

25-0

Lærebog i Fundering.

Til Brug ved Undervisningen

Det tekniske Selskabs Skole

af

A. Thortsen.

Trykt som Manuskript.

Kjøbenhavn.

Trykt hos Galle & Aagaard.

1890.

INDUSTRI-
FORENINGEN.

~~97~~

624 11

624 11

Grundens Undersøgelse.

Ved Underbygningen eller Fundamentet forstaas i Almindelighed den Del af en Bygning, som findes under Jorden, og som udelukkende har til Formaal at overføre Bygningens Vægt paa en saadan Maade paa Undergrunden, at der i denne hverken under Opførelsen eller senere efter Fuldførelsen kan opstaa Forandringer eller Sætninger, der kunne medføre Farer for Bygningens Holdbarhed.

For at kunne vælge den i ethvert givet Tilfælde hensigtsmæssigste Funderingsmaade maa man have et nøje Kendskab til Grunden, hvorfor en omhyggelig Undersøgelse af dens Beskaffenhed i Reglen maa gaa forud for enhver Bygnings Opførelse.

En saadan Undersøgelse bør foretages, selv om der foreligger Erfaringer fra Brøndgravninger eller fra Funderinger foretagne i umiddelbar Nærhed af Byggepladsen, da der altid er en Mulighed for, at Grunden paa selve Byggestedet har en anden Beskaffenhed end i de nærmeste Omgivelser, hvilket f. Ex. kan skyldes tidligere foretagen Udgravning og efterfølgende Opfyldning.

Der maa foretages Undersøgelser paa flere Steder af Byggestedet, da Jordlagene hyppig ikke overalt have samme Tykkelse og ofte ikke ere lejrede parallelt med Overfladen; navnlig ere de vigtige ved Bygningens Hjørner og paa de Punkter, hvor

Fundamentet vil blive stærkt belastet, f. Ex. hvor der skal funderes for Søjler, der ere udsatte for et stort Tryk.

Undersøgelserne udstrækkes undertiden til nogen Afstand fra selve Bygningen, for at komme til Kundskab om der maatte være Anledning til at befrygte Skred.

Ved Husbygninger føres Grundundersøgelserne ikke ned til stor Dybde; godtgør Undersøgelsen, at Grunden er god, fortsættes den kun til en saadan Dybde, at man er sikker paa, at Laget har tilstrækkelig Tykkelse. Under vanskelige Forhold kan man komme til at udstrække Undersøgelsen indtil en Dybde af 30'; rent undtagelsesvis kan det blive nødvendigt at gaa til en endnu større Dybde.

Grundundersøgelser foretages i Reglen enten ved Hjælp af Sondérstangen eller ved Boringer eller ved Gravninger.

Sondérstangen (Visitérstangen) er $1-1\frac{1}{2}$ " tyk, 6—12' lang Jærnstang, der forneden er tilspidset, foroven forsynet med et Øje, hvorigjennem der stikkes et Haandtag, ved Hjælp af hvilket Stangen kan drejes og trykkes ned i Grunden. Af den Modstand, der vises imod Indtrængningen, søger man at skønne Jordartens Beskaffenhed.

Sondering er let at foretage og kan under visse Forhold anvendes med Fordel saaledes til Bestemmelse af et øvre Jordlags Tykkelse eller til en foreløbig Bestemmelse af Grundens Beskaffenhed, naar den staar under Vand. Der kræves dog megen Erfaring og Øvelse i Undersøgelser med Sondérstangen for at opnaa paalidelige Resultater.

Jordboret er enten et Drejebor eller et Stødbor efter Jordartens Beskaffenhed.

Ved Grundundersøgelser til ringe Dybde anvendes altid Drejebor, der føres paa fri Haand. Borhovedet har i Reglen en yderst simpel Form og er enten tildannet efter Skruerflader, Fig. 1, — det har altsaa nærmest Form som en stor Proptrækker — eller den tilspidsede Stangende forsynes med en fremstaaende Skruerflade, som løber $1-1\frac{1}{2}$ Gang rundt om Stangen, og som

ender i et skarpt Skær, Fig. 2. Træffer man paa en større Sten, standses Boringen, og man begynder paa et nyt Sted.

Ved dybtgaaende Boringer maa Stangen samles af flere Stykker og ophænges i et Tov, der befæstes til Stangens øverste Ende ved Hjælp af et Hvirvelbeslag, Fig. 3 og 4, og som føres over en Skive, der er ophængt i en over Arbejdsstedet opstillet trebenet Buk. Til at dreje Boret benyttes et Sving af Træ, Fig. 5, eller af Jærn, Fig. 6, der befæstes paa et passende Sted af Stangen.

Ved Stødbor forbindes Stangens enkelte Stykker bedst med Skrue og Møttrik, Fig. 7; ved Drejebor maa anvendes en anden Forbindelse, ofte den i Fig. 8 viste, ved hvilken hvert Stykke i den ene Ende er forsynet med en Gaffel, der fatter om det tilstødende Stykke og boltes til det. Hvad enten den ene eller den anden Forbindelsesmaade anvendes, maa Stykkerne, for at der ikke skal opstaa unødvendige Standsninger, kunne sammen sættes iflæng.

Borhovedets Form retter sig efter Jordartens Beskaffenhed. I Lergrund bestaar det af en Cylinder af Smedejærn med en Længdeslidse, Fig. 9, hvis Bredde er afhængig af Jordens Sammenhængsevne. Forneden er Cylindren forsynet med et Skær. Er Jorden løs, gøres Cylindrens Omkreds lukket, og den forsynes da i Bunden med en Ventil. Er Jorden saa løs, at en Drejning ikke er nødvendig for at foranledige Borets Indtrængning, kan ved sidstnævnte Bor Skæret udelades, og Boret indrettes som Stødbor, idet Cylindrens nederste Del forstærkes og tildannes paa en passende Maade, Fig. 10.

Til Boring i Sten benyttes hyppig Mejselbor, Fig. 11, der virke ved Stød. Der arbejdes altid under Vand, dels for at hindre en Opvarmning og dermed følgende hurtig Ødelæggelse af Boret, dels for at hindre en Aflagring af det ved Arbejdet fremkomne Stenpulver (Slam).

Arbejdet kan fremmes betydelig ved i løs Jord eller til Bortskaffelse af de ved Mejslens Stød løsnede Dele at forbinde

Boringen med Vandskylning, idet der da ved Hjælp af en Trykpumpe rettes en kraftig Vandstraale gennem en hul Borestang imod Borehullets Bund; den opstigende Vandmasse, der bevæger sig imellem Borehullets Vægge og Borestangen vil da føre de løsrevne Jorddele med sig.

Kunne Borehullets Sider ikke staa uden Beklædning, anvendes til denne ofte trukne Smedejærns Rør. Rørene drives ned i Grunden, efterhaanden som Boringen skrider frem, og samles indbyrdes ved Muffer, i hvilke Rørenderne indskrues.

De ved større Boringer indvundne Resultater føres tilbogs i skematisk Form i et saakaldet Boreregister, hvor i forskellige Rubrikker opføres: Borestedets Beliggenhed, Tykkelsen og Beskaffenheden af de forskellige Jordlag, Vandforholdene, det anvendte Bors Beskaffenhed m. m. Man bør opbevare Prøver af de forskellige Lag, som der bores igennem; arbejdes med Drejebor, tages hertil den Jord, der sidder fast paa selve Skæret for, saa vidt muligt, at sikre sig, at man virkelig faar noget af den Jord, hvortil Boret er trængt ned.

Grundundersøgelser ved Gravninger foretages ved at udgrave Brønde, der efter Omstændighederne lades ubeklædte eller beklædes med Bræder. De tilstede frit Indblik i de forskellige Lags Beskaffenhed, men ere kostbare at udføre og maa afbrydes ved stærk Vandtilstrømning.

Forskellige Arter Byggegrund.

God Byggegrund maa i ikke altfor stor Dybde under Jordoverfladen bestaa af en ensartet, lidet sammentrykkelig Moderjord, der kan modstaa Vandets og Luftens Paavirkning. Savner Grunden i mindre eller større Grad disse Egenskaber, maa den efter Omstændighederne betegnes som middelgod eller slet.

Der kan ikke opstilles almengyldige Regler for den Tykkelse, et Lag god Byggegrund maa have for med Sikkerhed at kunne bære en Bygning. I Almindelighed regnes, at et fast Grus- eller Sandlag paa 6—8's Tykkelse eller et fast Lerlag paa 10—12's Tykkelse kan bære svære Bygninger, selv om det hviler paa løsere Lag, naar disse blot ikke kunne undvige til Siderne.

Til god Byggegrund henregnes Klippe, der er fast, ensartet og ikke forvitrende; endvidere fastlejrede Grus- og Sandlag, naar der ikke er Fare for, at Vandaarer eller Kilder kunne berøve Grunden dens Fasthed; fint Sand sættes af rindende Vand lettere i Bevægelse end det grove Sand eller Grus. Man maa ved Fundering paa Sand særlig have sin Opmærksomhed henvendt paa Vandforholdene og vogte sig for ved selve Arbejdets Udførelse at fremkalde en Vandbevægelse, der kan blive farlig for Grundens Fasthed, hvorfor man ofte ved Fundering under Vand bliver nødsaget til at vælge Funderingsmaader, der ikke kræve Tørlægning. Sand, der ved Vandaarer eller Kilder bliver løst og upaalideligt at fundere paa, kaldes Flydesand.

Fastlejret Ler maa ligesom fastlejrede Lag af en Blanding af Sand og Ler regnes for god Byggegrund. Ved gennemvaad Ler maa man dog anvende stor Forsigtighed ved Fundamentets Udførelse; særlig Fare frembyder Ler, der vexelvis kan blive udblødt og tørt, thi da Ler ved at optage Vand bliver blødt og udvider sig og ved at udtørres svinder ind og slaar Revner, vil der under disse Forhold finde idelige Bevægelser Sted i det, hvorfor man maa føre Fundamentet ned til en Dybde, hvor disse Bevægelser ikke kunne finde Sted.

Til slet Byggegrund henregnes Mosegrund, Engbund, sumpig Grund samt opfyldt Grund, forsaavidt denne sidste ikke — som senere omtalt ved Sandpaafyldninger — er tilvejebragt med Funderingen for Øje.

Byggegrubens Tilvejebringelse og Tørlægning.

Forinden man begynder paa Udgravningen til en Bygnings Fundamenter, maa Bygningens Ydermure og Skillevægge ordentligvis afsættes paa Byggestedet. Udfor Bygningens Hjørner og udfor de funderede Skillevægge anbringes Bukke, der bestaa af nedrammede Pæle forbundne med Planker lodret paa Murflugterne og med Overkanterne i samme vandrette Plan. Bygningens Længde og Bredde afsættes paa Maalelægter, paa hvilke tillige Skillevæggenes Plads angives. Ved Hjælp af disse bestemmes de forskellige Mures Flugt nøjagtig og afmærkes med Indsnit i Bukkene. Efterat man har overtydet sig om, at Bygningen er rigtig afsat, saaledes at alle Linier og Vinkler have den rigtige Størrelse, — hertil benyttes Snore, der udspændes mellem de paa Bukkene afsatte Mærker, — kan man paa Bukkene afsætte Fundamenternes Bredde, og idet man mellem de afsatte Mærker udspænder Snore, ved Lodning føre Linierne ned i Grunden.

Efterat Bygningens Plads er bestemt ved de ovenfor omtalte Afsætninger, udgraves først til den af Kældergulvet betingede Dybde; dernæst udgraves for Fundamentet i den Udstrækning, som det projekterede Fundament kræver, hvilket nærmere vil blive omtalt ved Beskrivelsen af de forskellige Funderingsmaader, om der dertil maatte være Anledning. Det er altid fordelagtig ikke at udgrave mere end nødvendigt, hvorfor blandt andet ogsaa Skraaningernes Anlæg indskrænkes saa meget som muligt.

Efterhaanden som Udgravningen skrider frem, maa al Jord, der ikke skal benyttes til Efterfyld, strax bortskaffes, dels fordi Jorden af økonomiske Grunde ikke uden Nødvendighed maa flyttes flere Gange, dels fordi Jord, der oplægges langs Byggegruben, vil udøve et Tryk mod Skraaningerne og derved kan foranledige Skred. Den Jord, der skal benyttes til Efterfyld,

maa være fri for organiske Indblandinger, da saadanne ved deres Forraadnelse kunne give Anledning til Dannelse af Svamp.

