figureerne.

For samme Cementsending foretoges i de første Aar altid

Prøver baade for at undersøge Hærdningen i Luften og Hærdningen i Vand, saaledes at Prøvelegemerne dog først nedsænktes i Vand, naar Bindingen var indtraadt, og først optoges umiddelbart forinden de skulde prøves. Senere indskrænkede man sig til kun at prøve for Hærdningen i Luften. Da Erfaringen viser, at Prøvelegemer, der tilsyneladende have været under ganske samme Forarbejds- og Hærdningsforhold, dog kunne give meget forskellige Resultater, har man altid bestemt det endelige Resultat som et Middeltal af mindst 10 Prøver. Hver enkelt Prøverække omfatter Prøver, foretagne resp. 1 Maaned, $1\frac{1}{2}$ Maaned, 6 Maaneder, 1 Aar og for senere Prøvers Vedkommende 2 Aar efter Forfærdigelsen af Prøvelegemerne.

Som de vigtigste af disse Forsøgsresultater fra de senere Aar skulle vi angive dem for Stettiner-Portlandcimenten, Johnson & Comp.s Cement og for indenlandske Cemente (Rødvig, Hertha og Frandsen & Meyers) under Eet. Tallene angive Vægt i \mathfrak{R} pr. □" Areal.

De fundne Knusningsbelastninger kunne benyttes til at bestemme den Belastning, hvorfor man med Sikkerhed tør udsætte de forskellige Cementmørtler, idet man bør paaregne 8—10 dobbelt Sikkerhed.

1. Stettiner-Portland-Cement.

Sammensætning.	5 Dage.	1 M.	$1\frac{1}{2}$ M.	6 M.	1 Aar.	2 Aar.	Anmærkning.
1 ^c	.	2138	2448	3031	3380	3439	Knusning.
1 ^c	136	196	218	259	312	374	Sønderrivning.
1 ^c × 1 ^s	.	1629	.	2291	2460	3035	Knusning.
1 ^c × 2 ^s	.	1107	.	1677	1963	2467	do.
1 ^c × 3 ^s	.	818	.	1397	1680	1949	do.
1 ^c × 4 ^s	.	551	864	1317	1493	1446	do.
1 ^c × 4 ^s	29	48	95	188	171	192	Sønderrivning.
1 ^c × 6 ^s	.	375	.	795	912	940	Knusning.
1 ^c × 8 ^s	.	226	.	563	661	665	do.

2. Johnson & Comp.s Fabrik.

Sammensætning.	5 Dage	1 M.	1½ M.	6 M.	1 Aar.	Anmærkning.
1c	.	2920	3089	3331	3195	Knusning.
1c	170	246	276	296	356	Sønderrivning.
1c × 1s	.	1713	.	2342	2608	Knusning.
1c × 2s	.	1099	.	1644	1780	do.
1c × 3s	.	636	.	1055	1243	do.
1c × 4s	.	438	604	887	1077	do.
1c × 4s	21	60	66	109	136	Sønderrivning.
1c × 6s	.	269	.	519	675	Knusning.
1c × 8s	.	191	.	322	422	do.

3. Indenlandske Fabrikker.

Sammensætning.	5 Dage.	1 M.	1½ M.	6 M.	1 Aar.	Anmærkning.
1c	.	1725	2286	2335	2473	Knusning.
1c	122	143	182	207	253	Sønderrivning.
1c × 1s	.	946	.	1594	1898	Knusning.
1c × 2s	.	462	.	1089	1391	do.
1c × 3s	.	319	.	783	884	do.
1c × 4s	.	198	383	428	422	do.
1c × 4s	20	44	48	73	98	Sønderrivning.
1c × 6s	.	144	.	289	366	do.
1c × 8s	.	85	.	143	209	do.

Michaelis og Grant have ligeledes anstillet Forsøg for at komme paa det Rene med, i hvor stor Udstrækning det er nødvendigt at anstille Prøver for med Sikkerhed at kunne bedømme en Cements Godhed. Vi skulle ikke her gaae nærmere ind paa deres Theorier, saa meget mindre, som Forsøgene endnu ikke ere afsluttede; men skulle kortelig angive de vigtigste Erfarings-sætninger, som ere opstillede, de leverede Tabeller fra vore

Forsøg ville da kunne give Oplysning om, hvorvidt vore Erfaringer stemme overeens med de udenlandske.

Grant, der navnlig har eksperimenteret med engelske Cementser (smlg. Johnson & Comp.s Cement), opstiller følgende Sætninger:

1. Reen Cementmørtel er altid stærkere end nogensomhelst Blanding af Cement og Sand.
2. Blandet af lige Maal Cement og Sand, faaer Mørtelen efter et Aars Forløb en Styrke, der kun er 75% af den, som den rene Cementmørtel har.
3. Efter samme Tids Forløb (1 Aar) ville efterfølgende Blandinger have en Styrke, der staaer i følgende Forhold til den rene Cementmørtels.

1 Deel Cement og 2 Dele Sand. . . .	50%
1 — — — 3 —	33%
1 — — — 4 —	25%
1 — — — 5 —	16-17%

og i Analogi hermed tilføier Michaelis:

1 Deel Cement og 6 Dele Sand. . . .	14%	} for engelske Cementer.
1 — — — 7 —	12%	
1 — — — 8 —	10%	
1 — — — 9 —	8,5%	

Denne Theori gaer altsaa ud paa, at man kan bestemme en Cements Godhed blot af en enkelt Forsøgsrække.

Michaelis opstiller tillige følgende Sætninger:

1. For samme Finessgrad af Cementen bliver Mørtelblandingens Styrke proportional med den rene Cements, og da man med Sikkerhed kan bedømme den rene Cement efter 7 Dages Forløb, saa vil man altsaa for Sammenligningens Skyld kun behøve at udstrække sine Forsøg over dette Tidsrum.
2. Man kan opstille temmelig sikre Værdier for den

Haardhedsgrad, sandblandet Cementmørtel vil opnaae i Forhold til den rene Cementmørtel, og

3. Modstand mod Sønderrivning staaer i et tilstrækkeligt bestemt Forhold til Modstand mod Knusning, til at man kan nøies med Sønderrivningsprøver alene.

Ved en omfattende Mængde Forsøg have begge Forfattere søgt at godtgjøre Rigtigheden af disse Sætninger, og henseet til at vore Forsøgsapparater tilstede mindre Uregelmæssigheder, og til at vi ikke have nedsænket Prøvelegemerne i Vand efter en vis bestemt Tidsfrist, men enten have foretaget Prøverne med kun lufthærnet Cement eller med Materiale, der først blev nedsænket, naar Mørtelen havde bundet, saa kan det ikke negtes, at der er overmaade meget i vore Forsøg, der peger hen paa lignende Resultater som dem, der ere opnaaede af de to ovennævnte fremmede Forfattere.

Man bør dog neppe, som Michaelis foreslaaer, indskrænke sig til at udstrække sine Prøver over et saa kort Tidsrum som 7 Dage; de langsomt bindende Cements ville efter en saa kort Tids Forløb i Regelen ikke komme til deres Ret, sammenlignet med de hurtigere bindende Arter. Først efter længere Tids Forløb — maaskee vil 28 Dage være tilstrækkeligt, — vil man kunne faae paalidelige Oplysninger baade om den endelige Haardhedsgrad, der kan ventes, og om Hærdningens Fremskriden.

Yderligere Forsøg, hvor der er taget Hensyn til Cementens Fjinhedsgrad, hvad vi ved vore Forsøg ikke have gjort, tør man forudsætte snart ville bringe mere Klarhed i denne Sag.

Af vore Forsøg synes det at fremgaae, at Portlandcements Hærdning endnu ikke er afsluttet efter et Aars Forløb; navnlig tiltage de Mørtler, der kun have lidt Sandtilsætning, ikke ubetydeligt i det andet Aar. Den rene og de stærkt sandblandede Mørtler tiltage kun lidt i Styrke efter det første Aars Forløb.

66. Cementmørtelens Anvendelse. Portlandcemen-ten binder godt til alle Arter Byggesteen, men ligesom andre Mørtler bedst til Muursteen; Mørtelen kan, som det ogsaa fremgaaer af Tabellerne, faae en betydelig større Haardhed end Muurstenene. Den binder ligeledes godt til Jern, men kun i ringe Grad til Træ, hvilket har Betydning for dens Anvendelse til Beton, der støbes i Træforme.

Reen Cementmørtel kan udsættes for et Tryk af mindst 240 \bar{n} pr. Kvadrattomme, Mørtel dannet af Cement og Sand faaer en Modstandsevne, der væsentligt betinges af Cementens Godhed.

Reen Cementmørtel anvendes paa Steder, hvor det kommer an paa hurtig Hærdning, samt størst mulig Styrke og Vandtæthed. Den bruges saaledes til Puds paa Gulve, men synes dog her at staae tilbage for Asfalt og andre Stoffer, da den ikke godt taaler Stød; den anvendes ligeledes til vandstandsende Lag over Hvælvinger eller i Mure, til Udfyldning af Fuger mellem hugne Steen o. s. v. Den kan i Regelen erstattes af Cementmørtel i Blanding 1 Deel Cement og 1 Deel Sand; denne Mørtel har næsten samme Tæthed som den rene Cementmørtel, er lettere at arbejde med og er betydeligt billigere. Mørtler af 1 Deel Cement og 3 eller 4 Dele Sand bruges til Væggepuds, naar man ønsker større Styrke end den, almindelig Luftmørtel kan give, eller naar man tilstræber Vandtæthed.

Mørtel af 1 Deel Cement og 6 Dele Sand er fortrinligt til Fundamenter og til Betongulve. 1 Deel Cement og 8 Dele Sand kan benyttes oppe i Murene med stor Fordeel; men Mørteltilberedelsen fordrer her et særligt skarpt Tilsyn, da man er meget udsat for at faae Sandet og Cementen utilstrækkeligt blandede, og den dannede Mørtel er vanskelig at arbejde med for Muursvenden. Da den ikke er synderlig kostbarere end almindelig Kalkmørtel, burde den maaskee dog foretrækkes for denne navnlig i tykke Mure, med mindre man til Kalkmørtelen sætter et hydraulisk Stof.

Cementmørtel anvendes nu ogsaa hyppigt til Behandling af Ydermure.

D. Trasmørtler (Puzzolanmørtler).

67. Mørtelens Blandingsforhold. Bestanddelene ere almindeligst Kalk, Tras eller Puzzolan, Sand og Vand. Blandingsforholdene variere meget, eftersom man har for sig den ene eller den anden Puzzolanart, og eftersom Mørtlen skal benyttes til Vandbygningsbrug eller ikke.

Til Bygning over Vand bruges 1 Deel feed Kalk til $1\frac{1}{2}$ —2 Dele Puzzolan; i Italien sættes hertil ikke Sand, fordi det er kostbarere end Puzzolanjorden. Til Bygning under Vand bruges 1 Deel Kalk til 1— $1\frac{1}{2}$ Deel Puzzolan; ved bedre Udførelse pleier man dog at blande lige Dele Puzzolan, Sand og Kalk sammen. Vandmængden kan være meget forskellig, men maa i alle Tilfælde være meget rigelig; den egentlige Puzzolanmørtel maa paa ingen Maade udsættes for at blive for tør. Puzzolanmørtel bruges forørigt i en Mængde forskellige Blandingsforhold, baade med feed Kalk og med Vandkalk.

Den rhinske Trasmørtel har i Regelen en lignende Sammensætning; det bedste Blandingsforhold antages at være 1 Maal Kalk og 2 Maal Tras, hvortil man da kan sætte en større eller mindre Sandmængde. Til Vandbygningsarbejderne i Wilhelmshafen har man brugt en lidt anden Sammensætning, nemlig 4 Maal Kalk, 5 Maal Tras og 9 Maal Sand. I Aarene 1873—75 udførtes Havnearbejderne i Kiel med Trasmørtel, dannet af $1\frac{1}{2}$ Tras, 1 Kalk og $\frac{1}{2}$ Sand. Man ansaa her Tras for bedre end Cement til Fundering under Vand, fordi Trasbetonen ikke udskød saa meget Dynd som Cementbetonen (smlgn. Pkt. 84).

Kunstig Tras kan blandes med almindelig Luftmørtel i større eller mindre Mængde for at forøge den Hurtighed, hvormed Hærdningen foregaaer. Erfaringen har imidlertid godtgjort, at en saadan Blanding paa ingen Maade bør anvendes i

Søvand, idet den neppe vil kunne modstaae dettes Indvirkning synderlig bedre end almindelig Luftmørtel.

68. Mørtelens Tilberedning. Det er bedst først at blande den fiindelte Tras eller Puzzolan med den tørre Meelkalk og dernæst tilsætte Vand; men ligesaa hyppigt tilsættes Puzzolanen lidt efter lidt til Kulekalk, og denne kan da være saa fugtig, at man ikke behøver at sætte mere Vand til. Sandet tilsættes efterhaanden under Slagningen. Bearbejdelsen maa være meget omhyggeligere end ved Cementmørtelblandingen og ansees for at være tilendebragt, naar man ikke længere kan skjelne Kalkpartikler i Massen.

69. Mørtelens Hærdning og øvrige Forhold. Bindingstiden er i Regelen længere end for Cementmørtler, hyppigt et Par Dage; men anvender man god Puzzolan, faaes dog temmelig hurtigt en stor Haardhed. Man har saaledes funden, at en Betonblok, hvor Mørtelen var dannet af 1 Deel romersk Puzzolan, 1 Deel Kalk og 1 Deel Sand allerede efter 6 Dages Forløb var saa haard, at man maatte anvende Meisel for at faae et Stykke hugget af den færdige Blok. Erfaringsmæssigt er det ikke godt at udsætte Puzzolanmørtel for Søvandets Indflydelse, før det har bundet; udfører man Muurværk under saadanne Forhold, at dette ikke kan undgaaes, pleier man at dække Fugen med Gips, der hurtig danner et fast beskyttende Overtræk, der vel senere vil opløses af Vandet, men som imidlertid har givet Puzzolanen Tid til at hærde.

E. Leermørtel.

70. Leermørtelens Tildannelse og Anvendelse. Leermørtelen bestaaer kun af oplødt feed Leer. Leren anbringes i en Kasse og behandles under Vandtilsætning med Slagjern og Skovl, saalænge til det Hele er bleven en blød eensartet Masse. Under

Behandlingen udskiller man Steen og andre skadelige Indblandinger.

Leermørtel binder kun daarligt til Muursteen og staaer sig ikke godt mod Fugtighed, den egner sig kun til Formuring af Luftsteen, eller, navnlig naar den dannes af ildfast Leer, til Formuring af Hdsteder.

Lerens nogenlunde vandstandsende Egenskaber gjør, at den finder Anvendelse i en dog ikke for oplødt Tilstand til Udfyldning mellem de raee Kampesteen i en Bygnings Fundament. Paa Grund af dets ildstandsende Egenskaber bruges det til Dækning af Træ, naar dette kan være udsat for Ildens Paavirkning ovenfra, saaledes f. Ex. ved Indskudsgulve i Etageadskillelser eller ovenpaa Loftsgulve. Dens plastiske Egenskaber gjøre, at den undertiden bruges til Gulve i simplere Localer, hvorom mere i et senere Afsnit.

F. Gipsmørtel.

71. Gipsmørtelens Tilberedelse og Anvendelse. Gipsmørtel dannes af brændt Gips, blandet med lige Maal Vand. Det til-dannes bedst ved at sætte den pulveriserede Gips til Vandet under bestandig Omrøring; efter ganske kort Tids Forløb vil den kemiske Proces indtræde, Gipskrystaller begynde at danne sig, og snart vil det Hele blive en sammenhængende Masse. Den hele Binding foregaaer saa hurtigt, at man kun kan tilberede smaae Mørtelmængder paa eengang, da de strax maa bruges. Det gunstige Brugsøieblik lærer man snart i Praxis, det er kommet, naar Gipsen begynder at blive deigagtig; man maa da skynde sig med at anvende den, thi Bindingen, der nu lige er begyndt, vil meget hurtigt stige saa stærkt, at man ikke mere kan forme Mørtelen.

Den velbrændte Gips optager kemisk saa meget Vand, som den tabte ved Brændingen; Optagelsen af Vand skeer under Varmendvikling, og desuden er Hærdningen forbunden med en Volu-

menforøgelse, hvilket man antager hidrører derfra, at Krystallerne paa Grund af den hurtige Binding ikke faae Tid til at leire sig tæt. 1 Maal Gips giver 1,18 Maal Gipsmørtel, og dennes Volumenforøgelse er omtrent 1% efter 24 Timers Forløb.

Den hærdnede Masse indeholder en Deel Vand, som den efterhaanden afgiver i Luften, og den bliver derved porøs; tilberedes Mørtelen med for meget Vand, bliver den hærdnede Masse løsere.

Gipsmørtel binder godt baade til naturlige og kunstige Steen, men Fugtighed fordærver den hurtigt, den blader af og smuldrer hen; den bør derfor aldeles ikke bruges paa fugtige Steder. Den modstaaer derimod godt Ild og kan derfor med Fordeel anvendes istedetfor Kalk paa Steder, hvor Mørtelen er udsat for denne Paavirkning. Til Træ binder den kun svagt; til Jern binder den meget stærkt og angriber det samtidigt; man maa derfor bruge Kobberredskaber til Behandling af Gips. I Modsætning til andre Mørtler synes den at tabe i Styrke med Aarene. Hærdnet har den en metallisk Klang, men lader sig let ridse med Neglen. Lædskes Gipsen med Kalkvand, vil Hærdningen foregaae lidt mindre hurtigt, men den endelige Styrke vil blive en Deel større. Gipsmørtel kan taale en Tilsætning af $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ Maal Sand, men den taber betydelig i Styrke derved.

G. Stukmørtel.

72. Stukmørtelens Tilberedelse og Anvendelse. Stukmørtlernes Særkjende er, at de kunne faae Politur som Marmor. De tilberedes af Gips eller Kalk; men kun Kalkstikken kan anvendes udvendigt, da Gipsen heller ikke i denne Forbindelse taaler Fugtighed.

Gipsstikken dannes ved at lædske pulveriseret Gips af bedste Kvalitet med klart Løimvand. Kalkstikken dannes af en Blanding af vel brændt og lædsket Meelkalk med pulveriseret og sigtet Marmor eller Alabast, der blandes i lige Dele uden Tilsætning af Vand, efterat Kalken har været lædsket i 4—5 Timer.

Stukken kan farves og senere poleres, man kan dermed imitere Marmor af enhver Slags.

H. Asfalt.

73. Naturlig Asfalt. Den naturlige Asfalt, der nu almindeligt anvendes hos os, brydes navnlig ved Seyssel nær ved Rhonen og i Val de Travers nær ved la Reuse; det er en næsten kemisk reen Kalksteen, undertiden blandet med lidt Kiseljord, der naturligt er gennemtrængt af en sort klæbrig Masse, Bitumen eller Jordbeg, hvis kemiske Sammensætning er 3% Ht, 12% Brint og 85% Kulstof. Seyssel-Asfalten indeholder 15% Bitumen, enkelte italienske naturlige Asfalter indeholde henimod 30%. Jordbegen, der giver Asfalten sine Egenskaber, findes iøvrigt ogsaa i fri Tilstand i ublandet i Naturen. Det er en sort haard Masse, der ved Opvarmning bliver blød og sluttelig smelter. Den er fuldkommen vandtæt og bruges derfor til Isolation; den er dog tilbøielig til at skride, naar den bliver lagt paa for skraa Flader.

Asfalt er maaskee den ældste Mørtel, man kjender; de gamle Kaldæer brugte den til deres Bygningsarbejder som Mørtel mellem brændte Steen og Luftsteen.

Asfalten faaes enten i smaa Skjærver, som den hugges af Bruddene, eller man udsmitter Jordbegen og forsender den alene. Naar den skal bruges, maa den smeltes op, og til den rene Jordbeg sættes da hyppig Sand, der altsaa erstatter Kalken, der fandtes i den naturlige Asfalt.

Til Isolation af Mure paastryges den rene Jordbeg i et tyndt Lag uden nogen Tilsætning.

Naturlig Asfalt staaer sig overordentlig godt mod Slid; ja man har endogsaa meent at kunne godtgjøre, at den under selv svær Færdsel — Kjørsel paa Gaden — slet ikke blev slidt, men kun komprimeredes, saa at Laget var bleven tættere i samme Grad som det var bleven tyndere.

74. Kunstig Asfalt. Man har dannet kunstige Asfalter ved at blande bituminøse Stoffer sammen, og har derved tilstræbt at faae et Produkt, der var billigere, og som skulde have de samme fortrinlige vandstandsende Egenskaber som den naturlige Asfalt. Disse Bestræbelser ere neppe lykkedes, de kunstige Asfalter staae langt tilbage for de naturlige, og det er først i de senere Aar, da man næsten udelukkende anvender det naturlige Produkt, at Asfalten har vunden større Udbredelse hos os.

Man har dannet kunstig Asfalt paa mange Maader; den Art, der ansees for den bedste, dannes af $\frac{1}{4}$ Ctr. Colofonium eller bedste engelske Steenkulstjære, $2\frac{1}{2}$ Kubikfod pulveriseret Kalksteen eller bedre slemmet Kridt og indtil 2 Kubikfod skarpt Muursand, der koges med almindelig Steenkulstjære i en Kjedel under Omrøring. Den Steenkulstjæremængde, der benyttes, kan stige indtil $\frac{1}{2}$ Tønde; der bruges mindst, naar Asfalten skal udsættes for Varme, meest, naar den skal taale Kulde og Fugtighed.

Den kunstige Asfalt maa anvendes i tykkere Lag end den naturlige; de flygtige Olier, der findes i Tjæren, fordampe efterhaanden i Luften, og Asfalten bliver da skør og revner samt slides hurtigt op.

I. Steenkit.

75. Kittens Bestanddele og Anvendelse. Ved Kit forstaaes en deigagtig Masse, der, naar den er hærnet, fast forbinder de Legemer, mellem hvilke den er anbragt. For ikke at forrykke Legemernes Stilling maa en god Kit hverken trække sig sammen eller udvide sig under Hærningen. Almindelig Glaskit bestaaer af lige Dele Blyhvidt og slemmet Kridt ættet med Linoliefernis. Udelades Blyhvidtet, springer Kitten af, naar den bliver tør. Tilsættes der $\frac{1}{24}$ R Terpentin til hver R Kit, bliver den høieligere. Skal Kitten fæste paa Træ, maa dette først være gennemtrængt med Olie. Den størkner hurtigt i Luften paa

Grund af Linoliens Htning; men den kan opbevares i et vaadt Voxdugsklæde.

Der findes iøvrigt en Mængde Kitarter, eller, som mange af dem ogsaa benævnes, Mastixer til forskjelligt Brug; de dannes af Leer, Sand, Jernfilspaner og andre Stoffer, blandede med Oxeblood, Linolie og Lignende. Nutildags anvendes de dog sjældnere, Cement erstatter dem hyppigt, baade naar de skulle tjene til fast Forbindelse og til Vandstandsning, Asfalt, naar de navnlig skulle være vandstandsende.

C. Steenforbindelser.

76. Muurværk i Almindelighed. Enhver kunstmæssig Samling af Steenmateriale, der er anbragt paa en saadan Maade, at der frembringes et Legeme af en bestemt Form og Udstrækning, kan indbefattes under Benævnelsen Muurværk. Efter Legemets geometriske Form skjelner man mellem almindeligt Muurværk og Hvælvinger; de første anbringes umiddelbart paa Jorden, de sidste anbringes imellem almindelige Mure.

Muurværket kan ogsaa efter dets Fremstillingsmaade deles i støbt og stampet Muurværk og Muurværk med Leieflader, eftersom Muurværket fremstilles af en eneste eensartet Masse, paa hvis Sammenhængskraft Soliditeten bestaaer, eller eftersom Muren konstrueres af enkelte Steen, der anbringes saaledes, at Murens Stabilitet i det Væsentlige beroer paa, at hver enkelt Steen har tilstrækkelig stor og solid Understøttelse.

Man kan iøvrigt dele Muurværket i en Mængde forskjellige Klasser, eftersom det tildannes i den ene eller den anden Form, efter Bindemidlernes og Stenenes Beskaffenhed o. L.; disse Inddelinger ville imidlertid fremgaa klart af den følgende Behandling, og vi skulle derfor her indskrænke os til at inddele Muurværket i 3 Hovedklasser, nemlig støbt og stampet Muur-

værk, almindeligt Muurværk med Leieflader og Hvælvingmuurværk.

1. Støbt og stampet Muurværk.

77. Materialer til støbt og stampet Muurværk. Alle de tidligere nævnte Mørtler have den Egenskab, at de kunne hærde til en eneste Masse; de kunne derfor alle bruges til Fremstilling af den Klasse Muurværk, som vi her behandle; man pleier imidlertid kun at anvende de billigere Mørtelarter til dette Brug, idet Bygningerne vilde blive for kostbare, naar man benyttede de dyrere Arter alene. Derimod har man i de senere Aar begyndt i temmelig stor Udstrækning at bygge støbte Mure af de saakaldte Betoner, der i det Væsentlige bestaae af Mørtel blandet med Smaasteen eller med Skjærver af Muursteen eller naturlige Steen; man opnaaer herved at faae fremstillet støbt Muurværk af stor Varighed og Eensartethed og til en Priis, der kan maale sig med eller hyppigere endog er lidt under den, som almindeligt Muurværk af lignende, men større Materiale vilde koste.

A. Mure af stampet Leer.

78. Materialet og dets Tilberedelse. Den Leerart, der skal bruges til at fremstille en stampet Muur, eller, som det i Almindelighed kaldes, til Pisébygning, maa hverken være for feed eller for mager; i første Tilfælde revne Murene under Tørringen, i sidste Tilfælde faae de ikke Sammenhængskraft nok. Den kan indeholde Sand og Smaasteen af ikke over en Tommes Størrelse, men maa ikke indeholde større Steen, ligesaa lidt som der heri maa findes Grene eller lignende Plantedele. Leren bør ikke være fugtigere, end den almindeligt er i Udgravninger, da baade for vaad og for tør Leer vanskeligt lader sig stampe.

Den udgravede Leer maa først gennemarbejdes med en Spade, og under denne Behandling renses for Steen, Grene,

Rødde o. L. For at beskytte den mod Sol og Regn, maa den helst opbevares under Tag til den skal bruges; er den bleven for tør, maa den fugtes med Forsigtighed eller bedre blandes med en mere fugtig Jord; er den bleven for vaad, tilsætter man tør Jord.

For at bevirke en hurtig Udtørring af Massen æltes den ofte sammen med Hakkelse, den faaer derved større Porøsitet og giver lettere Luften Adgang til Murens Indre.

79. Udførelse af Pisémuurværk. Arbeidet beskrives her saaledes, som det almindeligt udføres i Italien. Den tilberedte Leer stampes i Forme, dannede af Træflager, sammenholdte ved Rammer (Pl. IV Fig. 3 og 4). Flagerne, der kunne have en Længde af en halv Snees Fod og 2—3 Fods Høide, dannes af Brædder, der ere høvlede paa den indvendige Side. Rammerne, der kunne anbringes med et Par Fods Mellemrum, bestaae af 2 Stolper (a), der stilles op lige over for hinanden i en Afstand, der svarer til den Muurtykkelse, sædvanligt $1\frac{1}{2}$ —2 Fod, man vil have; fornedet gribe de med Tapper ind i kvadratiske Tænger (b), hvori de forkiles, foroven samles de ved en Besnøring, og Afstanden sikkes ved en løs Stok, der anbringes mellem Stolperne og griber ind i smaa udborede Huller. Flagerne, der anbringes paa Rammernes indvendige Side, støtte op mod Stolperne. Leren indbringes i Lag paa 4—6" Tykkelse og stampes godt med en almindelig Jordstamper; naar man er kommen op til den Høide, der svarer til Flagen, flytter man sin Form til Siden og stamper nu her et nyt Stykke Muur til fuld Flagehøide; hver enkelt Muurstykke afsluttes i den frie Ende med en skraa Flade, og den ophugges og befugtes lidt før det næste Stykke føres op, for at faae en god Tilslutning. Tængerne efterlade Huller i Muren, som befordre denne Udtørring, og som man senere tilstopper med Leer. Naar man paa denne Maade er kommen Bygningen rundt, saa at Muren overalt er opført til een Flagehøide, kan man bygge en ny Høide til ved

at anvende de samme Flager paa samme Maade som tidligere.

Vinduer- og Døraabninger støbes samtidigt, hyppigt om den indsatte Karm, undertiden indfattes de i Muurværk af brændte Steen, og Leren stampes da derom.

80. Anvendelse af Pisémuurværk. Pisémure taale kun i ringe Grad Fugtighed, hverken den, der kommer fra Grunden eller Slagregn; de kunne meget vanskeligt repareres, da den nye fugtige Leer ikke godt forbinder sig med den ældre og tørre. I vort fugtige Klima ere de derfor neppe at anbefale, i Syden bruges de en Deel, da de ere billige at opføre; paa Lolland skal man dog ogsaa i de senere Aar have begyndt at benytte dem. I alle Tilfælde er Bygningsmaaden kun at anbefale for de simple Udhuse paa Landet. Man bør iagttage, at Murene sættes paa et Fundament, helst et Par Fod høit, saa at Jordfugtigheden ikke kan angribe dem, at de forsynes med overhængende Tag til Beskyttelse mod Regnen, og at de ikke gjøres for høie (8—9'); iagttages dette ikke, bliver det vanskeligere at dække Bygningen mod Regn, og Muurtykkelsen maa da forøges saa meget, at de neppe blive billigere end andre Mure.

B. Mure af Kalkmørtel.

81. Materiale, Byggemaade m. m. Paa ganske lignende Maade som ovenfor angivet af Leer kan man opføre Mure af almindelig Kalkmørtel; man kan imidlertid gjøre Mørtelen en Deel magrere end den, der anvendes til almindeligt Muurværk; i Sverrig har man saaledes bygget Mørtelmure, dannede af 1 Deel Kalk og 8 Dele Sand; ja man er endog gaaet lidt høiere med Sandtilsætningen. Det benævnes hyppigt Sandkalkmuurværk. Sandet maa være fint Muursand, og Blandingen med Kalk maa skee med den største Omsorg. Mørtelen maa være saa tør, at den neppe vil danne Klump, naar man trykker den i Haanden.

Sandet maa befugtes, inden det blandes med Kalken, da denne ellers let danner Klumper.

Muren maa have en Tykkelse, der afhænger af Høiden; $1\frac{1}{2}$ —2' Tykkelse vil være nok for indtil 10' Høide. Ved Vindues- og Døraabninger kan man her indstøbe Listeværk samtidigt med Opførelsen af Muren.

Disse Mure lide ikke synderligt af Fugtighed, naar Hærdningen først er begyndt, og de blive haardere og stærkere, jo ældre de blive, de kunne derfor anbefales til billige Udhuse i vort Klima.

I stærkt Regnveir eller i Frostveir bør man hverken opføre denne Art Mure eller Pisémure.

C. Beton.

82. Betonens Bestanddele. Beton er en Blanding af Mørtel og Smaasteen. Den er billigere end Mørtel alene, og den bliver maaskee endog stærkere end denne, naar Blandingen er godt udført. Den endelige Styrke afhænger iøvrigt af Mørtelens og Stenenes Beskaffenhed og af deres indbyrdes Forhold samt af Blandingsforholdet. I Almindelighed bruger man hydraulisk Mørtel, hos os gjerne Cementmørtel, til Beton; Stenene vælges mere forskjelligt; efter den Styrke, man tilsigter, kan man tage Granitskjærver, Singel, Pillesteen, Muursteensskjærver e. L.

Stenene bør mindst have samme Styrke som den, Mørtelen endelig kan opnaae; de bør være varige og faste, have skarpe Kanter med ru Flader, der maa binde godt til Mørtelen, og maa helst have nogenlunde eens Størrelse, da de saa leire sig bedst og meest eensartet.

83. Betonblandinger. Mørtelen i Betonen kan betragtes som staaende i samme Forhold til Stenene som det, Kalken staaer i til Sandet i almindelig Mørtel. Med Hensyn til Blandingsforholdene maa derfor lignende Grundsætninger gjøre sig gjældende.

Størrelsen af Stenenes Mellemrum maales ved Vandtilsætning, efter at man først har sørget for, at Stenene ere mættede med Fugtighed. Herved faaes et Maal for den Mængde Mørtel, som behøves; i Regelen forøges dog Mørtelmængden lidt.

Granitskjærver anvendes gjerne som saakaldte $\frac{1}{4}$ " Skjærver, hvilken Størrelse erfaringsmæssigt er passende. Skjærverne kaldes saaledes, naar af en Kubikfod høist 50 Stykker ikke kunne passere en Prøvering af 2" Diameter. Mellemrummenes Størrelse er ved denne Art Skjærver omtrent 45% af hele Massen. Mørtelmængden bliver da, naar man tillægger endnu 5%, netop i Maal det Halve af Skjærvernes. Uagtet dette Forhold kun passer paa skarpt tilhuggede Skjærver, pleie vi i Almindelighed at lægge det til Grund for vore Blandingsforhold, hvad enten der anvendes Granitskjærver, Singel eller Muursteensskjærver, Mørteltilsætningen bliver da forholdsviis rigeligere, navnlig for den runde Singels Vedkommende. For de svagere Mørtelers Vedkommende pleier man dog i det Hele taget at anvende et større Mørteloverskud.

Naar dette Blandingsforhold iagttages, vil Skjærvebetonens Rumfang omtrent være 10% større end Skjærvernes Rumfang alene; af dette Overskud gaae de 5% paa Mørtelens Overskud; de øvrige 5% antyde da Utætheder i Massen. En saa stor Tæthed opnaaes dog kun, naar Betonen sammenpresses godt ved Stampning, udføres Stampningen mindre omhyggeligt, vil man let faae et større, men tillige mindre tæt Kvantum Beton.

Vil man bestemme den Materialmængde, der medgaaer til en bestemt Betonmængde, gaaer man ud fra Skjærvemængden; idet denne altsaa skal være c. 9% mindre end den samlede Betonmængde, og hertil maa da anvendes den halve Mørtelmængde, der kan beregnes efter det tidligere angivne Blandingsforhold (Pkt. 65). Ved Overslagsberegninger bør man dog regne noget mere; ved vore Søforter har man saaledes altid til Betonblandingen 1 + 3 + 6 og 1 + 4 + 8 paaregnet 960 Kfod

= $4\frac{1}{2}$ Kubikfavn Skjærver til 1000 Kubikfod Beton, og man har hertil anvendt en Mørtelmængde, svarende til 50% af Stenenes Rumfang. Naar der kun er Tale om mindre Betonmængder, pleier man at regne ligesaa mange Kubikfod Skjærver som Kubikfod Beton og regner sig til de øvrige Bestanddele efter Forholdstallet. At man saa godt som altid faaer Materialoverskud ved begge disse Beregningsmaader, er en Selvfølge. De almindeligste Betonblandinger, der anvendes hos os, ere

1	Maal Cement,	3	Maal Sand	og	6	Maal Skjærver
1	—	—	4	—	—	8
1	—	—	6	—	—	10

Eftersom den ene eller den anden af de i (Ptk. 65) anførte Svindingsresultater ved Mørtelblandingen lægges til Grund, vil man theoretisk behøve følgende Mængder af de forskellige Materialer til 1000 Kubikfod Beton

Blanding.	Cement.	Sand.	Skjærver.	Anmærkninger.
1 + 3 + 6	Kfod 151 $\frac{2}{3}$	Kfod 455	Kfod 910	Efter den danske Svindtabel for Mørtelblandinger.
1 + 4 + 8	121 $\frac{1}{3}$	485 $\frac{1}{3}$	910	
1 + 6 + 10	82 $\frac{2}{11}$	496 $\frac{4}{11}$	910	
1 + 3 + 6	124 $\frac{1}{11}$	372 $\frac{2}{11}$	910	Efter Michaelis do. do., dog saaledes, at Volumenforøgelsen er sat til i Gjennemsnit $\frac{2}{3}$ af Cementvolumen.
1 + 4 + 8	97 $\frac{1}{2}$	390	910	
1 + 6 + 10	68 $\frac{1}{4}$	409 $\frac{1}{2}$	910	

Praktisk vilde man for mindre Mængder anslaae:

til Blanding.	Kfod Cement.	Kfod Sand.	Kfod Skjærver.
1 + 3 + 6	166 $\frac{2}{3}$	500	1000
1 + 4 + 8	125	500	1000
1 + 6 + 10	100	600	1000

Og efter det ved Søforterne vedtagne c. $4\frac{1}{2}$ % mindre af hver Slags.

