

*Handwritten:* Værdy  
de indv. liden mængde

# Lærebog

i

Jordarbejde og Fændering

af

L. F. Holmberg.

Kjøbenhavn.

E. A. Reitzels Forlag.

1887.

# I. Jordarbejde.

## Indledning.

1. Ved de fleste Arbejder, som en Ingeniør kan faa at gjøre med, hænder det, at Jord skal graves bort, flyttes til et andet Sted, og der lægges op eller fyldes paa. Saaledes er det, naar et Terræn skal planeres, der skal anlægges Veje, Jernbaner og Kanaler, foretages Inddigninger, reguleres Vandløb, indrettes Vandingsanlæg, foretages Udtørringer, bygges almindelige Huse, Broer, Sluser o. s. v.

For en overfladisk Betragtning kunde det synes, som om der ikke altid ved Jordarbejde behøvede at forekomme baade Afgravning, Flytning og Paafyldning. Ved en Bygnings Opførelse behøves der, kunde man sige, kun Afgravning og ved et Diges Opførelse kun Paafyldning. Men ser man nærmere til, maa man erkjende, at der dog i Virkeligheden forekommer baade Afgravning, Flytning og Paafyldning derved. Byggegruben kan nemlig ikke tilvejebringes, uden der haves et Terræn, hvorpaa den vundne Jord kan oplægges, og Diget kan ikke blive opført, uden der haves et Terræn, hvoraf den Jord kan vindes, som skal indgaae i Diget. Og ligesom der maa foretages en Paafyldning ved Bygningens Opførelse og en Afgravning ved Digets, saa er der ogsaa i begge Tilfælde en Jordflytning fornøden. Flytteafstanden beroer netop paa Beliggenheden af de Terræner, der maae tages i Brug til Jords Oplægning eller Udgravning, i Forhold til selve Byggeterrænerne.

Men naar det forholder sig saaledes, at der ved Bygningens Opførelse kun er Brug for Afgravning og ved Digets for Paafyldning, og Paafyldingen i første, Afgravningen i sidste Tilfælde

henligge ubenyttede, saa er dette ganske vist noget særegent, efterdi der ellers ved Jordarbejde som oftest ogsaa gjøres Brug af de Paafyldinger, der dannes af den Jord, som maa bortgraves, og af de Afgravninger, der fremstaae for at vinde den Jord, som behøves. Saaledes er det t. Ex. hyppigt ved Planeringsarbejder og ved Vej-, Jernbane- og Kanalanlæg.

I disse Tilfælde er der Mulighed for, at Jordarbejdet kan ordnes saaledes, at den Jord, der vindes i Afgravningerne, netop kan blive tilstrækkelig til dermed at danne Paafyldingerne, d. v. s., der kan tilvejebringes Udligning.

Naar Udligning lader sig gennemføre, saa bliver der ikke Brug for Hjælpeterræner, og Flytteafstandene beroe da alene paa Jordmassernes Fordeling indenfor Anlæggets Grænser.

Men Udligning kan undertiden være umuliggjort t. Ex. derved, at nogen af den Jord, der vindes i Afgravningerne, ikke egner sig til Brug i Paafyldingerne, og den kan være uigjennemførlig, fordi Flytteafstandene ville blive for lange, eller Anlægget vil blive mindre hensigtsmæssigt. Der maa i saa Fald benyttes Hjælpeterræner, og Flytteafstandene beroe da dels paa disses Beliggenhed, dels paa Fordelingen af Jordmasserne indenfor Anlæggets Grænser.

2. I det følgende skal der gives en Fremstilling af Jordarbejde i Almindelighed. Hvad der maatte være særligt at bemærke ved Jordarbejdet for de specielle Ingeniørarbejder, maa forbeholdes til disse blive omtalte.

Fremstillingen deler sig i to Afsnit. Det første handler om Forarbejderne, d. v. s. de forberedende Arbejder, der foretages for Udførelsen, dels forud for Projektets Udarbejdelse, dels under Projekteringen. Det andet handler om Udførelsen.

### Forarbejderne.

#### §1. Undersøgelserne af Jordoverfladens Form og Jordens Beskaffenhed.

3. Disse Undersøgelser ere ofte baade langvarige og kostbare. Men de ere af stor Betydning for Jordarbejdets lykkelige Tilendebringelse. Derfor maa man ikke lade sig forlede til at afkorte dem.

De saakaldte uforudsete Tilfælde, der nu og da kunne nødvendiggjøre Forandringer af Projektet, og maaske ogsaa, at større eller mindre Dele af det alt udførte Arbejde maae gjøres om, hidrøre ofte fra, at Forundersøgelserne ikke have været udførte med fornøden Omhu. De fremkalde altid Misfornøjelser og Skuffelser, og lede ofte til saa store Tab af Tid og Penge, at det havde været fordelagtigere at være mere omhyggelig ved Udførelsen af Forundersøgelserne.

4. Jordoverfladens Form søges oplyst ved Terrænets Opmaaling og Nivellering. Disse Arbejder skulle ikke omtales i det enkelte her, da de ere Gjenstand for et særskilt Lærefag ved Lærestalten, hvortil kan henvises. Her fremhæves blot følgende. Opmaalingen har til Hensigt at faae tilvejebragt en Situationsplan, og Nivelleringen har enten til Hensigt at skaffe saakaldte Horizontalkurver tilveje, med hvilke Situationsplanen undertiden skal forsynes, og ved disse tænkes paa Skæringslinierne af Jordoverfladen ved vandrette Planer, eller man vil fremstille Profiler, d. e. Snit gennem Terrænet ved lodrette Planer (Cylinderflader), indlagte efter Linier paa Situationsplanen eller et Kaart, dels efter Anlæggets Midtlinie (Længdeprofilen), dels efter rette Linier, vinkelrette (normale) paa Midtlinien (Tværprofiler). Profilerne skulle i Almindelighed udtegnes som selvstændige Figurer.

De vandrette Planer indlægges stedse med konstant indbyrdes Afstand, hyppigt 1 til 5 Fod, den saakaldte Æquidistance. Terrænkoterne ved Toppen af Bakkerne og Bunden af Dalene angives ved Tal. Paa denne Maade angives ogsaa nogle af Horizontalkurvernes Højde.

Profilene udtegnes med de ved Nivellementet fundne Koter som Ordinator. I Midtlinien nivelleres dels Hovedpunkterne, d. e. Punkter i konstant indbyrdes Afstand af 100 Fod eller 100 Alen, dels saa mange imellem dem indskudte Mellempunkter, som behøves, for at alle Terrænujevnhederne kunne komme frem. Hovedpunkterne betegnes med fortløbende Numre, og naar det første er Nr. 0, angiver Numret ligefrem, hvor mange Hundrede Fod eller Alen Punktet befinder sig fra Nr. 0. Mellempunkterne betegnes med det nærmest foregaaende Hovedpunkts Nummer og et dertil føjet Bogstav. Bogstaverne

gaae frem i alfabetisk Orden i samme Retning som Numrene. Ligger der t. Ex. tre Mellempunkter imellem Nr. 16 og 17 og to imellem Nr. 17 og 18, hedde de tre første 16 *a*, 16 *b* og 16 *c*, og de to sidste 17 *a* og 17 *b*. Deres Afstande henholdsvis fra Nr. 16 og 17 paaskrives. I de paa Midtlinien vinkelrette (normale) Linier nivelleres undertiden ogsaa Hovedpunkter med t. Ex. 10 Fods eller 10 Alens indbyrdes Afstand og enkelte derimellem indskudte Mellempunkter. Saadanne Linier lægges blot gennem Midtliniens nivellerede Punkter og gennem saa mange af dem, som Terrænujevnhederne fordre, at der bliver optaget Tværprofiler. Er Terrænet paa et Sted jevnt og uden Fald til Siden, er det selvfølgelig bestemt ved Midtliniens Terrænkote alene, og et særligt Tværprofil behøver da ikke at udtagnes.

Et Tværprofil opkaldes stedse efter det Punkt i Længdeprofilen, hvorigennem det er lagt.

Den Plan, hvortil alle Koterne henføres (Sammenligningsplanen), maa ligge noget over det højeste eller noget under det laveste Punkt. Nu og da vælges daglig Vandens Niveau i Havet dertil.

For Udarbejdelsen af et Detailprojekt behøves i Almindelighed Profiler. Dog projekteres ofte Planeringsarbejder ved Kurver. Kaart med Kurver have især Betydning, naar der skal opsøges Linier, hvis Beliggenhed beroer paa Terrænets Stigningsforhold. Saadanne Linier kunne iøvrigt ogsaa findes umiddelbart i Marken.

5. Jordens Beskaffenhed søges oplyst ved Undersøgelser, som her maa omtales i det enkelte.

Dybden, til hvilken Undersøgelsen maa føres, er sjældent meget over, men hyppigt mindre end 50 Fod. Den gaaer ud paa indtil denne Dybde at bestemme Jordlagenes Form, Tykkelse og Vandrigdom samt Jordens Art og Lejringsmaade.

Nogen Kjendskab til Lagdelingen faaes allerede ved at betragte Overfladen, idet en Fordybning i denne ofte betegner trugformige Lag i Dybden og en Ryg imellem to Fordybninger kaabeformige Lag. Overfladens Form kan ogsaa give nogen Vejledning med Hensyn til Beskaffenheden af Jorden, forsaavidt Fjeld, Klippe og Klint i Reglen frembyde diskontinuerte

Former med stejle Brinker og skarpe Kanter hist og her, medens opskyllet Land fremtræder med afrundede Former uden skarpe Kanter, saaledes som det til Rullestensformationen hørende Sand, Grus og Ler saa ofte gjør det hos os. En Betragtning af Vandsamlingerne paa Overfladen oplyser yderligere om, hvorvidt den tilstedeværende Jord kan ventes at være af muldholdig Beskaffenhed, som Eng eller Tørv; thi muldholdig Jord findes fornemmelig i Dale, hvor Vandet mangler Aflob. Men en direkte Undersøgelse af Jordens Beskaffenhed i Overfladen er saa let at foretage, at man ikke bør forsømme at gjøre det. Derved faar man ikke blot berigtiget de Formodninger, man ad anden Vej maatte være kommen til om Jorden i Overfladen, men ogsaa mangan Gang nogen Oplysning om dybere liggende Lags Beskaffenhed, for saa vidt disse nemlig maatte være blevne blottede ved senere indtrufne Forstyrrelser eller foretagne Jordarbejder.

Imidlertid er dog som oftest en Undersøgelse af de dybere liggende Jordlag paa deres Sted nødvendig. Dertil bruges borede eller gravede Brønde. Man faaer Oplysning om Jordens Art i Lagene af de Prøver, som bringes frem ved Boringen saa vel som ved Gravningen, om dens Fasthed og Lejring, naar man sammenholder de Dybder, Brøndene faae under Arbejdet, med den Tid, der har været anvendt til Fremstillingen, og om Lagenes Vandrigdom, naar man lægger Mærke til det frembrydende Vands Mængde og Stigehejde. Ved at sammenstille de ved flere forskellige Brøndes Tilvejebringelse erhholdte Oplysninger om Lagenes Beskaffenhed, faar man endelig at vide, hvorledes Lagenes Form er.

Brønde tilvejebringes ikke alene, naar man vil undersøge Jordens Beskaffenhed, men ogsaa naar man vil skaffe Vand tilveje. Men da maa der ofte gaaes til langt større Dybder end ovenfor nævnt, og derfor bruges Hjælpemidler, som vi her kunne se bort fra; desuden maae Vandforsyningsbrøndene, som jo skulle være permanente, altid udfores solidt, hvad de blot provisoriske Brønde, her tænkes paa, ikke altid trænge til, om end en let Udforing ogsaa ved dem ofte vil behøves.

6. De borede Brønde kaldes ofte artesiske Brønde, efter den franske Provins Artois, hvor man først anvendte

dem i Vandforsynings Interesse. Det er den derfra hidrørende Fremgangsmaade, som man nu ofte kalder den ældre Brøndboringsmaade, hvormed vi først ville beskæftige os, dog uden at tage mere med end det, der har Betydning for Undersøgelsen af Jordens Beskaffenhed.

Til saadanne Brøndes Boring behøves et Boreredskab og ordentligvis ogsaa et Ophængningsredskab.

Til Boreredskabet høre Borene og Borestangen.

Borenes Indretning og Brug afhænge af Jordsmonnets Beskaffenhed. Man borer enten ved at dreje Boret om sin Axe eller ved at støde med det, og man skjelner derefter imellem Drejebor og Stødebør.

7. Til Drejeborene hører Skeboret (Fig. 1).

Fig. 1.



Det bestaaer af et Pladejerns Rør, opskaaet efter sin Længde, aabent og forsynet med et Skaft foroven, og forneden tildels lukket med en Staalbund, der er formet efter en Vindelflade. Naar dette Bør drejes rundt i Borehullet, vil det med sin Æg *a* kunne skære en spiralførmig Spaan af Bunden; den vil træde ind i Røret, og dette vil efterhaanden blive fyldt. Man tager da Boret op og tømmer dets Indhold ud gennem den øverste Ende, fremhjelper maaske ogsaa Tømningen med en Pind, der føres ind gennem Slidsen. Dennes Vidde afhænger iøvrigt af Jordens Kohæsiion. I Eng- og

Tørvejord kan den være vid, i fint Sand maa den være snever.

Dette Bør kan kun bruges i de allerede nævnte Jordarter, men hverken i Klippe, fastlejret Grus, grovt Sand eller stivt Ler.

Man har brugt et lignende Bør, men af kun lille Diameter, som Mergelsøger, og man har konstrueret et herhen hørende større Bør helt uden Rør og med Spids i Midten til Brug ved Boring af Huller for Stolper.

Til Drejeborene hører endvidere Drejeventilboret (Fig. 2). Det bestaar af et stærkt, uopskaaret Pladejerns Rør, som foroven er aabent og forsynet med Skaft, og forneden har en Staalring, hvortil er føjet Fjerdedelen af en Kugleskal. I Røret er der nær ved dets nedre Ende en Ventil, sædvanligvis

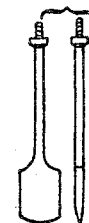
Kugleventil, med Tilbehør af Ring, Kugle og Stift. Kuglen maa være saa stor, at den ikke kan skydes op imellem Stiften og Røret. Naar dette Bør drejes rundt i Borehullet, vil det kunne skrabe noget bort af Hullets Bund med sin halvcirkelførmige, i lodret Plan stillede Æg *ab*, der er dannet alene ved Tilskærpning indvendig fra. Det afskrabede vil kunne tvinge Kuglen saa meget bort fra sit Leje, at det kan faae Plads oven over Ventilen, som vil hindre hvad der ligger over den fra at falde ud, naar Boret optages. Er Røret blevet fuldt, tages Boret op. Man tømmer det gennem den øverste Ende, og fremhjelper maaske Tømningen ved at støde det i omvendt Stilling imod en paa Jorden henlagt Trækloids.

Dette Bør kan bruges i Blandinger af Sand og Ler, i Mergel og selv i blød Kalksten. Men jo fastere Jordsmonnet er, desto større Trang er der til at lade en Løsning gaae forud. Saaledes stedse i Kalksten, ofte ogsaa i Grus og grovt Sand. Om Løsningen vil der senere blive Tale.

8. Til Stødeborene hører Mejselboret. Det er hyppigt fladt, altid forstaalet og, naar det er fladt, er det i Reglen forsynet med en ved Tilskærpning fra begge Sider dannet Æg forneden (Fig. 3). Foroven har det et Skaft. Den flade Mejsels Æg har sædvanligvis midtvejs et Knæk, hvorved Boret under Brugen centrerer sig, men hvorved Æggen ogsaa forlænges, saa at Arbejdet kommer til at gaa noget langsommere fra Haanden. Knækkets Vinkel maa derfor ikke fjerne sig for meget fra 180°. Undertiden har Æggen ogsaa en svag Krumning. Naar dette Bør er stillet i Borehullet, og man løfter det 1 til 2 Fod op, og lader det falde, vil det frembringe en diametral Rift i Hullets Bund, og naar man løfter det paany og atter lader det falde under Iagttagelse af, at det bliver drejet lidt om sin Axe, medens det er løftet, vil der fremstaae en ny Rift nær ved den første, og det Jordsmon, som ligger imellem Rifterne, vil da rimeligvis løsnes. Ved at fortsætte med Stødningen paa denne Maade,

Fig. 2.  
(Snit.)

Fig. 3.



vil mere og mere af Jordsmonnet løses, og der vil stedse samle sig mere Boremel i Hullet. Boremelet maa helst optages snart, da det ellers vil beskytte Bunden, saa at det fortsatte Arbejde kun vil bidrage til at det bliver yderligere findelt. Men med Mejselboret kan intet optages. Til Optagelsen bruges enten Drejeventilboret eller et andet Bor, som ret snart skal omtales.

Mejselboret bruges i fast Klippe saa vel som i Klippestykker, men det bruges ogsaa til Løsning i al fastlejret Jord, hvor Boringen ellers vilde gaae for langsomt.

Til Stødeborene hører ogsaa Stødeventilboret. Det er i Hovedsagen indrettet som Drejeventilboret (se Fig. 2), men adskiller sig dog fra dette derved, at den Fjerdedels-Kugleskal, det er forsynet med, mangler, hvorhos hele Staalringen forneden er tilskærpet indvendig fra, saa at Æggen bliver cirkulær, og kommer til at ligge ved Rørets Omkreds i en vandret Plan. Naar dette Bor er stillet i Borehullet og man løfter det 1 til 2 Fod op og lader det falde, vil dets Æg trænge noget ned i Jorden, og ved at gjentage denne Bevægelse, vil det trænge stedse dybere ned, saa at der i sandet og gruset Jord, hvor dette Rør især bruges, snart vil samle sig noget af Massen oven over Ventilen, der aabner sig derfor, men ogsaa holder det passerede tilbage ved Borets Optagelse, som finder Sted, naar det bliver fyldt. Boret tømmes gennem den øverste Ende ligesom Drejeventilboret.

9. Ved Jordboring til Undersøgelse af Jordens Beskaffenhed bruges i Reglen ikke andre end de i 7 og 8 omtalte Bor. Borekasternes Indretning vil blive omtalt senere.

Den udvendige Diameter af de cylindriske Bor (Mejselborets Brede) maa ikke være for lille, da Sikkerheden vil lide derved. Der indtræder nemlig Usikkerhed naar der falder Jord ned fra Hullets Sider, idet denne Jord jo vil blive optagen fra anden Dybde, end hvor den hører hjemme. Nu er det vel saa, at Væggenes Areal vil forøges med den større Diameter (Brede), men Mængden af Jord, der optages fra sin rigtige Dybde, vil ogsaa forøges og i et stærkere Forhold. Men da Borearbejdet jo ogsaa forøges kjendeligt, naar Diametren

(Bredden) bliver stor, bliver man gjerne staaende ved en Diameter (Brede) af 4 Tom.

Med Bor af denne Størrelse vil det kunne paaregnes, at Brønden faaer en Diameter af  $4\frac{1}{4}$  til  $4\frac{1}{2}$  Tom.

10. Borestangen er sædvanligvis af firkantet Jern, ca. 1 Tom. i Sidelinie. Da det vilde være ubekvem ved Boringens Begyndelse at have en Stang saa lang, som den nødvendigvis maa være tilsidst, sammensætter man den af Stykker af 10 til 12 Fods Længde, af hvilke der da maa være saa mange i Beredskab, som ville udfordres, naar Brønden har sin fulde Dybde. Samlingen sker undertiden paa hvert Sted ved to Skruebolte, i hvilket Tilfælde hvert Stykke Borestang har ved sin øverste Ende en enkelt Lab og ved sin nederste en dertil svarende Gaffellab (Fig. 4). Men bedre er det at samle Stykkerne ved Tap- og Hulskruer (Fig. 5), Tapskruen ved den øverste, Hulskruen ved den nederste Ende. Man forhindrer Adskillelse i Utide ved at gjøre Hulskruen sexkantet udvendig og forsyne Tapskruen med et tilsvarende Bryst samt føre et sexkantet Hylster udenom begge. Dette hviler paa de fremspringende Ender af en gennem Stangen ført Stift, der er lænket fast til Stangen. Naar Adskillelse skal finde Sted, flyttes Hylster og Stift op over Samlingen.