Er en Tørlægning af Byggegruben nødvendig, kan hertil anvendes forskellige Maskiner. Valget mellem disse vil navnlig være afhængig af, hvor stort Arbejde der skal udføres: hvor meget Vand der skal bortskaffes i Døgnet, og i hvor lang Tid det i det hele kan antages nødvendigt at holde Byggegruben tør. Da denne Tid i de fleste Tilfælde ikke er meget lang, vil det ikke kunne betale sig at anvende kostbare Maskiner, selv om de arbejde meget billig, da den ved Anskaffelsen foraarsagede Udgift ikke vil kunne indvindes derved, at Udbringningen af hver enkelt Tønde Vand bliver billigere end ved de mindre fuldkomne Apparater; derfor anvendes som oftest simple, billige Maskiner, der ere lette at opstille og helst saadanne, som tage ringe Plads, og som ikke lide ved at bortføre Vand, der fører Sand, Dynd, Træstumper m. m. med sig. Maskinerne drives i Reglen ved Haandkraft eller ved Damp; Heste eller Vinden benyttes derimod sjælden.

Det er ikke let i Forvejen at beregne, hvor kraftige Vandlænsningsmaskinerne skulle være for at kunne holde Gruben tør; Maskinerne bør altid vælges saa kraftige, at de kunne være tilstrækkelige, selv om Vandtilstrømningen skulde blive noget stærkere end paaregnet.

Af de mange i Tidens Løb fremkomne forskellige Vandlænsningsmaskiner benyttes nu i Praxis kun forholdsvis faa, af hvilke de vigtigste ville blive omtalte i det følgende.

Den almindelige Haandpumpe kræver kun ringe Plads, og Udløbsaabningen kan let anbringes i den for hvert Tilfælde fordelagtigste Højde, men de i Vandet indblandede Urenheder skade Ventil, Stempel m. m. og bevirke derved tillige, at Pumpen kommer til at virke mindre fordelagtig. Den forfærdiges i Almindelighed af Jærn og bestaar af en Cylinder, i hvilken et Stempel bevæges op og ned, og til hvilken Vandet stiger gennem et Sugerør; paa Overgangsstedet findes der — ligesom i Stemplet — en

Ventil, der aabner sig opad. Naar Stemplet bevæges op og ned, løftes Vandet ved den frembragte Sugning, og Afstanden fra Vandspejlet til Stemplets øverste Stilling maa derfor ikke være større end den Højde, Luftrykket kan løfte Vandet, hvilken her ikke kan sættes til mere end ca. 20', da Stempel og Ventiler vel kunne slutte vandtæt, men ikke fuldstændig lufttæt. Ved lange Sugerør bør hele Ledningen fyldes med Vand, inden Arbejdet paabegyndes. Sugerøret maa da ogsaa fornedet lukkes med en Ventil, der anbringes i Forbindelse med en Kurv, der hyppig findes for at hindre Smuds i at løbe op i Røret.

Ved Byggegrubers Tørlægning er det ofte hensigtsmæssigt at anvende en Pumpe, Fig. 12, der er sammensat af 2 enkeltvirkende Sugepumper, hvis Stempelstænger bevæges op og ned ved en ligearmet Vægtstang.

Ved almindelige Pumper kan Nyttvirkningen regnes til ca. 70 %.

En Arbejder kan antages i Sekundet at udføre et Nyttearbejde paa ca. 30 Fodpund.

Arkimedes's Vandsnegl, Fig. 13 og 14, bestaar af en Spindel og en med Jærnbånd sammenholdt Kappe, imellem hvilke der er dannet flere (2—3) skrueformede Kanaler. Den forfærdiges ofte helt af Træ, og Skruefladerne sammensættes da af smaa, efter en bestemt Chablon tildannede Brætstykker. Fremstilles Sneglen af Jærn, forfærdiges saavel Spindel som Skruegange af Jærnblik, afstivet med Vinkeljærn. Vandsneglen bevæges enten ved Haandkraft eller ved Damp, idet der paa Spindlens Axe sidder et konisk Tandhjul, der er i Indgribning med et andet konisk Tandhjul, der sættes i Bevægelse ved et Haandsving eller ved en Dampmaskine.

Løftehøjden er sædvanligvis ikke over 12'; Axen bør danne en Vinkel paa højst ca. 30° med Horizonten. Sættes Spindlens Diameter til $\frac{2}{3}$ af Tromlens Lysningsdiameter og Skruegangenes Midtlinies Stigningsvinkel til 30°, kan man regne, at der ved

hver Omdrejning bortskaffes et Vandvolumen paa ca. $2,3r^3$, hvor r betegner Tromlens Lysningsdiameter.

Sneglens Nyttvirkning vexler fra 60—85 %.

Undertiden har man til Byggegrubers Tørlægning anvendt en anden Form, der altid anvendes, naar der er Tale om store Udtørringsarbejder. Kappen falder bort og erstattes af en fast, halvcylindrisk Slutrende, igennem hvilken Vandet løftes ved Spindlens Omdrejning for at føres bort ved den højstliggende Ende. Saadanne Apparater kaldes arkimediske Skruer.

Centrifugalpumpen, Fig. 15, bestaar af en Støbejerns Kasse, i hvilken en Skive med snirkelformede Skovle hurtig kan bevæges rundt og derved sætte det i Kassen værende Vand i Bevægelse, saa at det ved Centrifugalkraften kan drives op gennem et Stigerør, ved hvis øverste Ende det løber ud i Renden, der skal føre det bort. Naar Kassen er lufttæt, vil der stadig kunne føres Vand til Pumpen fra et Sugerør, saafremt Sugehøjden ikke er større, end at Luftrykket kan løfte Vandet op i Kassen (ca. 20').

Centrifugalpumper kunne bygges paa mange forskellige Maader; den i Figuren viste tjener som et Exempel. Vandet suges ind i Kassen, i hvilken Skovlene ere anbragte mellem 2 parallelle Vægge; de ere dog ikke førte helt ind til Centrum og have en Form, der ved Forsøg har vist sig god. Kassen og Sugerøret maa fyldes med Vand, førend Pumpen sættes i Gang. Sugerøret maa altsaa fornedet være forsynet med en Ventil, der hindrer Vandet i at løbe ud.

Centrifugalpumpen maa nødvendigvis drives med Damp, da den kun virker ved en betydelig Omløbshastighed, hvis Størrelse afhænger af det Arbejde, Pumpen skal udføre. Den største Højde for Stigerøret er ordentligvis ca. 30', dog har man i særlige Tilfælde konstrueret Centrifugalpumper med en Højde for Stigerøret paa ca. 100'. Omløbshastigheden vexler fra 600 til 2000 Omdrejninger i Minuttet (det store Antal for smaa Pumper)

og tilvejebringes simplest ved paa Axlen at anbringe en Remskive, der bevæges fra et i Nærheden opstillet Lokomobil.

Nyttevirkningen er ca 40 $\frac{0}{10}$. Centrifugalpumper kunne ikke med Fordel konstrueres til Bortskaffelse af under ca. 15 Kubikfod Vand pr. Minut.

Ved Pulsometre ledes Damp ind i en Beholder med Vand og trykker det op igennem Stigerøret; naar Beholderen er tømt, fortættes Dampen, og Vandet vil da stige op gennem Sugerøret og fylde Beholderen paany, hvornæst Processen gentages. Halls Pulsometer, Fig. 16, bestaar af 2 flaskeformede Beholdere, til hvilke Dampen kan ledes gennem Halsen. Medens Adgangen til det ene Rum spærres ved en Kugleventil, strømmer Dampen ind i det andet Rum og trykker Vandet op gennem Stigerøret, indtil Beholderen er tømt. Idet Dampen selv naar Stigerørets Munding, opstaar der en Fortætning af Dampen, og den letbevægelige Kugleventil skifter Plads, saa at Dampen nu strømmer ind i den anden Beholder, medens Vandet suges ind i den første. Processen fortsættes dernæst paa den ovenfor beskrevne Maade.

Stigehøjden kan gøres indtil 100'; Sugehøjden ca. 12'. Nyttevirkningen er endel ringere end ved Centrifugalpumper. Naar Pulsometre alligevel forholdsvis hyppig benyttes, maa Grunden hertil vel nærmest være deres simple Konstruktion, der bevirker, at de sjælden komme i Uorden, den Lethed, hvormed de kunne sættes i Gang og betjenes, samt den Omstændighed, at de ikke lide ved at benyttes i urent Vand.

Fangdæmninger.

Naar Byggepladsen ligger under Vand, maa den omgives med Fangdæmninger, der kunne hindre Vandet i at trænge

ind i den. De maa være tætte og tiltrækkelig stærke til at kunne modstaa Vandtrykket samt saa høje, at Vandet ikke kan løbe over dem.

Til Omslutning af Byggegruber benyttes Dæmninger alene af Jord kun til en Højde af et Par Fod. Ved Højder paa indtil 4—5' kan Fangdæmningen dannes af en Jordmasse, der paa den mod Byggegruben vendende Side hviler mod en ved Hjælp af en Stolvæg afstivet Brædevæg, Fig. 17.

Skal Højden være større end 5', anvendes i Reglen de saakaldte Kassefangdæmninger, Fig. 18; de bestaa i deres simpleste Form af 2 lodret stillede Stolvægge med Brædebeklædning, imellem hvilke der fyldes Jord. Afstanden imellem Væggene kan passende være lig Højden, naar denne er under 8'; er den over 8', kan Afstanden gøres 4' større end den halve Højde. I den nyere Tid bygges Fangdæmningerne ofte med ringere Tykkelse; man maa da anvende behørig Afstivning og særlig godt Fyldmateriale. Væggene dannes af Pæle, der rammes ned i Grunden i en indbyrdes Afstand paa 4—5', og som foroven forsynes med Hamre, der gensidig afstives ved Tvingere. Hamrene kunne tappes til Pæleenderne eller boltes til deres Ydersider, hvor de da tillige støttes ved paasømmede Knager. Tængerne kunne erstattes med Jærnbolte.

Stolvæggene støtte en Brædebeklædning af vandrette eller lodrette Bræder.

En Beklædning af vandret liggende Bræder, Fig. 19, udføres ved at danne Flager, der sammenholdes af paanaglede Revler; disse Flager drives, saa godt det lader sig gøre, ned i Grunden og stødes altid bag en Pæl; Stødene kunne tættes ved at neddrive lodret staaende Bræder bag dem.

Ved større Vanddybde og ujævn Grund anvendes i Stedet for de omtalte Flager, der ofte kun lade sig drive nogle faa Tommer ned i Grunden, lodrette Bræder enten én paa to eller endnu bedre — ved en Dybde paa en halv Snes Fod og derover — indbyrdes forbundne med Fjeder og Not. De paa sidstnævnte

Maade dannede Plankevægge, de saakaldte Spundsvægge, ere i Besiddelse saavel af en større Stivhed som af en større Tæthed. Spundsvæggene støttes foroven af paaboltede, dobbelte Tvingere, Fig. 21; Stolvæggens Hammer kan iøvrig erstatte den ene Tvinger, Fig. 20.

Meget høje Fangdæmninger bygges hyppig i 2 Dele, Fig. 22, hvorved opnaas, at Dæmningens meget betydelige nedre Tykkelse ikke behøver at føres helt op, og at Vandaarer, der danne sig forneden i den yderste Del, kunne afbrydes allerede ved Mellemvæggen, hvorved Sikkerheden forøges.

Til Fyld anvendes sædvanligst Ler uden Klumper, Rødder, Træstumper eller andre fremmede Legemer. Er Grunden mellem Fangdæmningens Vægge bedækket med Slam eller anden løs Jord, der kan forhindre Fylden forneden i at lejre sig fast, maa der foretages fornøden Opmudring inden Opfyldingen.

Spidse Hjørner maa afstumpes, da de vanskelig kunne bygges tilstrækkelig solide og tætte.

Fangdæmninger, der støde til en Bred, føres et Stykke ind i denne; støde de til en Mur, maa man have sin Opmærksomhed henvendt paa at tætte Sammenstødet, f. Ex. ved at lade Fangdæmningens Bredde voxe i Nærheden af Muren, ved her at anvende særlig godt Fyldmateriale o. s. v.

Oversigt over de forskellige Funderingsmaader.

Saaledes som tidligere omtalt, skal Fundamentet overføre Bygningens Vægt paa Undergrunden paa en saadan Maade, at denne kan optage Trykket uden Skade for Bygningen. Dette Formaal opnaas bedst ved at føre Fundamentet ned til fast

Byggegrund. Ikke sjælden ligger imidlertid denne saa dybt, at det vil blive forbunden med uforholdsmæssige Udgifter at føre Fundamentet ned til den, maaske vil det endog være umuligt paa Grund af stærk Vandtilstrømning eller af andre Aarsager. I saadanne Tilfælde kan man blive nødsaget til at fundere paa en mindre fast Grund; man fordeler da Bygningens Tryk over en stor Flade ved en passende Udvidelse af Fundamentet eller søger ved Kunst at befæste Undergrunden.