Foruden de nævnte Blandingsforhold kan man selvfølgelig benytte forskellige andre. Variationerne betinges navnlig af

forskjellige Fordringer til Vandtæthed og Styrke. De givne Exempler ville være tilstrækkeligt oplysende med Hensyn til Beregningen af de Materialmængder, som behøves.

Naar man anvender Muursteensskjærver og Singel, pleier man ikke at anvende stærkere Mørtel end i Forholdet 1 Deel Cement til 4 Dele Sand og Blandingsforholdene 1 + 4 + 8 og 1 + 6 + 10 ere de almindelige. Da Materialet ikke er saa stærkt som Granit, er det vel motiveret at bruge de svagere Mørtelblandinger. Benytter man Muursteensskjærver, slaaes disse i Regelen ogsaa større end Kampesteensskjærverne, da de ellers let knuses under Stampningen. Beton af Singel kaldes gjerne med det engelske Navn Concret.

Betonblandingerne variere iøvrigt særdeles meget; i Holland og Preussen dannes den meste Beton ogsaa til militært Brug af Trasmørtel og Muursteensskjærver; i Italien ogsaa af Puzzolanmørtel og Granit-, Kalk- eller Muursteensskjærver. I Frankrig benyttes i Almindelighed Vandkalkmørtel og Flinteskjærver eller Pillesteen.

Til de fleste i Huusbygningen forekommende Anvendelser af Beton er det fuldkommen forsvarligt at anvende Muursteensskjærver, kun naar Belastningerne ere meget betydelige, vil det kunne være nødvendigt at bruge Singel eller Granitskjærver.

84. Betonens Tilberedelse og Støbning. Der er to væsentligt forskellige Maader, hvorpaa Tilberedelsen foregaar, enten foretages Blandingen paa engang med samtlige Bestanddele, eller man tilbereder først Mørtelen og blander dernæst denne og Stenene. Den første Methode giver neppe saa god en Blanding, men er billigere, da den fordrer mindre Arbeide. Sætter man Priis paa en god eensartet Betonmasse, bør man anvende den sidste Fremgangsmaade.

I England, Holland og flere Steder i Udlandet foretages Blandingen paa eengang; man afmaaler Cement, Sand, Skjærver eller Singel og Vand, og blander enten ved Haandkraft eller

hyppigere paa Maskine. En simpel Betonblandemaskine, der er brugt i Holland, bestaaer i en Tønde, der er anbragt paa en horizontalt liggende Axel (Pl. IV Fig. 5), der gaaer excentrisk gjennem Bundene. I den ene Bund af Tønden er der anbragt en Aabning, lukket med en Klap, hvorigjennem Materialerne indbringes. Naar Tønden dreies rundt, styrtes Materialet fra den ene Ende til den anden, og under Omdreiningen tilsættes Vandet; efter et vist Antal Omdreininger, som Erfaring maa lære, er Blandingen udført, og den færdige Beton kan tages ud af den samme Aabning, hvorigjennem Paafyldningen skete. Man bør neppe tage mere end 12—15 Kfod Beton for ad Gangen, større Mængder ville kun blande sig meget daarligt, med mindre Behandlingen fortsættes for længe. Befæstes fast paa Blandetøndens Axel et Par Vognhjul, kan Blandingen ogsaa med en passende Transportlængde foregaae, medens Materialerne transporteres fra Oplagspladsen til Arbejdsstedet.

Ved Havnearbejderne i Kiel blandedes Cementbetonen ved Hjælp af to Tønder, anbragte over hinanden; i den øverste blandedes Cementmørtelen, og, naar den var færdig, styrtes den ned i den nederste Tønde og blandedes her med Skjærverne. (Denne Blandingsmaade anvendtes ikke ved Trasbetonen, fordi den ikke ansaaes for tilstrækkeligt omhyggelig).

Hvor Arbejdspladsen ligger under Materialoplagspladsen i en passende Høide, har man anvendt et firkantet lodret Rør, forsynet med nedad heldende Planer, der springe frem i forskjellig Høide fra to modstaaende Sider. Blandingen foregaaer da ved, at Mørtel og Steen kastes ind i Røret foroven og efterhaanden falde ned fra den ene Skraaplan paa den anden.

Hos os anvendes i Almindelighed Haandkraft til Blandingen, man tilbereder først sin Mørtel, og dernæst blandes denne med Skjærverne; den Forarbejdningsmaade, der almindeligst foreskrives af Ingenieurcorpset, er følgende:

«Alle Materialer til Beton maales ubetinget til hver Blanding. I Slagbænken spredes først Sandet tørt og dernæst Ce-

menten ovenpaa i jevntykke Lag. Sand og Cement blandes derpaa med en Skovl, stadig tørt, tre Gange frem og tre Gange tilbage. Er dette udført omhyggeligt, skal Massen være eensfarvet, saa at man ikke kan skjelne Cementen fra Sandet. Dernæst blandes Mørtelen, under jevn Paagyldning af Vand fra en Vandkande med Bruse, atter tre Gange frem og tre Gange tilbage. Den maa ikke være vaadere end en stiv Grød. Mørtelen slaaes derpaa tre Gange frem og tre Gange tilbage med Jernslag; mellem hver Behandling skovles Mørtelen op med Ryg efter Bænkens længste Retning, og ved hver Behandling med Skovlen vendes hele Massen, saa at det Nederste kommer øverst.

Paa en Brædeflage c. 12' i Kvadrat udbredes Skjærverne i en Høide af 2—3" og vandes lidt. Den færdige Mørtel spredes derover ganske jevnt, og Massen blandes derpaa med Skovl tre Gange frem og tre Gange tilbage; imellem hver Gang toppes Massen med Ryg paa tværs og hver Gang vendes det Nederste øverst. Om fornødent gydes der ved denne Blanding lidt Vand paa. Massen skal være som en stiv Grød, saa at den svarer godt, men ikke svupper under Jordstøderen og ikke strax giver Vand fra sig under Stødningen.

Er denne Blanding nøiagtigt udført, ville de enkelte Stene være forsynede med et Mørtelovertræk.»

Den færdige Beton støbes i Forme, der enten f. Ex. ved Fundamenter kunne dannes alene ved Udgravning i Jorden, naar denne er tilstrækkelig fast, men som ellers kan dannes af Tømmer- eller Brædeflager, der i dette Tilfælde maa være godt afstivede, og paa hvis nøiagtige og smukke Udførelse Arbejdets Udseende i en væsentlig Grad beroer. Med Hensyn til Betonens Anbringelse i Formerne gjælde følgende Forskrifter:

«I Formen, Gruben eller paa Gulvets Undergrund kastes Betonen helst med Skovl, som vendes, idet Betonen kladskes ned. Er Transporten længere, væltes Betonen ud af Hjulbøren saa raskt som muligt paa det Sted, hvor den skal anbringes.

Det maa altid iagttages, at der tæst op imod Formbrædderne lægges nogen Mørtel eller finere Dele af Massen, for at Formen kan blive fuldstændigt udstøbt.

Betonen føres paa i Lag af 6" Tykkelse, jevnes og stødes dernæst med jernbeslaaede, firkantede Stødere, indtil den danner en jevn fast Overflade. Naar den rette Fugtighedsgrad er naaet, vil Vandet under denne Operation piple frem med hvidt Skum.

Kan Byggegruben ikke lægges tør, bør Betonens ved Blandingen gjøres mindre vaad end ellers, saa at den i Gruben bliver netop mættet med Vand i ovenanførte Grad.

Al tilberedt Mørtel og Beton skal bruges strax og maa ikke henstaae uforbrugt i Hviletiden. Naar en Betonoverflade har henstaaet fra den foregaaende Dag eller maaskee længere Tid, maa den ophakkes og overgydes med et tyndt Cementlag, inden et nyt Betonlag støbes paa.

Cementen er, som tidligere omtalt, tilbøielig til under Hærdningen at udskyde nogen ubunden Kalk; dette vil navnlig vise sig, naar Betonens har henstaaet en Nat; et saadant Lag vil danne en Afbyrdelse i Muren, og bør derfor fjernes ved Feining med en blød Kost, forinden man hakker op.

Af disse Forskrifter fremgaaer det, at det vil være hensigtsmæssigt at lade de samme Arbeidere tilberede og anbringe Betonens. Det er ogsaa denne Fremgangsmaade, der anvendes ved Kjøbenhavns Søforter. Arbeidsbrigaden er gjerne sammensat af 8 Mand, der arbeide paa følgende Maade:

To Mand aabne Cementtønder og maale Cement og Sand i Slagbænken, de bringe tillige Vand og hjælpe de andre; to Mand tilberede Mørtel; to Mand maale og befugte Skjærverne og blande denne med Mørtelen og kaste endeligt den færdige Beton i Formen; de sidste to Mand sprede Betonens i Formen og stampe den.

Med godt indøvet Mandskab kan man paa eengang behandle indtil 12—12½ Kubikfod Beton, er Mandskabet uøvet, maa man gaae ned til det Halve. Ved Søforterne, hvor Mandskabet efter-

haanden har erhvervet stor Øvelse i dette Arbeide, kan et Hold, der arbeider paa den ovenfor angivne Maade, tilberede 35—40 Kubikfod Beton pr. Mand, hvilket svarer til c. 24 Blandinger à 12½ Kubikfod daglig.

Skal Betonens kun anvendes i et tyndere Lag, f. Ex. i 4—6" Tykkelse til Gulve, kan den tilberedes paa den Maade, at man spreder Skjærverne paa det vel stampe Underlag og bælder Mørtelen ud derover; ved Hjælp af en stiv Kost presser man Mørtelen godt ned i Mellemmrummene mellem Skjærverne. Betonens bliver hverken saa god eller eensartet, som ved den tidligere angivne fuldstændige Behandlingsmaade, men synes dog at blive tilstrækkelig stærk til det angivne Brug.

85. Betonens Anvendelse og øvrige Forhold. Betonens Vægtfylde afhænger af de anvendte Materialer, i Almindelighed har den en Vægtfylde af 2½—2, eftersom der anvendes Granit- eller Muursteensskjærver. Styrken afhænger af Alderen og af Skjærvernes og Mørtelens Beskaffenhed. Forsøg have givet, at Beton af Kampesteensskjærver og en Mørtel dannet af 1 Deel Stettiner Portlandcement og 4 Dele Sand med Sikkerhed kan udsættes for et Tryk af 144 R pr. \square ", har man anvendt Singel istedenfor Kampesteensskjærver, maa man gaae ned til 120 R pr. \square ". Betonens synes bedre at modstaae Rystelser og Stød end regelmæssigt Muurværk af samme Materiale; dette har maaskee sin Grund i, at det er af mindre krystallinsk Struktur end Granitten og betydelig mere eensartet end almindeligt Muurværk. Det er en god Leder for Varmen; Betonmure ere derfor udsatte for at dugge paa den indvendige Side.

Betonens har navnlig funden Udbredelse efter Vandkalkens og Cementens Opkomst; den bruges meest til Fundamenteringer, baade under Vand og i tør Grund; men den kan iøvrigt erstatte almindeligt Muurværk overalt. Man har ogsaa til særegt Brug støbt Betonsten, navnlig til Nedsænkning under Vand, naar det gjaldt om at faae store Stene af en bestemt Form. Ligeledes

bruger man undertiden Betonsteen, der ere saa store som 8—10 almindelige Muursteen til Fundamenter for almindelige Bygninger; det maa imidlertid ansees for bedre og neppe dyrere at støbe hele Fundamentet paa Stedet, naar der ikke ere særlige Vanskeligheder tilstede.

Beton i Blanding 1 + 3 + 6 bruges i fortifikatoriske Øiemed; i Huusbygningen vil der iøvrigt i Regelen kun være Anledning til at anvende en saa stærk Beton under Vand. Blandingen 1 + 4 + 8 vil finde Anvendelse til Fundamenter, naar Grunden er noget fugtig; under ordinaire Forhold vil Blandingen 1 + 6 + 10 være tilstrækkelig stærk baade for Fundamenter og Mure.

Disse Opgivelser gjælde selvfølgelig for Beton, der er dannet af gode Materialer og udført med Omhu. Man maa bestandig erindre, at ligesaa fortrinligt et Byggemateriale Betonen er, naar dette er iagttaget, ligesaa daarligt og ufyldstgjørende vil det let blive, naar der anvendes simple Materialer, og naar Arbejdet ikke ledes med Omhu og Accuratesse.

2. Almindeligt Muurværk med Leieflader.

86. Materiale til Muurværk med Leieflader. Til denne Art Muurværk bruges altid større Steen; disse kunne enten være almindelige, mere eller mindre regelmæssige Brudsteen eller kløvede Steen, Muurværk af raa eller kløvede Steen, eller tilhugne Steen med hyppigst parallele og lodret paa hinanden staaende Sider og Kanter, Muurværk af hugne Steen, eller endelig kunstige Steen, der alle anvendes paa samme Maade som Muurstenene i Muurværk af brændte Steen.

Stenene sammenbindes i Regelen med Mørtel; kun ved Muurværk af hugne Steen anvender man undertiden andre Forbindelsesmaader.

A. Muurværk af raa eller kløvede Steen.

87. Muurværket i Almindelighed. Hos os bruges i Regelen kløvede Steen; i andre Lande bruges meget Brudsteen, saaledes

som de komme fra Bruddene; hos os ere Brudsteen sjeldne, men forekomme dog, saaledes ere f. Ex., som allerede tidligere anført, nogle af vore Krudttaarne paa Amager opførte af Brudsteen fra Saltholm og Faxø. Stenene spaltes til en saadan Størrelse, at de nogenlunde let lade sig haandtere af en eller to Mand. Ved Spaltningen tilstræber man at give Stenen gode Leieflader. En ru Overflade er fordeelagtig, da Mørtelen binder godt dertil; er Overfladen glat, maa den i hvert Fald renses omhyggeligt. Muurværkets Sammenhængskraft og Styrke beroer navnlig paa Mørtelen, der udgjør omtrent $\frac{1}{3}$ af hele Massen. Til kløvede Granitsteen bør man kun anvende Vandkalkmørtel, da Luftmørtel binder slet til Stenen; den vil ogsaa vanskeligt kunne hærde, dels fordi den maa anbringes i et temmelig tykt Lag, dels fordi Murene paa Grund af Bygningsmaaden blive temmelig tykke. Beton er, naar Stenene ikke kunne faaes nogenlunde regelmæssige, at foretrække for denne Bygningsmaade, og tages der Hensyn til, at Murene kunne gjøres en Deel tyndere, bliver det maaskee ikke synderligt dyrere; men de større kløvede Steen see i Regelen bedre ud. Denne Art Muurværk staaer i det Hele taget paa Grænsen mellem det, der støbes af Beton, og det regelmæssige Muurværk, som vi senere skulle behandle; det har begge Arters Mangler, uden at have de tilsvarende Fordele. Muurværk af kløvede Steen benævnes hyppigt Kyklopmuurværk, uagtet denne Benævnelse oprindeligt kun anvendtes om Muurværk af naturlige Steen uden Anvendelse af Bindemiddel mellem Stenene.

88. Udførelse og Anvendelse af Muurværk af kløvede Steen.

For at gøre Massen saa eensartet som muligt, og for at faae en eensartet Sætning, sorterer man Stenene i forskellige Tykkelser, saaledes at man saa nogenlunde kan opføre Murene i horizontale Lag, hvoraf hvert heelt igjennem saa vidt muligt har samme Tykkelse; i alle Tilfælde maa man fordele Steen af forskjellig Størrelse saa eensformigt som muligt igjennem hele Murens

Tykkelse. Den største Længde anbringes paa tværs af Muren, navnlig bør enkelte Steen, Bindere, gaae fra Yderfladen et godt Stykke ind i, helst heelt igjennem Muren. Yderfladerne, Façaderne, maa være nogenlunde plane, og man maa sørge for, at Stenene slutte godt sammen. Anvendes Muren under saadanne Forhold, at den ene Façade skjules, idet den f. Ex. støder op mod en Jordskraaning, saa benævnes den synlige Flade hyppigt Paramentet. Stenene maa inde i Muren helst lægges saaledes, at den flade Side vender nedad, derved faae de den bedste Understøttelse: Paa Hjørnerne anvender man de største og regelmæssigste Steen og sørger for en god Overgribning af Steenrækkerne i de to Façader.

Man maa træffe et omhyggeligt Valg af Stenene for at faae disse til at passe godt sammen, saa at Mellemrummene blive saa smaae som muligt; hvert enkelt Lag udkiles godt: større Aabninger stoppes med Steenfliser, mindre Mellemrum fyldes godt med Mørtel; paa denne Maade skaffer man saa god og jevn en Overflade som muligt i hvert enkelt Lag, og faaer derved en god Leieflade for det næste Lag. De udvendige Fuger fyldes i Regelen først bagefter med Mørtel, der presses godt ind i dem, og som afglattes med Muurskeen.

Man anvender hyppigt regelmæssige Steen i Hjørnerne eller til ydre Beklædning; i sidste Tilfælde dannes der gjerne Forbindelse mellem den indre Muur og den ydre Skal ved Hjælp af længere Bindere, og i saa Fald bør man mure med en hurtigt-hærdnende Cementmørtel, da den ulige Sætning ellers let kan bevirke, at Binderne knække, og der altsaa dannes Spaltninger paalangs i Muren (smlgn. Pkt. 90).

Denne Art Muurværk anvendes kun sjældent til Opførelse af hele Bygninger, undtagen hvor man har Steen i større Mængde, f. Ex. paa Landet til Ladebygninger o. L. Den anvendes derimod ofte til Fundamenter for Mure. Man formurer da hyppigt i Leermørtel. Ved Bro- og Steenkistebygninger finder den derimod megen Anvendelse.

B. Muurværk af hugne Steen.

89. **Muurværkets Eiendommeligheder.** Ved Muurværk af Beton og af kløvede Steen beroer Murenes Stabilitet udelukkende eller dog væsentligst paa Mørtelen; saaledes er det ikke med Muurværk af hugne Steen; her beroer Stabiliteten væsentligst paa den Maade, hvorpaa de enkelte regelmæssigt tildannede Steen anbringes i Muren. I Oldtiden anbragte man hyppigt Stenene uden Mørtel; Stenenes Størrelse og den Omhu, man anvendte paa at tildanne Fladerne nøiagtigt, vare i Regelen tilstrækkelige til at sikre deres Stilling, og det uagtet man anvendte horizontale Leieflader, selv om Trykkets Retning var lidt skraa. Nutildags anvender man mindre store Steen og forbinder dem næsten altid med Mørtel, der da ved sin Sammenhæng og Vedhængning ved Stenene skal erstatte Gnidningsmodstanden imellem de store Steen, og tillige gjøre Berøringen mellem Stenene fuldstændig, uden at man behøver at gaae til en altfor vidtreden Omhu i Tildannelsen af Stenenes Flader. I Regelen anvendes horizontale Leiefuger; men skal Muren optage et Tryk, der afviger synderligt fra Verticalen, og som er saa stærkt, at man ikke tør stole paa, at det kan optages af Mørtelen, maa man anbringe Stenene saaledes, at Leiefladerne staae lodrette paa Trykkets Retning; eller man maa tildanne Stenene saaledes, at deres Form sikkrer mod en Forskydning.

Stenenes Former og deres Anbringelsesmaade i Muren maae rette sig efter følgende Erfaringssætninger:

1. Stenene tilhugges saaledes, at alle Kantvinkler blive rette eller stumpe; der bør hverken findes spidse Hjørner eller Kanter. Til Brug i almindelige verticale Mure ville de blive parallelipediske, med de enkelte Sideflader staaende lodrette paa hinanden. For Bearbejdelsens Skyld bør alle Berøringsflader være plane, udfoldelige eller i hvert Fald vindskæve med retliniede Frembringere.

2. For at opnaae den største Modstand mod Knusning, maa man for de enkelte Steens Vedkommende iagttage, at de

i Muren faae de samme Leieflader som i Bruddet, og at Dimensionerne staae i passende Forhold til hinanden. En Betingelse, der i Regelen opstilles, er, at Høiden aldrig bør være større end Bredden, Længden kan derimod være mere vilkaarlig. Rondelet angiver som passende Forhold for bløde Steen Længden lig 2—3 Gange og Bredden lig 1—2 Gange Høiden, for haarde Steen Længden 4—5 Gange og Bredden 2—3 Gange Høiden.

3. Muurværket opføres lagvis i Skifter af Steen, der maa have samme Høide i hvert Lag, og anbringes, saa at de komme til at hvile paa den største Sideflade. Mellemrummene mellem Lagene kaldes Leiefuger, Mellemrummene mellem Stenene i det enkelte Skifte Stødfuger. Disse Fuger maae gjøres saa smaae som muligt.

4. Stenene maa anbringes i godt Forbandt. Leiefugen maa være gennemgaaende for hele Skiftet og være lodret paa Trykkets Retning, Stødfugerne maae derimod vexle, saa at samme Fuge aldrig fortsættes gennem to Skifter; helst maae Stødfugerne falde paa Midten af den underliggende Steen. Denne Afbrydelse af Stødfugerne maa selvfølgelig ogsaa findes inde i Muren; har man med omtrent lige store Steen at gjøre, kommer man derved til at anbringe Stenene dels med den lange Side i Façaderetningen, og Stenene kaldes da Løbere, dels med den lange Side lodret paa Façaden og Stenene kaldes da Bindere eller Kopper.

90. Anvendelse af hugne Steen. Hos os, hvor man i Regelen er henviist til Granit, og i hvert Fald kun i indskrænket Grad er i Besiddelse af andre til Bygningsbrug egnede naturlige Steen, opfører man sjelden Mure af tilhugne Steen paa Grund af, at de ville blive for kostbare. Derimod bruger man dem undertiden som Parament paa hele Yderfladen af andet Muurværk eller deelviis for at beskytte de meest udsatte Steder af Muren.

Ved Nationalbanken i Kjøbenhavn er saaledes den nederste

Etage forsynet med en Granitbeklædning (Pl. IV Fig. 6). Beklædningen er hovedsagelig dannet af Løberskifter, der ere c. $14\frac{1}{2}$ Tomme høie; Stenene i hvert andet Skifte ere c. $4\frac{1}{2}$ Tomme bredere end i de mellemfaldende Skifter, saaledes at de gribe med en halv Steenlængde ind i den bagvedværende Muur. De almindelige Løberskifter ere hist og her afbrudte med 3' lange Bindere, der altsaa gribe længere ind i Muren. Disse Bindere vise sig som saadanne i Façaden med kvadratisk Forflade. Til Muurværket er i det Hele taget anvendt hurtigt hærdnende Mørtel, for at det ikke skal sætte sig senere, og Forbindelsen herved ødelægges.

Naar Muurværket dannes af Løbere og Bindere, pleier man, naar der ønskes en særlig stærk Forbindelse, at tildanne dem saaledes, at der dannes en saakaldet svalehaleformig Forbindelse mellem Løberne og den Deel af Binderne, der ligger i Løberskiftet (Pl. IV Fig. 7). Ved Kjøbenhavns Søforter er en saadan Formuringsmaade anvendt. Skifterne ere 1 og $1\frac{1}{2}$ Fod høie. Længden af en Løber og en Binder tilsammen, maalt i Muurfladen, er omtrent 5'. Binderne ere altid anbragte over Midten af Løberne eller omvendt. Binderne vise sig i Paramentet i Regelen som Kvadrater, kun undtagelsesviis med en lidt større Høide end Bredder. Svalehalen er her frembragt ved at lade Løbernes Bredder tiltage med $\frac{1}{12}$ indefter og tilhugge Binderne herefter.

Skal Muren ikke modstaae stærke Stød, anvender man ingen saadan Forbindelse.

Bagmuringen kan dannes af almindelige Muursteen, kløvede eller raae Granitsteen i Cementmørtel eller af Beton.

Skal Muren paa begge Façader forsynes med Beklædning af hugne Steen, maa man sørge for at faae saamange Bindere som muligt, helst alle til at gaae heelt igjennem; Mellemrummet mellem Løberne kan da opføres som almindelig Bagmuring.

91. Tilhugning af Stenene. Stenene tildannes ved Tilhugning,

enten i Bruddet eller paa Byggepladsen. Det er af Vigtighed, at denne Operation ledes med Økonomi, saaledes at Stenene tabe saa lidt som muligt i Størrelse ved Tildannelsen. Retskeden, Lodsnoren og Vinkelmaalet benyttes flittigt, medens Stenene ere under Hammeren.

De Dele af Stenene, der ligge inde i Muren, blive hyppigt kun tugtede, saa at Fordybningerne ikke overstige 1 Tomme, den forreste Flade bliver i Regeien behandlet noget mere; hyppig anvender man en Grovbugning i Midten, hvilken man lader springe lidt frem (Pl. IV Fig. 8), og man finthugger Kanterne i c. $\frac{1}{2}$ "s Bredder; Muurværket faaar da Udseende af at have en Fugé paa $\frac{3}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ " Bredder; man kan opnaae det Samme med mindre Arbejde ved kun at danne den finthugne Kant paa de to Sider af Stenene, men i c. 1" Bredder (Pl. IV Fig. 9).

Ved Bankbygningen i Kjøbenhavn ere Stenene finthuggede med en hvælvet Overflade.

Den praktiske Tilhugning af Stenene skulle vi iøvrigt ikke gaae nærmere ind paa, da hugne Steen hos os kun anvendes overmaade lidt i Hausbygningen.

92. Stenenes Anbringelse og Befæstelse. Stenene anbringes skifteviis, saaledes at man først gaar til det næste Skifte, naar hele det neden under værende er lagt op. I Regelen ere Stenene saa svære, at de ikke kunne anbringes ved Haandkraft; man bruger derfor Kraner, og det er hensigtsmæssigt at konstruere disse som Løbekraner, der kunne forskydes paa Sper langs hele Muren.

Forbindelsen mellem Stenene kan tilveiebringes enten ved Hjælp af Mørtel eller uden dette; i sidste Tilfælde siges Muurværket at være tørt.

Anvender man ikke Mørtel, maae Stenenes Leleflader være nøiagtigt tildannede, og man har hyppigt tidligere ladet sig nøie hermed og kun sikkert Murens Stabilitet ved at anvende meget svære Steen. Vil man ikke nøies hermed, saa kan man enten

tildanne Stenene, saa de gribe godt ind i hinanden (Pl. IV Fig. 10) eller man kan anvende Dyvler af Træ eller Jern eller Kremper af Jern, der maaskee kunne faststøbes i de enkelte Steen (Pl. IV Fig. 11); disse Forbindelser have dog altid visse Ulemper, deels ere Udvidelserne ved Varme ikke lige store, deels kan Jernet ruste, og herved kan da ikke alene Forbindelsen ødelægges; men Stenene kunne sprænges. Ere Murene foroven forsynede med et Dækskifte, hvilket f. Ex. altid findes paa Kaimure, vil det dog være nødvendigt at anvende slige Forbindelser for at sikre Stenenes Stilling.

Formuring i Mørtel er almindelig, den anvendes undertiden sammen med de ovenfor angivne Forbindelsesmaader, men hyppigst alene. Der anvendes to væsentligt forskellige Maader, nemlig enten Udstøbning af Fugen eller Formuring i Mørtelseng.

a. Udstøbning af Fugen.

Ved Hjælp af Snor, Retskede og Vaterpas hensættes et Skifte nøiagtigt paa sin Plads, idet hver enkelt Steen understøttes af smaa Egetræskiler. Derpaa tilstoppes alle Fuger, de mindre kunne tættes med en tynd Snor, de større med en hurtigt hærdnende Cementmørtel eller med Gipsmørtel. I Fugerne er der forinden Tætningen anbragt smaae Træproppe, der senere kunne tages ud ved Udstøbningens Begyndelse og give Luft og Urcenlighed Plads til at undslippe.

I Hjørnet mellem hver Binder og Løber anbringes derpaa et 4—5' høit Rør, forsynet med en Tragt foroven, derigjennem heldes først Vand for at rense alle Fuger og dernæst en tyndt-flydende Mørtel af 1 Deel Cement og 1 Deel Sand; efterhaanden som Mørtelen viser sig og flyder ud igjennem de smaae Luftaabninger, bør disse tilstoppes, og man fylder paa saalænge, til Mørtelen træder op over Stødfugen. Paa Søforterne, hvor denne Udstøbningsmaade er anvendt, blev den øvrige Deel af Skiftet udført af Beton i Stenenes Høide, naar Fugerne vare tilbørligt hærdnede.

Denne Methode er nem, men den har flere Ulemper, naar man ikke bruger fintbugne Steen og stærk Cementmørtel. Den tynde Mørtel er svag og fylder kun Fugen ufuldstændigt, Fordybninger i Stenenes Underflader blive kun vanskeligt udfyldte; der bliver Luftblærer tilbage i disse Huulheder, og Bindefladen afbrydes derved. Stødfugerne blive derimod godt udfyldte; men dette har ikke den Betydning for Murens Stabilitet, som ogsaa det forholdt sig saaledes for Leiefugernes Vedkommende.

b. Formuring i Mørtelseng.

Denne Fremgangsmaade er en Deel omstændeligere, men den er bedre end den foregaaende. Man hensætter først hver Steen tørt for at see, hvor nøie den kan bringes til at slutte. Derpaa borttages Stenen igjen, Leiefladerne renses, og man paaferer et Mørtellag, dobbelt saa tykt som den Tykkelse, Fugen skal have; Stenen lægges paany heri og presses og stødes med Trækøller godt ned i Mørtelsengen, indtil den har faaet sin rette Stilling. Den overflødige Mørtel presses herved ud af Fugen, den opsamles og benyttes igjen; iøvrigt stopper man Mørtelen godt ind, baade i Leie- og Stødfuger, med en saugdannet Mørtelkniv (Pl. IV Fig. 12). Stødfugerne kunne ogsaa fyldes ved Udstøbning.

c. Muurværk af brændte Steen.

93. Muurstenenes Anbringelse i Forbandt. En Hovedbetingelse for, at der kan tilveiebringes godt Muurværk af de forholdsviis smaae brændte Steen, er, at de anbringes i godt Forbandt (samln. Pkt. 89), altsaa med Leiefuger, der ere gjennemgaaende og muligst lige tykke samt stillede lodret paa Trykkets Retning og med Stødfuger, der i samme Skifte helst maae være gjennemgaaende, men som i to paa hinanden følgende Skifter maae fjernes saa langt fra hinanden som muligt og i hvert Fald aldrig bør falde lige over hinanden.

Da Stenene altid ere af samme Størrelse, bør man, for at

opnaae et godt Forbandt i Mure, der ere mere end een Steen tykke, helst formure Stenene, saa at de i Façaden vise sig skifteviis som Løbere eller Bindere, altsaa skifteviis med den største Længde i Façadens Retning og lodret paa denne. Iagttages dette ikke, kan en god Afbrydelse af Stødfugerne inde i tykke Mure kun tilveiebringes ved at dele Stenene i mindre Stykker. Følger man derimod denne Regel, vil Forbandtet let og naturligt fremkomme, naar man gjør Stenenes Længde (l) lige saa stor som to Steenbredder (b) forøget med en Fugetykkelse (f). Vil man tillige kunne indmure Steen paa Høikant, er det for Skiftegangens Skyld hensigtsmæssigt at gjøre Steenbredden dobbelt saa stor som Steentykkelsen (t) forøget med en Fugetykkelse. Man faaer altsaa:

$$l = 2b + f = 4t + 3f; \quad b = 2t + f.$$

For at bestemme Stenenes Dimensioner bør der altsaa tages Hensyn til Fugetykkelsen. Om denne gjælder da, at den ikke bør være for stor; thi Murens Sætning hidrører fra den; idet den udelukkende bør fremstaae deels ved Sammentrykningen af den bløde Mørtel, deels ved den ved Kalkens Hærdning forarsagede Svinding. Paa den anden Side bør Fugen dog ikke gjøres saa smal, at de uundgaaelige Uregelmæssigheder, der findes i Stenenes Tykkelse, kunne forvolde Ulemper ved Formuringen, navnlig bør den for Udseendets Skyld være saa stor, at disse smaae Variationer kunne udjevnes ved at forøge eller formindske Fugetykkelsen lidt, uden at dette falder i Øinene. Af Hensyn til disse Forhold bør Fugetykkelsen ligge imellem $\frac{1}{4}$ og $\frac{1}{2}$ Tomme; en mellemfaldende Værdi paa omtrent $\frac{3}{8}$ Tomme er maaskee det almindeligste. Stenenes Størrelse er iøvrigt sjældent aldeles nøie afpasset med Hensyn hertil; betragte vi til Ex. vore største Steen (se Tabellen Pag. 24), der dog sjældent leveres, og som ere $9'' \times 4\frac{1}{4}'' \times 2''$, sees det, at man maa paaregne Fugetykkelser paa $\frac{1}{4}$ og $\frac{1}{2}$ Tomme, tages de mindre, almindeligst forekommende Steen, der ere $8\frac{1}{2}'' \times 4'' \times 1\frac{1}{8}''$, faaes et ganske lignende Forhold.

En Betragtning af de udenlandske Steendimensioner viser, at man heller ikke her har holdt sig dette skarpt for Øie, navnlig er Tykkelsen hyppigt lidt for stor; dette har dog mindre at sige, da det er sjældnere, at Stenene formures saaledes, at Tykkelsen gjør sig gjældende i Forbandtet, og da det iøvrigt, som vi tidligere have bemærket, er fordeelagtigst at anvende tykke Steen, da der derved faaes færre Leiefuger og altsaa mindre Sætning og bedre Muurværk.

Ved de nye tyske Steen, som man ogsaa tilstræber at faae indførte i Østerrig og Holland, ere Stenenes Dimensioner bestemte meget rationelt, saaledes at Fugetykkelsen altid kan blive netop een Centimeter.

For en Fugetykkelse, der svarer til den for de tyske Steen normale, ville Mellewrummene mellem Stenene i tykkere Mure omtrent udgjøre $\frac{5}{16}$ af hele Muurmassen. Mørtelmassen kan herefter ansættes til omtrent $\frac{1}{8}$ af hele Muurvoluminet.