Fig. 4



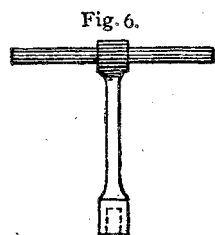
Samlingen imellem Borestang og Bor indrettes paa samme Maade som imellem Borestangens Stykker indbyrdes. I Fig. 1, 2 og 3 ere Borekasterne viste som de ere, naar der samles ved Tap- og Hulskruer.

Fig. 5.



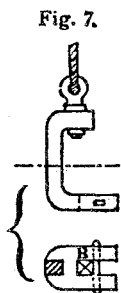
Naar en Boring skal foretages til ringe Dybde, højest en Snes Fod, og man blot skal bruge Drejebor derved, kan Boreredskabet føres paa fri Haand. Paa Borestangens øverste Ende skrues der da et kort Stangstykke af ca. 3 Fods Længde med Haandtag (Fig. 6). Men ellers kræves der til Boreredskabets Haandtering et Ophængningsredskab.

11. Ophængningsredskabet kan bestaae af en paa Fod anbragt behørig afstivet Opstander eller af en trebenet



Buk eller af en Rambuk. Redskabet maa stedse foroven være forsynet med en Skive med Snorløb, hvorover der bliver lagt et Tov, som bliver forbundet ved sin ene Ende med Boreredskabet, og som bliver paavirket ved sin anden Ende af Mandskabet, maa ske gennem et Spil, hvormed Opstander eller Buk da maa være forsynet.

Forbindelsen imellem Tovet og Boreredskabet iværksættes ved en i Tovet anbragt Klo (Fig. 7). Man giver Borestangen *B* Plads imellem Grenene i Kloens gaffelformige Underdel og holder den der ved en Kile, som sædvanligvis er lænket til Kloen. Ved den øverste Ende af hvert af de lange Stykker af Borestangen er der to Knaster (se Fig. 5), imellem hvilke Kloen anbringes; den øverste vil tvinge Boreredskabet til at følge med Kloen, naar denne føres opad, og den nederste vil hindre den fra at glide ned, naar Boreredskabet staaer paa Hullets Bund.



Arbejdet ved Boreredskabets Optagelse og Nedsenkning, der forudsætter Adskillelse og Samling af alle Forbindelserne, lettes meget, naar Opstander og Buk ere forsynede med to Skiver, og der benyttes to Tove, hvert forsynet med sin Klo.

For Arbejdet med Stødebor er Opstander eller Buk ofte forsynet foroven med en toarmet Vægtstang, ved hvis korte Arm Boreredskabet er ophængt, og ved hvis lange Arm Mandskabet virker. Er der Spil, kan man ogsaa bruge det. Tovet føres da blot et Par Gange om Spilbommen, og man stiller en Mand derved til at holde af i det. Naar Spilbommen drejes rundt til Løftning af Boreredskabet, og Manden ved Tovet giver efter deri, hver Gang Boreredskabet er blevet løftet 1 til 2 Fod højt, og han strax efter Faldet igjen holder af deri, saa vil der kunne følge Slag paa Slag. Den Drejning af Boreredskabet, som maa finde Sted ved Brug af Stødebor,

imedens Boret er løftet, kan udføres ved Hjælp af Nøglen (Fig. 8), der med sin Hage kan gribe om Borestangen *B*.

For Arbejdet med Drejebor kan man bruge den samme Nøgle, og om man vil to af dem samtidig, eller Dobbeltnøglen (Fig. 9), der bliver klemmet fast paa Borestangen, som ogsaa her er betegnet ved *B*, ved en Klemskruer. Naar man har sørget for, at Øskenen i Fig. 7 er drejelig

i sit Hul i Kloens Overdel, behøver man ikke at udtage Boreredskabet af Kloen under Brugen af Drejebor.

12. Arbejdet begynder, under Forudsætning af at Terrænet ligger tørt, med at der graves et Hul med Skovl eller Spade samt Hakke; thi uagtet Hullet af Hensyn til Gravearbejdet maa være temmelig stort, og dets Sider ogsaa maae have Skraaninger eller være afstivede, saa er det dog som Regel i Begyndelsen fordelagtigere at grave end at bore. Men Forholdet bliver snart det omvendte. Man lægger da nogle løse Bomme over Hullet og over dem nogle Bræder, og paa dette Stillads staae Arbejderne under Boringen og stilles Ophængningsredskabet, naar et saadant skal bruges.

Er Terrænet derimod dækket af Vand, tager man strax fat paa at tilvejebringe et Stillads for Borearbejdet, enten et fast Stillads med de fornødne Pæle, Rideplanker, Bomme og Bræder, eller et svømmende Stillads, bestaaende af en eller to paa passende Maade henlagte og vel forøjede Flaader.

Ved Borearbejdet maa benyttes et Pladejerns Rør af samme Vidde som Borehullet for at lede det optagne Boreredskab dertil, naar det skal føres ned gennem det gravede Hul eller Vandet. Dette Rør, som maa være saa langt, at det efter at være rammet noget ned i Jorden kan naae noget op over Stilladset, omgiver man gjerne, for saa vidt Dybden er stor, med en Plankekasse, der kan støtte det og forebygge dets Bøjning. Skulde det øverste Jordlag eller et dybere liggende være saa

Fig. 8.



Fig. 9.



løst, at Jorden derfra vil skyde ud i Hullet og vanskeliggjøre Borearbejdet, rammer man paa Røret, for at det kan naae saa dybt, at det kan holde Jorden i det løse Lag tilbage. Vanskeligheder af denne Art møde især i vandførende Sandlag, hvis Vand bringer Sandet i Bevægelse. Naar der skal rammes paa Røret, maa man være forsynet med et passende Antal korte Rørstykker af 2 Fods Længde, der skulle forbindes med Røret ved løse udvendige Muffer og Nitter. Paa hvert Rørstykke er der dog forud fastnittede en Muffe ved den ene Ende, men ogsaa alle øvrige Nittehuller i Muffer og Rørstykker maae være borede, og de fornødne løse Nitter være til Stede. Naar man ved Rørets Anbringelse lader dets Muffe vende opad, sætter man Rørstykket med sin frie Ende ned deri, indbringer Nitterne indvendig fra i deres Huller, hænger en dertil forberedt Ambolt i Røret og fuldbyrder Samlingen ved Nitning udvendig. Man kan paa denne Maade stedse faae Røret forlænget saa meget det behøves.

Er Ophængningsredskabet kun forsynet med en enkelt Skive og Klo, maa man, medens Kloen ved Boreredskabets Adskillelse og Samling flyttes, midlertidigt understøtte det ved en af Nøglerne (se Fig. 8 eller 9), der da hviler paa Rørets Overkant.

For at der kan have fornødent Overblik over de Jordprøver, som skulle samles under Boringen, forsyner man sig med en flad Kasse med mange smaa Rum til at opbevare dem i.

Under Borearbejdet maa der føres nøjagtig Dagbog over alt hvad der passerer. I den maa anføres hvilke Bor der bruges, Dybden hvorfra og hvortil hvert Bor anvendes, Klokkeslettet naar Arbejdet med det begynder og ophører, samt de Grunde, man har til at skifte Bor. Der maa ogsaa anføres, naar og da hvor meget der rammes paa Foringsrøret, samt hvad der har været iagttaget med Hensyn til de vandførende Lags Vandrigdom. Ellers kan det let hænde, at Borearbejdet ikke giver Oplysning, om alt hvad man maa ønske at vide. Efterhaanden som der faaes Jord op med Borene, forsyner man Prøvekassen med noget deraf. Man vedbliver at lægge i det samme Rum af den, saalænge det optagne synet at være

af samme Beskaffenhed som det forrige, men iagttager ogsaa at lægge i et nyt Rum, saa snart Beskaffenheden synes at forandre sig. Stedse lægges kun lidt i Prøvekassen af det, som ved Borets Optagelse sidder nederst deri. Paa Skillerummene i Kassen skrives stedse Dybden, hvorfra og hvortil hver Prøve gjælder.

Tilstedeværelsen af Sten forsinker selvfølgelig altid Borearbejdet, men dette er dog især Tilfældet, naar man træffer saadanne mindre Sten, som lade sig rokke i deres Stilling ved Forsøget paa at bore igjennem dem. Ved Grundundersøgelser, hvor Dybden aldrig er synderlig stor, og Stedet, hvor der bores, heller ikke er nøje bestemt forud, kan det hænde, at det betaler sig, naar man træffer en saadan Sten, at opgive det paabegyndte Borehul og begynde et nyt i dets Nærhed.

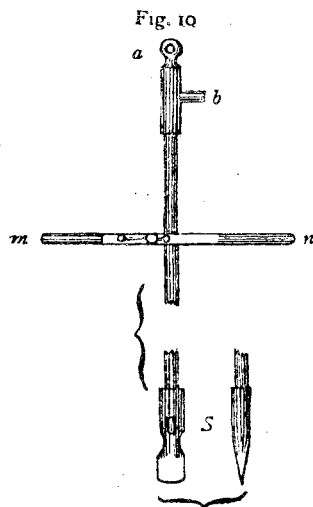
13. Til de nyere Boremeterer hører den chinesiske, saaledes kaldet, fordi den skal høre hjemme i China. Den adskiller sig fra den i 6 til 12 beskrevne derved, at der bruges et Tov i Stedet for største Delen af Borestangen. Fordelen herved er den, at en Del af den Tid, der under Borearbejdet medgaaer til Boreredskabets Adskillelse og Samling, spares, men til Gjengjæld er man henvist til udelukkende at bruge Stødebor. Metoden har ikke vundet stor Betydning i Europa, og det kan formentlig saa meget bedre gaae an her at forbi-gaae Enkelthederne derved som den eneste Fordel, den frembyder, netop betyder mindst, naar Brøndene kun skulle have ringe Dybde.

14. Noget større Betydning for Jordundersøgelser har en anden af de nyere Boremeterer faaet, nemlig Skilleboringen.

Ved den bruges kun en eneste Slags Bor, nemlig Mejselboret. Under Boringen sendes der en Vandstrøm ned i Brønden ved en Trykpumpe, og den tager ved sin Tilbagevenden til Overfladen Boremelet op med sig. Den Tid, som efter den ældre Methode medgaaer til Boreredskabets Adskillelse og Samling, spares altsaa her helt, og der vindes tillige, at Boremelet bliver hurtigt fjernet. Sædvanligvis sendes Vandstrømmen ned gjennem Borestangen, der bestaaer af trukne Smedejerns Rør af 1 Tom. Diameter, samlet af Længder paa



10 til 12 Fod ved løse udvendige Skruemuffer. Strømmen vender da tilbage til Overfladen gennem Mellemlummet imellem Borestangen og Hullets Sider, som derfor ved denne Methode stedse maae være beklædte. Men netop derfor kan man ogsaa benytte mindre vide Brønde, og det sædvanlige er, at Foringsrørene blot ere 2 til 2½ Tom. vide indvendig. Disse ere ogsaa trukne Smedejerns Rør, samlede af Længder paa 5 til 10 Fod ved løse udvendige Skruemuffer.



Boreredskabets øverste og nederste Ende ses af Fig. 10. Ved dets øverste Ende bliver der paaskruet et kort, op ad til lukket Rør med Øsken *a* til Befæstelse af det Tov, hvormed Redskabet skal løftes under Stødningen, og en Tud *b*, hvorpaa Slangen fra Tryk-pumpen fastskrues. Ved Redskabets nederste Ende er der fastskruet en Staalmejsel *s*, der er saaledes indrettet, at Vandstrømmen fra Borestangen frit kan træde ud i Borehullet gennem Sideaabninger. *mn* er et Styrehaandtag af samme Konstruktion som den i Fig. 9 viste Dobbelnøgle.

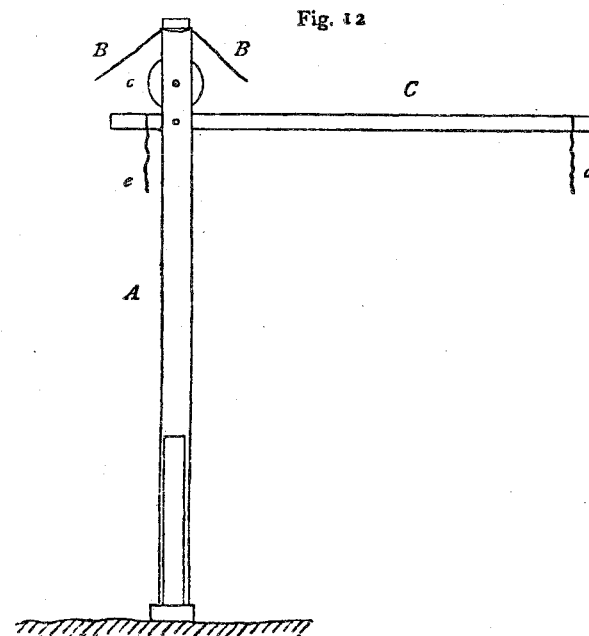
For at Foringsrøret ikke skal beskadiges under Ramningen, skrues der et massivt Hoved (Fig. 11) paa dets øverste Ende, medens der rammes. Det første Stykke Foringsrør forsynes med en Forstærkningsring fornedet og rammes strax saa dybt, at kun 1 til 1½ Fod deraf er over Jorden. Naar der er boret til noget større Dybde end den, hvortil dette Rørstykke naaer, sættes et nyt Rørstykke til, men ved alle de senere Ramninger gjør man vel i stedse at lade Foringsrørets nederste Ende være noget tilbage for Boret. I Hviletiderne

Fig. 11



bør Boreredskabet være løftet noget op over Hullets Bund, da det ellers let sætter sig fast.

Det Ophængningsredskab, som sædvanlig bruges, ses i Fig. 12. *A* er en Opstander, som er tappet i et Fodstykke



og holdt i lodret Stilling, dels ved to Skraastivere fornedet i Fodstykket og dels ved to Barduner *B* foroven, befæstede ved i Jorden rammede Pæle. Opstanderen har en lang Slidse, hvori Armene af et Træramslag kunne gribe ind, og foroven en kort Slidse, hvori er anbragt en Skive *c* for Ramtövet. Ramslaget er udeladt af Figuren, men i denne ses den Vægtstang *C*, som benyttes ved Borearbejdet. Denne indbringes, efter at Ramslaget er borttaget, i dets Slidse og befæstes til Opstanderen ved en Bolt, hvormed den kan dreje sig. Den paavirkes ved Tovet *d*, hvorimod Boreredskabet er ophængt ved *e*.

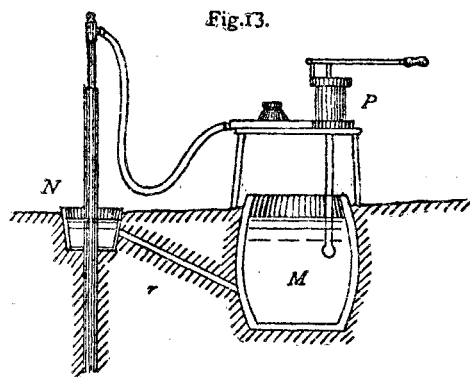


Fig. 13.

I Tilfælde, hvor det ikke er let at skaffe Vand nok til Skyllestrømmen, kan man træffe den i Fig. 13 viste Ordning. *M* er en Beholder, hvorfra Trykpumpen *P* tager sit Vand. Den staaer ved et Rør *r* i Forbindelse med Karret *N*, hvori det be-

nyttede Vand samler sig. En Del af Boremelet holdes tilbage i *N*, men det meste afsættes i *M*. Derfor maa Pumpens Sugerør ikke række for dybt ned og være forsynet med en Si.

Efter denne Methode kan Borearbejdet udføres af tre Mand. Den ene, Formanden, staaer ved Styrehaandtaget og leder det hele, den anden sætter Pumpen i Bevægelse og den tredje virker gennem *d* paa Vægtstangen *C* (se Fig. 12). Under Foringsrørets Ramning er Borearbejdet stillet i Bero. Ramningen kræver altsaa intet særligt Mandskab.

For ved Skyllemetoden at faae Prover af de gjennemborede Jordlag, maa man nu og da samle den tilbagevendende Skyllestrøms Vand i en Skaal og henstille det til Bundfældning. Bundfældet kan selvfølgelig ikkun indeholde de i Vand uopløselige Stoffer, dog er dette sædvanligvis nok. En væsentligere Indvending er, at findelte Stoffer som Muld, Dynd og Lerpartikler o. s. v. behøve saa lang Tid til at bundfældes, at man løber Fare for ikke at faae alt med deraf. Ved Bundfældningen finder jo ogsaa en af Partiklernes Størrelse og Vægtfylde afhængig Fordeling Sted, hvad der kan paavirke Bundfældets Udseende. Derfor foretrække endnu nogle Ingeniører at benytte den ældre Boremethode ved Jordundersøgelser, uagtet Skyllemetoden baade bliver billigere at anvende og lader sig udføre i kortere Tid.

15. De gravede Brønde maae af Hensyn til Gravningen, der udføres for Haanden med Skovl eller Spade samt Hakke, have stort Tværsnit. Skraaningerne kunne undgaaes ved at bruge Beklædning og Afstivning, hvortil Træ benyttes. Tværsnittet er sædvanligvis et Kvadrat med 5 til 7 Fods Sider. Ved Gravningen bliver Jorden undertiden kastet op paa Brix i Brønden, anbragte i saadan indbyrdes Afstand, at en Arbejder kan kaste Jorden fra en Brix til den nærmeste ovenfor den. Ved større Dybde bringer man dog hellere Jorden op i Spande eller Kasser, der løftes ved et over Brønden stillet Spil.

Beklædningen og Afstivningen ordnes forskjelligt efter Brøndens Dybde.

Ved kun ringe Dybde kan man i Beklædningen bruge lange Planker, der staae lodret og række gjennem hele Brønden, og til Afstivningen indenfor dem Rammer af Tømmer i 4 til 6 Fods Afstand fra hinanden. Plankerne rammes dybere fra Terrænet eller et derpaa stillet Bukkestillads, efterhaanden som Dybden forøges ved Udgravningen, og hver Gang Dybden er stor nok dertil, bringer man Stykkerne til en ny Ramme ned i Brønden og samler den der. Rammernes Glidning nedad under Ramningen forhindres ved Hjørnestolper i Brønden. Naar den tilstedeværende Plankelængde er udnyttet, kan man kun fortsætte Brøndgravningen videre, ved at stille et nyt Sæt Planker op indenfor de gamle Plankers Rammer, og afstive dem ved Rammer af mindre Størrelse. Men Rammearbejdet paa de lange Planker er besværligt, og hver Gang der skal bruges nye Planker og Rammer, bliver Brøndvidden kjendelig formindsket.

Ved større Dybder er det derfor bedre i Beklædningen at bruge korte Planker eller Bræder, der hver for sig kun understøttes af to Rammer. Er Afstanden imellem Rammerne t. Ex. 4 Fod, kunne Bræderne være 5 Fod lange. De blive alle tilskærpede forneden paa udvendig Side. Man driver dem ned ved Slag med en Mukkert. For hvert af Bræderne der drives ned, slaas der en Kile ind imellem det og den nederste af de to understøttende Rammer, og naar senere Beklædningen for det næste Fag nedenfor dette skal dannes, skaffes der

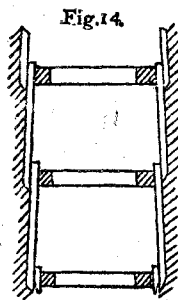


Fig. 15.

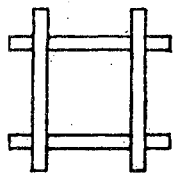


Fig. 16.