Naar fast Grund ikke ligger i altfor stor Dybde, og naar Vandforholdene ikke gøre en Tørlægning af Byggegruben særlig vanskelig eller umulig, graves der ned til fast Grund, og Fundamentet opføres paa denne. Ligger fast Grund særlig dybt, eller vil man, for saa vidt den ligger under Vand, naa den uden Tørlægning, kan man anvende Fundering paa Pæleværker, paa Jærnskruepæle, paa Beton, der udstøbes under Vand, paa Sand- eller Stenopfyldninger, paa Sænkebrønde og paa Sænkekasser. Ved særlig vanskelige Tilfælde udføres Funderingen i fortættet Luft.

De fleste af de her nævnte Maader ere ikke betingede af, at den faste Grund ligger under Vand, men kunne anvendes, hvor der ikke findes Vand. Al Træ, der anvendes til Fundamenter, maa dog anbringes under laveste Vandstandshøjde; det kan i saa Fald betragtes som uforgængeligt. Dette gælder dog kun i ferskt Vand; i Saltvand er Træet, naar det ikke beskyttes, udsat for Angreb af Pæleorme, der i kort Tid kunne ødelægge det.

Kan fast Grund ikke naas, kan man fordele Bygningens Tryk over en større Del af Undergrunden efter Omstændighederne ved Hjælp af Sten- eller Sandpaafyldninger, ved et bredt Betonlag eller ved et saakaldt Tømmerslyngværk; en Befæstelse og Forbedring af Grunden kan naas ved Nedramning i den af Pæle eller store Sten.

I det følgende haves særlig for Øje de i Husbygningskunsten anvendte Funderingsmaader, navnlig de, der anvendes i Danmark.

Disse kunne henføres til 2 Hovedgrupper, idet man næsten altid enten udgraver Byggegruben, eventuelt under Tørlægning, til en passende fast Grund er naaet, hvornæst Fundamentet opmures eller støbes af Beton med en efter Bygningens Vægt og Grundens Modstandskraft afpasset Tykkelse (Bredde), eller man rammer Pæle ned i Grunden til en saadan Fasthed, at de kunne modstaa Bygningens Tryk. Beskrivelsen af de tidligere nævnte Funderingsmaader vil derfor i Alt blive henført til 3 Hovedgrupper:

Fundamenter af Murværk og Beton.

Pæleværker.

Særlige Funderingsmaader.

Er det nødvendigt at sikre Fundamentet imod Underskylning, anvendes hertil som oftest Spundsvægge, hvorved forstaaes tætsluttende Tømmervægge af Planker eller Halvtømmer, der omgive Fundamentet paa de Sider, Underskylning kan befrygtes. Spundspælens Tykkelse afhænger af Fastheden af den Jord, hvori de skulle rammes, og af deres Længde, da de maa være i Besiddelse af tilstrækkelig Stivhed til at kunne modstaa den med Længden voxende Tilbøjelighed til Bøjning. Længden maa bestemmes af den Dybde, til hvilken de maa rammes for betryggende at sikre Fundamentet. Spundsvæggene afstives i Reglen for oven enten ved fastboltede, dobbelte Tvinger eller ved en gennemgaaende Hammer, der i en paa Underfladen udhøvlet Not optager de paa samtlige Pæle anbragte Tappe; hver 4de—5te Tap gøres gennemgaaende og forkiles.

Naar Strømmen ikke er stærk, og Spundsvæggen derfor ikke behøver at føres ned til stor Dybde, kan den ofte let erstattes med en Betonmur.

Fundamentet kan ogsaa sikres mod Underskylning ved Pakninger med saa store Sten, at Strømmen ikke kan rive dem med sig. De bruges enten som selvstændig Sikringsmiddel eller i Forbindelse med Spundsvægge.

For at forhindre, at Strømmen skal uddybe Flodlejet foran og mellem Bropiller, anvendes ofte en Stenbrolægning paa Vandløbets Bund.

Fundamenter af Murværk og Beton.

I Reglen vil det øverste Jordlag være løst, gennemtrængt af Planterødder og stærkt sammentrykkeligt, altsaa ikke i Besiddelse af nogen Bærekraft. Det maa derfor nødvendigvis bortskaffes under Murene; som oftest indskrænker man sig ikke hertil, men bortgraver det under hele Bygningen, da det indeholder organiske Dele, der let kunne give Anledning til Dannelse af Svamp.

Det er imidlertid ikke altid tilstrækkeligt at fjerne det øverste, løse Lag, naar dette kun har en ringe Tykkelse, men man kan blive nødsaget til at gaa dybere ned af Hensyn til Frosten. Da nemlig saa godt som alle Jordarter lade sig gennemtrænge af Regn- og Overfladevandet, er man udsat for, at det, naar Frosten kan naa ned i Jorden til Fundamentets Underflade, her vil fryse, derved udvide sig og bevirke en Løftning af Bygningen, der ved indtraadt Tø vil efterfølges af en Sænkning. Saadanne uregelmæssige Bevægelser i Undergrunden ville selvfølgelig virke meget uheldig og i ethvert Fald let kunne foranledige Revner og et mindre godt Sammenhold i Bygningen.

Af Hensyn til Frosten sættes her i Landet 3—4' som den mindste Dybde for Ydermures Fundament, 1¹/₂—2' for Indermures. Er Bygningen forsynet med 3—4' dybe Kældere, vil det være tilstrækkeligt at føre Fundamentet 1¹/₂—2' ned under Kældergulvet; holdes Kælderen opvarmet om Vintren, falder ved Kældere af nævnte Dybde Hensynet til Frostvirkningen bort ved Bestemmelse af Fundamentets Dybde.

Ved lave Bygninger af ringe Betydning, f. Ex. ved Udhuse,

indskrænkes af økonomiske Hensyn Fundamentets mindste Dybde ofte til ca. 2'.

Tykkelsen (Bredden) af Fundamentet bør bestemmes med tilbørligt Hensyn til Grundens Beskaffenhed og til Vægten af den Mur, der hviler paa Fundamentet. Underfladen maa i ethvert Fald gøres saa stor, at den Vægt, der kommer til at virke paa den, fordeles saa meget, at Grunden med fuld Sikkerhed kan taale Trykket. Det lader sig vanskelig nøiagtig bestemme, hvor stort Tryk almindelig god Byggegrund kan taale, naar Grunden ikke bestaar af en Klippeart, hvis Styrke er bekendt. For fast Grus, Sand og Ler kan i Gennemsnit et Tryk pr. □" paa ca. 50 \bar{H} antages for tilladeligt. Naar Trykket pr. □" i selve Muren er større end det Tryk, for hvilket man efter en Undersøgelse af Grundens Beskaffenhed mener at turde udsætte den, maa man gjøre Fundamentet bredere end Murstammen, hvad man i øvrigt i Reglen vil være tilbøjelig til af Hensyn til Stabiliteten. Det af den forøgede Tykkelse betingede Fremspring bør fordeles saaledes, at Resultanten af de paa Fundamentet virkende Kræfter kommer til at gaa gennem Midten af Underfladen, for at Trykket kan blive ensformig fordelt over Undergrunden.

For at sikre sig imod en Forskydning af Fundamentet lægges dets Underflade vinkelret paa Trykkets Retning; hvor dette udelukkende skyldes Tyngden, bør Underfladen altsaa være vandret. Er der derimod et Sidetryk til Stede, som ved Beklædningsmure eller Endepiller for Hvælvinger, bliver Underfladen skraa. Det antages dog for tilladeligt at lade Underfladen være vandret, saa længe Resultanten af Trykkene afviger mindre end ca. 15° fra den lodrette Retning.

Er det Jordlag, paa hvilket Bygningen skal funderes, hældende, vil det være urigtigt at udgrave Byggegruben indtil samme vandrette Plan, dels fordi der derved vil foranlediges en ikke nødvendig Udgift, dels fordi i visse Tilfælde det bærende Jordlags Tykkelse vil kunne svækkes i utiørlig Grad. Bygge-

gruben udgraves i dette Tilfælde med Aftrapninger, hvis Bredde afhænger af Lagets Fald.

Ligger det bærende Lag i forskellig Dybde under Jordoverfladen, er der ej heller nogen Grund til at grave ned til samme vandrette Plan; de enkelte Partier af Fundamentet bør alle have vandret Underflade, og Overgangen fra een Dybde til en anden ske ved lodrette Trin.

Til Fundamenter anvendes sædvanlig hydraulisk Mørtel.

Hydraulisk kaldes Mørtlen, naar den har den Egenskab at kunne hærde uden Luftens Tilgang og altsaa ogsaa under Vand i Modsætning til Luftbygningsmørtel, der for at hærde kræver Luftens Tilgang.

Luftbygningsmørtel er en Blanding af Kalk, Sand og Vand. Kalken forekommer i Naturen i Forbindelse med Kulsyre som Kalksten. Udsættes denne for en stærk Hede, bliver Kulsyren uddreven, og den brændte Kalk faar derved den Egenskab, at den, læsket i Vand og dernæst blandet med Sand til en stiv Dej, optager Kulsyre fra Luften og omdannes til kulsur Kalk. Sandet tjener til at gjøre Massen porøs, saa at Luften kan komme til at virke, thi vel vil læsket Kalk ved Luftens Paavirkning kunne hærde uden Sandets Mellekomst, men der danner sig da strax paa Overfladen en tynd Skorpe af kulsur Kalk, der forhindrer Luftens Adgang til det indre og derved dettes Hærdning.

Ved hydraulisk Mørtel maa Kalken være blandet med Stoffer af en saadan Beskaffenhed, at Hærdningen vil indtræde uden Luftens Paavirkning som Følge af kemiske Omsætninger i Massen selv. Disse Stoffer indeholde Kiselsyre, i Reglen forbunden med Lerjord, Jernilte m. m., og Hærdningen beror paa, at der dannes Silikater, hvori ogsaa Kalken indgaar.

De Stoffer, der gøre Mørtlen hydraulisk, kunne enten blandes med Kalken efter Læskningen, altsaa umiddelbart før Brugen, eller være i Forbindelse med den inden Brændingen.

Iblandt de Stoffer, som man kan anvende som Tilslag til fed Kalk og derved bevirke, at Mørtlen bliver hydraulisk, skal her kun nævnes Tras. Det er en Stenart, der indeholder en betydelig Mængde Kiselsyre og Lerjord, og som findes i store Lag ved Rhinen og Mosel. Den kan have en Fasthed, der svarer til blød Sandstens og benyttes i saa Fald ogsaa noget som Byggesten. Efter Bruddet pulveriseres den og sigtes for at fjerne de grove Dele; alene kan den ikke danne Mørtel, men den maa nødvendigvis blandes med Kalk. Blandingsforholdet beror paa den Anvendelse, man vil gøre af Mørtlen. Til egentlige Vandbygningsarbejder bruges hyppig 1 Maal Kalk og 2 Maal Tras; til Fundering i fugtig Jord kan anvendes 1 Maal Kalk, 1 Maal Tras og 1 Maal Sand.

Trasmørtel bruges endnu meget i Tyskland og andre Steder; i Danmark er den fortrængt af Cement, der fremstilles ved Brænding af Kalk, der er i Forbindelse med en passende Mængde af saadanne Stoffer, der kræves for at gøre Kalken hydraulisk. Der findes Kalksten, der foruden kulsur Kalk indeholde i det rette Forhold de Stoffer, som skulle være til Stede, for at Kalken efter Brændingen kan blive hydraulisk. Ved Brænding og Formaling af saadan Kalk fremstilles den saakaldte naturlige Cement. I 1824 opfandt man imidlertid at blande de forskellige Bestanddele sammen ved Kunst inden Brændingen, hvorved man i høi Grad kan sikre sig et ensartet Produkt. Den saaledes fremstillede Cement kaldes i Almindelighed Portlandcement, hvorved altsaa forstaas et Produkt, der er tilvirket ved Brænding indtil Sintring af en omhyggelig Blanding af Stoffer, hvis væsentligste Bestanddele ere kalk- og lerholdige Materialier, og som derpaa er malet til Pulver. Cementen er et skarpt, krystallinskt Pulver af grønliggraa Farve og med en Vægt paa 80—90 \bar{n} pr. Kubikfod, løst opkastet. Med Hensyn til Levering og Undersøgelse af Portlandcement kunne efterfølgende Bestemmelser tjene til Vejledning, idet det tillige bemærkes, at Undersøgelsen af Cementen, som det vil ses, kræver saa mange

Apparater, at den kun kan foretages paa dertil indrettede Laboratorier.

1) Portlandcement skal i Reglen leveres i hele og halve Normaltønder med en Brutto-Vægt henholdsvis af 180 Kilogram (1 Kilogram = 2 \bar{n}) og 90 Kilogram, og Netto-Vægt ca. 170 Kilogram og ca. 83 Kilogram. Foruden Angivelse af Brutto-Vægten skal Firma- eller Fabriksmærket findes paa Tønderne.