For at opnaae gode Forbindelser, navnlig i Hjørner, murer man ogsaa med Dele af Steen; man anvender saaledes Trekvartstykker, der kun have $\frac{3}{4}$ Længde af almindelige Steen, Kopstykker, der kun have en halv Steenlængde, og Petringer, der fremkomme ved at dele en heel Steen paalangs i to lige store Dele. Undertiden bruger man ogsaa Steenstykker, der faaes ved at dele en almindelig Steen i 4 ligestore Dele; dette kan kun forsvares ved Udmuring af tynde og smalle False; derimod bør de ikke anvendes inde i Mure.

I Tydskland begynder man nu og da af økonomiske Hensyn at anvende halve og fjerdedeels Steen til Façadebrug. Har Muren iøvrigt tilstrækkelig Styrke, kan dette maaskee nok forsvares med Hensyn til Bæreevnen, men disse Smaastykkers Forbindelse med den indre Muur kan neppe blive fyldestgjørende.

94. Belastning af Muurværk af Muursteen. Muurværket bestaaer af to forskellige Bestanddele, Muurstenene og Mørtelen; Modstanden imod Knusning, hvorfor det kan blive udsat, maa

selvfølgelig rette sig efter den Modstand, som det svageste Materiale kan yde. Hos os er det almindeligt at formure i Luftmørtel, og vi maae altsaa (smlgn. Pkt. 58) indskrænke os til at byde almindeligt Muurværk en Belastning af 50—55 \mathfrak{R} pr. Kvadrattomme. Sammenligne vi dette med, hvad der kan bydes Cementmørtel*) (Pkt. 65) sees det, at man allerede efter en Maanedes Forløb tør byde en Blanding af 1 Deel Cement og 6 Dele Sand 40 \mathfrak{R} , og efter to Aars Forløb tør man endog gaae til 100 \mathfrak{R} pr. Kvadrattomme. Den endnu svagere Blanding af 1 Deel Cement og 8 Dele Sand tør man efter de nævnte Tidens Forløb byde respective 25 og 70 \mathfrak{R} pr. Kvadrattomme. Tages der nu Hensyn til, at man tør byde almindelige Muursteen en Belastning af 80 \mathfrak{R} pr. Kvadrattomme, sees det, at man, naar der formures med Luftmørtel, maa paaregnes en betydeligt mindre Modstand mod Knusning end den, som Stenene med Sikkerhed kunne yde; man nødsages derfor til at gjøre Murene tykkere, end det egentlige Steenmateriale fordrer. Formurer man derimod i Cementmørtel, vise de opgivne Tal, at man selv med svage Blandinger kan vente en saadan Haardhed af Mørtelen, at Stenenes Modstand mod Knusning kunde lægges til Grund for Beregningen af Muurtykkelsen. Dette kan under mange Forhold have sin Betydning.

95. Muursteensforbindelser i almindelige plane Mure. Tykkelsen af Muursteensmure angives i Regelen i Muursteenslængder, idet man regner Bredden lig en halv, Tykkelsen lig en kvart Steenlængde. Ved tykkere Mure dannes Tykkelsen dog i Regelen altid af et heelt Antal halve Steen.

a. Halv Steens Muur.

Muren har samme Tykkelse som en Steenbredde; alle Steenene maae altsaa anbringes som Løbere, Stødfugerne falde paa

*) Disse Angivelser gjælde kun de bedste Cementarter; for de ringere Arter er Forholdet ikke saa gunstigt.

Midten af den neden under værende Steen (Pl. IV Fig. 13). Murene afsluttes ved Hjælp af Kopstykker.

b. Trekvart Steens Muur.

Murens Tykkelse er lig $1\frac{1}{2}$ Steenbredde; den maa derfor opføres af Løberskifter i Forbindelse med Steen paa Høikant. (Pl. IV Fig. 14) viser en saadan Muur seet forfra og i Snit, hvoraf Forbandtet vil fremgaae.

Denne Forbindelsesmaade er, som det let vil sees, ikke god; Sætningen bliver ueensartet, fordi Leiefugerne ere afbrudte; til Mure af denne Tykkelse bruges derfor nu hyppigt særegne Steen, der have samme Længde og Tykkelse, men ere $1\frac{1}{2}$ Gang saa brede som almindelige Steen. Formuringen foregaaer da som ved halv Steens Muur. Man har bibeholdt de to Dimensioner uforandrede for at lette Forbindelsen mellem denne Slags Mure og Mure af almindelige Steen.

Mure af disse særegne Steen kunne næsten ansees for lige saa stabile som Mure af en heel Steens Tykkelse.

Halv Steens og trekvart Steens Mure anvendes i Almindelighed kun som Skillemure inde i Bygninger.

c. Een Steens Muur.

Murens Tykkelse er lig 1 Steenlængde eller 2 Steenbredder, Stenene kunne altsaa anbringes baade som Bindere og Løbere. For at opfylde de Fordringer, der stilles til et godt Forbandt, kan Muren opføres af Bindere alene eller af Bindere og Løbere, men ikke af Løbere alene. I Frankrig er det almindeligt at bygge alle Muursteensmure med lutter Bindere (Pl. IV Fig. 15—17 viser Skiftegangen i 1 Steen, $1\frac{1}{2}$ Steen og 2 Steen tykke Mure); man kommer da ved de tykkere Mure til at anvende mange halve Steen, og denne Formuringsmaade forklarer, hvorfor man ikke bryder sig om at give Stenene en større Længde end netop to Steenbredder. Naar man ikke behøver at bruge halve Steen (altsaa ved een Steens Muur), giver denne Anbringelsesmaade

maaskee det stærkeste Muurværk, thi Stødfugeafbrydelsen er saa fuldstændig som mulig, og man tilfredsstiller i saa høj Grad som muligt den for Muurværk med kløvede Steen opstillede Regel, at saa mange Steen som muligt bør ligge med den største Længde ind i Muren.

Hvor Muursteens Muurværk er det Almindelige, saaledes i hele Nordenuropa og i Norditalien, anvender man dog meest et Forbandt med Løbere og Bindere; deels er dette let at overføre fra een Steens Muur til tykkere Mure uden at bruge halve Steen, deels giver det en smukkere Façade; man skelner navnlig imellem 3 forskellige Slags Forbandt: Blokforbandtet, Krydsforbandtet og det gothiske Forbandt.

Blokforbandtet (Pl. IV Fig. 18) dannes af afvæxlende Løber- og Binderskifter, saaledes at Stødfugerne i alle Løberskifter ligge i samme lodrette Linie lige over hinanden og ligesaa i alle Binderskifter; Muurværket i Façaden viser sig som Kors, staaende paa Midten af en Løber; Muren afsluttes for Enden enten med Trekvartstykker, der kunne lægges yderst, eller med Petringer, der altid maae dækkes af en Binder. Naar Muren opføres stykkeviis, kan hvert enkelt Stykke standse med en Fortanding (a) med lige store Tænder, eller med en Aftrapning (b) med væxlende Trin paa $\frac{1}{2}$ og $1\frac{1}{2}$ Steenbredde.

Krydsforbandtet (Pl. IV Fig. 19) dannes ogsaa af afvæxlende Løber- og Binderskifter; Binderskifterne ligge som i Blokforbandtet; men Løberskifterne ligge saaledes, at Stødfugerne i det ene Skifte ligge lige under Midten af Løberne i det paafølgende Løberskifte; Muurværket viser sig som Kors, staaende paa en Fuge. Muren afsluttes for Enderne enten med Petringer eller med Trekvartstykker; men man nødsages desuden til i hver andet Løberskifte at indskyde et Kopstykke indenfor det sidste Trekvartstykke, da man ikke gjerne maa ende med en halv Steen. Fortandingen (a) er her ueensartet, Tandlængden er respective $\frac{1}{2}$ og $1\frac{1}{2}$ Steenbredde, Aftrapningen er derimod eensartet lig $\frac{1}{2}$ Steenbredde (b).

De to Forbindelser ligne hinanden deri, at der i Façaden vise sig lige store Løber- og Binderarealer; Afbrydelsen af Stødfugerne er omtrent lige god; men tages der Hensyn til at Krydsforbandtet, naar det skal afsluttes, fordrer en større Deel Kopstykker, saa bør Blokforbandtet bruges, naar Muren afbrydes meget af Vinduer og Døre, fordi det giver flere hele Steen. Har Muren derimod ingen Afbrydelser paa store Længder, og opføres den, hvad der i Regelen vil være Tilfældet, saaledes, at Hjørner og enkelte mellemfaldende Partier først føres et Stykke op, saa giver Krydsforbandtet med sin regelmæssige Aftrapning en bedre Tilslutningsflade end Blokforbandtet; dette har vel Fordelen igjen, naar man bruger Fortanding; men denne Afbrydelsesmaade er i alle Tilfælde ikke saa heldig som Aftrapning, fordi en Deel af Stenene, navnlig Binderne, let faae et daarligt Leie.

Det gothiske Forbandt (Pl. IV Fig. 20), der ogsaa kaldes det polske Forbandt, er karakteristisk derved, at der i alle Skiltes findes lige mange Løbere og Bindere, der regelmæssigt skifte. Binderne ligge altid midt over en Løber. Som i Blokforbandtet viser Muurværket sig som Kors, staaende paa Midten af en Løber; Muren afsluttes ligeledes for Enderne enten med Trekvartstykker eller Petringer. Fortandingen (a) er den samme som ved Blokforbindelsen, Aftrapningen (b) maa derimod skee med Trin paa $1\frac{1}{2}$ Steenbreddes Størrelse.

Denne Forbindelse viser i Façaden kun et halvt saa stort Binder- som Løberareal, den har færre Bindere, og maa derfor betragtes som staaende tilbage for de to tidligere nævnte.

Af andre Forbandter skulle vi endnu kun anføre Munkeforbindelsen (Pl. V Fig. 1), der anvendtes meget i Middelalderen, og som er dannet af to og to Løbere med mellemfaldende Binder i hvert Skifte, og den almindelige italienske Forbindelse (Pl. V Fig. 2), hvor hvert Skifte bestaaer af afvekslende en Løber og to Bindere.

d. Tykkere Mure.

Disse kunne i Façaden vise de nævnte Forbandt for een Steens Mure; men som Hovedregel fastholdes, at man inde i Murene altid bør anvende lutter Bindere; det ydre Forbandt har altsaa kun Betydning for den ydre halve Steens Skal; inde i Murene vil man, naar Murene ere over $1\frac{1}{2}$ Steen tykke, som Snit parallele med Façaden faae den franske Façadeforbindelse. $1\frac{1}{2}$ Steens Muur fremkommer ved at lægge en Række Løbere skiftevis foran eller bagved en Række Bindere; Façaderne kunne efter Omstændighederne vise Blok- eller Krydsforbindelse (Pl. V Fig. 3 a og b); gothisk Forbindelse (Fig. 4) kan ikke faaes uden Anvendelse af Kopstykker; derimod egner den italienske Forbindelse sig godt til denne Muurtykkelse (Pl. V Fig. 5).

2 Steens Muur faaes af een Steens Muur ved at indskyde et Binderskifte mellem Løberne og anvende to Bindere bag hinanden i Binderskiftet; $2\frac{1}{2}$ Steens Muur dannes paa samme Maade af $1\frac{1}{2}$ Steen osv. (Pl. V Fig. 6—8).

96. Muursteensforbindelser i retvinklede Hjørner. Idet her kun tages Hensyn til Blok- og Krydsforbindelsen, gjælde som almindelige Regler, uden Hensyn til om Murene ere lige tykke eller ikke, at:

1. I samme Skifte maae paa den ene Side af Hjørnet altid sees lutter Bindere og paa den anden Side lutter Løbere.
2. I hvert Skifte maa kun een Muur være gennemgaaende i Hjørnet, det vil sige Bagfaçadelinien fortsættes igjen den anden Muur, saa at der her bliver en gennemgaaende Stødfuge. Samme Muur maa dog ikke være gennemgaaende i to paa hinanden følgende Skifter.

Naar man nu tillige fastholder som almindelig Regel, at der ikke bør anvendes mindre Steendele end halve Steen, saa kan det tillige som Hjælp ved Anordningen slaas fast, at hvis

den Muur, der viser Løberskifte i Façaden, skal være gennemgaaende, saa maa der afsluttes i Hjørnet med Trekvartstykker, og skal den Muur, der i Façaden viser Bindere, gaae igjennem, maa Afslutningen skee ved Hjælp af Petringer, der indskydes indenfor den sidste Binder. Det vil ligeledes let sees, at naar Muurtykkelsen ikke er netop et Multiplum af en heel Steenlængde, kan Binderskiftet ikke, blive fuldt gennemgaaende, med mindre man anvender halve Petringer; det vil derfor være rigtigst at lade Løberskiftet være gennemgaaende i disse Mure.

Iagttagelsen af disse Regler i Forbindelse med de almindelige Vedtægter for godt Muurforbandt ville altid sikre en god og stærk Forbindelse i Hjørnet.

De samme Regler gjælde for Muurkrydsningen og Tformede Sammenstød, saa snart der i det Hele taget kan være Tale om Løber- og Binderskifter. Ved halv og trekvart Steen tykke Mure modificeres de derhen, at disse Mure i hvert andet Skifte maae binde en kvart til en halv Steen ind i den anden Muur.

Anvendelsen af disse Regler vil nærmere fremgaae af følgende Exempler.

a. Retvinklet Hjørne mellem to $1\frac{1}{2}$ Steen tykke Mure
(Pl. V Fig. 9).

(Fig. 9a og 9b) vise Façaden, hvori Forbandtet kan være Blok- eller Krydsforbindelse. (Fig. 9c og 9d) vise de to Skifter, der ved vekselsvis Anvendelse ville give Blokforbandtet; det gennemgaaende Skifte afsluttes med 3 Trekvartstykker. De to Skifter kunne bringes til at kongruere, naar det ene klappes om og dreies 90° om Hjørnediagonalen. Ønsker man Krydsforbindelse i Façaden, maa 3die Skifte (Fig. 9e) dannes af 1ste (Fig. 9c) ved at indskyde et Kopstykke bag det yderste Trekvartstykke i Løberskiftet; paa samme Maade dannes 4de Skifte (Fig. 9f) af 2det (Fig. 9d); 5te Skifte bliver igjen som 1ste; 6te som 2det osv.

b. Retvinklet Hjørne mellem to 2 Steens Mure

(Pl. V Fig. 10 og 11).

(Fig. 10a og 10b) vise to paa hinanden følgende Skifter, naar man lader Løberskiftet blive gennemgaaende. Der afsluttes med Trekvartstykker. Anvendelsen af disse to Skifter alene giver Blokforbindelse i begge Mure; Krydsforbindelse tilveiebringes ved Indskydning af Kopstykker, ganske som dette er viist i (Fig. 9) eller ved Indskydning af to Bindere som viist (Pl. VI Fig. 1d). (Fig. 11a og 11b) vise to paa hinanden følgende Skifter med gennemgaaende Binderskifter. Der afsluttes med Petringer, anbragte bag den sidste Binder. Ogsaa her tilveiebringes Krydsforbindelsen i Façaderne ved Indskydning af Kopstykker.

c. Retvinklet Hjørne mellem en $2\frac{1}{2}$ og en 2 Steens tyk Muur (Pl. VI Fig. 1 og 2).

(Pl. VI Fig. 1a og 1b) viser Forbindelsen ved Hjælp af Trekvartstykker i to paa hinanden følgende Skifter, naar begge Mure skulle vise Blokforbindelse i Façaderne. (Fig. 1c og 1d) viser respective 3die og 4de Skifte, der forbunden med (Fig. 1a og 1b) ville give Krydsforbindelse i Façaderne. 3die Skifte er dannet af 1ste paa sædvanlig Maade ved at indskyde et Kopstykke. 4de Skifte kunde ligeledes dannes af 2det ved at indskyde et Kopstykke; men man fik da ikke gennemgaaende Stødfuge. (Pl. VI Fig. 2) viser Forbindelsen ved Hjælp af Petringer. Der opstaaer her flere Vanskeligheder, hvis man vil have Stødfugerne gennemgaaende i samme Skifte. Den to Steens Muur bliver let gennemgaaende (Fig. 2a); men vil man have den $2\frac{1}{2}$ Steens Muur gennemgaaende, saa maa Stødfugegangen i Løberskiftet (Fig. 2b) forandres ved at der indskydes et Kopstykke (Fig. 2d). Forsaa vidt Stødfugerne i den $2\frac{1}{2}$ Steens Muur (Fig. 2d) skulle være gennemgaaede, da maa man enten mure med halve Petringer (Fig. 2b) eller med Trekvartstykker (Fig. 2c);

begge Dele bør helst undgaaes; men især er den første Forholdsregel forkastelig.

Exemplerne vise, at det hyppigt vil være vanskeligere at faae et fuldstændigt regelmæssigt Forbandt i ulige tykke Mure, naar man vil lade Binderskifterne være gennemgaaende. Den store Anvendelse af Dele af Steen inde i Murene er altid forkastelig; Muren svækkes paa det svageste Sted; den er desuden uøkonomisk, fordi Tilhugningen foraarsager en Deel Spild, og den giver Anledning til, da Arbeidet vanskeligt kan kontrolleres, at der mures med Steenfliser, der blot trykkes ned i Mørtelen, istedenfor med ordentligt tilhugne Steen. Derimod kan man altid komme forholdsvis let igjennem med gennemgaaende Løberskifter. Tages der fremdeles Hensyn til, at man, naar Blokforbindelse anvendes, kan hjælpe sig alene med Trekvartstykker, burde man maaskee som Regel foretrække gennemgaaende Løberskifter i Blokforbindelse.

97. Muurkrydsninger og Tformede Sammenstød. Ved Muurkrydsninger ville Forholdene i Regelen bevirke, at et Løberskifte i den ene Muur træffer et Binderskifte i den anden; men det kan ogsaa hende, at Løberskifte træffer paa Løberskifte og Binderskifte paa Binderskifte; i begge Tilfælde lader man Murene skiftevis gaae igjennem hinanden, og i begge Tilfælde kan dette lade sig gøre, idet man udelukkende anvender hele Steen.

(Pl. VI Fig. 3) giver Exempel paa en retvinklet Krydsning mellem en to Steens og en een Steens Muur, saaledes at begge Mure i samme Skifte vise Bindere eller Løbere. Med vekslede Skifter som (Fig. 2 a og 2 b) faaes i begge Mure Blokforbindelse. Ønsker man Krydsforbindelse i begge Mure, maa hvert andet Løberskifte formures efter (Fig. 3 c).

(Pl. VI Fig. 4) giver Exempel paa en retvinklet Krydsning mellem en to Steens og en een Steens Muur, saaledes at et Binderskifte i den ene træffer Løberskifte i den anden. Lader

man Løberskifterne være gennemgaaende, kan man efter Behag faae Blok- eller Krydsforbindelse i den ene eller i begge Mure, saa der er en stor Frihed i dette Forbandt.

Retvinklede Tformede Sammenstød dannes let ved Anvendelse af Trekvartstykker; de viste Hjørneforbindelser og Krydsninger kunne let ændres, saa at kun den ene Muur fortsættes ud over Hjørnet.

Som almindelig forekommende Tilfælde paa saadanne Tformede Sammenstød skal nævnes $\frac{1}{2}$ og 1 Steens Muurs Forbindelse med tykkere Mure. (Pl. VII Fig. 1 og Fig. 2) give Exempler herpaa, der ville forstaaes uden nærmere Forklaring.

Skævvinklede Sammenstød eller Krydsninger volde ingen Vanskelighed med Hensyn til Skiftegangen; men de fordre altid, at en Deel Steen tilhugges; man maa under Formuringen i alle Tilfælde drage Omsorg for, at de tilhuggede Sider ikke blive udsatte for Vind og Veir, som de kun daarligt kunne modstaae, da de ere berøvede den ydre haarde Skal.

98. Den hollandske Forbindelse eller Fæstningsforbindelsen (Pl. VII Fig. 3) anvendes undertiden ved tykke Mure for at skaffe en fuldstændigere Fugeafbrydelse tilveie inden i dem. I Paramentet viser Muren sig paa sædvanlig Maade med Løber- og Binderskifter i Blok- eller Krydsforbandt, men inde i Murene følge paa to almindelige Skifter to eller fire Krydsslag, anbragte saaledes, at de skjære de almindelige Skifter under 45° og Nabokrydsslaget under 90° , derpaa kommer atter to almindelige Skifter osv.

Mure byggede paa denne Maade synes bedre end almindelige Mure at kunne modstaae saavel lodrette som vandrette Tryk. Da alle de yderste Steen i Krydsslagene maae tilhugges, gaar der selvfølgelig mange Steen tilspilde.

99. Hule Mure. Anvendes hertil hule Muursteen, kunne disse indmures i Forbandt ganske som almindelige Steen; Lø-

berne maae have Huller efter Længden, Binderne efter Bredden; i Hjørnerne mures i Regelen med fulde Steen; Luftlaget tjener her kun som Isolation og bidrager neppe synderlig til at foreøge den Hurtighed, hvormed Mørtelens Hærdning foregaaer.

Det er almindeligere at bygge hule Mure af sædvanlige Muursteen. Muren kommer da til at bestaae af en ydre og en indre Muur med et isolerende Luftlag imellem. De to Mure maae forbindes paa en saadan Maade, at Styrken af den hele Muur mindst kan sættes lige saa stor som af en Muur, der har samme Tykkelse som begge de to Mure tilsammen.

Fordelene ved hule Mure af denne Art skulde være, at de lede Varmen og Lyden mindre end de tilsvarende fulde Mure, at de lettere udtørres, og at Mørtelen faaer en rigeligere Lufttilgang og altsaa hærdner hurtigere. Anvendes denne Konstruktion ved tyndere Mure, faaer man imidlertid let en Façademuur, der er for svag til at modstaae ydre Overlast, ligesom man heller ikke faaer et smukt Forbandt uden at anvende mange Kopstykker, hvilket er særligt uheldigt. Saalænge til Murene ere blevne heelt gjennemtørre og uigjennemtrængelige for Fugtighed, maa det isolerende Luftlag staae i Forbindelse med den ydre Luft, og saalænge vil man altsaa faae mindre Beskyttelse mod Kulden, end den tilsvarende fulde Muur vilde give.

Forsaavidt Muren er saa tyk, at den indre Deel i og for sig yder tilstrækkelig Beskyttelse mod Kulden, og den ydre Deel ikke er svag, er denne Konstruktion sikkert at foretrække for fulde Mure. Er dette derimod ikke Tilfældet, maa man maa- skee hellere paa anden Maade sikre sig mod Kulde og Fugtighed.

Mellemrummets Bredde bør ikke være under 3", da det ellers let tilstoppes af Mørtel, der under Formuringen presses ud af Fugerne; det gjøres sjældent bredere end $\frac{1}{2}$ Steenlængde. Iagttages dette, kan Forbindelsen mellem de to Dele af Muren tilveiebringes ved Hjælp af almindelige Steen; men det er altid, naar man ønsker en stærk Forbindelse og vil undgaae Tilhug-

ning af Steen, bedre at tilveiebringe Forbindelsen ved Hjælp af særegne Bindere, der have samme Bredde og Tykkelse som de almindelige Steen, men som ere Mellemrummets Vidde længere.

Den tyndeste hule Muur, man kan anvende, er 1 Steens Mure med Mellemrum. Hver Muurskal bliver da $\frac{1}{2}$ Steen tyk. Forbandtet i begge Mure bliver da lettest Munkeforbandtet. Muren kan opføres enten med gennemgaaende Bindere (Pl. VII Fig. 4), eller med almindelige Steen (Pl. VII Fig. 5); i sidste Tilfælde kommer Huulheden da til at bestaae af Rør af c. 18" Længde, adskilte ved $\frac{1}{2}$ Steen brede Tunger; Forbindelse mellem Rørene kan tilveiebringes ved paa enkelte Steder at mure med Kopstykker, istedenfor med en Binder. Forbindelsen med den ydre Luft tilveiebringes ved Indmuring af støbte Jernriste.

$\frac{1}{2}$ Steens Muur med Mellemrum kan enten bygges saaledes, at man lægger $\frac{1}{2}$ Steens Muur udvendigt og 1 Steens indvendigt, eller omvendt. I første Tilfælde bliver det indvendige Rum bedst beskyttet mod den kolde Luft, i sidste faaer man et smukkere Forbandt i Façaden. Forbindelsen mellem de to Mure kan enten tilveiebringes ved gennemgaaende Bindere eller ved at mure med Tunger og Rør, saaledes som allerede viist. Saavel ved vore jyske som ved de hannoveranske Jernbanebygninger har man brugt den første Anordning for hule Mure af denne Tykkelse; men det kan neppe billiges, at man i Hannover for at faae et smukt Kryds- eller Blokforbandt i Façaden har muret hvert andet Skifte i den ydre Skal med lutter halve Steen.

Formuring af hule Mure af større Tykkelser frembyder ingen Vanskelighed; den ydre Skal bør saa vidt muligt gjøres 1 Steen tyk, men bør paa den anden Side heller ikke gjøres tykkere, da den indre Muur, der skal bære Bjælkelag m. m., ikke bør svækkes mere end fornødent, og da en 1 Steens Muur er tilstrækkelig til at tilfredsstille Fordringerne til Skjønhed og Styrke.

For at forhindre, at Fugtigheden fra den ydre Muur skal

trænge over i den indre, maa man enten anvende haardtbrændte Bindere, eller man gjør Stenene uigjennembrængelige for Vand paa anden Maade. Dette kan opnaaes ved at dyppe i Asfalt eller Steenkulstjære den ene Ende af Stenene paa det Stykke, som skal ligge ind i Ydermuren.

Gjælder det om at isolere en ældre fugtig Muur eller en Betonmuur, kan dette opnaaes ved at opføre en halv Steens Muur med Bindere i Munkeforbandt, der gribe 2—3" ind i den ældre Muur (Pl. VII Fig. 6) For at denne Skal ikke ved Sætningen skal løse sig fra den ældre Muur, bør den altid formures i hurtigt hærdnende Mørtel. Til denne Art Isolation nøies man ogsaa undertiden med Muur paa $\frac{1}{4}$ Steens Tykkelse, der ogsaa kan være tilstrækkelig stærk, naar Stenene formures i god Cementmørtel, og naar den nye Muur forbindes godt med den ældre Muur og bagefter pudses.

100. Skorsteensforbindelser. Disse Forbindelser fremkomme, naar det gjælder om at tilveiebringe verticale Rør i Muurværket. Saadanne Rør bruges hyppigt som Skorstene, og heraf have Forbindelserne da Navn. Rørene kunne have cirkulært, kvadratisk eller rektangulært Tversnit. Det indvendige hule Rum kaldes Lysningen, de omsluttende Mure kaldes Vægge eller Vanger.

Kvadratiske og rektangulære Rør mures ialmindelighed af sædvanlige Muursteen, og deres Størrelse i Lysning bestemmes derfor i Regelen saaledes, at den er et Multiplum af $\frac{1}{2}$ Steen, og de benævnes efter Lysningsaabningen, altsaa $4\frac{1}{2}$ —9— $13\frac{1}{2}$ —18" Rør. For de snævrere Rør, der gjerne staae op ad en Muur, eller endnu almindeligere i et Hjørne mellem to Mure, behøver man i Regelen kun en Væggetykkelse af $\frac{1}{2}$ Steen; for større Rør kan man blive nødsaget til at gaae til 1 Steens Vægge, og denne Tykkelse bør i alle Tilfælde anvendes, hvor Vangen kan blive paavirket direkte af Flammerne fra Ildsteder.

(Pl. VII Fig. 7—10) vise 2 paa hinanden følgende Skifter i

henholdsvis $4\frac{1}{2}$ " $4\frac{1}{2}$ ", $9\frac{1}{8}$ ", $13\frac{1}{2}$ " $13\frac{1}{2}$ " og $18\frac{1}{8}$ " Rør. (Pl. VII Fig. 12) viser fremdeles Forbindelsen mellem et $9\frac{1}{8}$ " Rør og to tilstødende Mure paa $\frac{1}{2}$ og 1 Steens Tykkelse.

Naar flere Rør skulle samles paa eet Sted, bliver man i Regelen nødsaget til at anvende en Deel Trekvartstykke for at faae en god Forbindelse. (Pl. VII Fig. 11) viser Forbindelsen mellem et $9\frac{1}{8}$ " og et $4\frac{1}{2}$ " $9\frac{1}{8}$ " Rør, hvilken hyppigt forekommer.

Opførelsen af Rør af andre Dimensioner og Rørenes Forbindelse med tilstødende Vægge fremgaaer af de give Exempler. Er Lysningen ikke givet i hele Steenbredder, maa man altid tilbugge en Deel Steen.

Runde Rør anvendes i Regelen kun i smaae Dimensioner, og de lægges hyppigst heelt ind i Muren; de forudsatte altid Anvendelse af særegne Formsteen.

(Pl. VII Fig. 13) viser eksempelvis to 6" Rør lagte ind i en 2 Steens Muur, saaledes at der falder et Rør paa hver Side af en tilstødende 1 Steens Muur. Et godt Forbandt tilveiebringes ved Hjælp af to Slags Formsteen og Petringer. For at faae et saadant smalt rundt Rør saa nøiagtigt og glat som muligt (hvilket senere kan have Betydning for Luftcirkulationens og Rensningens Skyld), opmures de altid om en rund Trækjerne, der stikkes ned i dem.

101. Pille- og Søileforbindelser. Rektangulære Piller, der helst maa have Længder og Bredder, der ere Multipla af halve Steen, opføres efter de Regler, som ere angivne for Afslutningen af almindelige Mure. (Pl. VIII Fig. 1) viser en $1\frac{1}{2}$ Steen tyk, 2 Steen bred muret Pille forfra og fra Siden; i Plan er viist to paa hinanden følgende Skifter, hvoraf Forbandtet fremgaaer.

Ved kvadratiske Piller faaes det følgende Skifte i Regelen af det foregaaende ved at tænke sig dette dreiet 90° om Pillens Midtlinie som Axe.

1 Steens Piller faaes ved at lægge to Steen ved Siden af hinanden (Pl. VIII Fig. 2). $1\frac{1}{2}$ Steens Piller bygges bedst ved An-

vendelse af lutter Trekvartstykker (Pl. VIII Fig. 3), 6 i hvert Skifte. 2 Steens Piller dannes bedst af 8 Trekvartstykker og 2 hele Steen i hvert Skifte (Fig. 4a); en ligesaa fuldstændig Fugeafbrydelse, men en dog maaskee lidt svagere Pille faaes ved Anvendelse af 6 hele Steen og 4 Petringer i hvert Skifte (Fig. 4b); $2\frac{1}{2}$ Steens Piller bygges med 10 Trekvartstykker og 5 hele Steen i hvert Skifte (Fig. 5); de kunne iøvrigt i Analogi med den 2 Steens Pille bygges af 9 hele Steen, 2 Trekvartstykker og 4 Petringer, uden at Fugeafbrydelsen bliver mindre fuldstændig.

Piller med andre rektangulære eller kvadratiske Tversnit bygges i Overensstemmelse hermed. Man maa altid anvende en Deel Trekvartstykker eller mindre godt Petringer, hvis man sætter Priis paa en god Afbrydelse af Stødfugerne.

Runde og manglekantede Piller benævnes hyppigst Søiler; de fordre altid særegne Formsteen, hvis man vil have godt Muurværk. Man kan vel bygge dem ved at tilhugge almindelige Steen, men de tilhuggede Flader, der i Regelen vise sig paa Ydersiderne, ere ikke heldige, forsaavidt Pilleren er udsat for Veirrigets Indflydelse.

(Pl. VIII Fig. 6) viser en Skantet Søile, der er $2\frac{1}{2}$ i mindste Diameter; den formures af almindelige Steen og kun een Formsteen; andet Skifte faaes af første ved, at man dreie dette 45° om Axen.

(Pl. VIII Fig. 7) viser Opstalt og 4 paa hinanden følgende Skifter af en rund Søile, 3 Steen i Diameter, muret af almindelige, tildeels tilhuggede Muursteen. 3de og 4de Skifte er dannet af henholdsvis 1ste og 2det ved at dreie dem 45° om Axen; man opnaar derved at faae de forholdsvis svage Steder (α) fjernede fra hinanden. Forbandtet er dog ikke meget stærkt for Paramentets Vedkommende, bedre er det at bruge Formsteen som i (Fig. 8) og (Fig. 9). I begge de sidste Piller faaes næste Skifte ved en Dreining lig en halv af de ydre Formsteens Bredde. I (Fig. 9) kan den indre Kjerne være huul; den kan maaskee udstøbes bagefter.

(Pl. VIII Fig. 10) viser et Skifte i en pompeiansk Søile. Den indre Kjerne er huul, udenom den mures med to Slags Formsteen eller i det givne Tilfælde to Slags tilhuggede Steen. Det næste Skifte faaes ved at dreie det viste Skifte $\frac{860^\circ}{48}$ om Axen. De fremspringende Kanter vare her bestemte til at danne den fremspringende Deel af Kannelurer, der bleve lagte mellem to og to af dem og udarbejdedes i Puds.

Større runde Piller mures hyppigt med almindelige Steen indvendigt og med Formsteen paa Ydersiden.

102. Udførelse af Muurværk af Muursteen. Gode Materialer og godt Arbeide ere lige vigtige Betingelser for at faae godt Muurværk. Fordringerne til Materialerne ere allerede omtalte; godt Arbeide kan man kun vente at faae udført af kyndige og paalidelige Folk.

Vi skulle kortelig gjenkalde og supplere nogle af de vigtigste Fordringer, vedrørende Materialernes Behandling og Anvendelse. Muurstenene maa være i Besiddelse af en passende Fugtighedsgrad; saa at de ikke berøve Mørtelen den nødvendige Fugtighed. Mørtelen maa under Arbeidet jevnligt oparbejdes, for at de enkelte Bestanddele ikke skulle skille sig fra hinanden, og den maa hverken være for vaad eller for tør; i stærk Sommerhede gjør det dog mindre, om den er lidt for fugtig. Af hydraulisk Kalkmørtel maa der aldrig tilberedes mere, end man kan forbruge i kort Tid.

Anbringelsen af den enkelte Steen skeer paa følgende Maade. Mørtelen udbredes med Muurskeen med et lille Slag paa den Plads, Stenen skal indtage, altsaa baade forneden og langs op ad Siden paa den allerede lagte Nabosteen; med Haanden trykkes Stenen godt fast ned i Mørtelen og saa tæt op ad Nabostenen, at Fugen faaer en passende Størrelse. I Regelen afpasses Stødfugetykkelsen paa Øiemaal; men sætter man Priis paa smukt Muurværk, hvori Fugernu falde nøiagtigt over hinanden i de samme vertikale Linier, afsætter man Skiftgangen paa en Maal-

lægte σ : en tynd, ganske lige Lægte, som man lodder nøiagtigt ind, og man retter nu Fugerne ind efter de afsatte Maal.

At Murens Forflade bliver nøiagtigt vertical, sikkrer man sig ved at anvende Retskede med Vaterpas og Lodsnor.

Mørtelen maa være paaført saa rigeligt, at man ved at trykke Stenene ned med Haanden presser den ud af Fugerne. Den overflødige Mørtel afskrabes med Muurskeem og lægges tilbage i Mørtelballen.

Det kan tillades at anvende lette Slag med Muurhammeren for at bringe Stenene i den rette Stilling; men man bør ikke under Anbringelsen rykke Stenen meget frem og tilbage, da den saa let igjen skiller sig fra Mørtelen og faaer et mindre fast Leie.

