

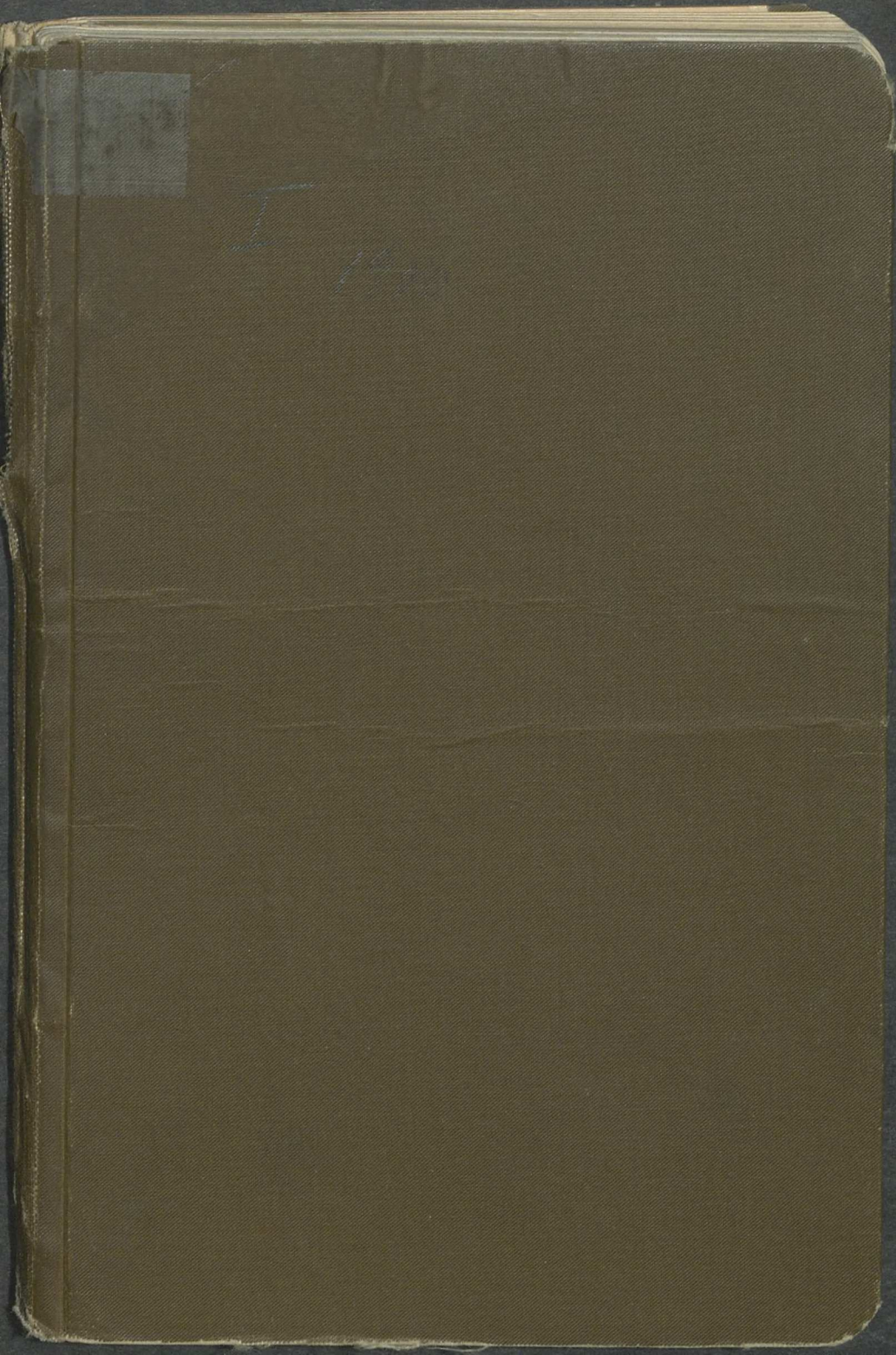
Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på
www.tekniskkulturarv.dk/about

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*



+

STATSBIBLIOTEKET
AARHUS

690

Bygningskonstruktionslære.

Til Brug ved Undervisningen

i

Det tekniske Selskabs Skole

af

T. E. Hemmingsen.

1ste Del.

Trykt som Manuskript.

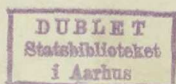
TEKNISK BIBLIOTEK
7 Danmarks tekniske Højskole

København.

Trykt hos Aug. Andersen.

1900.

690 Hem
1900 Del. 1



THE UNIVERSITY OF CHICAGO

LIBRARY

OF THE

PHYSICS

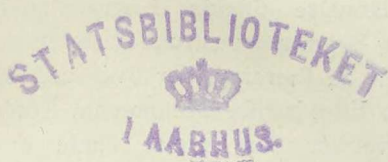
DEPARTMENT

OF THE

UNIVERSITY OF CHICAGO

LIBRARY

1911



Bygningskonstruktionslæren giver Kendskab til de forskellige Byggematerialers særlige Egenskaber samt til deres tekniske Anvendelse i Overensstemmelse med den Maade, som Erfaringen og Videnskaben har lært os, bedst passer for hvert enkelt Materiale.

Dette Kendskab erhvervedes i ældre Tid saa godt som udelukkende under den praktiske Gerning igennem en 4—5-aarig Læretid som Dreng og en derefter lang Svendevirksomhed, hvorved man ligesom ubevidst kom til af Vane at gøre alt paa den Maade, som man gennem Aarhundreder erfaringsmæssigt havde lært, var den rette. Den Arbejder, der vakte til Selvvirksomhed — Selvtænkning — løftede sig op over sine Kammerater til at blive Mestersvend og Mester.

Nutidens hurtige Udviklingsform, de forandrede Samfunds- og økonomiske Forhold have ogsaa berørt Bygningshaandværkeren og tilstede paa den ene Side ikke mere denne langsomme Udviklingsvej, medens de paa den anden Side stille større Fordringer til ham med Hensyn til teknisk Indsigt og praktisk Dygtighed. Naar hertil kommer, at de samme Forhold mange Steder have fjernet Mesteren og Mestersvenden noget fra deres Gerning som Lærer, er naturligt en Del af Arbejdet ved den unge Bygningshaand-

værkers Uddannelse tilfaldet Læreanstalter — tekniske Skoler —, og Bygningskonstruktionslæren er derfor bleven optaget blandt de Lærefag, der øves ved disse Skoler.

Uden at tilfredsstille ovennævnte Fordringer vil den unge Haandværker ikke kunne vente at blive betroet Ledelsen af et Arbejde eller kunne gøre Regning paa at blive Mester, og det er derfor nødvendigt, at han søger at erhverve sig de i saa Henseende fornødne Kundskaber.

I det følgende Foredrag, der særlig behandler *Stenkonstruktioner* og *Trækonstruktioner*, for saa vidt de angaa Husbygningen, er taget Hensyn til, at Bygningsmateriallæren, Jord- og Funderingsarbejder samt Læren om Stensnit ere Genstand for særlig Undervisning ved Skolen.

Stenkonstruktioner.

Ved Udarbejdelsen er foruden det tidligere Foredrag benyttet:
E. J. Sommerfeldt »Forelæsninger over Husbygningskunsten».
A. Scheffers »Handbuch des bürgerlichen und ländlichen Hochbauwesens».
G. A. Breymann »Bau-Constructions-Lehre».

Indledning.

Det i Bygningskunsten anvendte Hovedmateriale er Sten. Stenbygningen yder det varigste og bedste Ly mod alle ydre Indvirkninger. Sten er af alle Materialer det mest udbredte og med behørigt Hensyn til sine øvrige Egenskaber det billigste til deraf at danne Hovedmassen af de almindelige Bygninger.

Stenmaterialets Fordele ere dets store Modstandsevne mod Tryk — Knusning — samt dets Evne til at modstaa Vejrligets Indflydelse. *Dets Mangler* ere, at det kun har ringe Modstand mod Strækning — Bøjning —, og, at det hyppigt er vanskeligt at bearbejde og tildanne. Som Følge af disse Egenskaber bør Stenene altid kun udsættes for Tryk, og de maa tildannes saaledes, at de kunne overføre denne Kraftpaavirkning regelmæssigt. Da en meget nøjagtig Tildannelse er besværlig og kostbar, anvender man hyppigt imellem Stenene et Bindemateriale, *Mortel*, der dels tjener til at forbinde Stenene med hinanden indbyrdes, dels har til Formaal at fordele Trykket mere ensformigt ved at udfylde alle smaa Ujævnheder, der findes i Stenene, og saaledes bevirke, at disse blive understøttede paa hele Lejefladen.

Materialer.

Da Bygningsmateriallæren er Genstand for særlig Undervisning, dels i Skolens ældste Bygningsklasse, dels i særlig Klasse for Bygningshaandværkere, skal her kun gives en kort Beskrivelse af de herhjemme almindeligt anvendte Materialer og deres Anvendelse.

De Bygningsmaterialer, der omhandles her, kunne deles i *Byggesten* og *Bindestoffer*.

Byggesten

kunne deles i *raa* eller *naturlige* og i *kunstige*. Til førstnævnte Gruppe henhører alle de Stoffer, der kunne anvendes i deres naturlige Tilstand uden Forandring i Massens indre Beskaffenhed, saasom *Granit*, *Flint*, *Sandsten*, *Skifer*, *Kalksten* og *Sand*.

Granit udmærker sig ved sin Haardhed — Knusning indtræder ved en Belastning af c. 8000 π pr. Kvadratomme — og ved sin Evne til at modstaa Vejrligets Indflydelse. Den modstaar mindre godt Stød og kan slet ikke taale Paavirkning af Ild, der gør den skør; den har tillige den Mangel, at den let slides glat; finkornet Granit er i Regelen stærkere end grovkornet. Hos os forekommer Granitten hyppigst som Rullesten paa Marken og som Søsten, der fiskes op i Stranden. Paa Bornholm, i Sverrig og Norge findes Klippegranit. Granit anvendes, foruden til Mure og Murbeklædning, til Skærver (til Beton og Vejarbejder), Brosten, Sokkelsten, udvendige Trapper o. s. v. og tilarbejdes efter Omstændighederne paa en eller flere Sider ved Tugtning, Grovhugning, Finhugning eller Polering, alt efter den Finhedsgrad, man ønsker, den skal have.

Flint, der bestaar af næsten ren Kiselsyre, er haard og skør. Til Brudfladerne, der ere glatte, binder Mørtelen ikke godt, men hyppigt ere Stenene runde og omgivne med en kalkagtig Skal, til hvilken Mørtelen binder godt.

Sandsten er ikke saa stærk og varig som Granit, men er lettere at tildanne i finere og skarpere Former, hvorfor den fortrinsvis anvendes til ornamentale Bygningsdele. Knusning indtræffer ved en Belastning af c. 3000 π pr. Kvadrattomme, men er i øvrigt en Del variabel. Herhjemme anvendes den gulgraa Bremersten fra Obernkirchen, der efter de Erfaringer, der haves her i Landet og i Udlandet, er den bedste Sten i Nordeuropa, den lyse- eller mørkegraa gullandske Sten, en blød, let bearbejdelig, undertiden noget uholdbar Sten og den mindre gode, røde bornholmske Sandsten, der let deler sig i Lagene og derfor ikke anvendes i større Udstrækning. Den rødgraa Hellekiessten (Kinnakullasten) har et mindre godt Udseende.

Skifer anvendes i tynde Plader — 1 til 3 Linier — som Tagskifer til Dækning af Tage, Isoleringsskifer og i tykkere Plader — 1 til 2 Tommer — til Skillevægge, Beklædninger, Afdækninger og Saalbænke. God Skifer maa have en klar og metallisk ren Klang og være af en blaalig Farve. Vor Tagskifer faa vi fra England og Tyskland, mindre god fra Sverrig og Bornholm.

Kalksten bestaar hovedsagelig af kulsur Kalk og opløses derfor næsten fuldstændigt af Syrer. Styrken kan være meget forskellig og ligeledes Varigheden. Nogle Sten, der ere bløde og lette at tildanne i Brudet, blive efterhaanden haardere i Luften. Af Kalksten anvendes Marmor ikke meget herhjemme paa Grund af sin Kostbarhed; Kinnakullafliser anvendes til Rendestensbunde og Belægning af Fortove; den ølandske Sten benyttes dels som Fliser, dels som Byggesten og er meget varig; den har en smuk graa Farve; Hellekiesfliser anvendes til Beklædning

(Nationalteatret). Af Kalksten, der findes her i Landet, finde Lim- eller Kridtstenen fra Stevns Klint og Fakse Kalksten Anvendelse. Af sidstnævnte Kalksten haves en haardere, marmorlignende Sten og en blødere, mere kridtagtig, dels tæt og fast, dels mere eller mindre løs og porøs Sten. Limstenen fra Stevns er meget vejrbestandig og anvendes i skaarne Stykker til Bygninger paa Stedet, til Fundamenter, Forsiringer, Baand, Gesimsudkragninger o. s. v.

Sand forekommer som Bakkesand og Strandsand. Bakkesandet er i Regelen blandet med forskellige Bestanddele, navnlig Ler og Kalk; Strandsandet indeholder Salt. Da Saltet holder Murene fugtige, og da Leret hindrer Kalken i at binde til Sandkornene, bør begge Dele fjernes ved Vadskning, forinden Sandet anvendes til Murarbejde. Lerblandet Sand finder Anvendelse i Vejbygningen. Sand, der anvendes til Murarbejde, bør være skarpkantet; det benævnes efter Kornenes Størrelse som fint eller Pudsesand, groft eller Skælsand og Grus.

Af de kunstige Bygningsmaterialer ere *Mursten* og *Tagsten* de almindeligst anvendte.

Mursten dannes af særegne Lerarter — Murstensler —, der efter at have været udsat for Frosten og undergaaet en vis Behandling, navnlig Æltning, enten ved Haandkraft eller paa Maskine formes til det ønskede Brug; den saaledes dannede raa Sten tørres derpaa i Luften og brændes i Teglovne og er dernæst færdig til Anvendelse. Bestaar den anvendte Masse især af ren Ler, blandet med lidt Kalk, bliver Stenens Farve gul; anvender man Blaaler, der indeholder Jernilte, bliver Stenens Farve rød; graa Sten ere kunstig farvede ved Røgning under Brændingen. Gule, røde og graa Sten anvendes, hvor Stenene skulle vise sig med deres naturlige Farve. Flammede Mursten ere gule med røde Skjolder eller røde med graa Skjolder, fremkomne

ved Flammernes Paavirkning under Brændingen; de benyttes hvor det ikke kommer an paa Udseendet. Ønsker man meget regelmæssige og skarpkantede Sten til udvendigt Murværk, der ikke skal pudses, kan Stenen, efter at den er formet, presses i en dertil indrettet Maskine. Disse pressede Sten ere mere fuldkantede og tættere end haandstrøgne og maskinformede.

Efter Brændingen kunne Stenene være haardbrændte, helbrændte og halvbrændte. Haardbrændte Sten have været nærmest ved Ilden og have lidt en begyndende Smeltning paa Overfladen. Helbrændte Sten ere de, der ere vel gennembrændte og derfor danne en ensartet fast Masse. Halvbrændte have ikke faaet tilstrækkelig Varme og ere derfor ikke blevne fuldstændig gennembrændte; da de ere løsere i Massen end de helbrændte, bør de ikke anvendes i udvendigt Murværk, eller hvor Murværket er udsat for Fugtighed eller for stærkt Tryk.

Murstenenes Størrelse maa afpasses saaledes, at de let kunne haandteres, gennembrændes og let forbindes i Muren. Formen er i Almindelighed parallelpipetisk, saaledes at Længden omtrent er dobbelt saa stor som Bredden, og denne atter dobbelt saa stor som Tykkelsen. Det rette Forhold er til Stede, naar Forskellen mellem Længden og det dobbelte af Bredden er lige stor med Fugetykkelsen, der passende kan ligge mellem $\frac{1}{4}$ og $\frac{1}{2}$ Tomme. Vil man kunne indmure Sten paa Højkant, maa Stenbredden være dobbelt saa stor som Stentykkelsen, forøget med en Fugetykkelse.

Hos os er den almindeligste Størrelse af Længden $8\frac{1}{2}$ —9", af Bredden 4— $4\frac{1}{4}$ " og af Tykkelsen $1\frac{3}{4}$ —2".

Foruden almindelige Mursten anvendes ogsaa Munkesten, Skillerumssten, glaserede Sten, lette Mursten, hule Mursten, Klinker, ildfaste Sten, Fliser, Formsten og Luftsten.

Munkesten have samme Form som almindelige Mursten, men ere c. 11" lange, $5\frac{1}{4}$ " brede og $3-3\frac{1}{4}$ " tykke. De anvendes ved Istandsættelser af ældre Bygninger, opførte af Munkesten, samt ved enkelte Nybygninger.

Skillerumssten, 9" lange, 6" brede og af samme Tykkelse som almindelige Mursten, anvendes til Skillerum.

Glaserede Sten modstaa bedre Fugtigheden end almindelige Sten. Glasuren, der kan bestaa af en tynd Dejg af Ler, hvortil er tilsat visse Farvestoffer, stryges paa den tørre Sten forinden Brændingen, under denne smelter den da og vil til Dels trænge ind i Stenen. De Sider af Stenen, der komme i Berøring med Mørtelen, maa ikke glaseres.

Lette Mursten anvendes til særegent Brug, f. Eks. til Hvælvinger. De kunne fremstilles ved at sammenælte Leren med sort Tørvejord uden Sand og Rødder, eller med Kokespulver. Under Brændingen gaa disse Stoffer bort, og Stenene blive derved porøse og lette.

Hule Mursten bruges i Stedet for almindelige Mursten paa Steder, hvor det gælder om at gøre Murværket saa let som muligt. Fig. 1—4 vise forskellige Former af hule Mursten.

Klinker brændes af federe Ler (mindre sandholdig) end almindelige Mursten. De brændes hyppigt 2 Gange og svinde en Del under Brændingen, de have derfor gerne et mindre Format end almindelige Stene ($7\frac{3}{4}$ " $\times$ $3\frac{3}{4}$ " $\times$ $1\frac{3}{4}$ "). De modstaa godt Fugtighed, Frost og Slid og bruges derfor til Vandbygningsarbejder, til Grundbygning, stærkt belastet Murværk, til Brolægning af Veje, Stalde, Korridorer o. l.

Ildfaste Sten dannes af Chamotte- og Porcellænsler. Chamotteleren, der skal brændes til ildfaste Sten, er en Blanding af 3 Dele brændt og pulveriseret Porcellænsjord og 2 Dele frisk ubrændt Jord, der paa ny brændes meget

haardt. Stenene faa et grovkornet Udseende, og Farven er i Regelen graalig eller gullig. De maa ikke være blevne glaserede („have løbet“). De formures med ildfast Ler af samme Beskaffenhed som den Ler, hvorfra de ere dannede. Foruden fra de indenlandske Fabrikker faas ildfaste Sten fra Sverrig, England og Tyskland.

Murstensfliser bruges til Gulve, til Beklædning af Vægge o. l. og ere i Regelen dannede som kvadratiske, rektangulære eller ottekantede Plader. Fig. 5—8 vise nogle engelske Fliser. Fig. 5 er glat c. $12'' \times 12'' \times 1\frac{1}{2}''$ Fig. 6 og 7 ere mønstrede c. $12'' \times 6'' \times 2''$; Fig. 8 er en Fortovsten c. $7\frac{1}{2}'' \times 7\frac{1}{2}'' \times 3''$.

Af andre kan nævnes Ehranger Fliser, hvide, sorte, graa, gule, brune og røde af Størrelse c. $7\frac{3}{4}'' \times 7\frac{3}{4}'' \times 1''$.

I de senere Aar anvendes meget Methlacher Fliser, der ere $\frac{3}{4}$ — $1\frac{1}{2}''$ tykke og c. $6''$ i Kvadrat; disse Fliser, der kunne faas i forskellige Farver og Mønstre, forfærdiges af Ler med en Tilsætning af Feldspath og brændes i Hvidglødhede, de ere saa haarde, at de give Gnister med Staal. I øvrigt leveres Fliser ogsaa af indenlandske Fabrikker.

Formsten af forskellig Form og Farve tildannes i særegne Forme og maa i Regelen bestilles forud. De anvendes til Baand, Lister, Indfatninger, Gesimser o. s. v. Fig. 9—14 vise nogle Former.

Luftsten ere raa Lersten, kun tørrede i Luften. Disse Sten ere meget forgængelige og give, naar de anvendes i Ydermure, fugtige og klamme Vægge. De anvendes i klinede Lervægge o: Bindingsværksvægge, hvor Tavlene fyldes med Ler.

Almindelige gode Mursten maa være lige og skarpkantede uden Revner og Ridser; de maa være uden større og mindre Kalkdele, der kunne bevirke Stenens Sprængning, naar der kommer Vand til, idet Kalken lædsker sig. Den sønderbrudte Sten maa vise en ensartet Masse, jo finere

og tættere desto bedre, der maa ikke findes Aarer og Hulheder deri; en god fuldbrændt Sten har en klar metallisk Klang; dog ere Sten af meget mager Ler mindre klangfulde.

Forinden Murstenene indmures, maa de fugtes eller dyppes i Vand, for at de ikke skulle suge Vandet fra Mørtelen og derved hindre denne i at hærde. Luftsten maa selvfølgelig ikke fugtes.

Tagsten dannes af federe Ler end almindelige Mursten. Vore almindelige Tagsten have i Regelen Form af et liggende S, Fig. 15, og have en Længde af c. 14" og en Bredde af c. 9"; Tykkelsen er $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ ". I den øverste Kant af Stenen findes en Knage — Nakken —, hvormed Stenen kan hænges paa Taglægterne. Tagstenens Farve er rød, graa eller gul. Til Dækning af Tagryg og Grater have Tagsten med kun een Krumning og uden Nakke. Til Skifer- og Spaantag have Tagrygningssten som Fig. 16 viser. Tagsten kunne ligesom Mursten forsynes med en Glasur paa Overfladen.

Af andre Arter af kunstige Sten, der bruges i Husbygningen, kan nævnes kunstig Sandsten, kunstig Cementsten, Dræns- og Ledningsrør samt Glas.

Kunstig Sandsten og *Cement-* eller *Betonsten* kunne formes til allehaande Anvendelser og faa skarpe og smukke Former. Sandstenen kan anvendes i Stedet for naturlig Sandsten; Cementstenen anvendes til Dekoration af Bygninger, f. Eks. Søjler og Ornamenter, og staar sig bedre, end om Ornamenteringen var udarbejdet i Puds.

Dræns- og *Ledningsrør* have gerne en Vægtykkelse af $\frac{3}{4}$ "—1" og en Længde af 9"—30"; Ledningsrørene ere i Regelen saltglaserede.

Glas er gennemsigtig uden Porøsitet. Godt Glas maa være rent og plant, Brudet maa være skarpkantet og glinsende. Til Vinduesglas har det gerne en Tykkelse af 1"', Brabandsk Glas er dobbelt saa tykt som almindeligt

Glas, men har i øvrigt samme Beskaffenhed; det anvendes til store Vinduesruder eller Dørruder. Til Tagvinduer og Vinduer i Gulve bruges tykkere Glas, hyppigst 1" og derover. Spejlglas har en Tykkelse af $\frac{1}{4}$ "— $\frac{3}{4}$ " og kan være raat (uslebet) eller slebet.

Til uigennemsigtige Ruder benyttes riflet Glas, raat og matslebet Glas. Matslebet Glas kan faas med klare Mønstre.

Bindemidler.

Som omtalt i Indledningen benytter man mellem Stenene et Bindemateriale, der kaldes Mørtel, og hvis Opgave er:

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

Mørtlerne ere i Regelen ikke enkelte Stoffer, men sammensatte af flere forskellige til en blød Blanding, der ved Anbringelsen bringes til at udfylde alle Hulheder og Mellemrum mellem Stenene, og som efterhaanden ved Henstand i Murværket bliver fast o: hærder. En god Mørtel maa være i Besiddelse af forskellige Egenskaber; almindelig forlanger man følgende:

den maa hærde passende hurtigt og maa inden for
en ikke for lang Tid have opnaaet en passende Haard-
hed, der om muligt maa tiltage med Aarene,

den maa binde godt til Stenene,

den maa ikke forvitte under de forskellige Paavirk-
ninger, hvorfor den kan være udsat,

den maa være tilstrækkelig billig i Forhold til Kon-
struktionens Vigtighed.

De Mørtler, der anvendes ved Stenkonstruktioner ere: *Luftmørtel, Vandkalkmørtel, Cementmørtel, Trasmørtel, Lermørtel, Gipsmørtel, Stukmørtel, Asfalt og Stenkit.*

Da det vigtigste Hovedmateriale i de 4 førstnævnte Mørtler er Kalk, vil dette først blive omtalt, forinden der gaas over til en nærmere Omtale af de enkelte Mørtler.

Kalk forekommer i Naturen i Forbindelse med Kul-syre som Kalksten. Forinden Kalkstenen kan benyttes til Mørtel, maa den brændes i Kalkovne. Den brændte Kalk kaldes Stenkalk. I Regelen er Stenkalken ikke ren, men er blandet med forskellige Urenheder. Udgøre Urenhederne højst 10 %, siges Kalken at være fed; læskes den fede Kalk med Vand, forøges dens Rumfang til det 2—3-dobbelte, og den saaledes erholdte læskede Kalk kan i Forbindelse med lidt Vand og under Paavirkning af Luften hærdne til en fast Masse, der kan forbinde sig med de almindelige Byggesten; denne Kalk kaldes Luftkalk. Af indenlandske Kalkstensorter give Faksekalk, Saltholmskalk, Glatvedkalk og Mønsted- eller Daugbjergkalken ved Brænding Luftkalk.

Udgøre Urenhederne i Stenkalken 10—30 %, siges Kalken at være mager. Den magre Kalk udvider sig kun lidt ved Læskningen, men kan, naar Urenhederne bestaa af visse Bestanddele, navnlig Ler, faa den Egen-skab, at den kan hærdne ikke alene under samme Forhold som Luftkalken, men ogsaa naar der er et stort Vand-overskud til Stede, ja selv under Vand. Kalken faar da Navn af Vandkalk. Herhjemme findes paa Bornholm en Kalksten, der ligesom Klintebjerg-Kalken ved Brænding giver Vandkalk.

Ere Urenhedernes Mængde større, indtil 60 %, taber Udvidelsen ved Læskning sig næsten ganske, men Evnen til at hærdne under Vand kan stige endnu mere, og man faar de saakaldte Cemente. Denne Betegnelse bruges

dog nu navnlig om Kunstprodukter, der have samme Egen-skaber, som de naturlige Cements. De benævnes i Regelen Portlandcement, hvilket Navn den første kunstige Cement, der fremstilledes i England, fik, fordi den i Farve lignede en i England meget brugt Byggesten fra Portland. Stiger Urenhedernes Mængde i Stenkalken ud over 60 0/0, taber Kalken Evnen til at læske sig; men Stoffet, der da kaldes Tras, kan blandes med Luftkalk til kunstig Vandkalk.

Kalk forekommer ogsaa i Naturen som svovlsur Kalk eller Gips. Denne Kalkforbindelse kan ogsaa, efter at være brændt ved lav Temperatur, anvendes til Mørtel, idet den brændte Gips efter at være pulveriseret og blandet med Vand kan hærde til en fast sammenhængende Masse.

Luftmørtel. Luftmørtelen bestaar af en Blanding af Luftkalk, Sand og Vand.

Kalken maa helst læskes umiddelbart efter Brændingen. Læskningen foretages i Læskeskassen Fig. 17, der er 4—5' bred, 8—9' lang og 18—20" høj, og tilspidset noget i den ene Ende. I den tilspidsede Ende findes et Skod og inden for dette en Rist; Stenkalken lægges i et c. 6" højt Lag i Læskeskassen og overgydes med rent, fersk Vand, indtil Stykkerne næsten dækkes deraf; Kalken ind-suger nu Vandet under stærk Varmeudvikling og sprænges, idet den stadig bearbejdes med en Rørehage eller Jern-rager, Fig. 18. Naar det hele, efter at det fornødne Kvantum Vand er tilsat, er kommen i Ro og danner en tynd, ensartet Dejg, aabnes Skoddet og Kalkdejgen løber ned i Kalkkulen — en i Jorden udgravet Fordyb-ning, der kan være ubeklædt eller beklædt med Bræder, hvis Jorden er løs eller sandet —, medens Risten holder Sten og ulæskede Kalkstykker tilbage.

Kalken bør ikke benyttes til Mørtel straks efter Til-

beredningen, da der altid vil findes en Del ulæskede Korn i Dejgen; disse Korn ville ved Henstand læske sig, saaledes at det hele bliver fuldstændig ensartet. For at være beskyttet mod Luftens Paavirkning tildækkes Kalken i Kulen, naar den efter et Par Dages Forløb er bleven fast, med et Lag Sand.

Foruden denne Læskning til Kalkdejg kan Stenkalken ogsaa læskes til Kalkmel, idet der kun tilsættes saa meget Vand, at Kalken efter Læskningen danner et Pulver. Læskningen kan ogsaa foregaa ved, at man uafbrudt i timevis slaar Kalken, efterhaanden som man ved en Vandkandes fine Bruse fugter den. Herved faas en tyk, kitagtig, blød Masse, som ved Optynding med Vand afgiver et ypperligt bindende Grundstof for Kalkfarver og Hvidtning.

Sandet er tidligere omtalt.

Vandet bør være rent og ferskt. Urenheder heri, saavel som i Sandet, ville give sig til Kende ved, at der paa Muren under Hærdningen afsætter sig den saakaldte Mursalpeter.

Af den læskede Kalk, Sand og Vand kan Mørtelen nu tilberedes ved Haandkraft eller paa Maskine. Blandingsforholdet er almindeligt hos os 1 Maal Kalk, læsket til Kalkdejg, og 2—3—4 Maal Sand; den mindre Sandmængde passer til den magrere Kalk, den større Sandmængde til den federe Kalk. Vandmængden retter sig efter Kalkens og Sandets Fugtighedsgrad. Mørtelen maa have en nogenlunde stiv, grødagtig Konsistens, naar den er tilberedt.

Blandingens ved Haandkraft kan foretages i en saakaldet Slagbænk, Fig. 19, der er en 6—7' lang, 4—5' bred og c. 7" høj Trækasse med skraa Sider, eller i en Rørebænk. Først udbredes Sandet efter at være maalt, hvilket lettest sker i en Kasse uden Bund, hensat paa

Slagbænkens Gulv, i et jævnt Lag og oven over dette Kalkdejgen, hvornæst det hele gennemarbejdes, indtil Massen viser sig fuldstændig ensartet i Farve og Tæthed, uden Kalkpletter eller Kalkstriber. Under Arbejdet til-sættes det fornødne Vand.

Da Mørtelens Godhed væsentlig beror paa denne Gennemarbejdning, idet man herved bringer Kalken til at omslutte Sandkornene, vil det være klart, at det er i høj Grad forkasteligt at foretage Blandingen, saaledes som det ofte sker, nemlig ved at kaste Sandet hen over Kalken og saa kun sørge for ved en Støder at faa Sandet ned i Kalken.

Skal man bruge større Mængder Mørtel, bliver Tilberedningen ved Haandkraft for kostbar, man anvender da Maskiner, hvilket tillige har den Fordel, at man lettere faar en omhyggeligere og mere ensartet Blanding, da man er mindre afhængig af Arbejderens Dygtighed og Samvittighedsfuldhed. Det almindeligste er nu, at selve Kalkværkerne levere maskintilberedt Mørtel til Brugerne. Tilstedeværelsen af den forlangte Mængde Kalk i denne Mørtel kan paa en nem Maade konstateres ved Holmblads Kalkmørtelprøve.