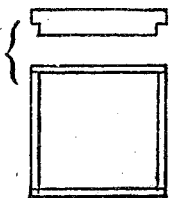
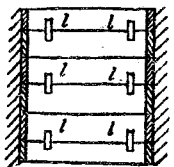


Fig. 17.



Plads til Bræderne ved at slaae Kilerne ud (Fig. 14). Rammernes Stykker blades sammen. De to modstaaende Stykker i en Ramme have Overblade, de andre Underblade, og det skifter saaledes, at i den samme Brønds side have Stykkerne afvekslende Over- og Underblade. Den øverste Ramme, der nedgraves i Jorden, er sammensat af længere Stykker end de andre (Fig. 15).

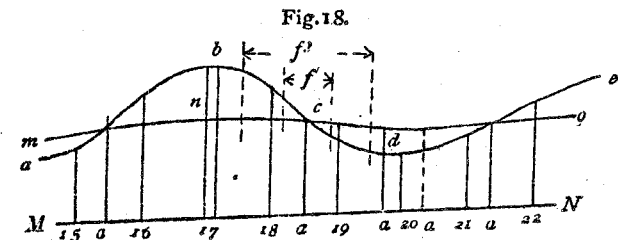
Man anvender ogsaa hvad man kalder hollandsk Beklædning, der alene bestaaer af Rammer af Planker, som slutte til hinanden (Fig. 16). Ved Anbringelsen styres Rammerne af korte Lister  $l$  (Fig. 17), men disse kunne senere, om man vil, ombyttes med lange Lister, der kunne spigres paa flere af Rammerne og altsaa bedre forbinde dem med hinanden.

Arbejdet ved en Brønds Gravning, Beklædning og Afstivning forudsætter, at Brønden er fri for Vand, og derfor maa det Vand, der samler sig i den, fjernes. Hertil bruges Spande eller Pumper. Vandlænsningen fordyrer ofte Arbejdet betydeligt. Dog ogsaa i vandfattig Grund blive gravede Brønde dyrere end borede. Men de give rigtignok ogsaa til Gjengæld en meget tilforladelig Oplysning om Jordlagene og deres Vandrigdom samt om Jordens Art og Lejringsforhold, hvad man ikke altid kan sige om de borede.

Ved Undersøgelsen af Jordens Beskaffenhed kan man i Reglen være nøjet med at anvende borede Brønde, men der kan forekomme Tvivlstilfælde og Omstændigheder, hvor der maa forlanges stor Nøjagtighed, og da er det man nu og da anvender gravede Brønde.

## § 2. Jordværkernes Profilering.

16. Jordværkerne maae altid have simple Former, eftersom det Materiale, hvori (dette gjælder Afgravningerne) og hvormed (Paafyldingerne) de skulle dannes, ikke tilsteder at bruge sammensatte. Til Formernes Betegnelse bruges Profiler, og da enhver Afgravning begynder ved og enhver Paafyldning hviler paa den naturlige Jordoverflade, saa komme dennes Profiler altid til at indgaae i Jordværkernes. Af de andre Linier, som behøves til Profilerens Fuldstændiggjørelse, berøe nogle paa hvad Værkerne skulle bruges til, og hvilke Forordringer de derfor maae tilfredsstille, medens andre alene afhænge af Materialets Natur. Det er da navnlig med disse sidste vi her skulle beskæftige os.



Lad  $abcde$  (Fig. 18) være Længdeprofil af Jordens oprindelige Overflade og  $MN$  Sammenligningsplanen, der altsaa her tænkes lagt under Terrænets laveste Punkt. Jordværkernes Længdeprofil kan faaes heraf ved Tilføjelsen af Længdesnittet af det Jordplanum, som skal tilvejebringes, og som tænkes at være den svagere brækkede Linie  $mnc$ ... Denne tilkjendegiver ikke blot, at der skal være Afgravning imellem  $15a$  og  $18a$  og Paafyldning imellem  $18a$  og  $21a$ , men tillige hvilke Koteforskjelle, der ville fremstaae, og disse udtrykke netop, hvad der interesserer os at vide, nemlig Værkernes Dybde og Højde i de forskellige Punkter af Længdeprofilen.

Lad fremdeles  $fg$  og  $lm$  (Fig. 19 og 20) være Tværprofiler af Jordens oprindelige Overflade, henholdsvis paa et Sted, hvor der skal afgraves til Dybden  $d$  og paa et Sted, hvor der

Ved Anskaffelsen maa paases, at Redskaberne ere hensigtsmæssige og stærke. Gjemte Redskaber ere ikke saa gode som nye. Om de end ere ubrugte, er deres Varighed ofte betydelig forringet. Erfaring lærer, at der i alt Fald maa anskaffes  $\frac{1}{3}$  til  $\frac{1}{4}$  af deres Antal nye Redskaber, for at der ikke skal indtræde Stansninger under Arbejdets Udførelse.

46. Arbejdernes Sammendragning. Ved smaa Jordarbejder er det i Reglen let at faae det til Udførelsen fornødne Mandskab samlet, men ved større Jordarbejder er det ikke altid let.

Spørgsmaalet om hvorledes man da skal sammendrage Arbejderne hænger nøje sammen med Spørgsmaalet om der skal arbejdes ved egne Folk eller ved Entreprenører. I begge Tilfælde kan Arbejdet blive udført i Akkord, hvad der baade er i Arbejdsgiverens og i Arbejdernes Interesse og navnlig ved Jordarbejder, hvor Kontrollen i Reglen ingenlunde falder vanskelig. Men Erfaring taler som Regel for at benytte Entreprenører, der udføre Arbejdet for en ved forud afholdt Licitation fastsat Betaling. De have nemlig lettere ved at fordele Arbejdet blandt Folkene end Arbejdsbestyrelsen, der altid vil staae Arbejderne noget fjernere end disse staae Entreprenørerne, og at kontrollere Folkenes Arbejde, og de ville jo ogsaa tilføre Arbejdet Fordelen af al den Erfaring, de selv maatte være i Besiddelse af. Men skulle Entreprenører bruges og virke til Gavn for Arbejdet, maae de selv vælge, antage og afskedige de Arbejdere, de have Brug for.

Naar Arbejdet skal udføres i Entreprise har Arbejdsbestyrelsen at søge Entreprenører, enten til det hele under Et eller til Udførelsen af Dele deraf (Parceller), og det bliver da deres Sag at forsyne sig med de Folk, de behøve. I Tyskland kalder man saadanne Entreprenører Skaktmestre efter Rummaalet en Skakt (144 Kbfod), i Slesvig kalder man dem Potmestre efter Rummaalet en Pot, som er  $\frac{1}{4}$  Kubikrode, Roden til 16 Fod, altsaa 1024 Kbfod. Jordarbejdet ved en stor Del af vore Veje og Jernbaner er udført ved danske Entreprenører, men det falder ofte vanskeligt for Entreprenørerne i vort lille Land at finde nogenlunde stadig Sysselsættelse.

Om end Hovedstyrken af Arbejdere som Regel sammen-

drages ved Entreprenørerne, kan der blive enkelte Dele af Arbejdet tilbage, som Arbejdsbestyrelsen maa lade udføre ved egne Folk. Men Sammendragningen af Mandskabet dertil vil sjældent volde Vanskelighed.

Naar der skal etableres Smedje og Hjulmagerværksted, maa der søges Smed og Hjulmager, og helst blandt Landhaandværkere, til at bestyre dem. De arbejde efter en forud vedtagen Priskurant, og det overlades selvfølgelig til dem at antage og afskedige de Medhjælpere, de maatte behøve.

## § 2. Afgravninger og Gjennemskæringer.

47. Herunder indbefattes alle de Jordværker, hvor Plannum kommer til at ligge under Jordoverfladen. Man kalder ofte de mindre dybe af disse Værker Afgravninger og de dybe Gjennemskæringer.

Arbejdet begynder ved Afgravningens Rand og af Hensyn til Vandafledningen og den vundne Jords bekvemme Flytning paa et Sted, hvor Randen ligger lavt. Hvis t. Ex. en Bakke skal skæres igjennem for en Vej, og den vundne Jord bruges til Opførelsen af en Paafyldning i den tilstødende Dal, begynder Arbejdet paa det Sted, hvor Afgravning og Paafyldning mødes. Arbejdet maa ledes saaledes, at der bliver god Plads for Mandskabets Anbringelse, d. v. s. tilstrækkelig lange Angrebslinier, samt fornødent Afløb for Nedbøren og det frembrydende Grundvand. Hvad der i det enkelte maa gjøres i førstnævnte Henseende afhænger af hvilke Flytteredskaber der skal bruges.

48. I Begyndelsen, medens Flytteafstanden er ganske kort, flyttes Jorden ved Kastning med Skovl. Arbejderne stilles i Række ved Skillelinien imellem Afgravningen og den tilstødende Paafyldning. Angrebslinien er altsaa saa lang som bemeldte Skillelinie. Kastning med Skovl er i Almindelighed kun fordelagtig saa længe Flytteafstanden ikke er større, end at man kan bringe den udgravede Jord hen i Paafyldningen ved et enkelt Kast. Naar der i det hele kun er smaa Rumfang at flytte, kan det dog betale sig at flytte Jorden ved at kaste den flere Gange.

Naar Kastning med Skovl maa opgives, benytter man

Trillebøre. Man udgraver da en Grøft af ca. 4 Fods Brede og 3 til 6 Fods Dybde ind i Bakken i Gjennemskæringens Retning og af saadan Længde, at det til en Trillekolonne hørende Mandskab med Børe kan faa Plads i den. Mandskabet angriber den ene Skraaning, og naar Grøften derved er bleven saa bred, at to Trillekolonner kunne faa Plads jevn-sides i den, sættes den anden Trillekolonne i Gang til Afgravning ved Grøftens anden Skraaning. Det varer da ikke længe før Grøften bliver saa bred, at der kan kjøres med Bør imellem Vejene for de to Trillekolonner; og der kan da sættes nyt Mandskab i Gang med at forlænge den først gravede Grøft, hvis Forlængelse derefter ogsaa kan udvides. Der er heller intet til Hinder for, at der kan begyndes paa et nyt Lag af Tykkelse som det første, inden man er kommen til Ende med dette, kun maa der ikke afgraves deri til fuld Brede, saalænge der behøves Trilleveje for Jorden fra det øverste Lag. Der kan ogsaa begyndes paa et tredje Lag før det andet er færdigt o. s. v. Den lagvise Afgravning gjør det muligt at forlænge Angrebslinierne, men den er ogsaa fordelagtig i andre Henseender. Vilde man grave til fuld Dybde strax, kunde det tilstedeværende Fald ikke helt udnyttes til Fordel for Vand-afledningen og den vundne Jords Flytning. Og der vilde derhos være Fare for Nedstyrtninger. For at forebygge dem, maatte Arbejderne betræde Skraaningerne, men derfra kunde de ikke bekvemt læsse Børene. Arbejdet blev altsaa besværligere.

Den nu beskrevne Fremgangsmaade er dog ikke bekvem, naar Bakkeskraaning er stejl. Man afgraver da hellere trinvis

efter Linier tværs paa Midtlinien *CD* (Fig. 51). *AB* er Skillelinien imellem Afgravningen tilhøjre og Paafyldingen tilvenstre. Der afgraves efter Linierne *ab*, *cd*, *ef* o. s. v. og den vundne Jord oplægges efter Linierne *mn*, *op*, *qr* o. s. v. Trillevejene, der ere an-

tydede ved punkterede Linier, ere bugtede, for at deres Fald ikke skal blive større end tilstedeligt.

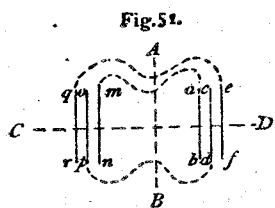
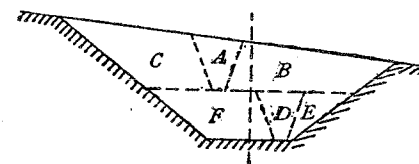


Fig. 51.

Naar Flytteafstanden voxer ud over en vis Grænse, der naaes tidligere, hvor det er store, end hvor det er smaa Rumfang, der skulle flyttes, er det fordelagtigt at bruge større Flytteredskaber end Trillebøre, nemlig Karrer eller Vogne. For at faae lange Angrebslinier bruges hyppigt lagvis Afgravning ogsaa ved disse, men Lagene kunne være tykkere, t. Ex. 10 til 15 Fod. I Tvær-

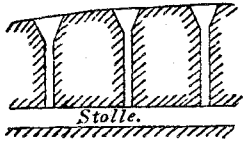
Fig. 52.



snittet (Fig. 52), hvor Dybden forudsættes at være 20 til 30 Fod, tænkes afgraved i to Lag. Fra Grøften *A*, der maa have den til disse Flytteredskaber fornødne større Brede, afgraves først Jordmassen *B* og derefter Jordmassen *C*. Allerede inden Jordmassen *B* er helt fjernet, kan Grøften *D* aabnes, og fra denne kunne Jordmasserne *E* og *F* fjernes helst i den Orden, hvori de her ere nævnte. Da Karrer og Vogne af sædvanlig Konstruktion ikke befordres kolonnevis, behøve Grøfterne for dem ikke saa stor Længde. Men bruger man Sporvogne, hvad der navnlig sker ved de meget store Rumfang, faar man atter Brug for længere Grøfter, da man ofte, især naar de skulle befordres ved Dampkraft, kobler Vognene sammen i Tog. Sporene har man lagt paa Bunden af Grøften, men man bruger nu ofte Spor ogsaa ved Grøftens Gravning. Man lægger da Sporet paa Jordens Overflade og sænker det efterhaanden ved Udgravning. I sandet Jord udgraves imellem Skinnernes Strøer  $1\frac{1}{2}$  til 2 Fod dybt, og Sporet sænkes ved Bortstødning af de Jordkiler, hvorpaa Strøerne hvile. I leret Jord udgraves ved den ene Side af Sporet ca. 3 Fod dybt, og Sporet baxes hen i Udgravningen. Der udgraves derefter paa Sporets første Plads, Sporet baxes tilbage o. s. v. Ved nogle store Gjennemgravninger, man i den nyere Tid har udført, har man søgt at undgaae den altid noget besværlige successive Sænkning af Sporet ved at begynde med at føre en Stolle eller Tunnel med den til dens midlertidige Bevaring fornødne Beklædning og Afstivning gennem Bakken. Paa dennes Bund, som man har sørget for var i

Højde med det nye Planum, lagdes Sporet, og Vognene læsdes ved Læsse-Skakter med Jorden ovenover Stollen eller Tunnelen

Fig. 53.



(Fig. 53). Det betaler sig bedst herved at bruge lange Tog, og at gjøre Brug af Dampkraft til Befordringen. Men naar man vil arbejde paa denne Maade, maa man være overbevist om, at det ikke vil betale sig endnu bedre at bygge

Stollen eller Tunnelen permanent. Det kommer herved især an paa hvad Beklædningen og Afstivningen ville koste mere, hvis de skulle være permanente i Stedet for midlertidige. Jo fastere Jorden er, desto større Sandsynlighed er der for, at det vil svare Regning at gjøre dem permanente. I Klippe bygger man som Regel Stollen eller Tunnelen permanent.

49. For at Nedbøren og det fra Kilder hidrørende Vand kan finde Afløb, arbejdes der ved Afgravninger opad Bakke (32 b). Man lader i den Hensigt Lagene have Fald til den Side, hvorfra Arbejdet begynder. Ved de første Lags Afgravning plejer der at være rigeligt Fald, men senere kan det blive vanskeligt at faae Fald nok, maaske skal det nye Planum endog have Fald til den modsatte Side.

Fig. 54.



forudsættes at være en saadan, at saa megen af den vundne Jord som mulig skal flyttes over  $a$  tilvenstre.  $ab$  har Fald tilvenstre,  $bc$  er vandret og  $cd$  har Fald tilhøjre.

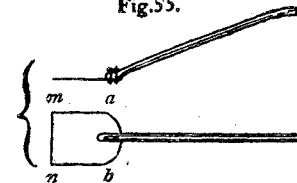
Indtil Linien  $am$ , der forudsættes at have det til Vandafledningen netop nødvendige Fald, har Afgravningen og Jordens Flytning over  $a$  tilvenstre ingen Vanskelighed, men for at komme videre maa  $am$  betragtes som foreløbigt Planum, for saa vidt som man fra dette maa grave de til det definitive Planum hørende Grøfter og andre til Afvandingen nødvendige Ledninger. Naar dette er sket, kan Jorden udgraves imellem

$am$ ,  $ab$  og den gennem  $b$  førte med  $am$  parallelle Linie  $bn$ , og den herved vundne Jord kan føres over  $a$  tilvenstre. Videre kan man ikke komme, før der fra  $d$  er gjort et Indsnit gennem den endnu tilbageværende Jordmasse, saa at Vandafledningen kan foregaae over  $d$  tilhøjre. Den herved vundne Jord maa ogsaa føres tilhøjre. Men derefter kan Resten af Jorden afgraves og flyttes over  $a$  tilvenstre.

50. Ved al Afgravning maa Jorden saa vidt fornødent løsnes. Løsningsarbejdet afhænger af Jordens Beskaffenhed, og vi skjelne i denne Henseende imellem følgende 5 Slags Jord.

a) Let Jord. Hertil henregnes: Tørvejord, Muldjord og Sand. Disse Jordarter kunne afgraves med den almindelige Skovl, uden at der er gaaet nogen Løsning forud. Skovlen (Fig. 55) har i Almindelighed et af Jernplade dannet plant Blad og et Skaft af Træ, der danner en Vinkel med Bladet. I Sand, som let glider af det plane Blad, kan det dog være hensigtsmæssigt at give det en svag Krumning, ved at bøje Randene  $bn$  og  $am$  opad.

Fig. 55.



Skraaningerne i let Jord maae beklædes, og naar ikke særegne Omstændigheder tale for en særlig kraftig Beklædning, og man ej heller vil være nøjet med en Besaaning, anvendes Græstørv. Ved Muldjord lægger man Tørvene umiddelbart paa Skraaningerne, men ved Tørvejord og Sand maa der helst lægges et Lag Muldjord under dem. Der behøves ingen Dræning.

Imedens det fine og rene Sand kan betragtes som usammentrykkeligt, lader Muldjord sig sammentrykke noget og Tørvejord meget. Naar der skal afgraves i Tørvejord, kan det hælde, at Planum hæver sig som Følge af Trykket af Mosejorden til begge Sider af Afgravningen. Man bruger da at belægge Planum med et Lag tung Jord (33).

b) Middeljord. Hertil høre Blandinger af Sand og Ler med overvejende Sand, altsaa leret Sand, dog kun for saa vidt der ikke er Sten deri. Saadan Jord behøver ikke nødvendigvis en forudgaaende Løsning, men den er dog for tæt

og sammenhængende til, at den uden videre kan bearbejdes med den almindelige Skovl. Den kan bearbejdes med Spade, som er et stærkere Redskab; over hvilket Arbejderen har større Magt, da han kan paavirke det med Foden. Den ved Jordarbejde benyttede Spade adskiller sig fra den sædvanlige Gravespade derved, at Skaftet er længere og Bladet har en

Bojning (Fig. 56). En forudgaaende Løsning kan undertiden iværksættes ved at lade Jorden falde ned; Højden maa mindst være ca. 10 Fod. Naar der arbejdes ved en Brink, slaaer man en Række Trækiler ned efter en

Linie langs med den øvre Rand ca. 1 Alen derfra, og hvis Brinken er stejl, bedre endnu overhængende, vil Jorden udenfor Kilerækken skille sig fra den øvrige Masse og falde ned. Med en Højde som anført, vil den nedstyrtede Jord ved Faldet blive saaledes løsnet, at den kan behandles med Skovl. Man kan ogsaa løsne med Hakke, et Redskab, hvorom der senere vil blive Tale, og derved løsner man netop ofte Jorden ved Foden af Brinken, for at faae denne stejl nok, naar Kiler skulle bruges.