For at faae Skifterne horizontale og Leiefugerne af saa vidt muligt eens Tykkelse, afsætter man ligeledes paa en Maallægte et vist Antal Skifter, hvis Tykkelse er bestemt ved, at man til den givne Steentykkelse lægger en passende Fugetykkelse. Hos os vil, naar der mures med 2" Steen, 10 Skifter paa en Alen være det almindelige. Ved Hjælp af denne Maallægte, Vaterpas og Lodsnor føres først Hjørnerne nøiagtigt op. Man kalder dette at hjerne op, og det udføres af de flinkeste Folk. Op-hjørningen føres gjerne $1\frac{1}{2}$ —2 Alen op ad Gangen og afsluttes i Regelen med en Aftrapning til begge Sider. Er Muren lang, vil Afstanden mellem Hjørnerne blive for stor til, at man kan indrette sig nøiagtigt derefter, man maa derfor med visse Mellemrum, 15—20 Alen, opføre lignende nøiagtigt udførte og til begge Sider aftrappede Muurstykker, der kaldes Ørter. Ved at udspænde Snore mellem Skifterne i disse Partier faaer man den nøiagtige Høide, hvori de øvrige Steen skulle ligge. Snorene, der udspændes ved at vikles om Søm, der slaaes ind i Fugen, bør flyttes for hvert Skifte.

Afbrydelser i Murene, der kunne hidrøre fra Aabninger, ligesom ogsaa de Steder, hvor andre Mure skulle krydse eller støde til Murene, afsættes ligeledes paa Muurlægten til Under-

retning for Arbejderne. Hvor Murene afbrydes, afslutter man strax paa bekjendt Maade. Hvor Tvermure støde til, anbringer man den fornødne Fortanding, eller bedre sætter dem strax an med en Aftrapning.

Saavidt muligt bør samme Skifte opføres hele Muren rundt paa engang; Afbrydelser paa indtil en Alens Høide kunne vanskeligt undgaaes og ere maaskee ogsaa tilladelige. Det fremskynder Arbejdet, naar man hjørner høit op paa eengang; man gaaer derfor op til c. 2 Alen; men det vilde være bedre at blive staaende ved det Halve.

Muurværkets Sætning beroer deels paa Sammentrykningen af Mørtelen under Belastningen, deels paa Kalkens Svinding under Hærdningen. For at faae den saa ringe som muligt, bør Fugerne helst gjøres smaae, og for at den ikke skal gøre sig for stærkt gjældende senere, bør Kalkmørtelen ikke gjøres for feed. Naar man anvender en Luftmørtel af 1 Deel Kalk og 3 Dele Sand, og naar der paaregnes c. 10 Skifter paa en Alens Høide og deraf 4" Fuge, mene enkelte Forfattere, at Sætningen kan anslaaes til $\frac{1}{144}$ af Murens Høide.

For Muurværk med hurtigt hærdnende Mørtel er Sætningen langt ringere.

3. Hvælvingsmuurværk.

103. Hvælvinger i Almindelighed. Hvælvinger anbringes imellem almindelige Mure. De tjene deels til at lukke Rum foroven, deels til at optage Tryk fra Belastninger og overføre dette paa Sidemurene. De enkelte Steen, Hvælvsteen, hvoraf Hvælvingen bestaaer, anbringes saaledes, at de paa dem virkende verticale Kræfter optages gjennem Tryk af Nabostenene, og endeligt tilsidst overføres paa de Mure, der bære Hvælvingen, deels som et almindeligt verticalt Tryk, deels som et horisontalt Tryk, Sidetryk eller Hvælvskub. Stenene blive derved kun underkastede Tryk og anvendes paa den Maade, der bedst stemmer med deres Natur. Man bliver ved denne Anbringelsesmaade

istand til at overdække forholdsviis meget vide Aabninger med smaat Steenmateriale, hvad man ellers kun vanskeligt eller slet ikke kunde udføre.

En Hvælving begrænses indvendigt af den indre Hvælvingssflade, Lysningsfladen eller Intradosen, udvendigt af den ydre Hvælvingssflade eller Extradosen.

Hvælvinger bæres af Støttemure eller Piller (Vederlagere). Endepiller eller Modstandspiller optage kun Hvælvinger fra den ene Side, Mellempiller optage Hvælvinger fra mindst to modstaaende Sider.

Hvælvingens Lysning er Profilet, lodret paa Længderetningen eller Axen, af det Rum, som begrænses af den indre Hvælvingssflade og Støttemurene.

Hvælvingens Spændvidde er Afstanden mellem Støttemurene; dens Fødselslinie er den Linie, hvori Lysningsfladen løber sammen med Støttemuren, dens Isselinie eller Slutsteenslinie er den Linie, der forbinder de højeste Punkter i samtlige Profiler.

Hvælvingens Piihhøide er den verticale Afstand mellem Fødsels- og Slutsteenslinien.

Hvælvingen hviler paa Pilen med Fødselssteen, den afsluttes i Issen med Slutsteen.

Afsluttes Hvælvingen efter en Plan lodret paa Axen, faaes Hvælvingens Façade; lukkes den her af en Muur, der alt-saa slet ikke belastes af den, kaldes denne en Skjoldmuur.

Hvælvingens indre Lysningsflade kan enten være enkeltkrum eller dobbeltkrum; i første Tilfælde kan den tænkes frembragt ved en ret Linies Bevægelse med Lysningsprofilet som Ledelinie. I det andet Tilfælde maae enten Frembringerne selv være krumliniede, eller Lysningsfladen kan være en Omdreiningssflade.

De enkeltkrumme Hvælvinger kunne være cylindriske, koniske eller vindskæve; af dobbeltkrumme Hvælvinger anvendes

i Regelen kun sphæriske, sjelden spæroidalske, samt circulære og skrue- eller vindelformede Hvælvinger.

Alle de nævnte Hvælvinger kunne afledes af Cylinder- eller Tøndehvælvingen, undtagen de sphæriske og spæroidalske, der afledes af Kugle- eller Kuppelhvælvingen.

104. Cylindriske Tøndehvælvinger. Modstandspillerne ere parallelle, og den indre Lysningsflade er en Cylinderflade, frembragt ved en ret Linie, der bestandigt parallel med sig selv glider paa en krumliniet Ledelinie, hvis Plan altid kan betragtes som staaende lodret paa Frembringerne.

Naar Pilen er lig den halve Spændvidde, faaes en fuld Tøndehvælving; er Pilen mindre, faaes en fortrykt, er den større faaes en forhøiet Hvælving. Er Pilen meget lille i Forhold til Spændvidden, er det hensigtsmæssigt, for at faae saa stor Krumning som muligt ved Slutstenen, at give Ledelinien en heldende Tangent i Fødselspunktet. I saa Fald kaldes Hvælvingen en Kappenhvælving; som Modsætning hertil staaer da Tøndehvælvingen i indskrænket Forstand, der altid har en Ledelinie med vertical Tangent i Fødselspunktet.

For en fuld Tøndehvælving anvendes altid som Ledelinie en Halvcirkel, Tøndehvælvingen faaer da Navn af en romersk Hvælving.

Fortrykte Hvælvinger kunne som Ledelinier have enten en Cirkelbue (Kappenhvælvinger), en Halvellipse eller en Kurvehankslinie.

Konstruktionen af Halvellipsen, hvis to Halvaxer, her Pilen og den halve Spændvidde, ere givne, er bekjendt. Kurvehankslinien sammensættes af 3, 5, 7 eller flere, men altid et ulige Antal Cirkelbuer, der tangere hinanden i Skjæringspunkterne og tillige Modstandspillerne i Fødselspunkterne. I Huusbygningen vil der sjelden være Anledning til at anvende mere end tre Cirkelbuer til Dannelsen af en Kurvehankslinie; i Brobygningen har man anvendt indtil 11. Jo flere Centre, der anvendes, jo blø-

dere bliver Overgangen mellem de enkelte Cirkler, og jo smukkere bliver Buen.

Ex. paa Konstruktion af en Kurvehanklinie med 3 Centre (Pl. VIII Fig. 11). Naar ab er Spændvidden, cd Pilen, afsættes vilkaarligt Stykket $be = df$, der dog maa være mindre end Pilen cd . Linien fe drages. mo lodret paa Midten af fe giver da ved Overskjæring med Linien cd Centret o , der i Forbindelse med Centret e og det tilsvarende Centrum e_1 er nødvendigt for at konstruere Kurvehanklinien adb . Naar Stykket be tages meget lille, bliver der ingen blød Overgang mellem Cirklerne i Punktet s ; men Buen sd bliver stærkt krummet, hvilket er heldigt. Tages be for stor, bliver Overgangen heller ikke god, og Buen sd bliver for flad, altsaa mindre stærk. Den Cirkel, hvorpaa Slutstenen ligger, bliver altid fladere end den Cirkelbue, der svarer til den givne Spændvidde og Piiil, den bliver selvfølgelig svagere; naar der bygges med Muursteen, pleier man derfor ikke at anvende Kurvehanklinier, naar Piiilhøiden ikke er $\frac{1}{3}$ af Spændvidden; er Pilen mindre, bør man hellere bruge en Cirkelbue.

Forhøiede Hvelvinger kunne som Ledelinier have en Halvellipse eller en Oval; almindeligst anvendes dog den saakaldte Spidsbue, der bestaar af to Cirkelbuer, slagne med samme Radius, større end den halve Spændvidde, og som tangere Modstandspillerne i Fødselspunkterne og altsaa skjære hinanden i Issepunktet.

Er Tøndehvelvingen kun kort i Forhold til Spændvidden, navnlig naar den er mindre end denne, kaldes den ikke længere en Hvelving, men en Bue; disse bruges meget til at overdække Aabninger i Mure.

105. Former, afledede af Tøndehvelvingen. Hvis Tøndehvelvingens Frembringere ere heldende, faaes en stigende Tøndehvelving.

Ere Tøndehvelvingens Modstandsmure ikke parallele, frem-

staaer der en konisk Hvelving, naar Fødsels- og Isselinierne Forlængelser skjære hinanden i samme Punkt. Er dette ikke Tilfældet, faaes en vindskjæv Hvelving, hvoraf særligt mærkes den, der fremstaaer, naar Isselinien er parallel med Fødselslinierne Plan.

Ere Frembringerne vandrette Cirkler med Centrum paa samme Vertical, faaes en ringformet Hvelving, der iøvrigt ogsaa kan tænkes frembragt som en Omdreiningsskive, naar nemlig en Cirkelbue dreies om en Axe, der staaer lodret paa dens forlængede Chorde.

Ere Frembringerne Vindelinier, faaes en skrueformet eller vindelformet Tøndehvelving.

Alle Arter af Tøndehvelvinger fordre i Frembringernes Retning Modstandsmure, der kunne optage baade det lodrette og vandrette Tryk fra Hvelvingen. Lukkes Enderne ikke med Skjoldmure, kaldes Hvelvingen aaben, i modsat Tilfælde lukket.

106. Hvelvinger, dannede ved Forbindelser af Tøndehvelvinger.

Naar to eller flere Tøndehvelvinger, der have Fødselslinierne liggende i et Plan, Isselinierne i et andet dermed parallelt Plan, skjære hinanden, fremkommer der en Krydshvelving, naar man af Tøndehvelvingerne kun bibeholder det, der sees fra oven og en Klosterhvelving, naar man kun bibeholder det, der sees fra neden.

Tænkes et kvadratisk Rum overdækket med en saadan Krydshvelving, faaes denne i sin simpleste Form. Skjæringslinierne mellem de to Tøndehvelvinger danne fremspringende Kanter paa den indre Lysningsflade, der kaldes Grater eller Sømme, de fire Dele af Tøndehvelvingerne, der findes mellem Graterne kaldes Kapper. Gjennem Graterne overføres Trykkene paa Hjørnepunkterne i Kvadratet, og man kan altsaa indskrænke sig til at opføre Piller i disse Hjørner til Optagelse af Trykkene og iøvrigt udelade Modstandsmurene.

Et System af kvadratiske Krydshvelvinger bruges hyppigt til

Overdækning af større kvadratiske eller rektangulaire Rum; Overdækningen kan tænkes frembragt ved, at en Række jevn-sides løbende Tøndehvælvninger overskjæres af en Række ligeledes jevn-sides løbende Tøndehvælvninger, lodrette paa de første. I alle de Punkter, hvor Fødselslinierne skjære hinanden, maa der være Piller, der optage Trykkene fra Graterne, der gaar fra to og to Fødselsliniers Skjæringspunkt til de tilsvarende Isseliniers fire Skjæringspunkter; iøvrigt kan Rummet lades frit eller omsluttet eller afdeles med Skjoldmure. En saadan Overdækning med Krydshvælvninger er overhovedet den frieste, som en Muurkonstruction alene kan give.

Naar man vil overdække et uregelmæssigt Rum med en Krydshvælvning, maa man iagttagte, at alle de enkelte Kappers Fødselslinier komme i eet og alle Isselinier i et andet Plan; man maa ligeledes sørge for, at Kapperne blive omtrent lige svære, for at der ikke skal komme et skjævt Tryk paa Graterne; dette opnaaes derved, at Isselinierne bringes til at skjære hinanden i Polygonens Tyngdepunkt. Naar Siderne i Polygonen ere ulige store, kan selvfølgelig kun een af Kapperne blive slaet efter en Halvcirkel; man vælger i Regelen hertil den Kappe, der staaer over den største Side, alle de andre Kapper maae da slaaes efter forhøiede Buer.

Den egentlige Klosterhvælvning anvendes altid over et reent kvadratisk Rum; dens Sømme eller Grater springe tilbage og kunne ikke tjene til at overføre Trykket paa Kvadratets Hjørnepunkter, tværtimod, alle Kapper maa bæres af Modstandsmure. Hvælvningen forudsætter et heelt aflukket Rum, den danner derved en stærk Modsætning til Krydshvælvningen. Den brugtes meget i Middelalderen til Klosterceller, der skulde aflukkes fra hinanden, og har sit Navn herfra.

Vil man anbringe en lignende lukket Hvælvning over et rektangulært Rum, slaaes den som en Tøndehvælvning over den mindste Side og afsluttes for hver Ende af en halv Tøndehvælvning, slaet med samme Radius. En saadan Hvælvning kaldes

en Trughvælvning. Gjøres Trughvælvningen meget flad foroven, saaledes at den kan tænkes dannet af 4 smaa halve Tøndehvælvninger og en plan Flade, fremstaaer Speilhvælvningen.

107. Sphæriske Kuppelhvælvninger. Disser Lysningsflade er en Omdreiningsflade, der kan tænkes frembragt ved en Cirkelbues Rotation om en Axe, der staaer lodret paa Midten af Chorden til Cirkelbuen, og paa hvilken Hvælvningens Top ligger. Snittet gennem Axen er gjerne en Halvcirkel eller en flad Cirkelbue. Hvælvningen fordrer Modstandsmure langs hele Omkredsen. Den kan iøvrigt ogsaa bruges til at overdække et Rum, der er begrændset af en i den nedre Cirkel ind- eller omskreven Polygon; i Regelen vælges hertil et Kvadrat, og i første Tilfælde afskjæres der da af Hvælvningen de Stykker, der ligge udenfor lodrette Planer gennem Polygonens Sider, og Rummet kan være aabent, idet man kun behøver at anbringe Piller i Hjørnerne, men iøvrigt lader Hvælvningen bæres af Buer, der slaaes imellem Pillerne.

108. Sphæroidalske Hvælvninger. Bliver Lysningsfladen frembragt ved en Ellipsebues eller Parabelbues Rotation om en lodret Axe paa samme Maade, som den sphæriske Kuppelhvælvning frembragtes ved en Cirkelbues Rotation, faaes en sphæroidalsk Hvælvning; alt, hvad der er sagt om de sphæriske Hvælvninger, gjælder ogsaa om disse. De forekomme sjældent.

109. Nichehvælvninger. Skjæres en sphærisk Kuppelhvælvning med et Plan gennem Omdreiningsaxen, deles den derved i to Nichehvælvninger, der altsaa ere at betragte som halve Kuppelhvælvninger. Den indre Lysningsflade er i Regelen en Fjerdedeel af en Kugleflade. Nichehvælvningen kan anvendes enten for sig i en Muur eller som Afslutning paa en Tøndehvælvning.

hvælving; i sidste Tilfælde giver den en særegen Form af Trughvælvingen (Pkt. 106).

1. Muurbuer.

110. Lysningens Form. Den hensigtsmæssigste Ledelinie for Lysningsfladen vilde aabenbart være den Kjædelinie, der dannes, naar et Tov ophængtes med samme Spænding og Pjil og belastedes paa samme Maade, som Buen senere vilde blive belastet. Afridsede man denne Kjædelinie paa en Skabelon og vendte den opad, vilde man faae den Form, der stemmede bedst med Belastningen. Af praktiske Grunde, navnlig fordi Tildannelsen af Hvælvstenene og Udførelsen af Arbeidet vilde blive meget besværligt, anvendes aldrig denne Fremgangsmaade; men man foretrækker næsten altid Ledelinier, dannede af een eller flere Cirkelbuer. Disse give baade den regelmæssigste Form og de meest eensartede Hvælvsteen; de ere derfor i alle Henseender lettest at arbeide med.

Ledelinien kan være en Halvcirkel, en Cirkelsegmentbue, en Kurvehanklinie eller en Spidsbue, som vi allerede tidligere have beskrevet.

Foruden de ved Hjælp af disse Ledelinier frembragte Buer maae vi endnu betragte stigende Buer og Stikbuer.

Stigende Buer fremkomme, naar en Bues Fødselslinier ikke ligge i samme horizontale Plan. Som Ledelinie kan benyttes en flad Cirkelbue, slaet mellem Fødselspunkterne, men hyppigere, og navnlig naar man ønsker, at Ledelinien skal have verticale Tangenter i Fødselspunkterne, maa man anvende en Ledelinie, dannet af 2 eller flere Cirkler, eller man danner ad empirisk Vei en Ledelinie, der erstatter Cirklen.

Konstruktion af en stigende Bue med vertical Tangent i Fødselspunkterne (Pl. VIII Fig. 12). ab være den vandrette Afstand mellem Fødselslinierne og bc Stigningen, saa at altsaa a og c ere Fødselspunkterne. I Punktet d paa Midten af ab op-

reises den Lodrette de , og Stykket oe gjøres $= ao$. Fra e fældes $ef \perp$ paa ac og eg drages $\neq ab$. f og g ville da være Centrene for de to Buer ae og ec , der tilsammen danne den stigende Bue. af er nemlig lig fe , fordi f er det fælles Skjæringspunkt for Høiderne i den ligebenede Trekant aoe , ligesaa er $ge = gc$, fordi g er det fælles Skjæringspunkt for Høiderne i den ligebenede Trekant coe .

Forsaaavidt Stigningen er lig den halve Spændvidde, altsaa (Fig. 13) $bc = \frac{1}{2} ab$, kan man konstruere den stigende Bue ved Hjælp af 2 Cirkler med Radier respective $\frac{3}{4}$ og $\frac{1}{4} ab$ som Fig. viser.

Ad praktisk Vei kan den stigende Bue fremstilles paa følgende Maade. Over ab (Fig. 14), den vandrette Afstand, beskrives en Halvcirkel. I vilkaarligt valgte Punkter, opreises lodret paa ab , dd_2 , ee_2 osv. Dernæst drages den Linie, der angiver Hældningen ac , og denne vil da skjære de lodrette Ordinatorer i Punkterne d_1 , e_1 osv.; de derved bestemte Længder dd_1 , ee_1 osv. afsættes fra Ordinatorernes Skjæringspunkter med Cirklen, saaledes at $d_2d_3 = dd_1$, $e_2e_3 = ee_1$ osv.; man faaer derved bestemt en Række Punkter d_3 , e_3 osv., og Kurven, der forbinder Punkterne $ad_3e_3 \dots c$, er da den søgte.

Stikbuer have en plan og vandret Lysningsflade, Ledelinien er altsaa en ret Linie. Betragtet fra et reent theoretisk Standpunkt ere saadanne Buer fuldstændig ustabile; man konstruerer dem imidlertid, som om Ledelinien var en Cirkelbue med en Radius lig $1\frac{1}{2}$ —2 Gange Spændvidden, og de ville da faae fornøden Stabilitet til at overspænde Aabninger af ringe Spændvidde.

Flade Muurbuer benævnes hyppigt Stik.

III. Buers Dimensioner. Længden af Buen, maalt i Axens Retning, retter sig efter Tykkelsen af den Muur, hvori Aabningen er.

Buens Tykkelse eller Høide afhænger af Spændvidden, Formen, Belastningen og Materialets Styrke. Ved de større Buer,

der forekomme i Brobygningen, anvender man hyppigst Beregning for at bestemme Tykkelsen; ved de mindre Buer, der forekomme i Huusbygningen, lader man sig i Regelen nøie med empiriske Regler; hos os anvendes saa godt som udelukkende Muursteen til dette Brug, og vi opgave derfor den empiriske Tykkelse for dette Materiale.

Under Forudsætning af, at Centervinklen, der svarer til Buen, er 60° eller derover, maa man, naar Buen skal bære flere Etagers Vægt, give den en Tykkelse af 1 Steen for indtil c. 6's Spændvidde, $1\frac{1}{2}$ Steen for 6—10's Spændvidde og fremdeles $\frac{1}{2}$ Steen mere for hver 5's Spændvidde. For fladere Buer maa Tykkelsen forøges.

Stikbuer kunne ansees for at have passende Dimensioner, naar man i dem kan indskrive en flad Buc af tilstrækkelig Styrke. Spændvidden bør ikke overstige 8 Fod, og er den over 5—6 Fod, bør der over Stikbuen mures en Aflastningsbue af tilstrækkelig Styrke (Pl. VIII Fig. 15).

112. Muurpillernes Dimensioner. Muurpillerne skulle ikke alene bære Belastningen paa Bucn, men ogsaa modstaae det horizontale Sidetryk, som Buen ifølge sin Konstruktion vil udøve paa dem. Forsaavidt en Pille optager Trykket fra flere Buer, ville disse Sidetryk kunne hæve hinanden, naar de ere ligestore og modsatte; Pillen, der da er en Mellempille, faaar da kun den verticale Belastning at bære; modtager den derimod kun Tryk fra en enkelt Side, faae vi en saakaldet Endepille, der er begge de nævnte Paavirkninger underkastet.

Tykkelsen af Endepiller afhænger altsaa deels af Belastningen, deels af Sidetrykket; jo fladere Buen er, jo større bliver Sidetrykket for samme Belastning, jo stærkere maa Pillen altsaa være.

Ifølge Déran faaes Minimumspilletykkelsen paa følgende Maade. (Pl. VIII Fig. 16a og b). Den indre Hvælvinglinie deles i 3 lige store Dele, og fra Delingspunktet (b) nærmest Fødsels-

selspunktet (a) drages en Linie gennem dette, der forlænges til et Punkt c, indtil Stykkerne ab og ac ere ligestore; Pillens Yderflade skal da gaae gennem c. Efter denne Regel bliver Modstandspillen tykkere, efterhaanden som Buen bliver fladere og Spændvidden større.

Rondelet angiver en lignende Regel.

Tykkelsen lider imidlertid en Ændring, naar Belastningen er stor, og naar Pillerne ere høie. Den opgivne Tykkelse gjælder kun for Piller af 10—12's Høide, ere Pillerne høiere, bør efter Rondelet Tykkelsen forøges med $1-1\frac{1}{2}$ " for hver Fods Forøgelse i Høide.

Almindelighed giver man Pillerne følgende Tykkelser: for circulaire Buer $\frac{1}{4}-\frac{1}{5}$ af Spændvidden, for overbøjede eller Spidsbuer $\frac{1}{5}-\frac{1}{6}$; for fladere Buer (Centervinkelen $< 60^\circ$) $\frac{1}{4}-\frac{1}{5}$ og endelig for Stikbuer $\frac{1}{2}-\frac{2}{3}$ af Spændvidden.

Kan man ikke give Endepillerne en saadan Tykkelse, at de med Sikkerhed kunne optage Sidetrykket, kan man anvende en Forankring mellem dem, bestaaende af en Jernstang, forsynet med Øier, hvorigennem der stikkes Splitter, der indmures i Pillerne (Pl. XI Fig. 1). For at optage Trykket saa direkte som muligt, lægges Ankeret saa nær ved Fødselslinierne, som andre Forhold tilstede.

Mellempillerne, der i Regelen modtage eens Sidetryk fra begge Sider, kunne være svagere. Belastes Mellempillerne skævt, saa maa der tages Hensyn dertil, Tykkelsen kan da stige til den samme som for Endepiller, helst maa man i saa Fald anstille en Beregning.

113. Muurforbindelser. Alle de tidligere angivne Regler for et godt Muurforbandt maa iagttages. Leiefugerne, der skulle være normale paa Trykkets Retning, komme til at ligge i Planer, der indeholde Axen; Stødfugerne ligge derimod i Planer i Trykkets Retning, altsaa lodret paa Axen. Stødfugerne skulle afbrydes saa meget som muligt. Som almindelig Regel ved alt

Hvælvings- og Buemuurværk gjælder ogsaa, at Slutsteenslinien bør falde paa en Steen, og at der altsaa ikke her maa være en gennemgaaende Leiefuge. Saavel paa Lysningsfladen som paa Façaden viser Fugeskiftet sig i almindeligt Forbandt. Man bør kun anvende Trekvartstykker og halve Steen, men derimod ikke de svage Petringer i Hvælvingsmuurværk. For Leiefugernes Vedkommende bliver det dog umuligt samtidigt at opfylde de to Fordringer, at Fugen overalt skal være lige tyk, og at den skal være gennemgaaende, naar man murer med sædvanlige eens tykke Steen. Under denne sidste Forudsætning sees det let, at den gennemgaaende Fuge efterhaanden vil blive tykkere, jo mere man nærmer sig den ydre Hvælvingslinie. Kun for tynde Buer har dette ingen videre Betydning; for tykkere Buer influerer det imidlertid i en væsentlig Grad paa Sætningen; denne hidrører saa godt som udelukkende fra Svindingen af Mørtelen i Leiefugerne, den ydre Deel af Buen vil derfor i dette Tilfælde have Tilbøielighed til at sætte sig mere end den indre, og da dette kun kan lade sig gøre, hvis den indre Deel vil give efter for Trykket, fremstaaer der ulige Spændinger i Hvælvingsforskjellige Lag, og man faaer ikke den Modstandsevne i Buen, som man tilsigter. Man kan undgaae dette uheldige Forhold ved at mure med kileformede Steen, der altsaa maa tildannes saaledes, at de anbragte i Buen give Fuger, der ere lige tykke overalt; at tilhugge brændte lige tykke Steen til dette Brug bør ikke tillades, lige saa lidt som det er tilladeligt at udkile de gabende Fuger mod Steenfliser; i første Tilfælde svækkes Stenene betydeligt, i sidste Tilfælde indbringer man en ny Kilde til ulige Sætning.

For med lige tykke Steen at opnaae en mere eensartet Sætning, bruger man undertiden at dele Leiefugerne med Flader, concentriske med Lysningsfladen. Buen kommer da til at bestaae af flere saakaldte Ringe (Pl. IX Fig. 2), der i Regelen kun gives $\frac{1}{2}$ Steens Tykkelse. Den yderste Ring har det største Antal Fuger, men Summen af samtlige Fugetykkelser, altsaa

Længden af det Stykke, hvorpaa Sætningen beroer, i Forhold til Summen af alle Steentykkelser, bliver eens for alle Ringe. Ganske eensartet vil Sætningen aabenbart ikke blive i dette Tilfælde; men Forholdet er dog noget forbedret. Murer man med stærkt bindende Mørtel, nærmer man sig til det samme Forhold som det, der vises af støbte Hvælvinger, og Indvendingerne mod denne Fremgangsmaade have da heller ikke Meget at sige.

Foruden disse almindelige Vanskeligheder, der ere fælles for alle Buer, opstaaer der endnu ved Spidsbuen en særlig Vanskelighed ved Formuringen af Toppen. Betragtes en Figur (Pl. IX Fig. 3a), sees det let, at Planer (*ab* og *cd*) lagte gennem Fødselslinierne og Slutsteenslinien afskjære et prismatisk kileformet Legeme, der, hvis det skulde formures paa almindelig Maade, vilde faae Leiefuger, der ikke vare gennemgaaende, ligesom Stenene ogsaa maatte tilhugges meget for at gribe ind i hinanden fra de to Sider. Man kan undgaae denne uheldige Omstændighed, enten ved at afslutte Buen foroven med en større tilhuggen Steen (Fig. 3b) eller, hvad der er almindeligere, ved at rette Leiefugerne for Spidsbuens øverste Deel ind imod et fælles Centrum (*o* i Fig. 3c) beliggende 8—10" under Toppen; dog undgaaer man ikke ved den sidste Fremgangsmaade at faae Fuger, der aabne sig temmelig stærkt udad; man bør derfor enten mure med kileformede Steen eller maaskee med Ringe i det betragtede Rum.

Exempler paa Muurforbindelser i Buer. (Pl. IX Fig. 4) viser Façaden af 1 Steen tykke Buer. 1 (Fig. 4a—4d) er vist Skiftegangen i 1, $1\frac{1}{2}$, 2 og $2\frac{1}{2}$ Steen lange Buer. (Pl. IX Fig. 5 og 5a—5d) vise de samme Forbindelser for $1\frac{1}{2}$ Steen tykke Buer; (Pl. IX Fig. 6 og 6a—6d) ligesaa for 2 Steens Buer. Forbandtet i tykkere og bredere Buer, der en Deel ligne de tidligere viste Pilleforbandt, affedes let heraf.

114. Buens Anløb paa Pillerne. Buens Forbindelse med Endepillen har i Regelen ingen Vanskelighed. Ved flade Buer maae

Nabostenene i de horizontale Skifter ofte tilhugges lidt for at faae en god Tilslutning (Pl. IX Fig. 7) eller man anbringer een eller to særligt tildannede Steen (Fig. 8 og 9), der hyppigt dannes af et haardere Materiale. Har Buen vertical Tangent i Fødselspunktet, pleier man hyppigt at anbringe et Skifte under Fødselslinien i Forbandt med Buens Muurværk.

For Mellempillernes Vedkommende kan derimod undertiden indtræde det Tilfælde, at de ikke have saa stor Bredde, at de kunne optage Buer fra begge Sider; i saa Fald kan man løfte Fødselslinierne, enten ved at opføre Pillerne med horizontale Leiefuger indtil de ydre Hvælpliniers Skjæringspunkt (Pl. IX Fig. 10), eller bedre ved at anbringe en tildannet Steen, der kan optage begge Buer. Er Buen slaaet med Halvsteensringe, kan man anvende en Aftrapning (Pl. IX Fig. 11).

115. Udførelse af Muurarbeidet. For at skaffe den rette Form af Lysningsfladen tilveie og for at bære Muurmassen under Opførelsen, danner man en Lærebue eller Ledebue, der efter Omstændighederne (Pl. X Fig. 1 og 2) kan være dannet af et enkelt Brædt eller Planke eller af flere. Undertiden ere to Lærebuer stillede bag hinanden tilstrækkelige; men er Buen over $1\frac{1}{2}$ Steen lang, maa man helst anbringe ovenpaa Lærebuerne Lægter eller Brædder, der kunne bære Stenene.

Alle Lærebuer maa for Sætningens Skyld gives en vis Overhøide, der varierer fra $\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{144}$ af Spændvidden, eftersom Buen er mere eller mindre flad. Stikbuer gives ligeledes en ringe Overhøide paa Midten. Lærebuen kan for flade Buer med mindre Spændvidder hvile paa een eller to udkragede Steen, som man senere hugger bort (Fig. 1) eller bedre paa Stolper; i det mindste een op ad hver Pille (Fig. 2); den er anbragt paa Kiler, saa at den let kan løsnes, og den maa ikke staae frem foran Muurfladen, da den saa kunde hindre Muursvenden i at bruge sit Retholt.

Centret for Hvælvslinien mærkes med et Søm paa en

anbragt Skraalægte, og en Snor fastgjort heri sikkrer, at Fugerne rettes nøiagtigt ind mod Centret. Ligger Centret saa langt borte, at det ikke let kan afmærkes paa denne Maade, bør man afridse Fugeretningen paa Lærebuen.

Til Formuringen benyttes særligt gode Steen og god Mørtel; man formurer paa eengang fra begge Sider for ikke at belaste Lærebuen skævt; dette skeer dog først, naar Fugeretningen hælder mere end 30° mod Horizonten. Forat Lærebuen under Arbeidet ikke skal skyde sig op i Toppen, belastes den her foreløbigt (Fig. 2). Sidst anbringes Slutstenen, der i Regelen sammenmures af 3 Steen, der trykkes godt ned i Mørtelen, som i Forveien er anbragt paa Nabostenenes Sider.

Lærebuen, der let slaaes fra uden at ryste Buen, naar den er anbragt paa Kiler, kan enten blive staaende, indtil Mørtelen er hærdnet, Buen faaer da en smuk Form; eller man kan slaae den fra, saasart Buen er færdig, i saa Fald vil der let indtræde en Sætning, der forandrer Buens Form; men denne vinder i Styrke derved, fordi Hærdningen nu kan foregaae friere. I Regelen gaaer man en Middelvei og slaaer Buen fra, naar Mørtelen er begyndt at tørre. I godt Sommerveir vil dette være indtraadt efter en Ugestids Forløb for almindelige smaae Buer, hvorimod det medtager 2—3 Uger for større og tykkere Buer. Mørtelens Beskaffenhed spiller iøvrigt her en Hovedrolle.

2. Tøndehvælvinger.

116. Tøndehvælvingers Dimensioner. Hvælvtheorien bliver nærmere behandlet i Foredraget over teknisk Mekanik; vi skulle derfor her kun gjøre et Par korte Bemærkninger, der kunne forklare Oprindelsen til og Betydningen af de praktiske Regler for Hvælvkonstruktionerne og Hvælvningernes Dimensioner.

I en cylindrisk Hvælvning (Pl. X Fig. 3) stræber den øverste Deel at falde, idet den trykker den nedre Deel ud til Siden; dette Tryk frembringer deels en Dreining om en Linie c i den ydre Hvælvflade, deels en Glidning langs et Plan,

lagt gennem denne Frembringer og Hvelvingens Axe (*cd*). Virkningen af dette Tryk er det saakaldte Hvelvskub, og det er det, der skal optages af den nedre Deel af Hvelvingen. Forsaavidt denne ikke er istand til at modstaae Trykket, kan den give efter paa to Maader, enten ved at dreie sig om det yderste Fødselspunkt (*c*) eller ved en Glidning langs Linien *cd* paa Modstandsmuren, og Hvelvingen brister paa bekjendt Maade.

Størrelsen af Hvelvskubbet afhænger altsaa hovedsagelig af den Masse, der belaster den øvre Deel ^{*)}, Modstanden mod dette Tryk afhænger derimod af Massen i den nedre Deel; skal Hvelvingen være stabil, maa Forholdet afpasses saaledes, at Modstanden mod Hvelvskubbet er større end dette.

Hovedprincippet for Dimensionerne fremgaaer heraf; den øverste Deel af Hvelvingen bør ikke belastes mere end fornødent, den bør altsaa ikke gjøres sværere end nødvendigt; den nederste Deel bør derimod styrkes ved at gives en forøget Tykkelse eller ved en Bagmuring.