Vandkalkmørtel, dannet af Vandkalk, Sand og Vand, og

Trasmørtel, dannet af almindelig Kalk, Tras, Sand og Vand,

finde ikke megen Anvendelse i Husbygningen herhjemme og skulle derfor ikke nærmere omtales.

Cementmørtel dannes af Cement og Vand uden eller med mindre eller større Tilsætning af Sand.

Cementen leveres i Tønder fra indenlandske, tyske eller engelske Fabrikker. Cementen maa indtil Brugen beskyttes mod Fugtighed, da den ellers bliver ødelagt, ved at den helt eller delvis hærdner, i sidste Tilfælde indeholder

den haarde Klumper eller Skorper og kaldes da stenløben.

Den stærkeste og bedste Mørtel faas ved at blande ren Cement med en tilstrækkelig Mængde Vand. Af Billighedshensyn tilsætter man i Regelen dog Sand, men den endelige Haardhed, som Mørtelen kan opnaa, svækkes dog altid herved, og i højere Grad, jo mere Sand der tilsættes. Mængden af Sand i Blandingen maa rette sig efter den Haardhedsgrad, man ønsker, at Mørtelen endelig skal have, og efter den Slags Cement, der bruges, idet de forskellige Slags Cementser ikke alle taale lige megen Tilsætning af Sand. I Almindelighed bruges at blande 1 Maal Cement med 1, 2, 3, 4, 6 eller 8 Maal Sand, samt den fornødne Mængde Vand.

Cementen og Sandet blandes i tør Tilstand i Slagbænken paa følgende Maade: Den maalte Sandmængde udspreddes først og dernæst den maalte Cementmængde ovenpaa, begge i jævntykke Lag. Sand og Cement blandes dernæst med en Skovl 3 Gange frem og 3 Gange tilbage; er dette udført omhyggeligt, skal Massen være ensfarvet, saa at man ikke kan skelne Cementen fra Sandet. Dernæst blandes Mørtelen, under jævn Paagyddning af Vand fra en Vandkande med Bruse, atter 3 Gange frem og 3 Gange tilbage; den maa ikke være vaadere end stiv Grød. Mellem hver Behandling skovles Mørtelen op med Ryg langs Bænkens længste Retning, og ved hver Behandling med Skovlen vendes hele Massen, saa at det nederste kommer øverst.

Saa snart Mørtelen er færdig, maa den bruges, hvorfor man ikke tilbereder mere, end der straks er Brug for.

Cementmørtel bør tilberedes med fersk Vand, dog har det vist sig, at man uden Skade kan anvende Vand, hvis Saltholdighed ikke er større end i Øresund.

Cementmørtel binder godt til alle Arter Byggesten;

den binder ligeledes godt til Jern, men kun i ringe Grad til Træ.

Ren Cementmørtel anvendes, hvor det kommer an paa hurtig Hærdning, størst mulig Styrke og Vandtæthed, f. Eks. Puds paa Gulve, vandstandsende Lag over Hvælvinger eller i Mure, til Udfyldning af Fugerne mellem hugne Sten.

Mørtel af 1 Del Cement og 3—4 Dele Sand bruges til Væggepuds, naar man ønsker større Styrke end den, almindelig Luftmørtel kan give.

Mørtel af 1 Del Cement og 6 Dele Sand anvendes til Fundamenter og Betongulve.

Ved at blande almindelig Luftmørtel med Cementmørtel kan faas fortrinlige Mørtelblandinger, Bastardmørtler, til Murværk og Puds; saaledes vil man kunne blande en Luftmørtel af 1 Del Kalk og 3 Dele Sand med 1 eller 2 Dele af en Cementmørtel af 1 Del Cement og 3 Dele Sand. Ved de magrere Blandinger bør Udtørringen ikke foregaa for hurtigt, da det skader Styrken.

Lermørtel dannes af opblødt, fed Ler. Den anvendes til Formuring af Luftsten eller, hvis den dannes af ildfast Ler, til Formuring af Ildsteder.

Leren finder i øvrigt Anvendelse til Udfyldning mellem de raa Kampesten i en Bygning's Fundamenter. Dens ildstandsende Egenskaber gør den anvendelig til Dækning af Træ, naar dette kan være udsat for Ildens Paavirkning ovenfra, f. Eks. ved Indskudsgulve i Etageadskillelser eller oven paa Loftsgulve. Den finder undertiden Anvendelse til Gulve i simplere Lokaler samt i visse Værksteder, Smedier, Logulve og Gulve i Lader.

Gipsmørtel dannes af brændt Gips og lige Maal Vand. Den tildannes bedst ved at sætte den pulveriserede Gips til Vandet under stadig Omrøring. Da Hærdningen foregaa meget hurtigt, maa der kun tilberedes smaa Mørtel-

mængder paa een Gang, da de straks maa bruges. Under Hærdningen udvider Gipsmørtelen sig ikke ubetydeligt (c. $\frac{1}{5}$). Den binder godt til naturlige og kunstige Byggesten, men taaler ikke Fugtighed. Den modstaar derimod godt Ild. Til Træ binder den kun svagt, men til Jern meget stærkt, idet den samtidig angriber det. Gipsmørtel kan taale en Tilsætning af $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ Maal Sand.

Stukmørtel tilberedes af Gips eller Kalk og kan faa Politur som Marmor.

Gipsstukken dannes ved at læske pulveriseret Gips med klart Limvand. Kalkstukken dannes af lige Dele brændt og læsket Melkalk og pulveriseret Marmor eller Alabast. Stukken kan farves.

Asfalt kan være naturlig eller kunstig. Den naturlige Asfalt er en Kalksten, der indeholder indtil 30 % Jordbeg; den faas enten i smaa Skærver eller som Mastix. Den rene Asfaltsten anvendes uden Tilsætning til stampet Asfalt; Mastixen, o: ren Asfaltsten, der efter at være pulveriseret og under Opvarmning blandet med nogle Procent Fedtstof „Goudron“, er støbt i Blokke, anvendes under Tilsætning af Grus til støbt Asfalt. Den rene Jordbeg, der er en sort, haard Masse, anvendes til Isolation af Mure, da den er aldeles vandstandsende. Den paastryges i smeltet Tilstand i et tyndt Lag uden nogen Tilsætning. Ved Tilsætning af findelt Kork har man med Held tilvejebragt et Overstrygningsmateriale for saadanne kolde Væggeflader, som under fugtige Vejrforhold viste Fortætning af de i Luften værende Vanddampe.

Naturlig Asfalt staar sig overordentlig godt mod Slid.

Kunstig Asfalt kan dannes paa flere Maader, men den staar i Godhed altid tilbage for den naturlige.

Stenkit. Ved Kit forstaas en dejgagtig Masse, der, naar den hærdner, fast forbinder de Legemer, imellem hvilke den er anbragt; en god Kit maa hverken trække

sig sammen eller udvide sig under Hærdningen. Almindelig Glaskit dannes af lige Dele Blyhvidt og slemmet Kridt, æltet med Linoliefernis. Forinden Kittet anbringes paa Træ, maa dette først være gennemtrængt med Olie.

Stenforbindelser.

Ved Murværk forstaar man enhver kunstmæssig Samling af Stenmateriale, der er anbragt paa en saadan Maade, at der frembringes et Legeme af en bestemt Form og Udstrækning.

Murværket kan inddeles i 3 Hovedklasser, nemlig:

støbt og stampet Murværk,
almindeligt Murværk med Lejeflader
og Hvalvingsmurværk.

Støbt og stampet Murværk.

Herhen hører Mure af 'stampet Ler, Mure af Kalkmørtel og Betonmure.

Mure af stampet Ler. Den Ler, der skal bruges til disse Mure, maa hverken være for fed eller for mager; den kan indeholde Sand og Smaasten, men derimod ikke større Sten, Plantedele eller lignende. Leren bør ikke være fugtigere, end den almindelig er det i Udgravninger; forinden Brugen gennemarbejdes den godt med Spade og kan, for at Muren hurtigere kan blive tør, æltes sammen med Hakkelse.

Da disse Mure ikke taale Fugtighed, hverken fra Grunden eller Slagregnen, bør de sættes paa et helst et Par Fod højt Fundament, og Bygningen forsynes med udhængende Tag. Murene, der i Regelen ere $1\frac{1}{2}$ —2'

tykke og ikke bør være over 9' høje, tildannes ved Hjælp af Forme, i hvilke Leren stampes. Formene, Fig. 20, dannes af Træflager, som for hver $3-3\frac{1}{2}'$ sammenholdes af Revler og ere $2-2\frac{1}{2}'$ høje. Flagerne, af hvilke 2 og 2 høre sammen, forbindes foroven og forneden ved Hjælp af Rigler, der fastholdes ved Kiler. Leren stampes i Formen i c. 6" tykke Lag ad Gangen, indtil Formen er fyldt til Flagens Højde, hvorefter Formen flyttes. Den fri Ende af Murstykket afsluttes med en skraa Flade. De Huller, som Rammerne efterlade i Muren, tilstoppes bag- efter. Vindues- og Døraabninger støbes med det samme, som oftest om den indsatte Karm.

Mure af Kalkmørtel. Mørtelen til disse Mure dannes af 1 Del Kalk og 8 Dele Sand. Mørtelen maa være saa tør, at den næppe vil danne Klump, naar man trykker den i Haanden. Murene opføres paa samme Maade som Lermure, men ere betydeligt bedre end disse, da de ikke lide synderligt af Fugtighed og blive haardere og stærkere, jo ældre de blive. Disse Mure ere en Del anvendte i Sverrig og Nordtyskland, hvor man i Mørtelen tillige har anvendt at indstøbe Smaasten ligesom i Beton.

Betonmure. Beton dannes af Mørtel og Smaasten. Mørtelen er i Almindelighed Cementmørtel; Stenene kunne være Granitskærver, Singel, haarde Kalkskærver, Murstensskærver eller lignende, passende af c. 2" Størrelse. Mørtelens Mængde maa i Maal være noget større end Mellemrummene mellem Stenene. I Almindelighed sætter man Mørtelmængdens Rumfang til det halve af Skærvernes. — De almindelige Betonblandinger, der anvendes her, ere

1 Maal Cement, 3 Maal Sand og 6 Maal Skærver.

1 — 4 — 8 —

1 — 6 — 10 —

De to sidstnævnte Blandinger anvendes navnlig ved Murstensskærver og Singel.

Tilberedelsen af Betonen sker ved først at blande Mørtelen for sig, dog uden Tilsætning af Vand, og dernæst denne med Skærverne paa følgende Maade: Efter at Mørtelen er blandet tørt paa den under Cementmørtel omtalte Maade, udbredes Skærverne paa en Brædeflage c. 12' i Kvadrat i et 2—3" tykt Lag og vandes lidt. Den tørre Mørtel spredes jævnt over Skærverne, og Massen blandes derefter under Tilsætning af det fornødne Vand fra en Bruse med Skovl 3 Gange frem og 3 Gange tilbage; imellem hver Gang toppes Massen med Ryg paa tværs, og hver Gang vendes det nederste øverst. Massen skal være som en stiv Grød, saa at den svarer godt og ikke straks giver Vand fra sig under Stødningen.

Den færdige Beton, der maa anvendes straks, støbes i Forme, der enten kunne bestaa af en Udgravning i Jorden, f. Eks. ved Fundamenter i tilstrækkelig fast Jord, eller dannes af Tømmer- eller Brædeflager, der maa udføres og opstilles meget nøjagtigt, da det støbte Murværks Udseende er afhængigt heraf; Flagerne maa være godt afstivede.

I Formen eller Gruben kastes Betonen helst med Skovl, som vendes, idet Betonen klaskes ned. Tilføres Betonen i Hjulbøre, væltes den saa raskt som muligt ud af disse. Det maa altid iagttages, at der tæt op imod Formbræderne kommer nogen Mørtel, for at Formen kan blive fuldstændig udstøbt.

Betonen føres paa i c. 6" tykke Lag og stødes dernæst med jernbeslaaede 4-kantede Stødere, indtil den danner en jævn, fast Flade. Naar en Betonoverflade har henstaaet fra den foregaaende Dag eller i længere Tid, maa den ophakkes og overgydes med et tyndt Lag Cementmørtel, inden et nyt Betonlag støbes paa. Det dyndlignende Stof, som Betonen udskyder under Hærdningen, maa ligeledes fjernes ved Fejning, forinden et nyt

Lag paastøbes. Beton bruges mest til Fundamenter baade under Vand og i tør Grund, men kan i øvrigt overalt erstatte almindeligt Murværk.

Betonens Tilberedelse kan i øvrigt ske ved Maskine, hvilket navnlig anvendes, naar der skal tilberedes store Masser.

Almindeligt Murværk med Lejeflader.

Dette Murværk kan dannes af *raa*, *kløvede* og *hugne Sten* eller af *brændte Sten*.

Stenene sammenbindes i Almindelighed ved Hjælp af Mørtel; ved Murværk af hugne Sten anvender man undertiden andre Forbindelsesmaader.

Murværk af raa og kløvede Sten. Ved disse Slags Murværk kan man ikke opnaa nogen regelmæssig Forbindelse. Stenene, der i Regelen ere kløvede Sten, Granitsten eller Kalksten af en saadan Størrelse, at de lade sig haandtere af 1 eller 2 Mand, sorteres inden Opførelsen i forskellige Tykkelser, saaledes at man nogenlunde kan opføre Muren i vandrette Lag; i alle Tilfælde maa man fordele Sten af forskellig Størrelse ensformigt igennem hele Murens Tykkelse, Fig. 21. Den største Længde anbringes paa tværs af Muren, navnlig bør enkelte Sten, Bindere, gaa fra Yderfladen et godt Stykke ind i, helst helt gennem Muren. Paa Hjørnerne anvendes de største og mest regelmæssige Sten, og man maa sørge for en god Overgribning af Stenrækkerne i de 2 Mure. Stenene maa passe saa godt sammen som muligt, for at Mellemmømmene kunne blive smaa, og hvert enkelt Lag udkiles godt med Stenflækker, idet det maa erindres, at en Fuge mellem eller under disse ujævne Sten kan blive temmelig stor, og at Mørtelen, hvis det ikke er Cementmørtel, vil behøve lang Tid til at hærde og indtil da kun har ringe Bæreevne.

Til Hjørner og Indfatning for Dør- og Vinduesaabninger anvendes hyppigst Murværk af tilhugne eller brændte Sten; begge Slags Murværk opføres samtidigt, og man bør anvende Cementmørtel. Disse Arter Murværk anvendes ofte til Fundamenter for Mure samt ved Bro- og Stenkistebygninger. Hvor man har Sten i større Mængde, anvendes de ogsaa til hele Bygninger, f. Eks. Stald- og Ladebygninger.

Murværk af kløvede Sten benævnes hyppigst Kyklopmurværk.

Bygningsmure af Kampesten have den Ulempe, at de, da Granitten er en god Varmeleder, i Regelen ere fugtige paa Indersiden, idet den i Luften i Lokalet værende Fugtighed fortætter sig paa dem, hvilket ikke er Tilfældet ved Kalk- og Kridtstensmure.

Murværk af tilhugne Sten. Til dette Murværk anvendes regelmæssig tildannede naturlige Sten, der anbringes lagvis i Skifter. Mellemrummene mellem Lagene kaldes Lejefuger, Mellemrummene mellem Stenene i det enkelte Skifte kaldes Stødfuger. Stenene maa anbringes i godt Forbandt; Lejefugen maa være gennemgaaende for hele Skiftet, Stødfugerne maa derimod veksle, saa at samme Fuge ikke fortsættes gennem 2 Skifter. Sten, hvis lange Side falder i Murens Retning, kaldes Løbere. Sten, hvis længste Side er lodret paa Murens Retning, kaldes Bindere. Stenene maa tildannes saaledes, at alle Kantvinkler ere rette eller stumpede, da Kanterne ellers let ødelægges. Den almindelige Form er i Regelen parallelpipedisk, Længden i Regelen 3—4 Gange Højden og Bredden 1—2 Gange Højden.

De Dele af Stenene, som ligge ind i Muren, blive hyppigt kun tugtede, saa at Fordybningerne ikke overstige 1". De synlige Flader blive i Regelen behandlede noget mere; hyppigt lader man Stenen være grovhugget i

Midten, Fig. 22, og lader denne springe lidt frem, og man finhugger da Kanten i c. $\frac{1}{2}$ " Bredde, hvorved Murværket faar Udseende af at have en Fuge paa c. 1" Bredde; det samme opnaas ved kun at finhugge Kanten paa de 2 Sider af Stenen, Fig. 23, i c. 1" Bredde.

Stenene anbringes saaledes, at man gør et Skifte færdigt ad Gangen. Til Hjælp ved Anbringelsen er det ofte nødvendigt at anvende Løbekraner, der forskydes paa Spor langs Muren. Forbindelsen mellem Stenene tilvebringes enten ved Mørtel eller uden denne. Anvendes ikke Mørtel, maa Stenenes Lejeflader være nøjagtigt tildannede, og de enkelte Sten forbindes da hyppigt ved Anvendelse af Dybler eller Bolte af galvaniseret Jern, Bronze eller andet Metal, Fig. 24, galvaniserede Jernklamre, Fig. 25 og 26, sidste Form anvendes ved Dækskifter, eller dobbelte Jernsvalehaler, Fig. 27. Klamrenes ombøjede Ender sættes i Huller af tilsvarende Form, og der udstøbes med Svovl, Bly eller Cement. Forinden Udstøbning med Bly maa Hullet være fuldstændig tørt. Dannes Murværket af Løbere og Bindere, faas en god Forbindelse ved at tildanne Løberne og den Del af Binderne, der ligge i Løberskiftet, svalehaleformigt, Fig. 28. Formures Stenene i Mørtel, hvilket er det almindelige, kan dette ske enten ved at udstøbe Fugerne eller ved at formure i Mørtelseng.

Ved Udstøbning af Fugen hensættes et Skifte nøjagtigt paa Plads, idet hver enkelt Sten understøttes af Egetræskiler. Derefter tilstoppes alle Fuger med Cementmørtel eller Gipsmørtel, idet man dog i de nederste Fuger indsætter smaa Træpropper, hvilke udtages, naar Udstøbningen begynder, for at Luft og Urenheder kunne slippe bort. I Hjørnet mellem hver Binder og Løber anbringes et c. 4' højt Rør, forsynet med Tragt foroven, derigennem hældes først Vand for at rense Fugerne og dernæst en tyndtflydende Mørtel af 1 Del Cement og 1 Del Sand.

Efterhaanden som Mørtelen flyder ud gennem de smaa Huller forneden, indsættes Træpropperne, og man vedbliver at hælde Mørtel i Tragten, indtil den træder op over Stødfugen. Hvor man befrygter Udvadskning eller Udfrysning af Fugerne — noget, der sker selv ved de bedste Cementfuger eller Kitarter indsat i Sandsten eller lignende Stenarter — kunne disse udstøbes med Bly.

Formuring i Mørtelseng er noget omstændeligere, men den anses for bedre end den foregaaende. Man lægger først Stenen tørt hen for at se, om den er vel tilhugget, dernæst vædes den og henlægges i et Lag Mørtel, der maa være dobbelt saa tykt, som Fugen skal være, hvornæst den bankes ned i sit Leje med Trækøller. Mørtelen stoppes i øvrigt godt ind i Leje- og Stødfuger med en Mørtelkniv Fig. 29.

Hos os opfører man sjældent hele Mure af tilhugne Sten, da de ville blive alt for kostbare paa Grund af, at vi i Regelen ere henviste til Granit, hvis Tildannelse kræver meget Arbejde. Derimod benyttes det til Beklædning af hele Yderfladen af andet Murværk eller delvis for at beskytte de mest udsatte Steder af Muren. Fig. 30 viser en Granitbeklædning hovedsagelig dannet af Løbere; den er anvendt ved Nationalbanken i Kjøbenhavn og er forbundet med det bagved liggende Murværk ved 3' lange Bindere samt ved, at hvert 2det Skifte er $4\frac{1}{2}$ " bredere end i de mellemliggende Skifter. Til Murværket er anvendt hurtigt-hærdnende Mørtel for at undgaa ulige Sætninger. Denne Forsigtighedsregel bør iagttages overalt, hvor der i een og samme Mur anvendes Materialer af væsentlig forskellig Størrelse, saa at der ikke bliver Mulighed for en uensartet Sammentrykning eller Udtørring.

Murværk af brændte Sten. Alt Murværk af brændte Sten opføres i regelmæssige Lag, Skifter. For at faa en god Forbindelse mellem Stenene i Muren maa disse lægges

snart med deres længste Side snart med deres Bredside i Murens Længderetning. Skifter, hvor Stenene ligge paa den førstnævnte Maade, benævnes Løberskifter, Fig. 31, og Stenene Løbere, de andre Skifter benævnes Binderskifter, Fig. 32, og Stenene Bindere. Lægges Stenene med deres Tykkelse i Murens Retning, kaldes Skiftet et Rulskifte eller Kantskifte, Fig. 33.

Fugerne mellem de forskellige Skifter kaldes Lejefuger, Fugerne mellem de enkelte Sten i samme Skifte kaldes Stødfuger. Lejefuger og Stødfuger skulle som Regel staa lodrette paa hinanden; Lejefugerne skulle være vinkelrette paa det i Muren herskende Tryk.

En Murs Tykkelse angives i Stenlængder, f. Eks. $\frac{1}{2}$ Stens, $\frac{3}{4}$ Stens, 1 Stens, $1\frac{1}{2}$ Stens o. s. fr.

Som almindelige Regler, der gælde for alle Murstensforbindelser, kan nævnes:

Løber- og Binderskifterne maa veksle med hinanden i Murens hele Højde.

Ved et Hjørne maa det samme Skifte paa den ene Side af Hjørnet vise Løbere, paa den anden Bindere.

Ved en Mur, hvis Tykkelse kan angives ved et Antal hele Sten, maa det samme Skifte enten paa begge Sider af Murene vise Løbere eller paa begge Sider Bindere. Er Murtykkelsen derimod ikke et vist Antal hele Sten, maa det Skifte, der paa den ene Side af Muren viser Løbere, paa den anden vise Bindere, og omvendt.

To Stødfuger, der henhøre til 2 paa hinanden følgende Skifter, maa ikke ligge i samme Vertikålplan.

Støde 2 Mure sammen i et retvinklet Hjørne, maa i ethvert Skifte den ene Murs indre Kant træffe paa en Stødfuge i den anden, medens denne sidstes indre Kant maa træffe den førstnævnte Mur i et Punkt, der ligger $\frac{1}{4}$ Stenlængde fra en Stødfuge i denne.

I ethvert Skifte maa Stødfugerne, for saa vidt oven-

staaende Regler tillade det, gaa retlinede gennem hele Murtykkelsen.

I det indre af Muren maa der findes saa mange Bindere som muligt; Løbere bør kun findes langs Yderfladerne.

Foruden almindelige hele Sten er det nødvendigt at anvende:

Trekvartstykker, der have den almindelige Stens Bredde, men kun $\frac{3}{4}$ af dens Længde.

Halve Sten, der ligeledes have den almindelige Stens Bredde, men kun Halvdelen af dens Længde, og

Kvartsten, der kun have $\frac{1}{4}$ af den hele Stens Længde.

De almindeligste Forbindelser ere:

Blokforbindelsen,

Korsforbindelsen (Krydsforbindelsen),

Den gotiske Forbindelse,

Munkeforbindelsen,

Strømforbindelsen,

Forbindelser for hule Mure,

Bindingsværksforbindelser,

Pilleforbindelser,

Skorstensforbindelser,

Forbindelser for Mure i gennembrudt Monster.

Blokforbindelsen. Stødfugerne i alle Løberskifterne ligge lodret over hinanden, ligeledes Stødfugerne i alle Binderskifterne, Fig. 34. Blokforbindelsen kendes let derved, at man er i Stand til paa Murens Yderflade ved Hjælp af Løbere og Bindere at danne sig en lodret Række af sammenhængende Kors. Aftrapper man en i Blokforbindelsen opført Mur ved for Enden at borttage alle de Sten, der ikke blive holdte af en ovenpaa liggende, vil Aftrapningen ikke blive regelmæssig, hvorimod dette vil

være Tilfældet ved en Fortanding, naar Muren afsluttes ved en saadan, Fig. 35.

Som almindelig Regel for alle de efterfølgende Konstruktioner, der saa godt som alle fremstilles korrekt ved Hjælp af Kvartsten eller af Trekvartstykker, gælder, at man bør foretrække at opnaa en god Forbindelse ved Hjælp af disse sidste, naar ikke økonomiske Hensyn i høj Grad tale for Anvendelsen af Kvartsten. Konstruktionen med Kvartsten anses i øvrigt af mange for smukkere end den, der fremstilles ved Hjælp af Trekvartstykker.

Skal en Mur afsluttes med en lodret Plan, sker dette saaledes enten med Trekvartstykker, Fig. 34 og 35, eller med Kvartsten, Fig. 36; ved Mure, hvis Tykkelse angives ved et Antal hele Sten, sker Afslutningen bedst ved Hjælp af Kvartstykker, idet der i Binderskiftet ved Siden af de yderste Bindere lægges saa mange Kvartstykker bag hinanden, som Muren er halve Sten tyk, og i Løberskiftet Kvartstykker bag de yderste Løbere saavel paa Murens Yder- som Inderside; mellem de sidstnævnte Kvartstykker indlægges Løbere, der paa Afslutningsfladen vise sig som Bindere. Er Murtykkelsen kun delelig med halve Stenlængder, Fig. 34, afsluttes Løberskiftet med lige saa mange Trekvartstykker, som Muren er halve Sten tyk, medens i Binderskiftet de 2 yderste Bindere til hver Side erstattes med Trekvartstykker. I øvrigt er det ikke nødvendigt at foretage en saadan Adskillelse i 2 Grupper, men begge Afslutningsmaader kunne benyttes i Flæng, Fig. 37.

Retvinklede Hjørner konstrueres ligeledes ved Hjælp af Trekvartstykker. I det følgende er angivet Reglerne for Konstruktionen af et Skifte, naar 2 lige tykke Mure støde sammen, det næste fremstilles da ved at tænke sig Skiftet drejet om Hjørnediagonalen.

Ved Trekvartstykker. Fig. 38, 39 og 40. Løberskiftets indre Kant fortsættes helt gennem Hjørnet som

en Fuge; Skiftet afsluttes for Enden med lige saa mange Trekvartstykker bag hinanden, som Muren er halve Sten tyk.

Ved Kvartstykker. Fig. 41 og 42. Binderskiftet bliver her gennemgaaende. Er Muren et Antal hele Sten tyk, lægges inden for de yderste Bindere dobbelt saa mange Kvartstykker bag hinanden, som Muren er Sten tyk; hvis Murtykkelsen derimod kun er delelig med en halv Stenlængde, ændres Fremgangsmaaden kun for saa vidt, at man bag Kvartstykkerne lægger et Trekvartstykke i den indre Løberrække. Spids- og stumpvinklede Hjørner konstrueres efter de samme Hovedprincipper, kun bliver det altid nødvendigt at give flere Sten særegen Form, hvad der enten opnaas ved at tilhugge almindelige Sten eller ved Formsten.

T- og korsformede Sammenstød, Fig. 43 og 44, konstrueres i Overensstemmelse med det under retvinklede Hjørner udviklede enten ved Hjælp af Kvartstykker eller ved Trekvartstykker.

Korsforbindelsen adskiller sig fra Blokforbindelsen derved, at Løberne i hvert andet Løberskifte, Fig. 45, skydes en halv Stenlængde til Siden, saaledes at altsaa Fugerne i det 1', 3' og 5' o. s. v. Løberskifte ligge lodret over hinanden, men en halv Stenlængde ud til Siden for Fugerne mellem Stenene i 2', 4', 6' o. s. v. Løberskifte. Binderskifterne ere som ved Blokforbindelsen. Korsforbindelsen kendes let derved, at de under Blokforbindelsen omtalte Kors af Løbere og Bindere ikke danne en sammenhængende Række, men Korsenes lodrette Arm træffer altid paa en Fuge i Løberskiftet. Aftrapningen, Fig. 45, viser sig regelmæssig, medens Fortanding, Fig. 46, kun er symmetrisk.

De forskellige Konstruktioner fremstilles i nøje Overensstemmelse med det under Blokforbindelsen udviklede;

da retvinklede Hjørner spille Hovedrollen blandt disse, og da en nærmere Omtale af deres Konstruktion tilstrækkeligt belyser de Ændringer, som de under Blokforbindelsen omtalte Regler maa undergaa, omtales kun de udførligt og endda kun for det Tilfælde, at de sammenstødende Mure ere lige tykke.

Ændringerne ere:

Hjørnet fremstilles ved Hjælp af Trekvartstykker, Fig. 45, 46 og 47. Ved Mure, hvis Tykkelse kan udtrykkes ved et Antal hele Sten, lægges i Hjørnet i hvert andet Løberskifte, ved Siden af Trekvartstykkerne, saa mange hele Sten som Bindere, som Muren har Stenlængder til Tykkelse. Kan Murtykkelsen kun udtrykkes ved et vist Antal halve Sten, lægges en halv Sten ved Siden af Trekvartstykket i den ydre Løberrække og et lignende for Enden af den anden Murs Løberrække.

Hjørnet fremstilles ved Hjælp af Kvartstykker, Fig. 48 og 49. Ved Mure, der ere et Antal hele Sten tykke, lægges i hvert andet Løberskifte ved Siden af den yderste Løber en halv Sten, ligesom den indre Løberrække i samme Mur afsluttes med en lignende. Ved 1 Stens Mure erstattes disse to halve Sten med en hel Sten. — Ved Mure, hvis Tykkelse kun kan udtrykkes ved et vist Antal halve Sten, forholder man sig paa samme Maade, kun lægges en anden halv Sten for Enden af den indre Løberrække i den anden Mur ved Siden af Trekvartstykket.

Ved den *gotiske Forbindelse* finder en regelmæssig Vekslen af Løbere og Bindere Sted i hvert Skifte. Man anvender denne Forbindelse til Blændmure for andet Murværk, der f. Eks. kan bestaa af tarveligere Beton. Da en saadan Skal imidlertid let løsner sig fra Kærnen paa Grund af den uensartede Sætning, kan man bedre opføre lette Tværmure for hver 4—5'; disse gaa da helt igennem

Muren. Hjørner konstrueres ved Hjælp af Trekvartstykker.

Munkeforbindelsen. Fig. 51. I hvert Skifte følge efter en Binder 2 Løbere, saa atter en Binder o. s. fr. Denne Forbindelse anvendes til hule Mure af almindelige Sten.

Strømforbindelsen. Fig. 50. Murens Ydre viser enten Blok- eller Korsforbindelsen. I det indre derimod følge paa 2 almindelige Skifter 2 andre, hvor Stødfugerne danne en Vinkel paa 45° med Murens Længderetning. Herved har man til Hensigt at opnaa en rigere Stødfugevekslen. Denne Forbindelse anvendes kun til meget tykke Mure.

Forbindelser for hule Mure. Anvendes hertil hule Mursten, kunne disse indmures i Forbandt som almindelige Sten; Løberne maa have Huller efter Længden, Fig. 2, Binderne efter Bredden, Fig. 3. Hjørnerne mures i Regelen med fulde Sten. Luftlaget tjener her kun som Isolation.

Her i Landet opføres hule Mure i Regelen af almindelige Sten. Muren kommer da til at bestaa af en ydre og en indre Mur med et isolerende Luftlag imellem, i Regelen paa en halv Stens Bredde.