2) Portlandcement skal i Reglen være langsomt størknende, \circ : have en Størkningstid paa ikke under 2 Timer; dog maa Størkningstiden ikke overstige 24 Timer. Størkningstiden skal bestemmes ved Vicats Normalapparat, Fig. 23, og er den Tid, der forløber fra Udstøbningen af ren Cementmørtel i den til Apparatet hørende Beholder har fundet Sted, og indtil Apparatets Naal ikke længere giver et kendeligt Indtryk paa Mørtelkagens Overflade. Naalen er forneden afskaaren med en Cirkelflade af 1 \square mm. (0,001462 \square "") Areal og har en Vægt paa 300 Gram (0,6 \bar{n}). Ved alle Prøver bør Cementmørtlen fremstilles paa fuldstændig samme Maade, og der er derfor opstillet forskellige Regler for Bestemmelsen af Vandmængden m. m. Disse Enkeltheder forbigaas imidlertid her. Det bemærkes, at Afbindingen siges at være indtraadt, naar Naalen ved sin egen Vægt ikke fuldstændig kan trænge igennem Mørtelkagen.

3) Portlandcement maa ikke bulne ud \circ : udstøbt Cementmørtel maa ikke ved at lægges i Vand efter fuldendt Størkning forandre sit Volumen. Prøven foretages ved at udstøbe paa en Glasplade en Kage af ca. 2 cm. (ca. $\frac{3}{4}$ "") Tykkelse, dannet af ca. 100 Gram ($\frac{1}{5}$ \bar{n}) ren Cementmørtel. Glaspladen lægges i Vand efter 24 Timers Forløb, og Kagen maa efter Opbevaring i Vand i længere Tid — fra 3 til 28 Dage — hverken vise nogen som helst Krumning eller have faaet Kantrevner.

4) Portlandcement skal være saa fint malet, at den i det højeste lader 10 $\%$ tilbage paa en Sigte med 900 Masker pr. Kvadratcentimeter (ca. $\frac{1}{7}$ \square ""), og hvis Traadtykkelse er

det halve af Maskevidden. Finhedsgraden undersøges tillige ofte ved Anvendelse af Sigter med 5000 Masker pr. Kvadratcentimeter.

5) Portlandcementens Styrke skal prøves ved en Blanding af Cement og Sand.

Styrkeprøven udføres saavel ved Sønderrivning som ved Knusning efter ensartet Fremgangsmaade, baade hvad Prøvestykkernes Form og Størrelse og hvad de dertil anvendte Apparater angaar.

Norm-Prøverne skulle udføres af 1 Vægtdele Cement og 3 Vægtdele Sand (hertil svarer omtrent 1 Del Cement og 4 Dele Sand efter Maal). Sandet skal have en bestemt Finhedsgrad, der tilvejebringes ved Sigting af rent, skarptkantet Kvarts-sand. Prøverne opbevares 1 Dag i Luften, den øvrige Tid under Vand.

Sønderrivningsforsøgene foretages med Prøvestykker, hvis Brudflade er kvadratisk med et Areal af 5 Kvadratcentimeter (knap $\frac{3}{4}$ □"). Knusningsforsøgene foretages med Tærninger med 50 Kvadratcentimeters Sideflade.

Normprøverne skulle efter 28 Dages Forløb udvise en Sønderrivningsstyrke af mindst 16 Kilogram pr. Kvadratcentimeter (ca. 219 \bar{u} pr. □") og en Knusningsstyrke af mindst 160 Kilogram pr. Kvadratcentimeter.

Fundamenterne kunne enten støbes af Beton eller bygges af kløvede Kampesten eller af Murværk af brændte Sten.

Hyppest støbes Fundamentet af Beton enten i Forme, dannede af afstivede Bræder, eller direkte i Udgravningen, der kan tjene som Form, hvis Jorden er tilstrækkelig fast.

Beton er som bekendt en Blanding af hydraulisk Mørtel og Skærver.

De Skærver, der anvendes til Beton, kunne være af forskellig Slags, eftersom Betonen skal have en større eller

mindre Styrke. Her i Landet benyttes i Reglen Granitskærver, Singel eller Murstensskærver.

Skærverne anvendes sædvanligst som $\frac{5}{4}$ "— $\frac{7}{4}$ " Skærver, af hvilke højst 50 Stykker pr. Kubikfod ikke kunne bringes igennem en Ring med henholdsvis $\frac{3}{2}$ "—2" Diameter. Skærvernes Mellemrum, der skulle udfyldes af Mørtlen, ville ved $\frac{7}{4}$ " Skærver udgøre 45 % af hele Massen; for en Sikkerheds Skyld forøges den fundne Størrelse af Mørtelmængden med mindst 5 %, saa at altsaa Mørtelmængden har mindst halvt saa stort Rumfang som Skærverne. Ved omhyggelig tilberedt Beton faas, naar Mørtelmængden er det halve af Skærvernes Rumfang, 8—10 % større Rumfang, end Skærverne indeholde; de 5 % heraf hidrøre fra det tilsatte Overskud af Mørtel, medens Resten stammer fra Utætheder i Betonen.

Betonen kan efter de seneste Erfaringer hensigtsmæssig fremstilles saaledes:

Alle Materialier maales ubetinget til hver Blanding.

I en Slagbænk eller paa en Brædeflage spredes først Sandet tørt i et Lag paa 2—3 Tommers Tykkelse og derover udbredes Cementen, begge Dele i jævntykke Lag. Sand og Cement blandes derefter med Skovl, stadig tørt, 4 Gange frem og 4 Gange tilbage. Mellem hver Blanding knuses de mulig fremtrædende Cementklumper med Skovlene, hvorefter Massen skovles op i en langagtig Bunke med Ryg. Ved hver Behandling med Skovlene vendes hele Massen, saa at det nederste kommer øverst. Efter at Behandlingen er udført 3 Gange frem og tilbage, skal Massen være ensfarvet, saa at man ikke kan skælné Cementen fra Sandet.

Paa en Brædeflage, ca. 6 × 6 Alen, udbredes de maalte Skærver, hvis Rumfang ikke maa være over 12 Kubikfod, jævnt i et 2—3 Tommer tykt Lag og vandes lidt. Derefter kastes den ovennævnte Blanding af Cementen og Sandet hen over Skærverne og fordeles jævnt, hvorefter det hele under jævn Overbrusning med Vand fra en Vandkande blandes med Skovl

3 Gange frem og 3 Gange tilbage; imellem hver Gang skovles Massen op i en langagtig Bunke med Ryg, og hver Gang vendes det nederste øverst. Den færdige Betonmasse skal være som en stiv Grød, skal svare godt, men ikke svuppe under Stamperen og ikke strax give Vand fra sig ved Støbningen.

I Formen eller Gruben kastes Betonen helst med Skovl, som vendes, idet Betonen klaskes ned. Betonen føres paa i Lag af ca. 6" Tykkelse, jævnes og stemples dernæst med Stampere. Disse skulle veje mindst 20 \mathcal{E} , have kvadratisk Bundflade med 9" Sidelinie og hver Gang løftes 9—12". Har Betonen den rette Fugtighedsgrad, vil Vandet under Stampningen piple frem med hvidt Skum, der fjernes ved Vadskning og Fejning, naar det paagældende Lag er færdigt.

Tilberedt Beton skal strax udstøbes. Har en Betonoverflade henstaaet i over 6 Timer efter Udstøbningen, maa den ophakkes, renses samt overgydes med et tyndt Lag Cementmørtel, inden et nyt Betonlag støbes paa. Ved Udstøbningen søges det, saa vidt muligt, opnaaet, at man ikke paa samme Dag med længere Mellemrum kommer til at arbejde paa samme Sted, men at det Betonlag, som kan støbes paa een Dag, hurtigst mulig gives den Højde, det skal have.

Med et Hold paa 7 Mand kan man tilberede ca. 500 Kubikfod Beton paa een Dag.

Naar Betonfundamentets Højde ikke er særlig stor, støbes det i Almindelighed med samme Tykkelse i hele sin Højde. Hvor stort Fremspring for den oven over værende Mur det kan forsvares at give Betonlaget, afhænger af Størrelsen af det Tryk, Undergrunden bliver udsat for, og af Betonlagets Tykkelse. Fremspringet vil vel ordentligvis ikke kunne gøres større end $\frac{3}{4}$, højst 1 Gang Betonlagets Tykkelse.

I særlig vanskelige Tilfælde har man under hele Bygningen støbt et gennemgaaende Betonlag; Lagets Tykkelse maa være tilstrækkelig til at kunne optage de fra Bygningen hidrørende Tryk.

Fundamentet bygges ogsaa hyppig af kløvede Kampe-

sten, der anbringes i et tæt, sluttet Lag, og paa hvis vel udligede Overflade Murene opføres. Ved dybe Fundamenter bygges ofte den ene eller begge Mursider flugtende, idet Stenene anbringes med den udkløvede Flade udefter, medens det indre Rum udfyldes med større og mindre Sten. Saadanne Mure bør dog helst have en Tykkelse paa mindst 24". Ved vel udført Kampestensmurværk med flugtende For- og Bagside vil Mørtelmassen udgøre ca. $\frac{1}{5}$ af hele Murens Rumfang.

Fundamentet kan ogsaa opføres af almindelige Mursten, naar de ere godt brændte; i de yderste Lag kan det anbefales at anvende Klinker. Er Fundamentet bredere end Murstammen, maa det aftrappes, saaledes at Trinenes samlede Bredde bliver $\frac{1}{2}$ Sten, medens Højden af Trinene af Hensyn til Styrken helst bør være 4—5 Skifter.

Ligger den gode Byggegrund i temmelig stor Dybde under Jordoverfladen, kan man for at spare Beton eller Murværk opføre enkelte Piller i Stedet for et gennemgaaende Fundament. Pillerne maa have et saa stort Tværsnit, at de kunne fordele Bygningens Tryk over et passende stort Areal af Byggegrunden. For oven forbindes Pillerne indbyrdes under Jordoverfladen med et gennemgaaende Betonlag eller med saakaldte Grundbuer, stærke, mindst 2 Sten tykke Buer, hvorved der dannes et gennemgaaende Underlag for Bygningens Mure. Det vil være naturligt at opføre en Fundamentpille under hver af Bygningens Vinduespiller. Hjørnepillerne maa være særlig solide og afstives under vanskelige Forhold ved Stræbebuer, der slaas enten fra 2 Piller i Flugt ved Murene eller fra en enkelt, der sættes udenfor Hjørnet i Vinklens Halveringslinie.

Grundens Beskaffenhed kan nødvendiggøre, at Pillerne opføres paa et gennemgaaende Fundament; man murer da tit omvendte Buer imellem Pillerne, saakaldte Jordbuer.

I de fleste Tilfælde maa man bortgrave al Jorden indtil Pillerens Underflade for at kunne opføre Fundamentpillerne.

Undertiden er dog Jorden saa fast og tør, at man kan udgrave for hver Pille en Brønd, der fyldes med Murværk eller Beton. Ved lette Bygninger kunne Brøndene erstattes af borede Huller, som fyldes med Beton.

Fundamenter for Søjler i Bygningen bygges i Almindelighed hvert for sig, naar deres indbyrdes Afstand ikke er alt for ringe. Hvor stærke Rystelser eller Sidetryk kunne gøre det ønskeligt, afstives disse enkelt staaende Pillefundamenter indbyrdes ved Grundbuer i 1 eller om fornøden i 2 Retninger; man kan ogsaa anvende en gensidig Afstivning ved Jordbuer, hvilket dog navnlig finder Sted, naar det tillige er af Betydning at fordele Trykket over et stort Areal af Undergrunden.

Pæleværker.

Naar fast Grund ligger i saa betydelig Dybde, at man ikke anser det for rigtigt, at føre Fundamentmurværket ned til den, kan man anvende et Pæleværk, hvorved forstaaes en Samling Pæle rammede ned i Jorden og for oven forbundne enten ved et Betonlag eller ved Tømmerstykker, for at der kan tilvejebringes fornøden Sammenhold og dannes et Underlag for Murværket. Pælene rammes ned til fast Grund og sikre saaledes Bygningen ved at overføre dens Vægt dertil. De kunne imidlertid ogsaa benyttes, selv om fast Grund ikke kan naas, naar de rammes i et saa betydeligt Antal, at der paa hver Pæl kommer en Vægt, der er mindre end den, der kræves til at overvinde Gnidningsmodstanden mellem Pælen og Jorden.

Pæleværker kunne — som tidligere berørt — kun anvendes, naar de kunne anbringes helt under Grundvandet, thi kun naar Træ er stadig under Vand, kan det betragtes som uforgængeligt. Der er hyppig Anledning til at befrygte en senere Sænkning af

Grundvandstandshøjden, hvorfor man helst bør anbringe Træværket $1-1\frac{1}{2}'$ under laveste Vandstandshøjde.