Løvrigt afhænger Tykkelsen desuden af den tilfældige Belastning og af Ledelinien Form. Ved de empiriske Formler kan der selvfølgelig let tages Hensyn til denne sidste, og det skeer simplest ved at indføre Radius til den Cirkel, der gaaer igjennem Fødselspunkterne og Issepunktet, og man kan antage følgende Dimensioner som passende:

$$\begin{aligned} \text{for middelstærke Hvelvinger } t &= 0,64' + 0,04r \\ \text{— svage } t &= 0,32' + 0,02r, \end{aligned}$$

hvor *r* er denne Radius udtrykt i Fod.

Ad empirisk Vei er man kommen til det Resultat, at naar Spændvidden er 10—12 Fod, kunne en halv Steen tykke Hvelvinger, bagmurede indtil $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ af Pilens Høide, bære et almindeligt Gulv. Indtil 16—18's Spændvidde, som sjældent overskrides i Huusbygningen, er det kun nødvendigt at styrke $\frac{1}{2}$

*) Ved meget overhøiede Spidsbuer kunne Buerne have Tendents til at falde indad, Forholdet bliver altsaa det omvendte af det, vi her omtale; det forekommer imidlertid meget sjældent.

Steen tykke Hvelvinger med Hvelvbaand, anbragte i 3—4's Afstand, og som gjøres en Steen tykke og brede (Pl. X Fig. 4 viser en saadan Forstærkning af en Kapphvelving). Disse Hvelvbaand eller Gjordbuer bør altid lægges saaledes, at de springe frem paa den ydre Lysningsflade, og paa dem maa Gulvets Tryk overføres.

Er Hvelvingen udsat for særlig stærk Belastning, forøges dens Tykkelse, navnlig mod Fødselslinierne.

En halv Steens tykke Hvelvinger kunne ikke ansees for brandsikre; de ville blive gennemslaaede af nedfaldende Bjelkestykker; vil man undgaae dette, bør man gaae til 1 Steens Hvelvinger med $1\frac{1}{2}$ Steens Hvelvbaand.

Pillernes Dimensioner ere de samme som de, der ere angivne for Muurbuer (Pkt. 112); skal imidlertid Hvelvingen, hvad der er almindeligst hos os, slaaes over Kjælderrum, blive Pillerne belastede med flere Etagers Muurværk og kunne derfor gjøres svagere; man kan regne, at Kjældermure, der ere $2\frac{1}{2}$ —3' tykke, ville kunne være Piller for Hvelvinger paa indtil 24's Spændvidde, naar de belastes af en Muur paa 2—3 Etagers Høide.

117. Formuring af Tøndehvelvinger. Reglerne for Steenforbindelserne ere de samme, som ere anførte under Muurbuer.

Formuringen bør først begynde, naar Modstandsmurene ere opførte og have havt Tid til at sætte sig, helst først efterat Bygningen er bragt under Tag. Den foregaaer paa en Forskaling, der bæres af Lærebuer, opstillede i 3—4's Afstand, særligt opstilles disse under Gjordbuerne, hvis saadanne findes. Lærebuerne opstilles paa almindelig Maade, saa de let kunne løsnest, Forskalingsbrædderne anbringes fra Fødselslinien af op imod Toppen, efterhaanden som Formuringen, der bør skee censartet fra begge Sider, skrider frem; Toppen af Lærebuen belastes strax, og denne Belastning forøges, efterhaanden som Formuringen skrider frem, for at Lærebuen ikke skal blive trykket op i Toppen af den paa Buerne anbragte Belastning. Muursvenden staaer den i Aabningen anbragte i Forskaling og murer herfra;

til Slutningen lægges de sidste Forskalingsbrædder paa i Toppen, og Arbejderne staae da derpaa og fuldfoere Hvælvingen. Ligesom ved Buer maa Slutstenen passes godt ind, den bør kun trykkes fast; banker man den fast med Hammeren, kan man let udsætte sig for at ryste Steen løse i den allerede tildeels tørrede og hærdnede Deel af Hvælvingen.

Aabninger gennem Modstandsmuren, der tillige gennemskjære Hvælvingen, mures samtidigt med denne; Reglerne for Muurforbindelsen mellem de to Hvælvinger ere de samme som de, der senere omtales under Krydshvælvinger (Pkt. 121); Lærebuer maa opstilles i Graterne.

Ringformede, skrueformede eller koniske Tøndehvælvinger opføres ofter de samme Grundsætninger, som de almindelige cylindriske, i Regelen anvendes Gjordbuer, under hvilke Lærebuerne opstilles. Arbeidet, der er vanskeligt at udføre godt, faaer væsentligt sin Styrke fra Mørtelen; der kan derfor være god Anledning til heelt at støbe slige Hvælvinger.

118. Kappenhvælvinger. Disse anvendes istedenfor almindelige Tøndehvælvinger med vertical Tangent i Fødselspunktet, hvor det gjælder om at drage den størst mulige Nytte af Rummet, navnlig for at skaffe Plads langs Væggene og for at faae Locallet godt oplyst. I Regelen ville af den sidste Grund Bygningens Façademure blive anvendte som Skjoldmure for Hvælvingen. Pilens Størrelse er sjelden større end $\frac{1}{6}$ og bør aldrig være mindre end $\frac{1}{12}$ af Spændvidden; $\frac{1}{8}$ kan betragtes som en passende Middelheide. Gives Hvælvingen kun $\frac{1}{2}$ Steens Tykkelse, kan den kun for smaae Spændvidder betragtes som brandsikker; hyppigst nøies man dog af økonomiske Grunde med denne Tykkelse. I almindelighed kan man, eftersom man murer uden eller med 1 Steens Gjordbuer, regne, at man for $\frac{1}{6}$ Pæl med en halv Steens Kappel kan overspænde 12—16' brede Rum, naar Hvælvingen kun skal bære sig selv; for en Pæl af kun $\frac{1}{12}$ Spændvidde maa man under samme Forhold gaae ned til respec-

tive 8 og 10 Fod. Skal Hvælvingen bære Andet end sig selv, bør den i alle Tilfælde forsynes med Gjordbuer.

I Regelen bagmurer man Kapperne, hyppigt saa meget, at Overfladen bliver horizontal; men hyppigt indskrænker man sig ogsaa til at gjøre Kappen 1 Steen tyk nær Fødselslinien og gaaer derpaa over til $\frac{1}{2}$ Steen op imod Isesn.

Endepillernes Tykkelse kan være indtil $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ af Spændvidden; belastes Pillerne imidlertid af flere Etagers Muurværk, kan man altid nøies med det mindste Maal.

Ønsker man at overdække et større frit Rum med en Kappenhvælving, saa maa dette afdeles i helst kun 7—9' brede Dele ved Gjordbuer, der kunne være $1\frac{1}{2}$ —2 Steen brede og have samme Høide i Slutstenen; disse tjene da istedenfor Piller til at optage de enkelte Kappers Sidetryk. Er det ikke af Vigtighed, at Rummet bliver frit, saa kan man afdele ved Hjælp af Skillemure, der da tjene som Mellempiller; de kunne fjernes indtil c. 16' Fod fra hinanden og gjøres $1\frac{1}{2}$ —2 Steen tykke.

119. Formuring af Kappenhvælvinger. Kapperne hvælves først, efter at Pillerne have sat sig, helst først, efter at det Hele er under Tag. De bør alle slaaes paa eengang, for ikke at udsætte Mellempillerne for skævt Tryk; kan dette ikke lade sig gjøre, maa man afstive godt. Som Anløb for Hvælvingen udhugges eller anbringes strax ved Formuringen af Pillerne en Fals, der er $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Steen dyb, og der anbringes en lignende Fals efter Ledelinien i Skjoldmurene.

Formuringen kan udføres enten med gennemgaaende Leiefuger i Frembringernes Retning, som ved almindelige Tøndehvælvinger, og den maa da udføres paa en Forskaling, anbragt paa Lærebuer ganske paa samme Maade, som for Tøndehvælvinger anført (Pkt. 117), eller der kan hvælves efter Svalehalen. Ved denne Methode anbringes Leiefugerne under 45° med Hvælvingens Axe, og man begynder i alle 4 Hjørner paa eengang og slutter af i Midten, hvor de to Retninger af Leie-

fuger, der anvendes, altsaa skjære hinanden under rette Vinkler. Man undgaaer herved gennemgaaende Leiefuger i Frembringerens Retning og lader de hinanden krydsende Steenrækker gribe skifteviis ind i hinanden i Isselinien, hvor de mødes. Ved denne Anbringelse blive Stenene i de enkelte Lag udsatte for en dobbelt Spænding; deels nemlig den efter den elliptiske Linie, som selve det enkelte Skifte beskriver, deels efter Ledelinie, hidrørende fra de andre Skifters Tryk; en Deel af Hvælvingens Tryk overføres herved paa Skjoldmurene, hvilket i Regelen er fordeelagtigt. Man kan yderligere forøge det Tryk, der overføres paa Skjoldmurene, ved at lade Hvælvingens Isselinie stige lidt fra begge Ender henimod Midten. Hovedfordelen ved at hvælve efter Svalchalen er dog maaskee den, at nogenlunde øvede Arbeidere kunne slaae Hvælvingen over ikke altfor store Rum uden Anvendelse af en Forskaling; man kan nøies med at opstille Lærebuer efter Diagonalerne og paalangs og paatvers gennem Midten af Rummet; selvfølgelig maa i saa Fald Formuringen fra to og to Hjørner følges godt ad, og man maa helst mure med hurtigt hærdnende Mørtel.

Lette Kappenhvælvinger har man ogsaa støbt af saakaldte Potter, en særegen Slags hule Muursteen, der opstilles paa en heel Forskaling, og hvis Mellemrum udstøbes med hurtigt hærdnende Mørtel, i Regelen Gips.

De kunne ligeledes slaaes af Muursteen paa Fladen, enten i eet eller to Lag; der hvælves da altid efter Svalchalen, og man bruger hydraulisk Mørtel.

(Pl. X Fig. 5) viser et kvadratisk Kjælderrum overspændt med to Kappenhvælvinger, hvoraf den ene er slaaget efter Svalchalen.

120. Krydshvælvinger. (Pl. X Fig. 6). Disse Hvælvinger give det høieste, frieste og lyseste Rum; de forene tildeels Tøndehvælvingens Styrke med Kappenhvælvingens lette Udførelse. Den regelmæssige Krydshvælving fremstaaer, naar det Rum, der

skal overhvælves, er kvadratisk; er dette ikke Tilfældet, kaldes Hvælvingen uregelmæssig. Hvælvingen kan betragtes som dannet af Buer, slagne efter Graterne, hvorimellem Kapperne da atter slaaes, disse bæres da af Grætbuerne og afsluttes for Enderne af Skjoldmure. Er det Rum, der skal overdækkes, rektangulært, og vælger man Halvcirkelformen for det ene Kappesystem, vil det andets Ledelinie blive enten en fortrykt eller en forhøiet Bue; ere Dimensionerne meget forskellige, opstaaer der herved Konstruktionsvanskeligheder, navnlig fordi Trykket paa Grætbuerne bliver ueensartet; man bør derfor ikke gjøre Rummet mere end høist $1\frac{1}{2}$ Gange saa langt som det er bredt; bliver Længden større, bør Rummet hellere deles.

For Spændvidder paa ikke over 16' kan man opføre Græterne med een, Kapperne med en halv Steens Tykkelse; for større Spændvidder gjør man Graterne $1\frac{1}{2}$ Steen og Kapperne indtil 1 Steen tykke.

Skulle større Rum overhvælves, deles de i flere muligst kvadratiske Rum, hvoraf hvert overhvælves for sig med en Krydshvælving. Hvor Fødselslinierne skjære hinanden, anbringes Midtepillen, og mellem disse indbyrdes og mellem disse og Skjoldmurene slaacs gjerne stærkere Gjordbuer, der altsaa afdele Rummet og som danne Skjoldbuer, der begrænde to og to Kapper (Pl. X Fig. 6).

Hjørnepiller, der optage et skraat Tryk efter Diagonalen fra den ene Side, bør gives en Tykkelse, der omtrent er dobbelt saa stor som den, den tilsvarende Tøndehvælving maatte have; for en regelmæssig halvcirkelformig Krydshvælving blive Hjørnepillerne altsaa kvadratiske med en Sidelinie af $\frac{2}{5}$ — $\frac{1}{2}$ af Spændvidden. Mellempiller langs Ydermurene maa have samme Tykkelse som Hjørnepiller; men Bredden kan gjøres noget mindre, da de i denne Retning optage symmetriske Tryk; man sætter den gjerne til $\frac{2}{3}$ af Tykkelsen; i aabne Arcader blive Pillebredderne da $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ af Aabningerne. Midtepillen, der optage symmetriske Tryk fra alle Sider, kunne gjøres svagere, de kunne oftest be-

regnes ligefrem efter den Belastning, som de skulle bære. I Kjælderrum, hvor Modstandspillerne danne en Deel af Omfatningsmurene, anlægges man i Regelen Forstærkninger, hvorfra Grat- og Gjordbuerne udgaae. Pillerne kunne her gjøres meget svagere, naar Murene ere belastede med flere Etagers Vægt.

121. Formuring af Krydshvælvinger. Under Graterne opstilles Lærebuer, der i Toppen og for Enderne bæres af stærke Stolper; for Sætningens Skyld giver man gjerne disse en vis Overhøide ($\frac{1}{60}$ af Længden) henimod Midten. Har man øvede Haandværkere, kan man nøies hermed, eller maaskee indskrænke sig til endnu at anbringe 4 Lærebrydder, der angive Kappernes Slutsteenslinier; men ellers maa der anbringes en fuldstændig Forskaling, hvorpaa Kappen kan mures. Kapperne slaaes i Regelen lodret paa Graterne, altsaa efter Svalehalen. Man formurer samtidigt fra alle Hjørner paa eengang, og for at faae en god Forbindelse mellem Kappe og Grat og godt Forbandt i de enkelte Skifter, maae Graten mures med særegent tildannede Steen. (Pl. X Fig. 7) viser to Skifter af $\frac{1}{2}$ Steens Kapper med 1 Steens Grater. Man sætter først Gratstenene og udgaaer derfra til begge Sider. I Omfatningsmurene afridses Kappens Form, og der udhugges her indtil $\frac{1}{2}$ Steen dybe False, hvori Kapperne gribe ind.

Hypptigt, navnlig i Kirker og Pragtbygninger, lader man Graterne springe frem paa den indvendige Lysningsflade, de kunne da udsmykkes paa forskjellig Maade, enten ved Tilhugning eller ved Anvendelse af særegne Formsteen. Undertiden anvendes ogsaa Grater af hugne Steen eller af Støbejern. Formuringen af Kapperne lider ingen Forandring herved, den foregaaer paa sædvanlig Maade opad Graterne, eensartet fra begge Sider.

Til lette Kapper bruges man ogsaa her at formure med Steen paa Fladen. Efter franske Forsøg skulde Belastninger, der forekomme i almindelige Vaaningshuse, kunne bæres af 1 Lag Steen paa Fladen for indtil Spændvidder af 16'; men, selv

om Kappen formures i udmærket Cementmørtel, vil den dog blive svag, fordi der let findes enkelte mindre omhyggeligt formurede Punkter deri; man bør derfor altid anvende to Lag Steen paa Fladen. Hvælvinger af denne Art anvendes hypptigt i Frankrig som Form for Betonhvælvinger istedenfor Træforme.

122. Klosterhvælvinger. Modsat Krydshvælvinger give disse et meget afsluttet Rum og fordre Modstandsmure til alle fire Sider. I Regelen opføres de over kvadratiske Rum; men de kunne med samme Lethed slaaes over ethvert regelmæssigt manglekantet Rum.

Man giver sjelden Klosterhvælvinger mere end 16 Fods Spændvidde, og Kapperne behøve da kun $\frac{1}{2}$ Steens Tykkelse. Modstandsmurene kunne, naar Grundplanen er et Kvadrat, nøies med en Tykkelse, der er $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ af den tilsvarende Tøndehvælving; er Grundridset rektangulært, med den ene Side dobbelt saa stor som den anden, forøger man gjerne Tykkelsen af Modstandsmuren til $\frac{3}{4}$ af den tilsvarende Tøndehvælving.

Hypptigt indhvelves Kapperne som de tilsvarende Tøndehvælvinger med Liefuger, der indeholde de respective Axer; men ved mindre Hvælvinger hvælves dog ogsaa hypptigt efter Svalehalen, saaledes f. Ex. i Regelen ved Kapper over Ildsteder, hvilket er en af de Anvendelser, der nutildags hypptigt gjøres af denne Hvælvingstype. Den sidste Methode gjør, at Trykket fordeles meget eensartet paa alle fire Omfatningsmure, og specielt ved Skorsteenskapper overføres en Deel af Trykket fra Ankeret paa Omfatningsmurene (Pl. X Fig. 8).

Disse Hvælvinger bagmures i Regelen af samme Grund som Tøndehvælvingerne, hvoraf de ere afledede, til $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ af Pilen.

123. Klosterhvælvingers Formuring. Lærebuer opstilles efter Graterne og normalt paa Axerne gennem Toppunktet, de støttes af en Stolpe i Midten; i Regelen kan man nøies hermed, navnlig

naar der hvælves efter Svalehalen, og iøvrigt slaae Hvælvingen paa fri Haand; alle Kapper opføres samtidigt til samme Høide. Har man ikke øvede Arbeidere, maa man anbringe en Forskaling.

Dannes Klosterhvælvingen af fladere Kapper, eller bygges den som Speilhvælving, bliver man gjerne nødsaget til at anvende Forskaling og maa mure med en god stærk Mørtel og muligst lette Steen.

124. Kuppelhvælvinger (Pl. X Fig. 9). Anbringes Kuppelhvælvingen over et cylindrisk Rum, blive de enkelte Skifter altid rettede ind mod den indre Lysningsflades Centrum; Leiefugerne komme altsaa til at ligge paa Kegleflader, hvis Toppunktsvinkel aftager fra 180° til 0° , efterhaanden som man fra Fødselslinien nærmer sig til Issepunktet. Hver enkelt Steen skal altsaa, for at faae lige tykke Fuger, tiltage udad i begge Retninger, og man maa enten afslutte Hvælvingen foroven med en eneste, som en Keglestub tildannet, eller med kileformede Steen.

I hvert enkelt Skifte findes en særegen Spænding, saaledes at Stabiliteten i de enkelte ringformede Skifter er aldeles uafhængig af de øvre Skifter; man kan derfor standse med Hvælvingen i hvilken Høide man ønsker, og kan saaledes let skaffe Lys ind fraoven. I Regelen afslutter man i saa Fald Hvælvingen med en støbt Krands eller med tilhugne Steen, der dække og beskytte det øverste frie Skifte.

Hvælvingen kan gives en forholdsvis ringe Tykkelse; man kan saaledes overspænde et 20' vidt Rum med $\frac{1}{2}$ Steens Tykkelse; dog bliver man i saa Fald nødsaget til at mure den øverste Deel med lutter halve Steen for ikke at faae altfor aabne Fuger. For større Spændvidder maa man anvende 1 Steen for den nedre Trediedeel. Hvælvingen kan dog ikke med saa svage Dimensioner ansees for brandsikker, idet den vil knuses af nedfaldende Bjælkestykker; ønsker man dette, maa man selv for mindre Spændvidder give den mindst een Steens Tykkelse.

For at lette Hvælvingen, kan den mures med hule Steen, eller naar der mures med hugne Steen, danner man Huulheder i Stenene; der fremstaaer herved de saakaldte Kassetter, der anvendes meget allerede i den romerske Oldtid.

Er det meget store Hvælvinger, man vil opføre, bør i alle Tilfælde den øverste Trediedeel, der ikke har meget at bære, opføres med let Materiale.

Modstandspillerne behøve kun at være omtrent halvt saa tykke som for en fuld Tøndehvælving med samme Spændvidde. Undertiden, navnlig naar Hvælvingen bæres af Søiler, gjør man af arkitektoniske Hensyn Modstandsmurene svagere. Sidetrykket optages da af et circulairt Jernbaand, der lægges udenom Hvælvingen i Høide med Fødselslinien.

Kuppelhvælvinger kunne ogsaa slaaes over elliptiske Rum; de faae da Form af en Halvellipsoide.

(Pl. X Fig. 9) viser en Kuppelhvælving, slaaet over et kvadratisk Rum, saaledes at Omfatningsmurene omslutte Kuppelen; i Regelen gjennembrydes Sidemurene. Slaaes Kuppelen over det indskrevne Kvadrat (Pkt. 107) vil den krumme Lysningsflade i Hjørnerne løbe ned i Spidser, der danne de saakaldte Pendentifs.

Nichehvælvinger, der ere en særegen Form af Kuppelhvælvinger, maa afsluttes med en Muurbue eller ende i en Muur, der kan optage Sidetrykket.

125. Formuring af Kuppelhvælvinger. Formuringen kan i Regelen skee paa fri Haand; man opstiller kun et Par hinanden krydsende Lærebuer og anbringer en Snor i Kuglens Centrum og vil i Regelen herved have nok til at rette sig ind. Er Kuppelen meget stor, gjør man dog bedst i at anvende en heel Forskaling. Man opfører Hvælvingen i horizontale Skifter.

126. Støbte Buer og Hvælvinger. Man har opført baade Buer og Hvælvinger af almindelig, meget mager Luftmørtel og af

Beton, i Regelen saaledes, at de støbes i Eet med Pillerne. Saadanne støbte Hvælvinger ere, naar Hærdningen er fuldendt, nærmest at betragte som Bjælker, de udøve intet Sidetryk paa Pillerne. I denne Retning ere de altsaa Modsætning til Hvælvinger og Buer af hugne Steen uden Mørtel, der altid udøve et bestemt, af Hvælvingens Form, Hvælvstenenes Størrelse og Vægt og den tilfældige Belastning afhængigt Sidetryk. Hvælvinger, opførte af Steen i Forbindelse med Mørtel, ville, saalænge Mørtelen ikke er hærdnet, forholde sig som Hvælvinger af hugne Steen; men efterhaanden som Hærdningen skrider frem, vil Sidetrykket aftage, og under visse Forhold, naar der er anvendt særdeles god Mørtel, ville de endog kunne blive at betragte som støbte Hvælvinger. (Speilhvælvinger ere, naar de mures i Muursteen med god Cementmørtel at betragte som støbte Hvælvinger.)

Ved støbte Hvælvinger pleier man dog i Regelen at bestemme saavel Hvælv- som Pilledimensioner efter de samme Regler som for murede Hvælvinger. Borttages Formene først, naar den fuldstændige Hærdning er indtraadt, kunde der maa-skee nok være Anledning til at formindske Pilledimensionerne lidt; men kan det Hele ikke betragtes som en sammenhængende Masse, er denne Økonomi selvfølgelig ikke tilraadelig. Nøjagtigheden i Udførelsen af Arbeidet beroer paa Formene, der ere opstillede af Tømrerne.

128. Andre Maader at overdække Rum paa ved Hjælp af Steen.
Et aabent Rum kan dækkes med hugne Steen, som efter deres Styrke kunne ligge frit paa indtil 9 Gange Høiden (Pl. X Fig. 10), naar de iøvrigt ikke skulle bære nogen Belastning. Denne Overdækningsmaade, der dog ikke vel kan bruges for store Spændvidder, benyttedes af Grækerne ved deres Tempelbygninger.

Bliver Spændvidden saa stor, at man ikke kan overspænde Rummet med en enkelt Steen, kan man anvende en Overkrægning (Pl. X Fig. 11), hvorved man efterhaanden formindsker

Spændvidden, indtil den bliver saa lille, at man kan afslutte med en enkelt Steen.

Man kan ogsaa overdække en ikke for stor Aabning ved at stille to Steen skraat imod hinanden (Pl. X Fig. 12), saa de danne en Ari Tagflade, saaledes som dette er benyttet af de gamle Ægyptere ved Overdækningen af Gangene i Pyramiderne.

Alle disse Fremgangsmaader tillade dog kun Overspændelsen af Rum med forholdsvis smaae Spændvidder, og Hvælvinger, hvis Opfindelse skyldes de gamle Etruskere, er derfor et stort Fremskridt i Bygningskunsten; idet denne rationelle Anvendelse af Steenmaterialet først muliggjorde Løsningen af Opgaven i sin Almindelighed og tillod en rig Udvikling, baade med Hensyn til Hvælvingens Størrelse og Form.

Andet Kapitel.

Træ.

128. Træmaterialets Betydning for Bygningskunsten. Træ er et Materiale, der ligesom Steen er meget udbredt, og ligesom dette fra den tidligste Oldtid har været anvendt til Bygningsværker. Det kan anvendes til deraf at danne hele Bygninger, og det kan anvendes til særegne Dele af Bygninger, særlig til Overdækker, Etageadskillelser og Trapper, hvortil det ifølge sine Egenskaber har store Fortrin fremfor Steen. Til Dannelsen af egentlige Beboelsesbygninger anvendes det nutildags sjeldnere, undtagen i Egne, hvor Materialet er meget billigt, derimod anvendes det hyppigt til lettere Bygninger, der indrettes til interimistisk Brug eller som let skulle transporteres, og hvor det mindre kommer an paa at bygge meget solidt end forholdsviis billigt.

Træ er lettere at tildanne end Steen og frembyder derfor ved Anvendelsen en større Afvexling i Former; det egner sig mere til at tilfredsstille vore Begreber om det absolut Skjønne, og det er maaskee gjennem det, at vore nuværende Fordringer til arkitektonisk Skjønhed har faaet sin største Udvikling.

129. Træmaterialets Fordel og Mangler. Træets Hovedfordele ere dets Lethed og Styrke, dets Blødhed, saa det let lader sig bearbejde, og dets ringe Varmeledningsevne. Det modstaaer omtrent ligesaa godt Tryk som Træk, det staaer sig nogenlunde

godt mod Slid og egner sig derfor godt til de fleste forekommende Konstruktioner. Dets Mangler ere, at det ikke staaer sig godt under vexlende Fugtighedsforhold, og at det er brændbart. Sammenlignet med Steen er navnlig dets Modstand mod Træk (Bøining) fremtrædende, og dets Tildannelse skeer derfor hyppigst saaledes, at de enkelte Stykker faae en forholdsviis stor Længde. Paa Grund af den Lethed, hvormed det tildannes, kan Forbindelsen mellem de enkelte Tømmerstykker tilveiebringes ved Udskjæring, og man kan paa Grund af Blødheden tage Metal til Hjælp; et særegent Bindemiddel er ikke i den Grad nødvendigt som ved Steen. Konstruktionernes Stabilitet tilveiebringes enten ved triangulære Forbindelser i Systemet eller ved Afstivninger mod Mure eller Lignende.

130. Træmaterialets Forarbejdning. Forarbejdningen bestaaer i: 1) Fældning og Tilretning af Træet; den nærmere Fremgangsmaade afhandles i Technologien, det gjenkaldes derfor kun her, at Tilretningen bør gaae ud paa at tilveiebringe saa meget og saa hensigtsmæssigt tildannet Gavntre som muligt af den raa Træstamme; 2) Tømmerets Afbinding α : dets Tilskæring og Tildannelse til det foreliggende Øiemed, og endelig 3) dets Reisning eller Anbringelse paa selve Byggepladsen.

Tømreren udfører alle større Trækonstruktioner; han anvender ingen Bindemidler, men tildanner alle Forbindelser ved Hjælp af Tilskæringer; Snedkeren udfører alle lettere Konstruktioner samt nogle af de sværere, naar man ønsker særlig Omhu anvendt derpaa; han arbejder altsaa navnlig med de mindre svære Tømmerstykker og bruger hyppigt et Bindemiddel (Liim), enten i Forbindelse med Tilskæring af Træet eller kun med en Tilretning, Træstykkerne ligge da op ad hinanden med eens tildannede Flader og forbindes alene ved Bindemidlet.

A. Træmateriale.

131. Træmaterialelets almindelige Egenskaber. Træ er i Almindelighed lettere end Vand, kun enkelte tropiske Arter, saasom australsk Mahogni, Jerntræ og flere andre have samme eller større Vægtfylde. Vægtfylden af samme Træart er iøvrigt afhængig af Tørhedsgraden. I almindelighed kan man sætte Vægten af en Kubikfod Fyrretømmer med en Tørhed, der er passende til Bygningsbrug, til 36—40 K , og af en Kubikfod Egetømmer under samme Forhold til 48—50 K . Brudcoefficienterne for Sønderrivning og Knusning i Fibrenes Retning kunne sættes til c. 15500 og 6200 K pr. Kvadrattomme for godt Fyrretømmer. Sikkerhedscoefficienterne sættes i Regelen til 800—1000 K pr. Kvadrattomme, svarende til 0,6—0,7-Kilogram pr. Kvadratmillimeter.

132. Forskellige Arter af Bygningstømmer. Hos os anvendes til Bygningsbrug især Eeg, Fyr, Gran og Bøg. I mindre Mængder anvendes andre Træsorter til særligt Brug.

Eeg taaler bedst vexlende Fugtighedsforhold og staaer sig godt mod Slid. Det er imidlertid kostbart, omtrent dobbelt saa dyrt som Fyr, og anvendes derfor kun sjældent.

Fyr er det almindeligst anvendte Træmateriale hertilands. Naar der i det Følgende omtales Tømmer og Træ, menes altid denne Træsart, naar ikke Andet udtrykkeligt nævnes.

Fyrrens Beskaffenhed er meget forskellig; den afhænger af den Jordbund, hvori, og det Klima, hvorunder Stamtræet har groet. Jo varmere Klima, jo stærkere og mere harpixholdigt er Træet, og jo sværere og kraftigere ere Aarringene; i koldere Lande bliver Træet mere løst og harpixfattigt, Aarringene blive smallere og tyndere. Pladsen i Skoven har ogsaa sin Betydning, eftersom Træet faaer større eller mindre Mængder af Sol og Blæst. Endelig spiller Fældningstiden en Rolle, sommerfældt Træ er altid safrigt og derfor udsat for hurtigere at forraadne,

bedst er det Træ, der fældes ved Midvintertid (December og Januar), paa hvilken Tid Saftløbet er fuldstændigt standset.

Træets Harpixholdighed sees bedst paa Knasterne og paa Farven; de andre Forhold kunne tildeels ogsaa sees paa Farven.

Gran er lysere og blødere end Fyrren. Det modstaaer ikke saa godt Slid, men seer i Regelen smukkere og hvidere ud. Det taaler kun i meget ringe Grad Fugtighedsforandringer. I almindelighed forbydes det af disse Grunde gjerne i bedre Bygninger. Kan det beskjærmes fuldkomment for Fugtighed, og er det ikke meget udsat for Slid, tør man dog nok anvende det, f. Ex. til Gulve oppe i Bygninger, og dets store Lethed gjør, at det til visse Anvendelser, f. Ex. Døre inde i Bygninger, er fordeelagtigere at anvende end Fyrren, og maaskee burde foretrækkes.

Bøg anvendes især til Pæle under Vand, hvortil det egner sig fortrinligt. Hos os benyttes det ogsaa paa Landet til Bygningstømmer; men dette er ikke at anbefale, da det hurtigt raadner. Til Snedkerarbejde bruges det meget.

133. Valg af Træmateriale. Den forskellige Anvendelse betinger Valget af Træsarten; jo større Fordringer, der stilles til Varighed, Slid og Evne til at modstaae Forandringer i Fugtighedsgraden, jo bedre maa Træet være. De økonomiske Hensyn spille her en vigtig Rolle, ofte kan det være billigst at anvende et mindre varigt Materiale og fornye saa meget desto hyppigere. I alle Tilfælde bør man nøie paasee, at der til hvert enkelt Arbejde anvendes samme Art Materiale, saa at ikke noget mindre varigt blandes med mere varigt, da Konstruktionens hele Varighed i Regelen vil være afhængig af det daarligste Materiale. Mange Gange kan man nøies med billigt Materiale, idet dette under de givne Forhold kan være godt nok.

De Dimensioner, som man vælger, bør altid stemme med dem, der findes ved de gængse Handelsvarer. Usædvanlige Størrelser, baade Tykkelser og Længder, eller usædvanlige Tversnit,

der i Regelen hos os maae tilarbeides af de nærmest liggende gængse Dimensioner, og som give Anledning til meget Spild, blive følgelig kostbare. Derimod er der ikke nogen Grund til at vige tilbage for at tildanne de gængse Varer til Tammer med mere formaalistjensligt Tversnit, naar det kan gøres, uden at der gaaer Noget tilspilde; dette kan deels blive billigere, deels give Fordele i konstruktiv Henseende.

124. Undersøgelse af Træmateriale. Naar man skal modtage Tømmer, maa man underkaste det en Undersøgelse, baade for at see, om det holder de givne Dimensioner, og om det er en god Handelsvare. Dimensionerne eftermaales; Varens Godhed undersøges deels ved det ydre Udseende, deels ved at hugge, bore og skære i Træet. Det ydre Udseende viser om Træet er godt kjernefuldt uden Spint, og om det er fuldkantet \circ : har skarpe og parallel løbende Kanter; er dette ikke Tilfældet, kaldes Træet for vankantet eller bomkantet; man seer tillige om Fibrene ere ligeløbende; er dette ikke Tilfældet, kaldes Træet for vredent og mangler altid en Deel i Styrke paa de vredne Steder. Blaae Striber i Træet tyde paa Fugtighed og Blødhed; men Fugtighedsgraden kan iøvrigt være temmelig stor, selv om Træet ikke er blaat; den kan i Regelen let bedømmes af Træets Udseende. At Knasterne ere tætte og mørke er et godt Tegn, de maae sidde fast og ikke kunne trykkes ud; Raadenskab begynder hyppigt ved dem, navnlig naar de have løsnet sig lidt, fordi de give Anledning til Vandansamling. Indre Skader eftersøges ved at slaae paa Træet med en Hammer; findes der Huulheder eller raadne Steder, er Lyden ikke længere klar; hvor saadant mærkes maa man da nærmere undersøge Tilstanden ved at bore eller hugge et Hul eller maaskee endog ved at save det Hele over paatvers eller paalangs. Navnlig ved svært Tømmer er man let udsat for, at Træ, der har et fuldstændig sundt Ydre, kan være angrebet inde ved Marven; man bruger derfor meget at save svært Tømmer igjennem paalangs, Kjernen blottes da og kan

undersøges; man vender da Snitsiderne udad og samler Tømmeret igjen til eet Stykke, maaskee ved Hjælp af Jern. Træets Bæreevne taber kun lidt ved denne Operation, og man vinder fuld Sikkerhed for, at det er godt kjernefuldt Træ, man arbejder med.

Træet maa ikke være grønt \circ : fældet kort før det bruges; deels er det saa mere fugtigt, end det bør være, deels gaae Safterne lettere i Gjæring og fremkalde Ferraadnelse, naar Træet ikke i nogen Tid, helst et Par Aar, har været udsat for Luftens Tørring. Af samme Grund bør Træet heller ikke være fugtigt; grønt Træ indeholder indtil 37% Fugtighed, og det kan regnes for at være passende tørt til Bygningsbrug, naar det har mistet omtrent $\frac{1}{6}$ af sin Vægt ved Tørring. Træet maa paa den anden Side heller ikke være for tørt; ligesom det Træ, der er for vaadt, vil svinde under Afgivelsen af Vand, saaledes vil det Træ, der er for tørt, naar det er anbragt, kunne indsuge Vand og buldne ud og i begge Tilfælde lider Konstruktionen. Fugtighedsgraden maa omtrent svare til den, Træet er udsat for i den paagjældende Konstruktionsdeel.