Fordelene ved hule Mure af denne Art skulle være, at de lede Varmen og Lyden mindre end de tilsvarende fulde Mure, at de lettere udtørres, og at Mørtelen faar en rigeligere Lufttilgang og altsaa hærdner hurtigere.

Forbindelsen mellem de to Dele af Muren kan tilvejebringes ved Hjælp af almindelige Sten, Fig. 51, 52; ønsker man en stærk Forbindelse, er det bedre at anvende særegne Bindere, der have samme Bredde og Tykkelse som almindelige Sten, men som ere Mellemmrummets Vidde længere. Fig. 53. Benyttes almindelige Sten, kommer Hulheden til at bestaa af Rør af c. 18" Længde, adskilte ved $\frac{1}{2}$ Sten brede Tunger. Forbindelsen mellem Rørene

kan tilvejebringes ved paa enkelte Steder at mure med halve Sten i Stedet for med Bindere. Forbindelsen med den ydre Luft tilvejebringes ved indmurede støbte Jernriste.

For at forhindre, at Fugtigheden fra den ydre Mur skal trænge over i den indre, maa man enten anvende haardtbrændte Bindere, eller man gør Stenene uigennemtrængelige for Vand, f. Eks. ved at dyppe den Ende af Binderen, der skal ligge ind i Ydermuren, i Asfalt.

Bindingsværksforbindelser. Udmuringen af en Bindingsværksvæg bestaar i Udfyldning af forskellige Felter i Træskelettet, der giver Væggen dens Styrke. I Regelen benyttes en halv Stens Mur, hvorved der kun er at bemærke, at hvert andet Skifte maa begynde med en halv Sten. Undertiden benyttes $\frac{3}{4}$ Stens Udfyldning, Fig. 54. I øvrigt kunne Felterne udmures i Mønstre, der tilvejebringes ved at anvende forskelligt farvede Sten eller ved at lægge Stenene saaledes, at nogle af Lejefugerne blive lodrette eller faa Retning efter Diagonalen, Fig. 55. Manglerne ved disse Vægge ere, at Tavlene ved Stolpers og Løsholters Sammentørring komme til at sidde løse, og at der derved danner sig Fuger langs Trædelene, som kun ufuldstændigt kunne tættes.

Pilleforbindelser spille en særdeles vigtig Rolle blandt Murstensforbindelserne, ikke alene fordi de i og for sig hyppigt anvendes, men ogsaa fordi Forbindelserne for retvinklede Piller ere de samme som de, der benyttes til Buer. Pillerne kunne have mange forskellige Former; saa vidt muligt bør man anvende almindelige Sten, men Formsten maa ogsaa hyppigt tages til Hjælp.

Kvadratiske Piller. En 1 Stens Pille, Fig. 56, kan opføres af udelukkende hele Sten.

En $1\frac{1}{2}$ Stens Pille, Fig. 57, opføres bedst af udelukkende Trekvartstykker.

I en 2 Stens Pille dannes et enkelt Skifte enten af

8 Trekvartstykker og 2 hele Sten, Fig. 58, eller af 6 hele Sten og 8 Kvartsten, Fig. 59.

Kvadratiske Piller med større Tværsnit konstrueres i Overensstemmelse med de her nævnte Eksempler.

Rektangulære Piller. Disse konstrueres ved Hjælp af Trekvartstykker, Fig. 60, eller Kvartstykker, Fig. 61, paa lignende Maade som de kvadratiske, kun kan man ikke her faa et Skifte frembragt af det foregaaende ved at dreje dette om Hjørnediagonalen.

Runde Piller. Ved disse er man nødsaget til i det yderste Lag at anvende formede Sten, indvendigt bruges almindelige; Fig. 62 viser et Eksempel paa en rund Pille.

Andre Piller konstrueres i Overensstemmelse med ovenstaaende Regler, Fig. 63. Ved Piller der nødvendigvis kræve Anvendelsen af Formsten, maa man søge at tilvejebringe en god Forbindelse med saa faa Former som muligt, da Opførelsen derved bliver billigere, Fig. 64. En vis Slags Piller kunne betragtes som korte Mure, der skære hinanden, Fig. 65. Forbindelsen i saadanne findes lettest ved at anvende Reglerne for Mures Afslutning og Krydsning.

Skorstensforbindelser fremkomme, naar det gælder om at tilvejebringe lodrette Rør i Murværket. Saadanne Rør, der hyppigst bruges som Skorstensrør og Ventilationsrør, kunne have et cirkulært, kvadratisk eller rektangulært Tværsnit. Det indvendige hule Rum kaldes Lysningen, de omsluttende Mure kaldes Vægge. Cirkulære Rør anvendes i Regelen kun i smaa Dimensioner og forudsætte altid Anvendelsen af Formsten. Fig. 66.

Kvadratiske og rektangulære Rør mures i Almindelighed af almindelige Mursten. Væggetykkelsen er i Regelen $\frac{1}{2}$ Sten, og Rørene ere som oftest murede i Forbindelse med en Mur indtil Loftetagen eller til Tagfladen, uden for hvilken Røret fortsættes med en Skorstenspipe. Fig. 67

viser et $\frac{9}{9}$ " fritstaaende Rør og Fig. 68 et $\frac{9}{9}$ " Rør med hosliggende $4\frac{1}{2}$ "—9" Rør samt Fig. 69 et $\frac{9}{9}$ " Rør i Sammenstødet mellem to 1 Sten tykke Mure.

Rørene lægges helst i eller ved Indermurene i Bygningen og bør føres lodret op igennem denne; kan dette ikke lade sig gøre, f. Eks. af arkitektoniske Hensyn, maa Røret, naar det naar Loftetagen, trækkes, saa at det kommer ud gennem Taget paa det ønskede Sted. Rørene forsynes ved den nedre Ende og i Nærheden af den øvre Ende med tætsluttende Rensedøre af Jern.

Forbindelser for Mure i gennembrudt Mønster.
Mure med gennembrudt Mønster kunne selvfølgelig udføres paa mange forskellige Maader, hvad enten man anvender Formsten eller almindelige Sten. Jo stærkere Muren gennembrydes, desto bedre maa naturligvis saavel selve Stenmaterialet som Mørtelen være. I Fig. 70 er vist en Mur i gennembrudt Mønster opført af almindelige Sten.

Disse Mure anvendes til Tørrehuse og til Indhegninger af Gaardspladse og Haver.

Hvælvingsmurværk.

Ved en Hvælving forstaar man Overdækningen over et givet Rum eller over en Muraabning, der er udført saaledes af enkelte Sten, at disse holdes paa deres Plads ved deres Form og Stilling mod Nabostenene samt ved Hjælp af Rummets Begrænsningsmure. Specielt betegner Benævnelsen „Buer“ saadanne Overdækninger over Muraabninger.

De enkelte Sten i Hvælvingen benævnes Hvælvsten.

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

Hvælvinger bæres af Støttmure eller Piller. Endepiller optage kun Hvælvingen fra een Side. Mellem-
 piller optage Hvælvinger fra mindst 2 modstaaende
 Sider.

Hvælvingens Lysning er Profilet lodret paa Hvæl-
 vingens Akse.

Hvælvingens Spændvidde er Afstanden mellem
 Støttmurene; dens Fødselslinie er den Linie, hvor Lys-
 ningsfladen skærer eller rører Støttmuren; Slutstens-
 linien er den Linie, der forbinder de højeste Punkter i
 Lysningsfladen. Hvælvingens Pilhøjde er den lodrette
 Afstand mellem Fødsels- og Slutstenslinien.

Hvælvingen hviler paa Piller med Fødselssten og
 slutter i Slutstenslinien med Slutsten.

Lukkes Hvælvingen med en Mur efter en Plan lodret
 paa Aksen, kaldes denne Mur for Skjoldmur.

Hvælvinger kunne ogsaa støbes af Beton eller dannes
 af Monierværk.

Murbuer.

Formen. Ved en fuld Bue forstaas en Bue, hvis
 Lysning er en Halvcirkel; ved den er Pilen lige stor med
 den halve Spændvidde. En fortrykt Bues Pilhøjde er
 mindre end den halve Spændvidde, medens en forhøjet
 Bues er større; disse Betegnelser bruges dog i Regelen
 kun om Buer, hvis Tangenter i Fødselspunkterne staa lod-
 rette. De dannes enten efter Ellipser eller Kurvehanks-
 linier, 5: Kurver sammensatte af et ulige Antal Cirkel-
 buer. Forhøjede Buer ere undertiden Spidsbuer, der
 dannes af 2 Cirkelbuer, i Regelen paa 60° , med samme
 Radius, og som tangere Modstandspillerne i Fødsels-
 punkterne og altsaa skære hinanden i Slutstenspunktet.
 Ved en stigende Bue forstaas en Bue, hvis Fødsels-

linier ikke ligge i samme vandrette Plan. De dannes i Regelen ved Sammensætning af Cirkelbuer.

Som Eksempler paa fortrykte Buer skal her anføres:

Kurvehankslinien med 3 Centrer, Fig. 71. Er a b Spændvidden, c d Pilhøjden, tegnes Rektangel acde; Vinklerne eda og ead halveres; fra Halveringsliniernes Skæringspunkt h tegnes Linien hk lodret paa ad. Denne lodrette skærer ab i k og cd i m; k, m og det med k symmetriske Punkt n ere Centrer for de Cirkler, der danne Kurvehankslinien.

Bliver Forholdet mellem Pilen og Spændvidden mindre end $\frac{1}{3}$, bør man af Hensyn til Styrken hellere kun anvende een Cirkelbue til Buen.

Kurvehankslinien med 5 Centrer kan konstrueres saaledes, Fig. 72, ce afsættes lig cd; ae deles i 5 lige store Dele; 7 saadanne Dele afsættes fra c til f og fra c til h og videre til i, fc deles i 3 lige store Dele; Linierne gi og hf tegnes og deres Skæringspunkt er k. Centerne for den venstre Halvdel er da f, k og i.

Ellipsen, Fig. 73, kan konstrueres saaledes:

Brændpunkterne e og f faas ved at tegne en Cirkel med Radius ac og Centrum d; i Brændpunkterne fastgøres Enderne af en Snor, hvis Længde er ab. Ellipsen kan nu tegnes, idet man fører en Blyant, styret af Snoren, rundt fra a til b og stadig paaser, at Snoren er stram.

Forhøjede Buer konstrueres i Overensstemmelse med det for fortrykte Buer udviklede.

En stigende Bue kan dannes af 2 Cirkelbuer som vist Fig. 74. Paa Midten af ab oprejses en lodret, der skærer ac i h; hd afsættes lig ha; fra d nedfældes en lodret paa ac; denne lodrette skærer ab i e; tegnes Linien ef parallel med ab, har man i e og f Centerne til de 2 Buer.

Stikbuer ere Buer, hvis Lysning er en Del af en Halv-

cirkel, medens *Stik* have en plan og vandret Lysningsflade; Stikket konstrueres, som om Lysningen var en Cirkelbue med en Radius lig $1\frac{1}{2}$ —2 Gange Spændvidden.

Buers Dimensioner. Under Forudsætning af, at Centervinklen, der svarer til Buen, er 60^0 eller derover, maa man, naar Buen skal bære flere Etagers Vægt, give den en Tykkelse af 1 Sten for indtil 6' Spændvidde, $1\frac{1}{2}$ Sten for 6'—10' Spændvidde og fremdeles $\frac{1}{2}$ Sten for hver 5' Spændvidde. For fladere Buer maa Tykkelsen forøges.

Stik kunne anses for tilstrækkelig stærke, naar man i dem kan indskrive en flad Bue af tilstrækkelig Styrke. Spændvidden bør ikke overstige 8 Fod, og er den over 5—6', bør der over den mures en Aflastningsbue af tilstrækkelig Styrke.

Pillernes Dimensioner. Pillerne skulle være tilstrækkelig stærke til at kunne modstaa Trykket fra Buen. Tykkelsen af Endepillerne kan bestemmes ved at dele den indre Hvælvinglinie i 3 lige store Dele, og fra Delingspunktet b, Fig. 75, drage Linien ba gennem Fødselspunktet a; a b afsættes fra a til c, og Pillens Yderflade skal da gaa igennem dette Punkt. Er Pillehøjden over 10—12 Fod, maa denne Tykkelse dog forøges.

I Almindelighed kan man sætte Pilletykkelserne til $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ af Spændvidden ved cirkelformede Buer, til $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ ved forhøjede og til $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ ved fortrykte; for Stikbuer kan Tykkelsen sættes til $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ af Spændvidden.

Mellempillerne kunne gives en Tykkelse lig det dobbelte af Buens; for sædvanlige Tilfælde vil dog $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{12}$ af Spændvidden være tilstrækkelig.

Udførelse. For at Buen kan faa den rigtige Form, maa man opstille Lærebuer, Fig. 76 og 77, der tillige tjene som Underlag for Buen, medens den er under Opførelse; man benytter 2 Lærebuer, som, naar Buen er over

$1\frac{1}{2}$ Sten lang, maa forskalles ved Hjælp af Lægter eller Bræder. Af Hensyn til Sætningen gives Lærebuene en ringe Overhøjde, fra $\frac{1}{100}$ til $\frac{1}{144}$. Lærebuene kunne for flade Buer med ringe Spændvidde hvile paa udkragede Sten, som senere hugges bort. Bedre er det at lade dem hvile paa Stolper, i det mindste een op ad hver Pille; de ere anbragte paa Kiler, saa at de let kunne løsnes, og maa ikke springe frem foran Muren for ikke at hindre Brugen af Retholtet. Centret for Hvælvingslinien mærkes med et Søm paa en anbragt Skraalægte, og en Snor fastgjort heri sikrer, at Fugerne rettes nøjagtigt ind mod Centret.

For ikke at frembringe et skævt Tryk paa Lærebuen begynder man Formuringen samtidigt fra begge Sider. For at Lærebuen under Udførelsen ikke skal skyde sig op i Toppen, belastes den her foreløbigt. Sidst anbringes Slutstenen, der i Regelen sammenmures af 3 Sten. Saavel de sædvanlige som de for kvadratiske og rektangulære Piller givne Regler for Stenforbindelserne benyttes, dog undgaar man sædvanligt Anvendelsen af Kvartsten. Særligt fremhæves, at Lejefugerne maa være gennemgaaende gennem hele Buen, de vise sig altsaa paa Ydersiden som Linier, der staa lodrette paa den indre Hvælvlinie og paa Lysningsfladen som Linier, der ere parallelle med Buens Akse. Stødfugerne, der staa lodrette paa Lejefugerne, maa veksle i de paa hinanden følgende Skifter. Da den ydre Hvælvlinie er længere end den indre, bliver hvert Skifte kileformet; mures Buen op med almindelige Sten, maa man enten tilhugge dem eller lade Fugerne mellem de enkelte Skifter vokse i Bredden udefter. Vil man undgaa begge Ulemper, kan man benytte kileformede Sten. Formuringen bør endvidere udføres saaledes, at man i alt til Buen anvender et ulige Antal Skifter; iagttages dette ikke, vil man faa en Fuge i Slutstenslinien, hvilket ikke er heldigt, ligesom man maa begynde Buen ved den ene Side med

et Løberskifte og ved den anden med et Binderskifte, hvilket ikke ser godt ud.

For ikke at tilhugge Stenene mere end højst nødvendigt og for dog at faa nogenlunde ens brede Fuger, kan man bestemme Fugerne saaledes, at de i en Afstand paa $\frac{1}{2}$ Sten fra den indre Hvælvlinie beholde deres oprindelige Tykkelse, det vil altsaa sige, man kan afsætte Skifternes Antal og Fugernes Beliggenhed paa en Linie parallel med den indre Hvælvlinie og i en Afstand fra denne paa $\frac{1}{2}$ Sten. Ved mindre Spændvidder og ved Buer over 2 Sten tykke vil denne Maade dog ogsaa give alt for tynde Fuger ved den indre Hvælvlinie. Man murer da Buen af flere koncentriske Ringe, Fig. 78, hver i Regelen $\frac{1}{2}$ Sten tyk.

Stik kunne foroven begrænses enten af en ret Linie eller af en Cirkelbue. Fugerne rettes som foran nævnt mod et Punkt, der ligger $1\frac{1}{2}$ til 2 Gange Spændvidden under Lysningen. Skal Stikket bære mere end sin egen Vægt, bør der over det mures en Aflastningsbue, Fig. 79. Rummet mellem Stikket og Aflastningsbuen udmures først, naar hele Muren er færdig og har sat sig behørigt.

Foruden de almindelige Vanskeligheder, der ere fælles for alle Buer, opstaar der endnu ved Spidsbuen en særlig Vanskelighed ved Formuringen af Toppen, idet Lejefugerne ikke her kunne blive gennemgaaende, hvis de skulle rettes mod Centret for Buen. Man kan undgaa dette enten ved at afslutte Buen foroven ved en større, tilhuggen Sten, Fig. 80, eller ved at rette Lejefugerne for den øverste Del imod et fælles Punkt, beliggende 8—10 Tommer under Toppen, Fig. 81.

Buens Anløb paa Pillerne. Buens Forbindelse med Endepillen har i Regelen ingen Vanskelighed. Ved fladere Buer maa de vandrette Skifter tilhugges lidt, eller man kan anvende en særligt tildannet Sten, Fig. 82, der hyp-

pigt dannes af et haardere Materiale. Har Buen en Tangent i Fødselspunktet, der er lodret, mures hyppigt et Skifte under Buens Fødselslinie i Forbandt med Buens Murværk.

For Mellempillernes Vedkommende kan indtræffe det Tilfælde, at de ikke have saa stor Bredde, at de kunne optage Buer fra begge Sider. Opførelsen kan i saa Tilfælde foregaa som vist i Fig. 83 og 84 eller ved Anvendelse af en særegent formet, huggen Sten, Fig. 85.

For Buer af hugne Sten gælder, hvad der foran er anført. I Regelen ere Buer af hugne Sten saa brede og tykke, at hver enkelt Sten danner et Skifte. Til Buens Opførelse benyttes derfor forholdsvis faa Sten og faa Skifter, hvorfor de enkelte Stens Form spiller en betydelig Rolle. Findes Buen i Murværk af hugne Sten, gives dens enkelte Sten en Form, der kan passe ind i Murværkets Forbandt. Hermed følger den Ulempe, at Buens Sten blive af forskellig Størrelse, Fig. 86, hvis Skifterne i Muren ere lige høje. Giver man Stenene i Buen ens Størrelse, kunne Murværkets Skifter ikke blive lige høje, Fig. 87. For at undgaa disse Ulemper, kan man bære sig ad som vist i Fig. 88, hvor Stenene have samme Størrelse i Lysningsfladen, men Buens Tykkelse vokser da hen mod Slutstenslinien. Da Tildannelsen af Stenene behandles i sine Enkeltheder i Læren om Stensnit, skal der ikke her gaas nærmere ind derpaa.

Egentlige Hvælvinger.

Tøndehvælvingen, Fig. 89, kan tænkes dannet af en Cylinder, der er gennemskaaren paa langs efter Aksen. Et Snit lodret paa denne kan enten være en Halvcirkel, en Ellipse eller en Kurvehankslinie. Har det Rum, der skal overhævelses, ikke Form af et Rektangel, men af et Paral-

lelogram, faas en skæv Tøndehvælving, Fig. 90. Er Hvælvingens Akse ikke vandret, men stigende, faas en stigende Tøndehvælving, Fig. 91. Ere Tøndehvælvingens Modstandsmure ikke parallelle, opstaar en konisk Hvælving, Fig. 92, naar Fødsels- og Isselinien forlængelse skære hinanden i samme Punkt. Kan Hvælvingen tænkes opstaaet ved Drejning af en Cirkelbue omkring en Akse, der i Cirkelbuens Plan staar lodret paa den forlængede Korde, faas en ringformet Hvælving, Fig. 93. Er Frembringeren i Hvælvingen en Vindellinie, faas en vindelformet eller skrueformet Hvælving, Fig. 94.

Kappehvælvingen, Fig. 95, er kun derved forskellig fra Tøndehvælvingen, at den i Fødselspunkterne ikke har Tangenter, der ere lodrette, men hældende.

Tøndehvælvingens Dimensioner. I en cylindrisk Tøndehvælving søger den øverste Del at falde ned, Fig. 96, idet den trykker den nedre Del ud til Siden. Dette Tryk frembringer dels en Drejning om Punktet *c* i den ydre Hvælvinie, dels en Glidning langs Fødselsplanen. Virkningen af dette Tryk er det saakaldte Hvælvs-kub, og det er dette, der skal optages af den nedre Del af Hvælvingen. Størrelsen af Hvælvs-kubbet afhænger altsaa hovedsagelig af den Masse, der belaster den øverste Del; Modstanden mod dette Tryk afhænger derimod af Massen i den nedre Del, hvorfra følger, at den øverste Del ikke bør belastes mere end fornødent, altsaa ikke gøres sværere end nødvendigt; den nederste Del bør derimod styrkes ved at gives en forøget Tykkelse eller ved en Bagmuring.

I den almindelige Husbygning gøres Tøndehvælvinger, naar de ikke skulde bære store Byrder, ved indtil 10' Spændvidde $\frac{1}{2}$ Sten tykke og bagmures indtil $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ af Pilens Højde; denne Tykkelse er ogsaa tilstrækkelig for Spændvidder indtil 16'—18', naar Hvælvingen styrkes med

Hvælvbaand anbragte i 3—4' Afstand, Fig. 97, og af 1 Stens Bredde og Tykkelse. Disse Hvælvbaand eller Gjordbuer bør altid lægges saaledes, at de springe frem paa den ydre Hvælvflade, og paa dem maa Trykket fra Belastningen overføres. 1 Sten tykke Hvælvinger med $1\frac{1}{2}$ Stens Gjordbuer kunne anses for brandsikre.

Undertiden lægges Fremspringet af Gjordbuerne indvendigt, og der indmures Forstærkningsbaand parallelt med Hvælvingens Akse. Herved dannes de saakaldte Kassetter, Fig. 98.

Pillernes Dimensioner ere de samme som de, der ere angivne for Murbuer; skal Hvælvingen slaas over Kælderrum, blive Pillerne belastede med flere Etagers Murværk og kunne derfor gøres svagere; man kan regne, at Kældermure, der ere $2\frac{1}{2}$ —3' tykke, ville kunne være Piller for Hvælvinger paa indtil 24' Spændvidde, naar de belastes med en Mur paa 2—3 Etagers Højde.

Formuring af Tøndehvælvingen. Formuringen, der udføres i Overensstemmelse med de tidligere udviklede Regler — Lejefugerne ere parallele med Hvælvingens Akse og gennemgaaende gennem hele Længden, Stødfugerne veksle for hvert Skifte, — bør først begynde, naar Modstandsmurene have haft Tid til at sætte sig, helst først efter at Bygningen er bragt under Tag. Den foregaar paa en Forskalling, der bæres af Lærebuer, opstillede i 3—4' Afstand, og anbragte saaledes, at de let kunne løsnes; Forskallingsbræderne anbringes fra Fødselslinien af op mod Toppen, efterhaanden som Formuringen, der sker ensformig fra begge Sider, skrider frem. Gjordbuerne mures i Forbindelse med Hvælvingen, Fig. 98 c, 99 og 100, og Slutstenene, der bør passes godt ind, anbringes til sidst og bør kun trykkes fast.

Hvælvingen og Pillerne vinde i Styrke ved at lægge Fødselslinierne paa udkragede Dele, der mures i Stenfor-

bindelse med Pillen, Fig. 99; det udkragede Parti kan ogsaa formes som en Del af Hvælvingen, Fig. 101, men de yderste Sten maa da tilhugges under Formuringen.

Skal der dannes Vindues- eller Døraabninger efter Hvælvingens Længderetning, maa Hvælvingen afbrydes paa det paagældende Sted, og Aabningen overspændes med en lille Hvælving, der kaldes Stikkappe, Fig. 102. Dette Arbejde udføres saaledes: Naar Hvælvingen er opmuret indtil den Højde, hvor Stikkappen skal støde til den, dannes en Forskalling for Kappen. Tøndehvælvingens og Stikkappens Forskallinger maa slutte nøje til hinanden, og deres Skæringslinie giver den Kurve, hvorefter Stikkappen skærer Hvælvingen. Langs denne indmures en Krans, der faar sin Understøttelse i Hvælvingen og derfor bør slaas mellem 2 Gjordbuer. Mod Kransen støtter ligeledes Stikkappen, hvorfor Stenene maa tilhugges saaledes, at de tilstede en god Tilslutning. Selve Stikkappens Formuring kan foregaa paa flere Maader; man kan enten mure den med Lejefuger parallelle med dens Akse eller parallelle med Kappens Diagonaler, hvilket kaldes at mure efter Svalehalen. Man begynder da i alle 4 Hjørner paa een Gang og ender i Midten. Kransen kan i øvrigt ogsaa udelades, og Stikkappen enten mures i Forbindelse med Hvælvingen eller støde stumt til den.

Tøndehvælvinger ere solide; deres væsentligste Mangel er, at Pladsen langs Pillerne bliver meget indskrænket, naar ikke Højden under Slutstenen gøres særdeles betydelig, og at Vindues- og Døraabninger hyppigt ikke ere lette at anbringe.

Kappehvælvingen. Fig. 103. Denne anvendes i Stedet for den almindelige Tøndehvælving, hvor det gælder om at drage størst mulig Nytte af Rummet, navnlig for at skaffe Plads langs Væggene og for at faa Lokalet godt oplyst. I Regelen ville af denne sidste Grund Bygningens

Facademure blive anvendte som Skjoldmure for Hvælvingerne. Kappernes Styrke bestemmes ikke alene af Spændvidden, Pilens Forhold til denne og Belastningen, men ogsaa til Dels af Længden, idet en lang Hvælving har Tilbøjelighed til at bøje sig efter Længden. Pilens Forhold til Spændvidden veksler fra $\frac{1}{6}$ til $\frac{1}{12}$ og er sædvanlig $\frac{1}{8}$. Er Spændvidden 6', kan Forholdet være $\frac{1}{12}$, 7'—8' $\frac{1}{8}$, 9' $\frac{1}{6}$. Større Spændvidde end 9', højst 11', bør man ikke give $\frac{1}{2}$ Stens Kapper, der kun skulle bære sig selv. Skal Hvælvingen bære mere end sig selv, bør den altid forsynes med Gjordbuer eller gøres sværere.

Er Rummet, der skal overdækkes, kun af ringe Bredde, kan Overhvælvingen udføres med en enkelt Kappe; er Rummet derimod bredere, maa det indeles i mindre Dele, der hver for sig overhævelses med en Kappe, til hvis Understøttelse der maa opføres et passende Antal Mellem-piller, hvis Plads maa rette sig efter Bygningens Tværskillemure, idet disse ikke kunne opføres paa Kapperne. For at vinde i Plads forsynes Mellempillerne med store Aabninger, der overdækkes med stærke Buer. Buens og Pillens Bredde er $1\frac{1}{2}$ Sten, Buerne $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ Sten tykke og støtte mod Piller, der ere $\frac{1}{4}$ af Spændvidden tykke.

Formuring af Kappenhvælvingen. Naar man under Bygningens Opførelse er naaet til Kappernes Fødselslinier, maa Stenene tilhugges saaledes, at der dannes en Fals for Kapperne. Efter at Bygningen er bragt under Tag, opføres Kapperne, hvilket sker i Overensstemmelse med det under Tøndehvælvingen anførte. For ikke at udsætte Mellempillerne for skævt Tryk maa man opmure alle Kapperne paa een Gang; kan det ikke lade sig gøre, maa man afstive Mellempillerne godt og ikke borttage Lærebuerne under en Kappe, førend Nabokapperne ere fuldførte. Formuringen kan udføres enten efter Svalehalen eller med Lejefuger parallelle med Kappens Akse. Den første

Fremgangsmaade bør foretrækkes, fordi hvert enkelt Skifte danner en Bue for sig og derved kommer i en særegen Spænding, hvorved opnaas, at ogsaa noget af Kappens Tryk bliver overført paa Skjoldmuren, og at Hvælvingen under Formuringen trykker mindre stærkt paa Lærebuen. I Slutstenslinien gribe de hinanden krydsende Stenrækker skiftevis ind i hinanden.

For at modarbejde Sætningen og for end yderligere at overføre en Del af Hvælvingens Tryk paa Skjoldmuren gøres Kappen noget stigende hen imod Rummets Midte. Tilslutningen til Skjoldmuren tilvejebringes ved at indhugge i dem en Fals af Kappens Form.

De murede Mellem-piller erstattes hyppigt med Jernbjælker, Fig. 104, hvad der giver en langt friere og smukkere Konstruktion. Afstanden mellem Jernbjælkerne er i Regelen 4—5' og Kapperne $\frac{1}{2}$ Sten tykke; er Afstanden 3—4', kunne Kapperne dannes af Sten paa Fladen.

Krydshvælvingen. Fig. 105, 106. Man kan tænke sig Krydshvælvingen over et kvadratisk Rum dannet ved først at overhvælve Rummet med 2 Tøndehvælvinger, saaledes at altsaa alle 4 Sider blive Modstandsmure, og dernæst kun bibeholde de Dele af Tøndehvælvingerne, der kunne ses fra oven, medens Resten borttages. Skæringslinierne mellem de 2 Tøndehvælvinger kaldes Grater eller Sømme og danne fremspringende Linier paa Lysningsfladen. De Dele af Hvælvingen, der ligge mellem Graterne, og som hvile paa disse, kaldes Kapper. Graterne bære altsaa hele Hvælvingen og hvile paa Piller i Vinkelpunkterne, saa at Begrænsningsmurene til alle fire Sider kunne udelades. Mellem Pillerne slaas Buer til Begrænsning af Hvælvingen, de bygges som almindelige Buer og kaldes Skjoldbuer. Støde 2 Krydshvælvinger sammen, kaldes den for disse fælles Skjoldbue, der ikke er konstruktiv nødvendig, da begge de ved Siden af hinanden liggende Kapper høre

til samme Tøndehvælving, for Gjordbuer. Krydshvælvinger kunne i øvrigt konstrueres over hvilket som helst Rum, kun bør Akserne i de forskellige Tøndehvælvinger ligge i samme Plan, og Pilhøjderne være lige store. I den vandrette Projektion bør Graterne skære hverandre i Figurens Tyngdepunkt, da Kapperne derved blive omtrent lige tunge, og Graterne ikke udsættes for et skævt Tryk. Ere Siderne i Polygonen ikke lige store, kan selvfølgelig kun en af Kapperne blive slaaet efter en Halvcirkel; man vælger i Regelen hertil den Kappe, der staar over den største Side, hvorved alle de øvrige maa slaas efter forhøjede Buer. I øvrigt kan man som Ledebuer for Tøndehvælvingen bruge Ellipser, Stikbuer eller Spidsbuer.

Tyngdepunktet i en Trekant faas som Medianernes Skæringspunkt, Fig. 107.

Tyngdepunktet i en Firkant faas ved at dele Figuren paa 2 forskellige Maader — nemlig ved de to Diagonaler — i 2 Trekanter og dernæst forbinde de sammenhørende Trekanters Tyngdepunkter med rette Linier, Fig. 108; Skæringspunktet mellem disse er da Firkantens Tyngdepunkt. Haves en Polygon med flere Sider, kan Tyngdepunktet bestemmes paa lignende Maade.

Skæres en stigende Tøndehvælving med en Tøndehvælving med vandret Akse, men Lysning som en stigende Bue, faas den stigende Krydshvælving.

Krydshvælvinger kunne ogsaa dannes ved den ringformige Tøndehvælvingsskæring med radielt rettede Tøndehvælvinger.