I sin simpleste Form bestaar Pæleværket af en Samling Pæle, rammede i en indbyrdes Afstand paa $2-3'$ og for oven forbundne med et Betonlag, der støbes ned over de ca. $6''$ over Grunden afskaarne Pæle. Betonlaget maa have tilstrækkelig Tykkelse til med Sikkerhed at kunne taale den oven over værende Murs Tryk. Denne Maade at udføre Pæleværket, Fig. 24, er overordentlig simpel, da der ikke kræves nogen særlig Nøjagtighed ved Pælernes Ramning, men den ved Betonlagets Anbringelse tilvejebragte indbyrdes Afstivning og Forbindelse mellem Pælene er ikke saa solid som den, der kan tilvejebringes ved Tømmerstykker.

Naar Pælene ere lange, og naar de over den faste Grund liggende Lag ere af særlig løs Beskaffenhed, kan der derfor være Anledning til at forbinde Pælene ved Tømmerstykker, der da sædvanligvis bære et Plankelag, paa hvilket Murene hvile.

Pælene rammes da i Længderækker med en indbyrdes Afstand paa $2\frac{1}{2}-4'$. Pælene i Længderækkerne staa i en indbyrdes Afstand paa $3-5'$ og ere enten ordnede i Tværrækker eller forsatte for hinanden. Oven paa Længderækkerne tappes Hamre, der ofte forbindes med paaskrammede Ankre over Pæletværrækkerne; efter at Rummet mellem Byggegrubens Bund og Overkanten af Hamrene er fyldt med fast stampet Ler, Grus eller Sand, anbringes Plankedækket, hvilende paa Hamrene.

Støde 2 Pæleværker med Plankedæk sammen under en Vinkel, Fig. 25, forlænger man de i Hjørnet anbragte Ankre og lader dem blive Hamre i det tilstødende Pæleværk; herved opstaar et Trin i Plankelaget, der bør svare til et Skifte, naar der skal mures oven paa Plankerne med brændte Sten. Er Vinklen forskellig fra en ret, maa Ankre og Planker nær ved Hjørnet anbringes vifteformig. Plankerne maa derfor til-dannes med denne Anbringelse for Øje.

Undertiden skifte Ankre og Hamre Plads; de første maa da lægges tættere, da de komme til at bære Plankelaget. Denne Ændring anvendes tit ved Kajmure, Fig. 26, hvor nogle af Ankrene ved at forlænges og befæstes til Pæle i den Jord, der ikke er udsat for Udglidning ved en eventuel Væltning af Kajmuren, tjene til at modvirke Bagfyldningens Sidetryk.

Naar der uden om Pæleværket anbringes Spundsvægge, bygges de naturligst og simplest uafhængig af Pælene og af Plankedækket, Fig. 27. Man træffer dog ogsaa en Ordning, ved hvilken Spundsvæggene ere anbragte under Plankelaget tæt op ad den yderste Pælerække, Fig. 28, eller Spundsplankerne kunne rammes ned imellem de yderste Pæle, der da forsynes med Noter til Optagelse af Spundsplankernes Fjedre, Fig. 29.

Til Pæle anvendes sædvanligst Fyr og Gran; de egne sig særlig godt til denne Anvendelse paa Grund af deres slanke Væxt, deres ringe Skørhed og deres ikke ubetydelige Styrke.

Bestemmelsen af Pælenes Længde frembyder ofte en Del Vanskelighed, da det paa den ene Side vil forøge Arbejdets Kostbarhed, hvis Længden vælges for stor, saa at et betydeligt Stykke maa skæres af efter Ramningen, medens paa den anden Side at forlænge dem, hvis de ere tagne for smaa, i Praxis kun kan gøres med ganske enkelte Pæle, men ikke med alle til et Pæleværk hørende Pæle.

Skulle Pælene rammes, saa at de med deres Spidser trænge ned i et dybere liggende, fast Lag, vil Lagets Belliggenhed i Forbindelse med de Erfaringer, man har om, hvor dybt Pælene kunne bringes ned i dette, være bestemmende for Pælenes Længde; det Stykke, der rammes ned i det faste Lag, er vel højst ca $\frac{1}{5}$ af Pælens Længde, hyppig dog mindre. Ofte maa Længden bestemmes ved at nedramme Prøvepæle.

Viser det sig, at Pælene gennemgaaende ere anskaffede for korte, maa de anbringes nærmere ved hinanden end oprindelig fastsat, hvorved opnaas en Formindskelse af den Vægt, der

kommer til at hvile paa hver enkelt Pæl. Enkelte Pæle forlænges bedst ved et stumpt Stød, Fig. 30, og holdes centrerede ved en inddreven Jærntap; Pæleenderne forsynes med Jærnringer for at forhindre en Sprængning under Sammendrivningen.

Ved Bestemmelsen af Pælenes Længde maa der beregnes en Overlængde, der forbruges til Renskæring af Pælehovedet og til Tildannelse af Tappen.

Tømmerets Tykkelse bestemmes af den Bæreevne, det skal være i Besiddelse af. Staar Pælen fuldstændig fast, kan Tykkelsen bestemmes som for Søjler og Dragerstolper; denne Tykkelse vil imidlertid ikke altid være tilstrækkelig, naar Pælen staar i eftergivende Grund. Man kan af Pælens og Ramklodsens Vægt (henholdsvis P og Q) samt af Faldhøjden h og det Stykke s, som Pælen trækker i det sidste Slag, ved teoretiske Betragtninger bestemme, hvor stor en Vægt, Pælen kan bære. Denne

Vægt kan tilnærmelsesvis sættes $= \frac{h}{s} \cdot \frac{Q^2}{P + Q}$; heraf tages dog for Sikkerheds Skyld kun $\frac{1}{10}$.

Til spredte Pæle kan Rundtømmer godt anvendes; det afbarkes, og Sidegrene og fremspringende Dele borthugges. Pælene rammes sædvanligvis med Topen den ned efter og forsynes for at lette Nedtrængningen i Jorden med en firsidet Spids, hvis Længde er $1\frac{1}{2}$ —2 Gange Pælens Tykkelse.

Undertiden forsynes Pælen med en Sko, der kan forfærdiges enten af Smedejærn eller af Støbejærn eller ved Anvendelse af begge disse Materialier. Almindeligst anvendt ere Smedejærns Fligsko, Fig. 31, der ere forsynede med 4 Flige, der spigres til Pælen. Det er dog forholdsvis sjælden, at der vil være Grund til at anvende Pælensko, der under alle Omstændigheder ville foranledige en ikke ubetydelig Bekostning.

Pælehovedet afskæres nøjagtig vinkelret paa Længderetningen og forsynes under Ramningen for oven med en Smedejærnsring, der tjener til at forhindre Træets Opflosning.

Spundsplanker forsynes i Reglen med Fjedre og Not,

som kunne gives kvadratisk Tværsnit, Fig. 32. Længden af Siden i Kvadratet er en Tredjedel af Plankens Tykkelse, naar denne ikke er særlig stor. Er Tykkelsen ringe, anvendes den saakaldte Kilespundsning, Fig. 33.

Spundsningen foranlediger et betydeligt Tab; en Væg, der skal bygges af Halvtømmer, vil saaledes, naar Fjeder og Not gives kvadratisk Tværsnit med en Tykkelse svarende til en Tredjedel af Plankens, kræve en Sjettedel mere Tømmer, naar Spundsning anvendes, end naar den udelades. Man anvender derfor ofte løse Fjedre; alle Plankerne forsynes i saa Fald med 2 Noter; i den ene af disse fastsømmes eller fastskrues nøjagtig tilpassede, løse Fjedre. De saaledes tildannede Spundsplanker behandles og rammes dernæst som Planker med faste Fjedre.

I den nederste Ende tilskærpes Pælene paa en Længde, der beløber sig til 2—3 Gange Plankens Tykkelse. Notsiden afskæres ofte skraat, Fig. 34, for at bevirke en Tilbøjelighed hos Pælene til under Ramningen at vandre i Retning af Fjeder-siden, der vendes imod den anbragte Del af Væggen. Findes der imidlertid i Grunden Sten e. l., kunne disse let kile sig fast i de ved Notsidens skraa Afskæring fremkomne Aabninger. Man kan maaske nok saa godt fremkalde den omtalte Tilbøjelighed til Vandring ved at tildanne selve Skæret skraat.

Pælene forsynes undertiden med Sko.

Pælehovedet maa ligesom ved spredte Pæle afskæres med et Snit lodret paa Længderetningen; det sammenholdes, naar Jærnranslag anvendes, med en Ring.

I Hjørner og hvor en Spundsvæg støder til en anden, indskydes Pæle af Heltømmer, der forsynes med Noter til Optagelse af de nærmeste Spundspæle, Fig. 35. Notpæle forekomme ogsaa i en Spundsvæg, naar denne indskydes i Pæleværkets yderste Række. Naar Spundsvæggen indeholder Notpæle, begynder man med at ramme disse og afbinder dernæst de mellemfaldende Fag Spundsplanker nøjagtig efter de Afstande, i hvilke de færdig rammede Notpæle staa. Forbindelsen i

Spundsvæggen kan spændes ved at anvende i hvert Fag en kileformet Planke.

For at kunne ramme en Spundsvæg regelmæssig og lodret, maa der tilvejebringes en sikker Styring for den. Hertil anvendes enten faste eller bevægelige Tvingere, der anbringes i en indbyrdes Afstand saa stor som Væggen Tykkelse.

Faste Tvingere, Fig. 36, boltes til Pæle i ca. 10's indbyrdes Afstand. Staar Spundsvæggen i Vand, anbringes Tvingerne tæt over Vandoverfladen; indeholder Væggen Notpæle, befæstes Tvingerne til disse. Naar alle de Pæle, som paa en Gang skulle sættes, ere anbragte, trækkes en stærk Bolt gennem begge Tvingerne i ringe Afstand fra den sidst anbragte Pæl, hvornæst der drives en Trækile fast mellem denne og Boltens; Ramningen kan nu paabegyndes.

I Stedet for faste Tvingere eller ved lange Spundsplanker i Forbindelse med dem anvendes bevægelige Tvingere, Fig. 36, der boltes til Pæle i selve Væggen; de derved fremkomne Huller tilproppes, naar Tvingerne flyttes eller borttages.

Efter fuldført Ramning anbringes Tvingerne som oftest til Væggen; de tjene da til at støtte Sammenholdet i denne.

Det er hensigtsmæssigt at ramme flere Pæle samtidig ned, da derved opnaas, at Pælene beholde den samme gensidige Stilling, idet under Ramningen Fjeder og Not i saa Fald ere i Forbindelse paa næsten hele deres Længde. Denne Maade at arbejde paa kræver en idelig Flytning af Rambukken, der derfor bør anbringes paa Ruller eller Skinner.

Til Ramning af Pæle benyttes som bekendt Rambukke; naar Arbejderne virke direkte paa det Tov, hvori Ramslaget hænger, benyttes Benævnelser Haandrambuk; ved Maskinrambukke derimod løftes Ramklodsen ved Hjælp af et Spil. Ved Damprambukke løftes Klodsen ved Dampkraft, og da enten paa den Maade, at Kæden, hvori Ramklodsen hænger, sættes i Bevægelse ved Dampkraft, eller at Dampen direkte

løfter Ramklodsen. Endelig er Krudtets Explosionskraft benyttet til at løfte Ramklodsen, og med det Formaal for Øje er Krudt-rambukken konstrueret.

Naar Grunden egner sig dertil, kan Pælenes Nedtrængning udføres eller væsentlig lettes ved Løsning af Grunden under Trykket af en Vandstraale.

Ved Rambukke tilvejrings Styring for Ramklodsen ved det saakaldte Løb, langs hvilket Ramklodsen kan glide op og ned. Det enkelte Løb bestaar af en firkantet Bjælke, Fig. 37, der omfattes af Ramklodsen ved 2 Par Arme, der hvert for sig forbindes bag Løbet med en Tværstok, medens det dobbelte Løb, Fig. 38, bestaar af 2 Stykker Tømmer eller af et Stykke med en Slidse; Ramklodsen styres da ved Hjælp af 2 Arme anbragte foroven og forneden og forsynede med Tværstokke. Naar Ramklodsen glider imellem 2 Stykker Tømmer, styret enten af 4 Par Arme, 2 foroven og 2 forneden, eller af 4 fremspringende Rande, kaldes Løbet et Saxeløb, Fig. 39. Styringen kan selvfølgelig tilvejrings paa andre Maader; saaledes kan Klodsens Bagside forsynes med 2 fremspringende Jærnskinner, Fig. 40, der gribe om en paa Løbets Forside anbragt bred Jærnskinne eller om Flancherne af en Jærnbjælke, langs hvilken Klodsen glider; denne Styring anses for særlig god.