Udsat for vekslede Fugtighedsforhold raadner Træ meget hurtigt op, god Eeg kan under saadanne Forhold høist vare i 50 Aar, god Fyr endog knap i 20 Aar, medens deres Varighed, naar de kunne holdes tørre, kan sættes til henholdsvis 300 og 200 Aar, ja maaskee endog høiere. For at beskytte Træet anvendes forskellige Imprægneringsmetoder, der nærmere ville blive beskrevet i Jernbanebygningen, og hvorved Varigheden kan forøges en Deel. Til Imprægnering bruges enten Salte af Kobber, Zink og Kvægselv eller Opløsninger af Kreosot; Methoderne ere alle kostbare, og det er endnu et for indskrænket Aaremaal, hvori de have været anvendte, til at man sikkert kan bedømme deres økonomiske Værd.

136. Tømmerets Former. Runde Stammer bruges kun til Pæle og Stolper eller til midlertidige Afstivninger, Stilladser

o. L. I Regelen tilbugges eller tilskjæres Stammerne med rektangulært eller kvadratisk Tversnit. Af Tversnittets Form afhænger baade Forbindelsesmaaden og Anvendelsen.

Efter Tversnittets Form og Størrelse benævnes Tømmer som Bjælker, Palholter, Spær, Planker, Brædder eller Lægter.

a. Bjælker, Palholter, Spær.

Sværere Tømmer med Tversnit, der er kvadratisk eller rektangulært, saaledes at den ene Side er større end Halvdelen af den anden, benævnes Bjælker, Palholter eller Spær.

Et kvadratisk Stykke, der ogsaa kaldes Fuld- eller Heeltømmer, deles ved et Langsnit i to Stykker Halvtømmer og ved to paa hinanden lodrette Langsnit i 4 kvadratiske Stykker, der kaldes Kryds- eller Korstømmer. Ved disse Gjennemskæringer faaer man Leilighed til at see, om Træet er kjerne-sundt, og disse Tømmerarter bruges derfor meget, hvor man sætter Priis paa at bygge solidt.

Tømmeret benævnes i Regelen efter Udskibningsstedet. Denne Benævnelse angav tidligere tilstrækkeligt nøie, hvor Træet var skovet, og hvilken Art man havde for sig; idet de slette Transportmidler lagde Hindringer iveien for at transportere Tømmeret langveis fra, eller fra Skove, der vare fjernede fra de gængse Kommunikationer. Nutildags er Udskibningsstedet ikke længere et saa sikkert Beviis paa bestemte Egenskaber ved Tømmeret; de lettere Transportmidler have bevirket, at mange Skove, der tidligere henlaac ubenyttede, nu ere tagne under Øxen, og at samme Tømmerart snart kan gaae til det ene, snart til det andet Udskibningssted.

Selve Tømmerets Behandling, den større eller mindre Reenbed i Tilhugningen spiller imidlertid endnu en stor Rolle med Hensyn til Bestemmelsen af Arbejdsstedet.

Pommersk Tømmer. Dette Tømmer udføres fra de tyske Østersøhavne; men det skoves inde i Landet og faaedes i Regelen ned til Udskibningsstedet ad de store Floder. Det

pommerske Tømmer er kraftigt og stærkt harpixholdigt; det er det dyreste, men ogsaa det bedste Fyrremateriale, der bruges hertilands; det benyttes med Fordeel i det nederste Bjælkelag, der er meest udsat for Fugtighed, og kun i de øvre Lag, naar man vil bygge særligt solidt, og naar Konstruktionen fordrer større Dimensioner.

Dimensionerne opgives i dansk Maal og i Regelen holdes de stivt. Det er firskaaret og i Regelen fuldkantet; det kan faaes i Længder paa indtil 30 Alen og i Tykkelser paa $15'' \times 15''$. Er Tversnittet mindre end $9'' \times 9''$, benævnes pommersk Tømmer hyppigt Palholter. Det beregnes og betaales i Regelen pr. Kubikfod.

Svensk Tømmer. Dette falder i flere forskellige Sorter. Dets Længde overstiger sjældent 20 Alen og dets største Dimensioner sjældent $10'' \times 10''$. Længden opgives i Regelen i dansk Maal, Tversnittet derimod i svensk Maal (0,946 af dansk); det holder derfor daarligt det tilsvarende danske Maal. De vigtigste Sorter ere:

Halmstads Tømmer, der staaer det pommerske nærmest. Det er gjerne fuldkantet og firskaaret, i større Længder bliver det dog ofte lidt spidst og bomkantet mod Topenden. Det er noget lysere i Veddet end det pommerske Træ; men det er dog tilstrækkeligt harpixholdigt til de fleste Anvendelser i Huusbygningen.

Carlshamns og Vexjö Tømmer ligne Halmstads Tømmer; de have omtrent ligesaa gode Egenskaber som dette.

Malmø Tømmer er maaskee lidt mindre harpixholdigt, men er ogsaa smukt behandlet.

Calmar Tømmer er mindre fuldkantet end det forrige; det regnes dog for en god Vare, uagtet Kvaliteten i de senere Aar skal have forringet sig en Deel. Det bruges til Bjælkelag oppe i Bygninger, men dog hyppigere til Pæle og Stolper.

Sundsvalls Tømmer fra den bothniske Bugt er altid smukt behandlet. Det er en Deel harpixfattigere end de forrige

Arter, det bliver derfor noget tørt og løst. Det er noget skørt, det kan undertiden hænde, at det knækker over ved at kastes ned fra Vognen, naar det aflæsses. Det bruges til Tagværker, dog er det ogsaa anvendeligt til Bjælkelag; man har f. Ex. brugt det ved alle de sydsjællandske Jernbanebygninger til Bjælker.

Piteå og Luleå Tømmer er fra de nordligste Havne i den bothniske Bugt. Det faaes kun i mindre Dimensioner; det er meget harpifixfaldigt, derfor tørt, og egner sig slet ikke til at modstaae vexlende Fugtighed og Tørhed. Det er i Regelen ogsaa meget bomkantet. Det er anvendeligt til Tagværker, hvor det altid ligger frit og tørt.

Finsk Tømmer. Dette er den simpleste Handelsvare, det benævnes hyppigt Sparrer. Det er i Regelen vankantet og spidst. De simpleste Sorter benævnes Bøndertømmer; de ere stærkt blandede med Gran. Det bør kun bruges til Stil-ladser og aldeles provisoriske Bygninger.

Norsk Tømmer. Dette kommer nu ogsaa herved, navnlig til Jylland; det nærmer sig i Egenskaber og Udseende til de mellemste Arter af svensk Tømmer; det er altid spidst og bomkantet.

b. Planker og Brædder.

Dimensioner. Tømmer, hvis Tversnitbredde er større end to Gange Tykkelsen, henævnes Planker eller Brædder.

Planker ere fra 5—15" brede og gjerne 2—4 Tommer tykke. Længden er variabel og kan stige til c. 15 Alen.

Brædder ere fra 5—12" brede og $\frac{3}{4}$ —1 $\frac{1}{2}$ " tykke. Længden er sjældent over 12 Alen.

Ved Opgivelsen af Dimensionerne nævnes gjerne Tykkelsen for Bredden og Længden tilsidst. Tidligere forhandlede Planker og Brædder næsten altid i Tylter c: 12 Stkr. af en bestemt Længde, nu pleier man hyppigst at gaae ud fra Prisen for 144 løbende Fod.

Østersøiske Planker og Brædder. Disse udskibes fra Stettin, Danzig, Königsberg, Memel, Pernau og flere Steder — det bemærkes dog, at de saakaldte Pernauer Brædder ikke ere østersøisk Træ, men er finsk Last.

Man skjelner mellem Kjærneplanker, der ere tagne af Stammernes Midte, de ere stærke og kaste sig mindst, og Kronplanker, der ere af den yderste Deel af Træet; de ere hvide og knastfri, men indeholde hyppigt en Deel Spint.

Østersøiske Planker og Brædder bruges kun sjældent, da de ere temmelig dyre; de finde kun Anvendelse paa de for Fugtighed meest udsatte Steder, og hvor man vil bygge meget solidt.

Svenske Planker og Brædder. De svenske Planker ere de almindeligst brugte og gaae i Almindelighed under denne Benævnelse uden særlig Angivelse af Udskibningsstedet; Brædderne gaae derimod under en Mængde forskellige Benævnelser, der dog i Virkeligheden ikke have meget at sige.

Vesterrigske Planker og Brædder komme fra Udskibningssteder Sonden for Stockholm — især Norrkøping —, de ansees for de bedste og smukkeste. De ere hyppigt tildannede for det engelske Marked, og Længden opgives derfor endnu ofte i engelske Fod. De kunne faaes i forholdsvis store Dimensioner. De saakaldte Vesterrigs Vahlplanker ere saaledes over 11 Tommer brede.

De svenske og de bedre finske Brædder udskibes fra Havnene Norden for Stockholm, de bedste komme fra de sydligste Havne Gefle og Söderhamn, de benævnes Nordmarks Brædder, Bjørneborgs Brædder, Pernauer Brædder og lybske Brædder; deres indbyrdes Godhed skulde omtrent være angivet ved den Orden, hvori de ere nævnte.

Bræddernes Tykkelse er gjerne $\frac{5}{4}$ Tomme knapt Maal, og en almindelig Længde er 14 Fod svensk Maal; de ere da kun c. 13' 4" dansk Maal, hvortil der maa tages Hensyn ved Overslag; det bemærkes imidlertid, at man paa Bestilling ved Skjærerierne

altid kan faae Længden i dansk Maal; men Bredden og Tykelsen er i Regelen engelsk Maal.

Disse Brædder ere de almindeligt brugte til Gulve i Etager.

Norske Brædder. Disse ere altid kun 6 Tommer brede, men til Gjengjæld $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ " tykke, godt Maal. De beregnes altid efter 144 Fods løbende Længde pr. Tylt. De bedste ere Drammens og Frederikshalds Bord, noget ringere de saakaldte Frederiksbalds Rispebord, der her faaes i 2den og 3die Sort, og som gjerne ere en Deel blandede med Gran.

De bedste Kvaliteter af norske Brædder bruges nu meget til Gulve i Beboelsesleiligheder, de simplere Arter til Loftsgulve og Skillerum.

Finske Brædder. Saaledes benævnes de simplere Arter af finske Brædder; de ere kun $1\frac{1}{8}$ " tykke og gjerne vankantede. De bruges en Deel til Skillerum og Forskalinger.

Vragbrædder. Af disse haves baade norske og finske; begge Arter ere meget vankantede og falde i meget forskellige Længder; de norske ere c. $\frac{3}{4}$ " tykke, de finske derimod kun $\frac{3}{4}$ — 1 ". De bruges til Forskalinger og Indskud.

Yderligere tildannede Brædder. Gjennemskaarne Brædder, der faaes ved at gjennemskære et Brædt efter Tykelsen, faaes nu ogsaa, de ere c. $\frac{3}{4}$ " tykke. Høvlede og pløiede Brædder baade i norsk og svensk Last er nu ogsaa meget almindelige; ja Tilarbeidelsen gaaer endog videre, saa man kan kjøbe færdigt al Slags forarbeidet Liste- og Paneelværk, ja endog hele Døre, Vinduer m. m.

c. Lægter.

Lægters Dimensioner og Fremstilling. Lægter er Benævnelsen paa Tømmerstykker med smaae Dimensioner. I Regelen ere de $1\frac{1}{2}$ —3 Tommer brede og 1—2 Tommer tykke. Længden afhænger af de Stykker, hvoraf de ere skaarne; de faaes indtil 15 Alen lange.

De skjæres i Regelen af større Tømmer, Planker eller Brædder.

Skaarne pommerske, Sundsvalls, Piteå eller norske Lægter ere fuldkantede; mindre gode og bomkantede ere de finske Lægter.

De simpleste finske Lægter ere unge, smækkre Gran- eller sjældnere Fyrrestammer, der løbe ganske spidst til. Denne Art bruges en Deel til Lægtning af Straatage, hvor det gjælder om at faae Lægter med runde Kanter, for at Baandene, hvormed Straaet bindes, ikke skulle gnaves over.

B. Bindestoffer.

137. Liim. Det eneste egentlige Bindemiddel, der bruges ved Træmateriale er Liim. Dette er en organisk Substant, der vindes ved en Kogning af Been og Knogler. Det benyttes dog kun ved det saakaldte Snedkerarbeide, sjældnere ved Tømmerarbeide.

Jern. Til Styrkning af nogle og til Tilveiebringelsen af andre Forbindelser, bruges derimod ofte forskellige Jerngjenstande, saasom: Stifter, Søm, Dykker, Spiger, Skruer, Bolte, Muurstifter, Muurankere, Spidsklammer m. m. Disse Gjenstande ville blive omtalte i senere Afsnit.

C. Tømmerforbindelser.

138. Tømmerforbindelser i Almindelighed. Samlingen mellem to eller flere Tømmerstykker skeer ved de saakaldte Tømmerforbindelser. Disse forudsætte en saadan Tildannelse og Tilskjæring af Sammenstødsfladerne, at den dannede Forbindelse paa den bedst mulige Maade kan modstaae de Paavirkninger, hvorfor den kan blive udsat. I Regelen bruges intet særligt Bindemiddel, Stykkernes Stilling sikkes alene ved den nøiagtige

Tildannelse af Tømmeret. Ved Valget af Tømmerforbindelse bør man tillige lade sig lede af Hensyn til Tømmerets Anbringeelse; Forbindelsen maa være saaledes, at Reisningen er nogenlunde let.

Tømmerforbindelserne kunne dannes paa mangfoldige Maader, i hvert givet Tilfælde maa man nøie overveie, hvilken der bør vælges. Sættningen af Tømmersystemerne gjør det ogsaa nødvendigt, at man sørger for, at der er den fornødne Afstivning, saa at det hele System bliver saa uforanderligt som muligt; dette opnaaes som bekjendt ved at tilveiebringe et tilstrækkeligt Antal triangulaire Forbindelser.

Tømmeret svækkes i Regelen ved Udskaaringerne i Sammenstødspunkterne; man bør derfor gjøre disse saa smaae, som Forholdene tillade, saa vidt muligt bør man kun lade to Stykker støde sammen i samme Punkt, og man anvender hyppigt Jern for at styrke Forbindelsen.

Har man Valget imellem flere Forbindelser, ville de simpleste og navnlig de, der fordre mindst Udskaaring, i Regelen være at foretrække. Den tiltagende Brug af Jern som Forbindelsesmiddel gjør, at man nutildags mere og mere indskrænker Antallet af de sammensatte Tømmerforbindelser.

Som almindelige Regler, der kunne lede Valget af Tømmerdimensioner og af Stykkernes Forbindelse, kunne anføres følgende:

1. Stykkerne bør have et Tversnit, der let føier sig efter den valgte Forbindelse.
2. Forbindelsen maa tildannes med Omhu og Størrelsen af sammes enkelte Dele maa nøie afpasses efter den Kraftpaavirkning, hvorfor de kunne blive udsatte.
3. Man bør saavidt muligt drage Omsorg for, at Træet paavirkes i Fibrenes Længderetning; thi Sammenhængskraften er betydeligt større i denne Retning end lodret paa Fibrene eller tangentielt til Aarringene. Franske Forsøg have endog givet, at naar Træets Modstandsevne i Fibrenes Retning sættes til 1,00,

vil Modstanden lodret paa Aarringenes Retning kun være 0,163 og efter Tangenten til Aarringene kun 0,159. Træets Svinding er som bekjendt ogsaa mindst i Fibrenes Retning.

Afstanden mellem to Indsnit, der overskjære de samme Fibre, maa heller ikke have for ringe Længde, da det mellemfaldende Stykke ellers let spalter af. Spidse Vinkler maae undgaaes.

4. Forbindelsens Ubevægelighed bør alene beroe paa den nøiagtige Forbindelse og Tilpasning efter Opstillingen. Træ-nagler, der hyppigt bruges, ere især at betragte som provisoriske Fæstemidler under Reisningen, senere bør de hyppigt kun blive siddende, fordi de stoppe Hullerne.

1. Tømmers Forlængelse.

139. Tømmers Forlængelse i vandrette Planer. Den Maade, hvorpaa man forlænger Tømmerstykker er noget forskjellig, eftersom den skal skee i vandret Retning, naar Tømmeret bruges til Bjælker, eller i lodret Retning, naar det bruges til Stolpe- eller Pæleværk; for mellemfaldende skraae Retninger kan man efter Omstændighederne vælge mellem de Forbindelser, der anvendes i de to andre Tilfælde. Til Bjælkens Forlængelse i vandrette Retninger kan man benytte Stød, Blad, Hagekam og fransk Laas.

Stødet. Det lige Stød (Pl. XI Fig. 1) og det skraae Stød (Pl. XI Fig. 2) kunne kun anvendes, naar Bjælkerne finde Understøttelse lige under Stødet paa en Muur eller en Stolpe. Bjælkerne maae kun være underkastede en lodret Paavirkning fra oven, altsaa hverken Tryk fra neden, der vil kunne løfte dem op, eller Træk efter Axen, eller en horizontal Sidepaavirkning. Ved det skraae Stød bærer den ene Bjælke tildeels den anden.

Bladet. Det lige Blad (Pl. XI Fig. 3) og det skraae Blad (Pl. XI Fig. 4) forudsætte ligesom Stødet, at Bjælken er under-

støttet i Sammenstødet. Det ene Stykke kan her bære det andet. Vil man hindre, at det ene Stykke kan løftes op uafhængigt af det andet, anvender man underskaaret Blad (Fig. 5). Nogen Modstand mod horizontal Sidepaavirkning kan tilveiebringes ved at forbinde Bladene med et Par Trænagler (Fig. 3—5), der, for ikke at spalte Træet op, maae anbringes efter Diagonalen.

Man anvender ogsaa lodret Blad (Fig. 6); dette bruges hyppigt til Samling af Bjælker over en Midtemuur, og er det ikke nødvendigt, at Axerne ligge nøiagtigt i Forlængelse af hinanden, gjør man hyppigt Indsnittet mindre end Halvdelen af Tykkelsen og faaer derved en større Hvileflade (Fig. 7). Det lodrette Blad har større Bæreevne end det lige saa store vandrette Blad.

Hagekammen. Den lige Hagekam (Pl. XI Fig. 8) og den skraa Hagekam med eller uden Underskjæring (Pl. XI Fig. 9 og 10) kunne modstaae Træk i Bjælkens Længderetning. Den skraa Hagekam spændes hyppigt fast med Kiler med eller uden Underskjæring af det lodrette Snit (Fig. 11). Kilerne maae være saa lange, at de naae udenfor Bjælken, for at man senere, naar Træet svinder, kan drive dem efter. Kilerne maae udskjæres saaledes, at Fibrene i dem gaee paatvers af Bjælkernes Fibre.

Den franske Laas (Pl. XI Fig. 12). Tildannelsen af denne Forbindelse er temmelig vanskelig; man faaer mange dobbelt overskaarne Fibre. Udsnittene presses godt ind i hinanden ved Hjælp af Kiler. Forbindelsen er for saa vidt meget fuldstændig, som den er egnet til at modstaae Træk og Tryk samt Forskydninger i alle Retninger. Den bruges en Deel hos os.

Disse Forbindelser, især de tre første, kunne paa forskjellig Maade styrkes ved Anvendelse af Jern. Simplest modarbejder man f. Ex. Træk ved at anvende en Jernklammer (Pl. XI Fig. 1). En fuldstændigere Forbindelse kan faaes ved at anvende Jernskinner paa Siderne af Bjælkerne og forbinde disse med Bolte

(Pl. XI Fig. 13) eller Jernbaand; slige Skinner benævnes hyppigt Skødningsjern. Man kan ogsaa anvende Jernbaand alene uden Skinner (Fig. 14).

Foruden de nævnte Forbindelser anvendes flere andre, der dog ligne dem en Deel, og som hyppigt ere mere sammensatte. Istedetfor at anvende store og vanskeligé Udskjæringer bør det hellere anbefales at tage Jern til Hjælp.

140. Tømmers Forlængelse i lodret Retning. Naar Stolper eller Pæle skulle bære en betydelig Last, maa man helst see at faae dem i een Længde, da Samlingen altid er forbunden med Ulemper. Sættes Endetræ paa Endetræ, ville Fibrene trykkes ind i hinanden, og der vil ikke dannes nogen fast Forbindelse eller god Understøttelse for det baarne Stykke; for at modvirke dette bør der lægges en Metalplade (Bly) imellem, eller man danner hele Forbindelsen ved Hjælp af en fælles støbt Muffe (Fig. 15).

Af Forbindelser kan man anvende Stødet og Bladet, men maa i Regelen styrke Forbindelsen ved Hjælp af Jernskinner og Bolte (Fig. 16 og 17).

Undertiden anvendes en Tap i Forbindelse med det lige Stød for at centrere Stykkerne; den kan enten være udarbejdet i det ene Stykke og gribe op i et tilsvarende Hul i det andet, eller bedre, den kan dannes af en Jerndorn (Fig. 18), der griber op i begge Stykker.

Krydsforbindelsen (Fig. 19) giver en god Centrering; men Udskjæringen er temmelig stor; den maa altid styrkes ved omlagte Jernringe; den bruges undertiden ved Pæle, der rammes i Jorden.

Af disse Forbindelser anvendes det lige Stød hyppigst i Husbygningen og er maaskee ogsaa den bedste Forbindelse.

2. Tømmers Forstærkning.

141. **Tømmers Samling efter Høiden.** Kun undtagelsesvis vil der være Anledning til at samle flere Bjælker efter Bredden; der benyttes da hertil visse af de Forbindelser, som vi senere kommer til at betragte under Plankers og Brædders Samling, eller Jern tages til Hjælp, idet man ved Bolte og Baand (analog Pl. XI Fig. 13, 14 o. fl.) søger at sikre den faste Forbindelse mellem Stykkerne. En Samling i vertical Retning er derimod almindelig, naar det Tømmer, man har til Disposition, ikke er svært nok. En Forøgelse i Høiden er saa meget mere at foretrække, som Bjælkers Modstandsmoment forholder sig som Kvadratet af Høiderne, men ligefrem som Bredderne. Det gjælder selvfølgelig om, at gjøre disse Forbindelser saa stærke, at det samlede Stykke kan betragtes som et Hele, da man ellers ikke vil naae den fulde Modstandsevne; lykkes dette ikke, vil der være to neutrale Axer, hvorom Formforandringerne foregaae, og ikke, som tilsigtet, kun een gennem det hele Systems fælles Tyngdepunkt.

Fortanding. Denne Forbindelse dannes bedst af et ulige Antal, 3, 5 eller sjældnere flere Stykker. Anvender man 3 Stykker, saa maa det nederste Stykke være gennemgaaende, de to øvre Stykker, der hver have halv Længde, stødes paa Midten af det nedre (Pl. XI Fig. 20). Formforandringerne overføres fra de øvre Stykker paa det nedre ved Hjælp af trekantede Indsnit, anbragte saaledes, at de hindre den frie Strækning af de øvre Stykkers nedre Fibre og den frie Sammentrykning af det nedre Stykkes øvre Fibre.

Skal den samlede Bjælke have en Høide af a , maae hver af dens Stykker have en Høide af $\frac{2}{10}a$. Den nedre Bjælke bevarer denne Høide paa Midten, og der slaas herfra et Snorslag, der afskjærer en Høide af $\frac{3}{10}a$ for Enden. Parallel med dette slaas endnu et Snorslag i en Afstand af $c. \frac{1}{10}a$, gaaende gennem det Punkt, der angiver Høiden $\frac{4}{10}a$ for Enden. I disse to Linier skulle nu Tændernes Spidser ligge. Man deler den halve

Længde i et vist Antal Tandlængder, kun saaledes afpassede, at de ikke blive mindre end $1a$ og ikke gerne større end $2a$. Begge Tandsider falde da af sig selv.

De to øvre Stykker gives en Tildannelse, der svarer hertil, de støde stumpt sammen paa Midten, og her bør nedlægges en Blyplade mellem Enderne. Tandfladerne kunne enten glide umiddelbart paa hinanden (Fig. 20a), eller man kan udkære dem saa meget, at der bliver Plads til Kiler (Fig. 20b), der kunne indrives for at forøge Spændingen. En Forbolting af Stykkerne maae altid anvendes; der anbringes Bolte i Tænderne nærmest Midten og nærmest Enderne og iøvrigt Bolte for hver anden eller tredje Tand.

For at Stykkerne kunne faae Spænding, naar den fortandede Bjælke er horizontal, saa anbringer man den nederste Bjælke saaledes, at den paa Midten har en Pii opad, der kan være $\frac{1}{60}$ — $\frac{1}{120}$ af Længden, og i denne Stilling samles den med de øvre Stykker.

Man har anvendt fortandede Bjælker til store Spændvidder, og har hertil samlet flere Bjælker baade efter Høiden, Bredden og Længden; men det er lettere og vil nutildags blive foretrukket at anvende Jern eller Kombinationer af Træ og Jern til saadanne større Bjælker.

Fordyvling er lettere at anvende; men Hovedformaalet, der er det samme som ved Fortanding, opnaaes maaskee vanskeligere. Forbindelsen mellem de Stykker, der skulle fordyvles, tilveiebringes alene ved andre Stykker, Dyvler, der gribe ind i Huller, der ere udstemte i Bjælkerne; man formindsker altsaa ikke Høiden af disse og kan følgelig spare $\frac{1}{6}$ i Materiale. Ogsaa her maa det nederste Stykke være gennemgaaende, medens det øverste kan stødes paa Midten (Pl. XI Fig. 21). Undertiden afskraaes Stykkerne; men man taber da $\frac{1}{12}$ i Høide. Dyvlerne ere parallellepipediske, kileformede eller svalehaleformede, de maa have en Høide, som omtrent svarer til Fortandingens Tandsnit, altsaa $\frac{1}{10}$ af Dragerhøiden og en Bredde, der kan være

indtil 5 Gange saa stor som Høiden; deres indbyrdes Afstand er omtrent den samme som den, der findes mellem Tænderne i Fortandingen. De anbringes halvt i hver af Bjælkerne, og Indsnittene i disse kunne enten være rektangulaire eller trekantede (Fig. 21 *a* og *b*); de maa dannes af haardt Træ og udskæres saaledes, at deres Fibre gaar paatvers af Bjelkens.

For den bedre Indspændings Skyld gjøres de hyppigst lidt kileformede, eller man anvender to Kiler (Fig. 22), der drives mod hinanden.

Forbindelsen styrkes ved Bolte, der anbringes paa samme Maade og paa samme Steder, som ved Fortandingen. Ogsaa her gives Stykkerne en Piil opad.

Kommer det kun an paa at modarbejde en Adskillelse i lodret Retning, kan man anvende fordækte Dyvler (Fig. 23); der udstemmes da svalchaleformede Taphuller i begge Bjælker; Dyvlen drives først ned paa smaae Kiler, der ere indsatte i det nederste Stykke, og derpaa anbringes Kiler i Dyvlens øverste Halvdeel, det øvre Stykke paalægges derpaa og drives ned; Kilerne spaltes da Dyvlerne op, saa de fylde de svalchaleformede Huller.

Nagler eller Bolte kunne være nok til at modstaae Sidepaavirkning.

Fordybling kan ogsaa anvendes til Forbindelse mellem Bjælker efter Bredden eller lodrette Stolper. I saa Fald gjøres Sammenstødsfladerne altid parallelle med Yderfladerne, og man kan anbringe Dyvler og Bolte i noget større Afstand end ovenfor angivet. Disse Forbindelser kunne alle styrkes ved omlagte Jernbaand.

3. Tømmers Krydsning.

142. Almindelig Oversigt. Tømmers Krydsning kan foregaae paa en Mængde forskjellige Maader, betinget af de givne Forhold. Der er navnlig 3 forskjellige Grundtyper at betragte, nemlig:

1. Begge Stykker forlænges ud over Skjæringspunktet.
2. Det ene Stykke ender i Skjæringspunktet.
3. Begge Stykker ende i Sammenstødet.

Disse lide igjen Modificationer, eftersom Bjælkerne skulle være bindige o: have deres ene eller begge Overflader liggende i samme Plan, eller ikke, og eftersom Stykkernes Længdeaxer ligge i horizontale eller verticale Planer. Endelig maa Forbindelsen selvfølgelig afpasses, eftersom Stykkerne skulle modtage eller overføre Tryk eller Træk.

143. Begge Stykker forlænges over Skjæringspunktet. Overskramning (Pl. XI Fig. 24) anvendes, naar Bjælker, der krydse hinanden, skulle være bindige. Den halve Tykkelse udskjæres i hver Bjælke, hvis de ere lige tykke og have lige meget at bære. Skal den ene Bjælke bære den anden, udskjærer man lidt mindre end Halvdelen i den, eller endnu bedre, man overskjærer den Bjælke, der skal bæres, og lader dens Ender hvile i Indsnit (Fig. 25), der gjøres i Bærebjælken. Skal den overskaarne Bjælke modstaae Træk, kan den forsynes med Jernskinner. Forbindelsen styrkes i det Hele taget ved en Skinne, lagt paa de bindige Undersider (Fig. 25).

Krydse Bjælkerne hinanden under en Vinkel, der kun afviger lidt fra 90° , saa udføres Overskramningen paa samme Maade som ved de viste retvinklede Krydsninger. Bliver Vinkelen derimod spidsere, dannes Forbindelsen efter (Fig. 26), hvorved man undgaaer de spidse Vinkler i begge de bindige Sider.

For Stolper, der krydse hinanden i en lodret Plan, kan Overskramning ligeledes anvendes. Gjælder det om at bevare et uforandret Tversnit for den ene Stolpes Vedkommende, kan man afbryde den anden og forbinde de afbrudte Stykker med det gennemgaaende Stykke.

Overskramningen styrkes ofte ved at anbringe en Bolt i Skjæringen.

Kam anvendes, naar Stykkerne ikke ere bindige. Efter Omstændighederne udskjæres der i det ene eller i begge Stykkerne. Gjælder det navnlig om at bevare det nedre bærende Stykke uforandret, udskjærer man kun i det øvre Stykke (Pl. XII Fig. 27). Skal man tillige hindre en Forskydning til Siden, anvendes Dobbeltkammen (Fig. 28), Udskjæringerne i det nedre Stykke gjøres kun c. 1 Tomme dybe. Man kan ogsaa her anvende Krydskammen (Fig. 29). Ogsaa denne Forbindelse kan styrkes med Jernbeslag (Fig. 27), eller den kan maaskee heelt erstattes af smaa Stykker Vinkeljern, der spigres fast i de hinanden krydsende Stykker.

144. Det ene Stykke ender i Sammenstødet. De vigtigste Forbindelser, der anvendes, ere Tapping, Bladning og Forsætning.

Tapning. Ligge Bjælkerne i et horizontalt Plan, maa den Bjælke, der ender, forsynes med en Tap, der griber ind i et i den anden Bjælke udstemt Taphul. Tappen, der (Pl. XII Fig. 1) fremstaaer ved at afskjære de to smaa prismatiske Legemer $abcd$ og $a_1 b_1 c_1 d_1$ i Bjælkens Ende, har samme Bredde som Bjælken; dens Høide gjøres i Regelen lig $\frac{1}{3}$ af Bjælkens Tykkelse, og Længden omtrent dobbelt saa stor. Taphullet, der udstemmes i den bærende Bjælke, faaer samme Tykkelse og Bredde som Tappen; men Dybden maa være lidt større end Tappens Længde, for at denne ikke skal blive ødelagt ved Inddrivningen. Tappen fornagles i Regelen for at styrke Forbindelsen. Der anvendes hertil en Trænagle med en Tykkelse af $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$ af Tappens og som anbringes i en Afstand af c. $\frac{1}{4}$ af Tappens Længde fra dennes Rod. Den samme Forbindelse kan anvendes for en Bjælke, der bæres af, eller selv bærer en Stolpe. Tappen, der altid anbringes i det afbrudte Stykke, gjøres dog i Regelen lidt kortere og hyppigt lidt mindre svær end ovenfor angivet; den tjener nærmest til Centrering og til at modstaae Sidepaavirkninger.

Brysttap (Pl. XII Fig. 2) med lige Bryst eller (Fig. 3) med

skraat afskaaret Bryst, der ogsaa kaldes skjult Brysttap, anvendes i horizontalt Plan, naar man vil skaffe det baarne Stykke en større Hvileflade, hvilket navnlig hyppigt indtræder, naar det bærende Stykke har et større Tværnit end det baarne, og altsaa kun Overfladerne skulle være bindige. Brystet gives en Længde af indtil Halvdelen af Tappens.

Svalehaleformet Tap med Kile (Pl. XII Fig. 4). Naar det afbrudte Stykke skal kunne modstaae et Træk, der vilde drage Tappen ud af Taphullet, og man ikke tør stole paa en Trænagle, anvendes den svalehaleformede Tap, idet den ene af Tappens Kinder afskraaes. Taphullet maa da gives en tilsvarende Form, idet Mundingen dog maa være saa stor, at den dannede Tap kan komme ind. Ved Hjælp af en Kile, der indrives bagefter, faaer man de skraae Flader til at støtte mod hinanden.

Gjennemgaaende Tap med Split (Pl. XII Fig. 5), er en hos os sjeldnere anvendt Forbindelse; den gjør samme Tjeneste som den forrige Forbindelse og kan anbringes saaledes, at en Efterspænding eller Udløsning let kan finde Sted.

Grundtappen (Pl. XII Fig. 6), der har sit Navn af, at den almindeligt bruges til at samle en Række nedrammede Pæle med et horizontalt Hovedstykke, er ogsaa egnet til at modstaae Træk. Tappen, der er af almindelig rektangulair Form, gjøres gennemgaaende; Taphullet, der har dobbelt Svalehaleform, udfyldes af Tappen, idet denne udvides ved Inddrivningen af et Par Kiler.

Skraa Tap (Pl. XII Fig. 7) anvendes, naar Stykkerne træffe hinanden under en spids Vinkel. Den er væsentlig betinget af Vanskeligheden ved at udstemme et til en lige Tap svarende Taphul. Den Kind af Tappen, der vender ind mod den stumpe Vinkel, afskjæres saaledes, at den danner en ret Vinkel med Tappens Basis.

Jagetap (Pl. XII Fig. 8) anvendes, naar man vil anbringe en Skraaforbindelse mellem to allerede anbragte Stykker; i den

ene Ende anbringes da en almindelig skraa Tap (*a*); i den anden Ende maa der endnu afskjæres et Stykke af Tappen (*b*) for at kunne bringe den ind i Taphullet.

Tapning er en meget anvendt Forbindelse, krydse Stykkerne hinanden i en vertical Plan, er dens Opgave navnlig at sikre Stykkernes Stilling mod hinanden; ligger det bærende Stykke horizontalt, saa er Forbindelsen maaskee mindre god, fordi Taphullet da let giver Anledning til Ansamling af Fugtighed, hvorved Tappen hurtigt vil raadne bort. Nogle foreslaae at modarbejde dette ved at bore et Hul fra Bunden af Taphullet gennem Bjælken, hvorigennem Vandet kan faae Afløb (Pl. XII Fig. 21). Vender Tappen derimod opad, er Forbindelsen god. For de horizontale Forbindelsers Vedkommende er Tapning fordelagtig for det bærende Stykkes Vedkommende, idet dette ikke svækkes synderligt, da kun de midterste Fibre overskjæres; det baarne Stykke er derimod mindre heldigt stillet, og Tappens Tilstand kan ikke kontrolleres.