Krydshvælvingen er i Sammenligning med de øvrige Hvælvingerformer i Besiddelse af adskillige Fortrin, idet den giver det højeste, frieste og lyseste Rum. Smukkest er Krydshvælvingen, naar den anvendes over et kvadratisk Rum. Har Rummet Form som et Rektangel, og vælger man Halvcirklen som Ledelinie for det ene Kappesystem,

vil det andet blive en fortrykt eller forhøjet Bue; ere Dimensionerne meget forskellige, opstaar der Konstruktionsvanskeligheder, navnlig fordi Trykket paa Graterne bliver uensartet; man bør derfor ikke gøre Rummet mere end højst $1\frac{1}{2}$ Gang saa langt som bredt, bliver Længden større, bør Rummet hellere deles.

Indtil 16' Spændvidde kunne Kapperne gøres $\frac{1}{2}$ Sten tykke, Graterne 1 Sten; bliver Spændvidden større, maa saavel Kappernes som Graternes Tykkelse forøges med $\frac{1}{2}$ Sten. Pillerne, der optage Trykket fra Graterne, kunne ved kvadratiske Rum have en Tykkelse lig $\frac{1}{4} - \frac{1}{5}$ af Diagonalens Længde. Ligge 2 Krydshvælvinger ved Siden af hinanden, kunne Pillerne imellem dem i Bredden formindskes til $\frac{2}{3}$ af forannævnte Tykkelse. Mødes 4 Grater paa en Pille, kan ogsaa Længden formindskes.

Krydshvælvingen mures næsten altid efter Svalehalen. Under Graterne opstilles Lærebuer, der i Toppen og for Enderne bæres af stærke Stolper; af Hensyn til Sætningen giver man Kapperne en Stigning hen imod Slutstenen paa c. $\frac{1}{100}$ af Diagonalens Længde. Ved Bestemmelsen af Formen for Lærebuerne maa man naturligvis tage Hensyn til denne Stigning; Formuringen begynder samtidigt fra alle Hjørner, og Grater og Kapper fremstilles paa een Gang; for at faa en god Forbindelse mellem Kappe og Grat og godt Forbandt i de enkelte Skifter maa Graten helst mures med særegent tildannede Sten, Fig. 109, men kan ogsaa mures af almindelige Sten, Fig. 106; Gratstenene sættes først, og derfra udgaar man til begge Sider, idet hvert Skifte danner en Bue, hvis ene og laveste Støtte Graten er, og hvis anden Støtte er Skjoldbuen eller Omfatningsmuren. I Omfatningsmurene afridses Kappernes Form, og der udhugges her indtil $\frac{1}{2}$ Sten dybe False, hvori Kapperne gribe ind.

Hyppigt lader man Graterne springe frem paa den

indvendige Lysningsflade, og de kunne da udsmykkes paa forskellig Maade, Fig. 110, enten ved Anvendelse af Formsten eller ved Anvendelse af hugne Sten.

Er det mindre øvede Arbejdere, der skulle udføre Hvælvingen, maa der anvendes en fuldstændig Forskalling.

Er Rummet for stort til at kunne overspændes med en enkelt Krydshvælving, deles det i flere mindre, der hvert for sig overhvælves og adskilles fra Nabohvælvingerne ved Gjordbuer, der gives noget Fremspring for Kapperne. Da der fra en Midtepille kan komme til at udgaa 4 Grater og 4 Buer, og da Pillen ofte ikke er saa svær, at den kan optage dem alle usvækkede, maa man helst danne Pillens øverste Del af en hensigtsmæssig tilhuggen, naturlig Sten, Fig. 111.

Stjernehvælvinger. Tænker man sig ikkun Graterne opførte i en Krydshvælving, kan man betragte hver af de derved fremkomne Trekanter som et Rum, der skal overhvælves paa en eller anden Maade, og dette kan ske ved i enhver saadan ny Trekant at indlægge nye Grater. Tænker man sig denne Operation foretagen flere Gange, vil man kunne danne mange forskelligt formede Hvælvinger, der under eet benævnes Stjernehvælvinger, Fig. 112, men som imidlertid alle i konstruktiv Henseende ere lidet forskellige fra Krydshvælvingen, af hvilke de ogsaa ere opstaaede.

Ere Ledelinierne for de Tøndehvælvinger, der danne Krydshvælvingen, Cirkelbuer, bliver Graten en Ellipsebue; denne har den Ulempe, at hver enkelt Fuges Retning skal bestemmes for sig, da de paa Ellipsen lodrette Linier ikke som ved Cirklen gaa igennem det samme Punkt; udføres Graten af naturlige Sten, kunne de samme Skabeloner ikke benyttes ved alle Stenenes Tildannelse. Giver man Graten Form af en Cirkelbue, vil Ledelinien for de sammensættende Hvælvinger blive en Ellipsebue, og man

har altsaa samme Vanskelighed her. Man har derfor anvendt Spidsbuen. Ved den derved opstaaede saakaldte gotiske Hvælving har man søgt at opnaa endnu større Konstruktionsfrihed ved af anvende enten retlinede eller krumme, enten vandrette eller stigende Isselinier.

Formen af de i Kapperne indlagte nye Grater er ikke vanskelig at bestemme, naar man har visse bestemte Forudsætninger at gaa ud fra.

Opførelsen af disse Hvælvinger sker i Regelen ved, at Graten opføres først for sig selv og dannes af et fastere Materiale end Kapperne; de maa selvfølgelig afstives indbyrdes, til Kapperne ere anbragte.

Klosterhvælvingen over et kvadratisk Rum, Fig. 113, 114, kan tænkes opstaaet ved først at overhvelve Rummet med 2 Tøndehvælvinger og dernæst kun bibeholde af disse, hvad der kan ses fra neden, medens Resten borttages. Graterne, der ere de samme Kurver som ved Krydshvælvingen, danne her indspringende Linier paa Lysningsfladen. Klosterhvælvingen har endvidere Fødselslinier helt rundt, hvorfor Modstandsmure maa omslutte Rummet til alle Sider. Klosterhvælvinger kunne ogsaa anvendes over uregelmæssige Rum, men denne Anvendelse finder dog kun sjældent Sted.

Klosterhvælvinger gives sjældent mere end 16' Spændvidde, og Kapperne behøve kun $\frac{1}{2}$ Stens Tykkelse, Pillerne kunne have en Tykkelse, der er $\frac{2}{3}$ af den for en Tøndehvælving med samme Spændvidde bestemte.

Klosterhvælvingerne give et meget afsluttet Rum og tillade kun vanskeligt Anbringelsen af Vindues- og Døraabninger; de formures enten med Lejefuger parallele med den tilsvarende Tøndehvælvinges Akse eller efter Svalehalen, som f. Eks. i Regelen ved Kapper over Ildsteder, Fig. 115, hvilket er en af de Anvendelser, der hyppigst nu til Dags gøres af disse Hvælvinger.

Formuringen foregaar paa en Forskalling af Lægter eller smalle Bræder, der hvile paa Lærebuer, af hvilke der opstilles i det mindste 1 under hver Grat og 1 lodret paa Midten af hver Omslutningsmur. Samtlige Lærebuer støttes midt under Hvælvingens Slutsten af en Stolpe; kun 1 af Lærebuerne kan være gennemgaaende, af de øvrige maa hver Halvdel tildannes for sig.

Kuppelhvælvingen. Som Hvælflade benyttes den Flade, der opstaar ved en Kurves Drejning om en lodret Akse. I Regelen er Kurven en Kvartcirkel eller en anden Del af en Cirkel. Ved den saaledes dannede Kuppelhvælving, Fig. 116, danne Fødselslinierne en Cirkel, og Modstandsmuren maa derfor være cylinderformet. Skæres Kuppelhvælvingen med en Plan gennem den lodrette Akse, faas Kor- eller Nichehvælvingen, Fig. 117. Man kan dog ogsaa anvende Kuppelhvælvingen over en Polygon, naar denne kun har en saadan Form, at den kan indskrives i eller omskrives af en Cirkel, og at dens Tyngdepunkt falder i Cirkelns Centrum. I første Tilfælde afskæres der af Hvælvingen de Stykker, der ligge udenfor de lodrette Planer gennem Polygonens Sider, og Rummet kan være aabent, idet man kun behøver at anbringe Piller i Hjørnerne, men i øvrigt lader Hvælvingen bæres af Buer, der slaas mellem Pillerne.

Indtil en halv Snes Fods Spændvidde kunne Kuppelhvælvinger gøres $\frac{1}{2}$ Sten tykke; ved større Hvælvinger bestræber man sig navnlig paa at forstærke den nederste Del af Hvælvingen, idet man begynder med 1 eller $1\frac{1}{2}$ Sten og slutter med $\frac{1}{2}$ —1 Stens Tykkelse. Omslutningsmurene gøres ved cylindriske Rum $\frac{1}{8}$ af Diametren tykke, ved kvadratiske $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$.

Formuringen sker for en stor Del paa fri Haand; for at man under Arbejdet kan have noget at rette sig efter, opstilles enkelte faste Lærebuer, og desuden anvendes be-

vægelige; en saadan kan ved mindre Kupler bestaa af en Lægte eller Snor, fastgjort i Kuglecentret og af en Længdelig Radius; ved større Kupler anvendes en Lærebye, fastgjort i Hvælvingens Toppunkt og fornedet løbende paa en vandret Bane, der er anbragt mellem de faste Lærebye. Samtlige Fuger vise mod Centret, og da hvert Skifte danner en Ring for sig, kan Hvælvingen sluttes i en hvilken som helst Højde, hvorved det bliver muligt at skaffe Lys ned i Rummet fra oven. Dette anvendes næsten ved alle Kuppelhvælvinger og medfører tillige den Fordel, at Hvælvingens Top bliver lettere. Lysaabningen kan passende gives en Diameter lig $\frac{1}{4}$ af Kuglens og omslutes af en Krans, Fig. 118, dannet enten af hugne Sten eller af Støbejern. Under Formuringen maa det iagttages, at hvert Skifte er afsluttet, inden det næste begyndes. Skal Hvælvingen være $\frac{1}{2}$ Sten tyk, kan man opmure de nederste Skifter med Løbere, i de øvre derimod maa man anvende halve Sten, da hele Sten vilde give en for uregelmæssig Flade. Hvælvingen bagmures indtil $\frac{1}{3}$ af Radiens Højde.

For at formindske Hvælvingens Vægt uden at bringe dens Fasthed i Fare og ogsaa af Skønhedshensyn indlægges hyppigt Kassetter. Kassetternes Bredde bestemmes i samme Højderække af 2 Storcirkelbye og vil derfor aftage opefter; Højden veksler derimod ikke. Kassetterne adskilles fra hverandre ved saavel vandrette som lodrette Ripper; de første have overalt samme Bredde, de sidste aftage opefter. Kuppelhvælvinger over kvadratiske Rum fremstilles i Regelen med den omskrevne Cirkels Radius, Fig. 119, de Dele af Kuglefladen, som komme til at ligge uden for Sidefladerne, opmures da ikke. Den øverste Del er en Kuglekalot, den nederste Del opmures efter Kuglefladen i vandrette Skifter ved Udkragning og Tilhugning af de enkelte Sten.

Undertiden konstrueres, som foran nævnt, en Kuppelhvelving over et kvadratisk Rum efter den indskrevne Cirkels Radius, Fig. 120. Hvelvingen kommer da til at bestaa af 4 Ben forneden, de saakaldte Pendentifs, dannede som ved den førstnævnte Fremgangsmaade. Langs Halvkuglens Fødselslinie indlægges et Skifte af naturlige Sten.

Ved Kor- eller Nichehvelvinger maa den afbrudte Del af Kuglefladen fremefter støtte mod en stærk Bue i den lodrette Mur; denne Bue mures i Forbindelse med Hvelvingen.

Den bøhmiske Kappelhvelving, Fig. 121, adskiller sig meget lidt fra Kuppelhvelvingen over et kvadratisk eller rektangulært Rum, idet Hovedforskellen er den, at Diagonalsnittet ikke er en Halvcirkel, men en betydelig mindre Del af Cirklen. Den anvendes i Regelen som Erstatning for den tidligere beskrevne almindelige Kappelhvelving, og har som Fortrin fremfor denne en lettere Udførelse, en mere ligelig Fordeling af Trykket paa Omfatningsmuren og en større Styrke. Den mures efter Svalehalen, hovedsagelig paa fri Haand, idet der kun til at rette sig efter opstilles Lærebuer efter Diagonalerne og indhugges Render i Muren, hvori Hvelvingen passer.

Bestemmelsen af Formen for disse Render og af de opstillede Lærebuer er en simpel Opgave i Projektionstegning, idet det bemærkes, at Diagonalbuens Pil bør være $\frac{1}{8} - \frac{1}{12}$ af Spændvidden.

For Spændvidder af indtil 10 Fod kan Hvelvingen have en Tykkelse af $\frac{1}{2}$ Sten; Trykket fra den overføres navnlig paa Rummets Hjørner, hvorfor Murene ikke bør være tyndere end $\frac{1}{6}$ af Længden af Diagonalen. Er det Rum, der skal overhvelves, langagtigt, maa Hvelvingen forstærkes med indlagte Gjordbuer.

Alle de nævnte Hvelvinger kunne støbes af Beton i

nøjagtigt tildannede, vel afstivede Forme, der ikke maa fjernes, forinden Betonen er tilstrækkelig hærddet. Hvælvinger af Monierværk støbes væsentligst af Cementmørtel, men i dem er indlagt et Jernnet af Rundjern eller ved store Hvælvinger af Faconjern.

Bygningsdele.

En Bygnings Hoveddele dannes af *Fundament*, *Mure* og *Vægge*, *Etageadskillelser*, *Tagværk* og *Trapper*. Af disse Hoveddele udføres navnlig de 3 førstnævnte af Sten, de 3 sidstnævnte som oftest af Træ.

Fundament.

Ved *Fundamentet* eller *Underbygningen* forstaas den Del af Bygningen, som tjener til at bære og forbinde denne med Undergrunden. Fundamentet tjener til at overføre Bygningens Tryk paa Undergrunden; denne maa altsaa, inden Arbejdet paabegyndes, undersøges i fornøden Udstrækning, og man maa sørge for, at Trykket, o: Bygningens Vægt og Vægten af den Belastning, der kan komme i Bygningen, fordeles paa en passende stor Flade. Den blødere Grund forlanger altsaa et bredere Fundament end den faste Grund. Hjørnefundamenterne i en Bygning bør altid bredes ud til Siden, da de ikke have den Hjælp, som Flugtmure have i de tilstødende Fundamenter. Kirke-taarne hælde derfor ofte fra Kirken, fordi de ikke have Hjælp til Bæring af Fundamenter paa den modsatte Side af Taarnet.

I det følgende gaas ud fra, at Undergrunden er tilstrækkelig fast til at bære Bygningen uden at kræve sær-

lige Foranstaltninger, der skulle tjene til at fæstne den. Man antager i Almindelighed, at en Tykkelse af 6 Fod god, fast Sand og af 6—12 Fod god Ler er i Stand til at bære en almindelig toetages Bygning. Det er altsaa klart, at det gælder om, naar et saadant Jordlag findes, ikke at svække det for meget ved at føre Fundamentet dybt ned i det.

Fundamentets Underflade bør dog altid ligge mindst 3' under Jordoverfladen ved Ydermure, for at ikke Frosten skal frembringe Bevægelser i Jordlaget under Fundamentet. Indermure, der ligge bedre beskyttede, kan man nøjes med at føre ned til $1\frac{1}{2}$ —2 Fod. I Regelen dannes det øverste Jordlag af Muldjord, der altid maa bortgraves, ikke alene under Murene, men ogsaa under hele Bygningen, da det indeholder en betydelig Mængde organiske Bestanddele, hvis nære Berøring med Bygningsdelene kunne virke skadeligt paa disse. Tykkelsen af dette Lag maa da tillægges den nødvendige Fundamentdybde.

Fundamentets Bredde bør afpasses efter Undergrundens Beskaffenhed og efter Tykkelsen af den Mur, der hviler derpaa. I Almindelighed gøres Fundamentets Bredde $1\frac{1}{2}$ Gange Murstammens Tykkelse. Er Fundamentet kun 3—4 Fod dybt, udføres det hyppigt i lige Tykkelse i hele Højden, Fig. 122, er det dybere, plejer man enten at aftrappe det opefter, Fig. 123, eller give Sidefladerne et vist Anlæg, Fig. 124. Ved Aftrapning, hvilket navnlig finder Sted ved Murstensfundamenter, aftager Tykkelsen for hvert Trin med i alt $\frac{1}{2}$ Sten; Aftrapningen maa ikke finde Sted i 2 paa hinanden følgende Skifter, da de frempringende Dele i saa Fald blive for svage. Kan Aftrapningen kun finde Sted til den ene Side, gøres Trinene $\frac{1}{2}$ Sten brede, for at man ikke skal komme til at tilhugge alt for mange Sten. For yderligere at styrke Murstensfundamenter er det gavnligt i visse Skifters Mellemrum at

indlægge 2, 3 à 4 tynde Baandjern paa langs af Muren, sammenhængende og i Cementmørtel. Enderne bøjes om Sten, indmurede i Forbandt.

Naar Udgravningen af Grunden er udført, anbringes uden for Bygningens Hjørner og Hovedskillerum Bukke af Træ, hvis Overkanter ligge i samme vandrette Plan, Fig. 125. Paa disse Bukke afsættes ved Savsnit Murenes Tykkelse og Fundamenternes Fremspring. Ved at spænde Snore mellem Mærkerne faar man Bygningens Hovedlinier, hvilke ved Hjælp af Lodsnores kunne føres ned i Grunden.

Til Grundsten i Fundamentet bør anvendes store Sten med flade Sider, i Regelen kløvede Granitsten, der formures i Ler- eller Cementmørtel. Paa den vel udjævnede Overflade opføres da det øvrige Fundament af særlig gode Materialer som Klinker eller haardbrændte Sten; til Formuring bør anvendes Cementmørtel, da almindelig Luftmørtel kun hærdner tilstrækkeligt under stadig Paavirkning af Luften.

Bedre er det at støbe hele Fundamentet i et sammenhængende Stykke af Beton; dannet af Murstensskærver vil et saadant Fundament i Regelen blive det billigste og godt. Er Jorden fast, vil man kunne give Udgravningen lodrette Sider og saaledes benytte den som Form under Støbningen.

Uden om Fundamentet brolægges Jordoverfladen i en Bredde af mindst 3 Fod. Brolægningen gives Fald fra Bygningen, og i den tildannes om fornødent en Rendesten.

Fundamentet føres i Regelen uforandret i Materiale og Byggemaade et Stykke op over Jordoverfladen indtil Stueetagens Gulv. Det Stykke, der ligger over Jorden, tjener som synlig Fod for den øvrige Mur og kaldes Murfoden eller Sokkelen. Murfoden begrænses gerne foroven af en Afsats, der siges at ligge i Sokkelhøjde.

Murfodens Højde maa af Skønhedshensyn rette sig efter den ovenover værende Murstammes; mindre end 12—18" bør den ikke være, for at ikke Stænkeregnet skal kunne naa op over det nedenfor omtalte isolerende Lag, der anbringes i Muren.

Tykkelsen er i Regelen $\frac{1}{2}$ til 1 Sten større end den ovenover værende Murs. Fremspringet fordeles paa begge Sider saaledes, at det dog ved Ydermure ikke gøres større end et Par Tommer udefter, men i øvrigt retter det sig efter Udstyrelsen af hele Bygningen.

For at hindre Fugtigheden fra Grunden i at trænge op i Muren anbringes et isolerende Lag, dannet af et Par Skifter Klinker, formurede i Cementmørtel 1 + 1, eller af Skiferplader, henlagte i Cementmørtel 1 + 1, saaledes at de dække c. $1\frac{1}{2}$ Tomme over hinanden, eller bedre et Lag Asfalt. Det isolerende Lag bør helst anbringes mindst 12" over Jorden.

Da Sökkelen er særlig udsat for Overlast, styrkes den paa forskellig Maade. Bedst er det at anvende naturlige Sten til den, hyppigt anvendes dog brændte Sten uden eller med Beklædning af naturlige. Anvendes Mursten, maa de yderste Lag være haardbrændte og skarpkantede. Beklædes med naturlige Sten, dannes disse af Granit, huggen eller kløvet, og anbringes da i eet ellet flere Skifter, i første Tilfælde som Løbere 5—6", Fig. 126 og 127, og i sidste Tilfælde som Løbere og Bindere. Tynde Stenplader kunne ogsaa anvendes til Beklædning; særlig godt beskyttede vilde de være, hvis der findes en Fodplade og en Dækplade, som de kunne støttes til ved at indlades c. 1" i dem, dog med et ringere Spillerum foroven for ikke at trykkes itu ved Sætning af Murværket, Fig. 128.

Ere Fundament og Murfod opførte af Beton, anvendes i Regelen en Stænkepudsning af Cementmørtel dannet af 1 + 2 og meget grovt Grus, der kastes paa uden Efter-

glatning i c. $\frac{1}{2}$ Tommes Tykkelse. Man kan ogsaa anvende en finere Cementpudsning, der efterglattes, men den staar sig ikke saa godt som Stænkepuds.

Den Flade, Platte, der foroven begrænser Murfoden, bør altid hælde udad og gøres muligst glat, for at Vandet let kan løbe af.

Ved de nævnte Fremgangsmaader giver man Murfoden et stærkere Præg end den øvrige Mur, hvilket passer godt til den Maade, hvorpaa den indtræder som Del i Facaden. Ved større Bygninger drages Murfoden med ind som et væsentligt Led i den hele ydre Fremtræden og kan da gives en rigere Udstyring og større Fremspring, se f. Eks. Fig. 30.

Kældermure. Skal Bygningen forsynes med Kælder, maa den mindste Dybde, hvortil Fundamentet kan føres ned, bestemmes af Kældergulvets Beliggenhed; under Kældergulvet lægges Fundamentet mindst 1—2 Fod. Man bør aldrig lægge Gulvet saa dybt, at det kan naas af Grundvandet, og er man i Nærheden af Havet, bør man tage særligt Hensyn til Stigninger af dette; thi at holde Kælderen i saa Fald kun nogenlunde tør er meget vanskeligt og kostbart. Kælderformurens Tykkelse afhænger af Facademurens, den maa i ethvert Fald være tilstrækkelig til at modstaa Jordtrykket, hvortil kræves en Tykkelse af $\frac{2}{7}$ af Jordens Højde. Ved større Bygninger er imidlertid Tykkelsen i Regelen større af Hensyn til det, de skulle bære. Vanskeligt er det at holde Fugtigheden fra at trænge ind i Kælderen gennem de Murdele, der støde umiddelbart op til en Bagfyldning af Jord. Man bør først sørge for, at denne Jord er af saadan Beskaffenhed, at den ikke holder paa Fugtigheden, men om muligt er vandstandsende. En god fast Blaalerspakning kan ofte hjælpe, men desuden beskytter man ofte Murens Yderside ved et Lag Asfalt eller Cement, der i Forbindelse med et vand-

standsende Lag i Muren ved Gulvet holder Jordfugtigheden ude. Bedre er det dog foran Kældermuren at opmure $\frac{1}{2}$ Stens Blænding af haardbrændte Sten i Cement; mellem Blændmuren og den egentlige Formur efterlades et isolerende Luftlag, hvilket man skaffer en passende Fornyelse ved at anbringe Aabninger foroven og forneden, Fig. 129.

For at tilføre Kælderen Lys og Luft anbringes der Vinduer i eller over Sökkelen, Fig. 129, 143; Maaden, hvorpaa Vinduesaabninger anbringes og udføres, vil senere blive omtalt. For yderligere at skaffe Lys ind i Kælderen kan der foran anbringes en muret Lyskasse, Fig. 129, hvorved Vinduesaabningens Underkant kan lægges saa dybt, man vil. Bunden i Lyskassen bør mures og maa gives et Fald udefter samt forsynes med en Rørledning til Bortførelse af Regnvand. For Sikkerheds Skyld maa disse Lyskasser overdækkes med Tremmeværk af Træ eller Jern. Som Beskyttelse mod Ydervæggens Kulde har man med Held anvendt $\frac{1}{4}$ Stens Indermur, opmuret i 2 Tommers Afstand fra Ydermuren paa et i Højde med Gulvet frem-springende Rulskifte. Det nødvendige Antal Bindere forbinder de 2 Mure.

Mure og Vægge.

De Mure, der begrænse Bygningen mod Gade, Gaard eller Have, kaldes i Almindelighed Facademure; i konstruktiv Henseende forstaar man ved Facademur en Ydermur, der bærer Etageadskillelsernes Vægt. I Modsætning hertil benævnes de andre Ydermure Gavle, Ende- eller Bagmure. De indvendige Mure, der bære Etageadskillelserne, og som i Regelen holdes parallelle med Facademurene, benævnes Længdeskillemure, de øvrige Tværskillemure. Mure, hvis Bestemmelse det er at hindre en

opstaaet Ilds Forplantelse fra en Del af Bygningen til en anden, kaldes Brandmure.

Ydermure maa have en Tykkelse, der yder Beboerne af Bygningen tilstrækkelig Beskyttelse mod Vejrliget, men Konstruktionen af dem er desuden afhængig af mange andre Forhold f. Eks. Bygningens og de enkelte Etagers Højde, Størrelsen og Beliggenheden af de enkelte Lokaler, Antallet af samt Formen og Anbringelsesmaaden for Vindues- og Døraabninger, den Maade, hvorpaa Belastningen overføres paa Muren m. m. For almindelige Beboelsesbygninger findes de for Konstruktionen af saavel Yder- som Idermure nødvendige Bestemmelser i de gældende Bygningslove, til hvilke der derfor henvises.

Bygningernes forskellige Mure opføres paa Fundamenterne.

Til Tværskillemure anvendes foruden Grundmur og Bindingsværk, i de senere Aar en Del det saakaldte Rabitsværk. Dette dannes af et stærkt Metaltraadsnet af galvaniseret Traad, der udspændes mellem Etageskillemurene, til hvilket det fastholdes ved Jernhager. Paa dette Net udkastes en Mørtel dannet af almindelig Kalkmørtel, tilsat omtrent $\frac{1}{7}$ Gips, noget Limvand og Fæhaar. Væggen pudses og behandles som andre Vægge og er overordentlig god. Da dette Rabitsværk har en meget stor Modstand mod Paavirkning af Ild, benyttes det ogsaa til Beklædninger, f. Eks. paa Tagfladers Inderside, naar der indrettes Beboelsesrum paa Loftet.

For at skaffe nogen Afveksling til Stede i en stor lodret Murflade anvendes mere eller mindre fremspringende Murdele, der kaldes Murlister og Baand.

Vandrette Lister anbringes hyppigt i Højde med Etageskillemurene, ligesom det er almindeligt at anvende en vandret Liste under samtlige Vinduer, en saadan kaldes en gennemgaaende Saalbænk. Vandrette Lister bør til-

dannes saaledes, at de let give Vandet Afløb fra Bygningen. Overfladen gøres derfor hældende udad, og for at det opsamlede Vand ikke langs Underfladen skal blive ledet tilbage til Muren, forsynes Underfladen med en Drypkant eller Vandnæse, Fig. 130—131. For at undgaa en Fuge i Sammenstødet mellem den øverste hældende Flade og Muren, hvilken Fuge altid vil give Anledning til Vandsamling og dernæst ved Frostens Hjælp vil kunne virke ødelæggende paa Konstruktionen, bør man give Dækstenene den i Fig. 132 viste Form, hvorved Fugen løftes over den farlige Linie.

For saa vidt Baandets Fremspring kun er $1\frac{1}{2}$ —2 Tommer kan det trækkes i Puds uden paa Muren, er det derimod større, maa det mures, og tilvejebringes ved Sten, der indmures i Forbandt med det øvrige Murværk, med eller uden Puds, Fig. 133. De i Fig. 9—11 viste Formsten, af hvilke ogsaa haves Bindere og Hjørnesten, benyttes til Baand. Den i Fig. 12 viste Formsten benyttes til et Rulskifte. Baandene bør helst dækkes med Skifer eller Metalplader, der ere forsynede med Vandnæser.

Murkronen eller *Hovedgesimsen*. Ligesom Sökkelen danner Murens Afslutning forneden, danner Murkronen eller Hovedgesimsen Afslutningen foroven. Den bidrager væsentlig til at give Bygningen et smukt Udseende, men har desuden en konstruktiv Betydning, idet den beskytter Muren mod den direkte Regn. Den udføres enten af naturlige Sten, fortrinsvis Sandsten, Kalksten og Kridtsten, Fig. 143, eller af brændte Sten, Træ og Metal; hyppigt anvendes brændte og naturlige Sten i Forening af økonomiske Hensyn. Murkronen dannes af flere Lister og Baand, som f. Eks. den i Fig. 134 viste fuldstændigere Murkrone, der foroven har en beskyttende Plade, der bæres af en Rendeliste; under Rendelisten findes to lige Lister og derunder den store Hængeplade; denne bæres af en Vulst og

en Hulliste, adskilte ved en lige Liste. Ved simplere Bygninger anvendes hyppigt alene et Tandsnit, eller Murkronen udelades saa godt som helt, især naar der anvendes udhængende Tag.

Undertiden anbringes en Opmuring, en saakaldet Attike oven over Gesimsen, den maa ikke springe frem foran Murstammen.

Skal Murkronen udføres af brændte Sten, maa den nødvendigvis dannes ved at krage de enkelte Skifter ud over hinanden, Fig. 135, hvorved det ikke bliver muligt at give hvert Skifte større Fremspring end højst $4\frac{1}{2}''$; det ønskede Profil tilvejebringes enten ved Formsten eller ved Tilhugning af almindelige Sten og dernæst forsyne disse med Puds. Til Formuring bør særlig god Cementmørtel anvendes, dels fordi Baandene blive stærkere, dels fordi de ere udsatte for forholdsvis megen Fugtighed. For lettere at opnaa store Fremspring af Murkronen, naar den mures af brændte Sten, lader man den undertiden bæres af indlagte Skiferplader, hvor Vægten kun er ringe; er Vægten større, benyttes Sandstens- eller Kalkstensfliser.

Trukne Baand og Gesimser udføres ved Hjælp af en Skabelon, Fig. 136, dannet af Træ og forsynet med en Jernplade, i hvilken selve Profilet er udskåret. Efter at der paa Muren er anbragt et Lag hydraulisk Mørtel i en Tykkelse og Bredde, der svarer til den færdige Liste, føres Skabelonen, styret forneden og foroven ved Hjælp af Lister, med en jævn, fast Bevægelse hen over Mørtelen og vil saaledes, naar det gentages tilstrækkelig mange Gange, danne Listen. Hjørner tildannes paa fri Haand ved Hjælp af Retskede, Vaterpas og Murske. I alle Tilfælde afglattes Overfladen særligt, og man bør altid bringe lidt Mørtel op ad den flade Mur, for at der ikke let skal danne sig en Vandsæk i Sammenstødet; paa Undersiden man de forsynes med en Drypkant eller Vandnæse.

Lodrette Lister eller Lisener anvendes næsten udelukkende af dekorative Hensyn, er Fremspringet større end 4—8", kunne de faa konstruktiv Betydning; de udføres paa lignende Maade, som omtalt for vandrette Lister.

Vindues- og Døraabninger.

Vinduesaabninger tjene til at give Lys og Luft Adgang til Lokalerne. Deres Form er i Almindelighed rektangulær med en lige eller buetformet Begrænsning foroven. Aabningens Højde afhænger af den indre Højde i det Lokale, der skal belyses, idet der maa være Plads til en tilstrækkelig stærk Bue eller Jernbjælke mellem Vinduesaabningens Overkant og Loftsbjælkerne; Højden er i Regelen $1\frac{1}{2}$ —2 Gange Bredden.