Skraaningerne i Middelfjord maae nu og da drænes for ikke at blive forstyrrede af frembrydende Grundvand, navnlig naar Jorden indeholder Lag med forskellig Lermængde. Skraaningerne beklædes ofte med Græstørv, men der behøves i Reglen ikke Muldjord under dem.

c) Tung Jord. Hertil høre Ler, Blandinger af Sand og Ler med overvejende Ler, altsaa hvad man kalder sandet eller magert Ler, leret Sand med Sten og Mergel. Disse Jordarter maae altid forud løsnes og dertil bruges som Regel Bredhakken (Fig. 57). I nogle Tilfælde har man med Held anvendt Sprængning med Krudt eller Dynamit. Der bliver da

dannet en Minegang ved Bakkens Fod af en vis Længde og ofte med Sidegange inderst, eller en Minebrønd i Bakkens med Sidegange forneden. Gange

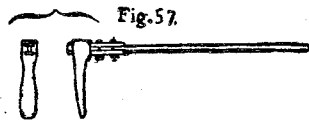


Fig. 57.

og Brønde have rektangulært Tværsnit med 4 til 6 Fods Sider, og de blive beklædte saa vidt fornødent (15). Inderst inde i hver Gang er der en Udvidelse, det saakaldte Minekammer, hvori Sprængstoffet anbringes. Ladningen maa være mindre end den, der giver Tragt. Er den korteste Modstandslinie, udtrykt i Fod,  $M$ , vil Krudtvægten i  $\mathfrak{H}$  være

$$L = 0,03 M^3,$$

og Dynamitvægten 0,6 deraf. Krudtet maa altid være inde-sluttet i en Kasse eller Tønde, hvorimod Dynamitten kan ligge frit, men den maa være stampet fast sammen. Gangen bliver lukket (fordæmnet) med stablede Græstørv, Sække med Jord e. desl. paa en Længde fra Minekamret, der er  $1\frac{1}{2}$  til 2 Gange den korteste Modstandslinies Længde. Antændelsen sker ved en Ledeild, der føres gennem Brønden, Gangene og Fordæmningen til Minekamret. Hertil kan bruges Stupin, d. e. Bomuldstraade, der ere gennemtrængte med en Dej af Gummivand og Melkrudt og derefter tørrede. De blive inde-sluttede i et af Papir eller andet Materiale bestaaende Hylster, undertiden er der to eller flere Traade i samme Hylster. Man bruger ogsaa fint Krudt, indesluttet i et Bomuldshylster (Bickfords Traad), eller elektrisk Ild. Om denne sidste vil der senere blive talt. Krudt kan tændes umiddelbart, men Dynamit maa tændes ved Detonation af en Knaldkviksølvhætte. Ved de forholdsvis smaa Ladninger, her tænkes paa, høres ved Antændelsen kun et svagt Drøn og mærkes kun en let Rystelse. Alligevel vil dog Jorden kunne blive saaledes løsnet ved Sprængningen, at den kan læsses med almindelig Skovl.

Sprængning anvendes ikke i Ler, da denne Jordart er for sej til at kunne paavirkes derved.

Hvis Jorden indeholder saa store Sten, at de vanskelig kunne flyttes, spalter man dem med Hammer og Kiler, eller sprænger dem med Krudt eller Dynamit (se under e).

Skraaningerne i tung Jord maae i Reglen drænes. Vil man belægge dem med Græstørv, kan et Muldjords Underlag i Reglen ikke undværes.

d) Løse Sten. Herhen høre Masser af Rullestensformationens Kampesten saa vel som Rester af forvitret Lerskifer, Sandsten eller andre paa selve Stedet forekommende Klippe-

masser. Mellemrummene kunne være tomme eller fyldte. Fyldmaterialet i Kampestensmasserne er i Reglen Rullestensformationens Sand, Grus og Ler, ellers mindre Stykker af selve Klippemassen.

Skjøndt Stenene kaldes «løse», maa man dog iværksætte en Løsning af dem, og den bestaaer deri, at man haler den

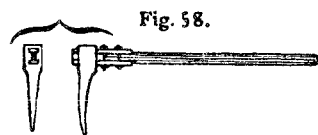


Fig. 58.

enkelte Sten saa meget frem, at man kan faae fat paa den. Hertil bruges Spidshakken (Fig. 58). Nu og da, hvor Mellemrummene have været fyldte, har man anvendt Sprængning (se under c), men

Gangene gjøres mindre og Ladningen maa være noget større. Muligvis forekommende meget store Sten maae kanske sprænges enkeltvis (se under e).

Skraaningernes Sikring volder sjældent Vanskelighed. Det forhaanden værende Stenmateriale bruges ofte til Fremstilling af en Beklædning.

e) Fast Klippe. Naar denne har skifret Struktur, driver man ofte Kiler af Staal eller Jern ind imellem Lagene med Mukkert for at bryde dem. Denne Løsning maa foregaae fra en Brink, og man begynder oppe og gaaer efterhaanden til de dybere liggende Lag. I Reglen anbringer man Kilerne paa lange Stænger af Jern, der efter Inddrivningen kunne gjøre Tjeneste som Brækstænger. Hvor skifret Struktur mangler, saasom i Granit og ikke sjældent i Sandsten, Kalksten o. fl. a. Stenarter, bruges Sprængning med Krudt eller Dynamit, men Sprængning kan ogsaa anvendes i nogenlunde tæt skifret Klippe. Man bruger i Reglen lodrette Minebrønde af 1 til 2 Tom. Diameter, borede til en Dybde af 6 til 8 Fod eller mere. I Begyndelsen er det maaske nødvendigt at sprænge opad, men saasom man er naaet til den Dybde, man vil give Borehullerne, anbringer man Minebrøndene ved Brinken og sprænger altsaa udad. Man sprænger saa vidt muligt flere Miner ad Gangen.

Borene bestaae af en Rundjerns Stang af omtrent halv saa stor Diameter som Borehullets, til hvis ene Ende der er

føjet en Staalæg som i Fig. 59 eller tre eller flere radiale stillede Staalægge, i hvilket Tilfælde Borene kaldes Stjernebor. Med disse blive Hullerne lettere runde, men Mejslerne ere vanskeligere at forfærdige og holde i Orden. Borenes Tværmaal maa være et Par Linier mindre end Borehullets, og da de slides under Brugen er man ofte nødt til at finde sig i, at Hullets Tværmaal bliver noget mindre i den nedre end i den øvre Del. Boringen begynder med, at der hugges et Hul i Klippen med en Pickert. Deri stilles det første Bor, som passende kan være  $3\frac{1}{2}$  Fod langt, og naar Hullet er blevet 2 Fod dybt, tager man et 2 Fod længere Bor, og saaledes efterhaanden længere og længere Bor som Dybden tager til. I blød Klippe kan Arbejdet maaske bestaae i, at Arbejderen løfter Boret, drejer det lidt og lader det falde, men som oftest og altid i haard Klippe maa der slaaes paa Boret med en Hammer. Et Bor af blot en Tom. Tværmaal kan føres af en enkelt Mand, der i venstre Haand holder Boret og drejer det, medens han med højre Haand fører Hamren. Bor af  $1\frac{1}{2}$  til 2 Tom. Tværmaal føres af 3 Mand. Den ene Mand sidder ned, styrer Boret, løfter det og sørger for sammes Drejning, medens hver af de to andre har en Hammer, hvormed de vekselsvis slaae paa Boret. Boremelet maa fjernes efterhaanden som det dannes, og dertil kan man bruge en lang, tynd Stang med en Brikke paa Enden. Bedre er det dog at pumpe det op. Hertil kan man bruge et Rør, der er aabent foroven og forsynet forneden med en Klap, som aabnes indad i Røret. Efterat der er gydt Vand i Hullet, føres Røret nogle Gange rask op og ned deri, og ved Optagelsen faaer man en Del af det plumrede Vand med. Naar man borer under Vand, kan man være nøjet med at fornye Vandet i Hullet, ved at føre en Træstok, omviklet med Blaar ved den nederste Ende, flere Gange rask op og ned deri.

Krudtladningens Vægt i  $\mathfrak{R}$  kan tilnærmelsesvis beregnes efter Formlen

$$L = 0,05 M^3,$$

hvor  $M$  er den korteste Modstandslinie i Fod. Af Dynamit vil ordentligvis 0,6 af Krudtets Vægt være nok. Borehullet



Fig. 59.



maa have saadan Vidde, at Sprængstoffet ikke kommer til at fylde det synderlig over Halvdelen. Krudt maa beskyttes imod Fugtighed, og det bliver derfor som oftest indesluttet i et Hylster af Pap eller Blik. Dynamit maa indesluttet paa lignende Maade, hvis der er Vand i Hullet, men den taaler bedre Fugtighed end Krudt og bliver ikke sjældent, naar Borehullerne ere frie for Vand, heldt ligefrem ud deri, hvorefter den da kan stemples med en Træladestok.

Antændelsen kan ske ved Ledeild, der er omtalt under c, men hyppigt benyttes elektrisk Ild, hvortil hører en sluttet, tilberigt isoleret Leder, en Elektricitetsfrembringer, der enten bestaaer af et Induktionsapparat, en Elektricismaskine eller et galvanisk Batteri, og en i Lederen indskudt Patron, som har Plads i Minen. Patronen, der tændes ved den elektriske Ild, tænder derefter Ladningen. Dens Indretning beroer paa Elektricitetsfrembringeren. Er denne et Induktionsapparat eller en Elektricismaskine, er Lederen afbrudt i Patronen. Der springer da en Gnist over, som tænder en let antændelig Sats. Er Elasticitetsfrembringeren et galvanisk Batteri, er der i Patronen indskudt en tynd Jern- eller Platintraad, som Strømmen bringer til at gløde, hvorved Satsen tændes. Som alt under c bemærket maa der, naar Dynamit bruges, i Patronen være en Knaldkvikselvhætte, ved hvis Detonation Dynamitten exploderer.

Til Fordæmning anvendes nu og da Ler, som med Forsigtighed trykkes ned i Borehullet efter at Minen er ladet, men hyppigere Sand. Fordæmningen har større Betydning ved Krudt- end ved Dynamitladninger.

Dynamit fryser, ligesom Nitroglycerin, ved  $+8^{\circ}\text{C}$ , og da den frosne Dynamit er mindre let antændelig, maa man ikke anvende Dynamit i denne Tilstand.

De Sprængninger, hvorom her har været Tale, kunne være farlige for de paa Arbejdspladsen værende Personer. Det er derfor Reglen, at disse Sprængninger foretages udenfor den egentlige Arbejdstid, enten i Middagshvilen eller efter Fyraften.

51. Bekostningen ved Løsningen og Læsningen af Jord kjendes af den Tid, der medgaaer til disse Arbejder og Dag-

lønnen. Den er naturligvis i høj Grad afhængig af Arbejdernes Styrke og Øvelse, Udholdenhed og Flid, men ved Overslagsberegninger maa man selvfølgelig ikke gaae ud fra, at det vil lykkes at faae lutter første Klasses Folk.

Løsningen af en Kubikfavn, maalt i Afgravningen, vil da gjennemsnitsvis medtage:

ved let Jord . . . . .	0 Timer,
— Middeljord . . . . .	0—12 — ,
— tung Jord . . . . .	12—15 — ,
— løse Sten . . . . .	15—18 — ,
— fast Klippe . . . . .	18—75 — .

Forskjellighederne indenfor Grupperne hidrøre fra afgivende Lejringsforhold og fra mere eller mindre bekvemme Angrebslinier.

Læsningen af 1 Kubikfavn, ligeledes maalt i Afgravningen, vil medtage

naar Trillebørene bruges . . . . .	5 Timer,
— Karrer eller Vogne bruges 6 — .	

Tiden til Løsningen eller rettere det Forhold, hvori den staaer til Læsningstiden, kan ogsaa afgjøres ved Forsøg paa Stedet. Der gaaes derved ud fra, at al Jord kan ved Hjælp af Hakken bringes i en saadan Tilstand, at den med lige stor Lethed kan læsses paa Bør, en Forudsætning, der naturligvis kun nogenlunde holder Stik ved de tre første Slags Jord, med hvilke Forsøgene da ogsaa kun kunne anstilles. Eftersom det tager  $\frac{1}{2}$ , 1,  $1\frac{1}{2}$ , 2 . . . Gange saa lang Tid at bringe Jorden ved Hakken i en saadan Tilstand, at den kan skovles op, betegnes Jorden som  $1\frac{1}{2}$ , 2,  $2\frac{1}{2}$ , 3 . . . Mands Jord, idet Læsningensarbejdet medtages. Jord, som efter sin Beskaffenhed ingen Løsning behøver, kaldes nemlig «1 Mands Jord», og da vil t. Ex.  $2\frac{1}{2}$  Mands Jord sige Jord, der kræver  $1\frac{1}{2}$  Mand til Løsning for hver Mand til Læsning. Forsøgene anstilles paa den Maade, at Arbejdsgiveren lader en flink og paalidelig Mand ophakke en Del Jord, og Entreprenøren vælger en Mand til at læsse den løsnede Jord paa Bør. Lad der nu medgaae  $a$  Minutter til Løsningen og  $b$  Minutter til Læsningen, da vil  $\frac{a}{b}$  angive det Antal Hakkere, som behøves for at en Læsser

kan arbejde uafbrudt, og  $\frac{a}{b} + 1$  er da Jordens Klasse. Ved at gaae ud fra, at Læsningen af en Kubikfavn medtager 5 Arbejdstimer, samt at en Arbejdsdag indeholder 10 saadanne Timer, saa vil en Arbejder gjennemsnitsvis kunne udgrave og læsse paa Bør pr. Dag

2 Kubikfavne 1 Mands Jord			
eller $1\frac{1}{3}$	—	$1\frac{1}{2}$	—
— 1	—	2	—
— $\frac{4}{5}$	—	$2\frac{1}{2}$	—
— $\frac{2}{3}$	—	3	—
o. s. v.			

Mindre Brøker end  $\frac{1}{2}$  bruges i Reglen ikke til Klassens Betegnelse.

Naar der ved Udgravningen træffes Sten, og især naar der blandt dem er nogle saa store, at man maa spalte eller sprænge dem, foreges Arbejdet, og Entreprenøren maa da have Erstatning derfor. Denne lader man ham tilflyde, enten derved, at man giver ham en Extrabetaling for hver Kubikfavn Sten, han vinder og afleverer, eller derved, at man lader ham beholde de Sten, han vinder.

For saa vidt Arbejdet ved Løsning og Læsning ikke kræver andre Redskaber end Skovl og Spade, og Daglønnen bliver sat saaledes, at det er muligt for Arbejderne at holde sig selv med disse Redskaber, bliver der ingen særlig Udgift at opføre til Redskaber. Men naar der maa benyttes Hakker, Brækjern, Kiler, Mukkerter o. s. v., maa der paaregnes en Udgift til Redskabers Anskaffelse og Vedligeholdelse, som erfaringsmæssig kan anslaaes til 7 pCt. af Løsningsudgifterne. Herunder er ikke medtaget Sprængredskaber: Bør, Krudt, Dynamit, Stupin o. desl., hvortil Udgifterne kunne være meget vexlende. Eksempelvis anføres, at ved Udsprængningen af et Havnebassin i Svaneke i 1875 og 76, hvor Klippen var Granit, dog ikke af den haardeste, og der arbejdedes ved en Brink, betales der pr. Kubikfavn:

1875.	Kr.	1876.	Kr.
I. $2\frac{1}{2}$ $\text{R}$ Dynamit . . . .	5,00	I. 2 $\text{R}$ Dynamit . . . . .	3,84
83 Tom. Borehul à 7		44,7 Tom. Borehul à	
Øre . . . . .	5,81	6—7 Øre . . . . .	2,84
Slid paa Borestænger	0,32	Slid paa Borestænger .	0,32
Patroner, Tændhætter	0,59	Patroner, Tændhætter	
Ledningstraad . . . .	0,58	og Ledningstraad . .	0,81
Blikrør og Pumpe . .	0,31	Diverse . . . . .	0,31
Diverse . . . . .	0,20	II. Boring af mindre Hul-	
II. Boring af mindre Hul-		ler og Løsbrydning	
ler og Løsbrydning		af det udsprængte .	1,39
af det udsprængte .	7,24	Tilsammen . .	9,51
Tilsammen . .	20,05		

### § 3. Paafyldinger og Dæmninger.

52. Herunder indbefattes alle de Jordværker, hvor Plannum kommer til at ligge over Jordoverfladen. Man kalder ofte de mindre høje af disse Værker Paafyldinger og de høje Dæmninger.

Man vil vide, at ikke al Jord er skikket til dermed at danne gode Værker. Værkerne ville mangle Styrke, hvis Mosejord bruges, og Tæthed, hvis Ler bruges. Her tilføjes, at meget fugtig Jord ej heller er heldig, især naar den er leret, fordi den vanskelig udtørres og fremkalder Tilbøjelighed til Skred, samt at frossen Jord aldrig maa bruges. I Frostvejr lejrer den sig med mange tomme Rum, og naar Tø indtræffer, forholder den sig som meget fugtig Jord, der bliver mindre fast og mere utæt som Følge af, at der findes tomme Rum i Massen.

Man vil fremdeles vide, at man ved Opførelsen af Paafyldinger og Dæmninger maa give Værkerne en større Højde, end de virkelig skulle have, dels paa Grund af Sætningen, dels paa Grund af Synkningen.

Sætningen hidrører fra, at Jord udvider sig ved Løsningen og Udvidelsen kun tildels er blivende (33). Sand og Klippestykker sætte sig kun lidt, Sandet væsentligst fordi det kun udvider sig lidt, Klippestykkerne, fordi omtrent den hele

dighed, er god, lader det sig maaske gjøre at opføre Dæmningen uden Sten, men der maa da efter dens Fuldførelse anbringes et Stendække paa Skraaningerne, rækkende fra noget under laveste til noget over højeste Vandstand.

Der gives ogsaa Tilfælde, hvor man kun med Forsigtighed kan anvende Sten ved Dæmnings Opførelse i Vand, nemlig paa Steder, hvor Bunden er blød. Paa blød Bund kunne Stenene, naar man udkaster dem, synke og ligesom forsvinde i den bløde Masse. For at forebygge dette, gjør man Brug af Faskiner, d. e. Bundter af Grene, til Fremstillingen af et Underlag for Stenene, maaske ogsaa for Jordfylden i Dæmningen. Om Underlaget skal være gennemgaaende, eller det kan bestaae i to særskilte Dele som Stendæmningerne i Fig. 65, beroer paa Grundens Beskaffenhed, og da Faskinmassen altid vil give Anledning til større Sætning og det desto mere, jo højere den er, bør man ikke bruge flere Faskiner end Sikkerheden fordrer. Over Vandet ville Faskinerne derhos heller ikke have synderlig Varighed. Med Hensyn til Maaden, hvorpaa Faskiner bruges til Fremstilling af saadanne Underlag i Vand, maa henvises til Vandløbsreguleringen.

Endnu bemærkes, at man ved Dæmnings Opførelse i rindende Vand maa vogte sig for at indsnevre Strømprøfilet, thi derved vil man løbe Fare for at frembringe Oversvømmelse ovenfor Indsnevringen og Udskæring i Vandløbets Leje ved den.

#### § 4. Jordflytning.

58. Dette Arbejde medtager i Reglen største Delen af det hele til Jordarbejdet medgaaende Beløb, og det er tillige i en væsentlig Grad bestemmende for den Tid, Udførelsen vil medtage. Det har derfor stor Betydning at faae dette Arbejde hensigtsmæssigt ordnet.

Der benyttes ved Jordflytning forskellige Flytteredskaber, og de vigtigste af dem skulle her omtales nærmere. Naar der i det enkelte Tilfælde skal træffes Valg imellem dem, maa baade Størrelsen af de Jordmasser, der skulle flyttes, og Flytteafstanden tages i Betragtning.