Dobbelttap (Fig. 9) bruges navnlig, naar en Stolpe skal bære en horizontal Bjælke; den anvendes ved sværere Tømmer.

Sidetap (Fig. 10) bruges, naar Stolpen og Bjælken ikke ere bindige.

Bladning (Pl. XII Fig. 11). Det Stykke, der skal bæres, forsynes med et Blad, der hviler i et Udsnit, der gøres i den bærende Bjælke. Bladet gøres i Regelen af det baarne Stykkes halve Tykkelse. Bladforbindelsen styrkes hyppigt med et Par Trænagler, der da maae anbringes efter en Diagonal i Bladet for ikke at spalte dette.

Skal Bladet modstaae Træk, og vil man ikke stole paa Trænagler, kan man anvende det halve eller hele svaalehaleformede Blad (Fig. 12 og 13) eller Hagebladet (Fig. 14), hvis Former fremgaae af Figurerne.

Gjælder det om ikke at svække det bærende Stykke for meget, føres Bladet ikke heelt igjennem; det gøres tillige mindre tykt og forsynes hyppigt med Bryst. (Fig. 15) viser en saadan

svaalehaleformet Blad med Bryst. Vil man anbringe det baarne Stykke saaledes, at det tildeels indspændes, kan man afskraae Bladet fortil, underskaaret Blad (Fig. 16). Denne Forbindelse bruges meget i Frankrig og Italien og styrkes hyppigt ved et Jernbeslag, der bør anbringes fornedet.

Disse Bladninger bruges især ved Bjælkeforbindelser; de efterfølgende Bladningsmetoder bruges derimod meest til Stolpeværk.

Bladtap (Fig. 17) bruges, naar et sværere Stykke skal bære et mindre svært; den kommer hyppigt til Anvendelse istedenfor Dobbelttappen, den ligner noget Sidetap.

Dobbeltblad (Fig. 18) anvendes under lignende Forhold, naar Dimensionsforskjellen er større, og Stykkernes Axer ligge i samme Plan. Denne Forbindelse anvendes ogsaa, naar to hinanden krydsende, ikke bindige Stykker understøttes i Skjæringspunktet af en Stolpe. Denne griber da med Dobbeltblad om den nederste Bjælke, og de to Blade afskjæres til Tapper, der gribe ind i den øverste.

Sammenbladningen af to Stykker, der krydse hinanden under en spids Vinkel, er viist (Fig. 19*a*); Forbindelsen er egnet til at modstaae baade Tryk og Træk. Istedenfor denne Forbindelse anvendes ofte udvendigt Blad, naar et eller to Stykker, der da kaldes Tænger, skulle sikre to andre Stykkers Stilling, uden at disse maae svækkes ved Udskjæringer. Bladet fornagles altid, er der to Tænger, trækker man hyppigt en Bolt gennem Bladene og det mellemliggende Stykke (Fig. 19*b*), Forbindelsen modstaaer da baade Tryk og Træk.

Bladning svækker ofte det bærende Stykke mere end Tapning; det baarne Stykke bliver derimod forholdsvis stærkt. Blad har den Fordeel fremfor Tap, at man let kan kontrollere Forbindelsens Tilstand.

Førsætning anvendes sjældnere i horizontale Forbindelser, men derimod hyppigt, naar Stykkernes Axer ligge i en vertical Plan. Den forudsætter altid, at Stykkerne skjære hinanden under

en spids Vinkel, og at de ere underkastede en saa stærk Kraftpaavirkning, at en simpel skraa Tap ikke er tilstrækkelig.

Forsætning i Forbindelse med Overskræmning (Pl. XI Fig. 26) er tidligere omtalt. De spidse Hjørner tilskjæres undertiden i hele Høiden lodret paa Trykkets Retning.

Simpel Forsætning i vertical Plan (Pl. XII Fig. 20). I det Stykke, der skal optage Trykket, gjøres et trekantet Indsnit, hvis Dybde kan være omtrent $\frac{1}{6}$ af Stykkets Tykkelse, Forfladen (a) afskraaes efter den Linie, der halverer Vinkelen mellem Stykkerne, Bagsiden (b) faaer en Retning, der afpasses efter det andet Stykkets Tykkelse. Det Stykke, der skal overføre Trykket, tilskjæres, saa Enden passer i Forsætningen. Vil man sikkre Forbindelsen imod Sidepaavirkninger, anvendes Forsætning med Tap (Fig. 22); Tappen afskjæres fortil paa samme Maade som Forsætningen og gjøres ikke for høi. Er der Fare for, at det øverste Stykke kan blive løftet ud af Forbindelsen, kan man fornagle Tappen, eller bedre styrke Forbindelsen med en Jernbolt, som viist i (Fig. 22).

Dobbelt Forsætning (Pl. XII Fig. 21) med eller uden Tap, og med eller uden at Forbindelsen styrkes med Jernbolte, anvendes, naar Stykkerne skjære hinanden under en meget spids Vinkel paa mindre end 30° . Forsætningen faaer to Fremspring, hvoraf det inderste bør gjøres noget dybere end det yderste, for ikke at støtte imod lutter overskaarne Fibre.

Anm. I Frankrig og Italien afskjæres Forsætningen i Regelen fortil paa samme Maade som den skraa Tap i en Retning lodret paa det Tømmer, der skal optage Trykket (Pl. XII Fig. 23); hos os og i Tydskland afskjærer man altid som ovenfor angivet.

(Pl. XII Fig. 24) viser Forsætning i Forbindelse med Tap anvendt for en Forbindelse af et lodret med et heldende Stykke.

Kløen (Pl. XII Fig. 25) anvendes, naar skraat stillede Stolper skulle støtte imod eller bære en horizontal Bjælke. Staae

Stykkernes Axer ikke lodrette paa hinanden, maa Forbindelsen helst styrkes ved Jern (Bolte eller Spiger).

145. Begge Stykker ende i Sammenstødet. Tildeels de samme Forbindelser, som allerede ere anførte, naar kun det ene Stykke ender, finde ogsaa Anvendelse i det Tilfælde, der nu skal betragtes. Hyppigst maa der dog tilføies smaa Modificationer, saaledes at Forbindelsen bliver lidt mere sammensat.

Slidstap (Pl. XII Fig. 26) anvendes, naar Stykkerne kun skulle støtte mod hinanden, Tappen fornagles.

Axlet eller tilbagetrukket Tap (Pl. XII Fig. 27) anvendes, naar det ene Stykke skal modstaae et Træk, og man ikke tør stole paa en Trænagle.

Axlet Forsætning (Fig. 28) med eller uden Tap anvendes under de samme Forhold som almindelig Forsætning, naar denne ikke kan udføres, fordi de overskaarne Fibre foran Forsætningen vilde blive for korte. I Regelen bør de overskaarne Fibres Længde ikke være mindre end 6—9".

Hjørneblad (Pl. XII Fig. 29) anvendes ved svagere Tømmer baade ved Forbindelser i verticale og horizontale Planer. Forbindelsen styrkes ved Trænegler. En Sideforskydning kan desuden modarbeides ved at anvende underskaaret Blad (Fig. 30), der dog ingen Betydning har ved Samlinger i verticale Planer.

Svalehalekam eller Skraa Hagekam (Pl. XII Fig. 31) bruges ved sværere Stykker, naar Overfladerne skulle være bindige, og begge Stykker skulle sikkes mod en Sideforskydning. Naar Stykkerne ikke ere bindige, kan Hjørnekammen (Fig. 32) sikkes mod Sideforskydning.

146. Samling af tre eller flere Stykker i samme Punkt. Samling af flere Stykker i samme Punkt bør, som allerede tidligere omtalt, i Almindelighed undgaaes. Navnlig naar Stykkerne skulle være bindige og ligge i samme Plan, samt naar et eller flere af

dem skal forlænges ud over Sammenstødspunktet, kan man vanskeligt undgaae betydelige Udskæringer, der i høi Grad ville svække Stabiliteten. I stige Tilfælde bør man hellere tage Jern tilhjælp, enten paa den Maade, at Forbindelsen tilveiebringes ved Hjælp af paalagte Skinner, der fæstes med Skruer eller Bolte til de afbrudte Stykker, eller saaledes, at disse optages i støbe Muffer. Fremgangsmaaden er allerede antydet i det Foregaaende, og i et senere Afsnit, Bygningsdele, vil der blive givet flere Exempler herpaa. Tømmerforbindelser, der forudsætte, at tre Stykker samles i et Punkt, kunne dog ikke undgaaes, og der er særlig en heel Klasse Konstruktioner, de saakaldte Hængværker, der navnlig beroe paa Muligheden af at samle 3 bindige Stykker i samme Punkt, ligesom ogsaa Konstruktionen af Bindingsværkswægge hyppigt foranlediger, at 3 ikke bindige Stykker maa samles paa et Sted.

Vinkeltap (Pl. XII Fig. 33) bruges, naar en vertical Stolpe skal forbindes i et Hjørne med to horizontale Bjælker, der ende i et retvinklet Sammenstød. Disse sidste afskjæres med et skraat Stød efter Diagonalen, og skulle de modstaae Træk, tilveiebringes dette hyppigt ved Hjælp af en omlagt Jernskinne.

Naar et Stykke, der ender, er anbragt mellem to andre, der enten fortsættes eller ogsaa ende, men som ikke skulle være bindige, hvilket Tilfælde hyppigt indtræder ved Bindingsværkswægge, er det en almindelig Regel, at hiint ikke bør forbindes med begge disse paa samme Maade, da Udskæringen let herved bliver for stor i et enkelt Tversnit. (Pl. XII Fig. 34) viser en Række Bjælkeenders Forbindelse med Hovedstykket for en nedre og Fodstykket for en øvre Bindingsværkswæg.

Hængesøile med to Skraastivere (Pl. XIII Fig. 1). Et verticalt Stykke, Hængesøilen, skal modstaae et Træk, der skal overføres paa to Skraastivere eller Stræbere, der altsaa modtage et Tryk. Hængesøilen ender i en Svalehale, der dannes ved Hjælp af to trekantede Indsnit, der svare til Stræbernes plant afskaarne Hoveder. Dybden af Indsnittene afpasses saa-

ledes, at det Areal, der ikke har overskaarne Fibre, kan modstaae det Træk, hvorfor Søilen vil blive udsat. Er Trækket meget betydeligt, lægges tynde Blyplader ind mellem Samlefladerne, for at Fibrene ikke skulle kunne trænge ind i hinanden.

Hængesøile med Skraastiver og Spændrigel (Pl. XIII Fig. 2) er en Forbindelse ganske analog med den Foregaaende, kun er her den ene Skraastiver erstattet af et horizontalt Stykke, Spændrigelen.

Begge disse Samlinger yde kun forholdsvis ringe Modstand mod Sidepaavirkninger; en saadan kan tilveiebringes enten ved at indtappe Sprængstykkerne i Hængesøilen; men denne svækkes betydeligt herved, og denne Forbindelsesmaade er i det Hele taget ikke god; eller bedre ved at anvende Jernskinner, der forbindes med Bolte, der trækkes gennem Stykkerne (Fig. 1).

4. Samling af Planker og Brædder.

147. Plankers og Brædders Samling i Almindelighed. I Almindelighed vil der ikke være Anledning til at samle Brædder og Planker efter Tykkelsen, et sværere Tømmerstykke vil i Regelen kunne gjøre samme Nytte. Er en saadan Forbindelse paa Grund af særegne Omstændigheder ønskelig, kan Samlingen skee ved Liim eller ved Hjælp af Jernbolte eller omlagte Jernbaand. En Samling efter Længden vil man i Regelen heller ikke behøve, Stykkerne stødes lige eller skraat mod hinanden. De egentlige Tømmerforbindelser for Planker og Brædder gaae derfor alle ud paa at samle dem efter Bredden eller at samle to krydsende Stykker, hvoraf enten det ene eller begge ende i Sammenstødet.

148. Samling efter Bredden. Efter den større eller mindre Grad af Tæthed og Solidaritet, man ønsker at tilveiebringe mellem de enkelte Stykker, anvendes: Strygning, Falsning, Pløining eller Fordyvlung.

Strygning, Sammenfugning, Sammenstødning eller Sammenhugning, som forudsætte samme Anbringelsesmaade, kan enten være stump (lige) eller smig (skraa). Ved en stump Sammenstrygning (Pl. XIII Fig. 3) lægges Brædderne kun tæt op ad hinanden, idet de sammenstødende Sider kunne glathøvles eller forblive ru; men i begge Tilfælde staae de lodrette paa Overfladen. Ved den smige Sammenstrygning (Fig. 4) afhøvles Kanten, saa Sammenstødsfladen staaer skraat paa Overfladen.

Denne Forbindelse bruges hyppigt til Samling af Flager; det ene Brædt er ganske uafhængigt af det andet; Fugerne aabne sig, naar Brædderne svinde og give fri Indsigt, navnlig for den lige Sammenstrygnings Vedkommende. Der medgaaer selvfølgelig lidt mere Materiale til den skraa Forbindelse end til den lige.

Lige Sammenstrygning med Listning (Fig. 5) anvendes, naar man vil skjule den aabne Fuge, der fremkommer ved Svindingen. Listerne sømmes kun paa det ene Brædt, da de ellers let kunne sprænges, naar Brædderne ved Svindingen fjerne sig fra hinanden.

Samling af Brædder eller Planker een paa to (Fig. 6), er at betragte som en Udvidelse af Listningen. Brædderne lægges i to Lag med Mellemrum, saaledes at det ene Lag dækker Mellemrummene i det andet. Overdækningen bør mindst være $1-1\frac{1}{2}$ Tomme, for at Sømmene, der forbinde de to Lag, ikke skulle komme Yderkanterne for nær.

Falsning, der kan være forskjellig (Fig. 7a, b og c) efter Bræddernes eller Plankernes Tykkelse, tilveiebringer Tætning af Fugen paa lignende Maade som Listning; men der medgaaer mere Træ.

Pløining (Fig. 8) er den fuldstændigste Forbindelse; den ikke alene lukker den ved Svindingen frembragte Fuge; men den tjener ogsaa til at hindre et enkelt Brædt i at kaste sig. Hvert Brædt forsynes langs den ene Side med en Not og langs den anden med en Fjeder; ved Anbringelsen drives Fjederen

fra det ene Brædt ind i Notens paa det andet. Fjederens Tykkelse er omtrent $\frac{1}{8}$ af hele Brædtets, dens Længde lidt større. Notens har samme Tykkelse som Fjederen, men maa være lidt dybere, end denne er høj. For almindelige Brædder paa $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ “s Tykkelse tildannes Notens og Fjederen gjerne saaledes, at Forlandet *ab* (Fig. 9), den Deel, der vender opad, og som er udsat for Slid, er ligesaa tyk som Fjederen, *bc*, og som Baglandet, *cd*, den Deel, der vender nedad og som altsaa ikke er udsat for Slid. Ved Planker er det hensigtsmæssigere at fordele Tykkelsen saaledes, at Forlandet bliver $\frac{2}{9}$, Fjederen $\frac{4}{9}$ og Baglandet kun $\frac{3}{9}$ af hele Tykkelsen (Fig. 10); det svage Punkt i Forbindelsen er nemlig Notens Forland, der er udsat for stærkt Slid, og som let spalter af, naar Fjederen f. Ex. udvider sig paa Grund af Fugtighed.

Ved tykke Planker anvender man undertiden Dobbeltfjeder (Fig. 11).

Tidligere pleiede man almindeligt skiftevis at forsyne Brædderne enten med to Noter eller med to Fjedre; nutildags, da Tildannelsen almindeligt foregaaer paa Maskine, forsyner man saa godt som altid hvert Brædt med en Fjeder og en Not.

Løse Fjedre bruges undertiden ved tykkere Planker for at spare Materiale; Stykkerne forsynes da kun med Noter, hvori Fjederen inddrives (Fig. 12).

Man anvender nu ogsaa Jernfjedre til Samling af Brædder; Notens skjæres da med en Sav og Fjederen er et Stykke Baandjern (Fig. 13). Forbindelsen bliver stivere, end naar man anvender Træfjedre.

Dyvling anvendes baade ved Planker og Brædder, naar man ikke bryder sig om en sammenhængende Fjeder (Fig. 14). Dyvlerne kunne være af Jern eller Træ.

149. Samling af krydsende Stykker. Hertil anvendes Tapping med eller uden Anvendelse af Liim. Denne Art Forbindelser

forekommer meget ved Snedkerarbeide. Tapperne gjøres hyppigt gjennemgaaende og fornagles.

Sammensinkning er en Forbindelse, der navnlig forekommer hyppigt ved Snedkerarbeide; den benyttes til at samle to Planker eller Brædder i et Hjørne (Fig. 15). Forbindelsen dannes ved et System af Svalehaler, der gribe ind i hinanden; det ene Stykke kan ikke trækkes ud, det andet maa derimod holdes paa sin Plads ved Hjælp af Liim.

Svalehaleformet Tap (Fig. 16) bruges til at samle et enkelt Stykke, Revlen, med flere andre, der krydse det, eller til at samle en Ydervæg med en Skillevæg (Fig. 17); i sidste Tilfælde foregaaer dog Samlingen lettere ved Hjælp af et Par paa-nagiede Lister (Fig. 18).

150. Udførelse af Tømmer- og Snedkerarbeide. Tildannelsen af Materialet udføres i Regelen efter Arbeidstegninger, udførte i større indtil heelt Maalestoksforhold. Maalene overføres fra Tegningen paa Stykkerne ved Hjælp af Passer og Retskede. Hyppigt forefalder der ogsaa Konstruktioner i Tømmerarbeidet, som Tømreren da selv maa kunne udføre ved Hjælp af Vaterpas, Lodsnoer og Retskede.

Snedkeren udfører alle finere Arbeider; han stiller større Fordringer til Træets Eensartethed og Tørhed, og han anvender mere Arbeide end Tømreren for at forhindre en Kastning.

I Regelen bliver Snedkerarbeidet overstrøget med Oliefarve for Konserveringens Skyld. Den første Overstrygning, Grundingen, der tillige er forbunden med en Tilkitning af alle mindre Ujevnheder og Huulheder i Fladerne, bør foretages, saasomt Stykket er færdigt, helst forinden Samlingen, saa Tapper o. L., der navnlig ere udsatte for at raadne, ogsaa blive gjennemtrukne med Olie; de senere Overstrygninger udføres først, naar Stykket er anbragt paa sin Plads og ikke mere er udsat for Overlast.

Tredie Kapitel.

Metaller.

151. Metaller i Almindelighed. Metallerne, og da navnlig Jernet, udmærke sig ved en langt større Styrke og Varighed end Træ. De have tillige den store Fordeel, at de kunne underkastes en langt videre gaaende Behandling og mere forskjellig artet Tildannelse end baade Træ og Steen. Efterhaanden som tekniske Fremskridt have lettet Bearbejdelsen, forøget de Masser, der kunne behandles paa eengang, og endelig gjort selve det færdige Produkt billigere, ere Metallerne, særligt Jernet, bleve mere og mere anvendte i Bygningskunsten. Medens Jernet tidligere især var at betragte som et Bimateriale, hvorved man styrkede Forbindelserne mellem Steen og Træ eller mellem disse Materialer indbyrdes, saa ere Jernkonstruktionerne nu til Dags af meget stor Betydning, og man tør maaskee nu betegne Jern som det tredie Hovedmateriale for Bygningskunsten.

152. Jern i Almindelighed. Jernet fortrænger især Træet mere og mere. Dertil bidrager ikke alene de ovennævnte gode Egenskaber ved Metallet og den endnu maaskee neppe afsluttede Dalen i Priis, men ogsaa den Omstændighed, at Træet i de senere Aar er stegen i Priis, dels paa Grund af de høiere Arbeidspriser, dels fordi det paa Grund af en hensynsløs Behandling af Skovene, uden at man i Tide har sørget for Erstatning, nu

bliver mere og mere vanskeligt at skaffe godt Tømmer, egnet til Bygningsbrug, uden at søge til fjernere liggende Skove, hvorfra Transporterne ere længere og kostbarere.

Jernkonstruktioner udmærke sig fremfor de Trækonstruktioner, som de erstatte, ved en større Lethed og Elegance. Forbindelserne mellem de enkelte Stykker udmærke sig ved, at de let kunne gives den theoretisk heldigste Form, og at Stykkerne ikke behøve at svækkes synderlig, mange Gange slet ikke, ved Samlingen. De enkelte Stykkers Form kan ogsaa let afpasses efter Forholdene; Materialmængden, der medgaaer, vil derfor i langt højere Grad, end dette lader sig gjøre ved Steen eller Træ, kunne indskrænkes til det netop Fornødne.

153. Skjønhedsbetsyn. Med Hensyn til Skjønheden, kan det i Almindelighed indvendes mod Jernkonstruktioner, at de gjøre Indtryk af Svaghed og Usoliditet paa et Øie, der er vant til at bedømme Styrke og Soliditet efter Steen- og Trækonstruktioner; efterhaanden taber dette sig imidlertid, og det Tidspunkt er neppe fjernt, da man vil finde Træ- og Steenkonstruktionerne tunge, sammenlignede med de lette og dog solide Jernkonstruktioner.

154. Metallernes Mangler. Som mindre væsentlige Mangler ved Metallerne kunne anføres, at de ere gode Ledere for Varme og Electricitet, og at de ikke modstaae Paavirkninger af stærke Syrer, ligesom tildeels ikke engang den atmosfæriske Fugtighed. Deres almindelige Anvendelse som Materiale, hvoraf Bygningerne heelt og holdent kunne opføres, indskrænkes Noget herved og giver undertiden Anledning til, at der maae træffes særegne Foranstaltninger for at beskytte dem mod ydre Paavirkninger.

A. Materiale.

155. Forskjellige Metaller, der anvendes i Hæusbygningen. Foruden Jernet, der bruges i en Mænde forskjellige Former og baade som Smedejern og Støbejern samt i endnu indskrænket Grad som Staal, finde ogsaa Zink, Kobber og Bly en begrændset Anvendelse, meest i Form af Plader.

1. Smedejern.

156. Smedejernets almindelige Egenskaber. Farven varierer fra sølvhvid til lysegraa, ved godt Jern har det første en svag Glands, det andet en mørk Glands; Afvigelser herfra tyde paa mindre godt Jern. Smedejernets Vægtfylde er 7,6—7,7; almindeligt kan det tungeste, der er det reneste, ansees for det bedste; de fleste større Bygningsstykker ere valsede, og Vægten heraf kan sættes til c. 480 Å pr. Kubikfod (0,278 Å pr. Kubiktomme), svarende til 7760 Kilogram pr. Kubikmeter (0,00776 Kil. pr. Kubikcentimeter). Den lineære Udvidelse ved Varme er saa betydelig, at der jevnligt maa tages Hensyn dertil ved Anvendelsen i Konstruktionerne; for en Temperaturdifferent fra 0° — 100° er den c. $\frac{1}{812}$. Smeltepunktet ligger ved $19-2100^{\circ}$ Celcius; men længe før dette er naaet, er Jernets Modstandsevne mod Formforandringer betydeligt svækket, allerede ved mørk Rødgledhede ($6-700^{\circ}$ C.) kan den betragtes som reduceret til $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{2}$ af den almindelige Værdi. Forsøg have ligeledes godtgjort, at Jernet taber en Deel i Styrke ved lavere Temperaturer under Nulpunktet. Der maa tages Hensyn dertil ved de Brudprøver, som man almindeligt anstiller, for at overtale sig om en Leverances Godhed. Brudkoefficienten for Strækning kan sættes til c. 55000 Å pr. Kvadrattomme (40 Kil. pr. Kvadratmillimeter), for Sammentrykning til 48000 Å (35 Kil.); Sikkerhedskoefficienten sættes under almindelige Forhold til 10000 Å pr. Kvadrattomme (7 Kil. pr. Kvadratmillimeter) baade for Strækning og Sammentrykning.

Disse Koefficienter variere dog noget efter den Behandlingsmaade, Jernet har været underkastet. Under særegne Forhold, navnlig naar mange Stykker skulle samles i een Konstruktion, f. Ex. ved Gittere, maa Sikkerhedskoefficienten efter Omstændighederne reduceres til 7000 Å pr. Kvadrattomme (5 Kil. pr. Kvadratmillimeter); omvendt kan man, naar Stykkerne kun anvendes enkeltvis og ikke ere udsatte for svære Stød og Rystelser f. Ex. ved Gulvbjælker i almindelige Beboelsesbygninger gaae til 12—15000 Å pr. Kvadrattomme (9—11 Kil. pr. Kvadratmillimeter).

Smedejernet kan være haardt, mere staallignende, det er da mere kulstoffrigt, eller blødt, mere kulstoffattigt; dets Structur kan herefter være kornet krystallinsk eller senet; det sidste foretrækkes i Almindelighed til Bygningsbrug. I fugtig Luft, navnlig naar denne, som ved Havet, indeholder saltagtige Bestanddele, ruster Jernet let; det udvider herved sit Volumen og kan derved sprænge Stenene i Muurværket, hvormed det er forbundet. Er det ikke udsat for Fugtighed, holder det sig i Regelen godt; dog angribes det af visse Salte, f. Ex. Gips, som det derfor ikke maa bringes i Berøring med; Kalk synes snarere at beskytte det. Det angribes ligeledes af Syrer og bør derfor ikke anvendes paa Steder, hvor det vil kunne komme i Berøring med disse.

Smedejernet sikkert mod disse ydre Paavirkninger ved at forsynes med et beskyttende Overtræk, der kan være enten Oliemaling eller et Lag Tin eller almindeligere Zink (Galvanisering). Galvanisering, der er dyrere end Oliemaling, men ogsaa virksommere, anvendes i Regelen kun for mindre Stykker. Før den egentlige Oliemaling paaføres, maae Stykkerne grundes med Mønne, enten Blymønne, der almindeligst bruges, eller maaskee bedre Jernmønne.

157. Former- og Dimensioner. Her i Landet bruges baade svensk, engelsk, fransk, belgisk og tysk Jern.

Svensk Jern forekommer baade valset og smeddet. Det

smeddede Jern er gjerne i Stænger med rundt eller firkantet Tversnit eller i mindre Plader; det valsede forekommer deels i de samme Former, men ogsaa som Façonjern o: Stænger med andet Tversnit. Det regnes for det bedste, idet det i Regelen er svovl- og fosforfrit (jfr. Foredraget over Teknologi); men det er ogsaa det dyreste. En enkelt Artikel, Søm, bruges især meget af svensk Jern.

Engelsk Jern forekommer altid valset, tidligere var næsten alt Façonjern, der brugtes her, af engelsk Fabrikat; men det synes ikke at kunne udholde Konkurrencen med de franske, tyske og belgiske Fabrikker; selv til Jernbaneoverbygningsmateriale, hvor dets udelukkende Anvendelse har holdt sig længst, begynde nu ogsaa andre Fabrikater at vinde Indgang. Det forekommer baade som Stang- og Façonjern. Det er hyppigst svovl- eller fosforholdigt.

Fransk, belgisk og tysk Jern, det sidste navnlig fra Rhinprovincerne, er nu det almindeligste her i Landet, i hvert Fald i Kjøbenhavn. Det forekommer valset til Stang- og Façonjern. Kvaliteten kan være meget forskjellig og maa helst undersøges ved directe Forsøg.

Det engelske Fabrikat opgives altid i engelsk Maal (c. 3% mindre end dansk), det franske, belgiske og tyske altid i Metermaal.

Naar man vil anvende Jern i Konstruktionerne, bør man holde sig til de gængse paa Pladsen repræsenterede Dimensioner; en Deel andre Former og navnlig større Længder ville dog i Regelen kunne erholdes mod en ringe Extrabetaling. Forlanger man heelt nye Former, maa man deels betale Valseskjæringen, deels maaskee ogsaa betale mere, fordi Valsningen bliver vanskeligere. Ved meget store Arbejder, hvor der forekommer store Mængder af enkelte særegne Former (f. Ex. ved store Brobygninger), kan Materialbesparelsen ved at vælge den rationel rigtigste Form dog være saa betydelig, at man kan opnaae endelig

Besparelse ved at vælge nye Former. I Huusbygningen vil dette dog sjældnere indtræde.

De gængse Former ere: Plader, Baandjern og Stænger med kvadratisk, rektangulært og circulairt Tversnit, samt Façonjern: Vinkeljern, enkelt, dobbelt og tredobbelt Tjern, V eller Ujern, Jernbaneskiner, Bølgeblik og Jernrør. Constructiv vigtige, men saa vidt vides ikke repræsenterede her, ere de saakaldte Zoréske Jern og Kuppelplader. Foruden disse findes der endnu en Mængde andre Former, der dog sjældnere bruges.

Stykkets Tversnit maa være et saadant, at det overhovedet kan lade sig valse. Udsnittet i Valsen maa være saaledes beskaffent, at Jernet let kan slippe; det kan have parallelle Sider lodret paa Valseaxen, eller man kan lade det indsnævre sig indad. Tænker man sig et Plan lagt gennem Valsens Axe, vil dette give et rektangulært Snit med Udskjæringer paa to modstaaende Sider; de Linier, der begrænde Udskjæringerne, maae da altid skjære Valsens Sidelinier, saa at der fremstaaer rette eller stumpe, men aldrig spidse Vinkler. Former, der ikke ved at stilles paa den ene eller den anden Maade, kunne tilveiebringes ved Udsnit, der opfylde denne Betingelse, kunne ikke vales. I Almindelighed gjør man Stykkerne tyndere, jo fjernere de ligge fra Valsernes Sammenstødslinie, derved opnaaer man, at Jernet presses godt ud i de yderste Fibre; dybe Udsnit med parallelle Sider give ikke gode Resultater. Det er for Valsningens Skyld fordelagtigt at afrunde Hjørnerne; ligefrem nødvendigt er det at afrunde de indadgaende Vinkler, ellers vil man her faae svage Punkter, uegnet tilbeielige til Brud.

Med Hensyn til de Vinkeldimensioner, der kunne vales, spiller Udsnittets Dybde en stor Rolle. Periferihastigheden aftager som bekjendt indad i et Forhold proportional med Radius; de Dele af Jernmassen, der ligge nærmest Axerne, blive altsaa trukne mindre stærkt end de, der ligge fjernere; deraf følger en vis Uhomogenitet, hidrørende fra en ulige Strækning. Dette faaer endnu større Betydning, hvis en tynd Flade (f. Ex.

Ryggen af et Vinkeljern, (see Pl. XIII Fig. 19) behandles paa den ene Side af en Valses dybeste Indsnit og paa den anden Side af den anden Valses største Fremspring; den forskjellige Strækning kan her være saa betydelig, at der maa tages Hensyn dertil ved Valseskjæringen. Jo større Valserne gjøres, jo dybere kunne Udsnittene selvfølgelig ogsaa gjøres; alt eftersom man gaar til større og større Valser, faaer man derfor ogsaa Stykker med større Tverdimensioner.

Navnlig med Hensyn til Længdedimensionerne spiller det en stor Rolle, at Stykkerne ere saaledes beskaffne, at de let kunne manipuleres; baade for lange og for svære Stykker ere vanskelige at behandle. Ved Hjælp af mekaniske Indretninger kommer man nu imidlertid bestandigt videre med Hensyn til Vægten af Stykkerne. Uden at nogen Priisforhøielse følger deraf, kan man nu paaregne, at Stykkerne af de simplere Former kunne have en Vægt af omtrent 2500 \mathfrak{A} , af de mere sammensatte 12—1500 \mathfrak{A} , og at Længderne kunne være 6—10^m.

Exempler paa almindeligt forekommende Former og Dimensioner.

a. Jern med rektangulært, kvadratisk eller circulairt Tversnit.

Plader ere Stykker med rektangulært Tversnit, hvis ene Dimension, Tykkelsen, er forholdsvis ringe i Sammenligning med Længden og Bredden. Tykkelsen er gjerne $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{8}$ Tomme og overskrider til Huusbygningsbrug sjelden $\frac{1}{2}$ —1 Tomme. Bredden kan paa Grund af Manipulationsvanskeligheder ved Valsningen ikke godt være over $4\frac{1}{2}$ Fod, og Længden kan da være indtil 3 Gange saa stor. Gjøres Pladerne smallere, kan Længden forøges.

Pandserplader kunne vi nærmest betragte som Beviis paa, at Stykkerne kunne fremstilles i langt større Dimensioner, uden at Jernet bliver af ringere Kvalitet. Fabrikterne tilbyde nu at valse Jernet saa tykt, det skal være, og dette har særegen Be-

tydning, da Vanskeligheden ved Fabrikationen navnlig fremtræder ved tykke Stykker, der let blive uhomogene.

Stangjern med kvadratisk, circulairt og rektangulairt Tversnit har navnlig sin største Udstrækning i Længden. I Huusbygningen bruges sjelden Stangjern af større Dimensioner end $4\frac{1}{2}'' \times 1''$, $3'' \times 3''$ og 3—4 Tommer Rundjern. Det vales imidlertid i betydeligt større Dimensioner, f. Ex. indtil $6''$ i Kvadrat eller i Diameter. Det vales med Tykkelsen halvt indskaaren i hver Valse.

Baandjern er fladt Jern med Tykkelser indtil $\frac{7}{16}$ Tomme; den almindelige Bredde er $4\frac{1}{2}''$, men kan iøvrigt forøges.

b. Façonjern.

Vinkeljern (Pl. XIII Fig. 19) vales i Almindelighed med Symmetriplanen lodret (Fig. 19a); Vinkelen kan da afvige fra 90° . Med Vingernes Længde voxer Valsningsvanskeligheden; de gjøres i Regelen høist $6''$ lange og $\frac{1}{2}$ — $\frac{9}{16}''$ tykke. Stykkets Længde kan under almindelige Forhold regnes til 30—35'.

Vales den ene Vinge vandret (Fig. 19b), kan den gjøres længere end $6''$; den anden Vinge, der da altid maa staa lodret paa den første, maa da helst ikke gjøres længere end 4 — $4\frac{1}{2}''$.

T-jern (Pl. VIII Fig. 20). Dette kan vales med Stammen lodret eller vandret. I første Tilfælde kan Stammen kun gjøres c. $4\frac{1}{2}$ Tommer høi, men Hovedets Bredde kan være over dobbelt saa stor. I andet Tilfælde kan Stammen gjøres længere, men Hovedets Bredde bør ikke overstige 7—8 Tommer. Dimensionerne ere sjelden over $9'' \times 4\frac{1}{2}'' \times \frac{1}{2}''$.

I-jern (Pl. XIII Fig. 21) maae altid vales med Stammen horizontal. De største Bjælker, der faaes her paa Pladsen, ere i Regelen 10—11 Tommer høie med en Bredde af Hoved og Fod paa 5—6 Tommer og 1 — $1\frac{1}{4}$ Tommes Tykkelse. I Almindelighed faaes de i 18—22 Fods Længde, kun undtagelsesviis i Længder paa 35' og derover.

Ved de internationale Udstillinger har der iøvrigt været fremstillet valsede I-formede Jernbjælker paa indtil 3 Fods Høide.