Vinduesaabningen begrænses forneden af Saalen, til Siderne af Vindueskinderne eller Kæberne og foroven af Styrtet.

Da Vinduesaabningerne i Regelen anbringes lodret over hinanden i de forskellige Etager, maa Trykkene fra de ovenover liggende Murdele overføres paa de mellemfaldende, gennemgaaende Murpartier, der kaldes Piller i Modsætning til den Del, der ligger mellem Etageadskillelsen og Vinduet, og som benævnes Blændinger.

Vinduessaaen lægges omtrent 2' 6" over Gulvbjælkerne Overflade, den saakaldte Brystningshøjde. Vinduesblændingen under den opmures i Regelen af $1\frac{1}{2}$ Stens Mur. Selve Vinduessaaen forsynes med en saakaldt Saalbænk, der kan dannes paa flere Maader; den skal tjene til at lede den i Vinduet samlede Fugtighed bort fra Bygningen. Overfladen af Saalbænken maa gives et Fald udefter, omtrent $\frac{1}{6}$ af Bredden, og Fremspringet foran Muren være 2—3 Tommer, ligesom den bør føres mindst et Par Tommer uden for Kinderne; disse Maal maa

i øvrigt rette sig efter Formerne i Facaden; Undersiden maa forsynes med Drypkant eller Vandnæse. Dannes Saalbænken af en naturlig Sten, Fig. 137, bør denne, for at undgaa en Fuge i Sammenstødet mellem den skraa Overflade og Vindueskarmen, tildannes som vist i Figuren. Ved Anbringelsen indmures den først for Enderne, hvor den hviler paa Pillerne, medens den maa ligge frit i Vinduesaabningens Bredde. Den derved opstaaede Fuge under den tilmures først, naar Pillerne have sat sig. Iagttoges ikke denne Forsigtighedsregel, vilde man let udsætte sig for, at Stenen sprang ved den ulige Sætning af Piller og Blændinger. Hyppigt dannes Saalbænken af et Rulskifte af haardbrændte Sten, Fig. 138, der kan pudses med Cement, hvorved det faar Udseende af en naturlig Sten; anvendes ikke Puds, gør man bedst i at anvende Formsten. Til Saalbænk anvendes ogsaa Plader af Skifer, Støbejern eller Zink. Skiferpladerne, Fig. 139, have paa langs af Undersiden en Rille, hvorved dannes en Vandnæse; for at hindre Vandet i til Siderne at løbe ned ad Muren forsynes de ofte paa Overfladen med en lille Rille paa tværs af Pladen ved hver Ende. Støbejernspladerne, Fig. 140, have foroven og forneden en ombøjet Kant og Riller paa tværs af Overfladen; Rillerne samle Vandet, hvorved det lettere løber af. Ved Anbringelsen maa Pladerne gaa ind under Fodstykket i Vindueskarmen.

Vindueskinderne. Den forreste Del af Kinderne omslutter Karmen og bør til Støtte for denne forsynes med et Anslag. For at lette Lyset Adgang aabne Kinderne sig noget indad, hvorved dannes Vinduessmiget. Udvildelsen kan have $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{6}$ Anlæg og fortsættes i Lokalet helt ned til Gulvet. Dannes Vindueskinderne af naturlige Sten, udarbejdes Anslaget i disse, Fig. 137.

Styrtet dannes af en Murbue eller Stik, naar der ikke overdækkes med en eneste tilhuggen Sten. Benyttes en

naturlig Sten, maa der over denne mures en Aflastningsbue, se Fig. 79, der dog bør gribe ud over Enderne af Stenen, og Aabningen imellem denne og Stenen først udmures, naar Pillerne have sat sig. Styrkets lodrette Begrænsning ind i Lokalet gøres saa godt som altid bindig med Pillernes Bagside. Er Afstanden mellem Vinduesaabningens Overkant og Underkanten af Loftsbjælkerne saa stor, at der kan slaas en Bue af tilstrækkelig Styrke til at bære Bjælkerne, kan Styrkets Bue slaas mellem Pillerne i disses fulde Tykkelse og bliver da en Slags kort, konisk Hvælving med en vandret eller stigende Slutstenslinie. Kan Buen ikke faa saa stor Styrke, at den kan bære Bjælkerne, maa disse om fornødent udveksles, men man bør dog forlænge Stikket helt bagud, naar dette har Bueform. Er Styrket vandret, dannes den bag Karmen værende Del af Styrket hyppigt af en saakaldet Vinduesplanke, Fig. 138, der dækker over fra Pille til Pille, og som undertiden, mindre heldigt, benyttes i Stedet for Veksler til at bære Bjælkerne.

Af Hensyn til Udseendet forsynes Vinduesaabningerne med en Indfatning, der kan mures af Formsten, se Fig. 13 og 14, eller dannes i Puds, paa samme Maade som Lister og Baand, eller af hugne Sten, Fig. 141.

Døraabninger konstrueres ligesom Vinduesaabninger, idet Tærskelen her træder i Stedet for Saalbænken, Højden af Aabningen er omtrent det dobbelte af Bredden og maa mindst være c. $6\frac{1}{2}$ Fod. Aabningerne til enkeltfløjede Døre ere c. $3\frac{1}{4}$ Fod brede, til dobbeltfløjede c. 4—5 Fod. Tærskelen dannes bedst af en naturlig Sten, Fig. 141—142, men som oftest ved indvendige Døre af en Trækonstruktion, der danner en Del af Trækarmen. Aabningen bør foroven begrænses af et Stik; under Stikket henlægges i Regelen ved Døre i Indermur en Dørplanke, der bør gaa 6—9 Tommer ind i Murværket paa hver

Side, og Stikket gribe ind over den. Ved tykkere Mure maa Døraabningen forsynes med Smig, for at Dørfløjene kunne slaas helt op. Navnlig ved udvendige Døre anvendes Indfatninger tilvejebragte ved Puds, Formsten, støbte Sten eller naturlige Sten, Fig. 141, 142.

Opførelse af Murene. Paa det lagte Fundament opføres Murene alle samtidig, for at der ikke skal opstaa uensartede Sætninger. For nøjagtigt at erholde den rigtige Etagehøjde, er det hensigtsmæssigt at afsætte den paa en Lægte og inddele den i et vist Antal Skifter, for almindelige Sten omtrent 10 Skifter pr. Alen; ved disse Maallægter samt ved Lod og Vaterpas tages Hjørnerne op, det vil sige, man murer paa hvert Hjørne nogle Skifter op med Aftrapning til hver Side af Hjørnet. Ved lange Murflugter tager man desuden paa eet eller flere Steder en Ort op, det vil sige et kort Stykke Mur med Aftrapning til begge Sider, hvilket udføres paa lignende Maade som Hjørnerne. Ved imellem Hjørnerne og Orterne at udspænde Flugtsnore, der anbringes saaledes, at de for hvert Skifte angive de Linier i Murens Yderflade, i hvilke Stenenes Overkant skal ligge, kunne nu de mellemliggende Dele af Muren opføres. Alle Fuger bør være godt fyldte, og der bør ikke paabegyndes noget nyt Skifte, før det sidst formurede paa god Maade er udfyldt i alle Fuger. I Murflader, der tænkes pudsede, bør Fugerne udskæres med Murskeen til passende Dybde, for at Pudse- eller Fugemørtelen kan faa noget at binde sig fast i. Buer i Murene udføres samtidig med disse; Hvælvinger i Kælderrum udføres først, naar Bygningen er bragt under Tag. Vindues- og Dørkarme bør ikke indsættes under Opførelsen; gør man det, vil Murværkets Sætning ikke frit kunne foregaa for Blændingernes Vedkommende, og der vil derfor let kunne opstaa Revner i Murværket, ligesom Karmene ville blive udsatte for et Tryk, som de ikke ere konstruerede

til at modtage. I Fig. 143 er vist et Snit gennem en Bygnings Facademur.

Behandling af Murenes Overflade.

Fugning. Behandlingen af Overfladen gaar her ud paa at vise Murforbindelsen saa klart som muligt. Naar Muren skal fuges, maa man for hver Stilladshøjde udskære eller udkradse Fugen med Murskeen. Ved Murværk med Cementmørtel bør man altid fuge straks; ved Luftmørtel fuger man først, naar Muren er bleven nogenlunde tør. Forinden Fugningen renses Fugen og befries for Støv ved en fugtig Pensel, derpaa indbringes Fugekalken, der er en noget bedre, ofte lidt hydraulisk Mørtel, den presses godt ind i Fugen, og dens Overflade tildannes med et Jern og glattes omhyggeligt. I Fig. 144 er vist skaarne Fuger, i Fig. 145 Hamborger Fuger og i Fig. 146 kehlede Fuger.

Samtidig med Fugningen renses Facadestenene for Kalk og Mørtelpletter, man kan hertil benytte stærkt fortyndet Saltsyre eller Eddike.

Afskuring anvendes, naar Stenene ere mindre skarpkantede, og forudsætter en plan Murflade. Muren bekastes, efter at Fugerne ere fyldte med Mørtel, med en tynd Mørtel og skures med en Mursten over det hele, hvorefter afkastes med Vand, og samme Proces gentages, indtil det hele er plant.

Berapning udføres ved at bekaste Muren med et tyndt Mørtellag, der skræbes med Murskeen. Den berappede Mur kan afkastes, det vil sige stryges med en vaad Kost.

Pudsning anvendes indvendig i alle bedre Lokaler og udvendigt paa Facader som Dekorations- og Konserveringsmiddel, naar man murer med mindre smukke Sten. Puds

giver Murene større Lunhed. Sædvanligt anvendes Pud-sning i Lod, hvor man først af Puds danner Striber, Lærere eller Ledere, hvis Overflade ligger i Plan med den endelige Murflade, og hvis indbyrdes Afstand ikke er større, end at en Retskede kan naa fra den ene til den anden; i de derved dannede Felter indkastes Mørtel i 2—3 Lag, Kast; hvert Lag aftrækkes med Retskeden; naar dette Underlag er bleven nogenlunde hærdnet, paaføres med Optrækkebrættet et federe Mørtellag, som glattes med et Rivebræt, der, naar Pudsen skal være meget jævn, forsynes med en Filtplade, og man siger da, at Muren filses.

Skal Pudset være glat, kan den glittes med en Staalplade.

Den anvendte Mørtel maa hverken være for fed eller for mager. Er den for fed, faar den let mange fine Revner og bliver tilbøjelig til at falde af; er den for mager, bliver Pudsen ikke fast nok og rives let af. For at modarbejde Svindingen kan der i Mørtelen indblandes lidt brændt og pulveriseret Gips, men Udtørringen foregaar da langsomt.

Til udvendig Pudsning bør man ikke anvende almindelig Luftmørtel alene, men tilsætte noget hydraulisk. De pudsede Flader maa ikke straks udsættes for Frost eller for hurtig Udtørring, hvorfor Arbejdet helst maa udføres om Foraaret eller om Efteraaret. Pudsen bør ikke anvendes i tykkere Lag end $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ " ; den lader sig aldrig varigt anvende paa Mure, i hvilke Fugtigheden fra Jorden kan trænge op.

Skal Træværk pudsas, maa der først paa Træet dannes en ru Flade, hvortil Mørtelen kan fæste sig. Dette sker i Almindelighed ved at anbringe et Lag Rør paa tværs af Træets Fibre. Er det en større Flade, der skal pudsas, som f. Eks. et Loft, Fig. 147, anbringes Rørstængler, Gipsrør, c. $\frac{3}{8}$ Tomme tykke i en omtrent lige

saa stor Afstand indbyrdes, jævnt og tæt over hele Fladen, med vekslende Top- og Rodender. Rørene holdes paa Plads ved under dem at trække vel udglødede Jerntraade i 5—6" indbyrdes Afstand. Traadene holdes atter for hver 4 Tomme af et Rørsøm. Maa Rørene stødes sammen efter Længden, sker dette ved at lade dem gribe et Par Tommer over hinanden midt paa et Bræt, og der anbringes en Traad c. 1" fra Enden. Den saaledes tilvejebragte ru Flade kan nu pudses paa almindelig Maade, idet en almindelig Kalkmørtel kastes ud i den; naar Mørtelen har fæstnet sig til en halvtør Masse, aftrækkes den med det store Rivebræt. Det hele hvidtørres dernæst, og Pudsen trækkes paa ved Hjælp af Optrækkebrættet, paa hvilket man lægger den Kalkmørtel, der skal paaføres Loftet, først den grovere Mørtel, senere den finere yderste Skal, der da behandles ligesom ved Pudsning i Lod. Røring af Brædevægge foregaar paa samme Maade som ved Lofter; ved Stolper sættes der en lille Stribe stiv Hvidtekalk op langs ad Stolperne for deri at fastholde de korte Stykker Rør, hvis Ender maa gaa mindst 1 Tomme ud over Stolpen. De fastholdes derefter ved udglødede Jerntraade som foran. Lofter og Vægge kunne ogsaa røres med Rørvæv.

En pudset Mur kan atter enten hvidtes, farves, males eller tapetseres.

Hvidtning udføres ved at overstryge Væggen 2—3 Gange med Kalkmælk ved Hjælp af en Kost. I Kalkmælken kan man blande lidt Indigo, der giver den hvide Farve et blaat Anstrøg.

Kalkfarvning opnaas ved at tilsætte Farvestoffer til Kalkmælken. Limfarve kan kun bruges indvendigt, da den ikke kan taale Fugtighed.

Oliefarve anvendes ligesom Limfarve umiddelbart paa Pudsen, efter at denne er bleven tør. Paa Cement binder

Oliefarve ikke godt; den binder bedre dertil, naar Cemen-ten i Forvejen har været afvadsket med Eddike eller fortyndet Saltsyre.

Etageadskillelser.

Skal Etageadskillelsen dannes udelukkende af Sten, maa den bygges som en Hvælving; dette forekommer dog meget sjældent i den almindelige Husbygning, hvor den bærende Del af Etageadskillelsen som oftest dannes af Jern eller Træ. Det er da navnlig i Forbindelse med Jernbjælker, at Stenmaterialet anvendes, dels som Kapper mellem Bjælkerne, dels som Gulv og Loft.

Kapperne, Fig. 104, bygges som tidligere omtalt. De dannes af almindelige Sten, Hvælvsten eller hule Sten, men de kunne ogsaa støbes af Beton eller dannes af Monierværk, Fig. 149. Rummet over Kapperne indtil Bjælkernes Overflade udfyldes med Sand- eller Slaggebeton, og herpaa anbringes da det egentlige Gulv.

Stengulve kunne fremstilles efter Omstændighederne af brændte eller naturlige Sten, af Mørtel, Beton, Rabits- og Monierværk eller lignende.

Til Gulve af enkelte Sten benytter man enten almindelige, godt brændte Mursten eller Murstensfliser, eller nogenlunde tilhugne, naturlige Sten eller Plader af sidstnævnte Materiale. Stenene lægges paa det faste Underlag i Sand eller Mørtel; Fugerne kunne udstøbes med Mørtel.

Til Murstengulve bør benyttes haardbrændte Sten eller Klinker. De kunne enten sættes paa Højkant eller lægges paa Fladen. Ved at sætte Stenene paa Højkant, Fig. 150, faas en stor Tykkelse at slide paa; men den enkelte Sten sænker sig let, naar Sætningen ikke har været omhyggelig. Dette kan modarbejdes ved først at lægge et Lag Sten paa Fladen i Mørtelseng og herpaa sætte et Lag Sten paa Højkant i Sand.

Lægges Stenene paa Fladen, anvendes i Regelen 2 Lag med et tyndt Sandlag imellem; Stenene lægges i Forbandt, Fig. 151—152.

Skal Gulvet være særlig lunt og let, kan man benytte hule Mursten, se Fig. 1.

Som ovenfor omtalt kan man ogsaa til Gulve benytte Murstensfliser, se Fig. 5—8. De lægges bedst i Mørtelseng paa følgende Maade. Paa den planerede og stampe Undergrund lægges et Par Tommer tykt Sandlag; herpaa breder et 1—1½ Tomme tykt Lag hydraulisk Mørtel, i hvilket Fliserne nedtrykkes, saa at de ligge tæt op til hinanden og saaledes, at Gulvet faar en plan Overflade. Fugerne udgydes med hydraulisk Mørtel.

Fliselægning bruges navnlig til Gulve, der ofte skulle vadskes, som i Køkkener, Badeværelser, Latriner, Vestibuler og Forværelser. Eksempler paa Fliselægning ere viste i Fig. 167.

Lægges Flise- eller Murstensgulve paa et Træunderlag, maa de have et vandtæt Underlag.

Naturlige Sten benyttes enten som Brosten eller som Fliser.

Brolægning anvendes især paa Veje, Broer og Gader, omkring Bygninger, paa Gaardspladser og i det hele taget til udvendige Gulve. Inde i Bygninger bruges Brolægning i Lokaler, der ere under lignende Forhold, saaledes i Stalde, Gennemkørsler, Magasinrum, Kældere og lignende. Til Brosten benyttes ens store, haarde og slidstærke Sten med en Overflade af mindst 4" og med en mindst lige saa stor Højde. Stenene sættes i et 8—12 Tommer tykt Sandlag omtrent 1—1½ Tomme over den endelige Højde; de sættes i Rækker med gennemgaaende Længdefuger paa tværs af Færdselens Retning og med vekslende Tværfuger. Brolægningen stødes med Stempler ned i den endelige Højde. Skal Vand let kunne løbe af, gives Bro-

lægningen et Fald paa c. $\frac{1}{40}$ til Rendestene, der samle og bortføre Vandet. Rendesteneene gives et Fald paa c. $\frac{1}{400}$, naar de ere satte af Brosten.

Stenfliser have en Tykkelse af $\frac{1}{2}$ —3 Tommer. De lægges ligesom Murstensfliser i et Sandlag.

Gulve af Ler kunne fremstilles ved paa den faste Undergrund at henlægge Klumper af fedt, fugtigt Ler; Klumperne udtrædes, saa det hele danner et Lag af 5—6 Tommers Tykkelse. Naar Overfladen begynder at tørre, slaas Laget med Trækøller i alle Retninger, til Overfladen er bleven glat og fast. Efter Forløbet af et Døgn begynder den at vise fine Revner, disse lukkes ved en ny Stampning og saa fremdeles, indtil Gulvet er bleven fuldkommen tørt og viser en uforanderlig Overflade.

Betongulve anvendes i Lokaler, hvor man ønsker et stærkt Gulv, og hvor Undergrunden er noget fugtig, De maa ikke anvendes, hvor de ere udsatte for Stød eller stærke Slag eller foran Ildsteder, hvorfra Gløder kunne falde ned paa Gulvet.

Betonen anbringes paa et 4—8 Tommer tykt Sandlag og gøres i Regelen 4—6 Tommer tyk. Det paaføres i eet Lag og stemples godt; Overfladen forsynes med et $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Tomme tykt Lag Puds af Mørtel, dannet af 1 Del Cement og 1—3 Dele Sand. Betongulve kunne ogsaa dannes ved først at anbringe Skærvlaget og stampe det fast, hvornæst Mørtelen gydes over. Naar Mellemrummene ere godt fyldte, paaføres Pudsemørtelen, og Gulvet pudses straks. Til Gulvene anvendes i Regelen Murstensskærver, men det bør foretrækkes at anvende Granitskærver, da disse Gulve ere mere tørre og uigennemtrængelige for Vand.

Gulve af Rabitsværk, Fig. 103, eller Monierværk, Fig. 148, anbringes umiddelbart ovenpaa Bjælkerne; dannes Kapperne af Monierværk lægges Gulvet gærne af Cement-

mørtel, Fig. 149. Naar disse Gulves Overflader ere pudse og tørrede kan man anbringe Linoleum paa dem.

Asfalt lægges paa en Undergrund af Mursten, Beton eller almindelige Brosten; den udstøbes blandet med 1—2 Dele groft Sand eller Grus i et Lag af $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Tommes Tykkelse; den glattes med varme Jernlinealer.

Estrikgulve dannes ved paa et 3—4 Tommer tykt Betonlag at udbrede et c. $1\frac{1}{2}$ Tomme tykt Lag hydraulisk Mørtel og heri nedtrykke Marmor- eller Stenskærver af forskellig Farve; naar det hele er hærdnet, afslibes Gulvet og poleres.

Lofter dannes i Regelen af Rabits- eller Monierværk. Fig. 153, men kunne ogsaa dannes af brændte eller støbte Sten som i Fig. 148.

Tagværker.

Tagværker udelukkende af Sten dannes som Hvælvinger, hvis Overflade indrettes saaledes, at Tagdækningen let kan anbringes. Disse Tagværker forekomme sjældent i den almindelige Husbygning, hvor Sten i Regelen kun anvendes som Tagdækning.

Af et godt Tag forlanger man fuldstændig Tæthed mod Regn og Sne, godt Afløb for Regnvandet, tilstrækkelig Styrke til at kunne modstaa selv stærke Storme samt Brandfrihed, i alt Fald i saa høj Grad, at det kan taale Paavirkning af Ild udvendig fra. *Teglstens-* og *Skifertage* anses for brandsikre.

Anvendes *Tagsten*, Fig. 15, maa Anlægget af Hensyn til et godt Afløb af Vandet ikke være mindre end $\frac{3}{2}$, d: Tagfladens lodrette Højde maa mindst være $\frac{2}{3}$ af dens vandrette Bredde. Stenene lægges paa Lægter, der ere sømmede til Spærene. Lægter, der ere $1\frac{1}{2} \times 2$ Tommer, ere passende for en Spærafstand af c. 3 Fod, Lægte-

vidden, 3: Afstanden imellem Lægterne, er 10—11 Tommer. Stenene ville da dække 4—3 Tommer over hinanden; der anbringes en Lægte foroven tæt ved Tagryggen og en forneden lige ved Tagskægget, de øvrige fordeles derimellem, dog saaledes, at den næstnederste er rykket lidt tættere til den nederste, Fig. 154.

Ophængningen af Stenene begynder forneden midt paa Taget, og der inddækkes paa begge Tagflader paa een Gang. Naar Gavle og Skorstene ere opførte, indhugges eller sammenhugges Stenene, 3: Stenene udklinkes paa 2 modstaaende Hjørner, for at man ikke nogetsteds skal faa 4 Lag over hinanden. Stenene lægges nøjagtig ind i lige Linier ved Hjælp af Snor. Sluttelig understryges Taget med Mørtel, hvortil der helst maa være sat noget Cement. Paa sine Steder saasom ved Tagskægget, Tagryggen, ved Grater o. s. v., maa Tætningen foretages udvendig fra og kaldes Forskælling. Understrygningen bør ikke foregaa i den varme Sommertid, da Udtørringen da foregaar for hurtigt, men helst Foraar og Efteraar. Ved god Understrygning fordres, at Partiet mellem Nakkerne er fuldt, næsten lige udsat og afskaaret, at Kanterne ere lige, og Tagstenene ikke tilsmurte uden for de Steder, hvor Fugen er. Hvor Taget støder op til en Mur, f. Eks. en Gavl, maa Tagstenene for Tætheds Skyld indlades noget i denne, eller Muren udkrages over dem; Ryg og Grater dækkes enten med Rygningssten, der kun have een Krumning eller med almindelige Tagsten; de bør i den ene Ende fastnagles med Søm og paa udsatte Steder fastholdes forneden med Hager af Jern, Fig. 155—156. Indspringende Render, Skotrender, beklædes bedst med Metalplader, der anbringes paa en mellem Spærene indsænket Brædeforskælling, og som bør gaa et passende Stykke ind under de nærmeste Sten. Er Taget udhængende, bør der

paa den udhængende Del anbringes en Beklædning under Lægterne for at hindre Vinden i at løfte Stenene af.

Anvendes *Skifer*, Fig. 157, kan Anlægget være $\frac{5}{2}$. Herhjemme benyttes til Dækning Skiferplader, der almindeligst ere 20—24 Tommer lange og 10—14 Tommer brede. I Almindelighed anvendes Dobbeldtækning, og Lægtevidden bestemmes da saaledes, at hver Sten kommer til at hvile paa 3 Lægter; den hviler med et Stykke paa c. $\frac{1}{2}$ " Længde paa den øverste Lægte og gaar ud over den anden under den lagte Plade. Hver Sten fastsømmes med 2 galvaniserede Søm til Mellemlægten tæt over den underliggende Plades Overkant. Ved Naglingen bør Stenen aldrig komme til at være i Spænding; thi derved vil den let knække over ved Bevægelser i Taget. Hvor Skifertage støde til Skorstene eller Mure, bør der indlægges Zinkplader med opstaaende Kant, der kan vise Regnvandet bort fra Murværket. Tagryg og Grater dækkes med Sten af særegen Form, se Fig. 16, eller med Metal. Det er heldigt ogsaa at understryge Skifertage med Cementmørtel eller med en Blanding af Kalk og Cementmørtel.

Foruden Tagsten og Skifer kan man til Dækning af Tage benytte Glas, enten i Form af almindelige Tagsten eller i Plader.

Sluttelig skal kun bemærkes, at naar Skorstene føres igennem Taget, maa Vangerne udkrages saaledes, at de dække et Par Tommer ud over Tagdækningen.

Trapper

tjene til Forbindelse mellem de forskellige Etager i en Bygning samt til at forbinde Bygningen med det udenfor liggende Terrain. Man skelner mellem udvendige eller Fritrapper og indvendige Trapper, der ligge under Tag i Trapperum eller Trappehuse. Trappens lige

store Afsatser kaldes Trin; Trinnets Højde eller Stigningen er den lodrette Afstand mellem 2 Trinoverflader. Trinnets Grund er den vandrette Afstand mellem 2 paa hinanden følgende Trins Forkanter. Stigningsforholdet er Forholdet mellem Trinnenes Grund og Højde.

En uafbrudt Række Trin kaldes et Løb. Trapper kunne enten have et enkelt, lige eller krummet Løb, eller de kunne være brudte i flere, der bør være adskilte ved mellemfaldende Reposer eller Podester. De enkelte Trin understøttes paa Siderne af Trappemure eller Trappevanger. Den fri Afstand mellem Trinnenes Understøttelser kaldes Trappens Bredde; den bør mindst være $2-2\frac{1}{2}$ Fod.

For at Trappen kan være bekvem at bestige, maa ethvert Trins Højde ikke være større end højst $7-7\frac{1}{2}$ Tomme, mindre Højde end $4-5$ Tommer benyttes ikke. Bedst vælger man en Trinhøjde, der er 6 Tommer eller ikke meget forskellig derfra. Det er endvidere klart, at Trinnets Bredde ogsaa har Indflydelse paa Bekvemmeligheden. Kaldes Højden h og Bredden b , kan man til Bestemmelse af Stigningsforholdet benytte nedenstaaende Formler:

$$b + 2h = 24 \text{ Tommer,}$$

der passer for Trinhøjder mellem $5\frac{1}{2}$ og $7\frac{1}{2}$ Tomme. For stejle Trapper anvendes Formlen:

$$b h = 72,$$

hvor b og h ere udtrykte i Tommer.

For en meget lav Trinhøjde anvendes Formlen:

$$b + h = 18 \text{ Tommer.}$$

Til ethvert Løb gives Reposerne mindst samme Bredde som Trapperne og en Længde lig Løbets Bredde. En Trappe bør for hvert 13de—15de Trin have en Repose.

Er Trappens totale Højde givet, vælges først en pas-

sende Trindhøjde; denne divideres ind i hele Højden; det nærmeste hele Tal giver da Trinneses Antal, og dette Tal divideret ind i Trappeløbets Højde, giver den endelige Trindhøjde.

Er Trappeløbets vandrette Længde givet at skulle være L, skal Ligningen

$$L = b (n-1)$$

være tilfredsstillet, naar n betegner Antallet af Trin; thi det maa erindres, at Reposen tæller som et saadant.

I Forbindelse med en af de 3 forannævnte Ligninger bestemmes nu b og h.

Trapper af naturlige Sten. Af naturlige Sten kan man let konstruere en Trappe ved at danne hvert Trin af een Sten, som understøttes for Enderne af Mure og hviler med $1\frac{1}{2}$ —2" paa den nedenunder liggende. Trinneses Tværsnit kan være et Rektangel, Fig. 158; hyppigt giver man dog Forkanten et Fremspring paa indtil $1\frac{1}{2}$ ", Fig. 159. For at undgaa, at Fugen imellem 2 Trin let ødelægges af Vand i Forbindelse med Frost, kan man give Stenene den i Fig. 159 viste Form. Underfladen kan ogsaa tildannes efter en Plan parallel med Løbet; Fugerne maa da, for at undgaa spidse Vinkler, staa lodrette paa denne Plan og være 2—3" brede, Fig. 160.

Den simpleste Konstruktion for en toløbet Trappe er at lade Trinnene hvile med den ene Ende i Ydermuren og med den anden i en midt i Trapperummet opført Mur. Støttmuren behøver ikke at være massiv, men kan gennembrydes paa forskellig Maade, Fig. 161, og Aabningerne dækkes da med Buer. Reposen dannes bedst af en større Sten, der indmures godt langs Kanterne og i Støttmuren; har man ikke en enkelt, tilstækkelig stor Sten, kunne ogsaa 2 sammenfalses. Har man kun tynde smaa Sten til Raadighed, underhvælves den bedst med et Par Krydshvælvinger, hvorpaa Reposestenene lægges i Cement.

Den indre Støttemur kan udelades; i saa Fald er det nødvendigt at sikre Trappens øverste og nederste Trin et aldeles fast Leje. Det nederste Trin lægges paa et muret Fundament og indmures 9—12 Tommer i Muren; de øvrige Trin indmures 4—6 Tommer i Ydermuren og hvile med 3—4 Tommer paa det nedenunder liggende. Naar Trinnene kun hvile i Muren med den ene Ende, forsynes de ofte i den anden med en Stenvange, der kan udarbejdes i eet Stykke med Trinnet, men som i Regelen bestaar af selvstændige, lange Stenstykker. Ved Opførelsen blive først Trinnene, saa Reposepladerne, sidst Vangerne anbragte.

Trapper af Sten anvendes her i Landet endnu hovedsagelig kun som Fritrapper, der kunne give Adgang til Indgangsdøren fra een, to eller tre Sider, Fig. 162—164. De kunne bygges som ovenfor angivet. Det øverste Trin bør ligge i Højde med Etagens Gulv og være bredere end de øvrige, saa at der her dannes en mindre Repose. Fritrapper maa hvile paa et godt Fundament, der bør opføres samtidig med Bygningens, for at det kan have Tid til at sætte sig, forinden Trinnene anbringes. Er Trappen ikke bredere end 8 Fod, kan hvert Trin dannes af een Sten, og man behøver derfor kun to Støttemure til at bære Trinnenes Ender, dog faar desuden det nederste Trin et Fundament. Bliver Trappen bredere, maa Trinnene yderligere understøttes under Midten med en Støttemur, der bør være et Par Fod bred, for at Trinnenes Stød paa den kunne veksle noget. Trinnene bør holdes fast indad ved i Stødfugen at indsætte Metalankre eller ved i Underkanten at indlægge Klammerankre, Fig. 165, der baade holde sammen efter Trinnets Længde og holde Trinnet indad. Fritliggende, synlige Klamrer bør aldrig anvendes. Undertiden underhævelles Løbet helt, hvilket navnlig er Tilfældet, naar Trappen støbes helt af Beton. Af Hensyn til at skaffe Vandet frit Afløb gives Trinnene en ringe Hælding udad.