Ved nogle af Redskaberne benyttes Haandkraft, ved andre

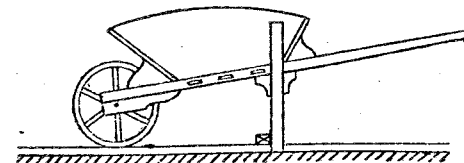
Hestekraft og atter ved andre Dampkraft. I og for sig er Haandkraft dyrest, Hestekraft noget billigere og Dampkraft aller billigst. Men med Udgifterne til Redskabernes Anskaffelse og Vedligeholdelse forholder det sig netop omvendt. Haandkrafts-Redskaberne ere de billigste, Hestekrafts-Redskaberne ere noget dyrere og Dampkrafts-Redskaberne de dyreste. Ved Flytning af smaa Masser paa korte Afstande svarer det derfor Regning at bruge Haandkrafts-Redskaber, ved Flytning af noget større Masser paa noget større Afstande Hestekrafts-Redskaber og først ved Flytning af meget store Masser paa meget store Afstande Dampkrafts-Redskaber.

Flyttee arbejdet bør betales efter Jordens Rumfang i Afgravningerne, ikke i Paafyldingerne. Saaledes fjernes nemlig bedst den Fristelse, der ellers kunde være for Arbejderne til at søge at forhindre en tæt Lejring af Jorden i Paafyldingerne. Rumfangs-Angivelserne i det følgende referere sig derfor til Afgravningerne.

59. Kastning med Skovl. Med Skovlen (se Fig. 55) kan en Mand flytte Jord uden selv at forandre Sted. Ved et almindeligt Kast kan flyttes 6 til 8 Fod frem eller 3 til 4 Fod lodret op, og Dagsarbejdet herved er omtrent det samme som ved Læsning paa Bør (51). Ved et stort Kast kan flyttes 10 til 12 Fod frem eller 5 Fod lodret op, men med saadanne er Dagsarbejdet kun  $\frac{1}{3}$  saa stort. Der kan kastes gjentagende Gange, men dette svarer kun Regning ved smaa Rumfang, saasom ved Grøftegravninger og ikke meget dybe Brøndgravninger, hvor Jorden skal oplægges i Nærheden; ellers kastes kun en Gang.

60. Trillebøre ere Kjøretøjer med et Hjul, der befordres af en enkelt Mand (Fig. 66). De indeholde to lige Stænger, som ved Hjulet have Lejer for Axens Tapper, og kunne fattes af Arbejderen, der under Kjørselen har sin Plads imellem dem.

Fig. 66.



Paa Stængerne og de imellem dem anbragte Forbindelsesstykker hviler en Kasse, der er indrettet til at kunne optage 2 Kbfod Jord, maalt i Afgravningen. Til Understøtning for Børen under dens Læsning har den to Ben, et ved hver Side. Disse ere forbundne indbyrdes ved et Tværstykke.

Arbejderen skyder i Reglen den læssede Bør frem, og trækker den tomme Bør efter sig. Hans Arbejde, naar Børen er læsset, bestaaer dels i at bære den Del af Vægten, som ikke overføres gjennem Hjulet til Vejen, og dels i at skyde Børen frem. Det første Arbejde lettes, naar Tyngdepunktet er nær ved Hjulaxen, og derfor hælder Kassens Endestykke over Hjulet og Sidestykkerne udad, det sidste derimod, naar Hjulet er stort. Da det imidlertid af Hensyn til Kassen ikke gaar an at lade Hjulet have større Diameter end 16 til 18 Tom., belægges man Vejen med Planker,  $1\frac{1}{2}$  Tom. tykke og 10 Tom. brede. Skal Børen holde stille paa Planken, kunne Benene ikke begge staae paa den, men da kommer Tværstykket til Nytte, ligesaa naar Hjulet under Kjørselen maatte være gledet ned af Planken, idet Arbejderen da ved det kan vippe Hjulet op igjen uden at forandre Plads. Aflæsningen sker ved Væltning, som foregaaer uden Besvær, da Tyngdepunktet befinder sig over den understøttende Plan. Ogsaa af Hensyn til Aflæsningen bør Kassens Ende- og Sidestykker hælde. Dette finder altsaa ogsaa Sted med det mod Arbejderen vendte Endestykke. Børens hele Længde maa af Hensyn til, at der maaske skal vendes med den, ikke være større end 6 Fod.

Ved Trillebørsflytning er det bedst at lade de til samme Kolonne hørende Trillere følges ad. Det letter Kontrollen og gjør det muligt, at de uforstyrrede kunne bruge de samme Trilleplanker paa Frem- saa vel som paa Tilbagevejen. Paa Afstande af indtil 200 à 250 Fod behøve de ikke Hvil undervejs, men Arbejderne ville trættes mindre, naar de afvejlende trille og læsse, maaske tillige løsne Jorden, og derfor lader man som oftest Trillerne besørge Læsningen, maaske ogsaa Læsningen. For at undgaae Hvil paa større Afstande kan man inddele Vejen i Skifter og lade Trillerne paa hvert Skifte afvejlende føre læssede Børe frem og tomme Børe tilbage. Skiftelængden afpasses i saa Fald efter den til Læsning og

Løsning medgaaende Tid. Til Læsning alene vil medgaae ca.  $2\frac{1}{2}$  Min. (51), og med den sædvanlige Trillehastighed af 60 Fod i Min. er altsaa Skiftelængden, hvor ingen Løsning behøves eller den besørger af særligt Mandskab,  $2\frac{1}{2} \times 60 = 150$  Fod. Skulle Læsserne tillige løsne Jorden, bliver Skiftelængden større, men den maa ikke overskride 200 à 250 Fod. Det sidste Skifte maa forkortes, t. Ex. med 50 Fod af Hensyn til, at der medgaaer Tid til Aflæsningen og de tømte Børes Henstilling paa Planken. — Trillebøre kunne bruges paa Afstande af indtil 400 Fod, og hvis Rumfangene ere smaa endog paa Afstande indtil 800 Fod.

En stærk og øvet Arbejder kan i tørt Vejr og paa vandret Vej trille 4 Mil i en Dag, regnet til 10 fulde Arbejdstimer, Halvvejen med og Halvvejen uden Læs. Men da alle Arbejderne ikke ere stærke og øvede, og fugtigt Vejr jo ogsaa kan indtræffe, er det bedst kun at regne paa 3 Mil. Ved hver Tur medgaaer der 1 Min. til at sætte den læssede Bør i Gang, aflæsse den og stille den aflæssede Bør paa Planken, og dertil svarer en Nyttevej af  $\frac{36000}{10 \times 60} = 60$  Fod. Man kan altsaa beregne Turens Antal i en Arbejdsdag af Ligningen

$$(F + 60) x = 36000,$$

hvor  $F$  er Flytteafstanden. Heraf faaes

$$x = \frac{36000}{F + 60}.$$

Betegner  $G$  Værdien af en Gangdag, saa vil en enkelt Tur koste  $\frac{F + 60}{36000} G$ , og da en Bør rummer 2 Kbfod, vil Flytningen af 1 Kbfavn koste

$$p = \frac{108 (F + 60)}{36000} G = \frac{3 (F + 60)}{1000} G.$$

Franske Ingeniører gaae ofte ud fra, at en Mand gjennemsnitsvis udvikler ved Trillearbejde 5.400.000  $\mathfrak{R}$  om Dagen. En Arbejdsenhed har saa Værdien  $\frac{G}{5400000}$ , og 1 Kbfavns Flytning paa Afstanden  $F$  vil, idet Jordens Gjennemsnitsvægt er 100  $\mathfrak{R}$  pr. Kbfod, da koste

$$p = \frac{216 \cdot 100 \cdot F \cdot G}{5400000} = \frac{4FG}{1000}$$

Da man har  $4F \begin{matrix} \geq \\ \leq \end{matrix} 3(F+60)$  eftersom  $F \begin{matrix} \geq \\ \leq \end{matrix} 180$ , saa giver denne Formel kun samme Resultat som den første for  $F = 180$ , men større eller mindre eftersom  $F \begin{matrix} \geq \\ \leq \end{matrix} 180$ . Den sidste Formel er simplest at regne med, og da 180 Fod ofte er en Middelfastand, vil Forskjellen i Reglen ikke blive stor. Men den første Formel maa anses for den nøjagtigste.

Ved Overslagsberegninger benyttes gjerne en Tabel, hvorefter  $p$  kan findes for den gjældende Værdi af  $G$  og forskjellige Værdier af  $F$ . Disses Tilvæxter behøve ikke at være mindre end 50 Fod.

Trillebøere kunne ogsaa bruges paa stigende Veje, men Stigningen maa ikke overskride 1 Fod paa 12.

Skal Jorden flyttes nedad, ses altid bort fra Stigningen.

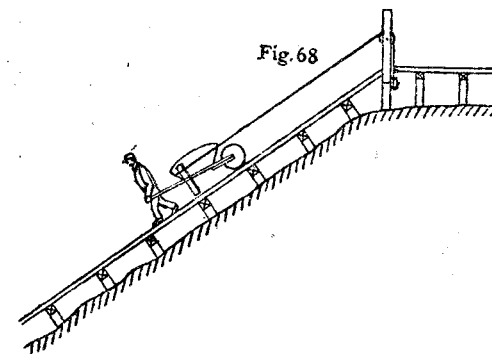
Ved opadgaaende Flytning ses kun bort fra Stigningen, naar den ikke er stærkere end 1 Fod paa 24, og man regner da Stigninger af imellem 1 Fod paa 24 og 1 Fod paa 12 som Stigninger af 1 Fod paa 12. Paa en Stigning af denne Størrelse er Dagsarbejdet kun  $\frac{2}{3}$  af hvad det er paa vandret Vej, eller Flytningen kan betragtes som foregaaende paa vandret Vej af  $1\frac{1}{2}$  Gange saa stor Længde. Paa Stigninger stærkere end 1 Fod paa 12 maa Stigningen reduceres til denne Størrelse ved Vejens Forlængelse. Længden af vandret Vej, der

kan indføres i Stedet for den stigende, lader sig let angive. Lad  $A$  og  $B$  (Fig. 67) være Tyngdepunkterne, henholdsvis i Afgravningen og Paafyldingen, og  $v$  og  $l$  disse Punktets vandrette og lodrette Af-

stande. For at bringe Jorden op gennem den lodrette Afstand  $l$  bliver der en Vej af  $12l$  at tilbagelægge, og denne kan siges at være ensgjældende med en vandret Vej af Længde  $1\frac{1}{2} \times 12l = 18l$ . Hertil maa lægges hvad  $v$  er større end  $12l$ . Den hele vandrette Vej bliver da

$$v - 12l + 18l = v + 6l$$

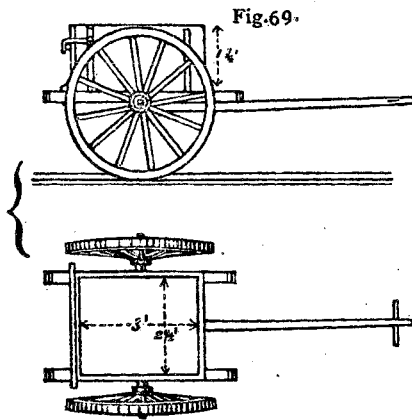
Dette Udtryk kan selvfølgelig dog kun bruges, naar  $v > 12l$ . Er  $v \leq 12l$ , bliver den vandrette Vej altid lig  $18l$ .



Naar Jorden skal løftes højt, og det er vanskeligt at skaffe Plads til de lange Trilleveje, saaledes som det undertiden kan være ved dybe Byggegrubers Udgravning, har man beholdt de stærke Stigninger, men taget en Hest til Hjælp for Bevægelsen opad. Fig. 68 skal vise Ordningen. Paa Skraaningen bliver der lagt en ca. 4 Fod bred Trillebane, der foroven slutter sig til en Brix saa høj, at de Vogne, hvorpaa den ad Banen befordrede Jord skal føres videre, kunne færdes derunder. Hvor Banen slutter sig til Brixen staaer en Opstander med 2 Skiver i forskellige Højder og med Axerne vinkelrette paa hinanden. Over dem er der lagt et Tov, ved hvis ene Ende der er en Strop, som lægges over Kassen paa Børen, der skal føres op eller ned, og ved hvis anden Ende Hesten er spændt. Der følger altid en Mand med Børen under Op- og Nedgang. Under Arbejdet føres Hesten af sin Kusk frem og tilbage langs Skraaningsens Rand. Lad nu en læsset Bør være ført hen til Trillebanens Fod, Arbejderen lægger Stroppen om Kassen, Kusken fører Hesten frem og denne trækker altsaa Børen og hjælper tillige Manden op. Han aflæser saa Børen og gjør sig færdig til at gaae ned med den. Imidlertid har Kusken ført Hesten tilbage, og han bremser nu under Nedgangen, idet han klemmer en Stok ind imellem Stolpen og den nederste Skive. Derefter kan Arbejderen paa samme Maade behandle den næste læssede Bør o. s. v. Man har undertiden ladet en enkelt Hest betjene to saadanne i hinandens Nærhed anbragte Baner. Tovet er saa gennemgaaende. Hesten kan da trække

en læsset Bør op baade ved Bevægelsen frem og tilbage. Den tomme Bør hjælper til ved den læssede Børs Bevægelse op, og denne virker derhos som Bremse for hin.

Udgifterne til Anskaffelse og Vedligeholdelse af Trillebøre og Trilleplanker kunne anslaaes til 10pCt. af Flytteudgiften, dog kan Materiellets Værdi efter Arbejdets Tilendebringelse fradrages.



61. Haandkarrere er tohjulede Kjøretøjer, i Reglen bestemte til at beføres af 2 Mand. (Fig. 69). Paa Hjulaxen, hvis Ender ere afdrejede til Tapper for Hjulene, hviler en af to Langstrøer og de fornødne Forbindelsesstykker bestaaende Ramme, og paa denne staaer en Kasse med lodrette Side- og Endestykker, indrettet til

at optage 8 Kbfod Jord, maalt i Afgravningen. Dens ene Endestykke er til at tage af. Ved den Ende af Karren, hvor Endestykket er fast, er den forsynet med en til Rammen befæstet Stang, som yderst har en Tværstok. Under Læsningen kan Karren understøttes af Stangen, eller af et under Stangen anbragt Ben eller af en løs Buk.

Arbejderne trække Karren med Seler, som fastgøres ved Kroge i Langstrøerne. De have Plads en ved hver Side af Stangen, hvis Tværstok de gribe fat i, saa at de tillige kunne styre Karren. Naar Jorden i Kassen er nogenlunde ligeligt fordeelt, bestaaer Arbejdet fornemmelig blot i at føre Karren frem, og da Hjulene kunne være  $3\frac{1}{2}$  Fod i Diameter, og der kjøres paa Planker i 2 Rækker (mindst 2 Tom. tykke og 12 Tom. brede), saa forstaaes det let, hvorfor hver Mand vil kunne befordre dobbelt saa megen Jord i Karre som paa Bør. Plankerne maae være forsynede med Styrelister. Da Karrerne skulle vendes paa Aflæsningsstedet, kan der ikke paa det være Styre-

lister, men Karreplankerne maae helst være ombyttede med et sammenhængende Plankedæk. Ved Aflæsningen tages Kassens bevægelige Endestykke af, og man bringer Bunden til at hælde bagud ved at løfte Stangen op, indtil Langstrøerne med Enderne berøre Jorden. Største Delen af Indholdet vil glide ud af sig selv, naar Bunden danner en Vinkel med en vandret Plan af mindst  $45^\circ$ . Resten maa skovles ud.

Man har ogsaa gjort Brug af Karrer til flere end 2 Mand. Deres Indretning er ikke forskjellig fra To-Mands-Karren, men Kassen er større, og man bruger dem for saa vidt anderledes, som man gjerne under Kjørselen lader Stangen vende bagud. Man behøver da ikke at vende dem paa Aflæsningsstedet. Ved Stangen stilles en enkelt Mand, der styrer og skyder paa Karren, og de 2 Mand gaae foran og trække i Seler. Skal der bruges flere end 3 Mand, hvad iøvrigt næppe er fordelagtigt, lader man disse gaae aller forrest, og trække i et i Karren befæstet Tov.

Ved Karreflytning arbejdes der i Reglen ikke kolonnevis. Kontrollen kræver det ikke, da Betalingen i Reglen erlægges pr. Karre, og den uforstyrrede Kjørsel ej heller, da de tomme Karrer i Reglen ikke behøve at følge Karreplankerne. Ved lange Flytteafstande kunne Hvil næppe undgaaes, men man plejer ikke at inndele Vejen i Skifter. Karremandskabet udfører i Reglen Karrernes Læsning og maaske tillige Jordens Løsning.

Haandkarrerne bruges ikke paa mindre Flytteafstande end 400 til 800 Fod og ikke paa større end 2000 til 3000 Fod. Men Anvendelsen er betinget af, at der ikke ved samme Arbejde skal bruges Redskaber for Hestekraft; thi i saa Fald plejer man at tage disse i Brug allerede saasnart Trillebørene opgives. Haandkarrer, der jo ikke passe for de ganske smaa Jordarbejder, anvendes saaledes ej heller ved dem, der ere væsentlig større. Man kan bruge dem paa stigende Veje, men Stigningerne kunne kun være svage. Allerede naar Stigningerne ere stærkere end 1 Fod paa 100, maa man ved opadgaaende Bevægelse enten forøge Mandskabet eller formindske Læsset. Ved nedadgaaende Bevægelse maa Mandskabet gennem Stangen holde Karren tilbage.

Man kan gaae ud fra, at et Karremandskab kan kjøre  $3\frac{3}{4}$  Mil om Dagen paa vandret eller næsten vandret Vej, Dagen regnet til 10 fulde Arbejstimer, Halvdelen med og Halvdelen uden Læs. Antages der at medgaae 9 Min. til at sætte en To-Mands-Karre i Gang, aflæsse og vende den, vil dette Op- hold svare til en Nyttevej af  $9 \frac{45000}{10 \times 60} = 675$  Fod. Antallet af Ture paa en Arbejdsdag vil altsaa kunne beregnes af Ligningen

$$(F + 675) x = 45000,$$

hvor  $F$  er Flytteafstanden. Man finder deraf

$$x = \frac{45000}{F + 675}.$$

Er nu  $G$  Værdien af en Gangdag, vil den enkelte Tur koste  $\frac{F + 675}{45000} 2G$ , og da en saadan Karre optager 8 Kbfod eller  $\frac{1}{27}$  Kbfavn Jord, vil 1 Kubikfavn Jords Flytning paa Afstanden  $F$  koste

$$p = \frac{27 (F + 675)}{45000} 2G = \frac{12 (F + 675)}{10000} G.$$

Naar  $G$  er given, og man efterhaanden sætter  $F = 400, 450, 500$ . o. s. v., vil man kunne beregne en Tabel, hvoraf  $p$  kan findes, naar  $F$  kjendes.

Udgifterne til Anskaffelse og Vedligeholdelse af Karrer og Karreplanker kunne anslaaes til 15 pCt. af Flytteudgiften, dog maa herfra drages Redskabernes Værdi efter endt Arbejde.