Ramklodsen har i Almindelighed ved Haandrumbukke en Vægt imellem 200 \mathcal{A} og højst 800 \mathcal{A} , ved Maskinrambukke indtil 2000 \mathcal{A} . Lette Ramklodse forfærdiges undertiden af Eg, men i Reglen er Ramklodsen af Støbejern. Den er forsynet med en Smedejærnskrog, der drives ind i den eller er støbt fast i den.

Ved Haandrumbukke hænger Ramklodsen i et Tov, der lægges op om den i Løbets øverste Ende anbragte Skive, og som paa den langs Løbets Bagside nedhængende Part forsynes med Haandtove, et for hver Arbejder. Haandtovene befæstes enten fast til Ramtovet eller saaledes, at Forbindelsen let kan flyttes; dette kan f. Ex. ske ved at befæste alle Haand-

tovene til et Kranstov eller en Jærnring, der fastholdes til Ramtovet ved Hjælp af et Stik med indstukken Pløk, Fig. 41. Ved Maskinrambukke anvendes en Kæde til Ramklodsens Op-hængning, og da Forbindelsen imellem Ramklods og Kæde let maa kunne tilvejrings og atter let afbrydes, anvendes særegne Forbindelsesdele, der fastholdes til Løbet og styres af dette paa samme Maade som Ramklodsen. De almindeligst anvendte ere Hagen, Fig. 42, og Saxen, Fig. 43. Hagen har en Krog, der er i Forbindelse med 2 ulige lange Arme, og udløses af Forbindelse med Ramklodskrogen, ved at der trækkes i en Snor, der er befæstet til den lange Arm. Den korte Arm har en Kontravægt, der tvinger Hagen til at gribe fat i Ramklodskrogen ved at tvinge den ind under samme. Hagen kan udløses i ønsket Højde uden Arbejdernes Mellekomst ved at befæste den i den lange Arm anbragte Snor til Rambukfoden. Saxen har 2 Grene, der ikke krydse hinanden, og som i deres opad vendende Ender ere forsynede med Ruller; disse tvinge Kæberne sammen under Ramklodskrogen og bevirke ogsaa Saxens Ud-løsning, idet i passende Højde Rullerne presses imod hinanden, f. Ex. ved at støde imod et Par paa Løbet anbragte Skraa-planer, hvorved Kæberne aabne sig.

Rambukskiven maa have en stor Diameter, — fra 12" til 36". — for at Tovstivheden ikke skal gøre sig for meget gældende. Den forfærdiges enten af Træ eller af Støbejern og er forsynet med en glat afdrejet Tovrille. Smaa Skiver ere massive, større dannes altid med Gennembrud, saa at de faa Krans, Eger og Nav. Smaa Skiver dreje sig om en løs, gennemstukken Bolt; ved større maa for at sikre en regelmæssig Gang Skiven anbringes fast paa Axelen, der forsynes med drejede Ender, som løbe i Tappelejer. Skiven maa altid anbringes saaledes, at Tovet eller Kæden langs Løbets Forside bliver parallel med denne.

Løbet, langs hvilket Ramklodsen glider, er gennemboret med Huller for en Stoppebolt, der kan fastholde Ramklodsen i

en hvilken som helst Højde; det befæstes til en Fod ved Tappe og Vinkeljærn og afstives ved Skraastivere; til disse anbringes Stügetrin, for at man kan komme til Skiven, Fig. 44.

Rambuksfoden bestaar af forskellige Tømmerstykker og kan have forskellig Form, se f. Ex. Fig. 45. Dens enkelte Dele maa let kunne samles og atter let adskilles, hvorfor Forbindelser med Skruebolte og Overfald med Kiler sædvanligst anvendes. Ved Maskinrambukke maa Foden have 2 Stykker Tømmer i en indbyrdes Afstand, der svarer til Afstanden imellem Spillet's Endestykker. Spillet, Fig. 46, maa have et Spærhjul med Spærhage for at forhindre, at Ramklodsen tager Magten fra Arbejderne og derved foranlediger Ulykkestilfælde; det maa have en Bremse til Regulering af Kædens Bevægelse, naar den efter Ramklodsens Fald vikles af Spilbommen ved Hagens eller Saxens Vægt, og det maa endvidere være indrettet saaledes, at Haandsvingenes Axel kan forskydes, saa at det paa denne siddende Drev efter Behag kan bringes i eller ud af Forbindelse med Spilbommens Tandhjul; herved opnaas, at Haandsvingenes Axel ikke behøver at løbe rundt, naar Kæden vikles af Bommen, hvad der vilde kræve et særlig tungt Udløsningsapparat og vilde kunne give Anledning til Ulykkestilfælde.

Til Arbejde ved en Rambuk ansættes en Tømrer som Formand; han sørger for, at Pælen anbringes og rammes paa rette Maade; under Ramningen styres Pælen sædvanligst ved Hjælp af et Haandspig, der stikkes ind imellem Pælen og den Sejssing, som benyttes til at surre Pælen til Løbet. For at undersøge, hvor meget Pælen trækker, skrives der af paa den, hvilket udføres ved at overføre paa den et fast paa Løbet anbragt Mærke; Afstanden mellem de paa Pælen afsatte Mærker angiver da, hvor meget Pælen har trukket mellem de enkelte Maalinger.

Ved Haandrambukke ansættes passende til Arbejde ved Haandlinerne 3 Mand for hver 100 \mathcal{R} , Klodsen vejer. Rammearbejdet udføres i Ture (Heder) paa ca. 25 Slag. Naar Pælen

i flere paa hinanden følgende Ture kun trækker $\frac{1}{4}$ " i hver, antages det, at den staar fast.

Ved Maskinrambukke ansættes i Almindelighed 4 Mand til Spillet's Betjening. Naar Ramklodsen er falden, forskydes Haandsvingenes Axel, saa at Drevets Forbindelse med Tandhjulet ophæves; Hagen (eller Saxen) falder da og vikler Kæden af Bommen. Faldets Hastighed reguleres ved at virke paa Bremsen. Naar der er tilvejebragt Forbindelse med Klodsen, forskydes Haandsvingenes Axel, saa at Indgribning med Tandhjulet tilvejebringes, hvornæst Ramklodsen løftes.

Naar Pælen i flere paa hinanden følgende Slag kun trækker ca. $\frac{1}{4}$ " i hvert, antages det, at den staar fast.

Skulle skraa Pæle rammes, klodses der op under Rambukken, saa at Løbet faar en til Pælen svarende Retning, eller bedre man benytter en Rambuk, hvis Løb er indrettet saaledes, at det kan stilles skraat mod den vandrette Rambuksfod og fastholdes i denne Stilling.

Da Løbet sædvanligvis ender ved Rambukfodens Forstykke, maa man, naar Pælene skulle rammes dybere end til Fodens Overflade, oven paa Pælen anbringe en løs Klods, der fastholdes til Løbet paa samme Maade som Ramklodsen. Da en saadan Klods dog svækker Slagets Virkning betydelig, maa det foretrækkes at anvende en Rambuk, hvis Løb kan forlænges ned under Fodstykket. Bukken kan som sædvanlig forsynes med en lodret staaende, fast Mægler, om hvilken det egentlige Løb, der er en løs Bjælke, fatter med et Par Bøjler, der forkiles til Mægleren. Styringen forudsættes da tilvejebragt, paa den i det foregaaende sidst omtalte Maade, uden Arme.

Maskinrambukken arbejder meget langsommere end Haandrambukken, men den kræver færre Folk til sin Betjening og er ikke saa anstrengende at betjene. Ifølge Erfaringer fra et større Rammearbejde i Rusland arbejder Haandrambukken omtrent 3 Gange saa hurtigt som Maskinrambukken, men dobbelt saa dyrt.

Af Damprambukke haves en betydelig Mængde; de forskellige Konstruktioner kunne henføres til 2 Hovedgrupper, alt eftersom Dampen virker direkte paa Ramslaget eller kun benyttes indirekte, nemlig til at løfte Ramslaget ved at dreje Spilbommen rundt.

Til den sidst nævnte Gruppe høre Rambukke, ved hvilke Spillet bevæges ved en Dampmaskine, men som i øvrigt benyttes paa samme Maade som Maskinrambukke, drevne ved Haandkraft. Naar Ramslaget er ført op til Faldhøjde, udløses Kæden af sin Forbindelse med Slaget, hvornæst dette falder. Hagen vikler dernæst ved sin Vægt Kæden af Spilbommen, idet Maskinen under Hagens Fald forhindres i at virke paa Spilbommen. Ved Maskinen maa der derfor under Arbejdet være en Mand, der sørger for, at den virker paa rette Maade.

Rambukken kan ogsaa bygges paa en fra almindelige Maskinrambukke afvigende Maade. Dampmaskinen bevæger da en endeløs Kæde med enkelte og dobbelte Led, dannede af flade Jærnskinner, der ere forbundne med Bolte. Kæden tager Ramklodsen med sig, idet en bevægelig Arm paa denne fanges af et af de dobbelte Kædeled, naar man ved en Trækline drejer en med Armen forbunden excentrisk Skive og derved fører den frem. Naar Ramklodsen er ført op til Faldhøjde, udløses Armen og dermed Ramklodsen, ved at den excentriske Skive paavirkes af en paa Løbet anbragt Bøjle og derved drejes saaledes, at Armen føres tilbage. Slagene ville kunne følge hurtig efter hinanden; det er ligeledes en Fordel ved Rambukke af denne Konstruktion, at Kæden uafbrudt bevæger sig i samme Retning.

Man har endelig ogsaa konstrueret Damprambukke, ved hvilke Dampen direkte løfter Ramslaget, medens Faldet bevirkes ved Ramslagets Vægt. De kunne være indrettede enten saaledes, at Dampcylindren er ubevægelig, medens Stemplet, der er i fast Forbindelse med Ramslaget, løftes ved Dampen, eller saaledes, at Stemplet er ubevægeligt, medens Cylindren tjener

som Ramklods. Som Exempel paa den førstnævnte Slags kan nævnes Nasmyths Damprambuk (opfundet 1844), paa den sidste Slags Riggerbachs og Lewickis (bægge omtrent fra Midten af Tredserne). Rammeapparatet hænger i en Kæde og hviler paa Pælen, saa at det følger med, naar Pælen synker. Dampen maa derfor føres fra Kedlen til Cylindren gennem et Kautsjukrør eller et af Led sammensat Damprør. Disse Rambukke ere indrettede til at arbejde med en lille Faldhøjde (2—3'), men med hurtig paa hinanden følgende Slag (ca. 60 i Minuttet). Ramslagets Vægt er 2—3000 \bar{u} .

Krudtets Explosionskraft er benyttet til at løfte Ramklodsen i den af Amerikaneren Shaw opfundne Krudtrambuk. Oven paa Pælen anbringes en Slags Mortér, i hvilken Patronerne kastes, medens Ramklodsen er i Vejret. Ved Slaget tilvebringes Patronens Explosion, og Ramklodsen slynges i Vejret. Faldhøjden er ved disse Rambukke større end ved de sidst omtalte Damprambukke, Ramklodsens Vægt derimod ofte noget mindre.

Endnu skal kun anføres, at Pæle kunne bringes ned i Sandbund ved Skylning. Langs Pælens Side anbringes et Jærnrør, gennem hvilket der presses en Vandstrøm; derved udskylles Grunden under Pælen, som bringes til at synke enten alene ved sin egen Vægt eller ved denne i Forbindelse med en Belastning f. Ex. af en Ramklods. Gaar Sænkningen trods Belastningen i Staa, kan man fremme Pælens Nedtrængning ved ganske smaa Slag med Ramklodsen.

Damprambukke og Krudtrambukke (disse sidste bruges dog sjælden) ere selvfølgelig kostbarere at anskaffe end Rambukke, drevne ved Haandkraft, men arbejde langt hurtigere. Ved større Arbejder maa man derfor nøje overveje alle Arbejdet vedrørende Forhold og anstille Beregninger over, hvor vidt det er hensigtsmæssigt at anskaffe den ene eller den anden Slags Rambukke. Den Nasmythske Rambuk er af ældre Konstruktion og særlig kostbar at anskaffe. Lewickis Rambuk er knap

halvt saa dyr; (den koster ca. 8000 Kr.; en Maskinrambuk, dreven med Damp og forsynet med en Ramklods paa 15—1600 \bar{u} , koster ca. 3600 Kr.). Ved det tidligere omtalte Pælerammingsarbejde i Rusland gjorde man den Erfaring, at Lewickis Rambuk arbejdede 28 Gange saa hurtig som en almindelig Maskinrambuk, og at det kunde betale sig at anskaffe en saadan Rambuk, naar det gjaldt om at udføre Ramning af 600 Pæle eller derover. — Skyllemetoden kan kun anvendes, naar Grunden er Sand af tilstrækkelig løs Beskaffenhed til at blive udskyllet ved Vandstrømmen; under gunstige Forhold vil den vise sig meget fordelagtig.