Skal en indvendig Trappe anbringes, og er Pladsen meget indskrænket, kan man bygge den som en Vindeltrappe med Spindel. Fig. 166.

Hvælvede Trapper. Disse Trapper kunne konstrueres enten ved at underhælte hvert Trin for sig eller ved at underhælte hele Løbet.

Underhæltes hvert Trin, maa Stenene, der bruges hertil, helst være kileformede og saa lette som muligt. For hvert Trin slaas en Bue, der overmures vandret og dækkes med flade Sten eller Cementmørtel; Formuringen begynder fra neden, og hvert Trin hviler med et Par Tommer paa det foregaaende. Denne Bygningsmaade er især anvendelig ved Vindeltrapper.

Underhæltes hele Løbet, kan det ske enten ved en stigende Bue, Fig. 167, med Støtte foroven og forneden, eller ved en stigende Tønde- eller Kappelhælvning, der fordrer Støttemur paa Siderne, Fig. 168, eller med en Kryds-hælvning, der kan nøjes med Understøttelse fra Piller i de indvendige Hjørner og i øvrigt støtter sig mod Omfatningsmurene. Hvor Støttemure ere nødvendige, kan selvfølgelig den indvendige godt gennembrydes paa forskellig Maade eller erstattes med stærke Gjordbuer, slagne mellem Piller i de indvendige Hjørner og mellem disse og Omfatningsmurene.

Hvælvingerne behøve i Regelen kun at have $\frac{1}{2}$ -Stens Tykkelse; Trinnene maa ikke belaste mere end nødvendigt, hvorfor de bedst dannes af hule Sten. Stødtrinnet, den lodrette Del, mures af Sten paa Højkant, Fodtrinnet eller Sættrinnet, den vandrette Del, kan mures af Sten paa Fladen eller dækkes af en Stenplade eller Træplade.

Reposerne underhæltes med flade Kapper, Kryds- eller Kuppelhælvninger.

I Fig. 169 er vist en Trappe med Monierhælvninger, Betontrin med Fodtrin af Egetræ. Disses saavel som Rækværkets Anbringelsesmaade er vist i Fig. 170.

Trapper kunne ogsaa dannes af Sten og Cementmørtel uden Anvendelse af Hvælvinger eller Buer. Trappen opnaar da den fornødne Styrke ene og alene derved, at Cementmørtelen hærder til en saa fast Masse, at Trappen paa en Maade kan betragtes som forfærdiget af en eneste stor Sten. Saadanne Trapper kunne udføres af almindelige Mursten og $\frac{3}{4}$ Stykker. De støttes til Siden af Vangemure.

Formuringen maa foregaa paa Lærebuer, der først kunne borttages, naar Mørtelen er hærdnet.

Ved Stentrapper bør ikke benyttes Stenarter, der let slides glatte eller ere saa bløde, at de let slides hule. Ved Trapper, der benyttes stærkt, bør Formen i Forkanten gøres saaledes, at man med Lethed i Aarenes Løb kan indlægge ny Slidplader, og Stenenes Tykkelse og Bredde bør være saaledes, at den nødvendige Udhugning kan foretages uden at svække hele Trappens Soliditet.

INDHOLD.

	Side
Indledning	7
Materialer	8
Byggesten	8
Raa eller naturlige.	
Granit	8
Flint	
Sandsten	
Skiifer	
Kalksten	
Sand	10
Kunstige.	
Mursten	10
Almindelige Mursten	10
Munkesten	
Skillerumssten	
Glaserede Sten	
Lette Mursten	
Hule Mursten	
Klinker	
Ildfaste Sten	
Fliser	
Formsten	
Luftsten	
Tagsten	14
Sandsten	
Cementsten	
Dræns- og Ledningsrør	
Glas	

	Side
Bindemidler	15
Luftmørtel	17
Vandkalkmørtel }	19
Trasmørtel }	
Cementmørtel }	
Lermørtel }	21
Gipsmørtel }	
Stukmørtel }	
Asfalt }	22
Stenkit }	
Stenforbindelser	23
Støbt og stampet Murværk	23
Mure af stampet Ler	23
— „ Kalkmørtel }	24
Betonmure }	
Almindeligt Murværk med Lejeflader	26
Murværk af raa og kløvede Sten	26
— „ hugne Sten	27
— „ brændte Sten	29
Hvælvingsmurværk	38
Murbuer	39
Egentlige Hvælvinger	44
Tøndehvælvingen	44
Kappehvælvingen	47
Krydshvælvingen	49
Stjernehvælvingen	52
Klosterhvælvingen	53
Kuppelhvælvingen	54
Den bøhmiske Kappehvælving	56
Bygningsdele	57
Fundament	57
Mure og Vægge	62
Vindues- og Døraabninger	66
Behandling af Murenes Overflade	70
Etageadskillelser	73
Tagværker	76
Trapper	78

Fig. 1

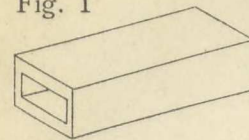


Fig. 2

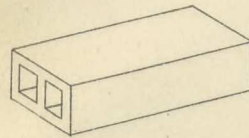


Fig. 3

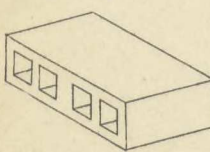


Fig. 4

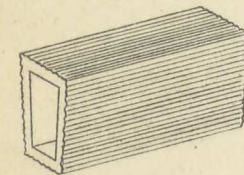


Fig. 5

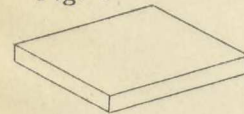


Fig. 6

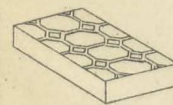


Fig. 7

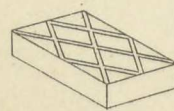


Fig. 8

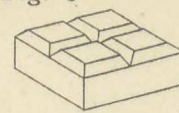


Fig. 9

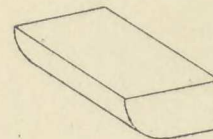


Fig. 10

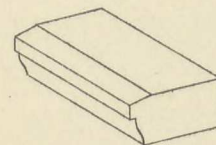


Fig. 11

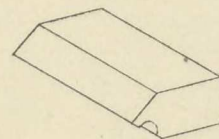


Fig. 12

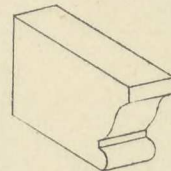


Fig. 13

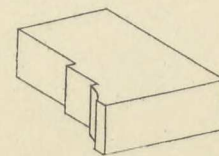


Fig. 14

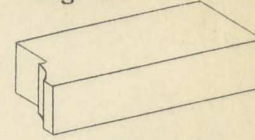


Fig. 15

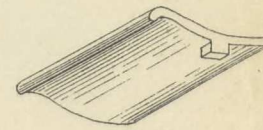


Fig. 16

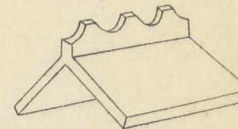


Fig. 17

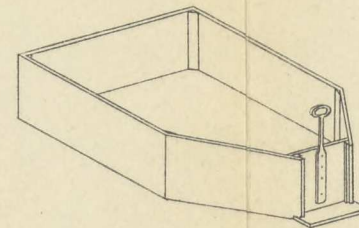


Fig. 19

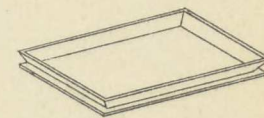


Fig. 18

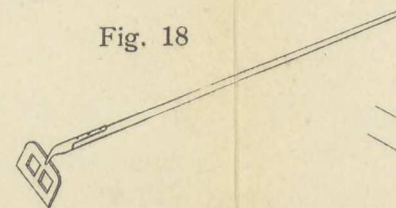


Fig. 20

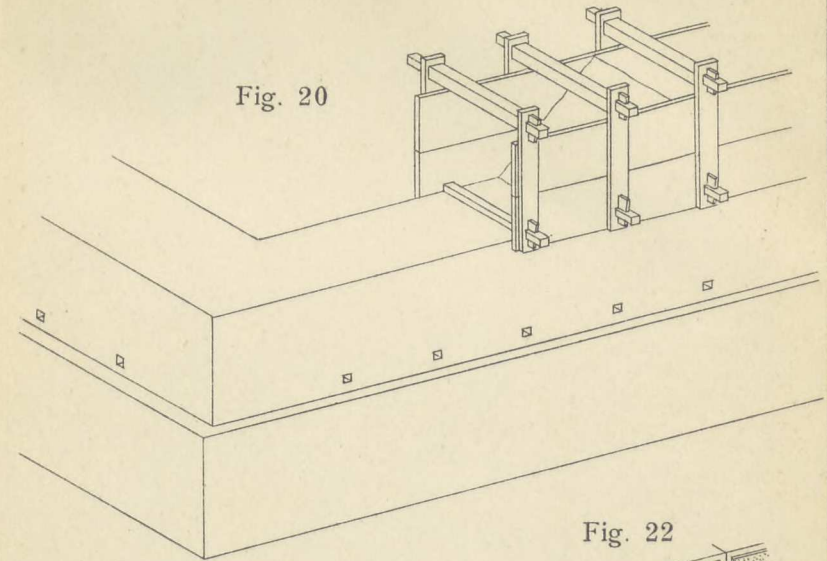


Fig. 21

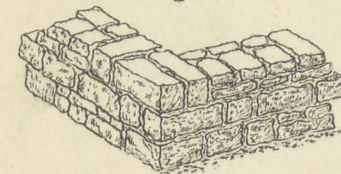


Fig. 24

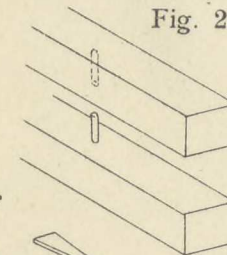


Fig. 27

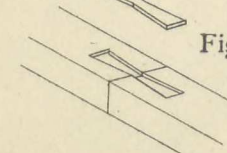


Fig. 22

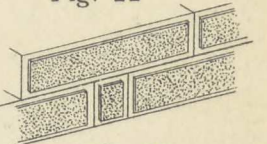


Fig. 23

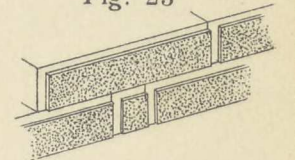


Fig. 25

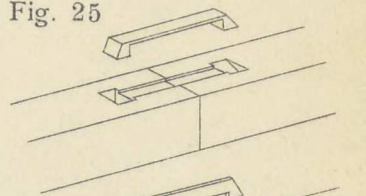
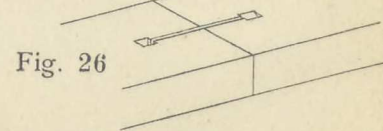


Fig. 26



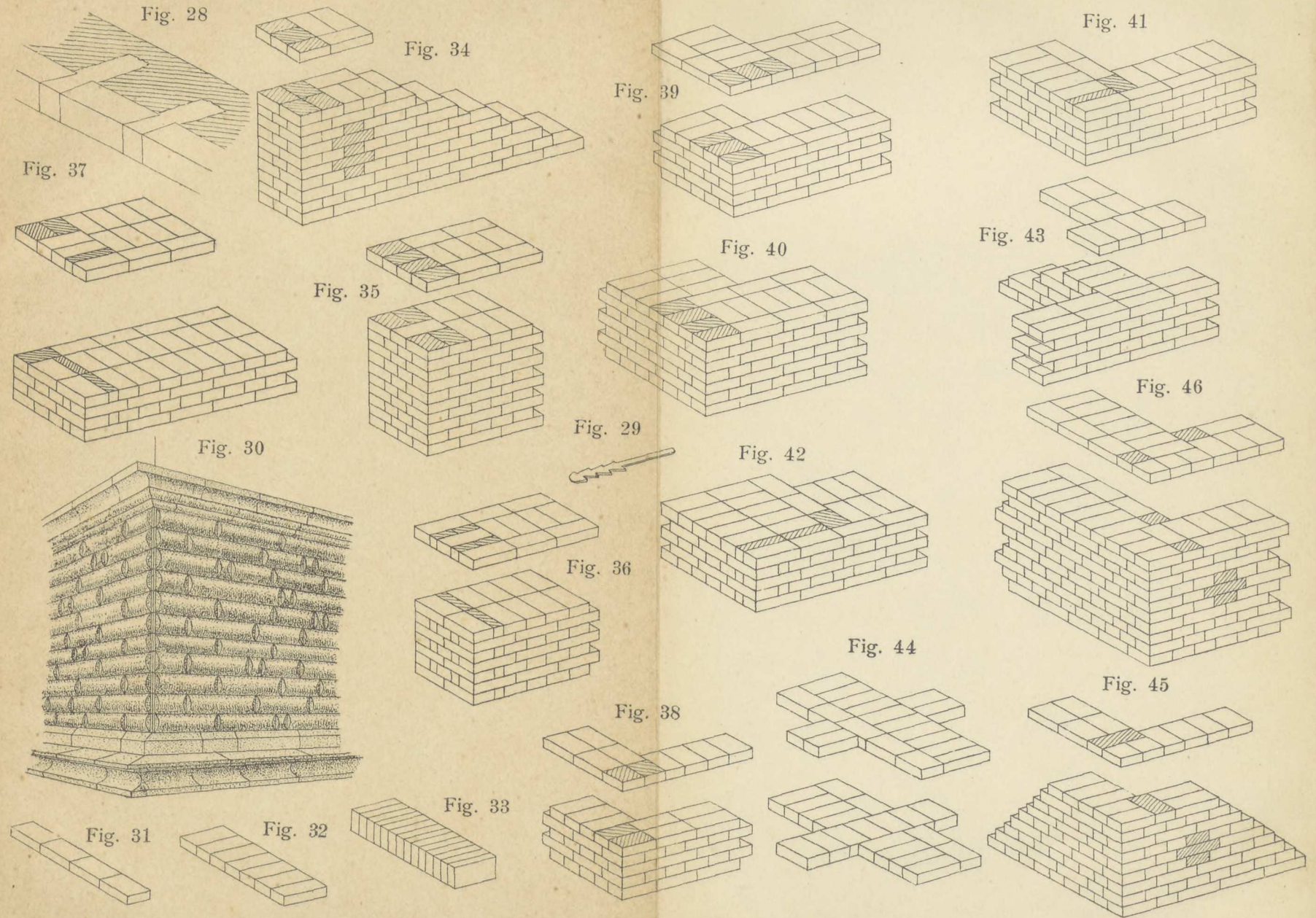


Fig. 47

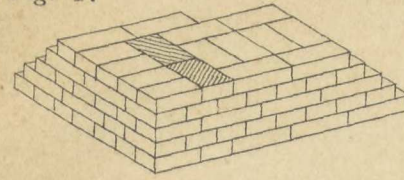


Fig. 52

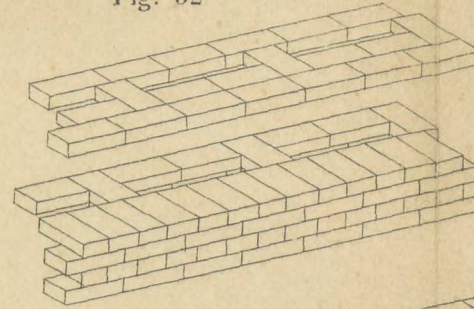


Fig. 51

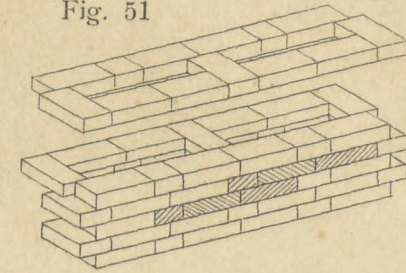


Fig. 56

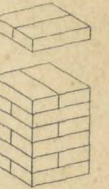


Fig. 48

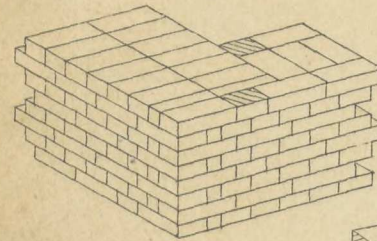


Fig. 54

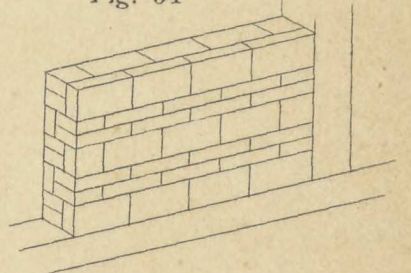


Fig. 50

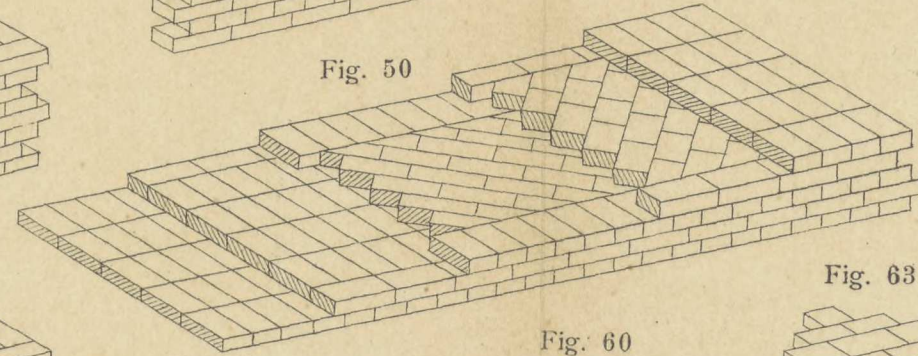


Fig. 49

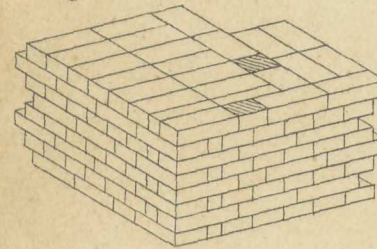


Fig. 63

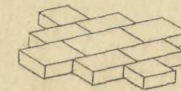


Fig. 53

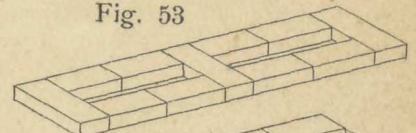


Fig. 58

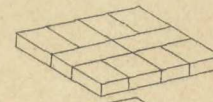


Fig. 60

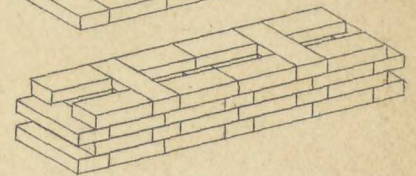
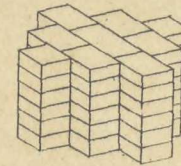
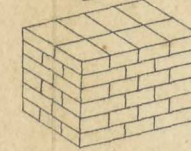


Fig. 59

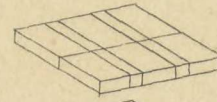


Fig. 61

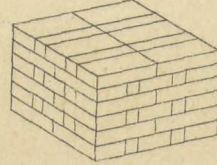
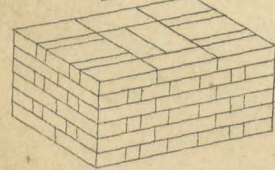
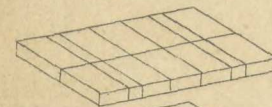


Fig. 62

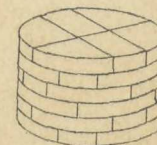


Fig. 57

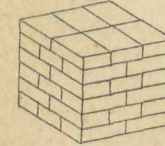
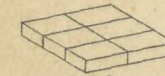


Fig. 64

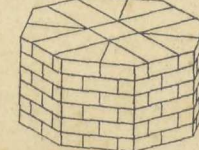


Fig. 55

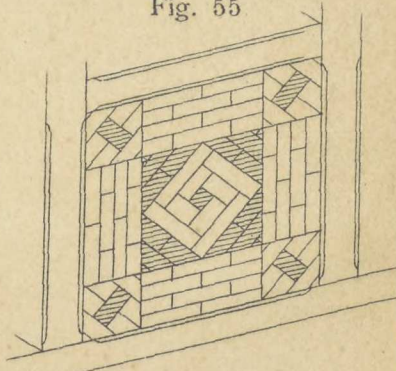


Fig. 65

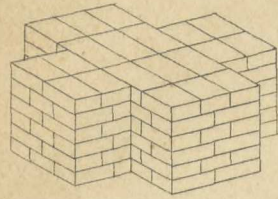


Fig. 68

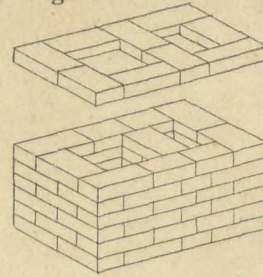


Fig. 66

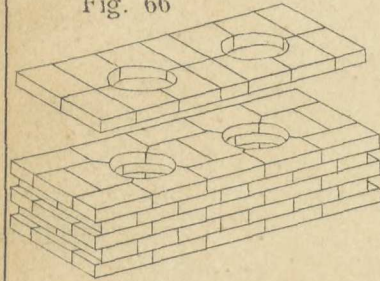


Fig. 70

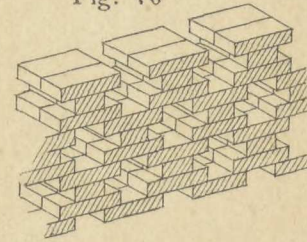


Fig. 67

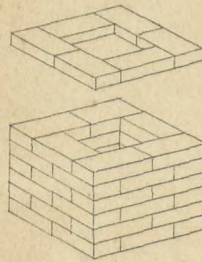


Fig. 69

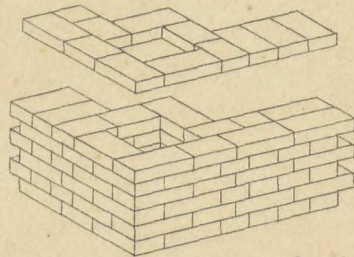


Fig. 75

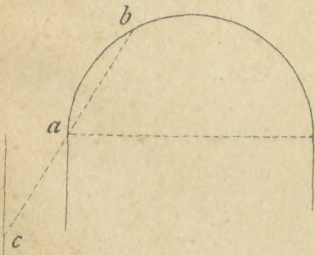


Fig. 74

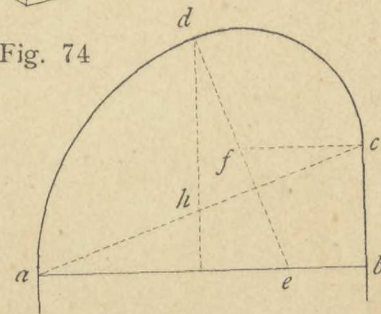


Fig. 71

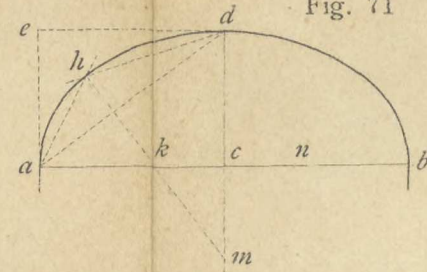


Fig. 73

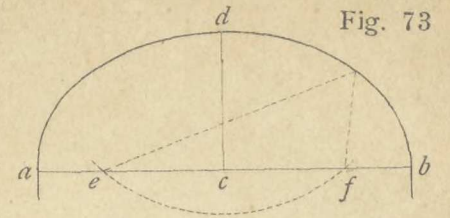


Fig. 76

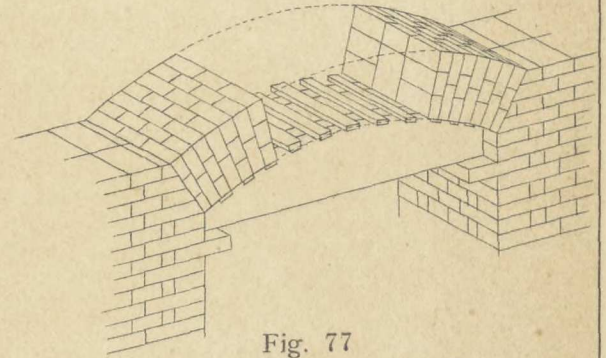


Fig. 77

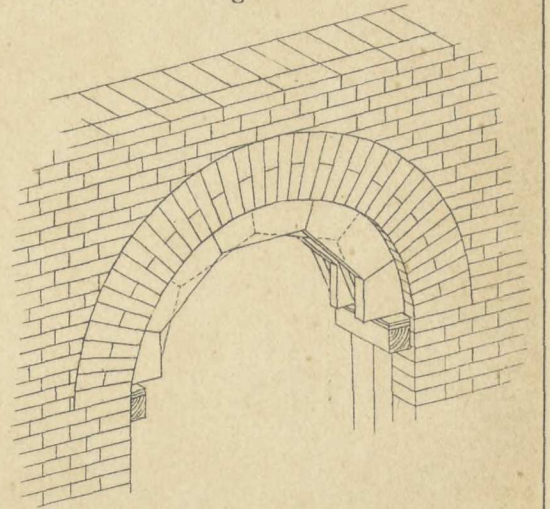


Fig. 72

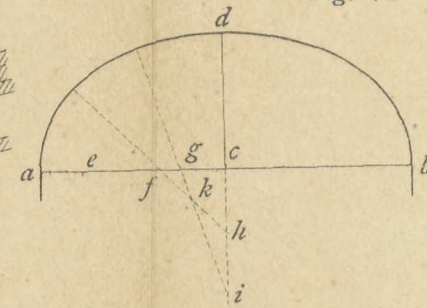
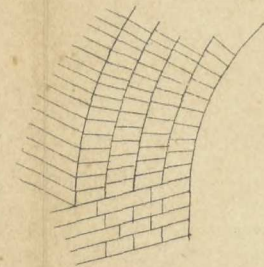