Den Flytteafstand, ved hvilken det vil svare Regning at tage Haandkarrer i Brug, d. e. opgive at bruge Trillebøre, kan findes af Ligningen

$$1,15 \times 1,2 (F + 675) = 1,1 \times 3 (F + 60),$$

der giver

$$F = 382,03 \text{ Fod.}$$

Læsningen af Karrer er imidlertid noget dyrere end af Trillebøre, og tages Hensyn dertil, bliver Ligningen

$$1,15 \frac{12 (F + 675)}{10000} G + 0,6 G = 1,1 \frac{3 (F + 60)}{1000} G + 0,5 G,$$

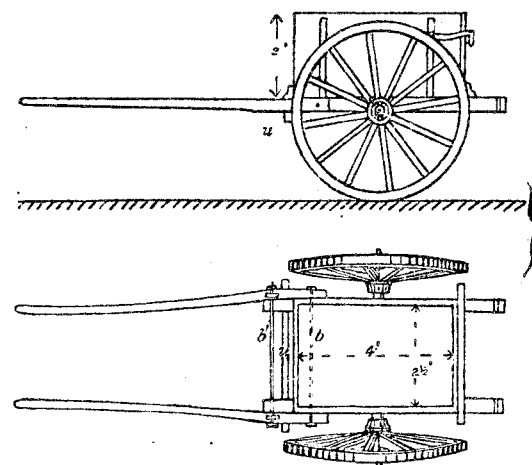
som giver

$$F = 434 \text{ Fod.}$$

Men herved maa erindres, at der fra de indførte 15 eller 10 pCt. af Flyttendgiften skal drages Redskabernes Værdi efter endt Arbejde, og da det, der skal fradrages, ordentligvis vil være mere ved Karrer end ved Trillebøre, er 434 Fod egentlig for meget. Derfor er i 60 anført, at Trillebøre almindeligvis ikke anvendes udover Flytteafstande paa 400 Fod.

62. Hestekarrer ere Kjøretøjer med 2 Hjul. Ramme og Kasse ere ligesom ved Haandkarrerne, men de ere bestemte til at bevæges ved Hestekraft. En Hest kan paa vandret eller næsten vandret Vej uden Plankebelægning trække 15 Kbfod

Fig. 70.



Jord, maalt i Afgravningen. Hjuldiametren kan være  $4\frac{1}{2}$  Fod. En Karre (Fig. 70) har 2 Stænger, imellem hvilke Hesten har Plads. Den kan trække gennem dem eller gennem Skagler, fastgjorte ved Kroge paa Langstrøerne. Kassens bageste Endestykke er til at tage af, men for under Aflæsningen at undgaae at skulle spænde Hesten fra Karren, ere Stænger og Ramme ikke stivt forbundne med hinanden, men Stængerne kunne drejes om en Bolt  $b$  i Langstrøerne. Under Kjørselen maa Forbindelsen dog være stiv, og derfor ere Stængerne forsynede med et Underlag  $u$ , til hvilket Langstrøerne holdes nede ved Tværstokken  $b'$ , som er ført gennem Øskner paa Stængernes Overside. Skal Aflæsning finde Sted, og Bag-

smækken er tagen af, trækker man Tværstokken  $b'$  ud. Naar der ved Læsningen er sørget for, at Karren er bagvægtig, vil dens Bund hælde bagud ved Tværstokkens Fjernelse, og hvis Langstrøerne have saadan Længde, at de med deres Ender ikke berøre Jorden, før Bundens Vinkel med en vandret Plan er  $45^\circ$ , vil største Delen af dens Indhold glide ud af sig selv. Resten maa skovles ud.

Karrerne bruges undertiden paa med Planker belagte Veje, og saa længe disse ere vandrette eller næsten vandrette, kan en Hest trække to Karrer som de ovenfor beskrevne. Den bageste af dem har da ikke to Stænger, men midtvejs en kort Stang med et Øsken, der hages ind i en Krog paa den forreste Karre. Maaske er Forbindelsen gjort stiv derved, at der under den bagestes Ramme er et Par Rigler, der kunne skydes ind i dertil forberedte Udsnit i et under den forreste Karres Ramme anbragt Tværstykke. Under Aflæsningen maae de sammenhagede Karrer adskilles. Man har ogsaa bygget Karrer til 30 Kbfod Jord, maalt i fast Lejring, hvilke da befordres enkeltvis af en Hest paa med Planker belagte Veje. Plankerne maae her ikke være mindre end 3 Tom. tykke og 12 Tom. brede og forsynede med Styrelister. De tomme Karrer behøve heller ikke her at følge Plankerne.

Hestekarrer kunne bruges paa stigende Veje, naar Læsset formindskes paa passende Maade. Er Stigningen 1 Fod paa 20, og Vejen belagt med Planker, er 15 Kbfod Jord et passende Læs for en Hest at trække opad. — For at moderere Bevægelsen nedad, forsyner man Karrerne med Bremses, der betjenes af Kusken, som allerede maa gjøre Brug af dem, naar Stigningen overskrider 1 Fod paa 50.

Hestekarrerne følges lige saa lidt ad i Kolonner som Haandkarrerne.

For at Mandskabet ved Jordens Løsning og Karrernes Læsning skal være beskæftiget fuldt ud, maa der være saa mange Karrer i Gang, at der altid kommer en tom Karre til Stede paa Paalæsningstedet, idet en læsset Karre er færdig til Afgang. Med Blikket henvendt paa, at Hestene ikke ere virksomme under Læsningen, har man villet benytte Sættekarrer, d. e. enkelte eller dobbelte Karrer, til hvilke der ikke haves

Heste, saa at Hestene kunne, naar de have ført tomme Karrer til Paalæsningstedet, strax spændes fra dem og for de læsede Karrer. Men da Tiden, i hvilken Hestene staae stille, kan forkortes ved at bruge stort Mandskab til Læsning og Løsning, og da Kuskene kunne hjælpe til derved, naar de ikke skulle flytte Hestene, og disse jo heller ikke ere helt uvirksomme under Læsningen, men understøtte Karrerne, saa har man kun sjældent benyttet Sættekarrer. En Karre paa 15 Kbfod kan læsses af 3 Mand i ca. 8 Min., af 4 Mand i ca. 6 Min.

En Hest kan kjøre 4 Mil om Dagen, regnet til 10 fulde Arbejdstimer, Halvdelen med, Halvdelen uden Læs. Den arbejder bedst, naar den bevæger sig med en Hastighed af 4 Fod i Sekundet, og den tilbagelægger da de 4 Mil i  $6\frac{2}{3}$  Timer. Den øvrige Arbejdstid medgaaer til de uundgaelige Ophold. Regne vi 7 Min. til Læsningen af en enkelt Karre og 5 Min. til at sætte den i Gang, vende og aflæse den, bliver Opholdet for hver Tur 12 Min. Til at kjøre  $x$  Ture paa Afstanden  $F$  vil der medgaae  $\frac{2Fx}{240}$  Min. og til Opholdene  $12x$  Min. Man har altsaa

$$\frac{2Fx}{240} + 12x = 600,$$

hvoraf faaes

$$x = \frac{72000}{F+1440}.$$

Er nu Værdien af en Spanddag med Kusk  $S$ , saa koster en Tur  $\frac{F+1440}{72000} S$ , og da den enkelte Karre rummer 15 Kbfod eller  $7\frac{1}{2}$  Kbfavn, saa vil 1 Kbfavn Jords Flytning paa Afstanden  $F$  koste

$$p = \frac{72}{5} \frac{F+1440}{72000} S = \frac{2(F+1440)}{10000} S.$$

Naar Hesten skal trække to sammenhagede Karrer, og Læsningen antages at kunne ske som før i 7 Min., maa det iøvrigt fornødne Ophold anslaaes til andre 7 Min., saa at det hele Ophold for hver Tur bliver 14 Min. Man har da



$$\frac{2Fx}{240} + 14x = 600,$$

altsaa

$$x = \frac{72000}{F+1680}$$

og

$$p = \frac{72}{10} \frac{F+1680}{72000} S = \frac{F+1680}{10000} S.$$

I begge Tilfælde maa der gjøres Regning paa 1 à 2 Arbejdstimer pr. Kbfavn til Hjælp for Kusken under Karrernes Aflæsning.

Man ser, at Brugen af Karreplanker vil bidrage til i en væsentlig Grad at forringe Arbejdsudgifterne.

Til Anskaffelse og Vedligeholdelse af Karrer og Karreplanker kan anslaaes 20 pCt. af Flytteudgifterne. Dog kan Redskabernes Værdi efter endt Arbejde fradrages.

Endnu tilføjes, at naar Kjørselen ved Brug af Hestekarrer foregaaer i  $6\frac{2}{3}$  Time, og Resten af Dagens 10 Arbejdstimer, d. e.  $3\frac{1}{2}$  Time = 200 Min., skal medgaae til de nødvendige Ophold af den ovenfor angivne Størrelse, saa bliver der Tid til 14 à 16 af dem. Den Flytteafstand, hvorved Hestekraften udnyttes bedst, er altsaa 3000 til 3500 Fod. Som i 61 anført begynder man dog nu og da, hvor man maa belave sig paa at bruge Hestekraft, med Hestekarrerne, allerede naar Trillebørene maae opgives, for at undgaae at skulle etablere en Haandkarreflytning. Man anvender ogsaa nu og da Hestekarrerne paa større Flytteafstande end 3000 til 3500 Fod, men da Hestene saa ville faae et strengere Dagsarbejde end de i Længden kunne taale, maa man holde et passende Antal Skifteheste.

63. Almindelige firhulede Vogne træde i Lande som vort, hvor Hestekarrer kun sjældent bruges ved almindelig Kjørsel, ogsaa ved Jordarbejde ofte i disses Sted, uden at denne Kjendsgjerning just tør anses som Bevis for, at de i et og alt ere bedre end Hestekarrerne navnlig ved Jordarbejde, hvor Pladsen ofte er indskrænket. Deres Indretning tør forudsættes at være almindelig bekjendt, hvorfor her kun skal fremhæves, at de i Reglen ere underløbende, hvorved de kunne

bruges paa bugtede Veje. Selvfølgelig belægger man da ikke Vejen med Planker. Da man i Almindelighed spænder 2 Heste for Vognen, er Læsets Størrelse paa vandrette eller næsten vandrette Veje gjennemsnittvis at anslaae til 24 Kbfød Jord, maalt i Afgravningen, saa at 1 Kubikfavn altsaa beforders paa 9 Læs. Aflæsningen foregaaer ved at løfte Fjællene op. En Del Jord vil falde ud af sig selv, men Resten maa skovles ud. Da Hestene her virkelig ville være uvirksomme under Læsningen, og man her mindre tør gjøre Regning paa at kunne bruge Kusken ved Læsningen, om end Hestene ikke skulle flyttes, saa er det her rigtigt at have Sættevogne, d. e. Vogne, til hvilke der ikke haves Heste, navnlig hvor Flytteafstandene ere korte. Tænker man sig, at der er 6 til 7 Læssere ved hver Vogn, og 1 Mand til Hjælp for Kusken ved Aflæsningen, vil Opholdet ved hver Tur kunne anslaaes til 14 Min. naar der ikke haves Sættevogne, og Antallet af Ture i en Arbejdsdag vil da fremgaae af Ligningen

$$\frac{2Fx}{240} + 14x = 600,$$

der giver

$$x = \frac{72000}{F+1680}.$$

Betegner  $\Sigma$  Værdien af en Spanddag med Kusk, saa koster den enkelte Tur  $\frac{F+1680}{72000} \Sigma$  og Flytningen af 1 Kbfavn Jord

$$p = 9 \frac{F+1680}{72000} \Sigma = \frac{F+1680}{8000} \Sigma.$$

Naar Sættevogne bruges og Opholdet for hver Tur derved maaske gaaer ned til 8 Min., faaes paa samme Maade

$$p = 9 \frac{F+960}{72000} \Sigma = \frac{F+960}{8000} \Sigma.$$

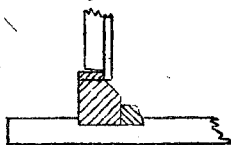
Skal der kjøres opad paa stigende Veje, maa der regnes med mindre Læs end her er sket.

Til Anskaffelse og Vedligeholdelse af firhulede Vogne kan anslaaes ca. 20 pCt. af Flytteudgiften, minus Vognenes Værdi efter endt Arbejde.

64. Sporvogne ere firhulede Vogne, der vel i enkelte Tilfælde bevæges ved Haandkraft, men i Reglen ved Heste- eller Dampkraft. Særegent for dem er, at de kjøre paa Spor, ikke af Træ, men af Jern, dog i Reglen paa Underlag af Træ. Paa saadanne Spor er der kun smaa Modstande at overvinde og de muliggjøre, at Dampkraft kan anvendes ved Bevægelsen.

Sporene dannedes i tidligere Tid af flade Skinner paa Langstrøer, forsynede med Styrelister. Vognene kunde da være indrettede som paa almindelige Veje, alene med Undtagelse af, at de ikke kunde være underløbende. Men i den nyere Tid danner man Sporene af Vignoles- eller Stolskinner paa Tværstrøer og anvender i Stedet for Styrelisterne paa Banen Styrekranse paa Hjulene. Vognaxerne maae da ikke alene holdes parallelle under Kjørselen, men Hjulene sidde faste paa Axerne. Vogne af denne Art kunne ikke bruges paa almindelige Veje, med mindre man vil gjøre Styrekransene saa brede, at de kunne gjøre Tjeneste som Kjørekranse. Dette er forsøgt, men atter opgivet, og den nyere Tids Sporvogne anvendes i det hele ikke paa almindelige Veje. Man kunde

Fig. 71.



bruge dem paa de ældre Spor, hvis Styrelister da kunde falde bort (Fig. 71), men til disse Spors Gjenoptagelse er der fortiden ingen Udsigt.

Ved Anlæg af Jernbaner har man nu og da anvendt de definitive Baners Skinner, Strøer, Skinnesøm o. s. v. ved Jordarbejdet, men Erfaringen taler ikke til Gunst derfor. Skinnerne lide meget ved at befærdes af de tunge og ofte uden Fjere byggede Jordtransportvogne, Strøerne beskadiges ved Skinnebefæstelsen og Skinnesømmene forbejges eller brækkes itu. Ere Vognene forsynede med Fjere, gaaer det bedre, især naar de ere smaa. Med en Sporvidde af 2 Fod, kunne de sædvanlige 8 til 9 Fod lange Strøer afgive Underlag for et dobbelt Spor, og de beskadigedes da ikke saa meget, som om Sporet havde haft den sædvanlige Vidde, da Skinnerne i saa Fald senere ikke skulle anbringes paa de samme Steder.

Skinnerne ere af Smedejern og Sporvidden ligger imellem 15 Tom. og  $4\frac{1}{2}$  Fod.

Paa Afgravningsstedet har man tidligere ført Sporet eller Forgreninger deraf stumpet ind imod Bagskrænten og forlænget dem efterhaanden som denne rykkede tilbage. Men Arbejdet gik paa den Maade kun langsomt fra Haanden. Der kunde kun læsses en enkelt Vogn paa hvert Spor, maaske nogle flere ved at tage Trillebøre til Hjælp derved, men Angrebslinien blev for kort til, at Arbejdet kunde fremmes synderligt ved Brug af Trillebøre. I den nyere Tid afgraver man i Lag af 10 til 15 Fods Tykkelse, lægger ved den første Grøfts Gravning Sporet af fornøden Længde paa selve Jordoverfladen, og ellers paa Bunden af det afgravede, iværksætter Sænkningen gennem Laget lidt efter lidt som omtalt i 48 og udvider, naar Grøften er fremstillet, denne til den Brede, som fordres, ved Afgravning af Sideskrænterne. Paa denne Maade kan man helt igennem faae lange Angrebslinier. Der kan, navnlig i Begyndelsen, blive stærke Fald, men man kan efterhaanden formindske dem, ved at variere Lagtykkelsen. Fald af 1 Fod paa 100 volder ingen Vanskelighed, og ved Lokomotivdrift gaaer man endog til Fald af 1 Fod paa 30. Ved stærke Fald kan man anlægge selvvirkende Ramper med Fald af 1 Fod paa 6 til 20 Fod, paa hvilke de læssede Vogne kunne trække de tomme op, idet de selv gaae ned. Der maa være to Spor paa en saadan Rampe og S formede Forbindelsesspor med Sporskifter oppe og nede. Nær ved Rampen er der paa det høje Terræn anbragt en Skive med Snorløb af Diameter lig Afstanden imellem Spormidterne i en Plan parallel med Rampen. Om denne Skive er Tovet (Kjæden) ført, der forbinder de læssede og tomme Vogne med hinanden. Der maa være Bremsere paa Vognene eller paa Skiven eller begge Steder. De Besværligheder, som stærke Fald kunne volde, hæves ganske, naar man gjør Brug af den ogsaa i 48 omtalte Stollebygning, der i den nyere Tid har fundet ikke faa Anvendelser.

Naar Jord skal flyttes opad, saasom hvor en Dæmning skal opføres af Sideudgravningsjord, eller Jord fra en Gjennemskæring oplægges ved Siden, kan der undertiden blive Stigninger, der ere stærkere end den til Raadighed staaende Bevægskraft tilsteder at anvende. Der kan da blive Brug for Ramper, ved hvis øverste Ende der etableres en Hestegang

eller en stationær Dampmaskine til gennem Kjæde eller Tov at føre de læssede Vogne op. Ved at anlægge et dobbelt Spor paa Rampen kan man lade de tomme Vogne, der gaae nedad, hjælpe til at trække de læssede Vogne op.

Paa Aflæsningsstedet har man ofte brugt Overstyrning, men da Dæmningens Fasthed lider, naar den ikke bliver bygget med fuld Brede strax, og det vilde være ubekvem at flytte Sporet, saa ofte som dertil maatte behøves, forgrener man det. Forgreningspunktet ligger altid paa Fylden, og der benyttes Sporskifter til Forbindelsen. Grenene, der efter Omstændighederne enten ligge helt paa Fylden eller tildels paa Stilladser (53), forlænges paa Fylden ved korte Skinner paa Rammer af Træ, hvilke efter at være henlagte hages sammen. Naar Forlængelsen andrager 100 til 200 Fod, optages Rammerne, Sporskifterne flyttes frem og Stammesporet forlænges med de sædvanlige lange Skinner paa Tværstrøer. Man har i nogle Tilfælde aflæst fra Drejeskive, der efterhaanden flyttes frem, og som gjør det muligt at faae Vognene til at staae paatværs af Dæmningen under Aflæsningen. Naar der bruges lange Vogntog (Lokomotivdrift), fremmes Arbejdet dog bedst ved lagvis Opførelse. Under Dannelsen af det første Lag lægges Sporet paa Jordoverfladen; der aflæsses til den ene Side og efterhaanden som der bliver Fyld nok til Stede, flyttes Sporet til den modsatte Side. De øvrige Lag dannes som det første, men Sporet faaer Plads paa Overfladen af de allerede dannede Lag. Stærke Fald kunne efterhaanden formindskes ved Variation af Lagtykkelsen, der dog her altid maa være stor, for at Sporets Forlæggelse ikke skal tage for megen Tid.

Sporvogne ere sædvanligvis indrettede som Tippere, d. e. saaledes at Vognkassen ved Aflæsningen kan dreje sig om en vandret Axe, der enten er vinkelret paa Sporet (Fortippere) eller parallel dermed (Sidetippere). Paa Fortipperne er Kassens Forstykke til at aabne, paa Sidetipperne et af Sidestykkerne, og naar Vognens Indhold skal glide nogenlunde fuldstændig ud af sig selv, maa Kassens Bund under Tipningen danne en Vinkel af mindst 45° med en vandret Plan. Kassens Størrelse og Vognens Indretning i det enkelte afhænger af den Bevægekraft, der skal bruges.

Ved de Havnearbejder, som for Tiden udføres paa Københavns Red, benyttes Haandkrafts Sporvogne til dermed at føre den ved Uddybningen vundne Jord ind i Land, hvor den bliver brugt til Forhøjelse af et lavt liggende Terræn. Vognene læsses i Prammene og føres ved Hjælp af en stationær Dampmaskine ad en Skraaplan op paa Land (de tomme Vogne, der samtidig gaae ned, hjælpe til ved Bevægelsen), og Sporet i Land, der er flere hundrede Fod langt, er lagt med et lille Fald indad for at lette Bevægelsen af de læssede Vogne. Sporvidden er 18 Tom. engelsk, og Vognene, der ere byggede af Jern og bestemte for 1 Mand, kunne rumme 12 til 15 Kbfod Jord. De ere Sidetippere. Man aabner Sidestykket og bringer Vognen til at tippe ved Træk i et dertil indrettet Haandtag.