Det er en Fordeel, at Jernet fordeles saaledes, at Stammen er lidt tyndere paa Midten og forstærker sig henimod Hoved og Fod.

Af Hensyn til den sædvanlige Brug, man gjør af disse Stykker, vales de gjerne saaledes, at de efter Længden have en Pål paa c. $\frac{1}{200}$; paa Forlangende kunne de selvfølgelig faaes uden Pål.

Tredobbelt T-, V- og U-Former samt Jernbancskinner og Zoréske Jern (Pl. XIII Fig. 22) ere nærmest at betragte som Variationer af I-Formen.

De øvrige Former skulle nærmere blive omtalte ved de Bygningsdele, hvor de finde Anvendelse.

I forefaldende Tilfælde bør man altid hos vedkommende Leverandører forlange Priiscouranter, der give Oplysning om de Dimensioner, der leveres fra Værkerne.

158. **Undersøgelse af Smedejernets Beskaffenhed.** Smedejernets Beskaffenhed afhænger dels af den Behandling, det har været underkastet, dels af de fremmede Bestanddele, der findes indblandede. Det hamrede Jern bliver saaledes haardere, stærkere og mere eensartet end det valsede; men større Stykker af sammensat Tversnit kunne vanskeligt fremstilles ved Hamring; Valsningen foregaaer derimod forholdsviis let, og denne Fremstillingsmaade er derfor billigere; da Valsningen tilmed i Regelen gjør Stykkerne meget eensartede i Længderetningen, er denne Fremstillingsmaade tilstrækkeligt betryggende for Stykker der anvendes til Bygningsbrug. Jernet er sjældent reent, det indeholder altid Kulstof, der maa ansees for en nødvendig Indblanding, og tillige hyppigt lidt Mangan, der heller ikke er skadeligt. Kisel, Svovl og Fosfor, der ofte findes indblandede, og som dels kunne hidrøre fra selve Malmene, dels fra Brænd-

selet (Steenkul), der er benyttet til Udsmeltningen, kunne derimod være meget skadelige.

Jern, der indeholder Fosfor, bliver koldskørt, det kan smeddes og bøies varmt uden at lide noget, men brister let, naar det behandles koldt. 0,006 — efter andre Angivelser 0,0025 — Dele Fosfor indblandede i Jernet ere nok til at bibringe det denne Egenskab.

Jern, der indeholder 0,0004 Dele Svovl bliver varmskørt, det kan derfor kun vanskeligt smeddes og sveises og bliver derfor mindre anvendeligt til mange Arbeider.

Kisel findes altid i mindre Mængder, det hidrører sandsynligviis fra Slaggerne. Stiger Mængden over 0,0037 Dele, bliver Jernet skørt baade i Kulde og Varme.

Undersøgelsen af Jernet gaaer dels ud paa at bestemme, om det har de rette Dimensioner, dels ud paa at undersøge dets Textur og dets Forhold under forskellige Behandlinger. Dimensionerne eftermaales, og Vægten undersøges ligeledes directe. Ved Bestillinger er det om muligt hensigtsmæssigt og billigere, at en Deel Stykker kunne være lidt kortere end det Normale; Fabrikanten vil da kunne benytte Stykker, der ere lidt mangelfulde, hvad der hyppigt indtræder nær Enderne af udvalgte Stykker.

Stykkernes Overflade maa være glat og eensartet, navnlig maae Kanterne være fri for Revner. Homogeniteten prøves ved Slag med en Hammer, Klagen maa overalt være reen og klar, en ureen Klang tyder paa Ueensartethed eller maaskee endog paa skjulte Revner og Hulheder. Seigheden undersøges ved at bøie Jernet flere Gange frem og tilbage, fortsættes dette til Brud indtræder, faaer man tillige at see, om Jernets Structur er senet — blødt Jern, — eller kornet — haardt Jern, ligesom ogsaa Bruddets Farve og Glands i væsentlig Grad tjener til at give Oplysning om Jernets Beskaffenhed.

Større Stykker oplægges paa to faste Understøttelsespunkter for Enderne og udsættes for Slag af en Ramklods paa Midten;

Betingelserne for Leverancen maae da indeholde hvor meget Stykket skal kunne udholde uden at lide nogen blivende Formforandring og uden at bryde. Der maa dog her tages Hensyn til Luftens Temperatur, thi selv godt Jern bliver, som allerede tidligere anført, lidt mindre stærkt i Kulden.

De Stykker, der undersøges, lide ved disse Prøver; man indskrænker sig derfor til at udtage enkelte Stykker og undersøge dem.

Undertiden anstilles ogsaa Sønderrivningsforsøg ved Hjælp af en uligearmet Vægtstang.

Ringe Tykkelse yder i Almindelighed en vis Garanti for Godhed; den forudsætter nemlig en langvarig Valsning, og denne Behandling vil kun seigt og godt Jern kunne underkastes uden at vise Revner.

2. Støbejern.

159. Støbejernets almindelige Egenskaber. Støbejernets Vægtfylde er 7,1—7,6, det hvide Støbejern er det tungeste, det graa er det letteste. Gjennemsnitvægten kan sættes til 448 Å pr Kubikfod (0,259 Å pr. Kubiktomme), svarende til 7250 Kilogram pr. Kubikmeter (0,00725 Kilogram pr. Kubikcentimeter). Den lineære Udvidelse fra 1—100° er $\frac{1}{901}$. Smeltepunktet ligger for graat Støbejern ved 16—1700° C., for hvidt omtrent ved 14—1500° C.; den lineære Svindmodul er omtrent $\frac{1}{97}$, den kubiske $\frac{1}{92}$. Naar Støbejern opvarmes til Glødning, vil det ikke ved en derpaa følgende Afkøling trække sig sammen til sit oprindelige Rumfang. Ved gjentagen Glødning kan Udvidelsen i lineær Retning stige til $\frac{1}{23}$. Denne Egenskab findes meest hos det graafholdige graa Støbejern, men i mindre Grad ved det hvide Jern. Styrken er størst ved almindelig Temperatur; allerede ved 500° (rødglødende i Mørke) er den $\frac{1}{4}$ mindre end ved almindelig Temperatur. Brudkoefficienten for Strækning kan sættes til 17000 Å pr. Kvadrattomme (12,5 Kilogram pr. Kvadratmillimeter), for Sammentrykning til 100000 Å (75 Kilogram),

Sikkerhedskoefficienten sættes herefter til respective 3500 \bar{a} (2,5 Kilogram pr. Kvadratmillimeter) og 10000 \bar{a} (7 Kilogram). Udsættes Stykket navnlig for Tryk, men indgaaer det i Konstruktionen paa en saadan Maade, at det af og til kan udsættes for Strækning, vælger man undertiden for Sikkerhedskoefficienten en Middelværdi af 7000 \bar{a} pr. Kvadrattomme (5 Kilogram pr. Kvadratmillimeter).

Det hvide Støbejern modstaaer bedre Iltning, Sammentrykning og, paa Grund af sin Haardhed, Slid, end det graa. Dette er derimod blødere og som Følge deraf lettere at arbeide i, ligesom det ogsaa er mere seigt og mindre skørt. Kommer det an paa at faae en haardere Skal, lader man det graa Støbejern lide en hurtig Afkøling, det bliver da hvidt paa Overfladen.

Støbejern har den væsentlige Feil for et Byggemateriale at kunne bryde pludseligt uden synlige Tegn eller særlig Anledning. Grunden hertil kan deels søges i Fabrikationen, deels i Stød eller bestandige Rystelser, der synes at forandre Jernets Structur. Dets væsentligste Fortrin fremfor Smedejern er den Lethed, hvormed det kan fremstilles i forskellige Former, ligesom det ogsaa iltes langt mindre stærkt end dette, navnlig naar det beholder sin Støbeskal.

160. Støbejernets Anvendelse. Støbejern benyttes nu i Regelen kun til Stykker, der sammentrykkes; dets forholdsviis kun ringe Modstandsevne mod Strækning og dets Upaalidelighed gjøre, at det sjældnere anvendes til Stykker, der strækkes. Det bruges til Søiler, Stivere og Buer med Tversnit, der kan være circulairt, ringformet, kors- eller Iformet, det anvendes ligeledes til Underlagsplader, Sko og Muffer, der lettere kunne lade sig støbe end smedde, og hvor det mindre kommer an paa Styrken end Formen.

Af Hensyn til Udfyldningen af Formen kunne Stykkerne vanskeligt gjøres mere end 25 Fod lange, og Tykkelsen, der iøvrigt maa tiltage med Længden, kan ikke godt være under $\frac{1}{2}$ ".

Paa den anden Side bliver Formen vanskeligt fyldt, naar det støbes i for store Tykkelser, det bør derfor nødtigt gjøres tykkere i Godset end 2—3". Tværsnittet bør være saa eensartet som muligt, og Tykkelsen af de enkelte Dele maa variere saa lidt som muligt; iagttages dette ikke, faaes der let svage Steder i Overgangene paa Grund af en ulige Afkøling.

3. Staal.

161. Staalets almindelige Egenskaber og Anvendelse. Staalets Vægtfylde er 7,5—8,0; det hærdede Staal er det letteste, det uhardede det tungeste. Dets gennemsnitlige Vægt kan omtrent sættes lig Smedejernets til 480 \bar{a} pr. Kubikfod. Dets Modstand mod Strækning og Knusning er betydeligt større end Smedejernets, den synes at tiltage med Kulstofmængden; i Almindelighed regner man, at dets Modstand mod Træk er 2 og mod Tryk $2\frac{1}{2}$ Gang saa stort som den, Smedejernet kan udøve, altsaa henholdsvis 20 og 25000 \bar{a} pr. Kvadrattomme — 15 Kil. og 18 Kil. pr. Kvadratmillimeter —. Hærdningsgraden spiller iøvrigt ogsaa en Rolle. Det forener tildeels Smede- og Støbejernets Egenskaber; idet det lader sig valse, smedde og sveise ligesom det første, og en særegne Art Staal (Støbestaal), lader sig støbe ligesom Støbegods. Dets Særkjende er, at det kan hærdes o: det bliver glashaardt, naar det opvarmes til Glødning og afkøles hurtigt. Ved Ophedning, Anløbning, kan det hærdede Staal gjøres blødere. Dets Smeltepunkt ligger ved 17—1900°.

I Bro- og Jernbanebygningen begynder Staalet nu at fortrænge Smedejernet; endnu bruges det ikke meget i Huusbygningen, men kan dog finde Anvendelse, deels i Form af Jernbaneskiner, deels i Form af Plader.

4. Zink.

162. Zinkens almindelige Egenskaber og Anvendelse. Den valsedede Zinks Vægtfylde er omtrent 7,2, den støbte Zink har en

noget ringere Vægtfylde, nemlig omtrent 6,9. Gjennemsnitsvægten kan sættes til 424 K pr. Kubikfod — c. 0,245 K pr. Kvadrattomme —, svarende til 6860 Kilogram pr. Kubikmeter. Den lineære Udvidelse fra $1-100^\circ$ er $\frac{1}{330}$. Smeltepunktet ligger omtrent ved 360° . Brudkoefficienten for Strækning er omtrent 7200 K .

Næst efter Jernet spiller Zinken den vigtigste Rolle i Bygningskunsten. Det bruges i valset Tilstand til Tagdækning, Tagrender og til Beklædning af Muurdele; det benyttes ligeledes som beskyttende Overtræk for Jern (Galvanisering). Zinken angribes af Kalk og Syrer. Den valsede Zink faaes i Plader, der ere $\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{2}$ Linie tykke. Størrelsen er i Regelen $2\frac{1}{2} \times 6$ Fod (84×188 Centimeter). Pladerne benævnes efter Vægt pr. \square Aen eller efter Nummer.

I støbt Tilstand bruges Zink endeel til Ornamentter, sjældnere anvendes støbte Plader.

5. Andre Metaller.

163. Kobber og Bly. I tidligere Tid brugtes disse Metaller ogsaa meget i Huusbygningen til Tagdækninger, nu til Dags har Zinken afløst dem, da den er billigere; Blyet har desuden paa Grund af sin store Vægtfylde, og fordi det ikke kan udvalses i tynde Plader, den Mangel, at det belaster Taget for meget. Blyet bruges en Deel til Ledningsrør, fordi det er uangribeligt i de almindeligste Syrer. Vi skulle senere omtale disse Metaller under Tagdækning.

Tin finder ligeledes en indskrænket Anvendelse til Galvanisering af Jerndeale, det er dog tildeels fortrængt af Zink, endelig finde enkelte ædle Metaller Anvendelse i specielt Øiemød, f. Ex. til Lynafledere.

B. Bindemidler.

164. Kitning og Lodning. Kitning bruges til Tætning af Aabninger mellem Metaldele, hvis uforanderlige Stilling mod hinanden er sikkert paa anden Maade; Lodning anvendes derimod baade til at danne selve Forbindelsen og til at tætte den.

Der findes en Mængde forskellige Kitarter, eftersom Kitten kan blive udsat for den ene eller den anden Paavirkning. Almindelig Jern- eller Møniekit, der hyppigt anvendes, dannes ved at udrøre 2 Dele Mønie, 5 Dele Blyvidt og 4 Dele tørret Pipeleer i Linoliefernis, til det danner en stiv Masse. Denne Kit modstaaer baade Fugtighed og Varme, men dog ikke en directe Paavirkning af Ilden; Blandingsforholdet mellem de enkelte Bestanddele angives iøvrigt noget forskjelligt.

Lodning, der nærmere behandles i Technologien, maa udføres saaledes, at Samlingen baade bliver stærk og tæt; den fuldstændigste Forbindelse fremstaaer, naar Lodningens Tæthed og Styrke er lige saa stor som selve de Metaldeles, der forbindes derved. Lodning anvendes sjældnere ved Jerndeale, uden forsaa vidt man kan ansee Svejsning som en Art Lodning; derimod bruges den hyppigt til Zink-, Kobber- og Blyforbindelser.

C. Forbindelser.

165. Jernforbindelser i Almindelighed. Smedejernets Egenskab, at lade sig sveise, og Støbejernets, at lade sig udstøbe i forskjellige Former, tillader at danne i eet Stykke Former, der vilde fordr mange Forbindelser, hvis de skulde have været dannede af Træ. Men Forbindelserne spille dog ogsaa ved Jern en vigtig Rolle, dels fordi de tillade, at dele større Konstruktioner i flere Dele og altsaa lette Rejsningen, dels fordi de tilstede en lettere Kontrol af den Maade, hvorpaa de enkelte Dele arbeide; navnlig tilstede de Efterstramninger i Systemet.

Jern egner sig i det Hele taget bedre end Træ til at samles; de Udskjæringer, som Samlingen foranlediger, svække nemlig altid Træet i Sammenstødspunktet; ved Jern behøver en saadan Svækkelse ikke at indtræde, ved Stuvning, Paalægning eller Paasveisning kan man nemlig altid forøge Tversnitsarealet paa et vilkaarligt Sted og derved sørge for at erholde uforandret Godstykkelse trods de Huller og Udboringer, som Samlingen maatte udfordre. Denne Egenskab ved Jernet er navnlig af Vigtighed, naar man vil samle flere Stykker i samme Punkt; slige Konstruktioner frembyde hyppigt Vanskelighed for Træets Vedkommende; hvad Jernet angaaer, kommer man derimod i Regelen let igjennem.

Til at danne Forbindelserne anvendes saa godt som altid Smedejernsdele; vel finder man ogsaa Forbindelsesdele af Støbejern, men disse ere i Regelen ikke gode, de lide af Skørhed som alle Støbestykker og bør derfor ikke bruges til at danne Jernforbindelser. Støbestaal, der ogsaa nu begynder at finde Indgang til Forbindelsesdele, kan derimod hyppigt anvendes med Fordeel.

Forbindelsen imellem Jerndelene tilveiebringes i Regelen derved, at de løse Stykker, Bolte, Skruer, Nitter, gjennem tilføiede Forstærkninger eller Kraver, eller gjennem ubborede Huller bringe Forbindelse tilveie mellem de Stykker, der skulle samles. Hvad Forbindelserne mellem Støbegods angaaer, skulle vi senere ved Betragtningen af Bygningsdelene tillige behandle Samlingerne, her vilde vi derfor nærmest betragte Smedejernssamlingerne.

166. Skruer og Bolte. Disse, navnlig Bolte, finde en udstrakt Anvendelse til Samling af Jerndelev; de bestaae af en Jerncylinder, for den ene Ende forsynet med et Hoved og skrueskaaren i den anden Ende paa en større eller mindre Deel af Længden. Begge Samlingsdele forudsætte Huller i de Dele, der skulle samles, men medens Skrueerne forudsætte, at det Stykke, der i Samlingen er længst borte fra Hovedet, er forsynet med Moder-

skruegænger, passende til Skruen; forudsætte Boltene ikke skrueskaarne Huller i noget Stykke, idet Forbindelsen sikkert ved en løs Møtrik, der skrues paa Boltens skrueskaarne Deel. Da det er lettere at danne en Bolt med sin særlige, skrueskaarne Møtrik end at udarbejde Møtrik for Skruen i det ene Stykke, og da Bolteforbindelsen maa ansees for i Almindelighed nok saa stærk, bruger man sjeldent en Skrueforbindelse, uden naar man ikke har Plads til en Boltemøtrik.

Boltehovedet er i Regelen fir- eller sexkantet, sjeldnere afrundet eller ottekantet, Bredden er $1\frac{1}{2}$ —2 Gange og Høiden gjerne 0,7 Gange saa stor som Stammens Diameter.

Boltestammen er i Regelen cylindrisk, undertiden gjøres et kort Stykke nær ved Hovedet kvadratisk, for at hindre en Dreining af Boltten, naar den er anbragt. Dens Længde maa afpasses efter Tykkelsen af de Stykker, den skal forbinde; den skrueskaarne Deel, der rækker udenfor Hullet, maa have en Længde lidt større end Møtrikkens Høide.

Møtrikken, der kan være fir- eller sexkantet, har samme Diameter som Hovedet, men i Regelen faaer den en noget større Høide, nemlig lig Stammens Diameter.

Undertiden anvendes til provisoriske Samlinger, der let skulle kunne anbringes og udløses, Splitbolte; de ere ikke forsynede med Skruegænger, men i den frie Ende er der anbragt et rektangulært Hul, hvori en kileformet Split inddrives.

For at forhindre Dreining af en circular Bolt, hvorved Møtrikken kan løsnes, anvendes undertiden endnu en Møtrik, Contramøtrik, der skrues udenpaa den første, den har samme Diameter, men kun halv Høide af hovedmøtrikken.

Skrueer forsynes med et Hoved af samme Dimensioner som de, der ere angivne for Bolte, Skruegængerne kunne vise sig kvadratiske eller triangulære i Længdesnittet gjennem Skruens Axe; det første giver størst Gnidning og anvendes almindeligt ved større Træskrueer, Holtskrueer, det sidste anvendes hyppigst ved mindre Skrueer (see iøvrigt Foredraget over Teknologi).

167. Nitter. Disse benyttes meest til Samling af Plader indbyrdes eller med Stænger. De ere billigere at anvende end Bolte; men de fordrer i Regelen en Esse paa Arbejdsstedet. Boltene ere lettere at anbringe under alle Forhold, de lette altsaa Opstillingen, de bør ogsaa anvendes, hvor Jerndeale skulle samles, som ere udsatte for stærke Stød eller Slag (Skud), da Nitterne erfaringsmæssigt let ødelægges herved.

Nitten bestaaer af et Hoved og en cylindrisk Stamme; den benævnes efter Stammens Diameter, der bør være $\frac{9}{8}$ — $\frac{10}{8}$ Tomme, idet hverken mindre eller større Tykkelser give gode Resultater. Diameteren afpasses iøvrigt efter Tykkelsen af de Stykker, der skulle forbindes. For Plader paa indtil $\frac{3}{8}$ Tommes Tykkelse gives Nitten den dobbelte Tykkelse; for sværere Plader gaaes ned til $1\frac{1}{2}$ Gang Pladetykkelsen. Stammens Længde maa være lig Pladetykkelsen plus saa stort et Stykke, som er nødvendigt for at danne det andet Nittehoved deraf. En overskydende Længde af 1 — $1\frac{1}{4}$ Gange Nittediameteren vil i Regelen være tilstrækkelig. Nittestammens samlede Længde bør ikke gjerne være over 4 Tommer, da den ellers ved sin Afkjøling kan trække sig saa meget sammen, at Hovederne springe af. Skal Nitten være længere, maa man nitte koldt. Hullet, der udbores til Nitten, bør være c. 5% større i Diameter end denne, da man ellers ikke vil kunne anbringe den glødende Nitte.

Nittehovedet. Dettets Form har været meget omtvistet, man seer angivet en Mængde forskellige Former som de bedste. Den er dog vist temmelig ligegyldig. Almindelig er en Kuglekalot, saaledes at Pilen er $\frac{2}{3}$, medens Kalottens største Diameter er $\frac{3}{2}$ — $\frac{5}{3}$ af Nittediameteren. Man anvender ogsaa Nittehoveder af konisk Form, eller hvis Tversnit er en Kurvehanklinje. (Pl. XIII Fig. 23) viser Former af Nittehoveder. I alle Tilfælde er Nittens svageste Punkt Forbindelsen mellem Hoved og Stamme, det er derfor fordeelagtigt at styrke dette Sted ved at lade en skraa Flade danne Overgangen (Fig. 24). Det ene Nittehoved er altid paasat fra Smedien, det andet dannes efter Anbringelsen

og er i Regelen eens med det første, Stuvningen menes af Nogle at foregaae bedst, naar Nitten er trukket ud i en kegleformig Spids med Toppunktsvinkel paa 75° (Fig. 24). Man anvender ogsaa Nitter, hvor det ene Hoved er heelt forsænket i det ene Stykke, det faaer da Form af en afkortet Kegle.

Nitter modarbejde Forskydning paa en dobbelt Maade, dels derved, at den afkjølede Nitte trykker de forbundne Dele stærkt mod hinanden og derved tilveiebringer en Gnidningsmodstand mod Forskydning, dels directe derved, at selve Nittearealet skal overklippes, naar Delene skulle flyttes. Den indirecte Paavirkning er maaskee den største, og taale Stykkerne slet ingen Forskydning, maa man alene stole paa den; ifølge Forsøg kan man paaregne, at en almindelig varmt paasat Nitte vil frembringe en Gnidning, svarende til c. 7000 R^* pr. Kvadrattomme af Nittens Areal; men Længdespændingen i selve Nitten, der stræber at skille Hovedet fra Stammen, er da ogsaa mindst 3 Gange saa stor.

Den directe Modstand mod Overklipping, der ligefrem maales ved Nittearealerne, lægger man almindeligt til Grund for Beregning af Nittetallet. Som Regel gjælder, at Summen af de Arealer, der skulle overklippes i Nitterne, maa være lig Arealet af det Stykke, der strækkes, formindsket med det Areal, der i samme Tversnit lodret paa Kraftpaavirkningen tabes ved Nittehuller, og lig $\frac{1}{8}$ af samme Areal, naar der finder en Sammentrykning Sted.

Undertiden anbringes Nitterne i flere Rækker for ikke at svække et enkelt Tversnit for meget, saavel Afstanden mellem disse Rækker, som den yderste Rækkes Afstand fra Pladens Kant, og Afstanden mellem Nitterne i samme Række bestemmer man i Regelen efter empiriske Opgivelser. Afstanden fra Kanten sættes gjerne til 3—5 Gange, Afstanden mellem Nitterne gjerne

*) Franske Forsøg have givet over 20000 R ; men man bør neppe paaregne en saa høj Værdi.

til 5-10 Gange Nittediameteren. Variationerne betinges væsentligst af, om man forlanger en kun fast eller en baade læt og fast Forbindelse.

1. Samling af Stænger.

168. Forskjellige Arter af Forbindelser. De fleste Jernforbindelser, der anvendes ved Stænger, taale lige godt Paavirkninger, der udsætte dem for Træk eller Tryk, der er derfor ikke Anledning til at foretage saa mange Underafdelinger af Forbindelser som ved Tømmer; vi kunne i det Væsentlige indskrænke os til at betragte den simple Forlængelse og Stængers Krydsning, selve Forbindelsesmaaden vil let vise, hvilken Paavirkning den bedst vil være istand til at modstaae, saa Valget altid vil være forholdsviis let, naar der er flere at vælge imellem.

169. Stængers Forlængelse. Skal Forbindelsen kun modstaae Tryk efter Længden, kan man blade Stængerne sammen (Pl. XII Fig. 25) og styrke Forbindelsen ved omlagte Ringe eller Nitnagler, derved opnaaes ogsaa Stivhed imod Sidepaavirkning.

Til en Forbindelse, der skal modstaae Træk efter Længden, kan man ogsaa bruge en Bolteforbindelse, enten saaledes, at Stængernes Ender lægges over hinanden (Pl. XIII Fig. 26), eller saaledes, at der paalægges særegne korte Forbindelsesstykker, Lasker (Fig. 27), ved Hjælp af hvilke Sammenbindingen dannes. I begge Tilfælde bør Stængernes Tversnit, navnlig Bredden, forøges, for at kunne taale den Svækkelse, som de lide ved Udskjæringen af Boltehullerne. Skal Forbindelsen tillige være stiv, anvendes to eller flere Bolte gennem hver Stang (Fig. 26).

Nitter kunne ogsaa anvendes istedenfor Bolte; men disse sidste have den Fordeel, at man let kan udløse Forbindelsen.

Naar Stængerne boltes sammen som i (Fig. 26) viist, vil Bolten være udsat for et skævt Tryk, saa at der kan komme en stærk Paavirkning paa Hovedet og Møttrikken; dette skæve Tryk undgaaes ved den i (Fig. 27) viste Laskeforbindelse og kan ogsaa

undgaaes, hvis man anvender en Gaffelforbindelse (Pl. XIII Fig. 28 og 29). Det ene Stykke udsmedes som en Gaffel, der griber om Enden af det andet; Forbindelsen tilveiebringes enten ved Hjælp af en Bolt (Fig. 28) eller ved en Split med Kile (Fig. 29), hvilken sidste Forbindelse tilsteder en Efterstramning af Systemet.

Skulle Stykkerne modstaae baade Tryk og Træk, kan man enten anvende en Bolteforbindelse med to eller flere Bolte (Fig. 26), eller man kan skrueskjære Enden af det ene Stykke og i den opstuvende Ende af det andet Stykke anbringe en dertil svarende Møttrik; i Regelen forsynes den skrueskaarne Deel tillige med et Bryst (Fig. 30).

Skulle Stykkerne kunne efterstrammes, kan dette indenfor snevre Grændser skee ved Hjælp af en Kileforbindelse; men mere fuldstændigt naaes dette ved Hjælp af en saakaldet Dobbelmøttrik, der kan gives forskellige Former (Pl. XIII Fig. 31).

170. Stængers Krydsning. Ender det ene Stykke i Krydsningspunktet, er det simplest at tappe den afbrudte Stang ind i den anden. Den gennemgaaende Stang gennembores heelt eller delviis, og den afbrudte Stang udsmedes i en Tap, der passer i Hullet. Fasthed i Forbindelsen kan tilveiebringes enten ved at nitte selve den gennemstukne Stang (Pl. XIII Fig. 32), eller ved en løs Nitnagle (Fig. 33), eller ved at fæste den forlængede Stang enten ved Split og Kile eller ved Skrue og Møttrik (Fig. 34). Man kan endelig ogsaa udskjære en Møttrik i den Stang, der fortsættes og skrueskjære Enden af den afbrudte Stang (Fig. 35). Forbindelsen kan ogsaa tilveiebringes ved Gaffel og Bolt (Fig. 36).

Skal det Stykke, der afbrydes, kun bære det gennemgaaende Stykke, kan Forbindelsen let skee ved en om dette lagt Bøile af svagere Jern, der nittes eller boltes fast til det bærende Stykke (Fig. 37).

Skulle begge Stykker forlænges, kunne de samles i Kryds-

ningspunktet ved Hjælp af en Bolt eller Nitte (Fig. 38), skulle de være bindige, kan man forkrøble dem (Fig. 39). Det ene Stykke kan ogsaa heelt afbrydes og Forbindelsen kan da tilveiebringes enten ved en Laskning (Fig. 40), eller ved at udplatte Enderne paa det afbrudte Stykke og trække Bolte eller Nitter igjennem (Fig. 41).

Ende begge Stykkerne i Sammenstødsunktet, kan Forbindelsen tilveiebringes ved simpel Overlægning og Nitning, eller man kan bruge en Gaffelforbindelse; undertiden tages ogsaa Vinkeljern til Hjælp (Fig. 42).

Skulle flere Stænger samles paa et Sted, kan dette skee ved Hjælp af Ringe, hvortil hver enkelt Stangs skrueskaarne Ende fæstes med Møttrik (Pl. XIV Fig. 1). Det samme kan opnaaes ved Hjælp af Dobbeltmøttrikker i Forbindelse med et Kors (Fig. 2). Disse Forbindelser have den Fordeel, at hver enkelt Stang kan efterspændes ved at virke paa Møttrikken.

Hypigt anvendes ogsaa til Samling af flere Stænger i samme Punkt en saakaldet Taske. Denne dannes af to Stykker Pladejern, hvorimellem de om fornødent udplattede Stænger indføres, og hvortil de fæstes ved Bolte eller Nitter (Pl. XIV Fig. 3).

Forbindelserne, hvoraf vi have anført nogle, kunne iøvrigt varieres overordentlig meget, vi ville senere faae flere Exempler herpaa.

2. Samling af Plader.

171. Forskjellige Arter af Forbindelser. Forbindelsen dannes aldrig som ved Trædele ved Udarbejdelse af selve Pladen; der anvendes altid løse Forbindelsesdele, Bolte eller Nitter, med eller uden andre Forbindelsesstykker; kun naar Pladerne ligge i Forlængelse af hinanden kan man undertiden alene nøies med Bolte og Nitter; men skulle de krydse hinanden, er man saa godt som altid nødsaget til tillige at anvende særegne Forbindelsesstykker, der hypigt bestaae af Façonjern; disse Hjælpe-

stykker forbindes da med begge Hovedstykkerne og sikreerved Forbindelsen mellem disse.

172. Pladers Forlængelse. Simplest forlænges en Plade ved at lægge en anden Plade over og nitte de to Dele sammen med en eller flere Rækker Nitter (Pl. XIV Fig. 4). Nitterne blive her udsatte for en skæv Paavirkning, saa Hovederne kunne blive tilbøielige til at springe af.

Enkelt Dækplade (Pl. XIV Fig. 5) ere ikke synderlig bedre end simpel Overdækning med Hensyn til den Maade, hvorpaa Nitterne paavirkes. Den anvendes, naar Pladerne skulle være bindige paa den indvendige Side. Dækpladen maa have samme Styrke som Hovedpladerne, og da den skal forbindes med begge Plader, maa den have dobbelt saa stor Længde som det Stykke, hvormed man kunde nøies ved at lade Pladerne overdække hinanden.

Dobbelt Dækplade (Pl. XIV Fig. 6) er at foretrække. Nitterne blive her kun udsatte for Overklipping. Hver enkelt Dækplade behøver kun halv saa stor Tykkelse som Hovedpladerne; i Regelen forøger man dog Tykkelsen til $\frac{2}{16}$ — $\frac{3}{8}$ af Hovedpladens af Hensyn til tilfældig Paavirkning. Nitterne overklippes i to Arealer; man behøver derfor kun det halve Nitteantal af det, der behøves ved de to allerede anførte Forlængelsesmaader; Pladerne kunne derfor hypigt gjøres kortere, end naar enkelt Dækplade bruges, og der medgaaer da mindre Materiale end til denne.

Overdække flere Plader hverandre, sørger man for, at Stødene komme til at alternere, og man anvender altid Dækplade i Sammenstødene, og denne kan da enten være enkelt (Fig. 7) eller bedre dobbelt (Fig. 8).

173. Pladers Krydsning. I alle Tilfælde maa den ene Plade afbrydes, de afbrudte Stykker forbindes indbyrdes og med den gjennemgaaende Plade ved Hjælp af Vinkeljern (Pl. XIV Fig. 9).

En ganske lignende Forbindelse anvendes, hvis den ene eller begge Plader ende i Sammenstødet.

174. Forbindelse mellem Plader og Stænger. Disse Arter af Forbindelser fremkomme hyppigt ved Bygning af Smedejernsbjælker, der kunne bruges til at overspænde Spændvidder, der langt overskride de Spændvidder, der uden at forvolde særegne Konstruktionsvanskeligheder, kunne overspændes af Træ.

Den simpleste, byggede Smedejernsbjælke bestaaer af en Stamme, dannet af Pladejern, og Hoved og Fod dannede af Vinkeljern (Pl. XIV Fig. 10). En noget stærkere Bjælke faaes ved at danne Hoved, Fod og Stamme af Plader, forbundne med Vinkeljern (Fig. 11). Man anvender dem fra en Høide af c. 12"; indtil denne Høide bruges hyppigst valsede Bjælker. De regnes for at være noget stivere end de valsede Bjælker af samme Høide, og i alle Tilfælde kan man let fordele Materialet hensigtsmæssigere, end de større valsede Bjælker af Hensyn til Fremstillingsmaaden tillade.

Naar Bjælkerne faae en Høide af 16—18", er det smukkere at erstatte Pladejernsstammen med et Gitter (Fig. 12—13); dette er dog ikke saa stærkt som hiin, og de mange Samlingspunkter ere ikke heldige.

Naar Bjælkerne ere af større Høider, kan man være udsat for, at de under Paavirkning af Belastningen ville bøie sig i en Retning lodret paa Længden, naar Stammen ikke er stiv nok; for at modarbejde dette uden at gaae til for stor Tykkelse af Stammen, kan man enten som i (Fig. 13) danne Stammens Gitterstænger af Vinkeljern istedenfor af mindre stive flade Stænger, eller man kan med nogle Fods Mellemrum anvende en Afstivning af Hoved og Fod imod hinanden, bestaaende af paanittede Vinkel- eller Tjern (Pl. 14).

Større Jernbjælker forekomme undertiden ved Overdækning af meget store Rum (Ridehuse, Theatre o. L.), men navnlig hyppigt ved Tagværker; man kan da bringe Gitterdragere med enkelt

eller sammensat Gitter eller Dragere med krummet Hoved og Fod. (Fig. 15a, b og c) vise nogle Former, dragne med enkelte Linier. Hyppigt afstives navnlig i Tagværker disse Bjælker til lige mod hinanden, og man kommer da jævnlgt til at samle flere Stænger og Plader i samme Punkt. I Regelen samler man da Stykkerne paa en fælles Samleplade. Forbindelsesmaaden, der er meget karakteristisk for Jern, kan selvfølgelig varieres en Deel. (Pl. XIV Fig. 16) viser et Par Exempler herpaa.



Trykfeil og Rettelser.

- Pag. 27 Lin. 15 f. n. alle i Hjørner; læs: i alle Hjørner
— 51 — 7 f. n. paa eller; læs: eller
— 91 — 13 f. n. godtgjøre; læs: godtgjort
— 122 — 9 f. n. Spør; læs: Spor
— 145 — 1 og 4 f. o. spæroidalske; læs: sphæroidalske
— 154 — 9 f. n. mod; læs: med
— 157 — 10 f. n. Tøndehvælvinger; læs: Hvælvinger
— 159 — 1 f. n. den i Aabningen anbragte i Forskaling;
læs: i Aabningen i den anbragte Forskaling.