Fig. 78



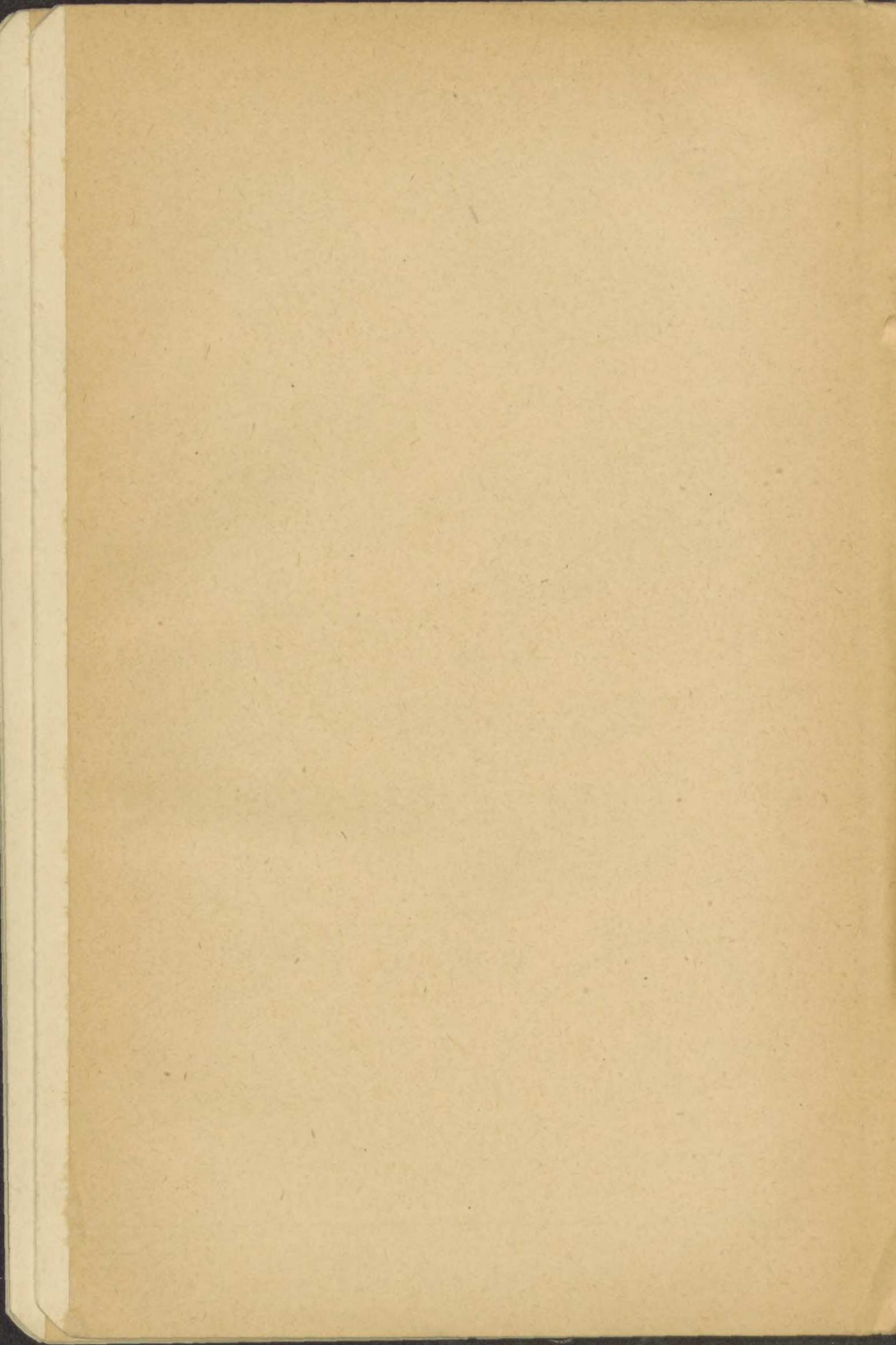


Fig. 79

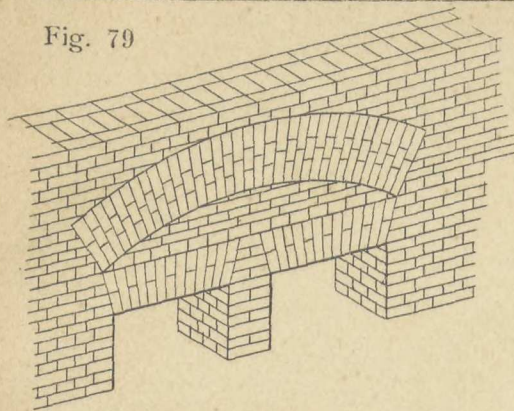


Fig. 89

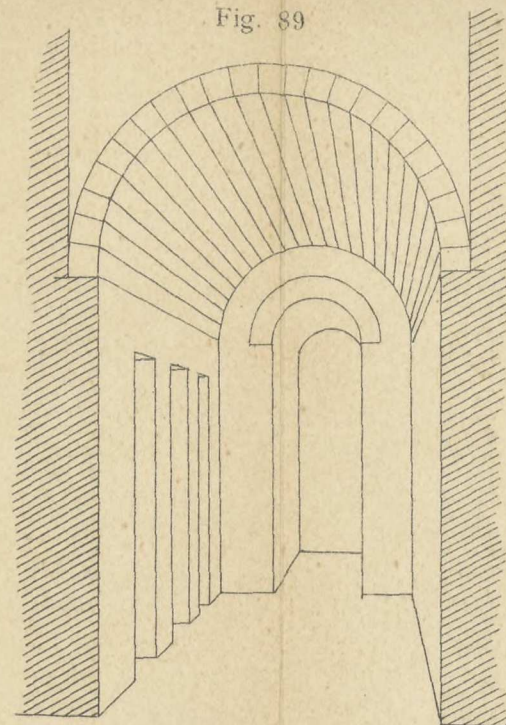


Fig. 86

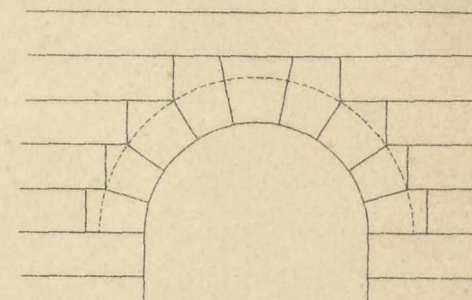


Fig. 87

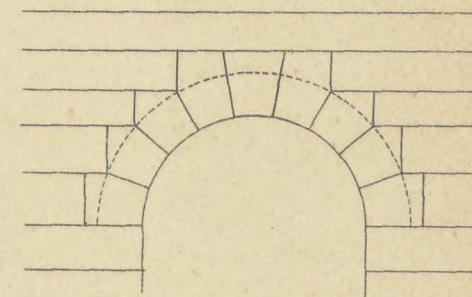


Fig. 88

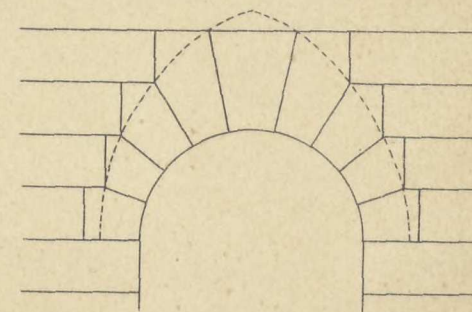


Fig. 80

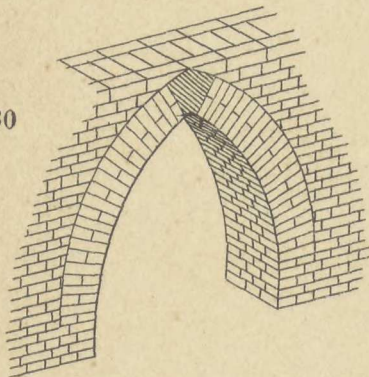


Fig. 85

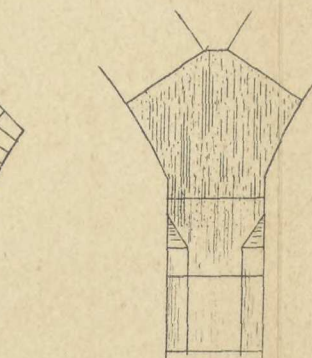


Fig. 84

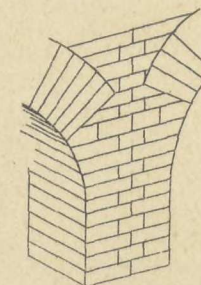


Fig. 83

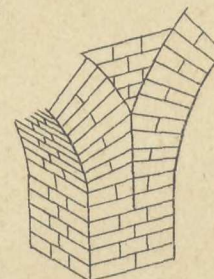


Fig. 81

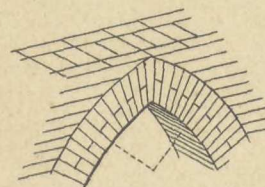


Fig. 82

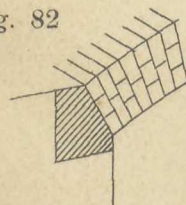


Fig. 90

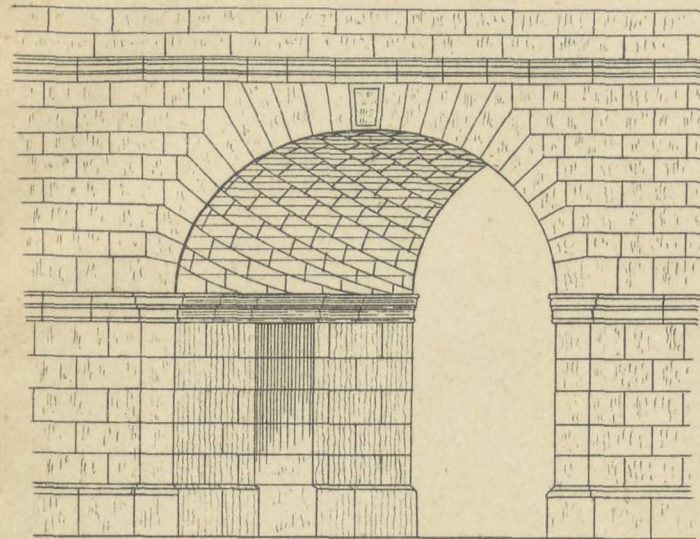


Fig. 92

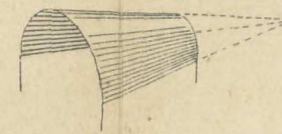


Fig. 96

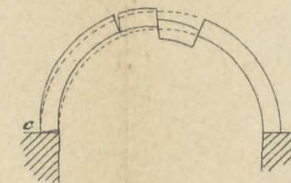


Fig. 94

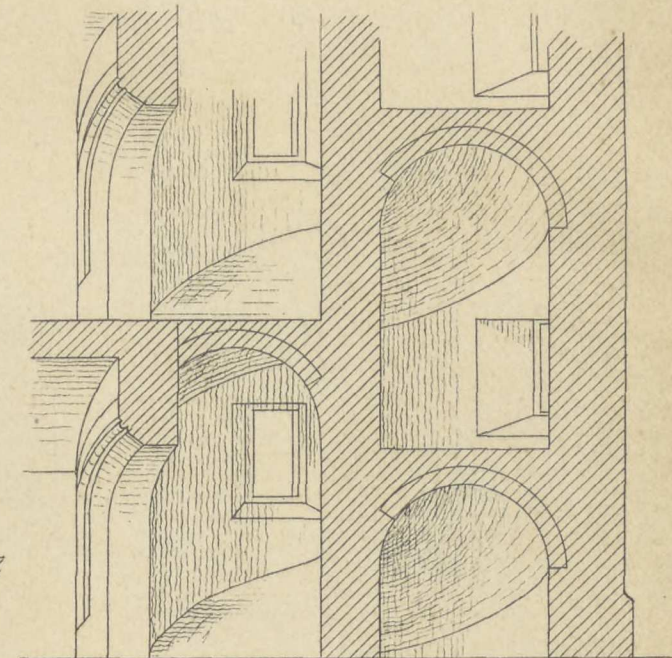


Fig. 93

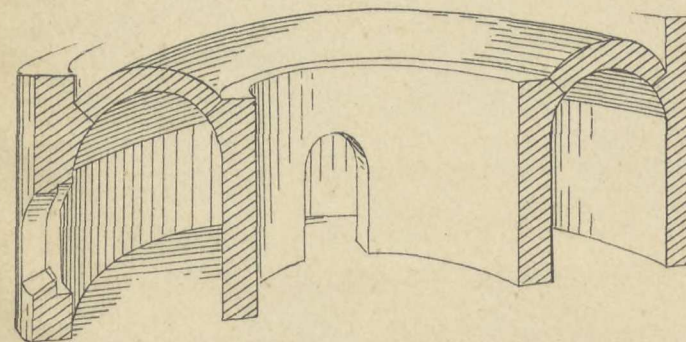


Fig. 95

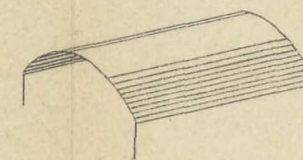


Fig. 91

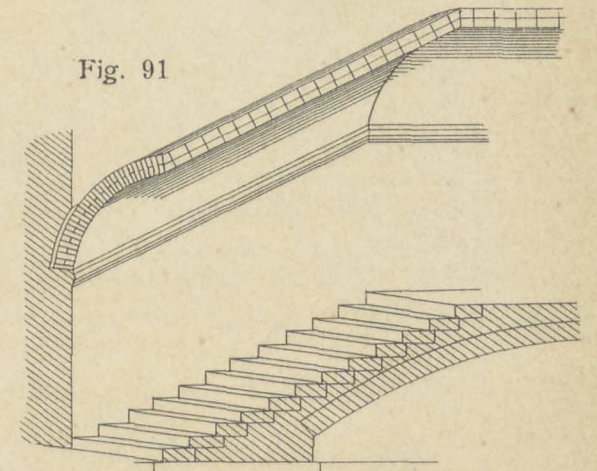


Fig. 97

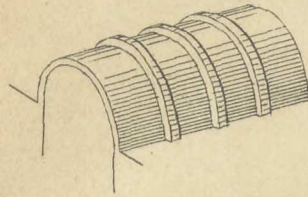


Fig. 104

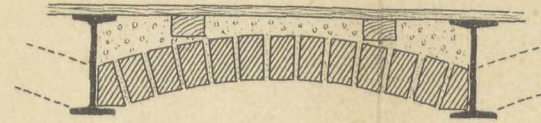


Fig. 102

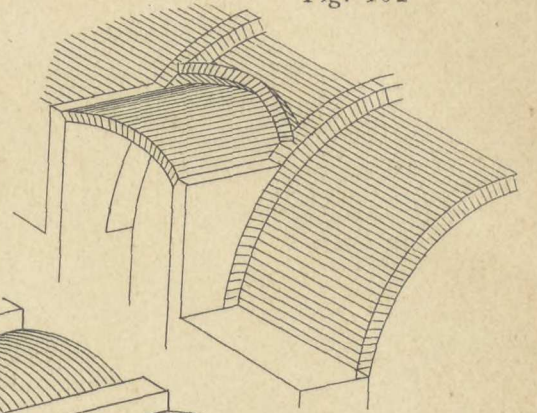


Fig. 98 a

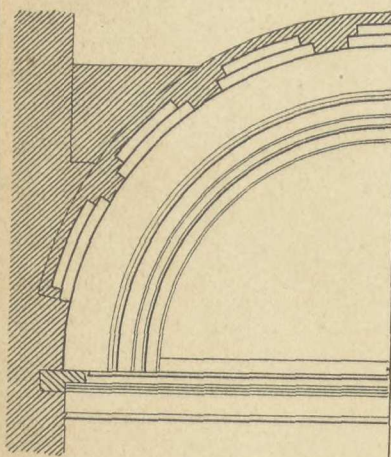


Fig. 98 b

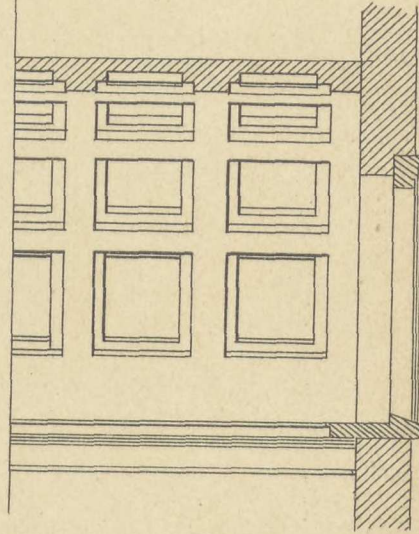


Fig. 103

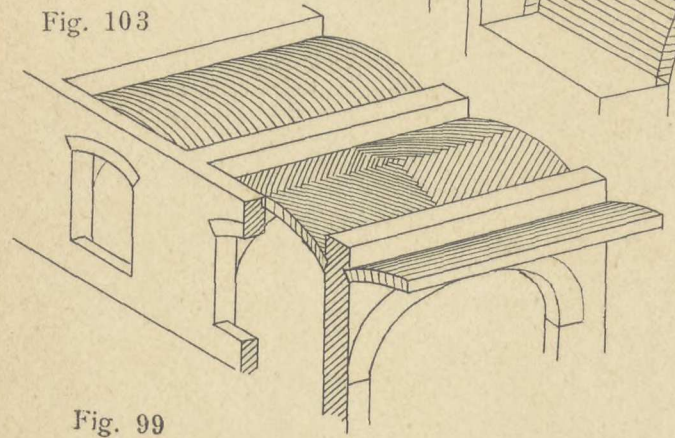


Fig. 98 c

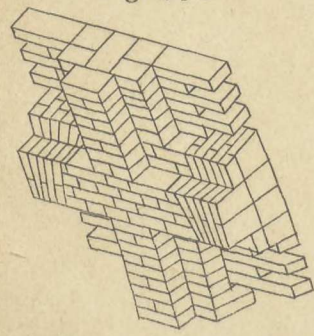


Fig. 101

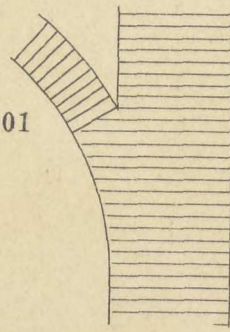


Fig. 99

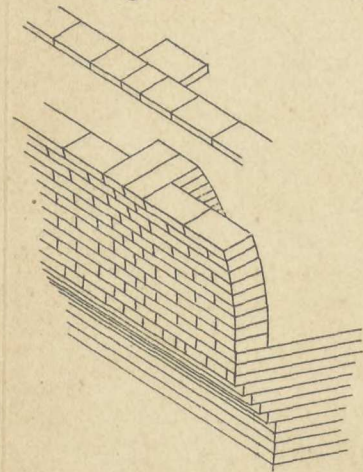
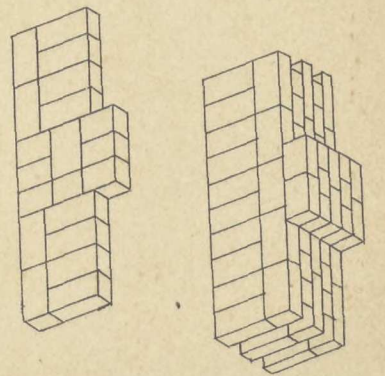


Fig. 100



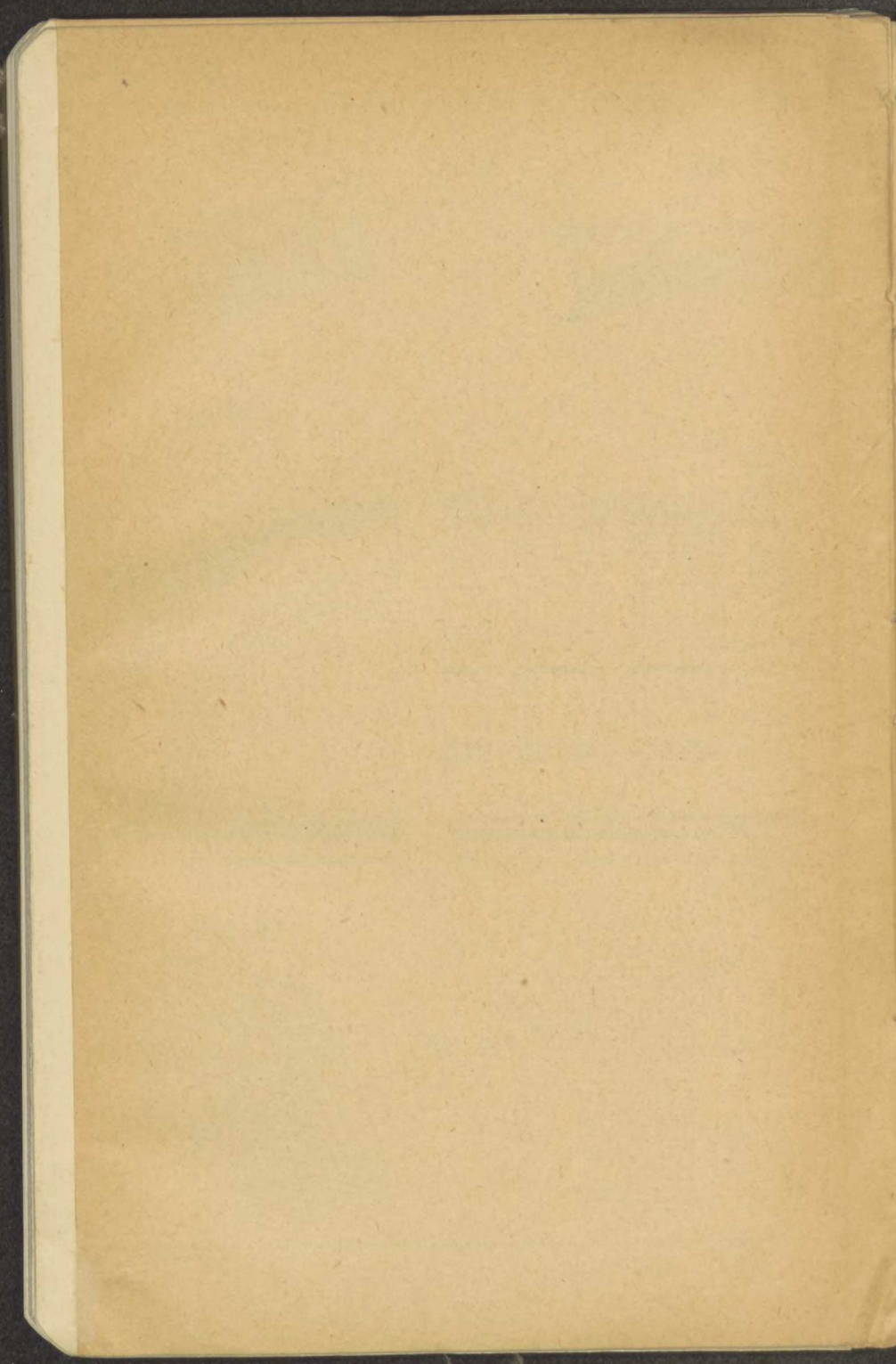


Fig. 106 a

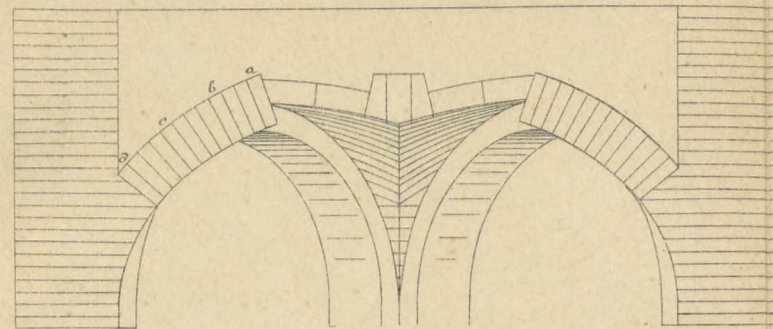


Fig. 106 b

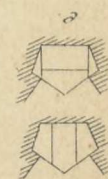
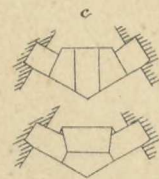
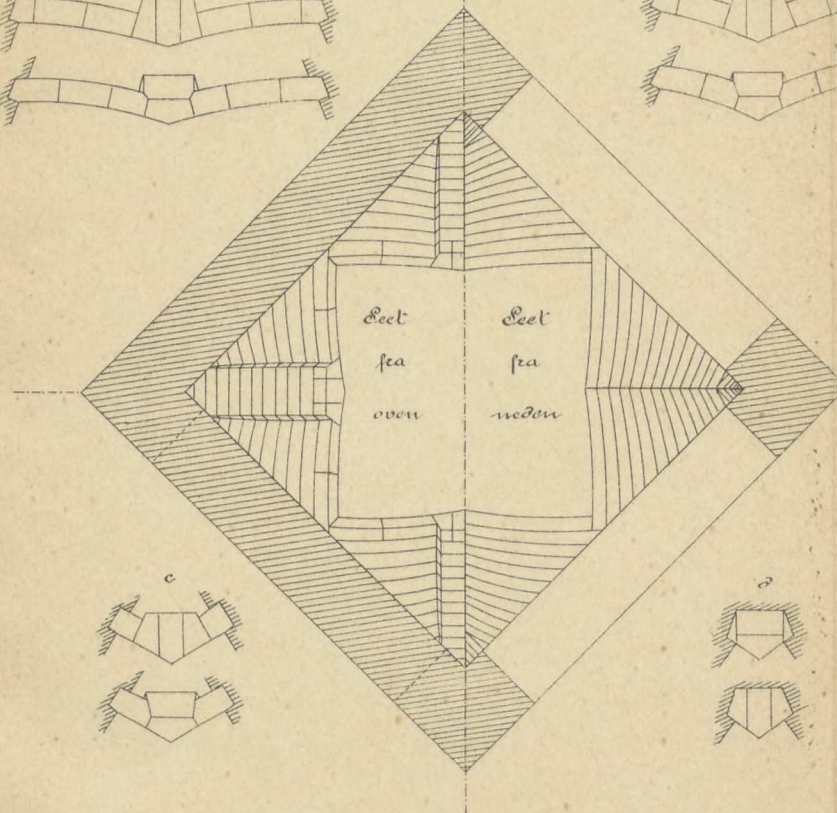
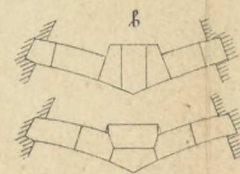
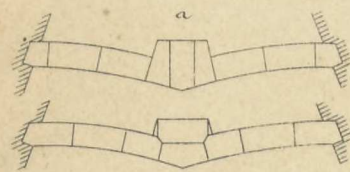


Fig. 105

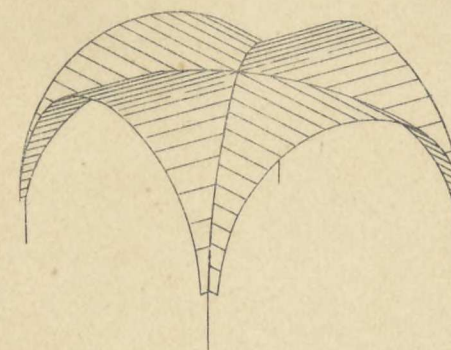


Fig. 111

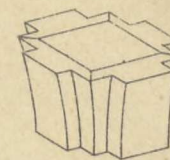


Fig. 108

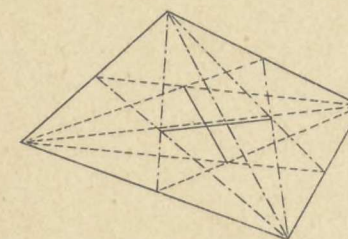


Fig. 107

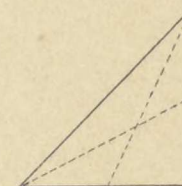


Fig. 110

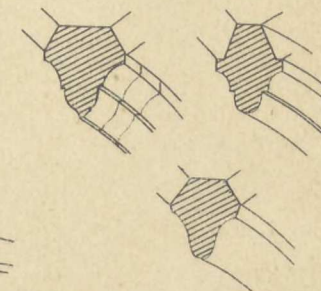


Fig. 109

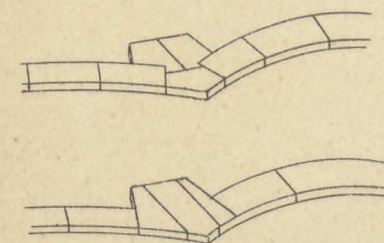


Fig. 112

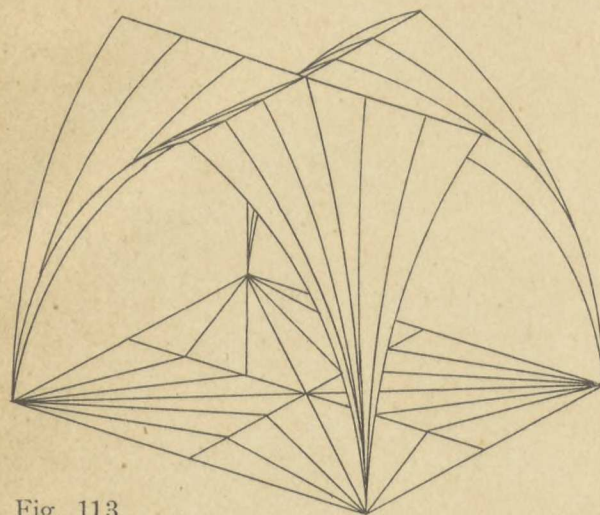


Fig. 114 a

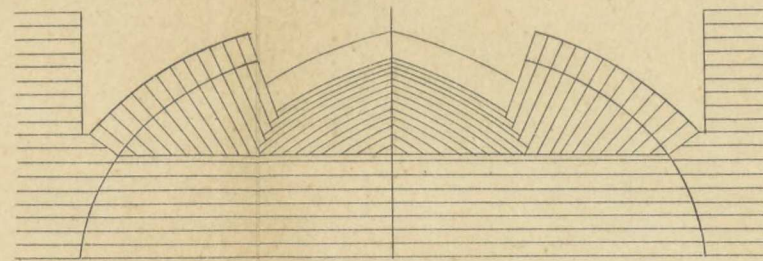


Fig. 116

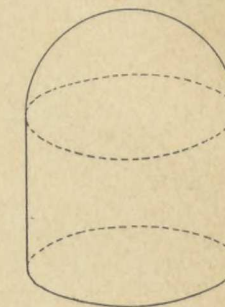


Fig. 114 b

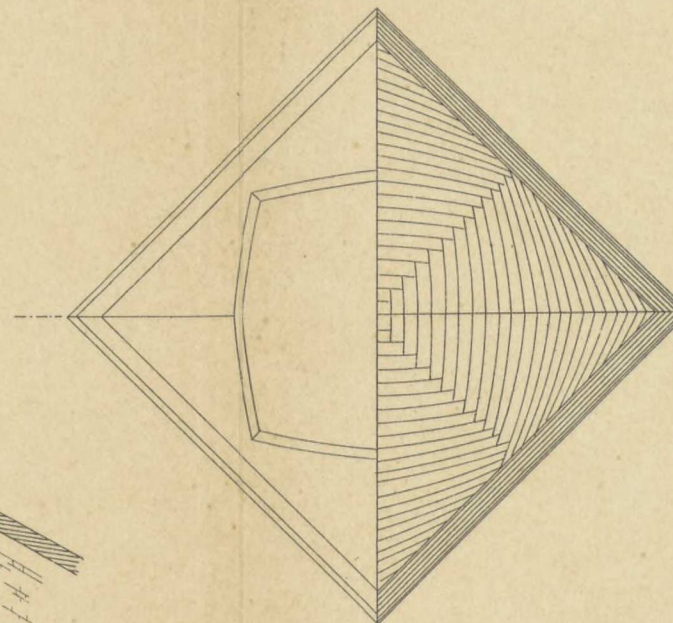


Fig. 117

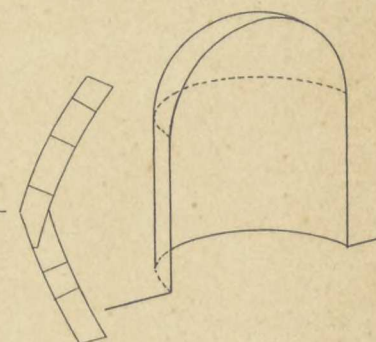


Fig. 113

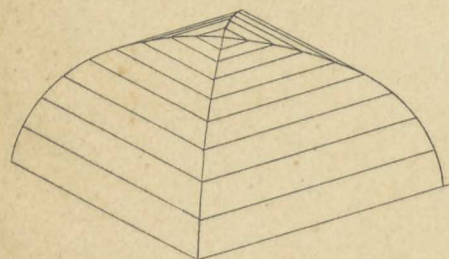


Fig. 115

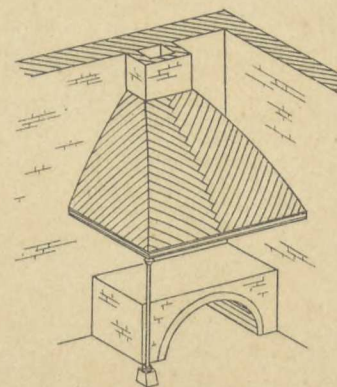


Fig. 119

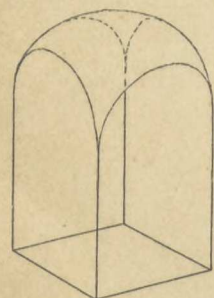


Fig. 118

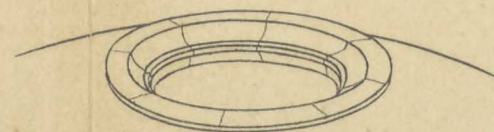
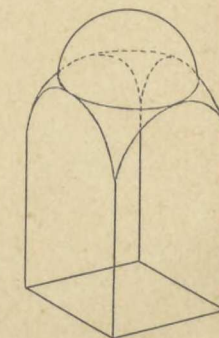


Fig. 120



Plan X.