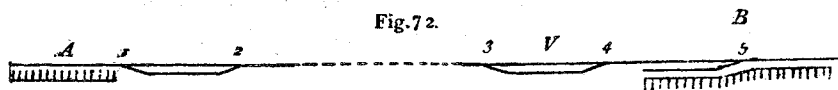
Men i Reglen bygger man Sporvogne af Træ og indretter dem til at bevæges af Heste. De rumme da imellem 30 og 100 Kbfod Jord. Paa vandret Vej kan en Hest trække 3 Sporvogne med 48 Kbfod Jord i hver, altsaa ialt 144 Kbfod eller  $\frac{2}{3}$  Kbfavn Jord. Opad en Stigning af 1 Fod paa 150 eller 1 Fod paa 80 trækker en Hest henholdsvis kun 2 eller 1 af disse Vogne. For Bevægelsen nedad maa Vognene have Bremses, og disse maa allerede bruges naar Stigningen overskrider 1 Fod paa 100. Saa smaa Vogne beskadige ikke Sporet, men om de store Tipvogne gjælder dette ikke altid. For ikke at faae dem for høje, over 5 à 6 Fod, maa man nemlig i Reglen udelade Fjerene og gjøre Hjulene smaa. Er der kun Brug for Fortippere kan man knibe paa Tipningen, naar der dannes en Fordybning ved den Skraaningsrand, hvor Jorden skal aflæsses, som letter Jordens Glidning ud af Vognen, idet Forhjulene falde ned i den. Naar Vinklen, hvorigennem Kassen drejes, kan være noget mindre, kan Vognen være noget mindre høj. Da store Vogne imidlertid fremme Arbejdet, saa forekomme saadanne alligevel ikke sjældent. Ved Sidetippere finder man sig enten i, at Ejere mangle, og Hjulene ere smaa, eller man opgiver Tipningen helt og foretager Aflæsningen som ved almindelige firhulede Vogne.

Disse Bemærkninger gjælde ogsaa Dampkrafts-Sporvognene. Stationære Maskiner bruges kun paa stærke Stigninger, ellers bruges Lokomotiver. Naar saadanne skulle be-

fare et Spor, maa dette være lagt med langt større Omhu, end hvor det alene skal befares af Jordtransportvogne. Der maa bruges stærkere Skinner og Underlag samt et ordentligt Ballastlag. Der maa endvidere have Lokomotivhus, Vandfyldingsapparat m. m. og et kyndigt Personale paa Toget og ved Sporet. Derfor er det, at Dampkraften, om den end i og for sig er den billigste, ikkun betaler sig ved store Jordmassers Flytning paa store Afstande.

Ved Jordflytning med Lokomotiver indbefattes Tidstabet ved hver Tur af den Tid, der medgaaer til Vandfyldning og til Tograngering samt muligvis tillige til Læsning og Aflæsning, for saa vidt Lokomotivet maa holde stille imedens de foregaae. Man søger iøvrigt at forkorte Tidstabet saa meget som muligt. Ved store Flytteafstande lykkes dette i Reglen bedre end ved smaa.

Ved et Jernbaneanlæg i Nærheden af Berlin, udført for ca. 10 Aar siden, skulde en betydelig Jordmasse flyttes paa en Gjennemsnitsafstand af 12700 Fod. Der anvendtes en enkeltsporet Bane. Paa en Strækning af 3700 Fod havde denne en Stigning af 1 Fod paa 300 og Kurver af 2500 Fods Radius, men iøvrigt var den vandret og lige. Sporvidden var 34 Tom. Der benyttedes 4 Tenderlokomotiver med 2 koblede Axer, de tre vare i regelmæssig Gang, det fjerde tjente som Reserve og som Hjælpe-lokomotiv paa Stigningen. Vognene vare Sidetippere og kunde optage ca. 80 Kbfod hver. Et almindeligt Tog indeholdt 35 Vogne, hvoraf 2 vare Bremsevogne, og der var i Reglen 3 saadanne Tog paa Banen. Et af tomme Vogne bestaaende Tog bevægede sig paa den vandrette Banestrækning med en Hastighed af 3 Mil i Timen eller 1200 Fod i Min., men opad Stigningen med en Hastighed af 2 Mil i Timen eller 800 Fod i Min.



I Fig. 72 er Sporet antydet ved en enkelt Linie. Ved *A* paalæsses og ved *B* aflæsses Vognene. *V* er et Vandfyldingssted. 1, 2, 3, 4 og 5 ere Sporskifter, 1 og 2 høre til et, 3

og 4 til et andet Undvigespør og 5 til et Sidespor, der kun paa dette Punkt skal være i Forbindelse med Hovedsporet. Et Tog med tomme Vogne tænkes at holde paa Undvigesporet 1—2, et andet Tog, ligeledes med tomme Vogne, paa 3—4 og det tredje Tog, hvis Læsning netop er fuldbyrdet, afgaaer fra *A*. Naar dets sidste Vogn har passeret 1, gaaer Toget paa 1—2 derfra hen til *A* for at blive læsset; har den passeret 3, gaaer Toget paa 3—4 derfra hen paa 1—2, og har den passeret 5, standser det læssede Tog, for over 5 at blive skudd ind paa Sidesporet, hvor Aflæsningen skal foregaae. Det aflæssede Tog føres over 5 ind paa Hovedsporet og derfra ind paa Undvigesporet 3—4, hvor det holder, imedens Lokomotivet over 4 gaaer til *V* for at indtage Vand, men Lokomotivet har taget Plads foran Toget, inden det næste Tog af læssede Vogne skal gaae forbi *V*. Har dets sidste Vogn passeret 3, gaaer det første Tog hen paa Undvigesporet 1—2, hvor Lokomotivet stilles bag Toget for at skyde det hen til *A*, saasnart det næste Tog af læssede Vogne har forladt *A*. Det gaaer nemlig nok an at lade et Lokomotiv skyde et Vogntog foran sig paa en kort Strækning og med ringe Hastighed, og ved at lade Togene bevæges saaledes imellem Undvigesporet 1—2 og *A* spares et Undvigespør ved *A*. Men paa lange Strækninger og naar Hastigheden skal være stor, maa Lokomotivet være foran Toget og trække det frem.

Endnu tilføjes følgende faktiske Oplysninger. Paa *A* var beskæftiget 105 Mand med at læsse, altsaa 3 Mand pr. Vogn, og paa *B* 28 Mand med at aflæsse. Der medgik 17 Min. til et Togs Læsning og 8 Min. til dets Rangering, tilsammen 25 Min., men 7 Min. til et Togs Aflæsning og 8 Min. til dets Rangering, tilsammen 15 Min. Forskjellen 25—15 = 10 Min., viste sig at være tilstrækkelig til Vandforsyningen og Lokomotivets Omstilling. I 10 Arbejdstimer flyttedes 27 Tog, altsaa 350 Kubikfavne Jord. Man forsøgte at anvende Vogne, der ikke kunde tippe, men Aflæsningen tog da 4 Gange saa lang Tid som ved Tipvognene.

Ved større Flytteafstande kan der være Spørgsmaal om at anvende flere Vogntog med Lokomotiver end sket er i det anførte Exempel, ved kortere Flytteafstande færre. Ved Af-

standenes Forringelse bliver Turenes Antal forøget, men tillige den Tid, der medgaaer til Opholdene. Man kan da forøge Lokomotivernes Arbejde ved at bruge Sættevogne, altsaa flere Tog end Lokomotiver. Ved t. Ex. at have 1 Lokomotiv og 2 Vogntog i Brug, lader Driften sig ordne saaledes som vist i

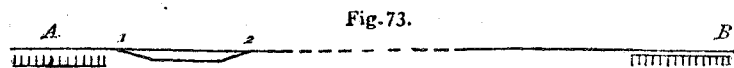
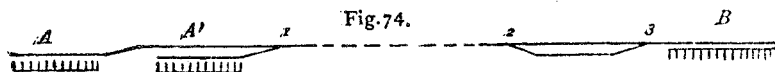


Fig. 73. Ved *A* læsses og ved *B* aflæsses Vognene. I Nærheden af *A* er der imellem Sporskifterne 1 og 2 et Undvigespor. Det ene Tog tænkes at være under Læsning, det andet under Aflæsning og Lokomotivet at være foran dette sidste. Naar Aflæsningen er fuldført, trækker Lokomotivet Vogntoget fra *B* ind paa Undvigesporet 1—2. Det skilles da fra Toget, bringes over paa Hovedsporet, og hen for det læssede Tog, som det forbindes med og trækker frem paa Hovedsporet imellem 1 og 2. Det skilles atter fra Toget for at skyde det tomme Tog hen til *A*, hvorefter det stiller sig bag ved det læssede Tog, for at skyde det hen til *B*. Vil man undgaae, at det læssede Tog bliver skudt frem paa Hovedsporet, kan



der som vist i Fig. 74 dannes to Paalæsningssteder *A* og *A'* ved Tilføjelse af det ved 1 udgaaende Sidespor, og anbringes et Undvigespor 2—3 i Nærheden af Aflæsningsstedet *B*. Der læsses da skiftevis ved *A* og *A'*, dog af det samme Mandskab. Tænkes nu det ene Tog at være under Læsning ved *A'*, det andet under Aflæsning og Lokomotivet foran det sidste, saa vil dette, saasomt Aflæsningen er færdig, kunne føre Toget til 1. Men kort før det naaer til dette Punkt, skilles Lokomotivet under Farten fra Toget, og medens det selv gaaer over 1 til Sidesporet, fortsætter Vogntoget sin Vej paa Hovedsporet til *A* ved den i samme boende levende Kraft. Lokomotivet forbindes med det læssede Tog ved *A'* og fører det hen paa Undvige-

sporet 2—3. Det gaaer saa over 3 og 2 bag om Toget og skyder det hen til *B*.

Der lader sig ikke ved Sporvognstlytning opstille almen-gyldige Formler, hvorefter Udgifterne ved Flytningen af en Kubikfavn Jord kunne beregnes, fordi der er saa mange forskellige Omstændigheder at tage i Betragtning derved. Dog vil det ikke være vanskeligt, naar Trækkekraften og Arbejdets Ordning i det enkelte foreliggende Tilfælde kjendes, efter hvad ovenfor er meddelt at danne sig, en omtrentlig Forestilling om Udgifternes Størrelse. Udgifterne til Anskaffelse og Vedligeholdelse af Spor og Vogne kunne blive af meget forskjellig Størrelse. Men ved Hestekraftssporvogne, som oftest ere benyttede, falde disse Udgifter i Reglen imellem 20 og 50 pCt. af Flytteudgifterne, efter Sporets Beskaffenhed og Arbejdets Ordning. Værdien af Redskaberne efter endt Arbejde kan selvfølgelig fradrages.

### § 5. Biarbejder.

65. De herhen hørende Arbejder ere indbyrdes meget forskellige. De udføres ogsaa til forskellige Tider. Nogle af dem udføres ved Jordarbejdets Begyndelse, andre under dets Gang og atter andre ved dets Slutning.

66. Rydning af Træer og Buske. For saa vidt de Arealer, der skulle paafyldes eller afgraves, ere bevoxede, maa der ved Arbejdets Begyndelse ryddes. Træer og Buske ville nemlig skade Dæmningerne, og i Reglen ogsaa være til Ulejlighed ved Afgravningerne, hvis de blev staaende. Man fælder altsaa Træerne og fjerner Buskene. Hvor der skal afgraves, falder det naturligt ogsaa at udgrave Rødderne; hvor der skal paafyldes, lader man i Reglen Rødderne blive siddende i Jorden.

67. Jordværkernes Afvanding. Hertil træffes der Foranstaltninger under Arbejdets Gang. Baade over- og underjordisk Vand — Nedbør og Væld — kan gjøre Værkerne Skade.

Ved Gjennemskæringer vil Nedbøren paa Terrænet kunne gjøre Skraaningerne Skade, naar Vandet derfra faaer Lov til at strømme ned ad dem. Derfor graves der ofte ved Skraa-

Rydning af Hækker vil kræve  $\frac{1}{2}$  til 1 Arbejdstime pr. løbende Fod.

— - Buskads - — 3 til 5 Arbejdstimer pr. 100 □ Fod.

Fældning af Træer betales pr. Stke. efter Stammens Tykkelse.

Regulering af Skraaninger vil kræve 1 til 2 Arbejdstimer pr. 100 □ Fod.

For Tildannelsen tillægges i Paafyldinger 1 Arbejdstime pr. 100 □ Fod.

Gravning af Grøfter i Blandingsjord med  $1\frac{1}{2}$  Fod Bundbrede og Skraaningsanlæg af 1 vil kræve

ved  $1\frac{1}{2}$  Fods Dybde 0,15 Arbejdstime pr. løb. Fod.

— 2 — — 0,20 — - - —

—  $2\frac{1}{2}$  — — 0,30 — - - —

— 3 — — 0,45 — - - —

— 4 — — 0,60 — - - —

Beklædning med et 6 Tom. tykt Lag Muldjord, derunder indbefattet Skraaningernes Aftrapning, Muldjordens Spredning og Stampning samt Skraaningernes Efterpudsning, vil kræve 4 Arbejdstimer pr. 100 □ Fod.

Muldjordens Afskovling og Flytning til og fra Arbejdsstedet beregnes særskilt.

— med Græstørv paa Fladen, derunder indbefattet Tørvens Skæring og Anbringelse paa Skraaning, vil kræve 4 Arbejdstimer pr. 100 □ Fod.

— Tørvens Flytning til og fra Arbejdsstedet og Stablingen sammesteds beregnes særskilt. med Sten vil kræve 4 til 8 Arbejdstimer pr. 100 □ Fod.

Stenenes Flytning til og fra Oplagsstedet og Stablingen sammesteds beregnes særskilt.

## II. Fundering.

### Indledning.

71. At fundere for en Bygning vil sige at berede den en Basis, paa hvilken den kan opføres og være fuldstændig sikret imod at komme i nogen for dens Bestaaen farlig Bevægelse. Den beredte Basis med alt hvad der hører til den kaldes Bygningens Fundament.

Ved en Bygnings Fundering har man mest at gjøre med at søge Sikkerhed imod Synkning og imod Forskydning.

Forskydning søges ofte forebygget ved at lade Basis være vinkelret paa de virkende Kræfters Resultant. Denne er i mange Tilfælde lodret, og Basis skal da være vandret. Men Basis kan ogsaa være vandret, hvor Resultanten ikke er lodret, saafremt Komposanten efter Basis paavislig ingen Bevægelse vil kunne bringe tilveje.

Synkning er det ikke saa let at faae forebygget. Hvad der maa gjøres, beroer baade paa Bygningens og Grundens Beskaffenhed.

Paa en fast Klippe, der ikke er udsat for at forstyrres, vil enhver Bygning være sikret imod at synke. Den kan betragtes som et godt naturligt Fundament, saafremt blot dens Overflade har den rette Form og Stilling.

Paa en mindre fast Grund behøver maaske et Skur eller anden let Bygning af Træ heller intet kunstigt Fundament. En saadan Bygning vil nemlig ved sin ringe Vægt ikke være synderligt udsat for at synke, og skulde den end synke noget, vil den heller næppe lide meget derved. Men det forholder sig anderledes med en Bygning af Murværk. Den vil ved sin

større Vægt være mere udsat for at synke, og den indtrædende Synkning, der let bliver uensformig, vil kunne gøre den megén Skade. Murværket kan faae Rifter og Ridser, der ville ophæve dets Sammenhæng og forringe dets Modstandsevne. En solid Bygning paa mindre fast Grund maa derfor som Regel hvile paa et kunstigt Fundament. Den vil næppe uden dette besidde den Varighed, man efter dens Beskaffenhed er berettiget til at vente.

Ved de kunstige Fundamenters Ordning gjør man Brug af forskellige Principer.

De vigtigste ere de følgende tre.

72. Første Princip: At grave den øverste Jord bort og stille Bygningen paa Bunden af den saaledes dannede Grube, Byggegruben.

Dette Princip svarer til sin Hensigt, ikke blot naar man ved Udgravningen blotter fast uforstyrrelig Klippe eller dog Lag af større Fasthed end de øverste, men ogsaa naar Jordens Fasthed i og for sig ikke er større i den større Dybde. Modstanden imod Synkning beroer nemlig i de Tilfælde, hvor Jorden er tæt lejret og usammentrykkelig, baade paa Vejen, som Jorddelene maac tilbagelægge under Synkningen, og paa den Friktion, der maa overvindes under Bevægelsen. I Sand, hvor der altid er en kjendelig Friktion, maa man derfor vente, at Bæreevnen vil voxe med Kvadratet af Dybden, hvorimod den i Ler, hvor Friktionen betyder meget mindre, vil voxe mindre stærkt, men dog maaske med første Potents af Dybden.

Hagen har anstillet Forsøg med Sand og Ler og fundet denne Formodning stadfæstet. Han benyttede ret afskaarne Cylindre af 3,5 og 5,4 Liniers Diameter, forsynede dem med en Skaal foroven, hvorpaa der kunde lægges Vægtlodder, stillede dem lodret paa det Sand og Ler, der skulde prøves, og maalte den til hver Belastning svarende Nedsynkningsdybde. Kaldes Belastningen  $p$ , Nedsynkningsdybden  $h$ , kunde han sætte

$$p = a + bh^2 \text{ eller } p = c + dh,$$

eftersom han havde med Sand eller Ler at gjøre.  $a$ ,  $b$ ,  $c$  og  $d$  ere Konstanter, der afhænge af Jordens Beskaffenhed; Lejringsforhold og Fugtighedsmængde, og  $a$  og  $c$  udtrykke Over-

fladens Bæreevne. Men det viste sig tydeligt, at Jordarterne ikke kunde uden Skade for deres Bæreevne indeholde meget Vand eller være i stærkt udblødt Tilstand. Det kunde gaae saa vidt, at de ikke længere fulgte de i Formlerne udtrykte Love. Ved den tæt lejrede Jord viste der sig stedse en Hævning af Overfladen, naar Cylindren sank, men medens Hævningen naaede helt hen til Cylindren i Leret og ordentligvis var størst der, saa dannede der sig i Sandet en tragtførmig Fordybning i Cylindrens Nærhed, og altsaa ogsaa en noget større Hævning længere fra den. I Sandet tvinger altsaa Friktionen de Partikler, som ere i Berøring med Cylindren, til at bevæge sig med den. Naar Jorden ikke var tæt lejret, kunde Hævningen ganske udeblive, idet den Plads, som Cylindren maatte skaffe sig under Synkningen, da kunde vindes ved, at Lejringen blev tættere. I Sandet sank Cylindren stedse næsten øjeblikkelig til sin fulde Dybde, i Leret kunde det være  $\frac{1}{2}$  Time før Dybden blev naaet.

Hagens Forsøg omfatte ikke Blandinger af Sand og Ler. Men det ligger nær at antage, at Bæreevnen ogsaa i dem vil voxe med Dybden, maaske i noget stærkere Forhold naar Sandet end naar Leret har Overvægten.

Men Bæreevnen er aldrig synderlig stor, naar Lejringen ikke er tæt. Friske Paafyldinger afgive derfor aldrig god Byggegrund. I stærkt udblødt Tilstand har hverken Sand eller Ler synderlig Bæreevne. Sandet kan komme i saadan Tilstand i dybe Byggegruber, hvis Vandspejl sænkes kunstigt, fordi det indstrømmende Vand forhindrer, at Sandkornene kunne blive i Leje. Det kaldes Flydesand. Leret forekommer nu og da i nydannet Marsk i lignende Tilstand, og det kaldes da Slik i Modsætning til det i den ældre Marsk forekommende stive Ler, som fører Navn af Klæg. Flydesand og Slik have egentlig ingen Bæreevne. De forholde sig nærmest som Vædsker, i hvilke som bekjendt et tungt Legeme vil synke indtil den fortrængte Masse har samme Vægt som Legemet. En tung Gjenstand, som bliver lagt paa Overfladen, vil kunne synke gennem hele Laget, saa den først standses ved Overfladen af det underliggende fastere Lag.