Undertiden skulle rammede Pæle trækkes op, hvilket Tilfælde f. Ex. indtræder, naar Fangdæmninger efter endt Arbejde skulle fjernes, naar en Pæl under Ramningen er gaaet skævt eller er bleven beskadiget.

Til Pæleoptrækning benyttes sædvanligst en Vugtebom, Fig. 47; det er en Bjælke, som hviler paa et Underlag nær ved dens ene Ende, til hvilken Pælen befæstes paa en eller anden Maade, medens den modsatte Ende løftes i Vejret. Efter Befæstelsen vil man ved at virke paa Bjælkens lange Arm kunne vugte Pælen op.

Staar Pælen i Vand, trækkes den lettest op ved Hjælp af en Vugtebom, der betjenes fra et Bjælkelag lagt mellem 2 Pramme, der anbringes hver paa sin Side af Pælen.

Skulle Pæle, der staa i Vand, afskæres med et plant Snit i en bestemt Dybde under Vandfladen, kan hertil anvendes forskellige Slags Save.

Cirkelsegmentsaven er vist i Fig. 48. Under Savningen, der udføres ved at dreje Haandtaget frem og tilbage, maa Stativet, hvorpaa Saven er anbragt, skydes irem ved Hjælp af en Stang. For at Savbladet ikke skal blive klemt fast, maa det — ligesom ved den nedenfor omtalte Cirkelsav

— have stærkt udlagte Tænder. Saven betjenes af 2 Mand enten fra et fast Stillads eller fra et flydende Underlag, hvilket sidste kun kan anvendes i roligt Vand.

Cirkelsaven, Fig. 49, sættes i Bevægelse ved at dreje et Haandsving med vandret Axel, der forplanter Bevægelsen til Savens lodrette Axel gennem koniske Tandhjul. Dens Konstruktion fremgaar i øvrigt af Figuren.

Særlige Funderingsmetoder.

Fundering paa Jærnskruepæle. En Skruerpæl er en Pæl, forsynet med en Skrue, hvormed den kan skrues ned i Grunden.

Pælene ere ofte massive, valsede Smedejærns-Cylindre, 4—8" i Diameter; Overfladen behandles paa en særegen Maade for ikke at angribes af Rust. Selve Skruen er af sejstøbt Jærn og maa have en efter Jordbundens Beskaffenhed afpasset Form, f. Ex. som vist i Fig. 50. De anvendes til Fundering af Fyrtaarne, Jærnbane- og Vejbroyer o. l.

Under Nedskruningen styres og støttes Skruerpælen af et Tømmerstillads, til hvilket den fastholdes ved Jærnbøjler. Nedskruningen kan ske ved Haandkraft, idet der paa Pælen fastkiles et Jærnav, til hvilket der befæstes lange Bomme, ved hvis Hjælp Navet og dermed Pælen drejes rundt. Naar Pælen er skruet et Stykke ned, maa Navet selvfølgelig flyttes.

Fundering paa Beton i vandfyldt Byggegrube. Kan Byggegruben inden Fundamentets Opførelse ikke lægges tør, og vil man derfor fundere paa et Betonlag, der udstøbes under Vand, maa man drage Omsorg for, at Mørtlen ikke udvadskes, hvorfor

Vandstrømninger gennem Gruben under Støbningen maa forhindres, og Betonen sænkes ved Hjælp af særegne Apparater. Sædvanligst benyttes Tragtt eller Kasse.

Tragten, Fig. 51, er af Træ eller Jærn og anbringes saaledes, at den kan forskydes saa vel paa langs som paa tværs af Byggegruben; under Arbejdet maa man ved at forskyde Tragten jævnt og ved stadig at fylde efter, saa at Betonen staa højere end Vandet, sørge for en god Anbringelse af Betonen. Da Fyldning af den tomme Tragtt ikke let kan ske uden nogen Udvadskning, maa den helst kun foretages en enkelt Gang, hvorfor Arbejdet, naar det engang er paabegyndt, maa fortsættes uden Afbrydelse, saaledes at Betonen hindres i at størkne i Tragten. Denne forsynes forneden med Valses, der tjene til at jævne Betonen, der anbringes i krydsende Lag paa et Par Fods Tykkelse.

Tragten sikrer ikke fuldstændig mod Udvadskning; af praktiske Hensyn maa Betonlagene gives en Tykkelse som nævnt, og man er udsat for, at Stenene som det vægtfyldigste Materiale samle sig for nede af den Skraaning, som Betonen danner ved Udløbet af Tragten, medens Mørtlen lægger sig toroven.

Disse Mangler undgaas ved at anvende Kasser, der ved en Vinde sænkes ned til Grunden og dér udtømmes enten ved at kippes om, eller ved at Bunden aabnes. Fig. 52 viser en Jærnkasse, som hyppig anvendes. Den bestaar af 2 Dele, der kunne drejes om Hængsler, og den kan aabnes efter fuldført Sænkning, ved at der trækkes i de paa Kassens Ydersider anbragte Kæder. Den kan passende gives et Rumindhold paa 12 Kubikfod (en Blanding).

Man har ogsaa anvendt smaa Kasser, der sænkes paa fri Haand f. Ex. ved Hjælp af et Par Stænger; Fig. 53 viser en saadan Kasse; naar den hviler mod Grubens Bund eller mod den allerede sænkede Beton, hages Stængerne ud og trækkes i Vejret; de ville da tage Kassen med, idet de gribe fat i de øverste Kramper, og Betonen vil falde ud af den aabnede

Kasse. Saadanne Kasser kunne f. Ex. benyttes til Fyldning af de senere omtalte Sænkebrønde.

Funderinger paa Sand- og Stenopfyldninger. Den Egenkab ved Sand, at kunstige Opfyldninger kunne bringes til at leje sig lige saa fast som naturlige, opfordrer stærkt til, naar man har været nødsaget til at foretage en dyb Udgravning for at naa ned til fast Bund, at fylde Sand i Byggegruben og først begynde Opførelsen af selve Murværket, naar den af Frosten eller af de ønskede Kælderrum betingede Dybde er naaet. Selv om fast Grund ikke naas, kunne Paafyldninger af Sand dog anvendes, da det paa Grund af den stærke Gnidning imellem de enkelte Korn kan fordele det Tryk, der hviler paa det, ensformig over Undergrunden. Der kan gaas ud fra, at det paa Sandlaget hvilende Tryk fordele sig inden for Skraaninger paa 45° Hældning, hvorfor Byggegruben maa udgraves med saa stor Bund, at Planer gennem Yderkanterne af Murværkets Underflade med en Hældning paa 45° overalt træffe Bunden.

Efter at de øverste Lag ere bortgravede, og man derved enten er naaet ned til fast Bund eller har skaffet Plads til en tilstrækkelig tyk og bred Paafyldning, paaføres Sandet i Lag paa 6—8", der vandes og stemples godt. Naar man er naaet til den Højde, hvor Underfladen af Murværket skal være, paabegyndes Opførelsen heraf, og samtidig med at denne skrider frem, fyldes Resten af Gruben med Sand.

Udkastes Sandet i Vand, bortfalder selvfølgelig Vandingen og Stampningen.

Sandpaafyldninger maa omhyggelig beskyttes mod Paavirkning af rindende Vand.

Ved Fundering paa Sandpaafyldninger er man udsat for forholdvis store Sætninger, der dog i Reglen finde regelmæssig Sted. Opfyldningen bør derfor ske med Omhu, og man bør give Sandmassen Tid til at sætte sig; om muligt belaster man den i nogen Tid med en Vægt, der svarer til det Bygnings-

værks, der skal opføres. Under Opførelsen bør samtlige Mure stadig have ens Højde for at undgaa, at Grunden midlertidig belastes paa uensartet Maade.

Stenpaafyldninger benyttes undertiden til Forbedring af en mindre god Byggegrund, idet der rammes Sten ned i Grunden. Stenpaafyldninger benyttes endvidere ofte for at tilvejebringe en fast Undergrund for Bygningsværker, der skulle opføres i aabent Vand, saasom Fyrtaarne, Havnemure o. l. Stenene udkastes i det aabne Vand og lejre sig under Bølgerens Paavirkning efter et Profil, der kan yde Modstand mod Bølgeslaget, og som i Almindelighed vil faa temmelig flade Skraaninger; der benyttes derfor et i Forhold til Vanddybden og Tilvejebringelsen af den ønskede Byggeplads betydeligt Antal Sten.

Fundering paa Sænkebrønde. Naar fast Grund findes under Vand, og Forholdene maatte gøre det ønskeligt at føre Fundamentmurværket ned til den uden at tørlægge Byggegruben, kan man sænke cylindriske Legemer, i Almindelighed af Murværk, sjældnere af Jærn eller Træ, ned til den faste Grund og ved at fylde dem med Beton og Murværk og dernæst forbinde dem med Buer tilvejebringe et Fundament for Bygningsværket.

Murede Brønde have hyppigst circulært Tværnsnit med en Størrelse, der afhænger af Undergrundens Beskaffenhed og af det Tryk, som Brønden vil blive udsat for. Højden er selvfølgelig afhængig af det faste Lags Beliggenhed; i Almindelighed ere Sænkebrønde ikke anvendte til større Dybder end c. 25'; under særlig vanskelige Forhold er man dog gaaet til langt større Dybde, endog til 70—75'.

Brønde med indtil 5—6' ydre Diameter kunne passende opføres med 1 Stens Vægge; Brønde med 6—10's ydre Diameter gives $1\frac{1}{2}$ Stens.

Murværket hviler paa en Brøndkrans, Fig. 54, der hyppigst tildannes af 2—4 Lag Planker, indbyrdes forbundne med Bolte og Søm, men som ogsaa kan udføres af Jærn. Naar

det skønnes nødvendigt, kan den nederste Del af Brønden afstives ved Hjælp af Ankerbolte, der franeden trækkes gennem Kransen, indmures og forbindes med en anden tynd Krans, der indlægges i Murværket. Dette mures i Cement og berappes udvendigt for at formindske Gnidningen under Sænkningen.

Ligger Byggepladsen i Vand, sænkes Brøndene fra et fast eller flydende Stillads; ligger den derimod over Vandspejlet, graver man ned til tæt over dette, lægger Brøndkransen og opfører Murværket til en Højde, der i ethvert enkelt Tilfælde skønnes passende og bekvem for Sænkningen. Efter at Mørtlen er tilbørlig hærdnet, udgraves Jorden i Brøndens Indre, i Begyndelsen, saafremt Tørlægningen ikke volder særligt Besvær, ved Hjælp af Spade og Hakke, senere, naar Vandtilstrømningen bliver stærkere, med Opmudringsredskaber. Brønden vil da synke, naar den belastes paa passende Maade; ved ensartet Jord opnaas en regelmæssig Sænkning ved midt i Brønden at udgrave eller opmudre en tragtformig Fordybning, i hvilken Jorden fra Siderne styrter ned ved Brøndens Tryk. Naar Brønden begynder at gaa skævt, maa Opmudringen forlægges til den Side, der staar højest.

Naar det opmudrede Stykke af Brønden er sænket, aftages Belastningen, et nyt Stykke opmures o. s. v.

Efter Jordartens Beskaffenhed kunne forskellige Redskaber anvendes til Opmudringen. Almindelig anvendt er det saakaldte Sækbør, Fig. 55, hvor Jorden optages i en Sæk af Læder eller Sejldug, der er fastgjort til en paa Enden af en tilspidset Jærnstang anbragt Bøjle; undertiden anbringes endnu en Bøjle for at lette Løsningen af Jorden. Sækboret kan benyttes indtil en Dybde paa 15—16', men der arbejdes meget langsomt med det. Hyppig anvendes derfor et andet Redskab, Fig. 56, der bestaar af et Skovblad, som er anbragt paa Enden af en lang Træstang, og som kan drejes om et Hængsel. Naar Bladet er trykket godt ned i Jorden, udløses en Hage, der har

holdt det i lodret Stilling, og ved Hjælp af et Tov drejes Skovlbladet, saa at det kommer til at danne en ret Vinkel med Skaftet, i hvilken Stilling det løftes op. Denne Skovl kan benyttes paa Dybder indtil c. 20' og kræver til Betjening 3 Mand, som kunne udgrave c. 300 Kubikfod Jord om Dagen under nogenlunde gunstige Forhold.

Sandpumpen, Fig. 57, anvendes, naar Grunden er Sand. Den bestaar af en med Bund- og Dækplade forsynet Cylinder; i Bundpladen er der fastgjort en mindre, aaben Cylinder, i Dækpladen et Rør med et Stempel, der ved et Tov kan løftes i Vejret, medens Stemplets nedad gaaende Bevægelse bevirkes ved dets egen Vægt; Pumpen sænkes ned paa Brøndens Bund, hvornæst Stemplet løftes; Pumpen vil da fyldes med Vand, blandet med Sand, der slaar sig ned i det ringformige Rum mellem de 2 Cylindre. Ved Stemplets nedad gaaende Bevægelse presses Vandet ud gennem Ventiler i Dækpladen. En fornyet Hævning af Stemplet vil atter bringe Sand ind i Pumpen. Efter 100—150 Slag er Pumpen fyldt med Sand; den trækkes da op og tømmes, idet Bunden er indrettet til let at kunne aftages.