Fig. 121-135

Fig. 121

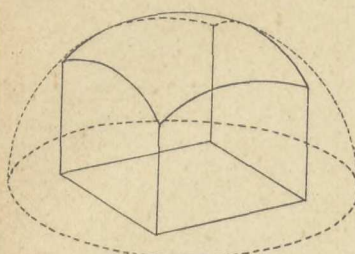


Fig. 126

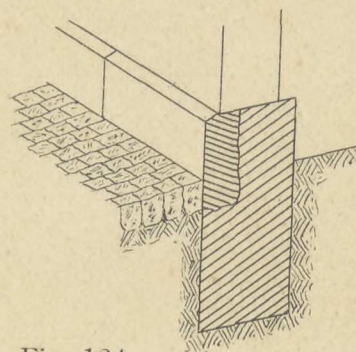


Fig. 127

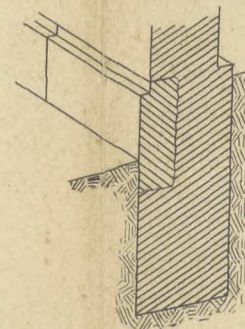


Fig. 133

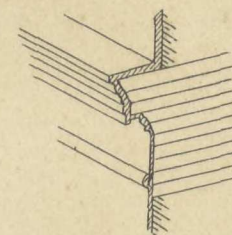


Fig. 129

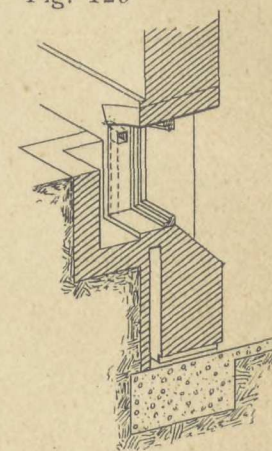


Fig. 123

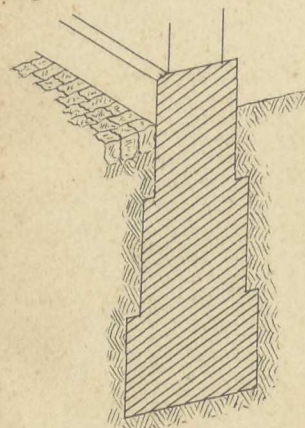


Fig. 124

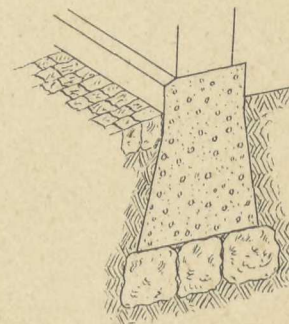


Fig. 135

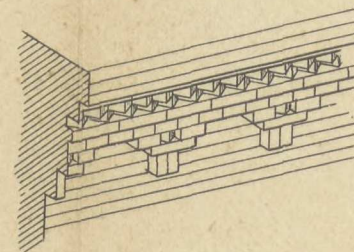


Fig. 131

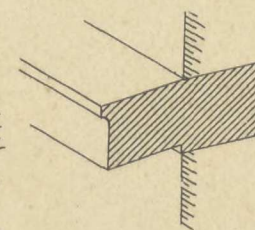


Fig. 134

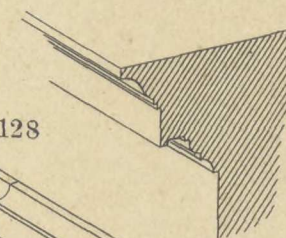


Fig. 122

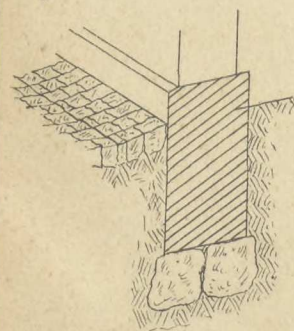


Fig. 125

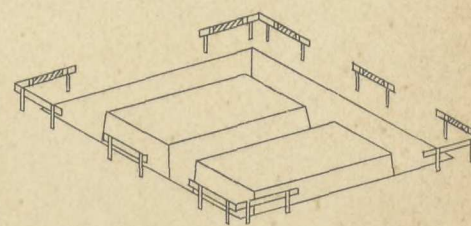


Fig. 130

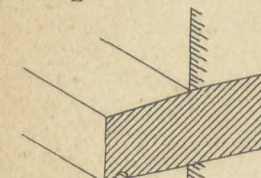


Fig. 132

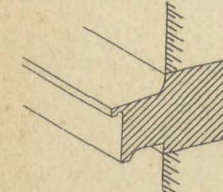


Fig. 128

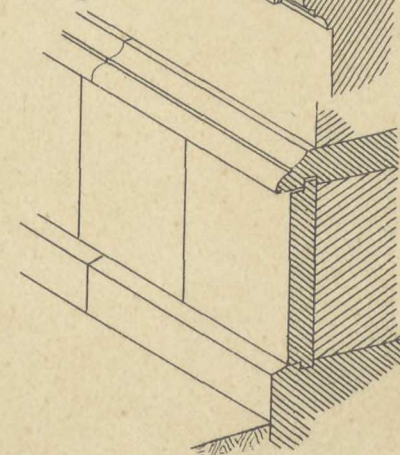


Fig. 136

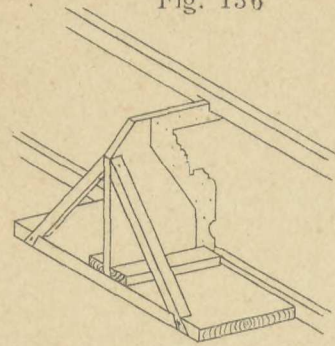


Fig. 137

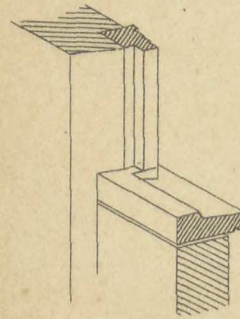


Fig. 139

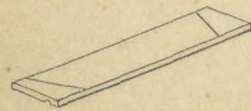


Fig 140

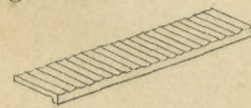


Fig. 138

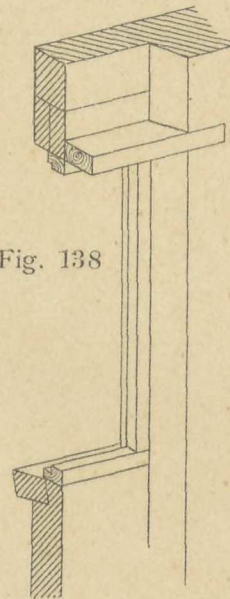


Fig. 141 a

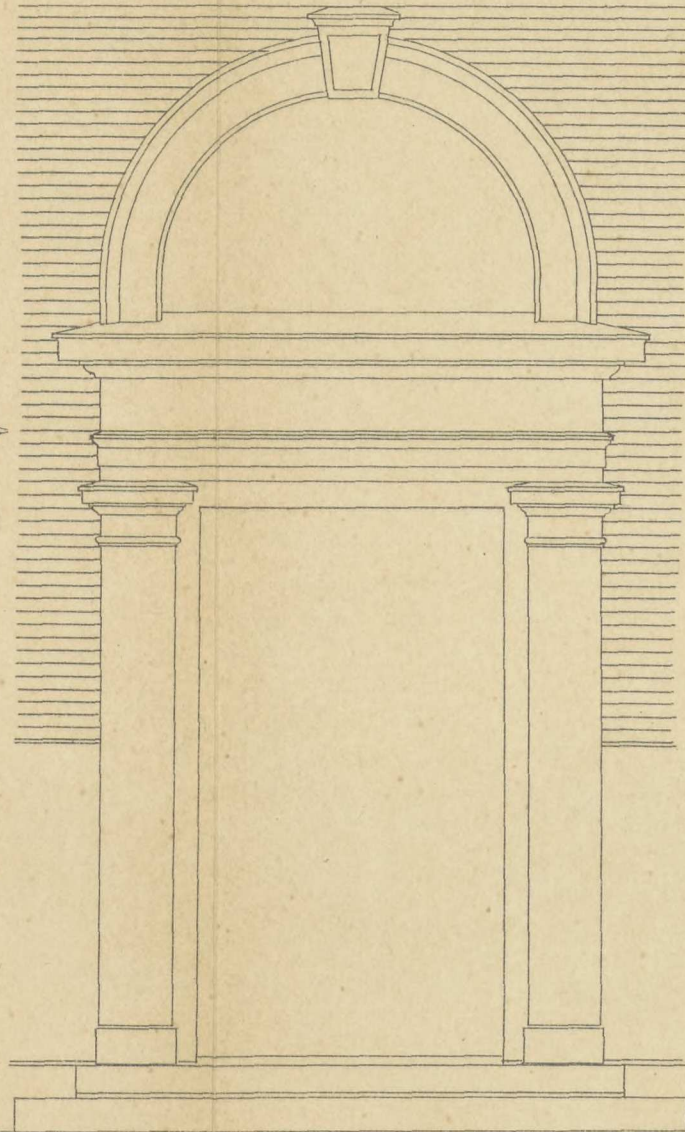


Fig. 141 b

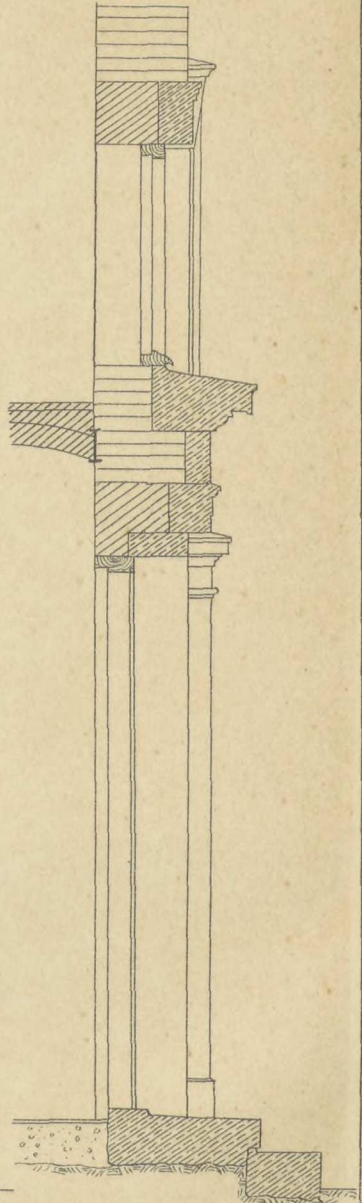


Fig. 142 a

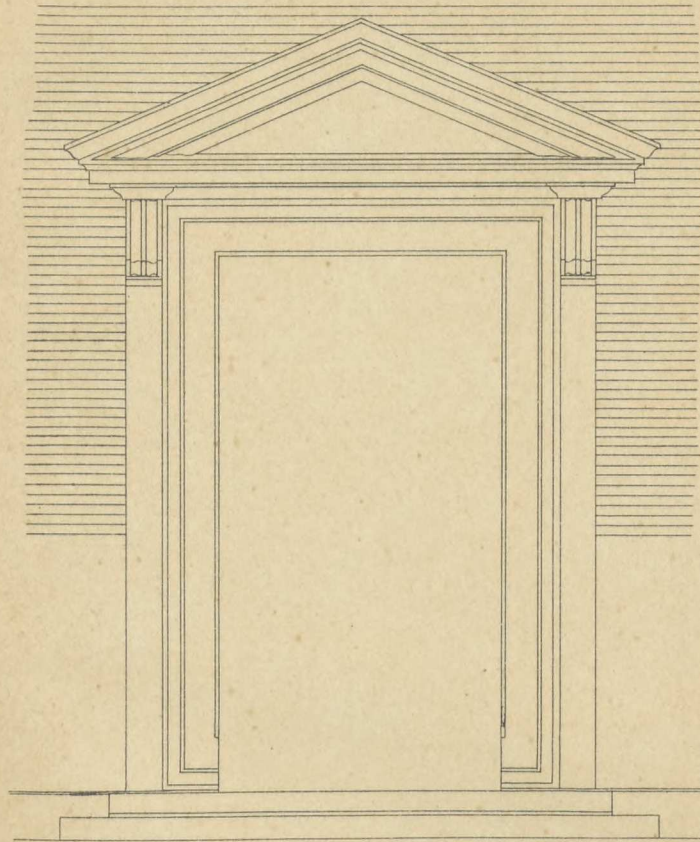


Fig. 148



Fig. 142 b

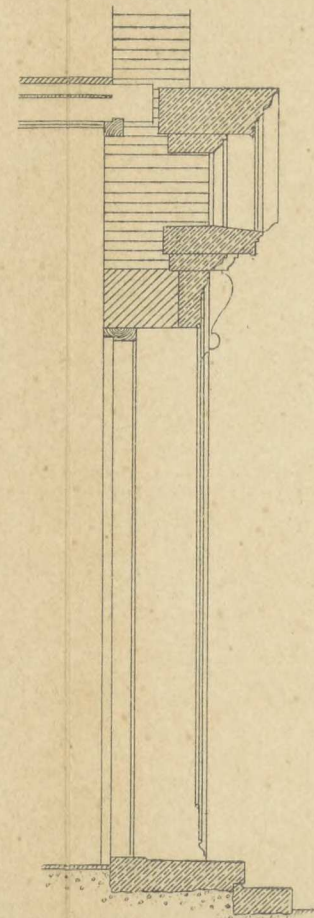


Fig. 144

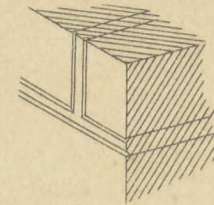


Fig. 145

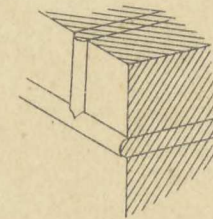


Fig. 146

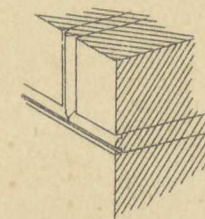


Fig. 147

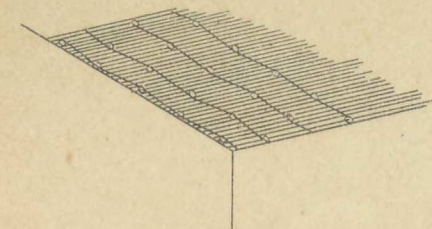


Fig. 143

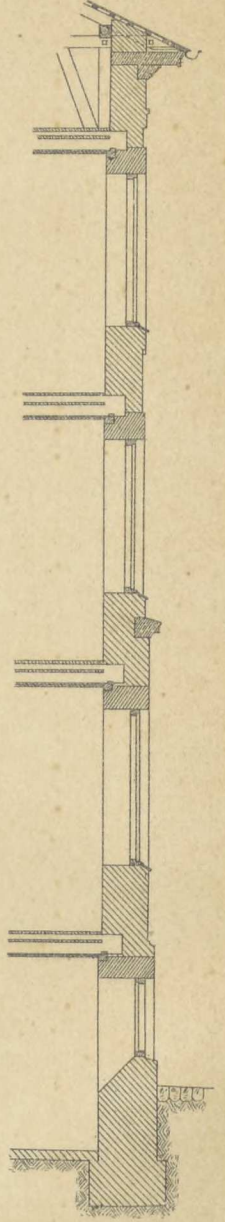


Fig. 149

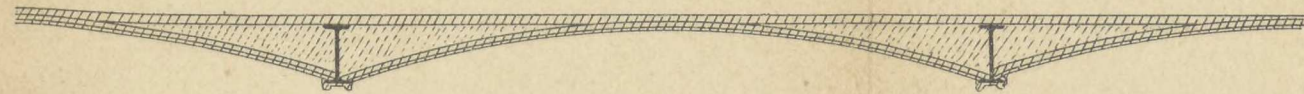


Fig. 150

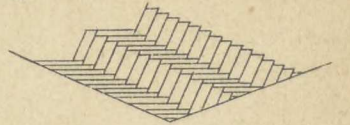


Fig. 155

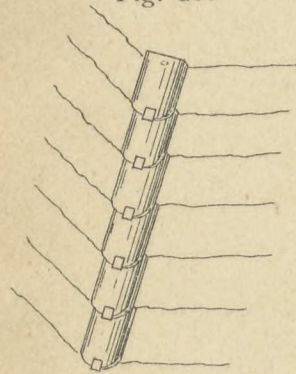


Fig. 154

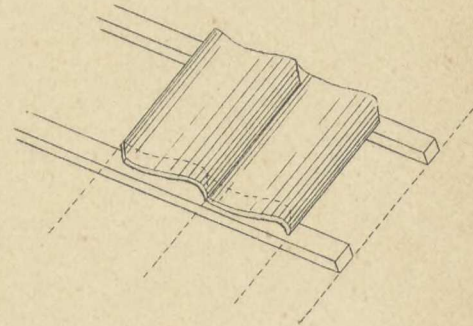


Fig. 153

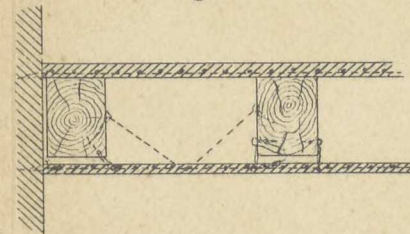


Fig. 151

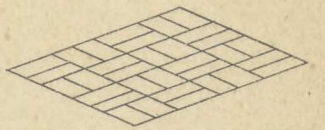


Fig. 152

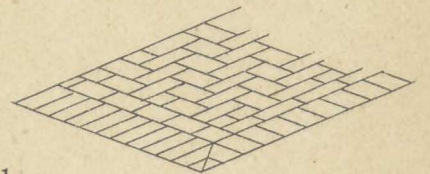


Fig. 159

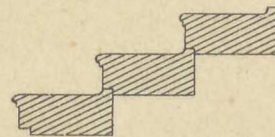


Fig. 160

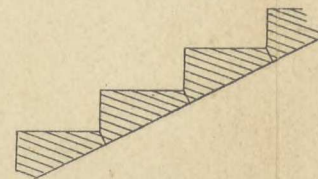


Fig. 156

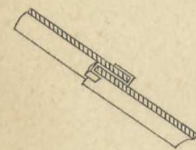


Fig. 157

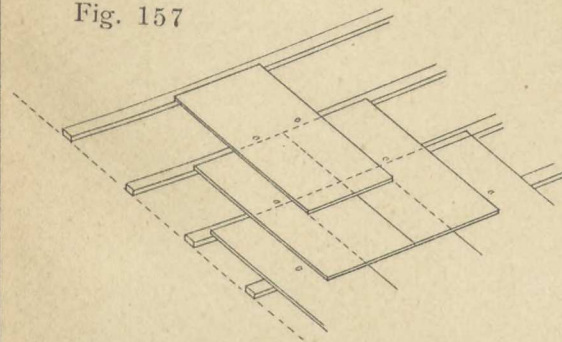


Fig. 158

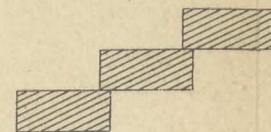
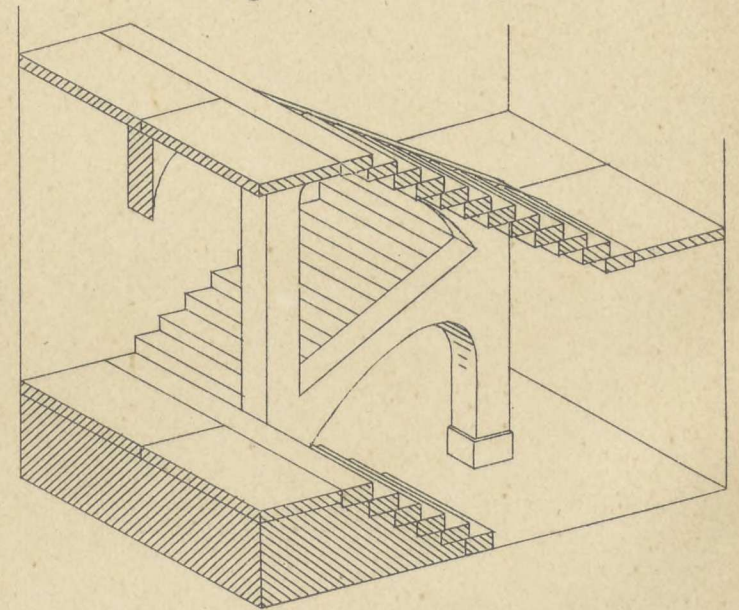


Fig. 161



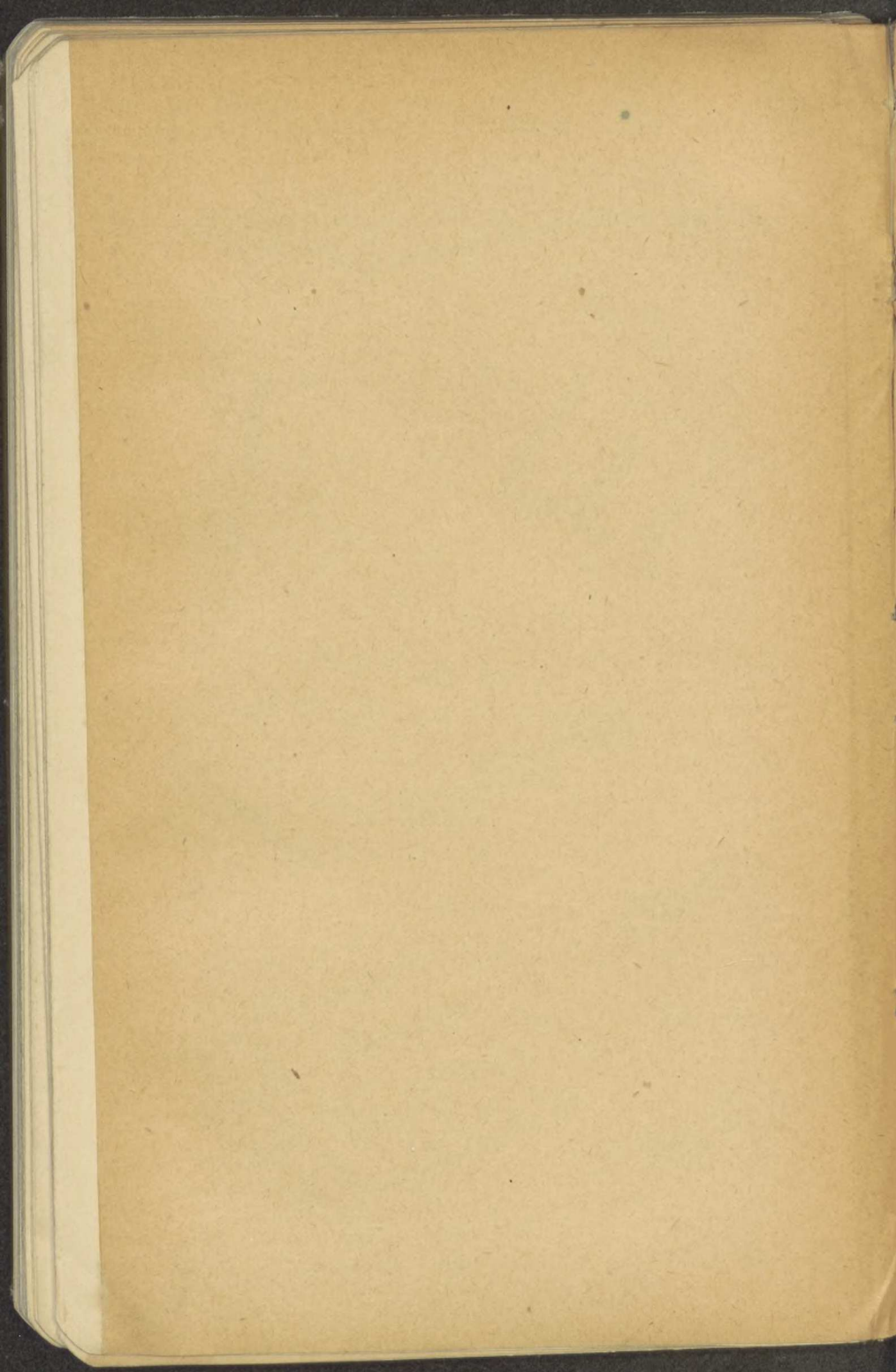


Fig. 162

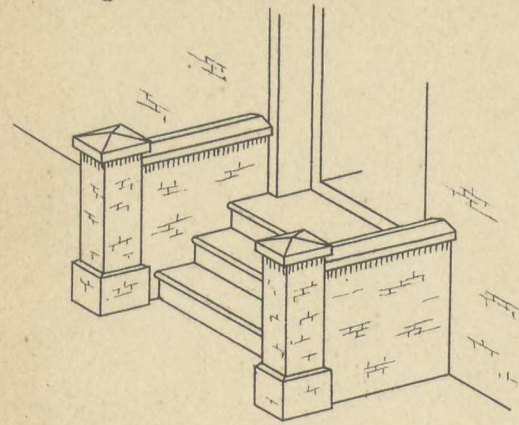


Fig. 168

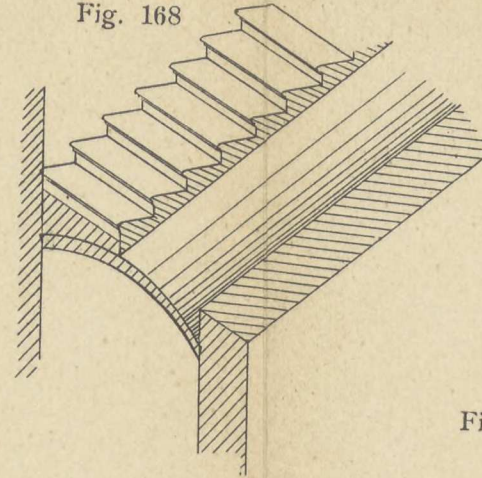


Fig. 163

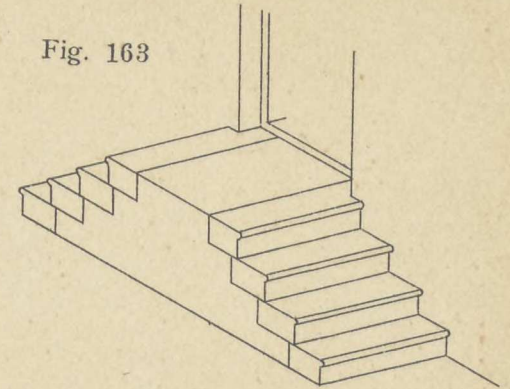


Fig. 164

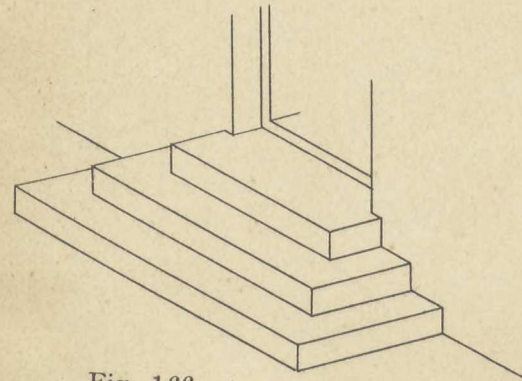


Fig. 165

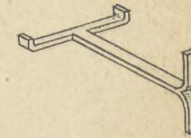


Fig. 167

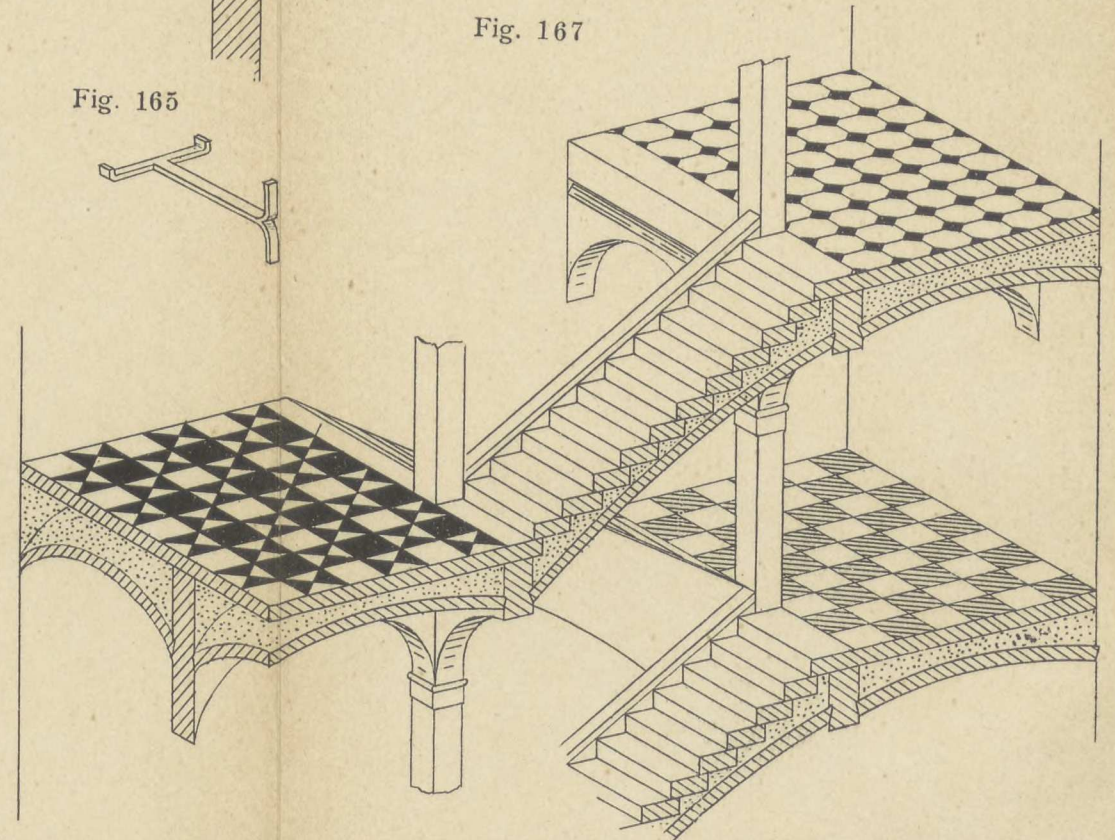


Fig. 166

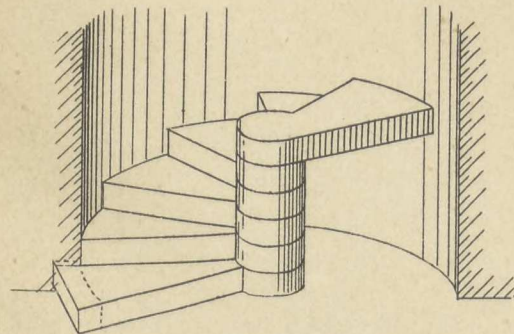


Fig. 169

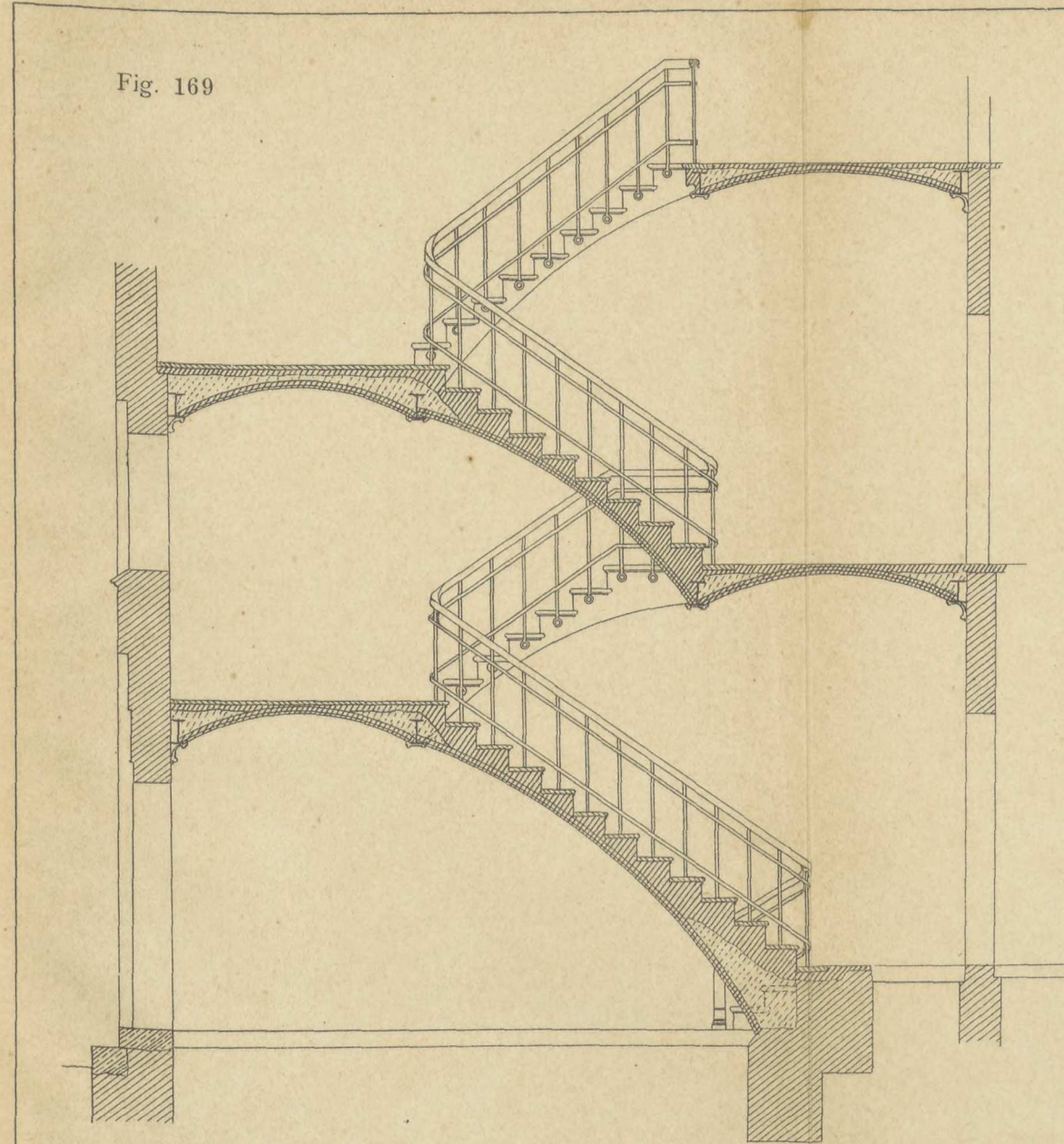


Fig. 170 a

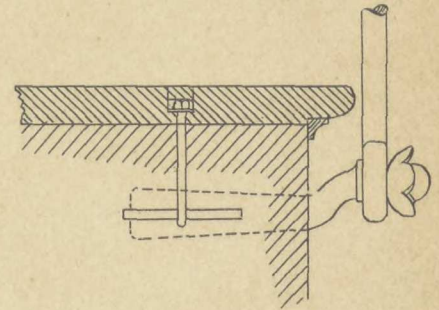


Fig. 170 b