Endelig skal her nævnes, at Udgravning af Jorden i Brøndens Indre kan ske ved i denne at opstille en Opmudringsmaskine, der bestaar af en lodret gaaende Kæde med Spande, som drives ved Dampkraft fra et Lokomobil.

Store Sten eller Træstykker kunne, hvis de ligge frit, optages med en Stentang, Fig. 58. Ligge de derimod under Brøndkransen; maa man forsøge ved Hjælp af Dykkere at faa dem fjernede.

Efter at Sænkningen er tilendebragt, fyldes Brøndene med Beton og forbindes indbyrdes med Buer, saa at der dannes et gennemgaaende Underlag for Bygningen.

Sænkebrønde til ringe Dybde forfærdiges undertiden af Træ; ved stor Dybde dannes de ofte — trods den dermed forbundne betydelige Udgift — af Støbe- eller Smedejærn.

Jærnbrønde yde ringe Modstand mod Sænkningen, ere hurtig opstillede og yde god Modstand mod ydre Paavirkninger.

Fundering paa Sænkekasser. Ved Sænkekasser forstaas aabne Kasser med vandtætte Sideflader og Bund, som svømmende optage en Del af Fundamentmurværket og med dette sænkes ned paa Byggegrunden. Kassens Bund hviler enten paa den regulerede Grund eller paa et Pæleværk, hvis Pæle nøjagtig ere afskaarne i samme vandrette Plan. Kasserne bygges i Almindelighed paa Land og sejles dernæst til Byggestedet, hvor de sænkes, idet Fundamentmurværket opføres inden i dem; under Sænkningen holdes de paa deres Plads ved Tove og Ankre, beskyttede paa en eller anden Maade mod Bølgeslaget. Efter endt Sænkning og Udførelsen af den Del af Bygningsværket, der ligger under Vandets Overflade, fjernes Sidevæggene, der altsaa maa anbringes paa en saadan Maade, at dette kan ske. Undertiden ere Sidevæggene helt eller delvis dannede af Murværk.

Fundering paa Sænkekasser fortrænges nu en Del af Fundering paa Beton eller paa Sænkebrønde.

Fundering i fortættet Luft. Til Arbejde under Vand benyttes som bekendt Dykkere. Arbejderen ifører sig en fuldkommen vandtæt Dragt, der foroven vandtæt er forbunden med en Kobberhjælm, der omslutter Dykkerens Hoved, og som er forsynet med Glas, hvor igennem han kan se. Fra en Luftpumpe føres der frisk Luft til Hjælmen, medens Luften i denne, der forurenes ved Aandedrættet, kan undvige gennem nogle smaa Huller. Ved denne Anordning er Luften, der indaandes, og som er indesluttet af Hjælm og Klædning, blandet med udaandet Luft og altsaa ikke fuldstændig ren, medens paa den anden Side den Luft, der undviger, ikke er uanvendelig til Indaanding; der kræves derfor en betydelig Tilførsel af frisk Luft. Vil man undgaa disse Ulemper, kan man

anbringe en saakaldet Regulator, Fig. 59, i Forbindelse med Dykkerdragten. Regulatoren bæres som en Tornister og bestaar af en Beholder, i hvilken den friske Luft pumpes ind, og som med en Kegleventil er i Forbindelse med en anden Beholder, hvorfra der gaar et Indaandingsrør, der fastholdes af Dykkeren ved Hjælp af et mellem Læberne og Ganen anbragt Mundstykke, medens Næsen tillukkes med en Næseklemmer. Beholderens Dæksel er af Gummi (behørig afstivet med Jærnskiner) og bærer Kegleventilens Stilk. Naar Vandtrykket bliver større end Trykket i Beholderen, vil Dækslet blive trykket ned, og Ventilen vil aabne sig, indtil Lufttrykket i Beholderen svarer til Vandtrykket. Indaandingsrøret er endvidere forsynet med en Udaandingsventil, bestaaende af 2 tynde Gummiblade, der aabne sig, naar det indre Tryk bliver større end det ydre.

For at modvirke Opdriften bærer Dykkeren paa Bryst og Ryg Blyvægte, ligesom hans Sko ere forsynede med Blysaaler.

I Regien holdes Forbindelse med Dykkeren ved Hjælp af en Signalline; Adgang til Arbejdspladsen tilvejebringes enten ved et Knudetov eller ved en Tovstige eller ved en Træ- eller Jærnstige. Arbejdspladsen maa belyses, hvad der nu til Dags sker lettest ved elektrisk Lys.

Dykkerarbejde kan ofte benyttes ved Funderingsarbejder f. Ex. til Regulering af Grunden for Sænkekasser, til Afskæring af Pæle under Vand, til Bortskaffelse af Sten e. l. under Sænkebrøndes Krans m. m.

Dykkerarbejde kan udføres i Dybder paa indtil 130'; undtagelsesvis er det udført i Dybder paa 162—165'.

Man kan imidlertid ogsaa ved Hjælp af fortættet Luft tilvejebringe en Arbejdsplads for flere Arbejdere, der da arbejde uden at være iførte særlig Klædning. Hertil kan anvendes Dykkerklokker, i hvilke der pumpes Luft under et Tryk, der svarer til Klokkens Dybde under Vandoverfladen; Luften vil da fortrænge Vandet under Klokken, og ved fortsat Pumpning vil Luften kunne holdes ren, idet den overflødige Luft vil undvige

under Klokkens Rande. Tænker man sig Klokken bygget saaledes, at den kan indgaa som nederste Del af Fundamentet, og opføres Murværket paa dens Loft, efterhaanden som den ved det foretagne Udgravningsarbejde synker dybere og dybere, siger man, at den paagældende Konstruktion er pneumatisk funderet; Fig. 60 viser Funderingen af en Bropille ved den her nævnte Fremgangsmaade. Arbejdsstedet er omsluttet af en nedad aaben Kasse med vandtætte Vægge og Loft enten af Tømmer, Støbejern eller sædvanligst — i al Fald i Europa — af Smedejærns Plader. Loftet bæres i sidstnævnte Tilfælde af valsede Længde- og Tværdragere, nittede til Konsoller, der tjene til Afstivning af Væggene. Loftkonstruktionens Styrke maa nøje beregnes, saa at den med Sikkerhed kan taale Trykket af Murværket. Medens Grunden udgraves, og Fundamentet derved sænkes, maa Opførelsen af Murværket skride saa rask frem, at det kan udføres paa det Tørre over Vandfladen. Dels for ikke at være bunden af dette Hensyn, dels for ikke at maatte bygge altfor solide og derved kostbare Stilladser, anvender man ofte i den senere Tid at forlænge Arbejdsrummets Sidevægge med en Cylinder af Jærnblik til over højeste Vandens stand og at opføre Murværket, beskyttet af denne Cylinder mod Vandets Paavirkning.

Forbindelse med Arbejdsrummet tilvejebringes ved et Nedstigningsrør med Trappe eller Stige og et Slusekammer, hvor Overgangen fra den atmosfæriske Luft til Luft under det Tryk, der hersker i Arbejdsrummet, eller omvendt foregaar. Nedstigningsrøret dannes af en Jærncylinder, der indmures i Pillen, og som maa forlænges, efterhaanden som Arbejdet skrider frem.

Luftslusen kan være beregnet saavel til Optagelse af Arbejdere som af Materiel og den udgravede Jordmasse; i den nyere Tid konstrueres dog helst særlige Sluser for Arbejderne og særlige for Matriellet. Luftsluserne kunne være anbragte over Vandspejlet eller tæt over Arbejdsrummet; det sidste bør foretrækkes, fordi Opstigning i fortættet Luft i saa Fald und-

gaas, og fordi en Forlængelse af Opstigningsrøret ikke kræver en Nedtagning og Genanbringelse af Slusen. Slusen for Arbejderne forsynes med to lufttætte Døre, en mod fri Luft og en mod Nedstigningsrøret; den maa af Hensyn til eventuelle Sygdomstilfælde blandt Arbejderne være saa stor, at den mindst kan optage 3 Mand ad Gangen, men hyppig er den væsentlig større; Sluser bestemte for Transport af den udgravede Jord gives særegne Former, sigtende til at lette Gennemslusningen og til at formindske Luftforbruget.

Kassen bygges paa selve Arbejdsstedet, naar dette ikke ligger i Vand. Er dette derimod Tilfældet, maa man paa grundt Vand bygge Kassen paa et fast Stillads, der rejses paa Arbejdsstedet, og herfra sænke den ved Hjælp af Kæder mod Bunden. Ved dybt Vand kan Kassen bygges paa Land og dernæst flyttes svømmende ud til Arbejdsstedet, hvor den sænkes enten fra fast Stillads eller fra svømmende (Pramme). Naar Kassen har naaet den faste Byggegrund, paa hvilken der kan funderes, fyldes Arbejdsrummet og Nedstigningsrøret med Beton.

Ved den angivne Eremgangsmaade har man sænket Fundamenter indtil en Dybde af rigelig 100' under Vandoverfladen. Ved nævnte Dybde arbejdes der under et Tryk paa 4 Atmosfærer. Arbejderne maa for at taale Arbejdet have en god Helbredstilstand og ved store Tryk kun arbejde et Par Timer ad Gangen. Overgangen fra almindeligt til højt Luftryk og omvendt maa ikke foretages for hurtig; navnlig tager Overgangen fra det høje Luftryk til det almindelige forholdsvis lang Tid, naar fornøden Forsigtighed og Hensyn til Arbejdernes Helbredstilstand skal iagttages.

Fundering paa Slyngværk. Slyngværket er en Tømmerforbindelse, der skal fordele Bygningens Vægt ensformig over en tilstrækkelig stor Flade, hvorfor det maa være i Besiddelse af saa megen Stivhed, at det kan hindre Synkninger paa

enkelte Steder, hvor Grunden maatte være særlig svag. Denne Egenskab er Slyngværket dog kun i Besiddelse af i forholdsvis ringe Grad. Man gør derfor i Almindelighed rigtigst i kun at anvende Slyngværk, hvor Grunden gennemgaaende er ensartet, og helst ikke at stole paa denne Funderingsmaade, naar Bygningen udøver et betydeligt Tryk mod Undergrunden.

Slyngværket maa som alt Tømmer, der benyttes til Fundamenter, kun anvendes, hvor det kan anbringes under Grundvandet.

Slyngværket, Fig. 61, bestaar af Tømmerstykker, Langstrøer, paa langs af de Mure, der skulle funderes; Langstrøerne hvile paa Tværstrøer; oven paa dem lægges et Plankedæk, hvorpaa Murene hvile.

Tværstrøerne skulle lette Langstrøernes Anbringelse og forhindre en mulig Forskydning. De lægges i Render, der udgraves i Byggegrubens Bund med en indbyrdes Afstand paa 4—6'. Langstrøerne lægges i en indbyrdes Afstand paa $2\frac{1}{2}$ —4'; de skrammes sammen med Tværstrøerne og dækkes med et Plankelag, efter at Mellemmurterne omhyggelig ere blevne udfyldte med Ler, Sand, Grus eller maaske Beton. Langstrøerne samles, om fornødent, over Tværstrøerne med et skraat Hageblad og Bolte; Stødene maa vexe.

Slyngværket kan let bøjes af under en Vinkel, idet man følger de under Pæleværker for Plankedækket i saa Henseende givne Regler.

Tværstrøerne kunne lægges over Langstrøerne og indgaa da som Dele af Plankedækket, eller de kunne helt udelades.

Slyngværket kan dannes af 2 Lag Planker; af hvilke det ene lægges paa langs af Muren, det andet paa tværs. Undertiden lægges Plankerne i bægge de krydsende Lag under 45° med de nævnte Retninger.

Indhold.

	Side
Grundens Undersøgelse	5
Forskellige Arter Byggegrund	8
Byggegrubens Tilvejebringelse og Tørlægning..	10
Fangdæmninger.....	14
Oversigt over de forskellige Funderingsmaader	16
Fundamenter af Murværk og Beton.....	19
Pæleværker.....	28
Særlige Funderingsmetoder:	
Fundering paa Jærnskruepæle.....	41
Fundering paa Beton i vandfyldt Byggegrube.....	41
Funderinger paa Sand- og Stenopfyldninger.....	43
Fundering paa Sænkebrønde.....	44
Fundering paa Sænkekasser.....	47
Fundering i fortættet Luft.....	47
Fundering paa Slyngværk.....	50