Bæreevnen er heller aldrig synderlig stor, naar Jordarterne

indeholde mange organiske Levninger, fordi disse ville gøre dem sammentrykkelige. Muld- og Tørvejord høre herhen. De organiske Levninger ville ogsaa gøre Skade ved at lette Udblødningen, naar Jordarterne komme i Berøring med Vand. De med organiske Rester blandede Jordarter fremtræde i stærkt udblødt Tilstand som Slam eller Dyn-d, og de have da lige saa lidt nogen virkelig Bæreevne som Flydesand og Slik.

Man har undertiden søgt at skaffe de stærkt udblødte eller sammentrykkelige Jordarter Bæreevne ved Komprimering. I saa Fald rammer man enten mange Pæle eller Smaasten ned i dem eller holder dem i nogen Tid betyngede med en Dyng Sand, Grus eller Ler (54). I Flydesand kan Komprimering ikke hjælpe; dets Optræden hindres bedst, naar Tør-lægningen undgaaes. Hyppigere har man dog ved Bygnin-gers Fundering gravet de eftergivende Jordlag helt bort, og — hvis Sikkerheden krævede det — ogsaa gravet noget ud i den underliggende fastere Grund; thi Udgravningen i de efter-givende Lag kan selvfølgelig ikke bidrage til, at Underlagets Bæreevne forøges.

Den store Dybde, hvortil der undertiden maa udgraves for at faae Bygningen sikret imod Synkning, kan tale imod dette Princip's Anvendelse. Det kan nemlig vise sig:

- a) At Jordarbejdet vil blive for bekosteligt.
- b) At Byggeudgifterne ville blive for store, navnlig saa-fremt der ellers ingen Anvendelse er for de i Jorden staaende Mure.
- c) At Tørlægningen vil blive for bekostelig. Hastigheden, hvormed Grundvandet strømmer til Gruben, voxer nemlig med dennes Dybde under Grundvandspejlet.
- d) At Jorden i Grubens Bund vil blive løsnet under Tør-lægningen. Bestaaer den af Sand, kan dette blive omdannet til Flydesand.

Naar Hensigten ikke netop er at bygge sammenhængende Mure fra Grunden af, kan man maaske formindske Vanske-lighederne noget ved at ombytte Murene i Jorden med Rækker af Piller. Noget under den Højde, hvor Murene nødvendigvis maae være sammenhængende, indskyder man Hvælvinger imel-

lem Pillerne, og bygger saa videre paa disse og Pillerne. Ved almindelige Huse ligger det nær i et saadant Tilfælde at lade Pillerne i Grunden staae under Pillerne imellem Vinduerne i Bygningen over Jorden. For Hjørnepillernes Sikkerhed imod Hvæltrykket maa der drages særlig Omsorg. Man søger ofte at formindske Vandtilstrømningen til Gruben ved at benytte Spunsvægge, d. e. Vægge af sluttede, spunsede Pæle, men ikke altid med Held. Virksommere er det, hvis det lader sig gøre, at formindske den Dybde, hvortil Vandspejlet skal sænkes i Gruben. Dertil vil høre, at der ved Udgravningen benyttes Opmudringsredskaber og ved Byggearbejdet Beton.

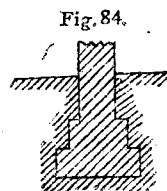
Paa god Grund kan det hælde, at den fornødne Bæreevne vil være til Stede ved en kun ganske ringe Udgravningsdybde. I saa Fald maa ikke overses, at Frostene ogsaa kan bringe Bevægelse tilveje, saafremt den kan trænge ned til Grund-vandet under Bygningen. I strenge Vintre hos os kan Frostene trænge ned til en Dybde af 4 Fod. Dette er altsaa den mindste Dybde, til hvilken man maa bringe en Bygnings Yder-mure ned i Jorden. Paa de indre Mures Plads er der i Reglen nogen Beskyttelse imod Frostene, saa at man, hvis Bæreevnen er tilstrækkelig i mindre Dybde end 4 Fod, kan indskrænke deres Dybde noget. Er Grunden dækket af et Vandlag, der ikke kan bundfryse, vil Frostene selvfølgelig ikke kunne skade Bygningen, om den end maatte blive funderet i kun ringe Dybde.

73. Andet Princip: At forstørre den Bygningen bærende Flade.

Dette Princip forudsætter, at der med den bærende Flades Forstørrelse finder en Fordeling Sted af Bygningens Vægt, om muligt ensformig, i hvilket Tilfælde Trykket paa hver Over-fladeenhed vil blive formindsket i samme Forhold som den bærende Flade bliver forøget. Egentlig vil Sikkerheden nok blive noget større, efterdi Jorddelene under en eventuel Synk-ning ogsaa her ville faae en noget længere Vej at tilbage-lægge.

En Forstørrelse af en Bygnings bærende Flade iværk-sættes ofte ved almindelige Huse derved, at man forsyner





Murene under Jorden med Banketter (Fig. 84). Hvadenten Murene helt skulle opføres af brændte Sten eller der i deres nederste Del skal indgaae af de store utilhugne Sten, man kalder Grundsten, eller Beton, er det let at fremstille saadanne Banketter. Naar der funderes paa Slyngværk, d. e. paa en

Tømmerforbindelse, bestemt til at finde Plads paa Grunden og danne Underlag for Murene, har man sædvanligvis til Hensigt at forstørre Bygningens Flade, hvorfor man giver Slyngværket en noget større Udstrækning end den Mur har i Grundrids, der skal staae derpaa.

En lignende Virkning vil et tæt lejret Lag af Jord af en vis Mægtighed kunne øve. Paa et Sand- eller Gruslag af 6 til 8 Fods Tykkelse, ligesom paa et Lerlag af 12 til 14 Fods Tykkelse, kan man opføre sikkert en tung Bygning, selv om Laget hviler paa en mindre fast Undergrund (jfr. 56). Herpaa grunder det sig, at man undertiden ved Fundering paa en maadelig Grund bortgraver det øverste Lag og fylder Sand paa i dets Sted. Man kalder dette at fundere paa Sandlag.

Dette Princip finder undertiden ogsaa Anvendelse ved Bygninger, der indeholde flere Mure, i større Udstrækning, idet man lader Slyngværket, Sand- eller Betonlaget være gennemgaaende for samtlige Mure (radier général) eller indskyder

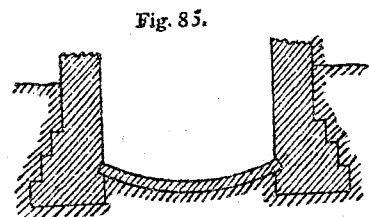


Fig. 85.

omvendte Hvelvinger, de saakaldte Jordbuer, imellem Murene med Vederlag i disse (Fig. 85). Hensigten er at bringe de Dele af Grunden, som befinde sig imellem Murene, til at tage Del i at bære Bygningen.

Det af Træ, Murværk eller andet Materiale bestaaende til Fundamentet hørende Lag, maa selvfølgelig besidde en vis Stivhed, for at det skal kunne fordele Trykkene. Derfor maa ogsaa Afstanden imellem Banketterne i Fig. 84 staae i et efter Materialets Beskaffenhed afpasset Forhold til deres Højde.

Ogsaa hvor dette Princip skal anvendes maa der foretages

en Udgravning, mindst til saadan Dybde, som fordres af Hensyn til Frostens (72). Bruges der Træ i Fundamentet, maa der tillige ses hen til Grundvandets Stand, da Træ ikke vil besidde den ønskelige Varighed, naar det jevnlig og i længere Tid ad Gangen kan komme over Grundvandet. Et Slyngeværk maa stedse ligge saa dybt, at Træet deri ikke kan blive udtørret.

74. Tredje Princip: At pilotere under Bygningen.

I de herhen hørende Fundamenter indgaaer i Reglen Træ. De bestaae nemlig af et større eller mindre Antal rammede Pæle, der kaldes Grundpæle (*pilots*), fordi de ere indesluttede i Grunden, samt en paa dem hvilende Tømmerforbindelse med Dæk, hvorpaa Bygningen skal staae. Det hele Fundament kaldes et Pæleværk. Et saadant kan sikre en Bygning imod at synke, ikke blot naar der i en vis Dybde findes et fast Lag, t. Ex. Klippe, som Pælene berøre med deres nederste Ende, men ogsaa naar der intet saadant fast Lag findes, der kan understøtte Pælene. Vel kunne Pælene i sidste Tilfælde ingen absolut fast Stilling faae ved Ramningen, eftersom man stadig, naar de under Ramningen ikke længere ville synke, kan bringe dem dybere ved at forøge Ramslagets Vægt og Faldhøjde, men med Dybden voxer Modstanden (jfr. de i 70 omtalte Forsøg), og naar den er bleven saa stor, at den overskrider det Tryk, der vil komme til at virke paa Pælene, vil Bygningen ikke kunne synke. Under Hensyn til mulige Tryk paa Pælene i andre Retninger end den, hvori de ere rammede, have lange Grundpæle alt iøvrigt lige endog et Fortrin fremfor korte, og for saa vidt kan det ej engang anses for heldigt, at der er et fast Lag, hvorved Ramningen maa stanses allerede paa et tidligt Stadium. Træffes det faste Lag i forholdsvis ringe Dybde under Overfladen, vil man helst fundere umiddelbart derpaa (72). Men ellers kan Pilotering hjælpe til, at Funderingen bliver mindre dyb end den vilde blive ved Anvendelsen af det første Princip, maaske ogsaa af det andet. Dog maa det fremhæves, at Vandtilstrømningen mangen Gang bliver næsten lige saa stor ved Pilotering, som ved den dybe

Fundering, efterdi Grundvandet i Reglen finder en forholdsvis let Adgang til Gruben langs med de rammede Pæles Sider.

Et Pæleværk taaler, saa lidt som et Slyngeværk, jevnlige og i længere Tid ad Gangen at komme over Grundvandet. Derfor maa der i Almindelighed, ogsaa hvor Pæleværk skal bruges, udgraves en Grube, og den maa være saa dyb, at Forbindelsestømret stedse kan holde sig fugtigt.

75. Naar der skal træffes Bestemmelse om et Fundaments Indretning, er der saare meget at tage Hensyn til, saaledes til Bygningens Størrelse og Indretning, saa vel som til alle Forholdene paa Byggestedet. Det faaer nemlig Betydning, om Bygningen staaer paa Land eller den skal bygges i Vand, og i sidste Tilfælde hvilke Vanddybder, Vandstandsforandringer og Vandbevægelser der findes. Disse Forhold kunne iøvrigt ogsaa faae Indflydelse paa Konstruktionen af selve Bygningen, i alt Fald af dens Underdel, og det er muligt, at man i denne Henseende kan finde Lettelser ved at ordne Fundamentet paa en Maade fremfor paa en anden. Ved Bygninger i Vand vil man saaledes ofte finde Lettelser ved at fundere paa Pæleværk og paa Beton fremfor paa anden Maade. Men ved Fundamentets Indretning har dog Grundens Beskaffenhed en ganske særegen Betydning.

Den fornødne Oplysning om Grundens Beskaffenhed maa man ofte bringe tilveje ved Boring og Gravning af Brønde. Om disse Forarbejder er det fornødne allerede anført i 5 til 15, hvortil henvises med Bemærkning, at det ved Funderinger fortrinsvis kommer an paa at faae at vide, hvilken Fasthed Grunden har og hvilken Vandmængde den indeholder. Der gives Tilfælde, hvor man ved Bygningers Opførelse kan lade det beroe ved at undersøge Grundens Fasthed. I saa Fald kan benyttes Sonderstage. Denne er en 1 til  $1\frac{1}{2}$  Tom. tyk, 8 til 12 Fod lang rund Jernstang, som nedadtil er noget tilspidset og opadtil er forsynet med et Øje, hvori man kan sætte et Haandtag. Ved Undersøgelsen bringes Stagen ned i Jorden ved Tryk og Drejning, undertiden ogsaa ved Slag, og den trækkes derefter op igjen. Ved Nedbringelsen faaer man især at vide, hvor fast Jorden er, men man kan ogsaa derved saa vel som ved Optagelsen faae nogen Oplysning om Jordens

Art. Saaledes giver Sand sig tilkjende ved en særegen Skuring, idet Stagen bringes ned, og ved at Stagen viser sig blank, naar den har været brugt deri. I Ler kan der undertiden hænge lidt Ler ved Stagen, naar den trækkes op. For at sikre sig i denne og andre Arter af Grund, at faae lidt Jord op med Stagen, har man undertiden forsynet den med Indsnit af saadan Form, at der maa samle sig lidt Jord i dem, naar Stagen efter Nedbringelsen drejes i en bestemt Retning, men hvor det kommer an paa at fremskaffe paalidelige Oplysninger om Jordens Art, er det dog næppe rigtigt at lade det beroe ved at bruge Sonderstage. Man kan ogsaa lære at kjende Grundens Fasthed ved Ramning af Prøvepæle, og man kan maaske ved Ramningen tillige faae lidt af vide om Jordens Art, for saa vidt den, der udfører den, har erhvervet sig Erfaring for hvorledes Pæle synke i Jord af forskjellig Art og forstaaer at anvende den rigtigt. Prøvepæle anvendes især ofte, hvor der skal piloteres, fordi man ved dem tillige faaer at vide, hvor lange Pælene skulle være for i det givne Tilfælde at yde Bygningen den Sikkerhed, der maa forlanges.

I Tilfælde, hvor der allerede findes opført Bygninger i Nærheden af den, der skal opføres, ville udførlige Oplysninger om de tidligere anvendte Funderingsmetoder maaske kunne gjøre en selvstændig Undersøgelse af Grunden mindre nødvendig. Men herved maa dog erindres, at en Byggegrunds Beskaffenhed undertiden kan skifte paa meget korte Afstande. Paa Fæstningsterrænet ved København har man mange Exemppler herpaa. Ved at undersøge ældre Kort over saadanne Terræner kan man maaske faae nyttige Vink om Byggegrundenes Beskaffenhed. Men overalt hvor der kan være Tvivl, maa en selvstændig Undersøgelse af Grunden tilraades.

76. Ved Opførelsen af almindelige Huse og andre Bygninger paa Land, saasom Beklædningsmure, Piller for Viadukter, visse Baaker o. s. v., forulempes man sjældent synderlig af Vand, hvis Grunden, hvorpaa der skal bygges, da ikke er ualmindelig daarlig. Selv om et Hus skal forsynes med en dyb Kjælder, plejer Grundvandet ikke at volde stort Besvær ved Opførelsen. Om end Fundamentet kommer noget ned under dets Overflade, plejer man med Lethed at kunne faae udgravet

Byggegruben og holde den saa vidt fornødent tør, medens Arbejdet i Grunden foregaaer.

Men medens man saaledes ved Landbygninger kun undtagelsesvis bliver forulempet af Vand, sker dette som Regel ved alle Vandbygninger, saasom Kajmure, Bropiller paa et af Vand dækket Terræn, Stemmeværker i Vandløb, Baaker i Havet, Sluser, Dokker o. s. v. De sidst nævnte Bygninger maae endog have deres Bund i en vis Dybde under Vandet.

Ved Bygningers Opførelse i Vand kan der ganske vist ogsaa tørlægges, men Byggegruben maa da iforvejen indesluttet og ofte paa alle Sider af interimistiske Dæmninger, de saakaldte Fangedæmninger. Disse fordyre Byggearbejdet ikke lidt og Tørlægningen er derhos ofte besværlig og ikke altid farefri (jfr. 72d). Man har derfor ofte benyttet andre Fremgangsmaader for paa et af Vand dækket Terræn at faae Bygninger funderede og opførte under Vandet.

Saaledes har man nu og da funderet Kajmure og Bropiller paa en høj Dybde af udkastede Sten eller et højt Pæleværk. Stendyngen fordrer fast Grund, men Pæleværket kan bruges, ogsaa hvor Grunden er mindre fast. Begge disse Konstruktioner lade sig udføre, uden at Vandet behøver at være fjernet, og naar de række tilstrækkelig højt op, vil Vandet ikke kunne lægge Hindringer i Vej for Bygningernes videre Opførelse. Men imod disse Konstruktioner taler, at Stendyngens Skraaninger under Vandet kunne forulempe Skibene, og at det høje Pæleværk ikke altid giver Bygningerne en saa sikker Stilling som det lave.

Hypigere og med større Held har man funderet saadanne Bygninger paa Beton. Dette af Smaasten og Vandbygningsmørtel bestaaende Murværk kan sænkes i Vand indenfor forud opførte Indfatninger, og Massen vil da, efter at være hærdet, kunne afgive et solidt Fundament for Bygningen, hvis Opførelse ikke vil forulempes af Vandet, for saa vidt man har gjort Fundamentet højt nok. Men man har ogsaa undertiden ladet Fundamentet være mindre højt, for at kunne begynde med det almindelige Murværk i nogen Dybde under Vandet. Indfatningerne maae da gøres tætte og saa solide, at de under den Tørlægning, som da ikke kan undværes, kunne gjøre Tje-

neste som Fangedæmninger. Betonfundamenter fordrer egentlig, ligesom Stendynger, fast Grund, men man har ogsaa anvendt dem paa mindre fast Grund, som man da forud har befæstet ved rammede Pæle. Disses Anbringelse fordrer ikke, at der bliver tørlagt iforvejen.

Ogsaa Stemmeværker i Vandløb, Sluser og Dokker har man funderet paa Beton. Ved disse Bygninger, og navnlig de sidste af dem, maa Betonens Overflade selvfølgelig altid ligge i en ikke ringe Dybde under Vandets Overflade, og da Bundens og Sidernes Fuldførelse ofte kræver, at der bliver tørlagt, maa der tilvejebringes Fangedæmninger, som man i dette Tilfælde har bygget af Beton, for saa vidt de kunne indgaae som Dele af Murene ved Værkernes Sider.

For at kunne begynde med almindeligt Murværk i nogen Dybde under Vandet har man ogsaa nu og da funderet Kajmure og Bropiller i Sænkekasser (*Caissons*). Disse ere vandtætte Kasser med Bund og Sider, der svømme paa Vandet og kunne sænkes enten ved deri at opføre en Del af Bygningens Murværk eller ved Ballast. Efter Sænkningen kan det manglende Murværk fuldføres. Man sænker Kasserne enten umiddelbart paa den afrettede Grund eller paa Pæle. Kassens Bund, som altid bliver liggende under Bygningen, danner i første Tilfælde et Slyngværk, i sidste Forbindelsestøtmet i et Pæleværk.

Hvor der er større Dybde til fast Grund, har man jævnlig funderet paa Sænkebrønde eller Sænkeskakter. Disse Brønde og Skakter opføres under en Sænkning, hvilken tilvejebringes ved Udgravning indenfor dem og Belastning. Ved Brøndene, som anvendes hvor Dybden til fast Grund ikke er meget stor, foretages Udgravningen under Atmosfærens sædvanlige Tryk. De ere nemlig aabne foroven. Ved Skakterne, der anvendes hvor Dybden til fast Grund er stor, udgraves derimod i komprimeret Luft. Skakterne holdes nemlig lukkede foroven, saa at der kan være komprimeret Luft i dem. Efter at Brøndene og Skakterne ere bragte ned til den faste Grund, blive de fyldte med Beton eller almindeligt Murværk, og de danne saaledes massive Piller. Det er især Bropiller

man har opført paa denne Maade, men Methoden har ogsaa været anvendt ved andre Bygningers Opførelse.

Endnu maa nævnes, at man har gjort Brug af Dykkere baade til at fundere for Bygninger og til at opføre selve Bygningerne under Vandet.

77. I det følgende skal gives en Fremstilling af, hvorledes man funderer for de forskellige hyppigst forekommende Bygninger, saa vel Land- som Vandbygninger.

Fremstillingen deler sig i to Afsnit. I det første forklares selve Funderingsmetoderne, i det sidste beskrives forskellige, navnlig ved Funderinger forekommende, enkelte Arbejder.

### Funderingsmetoderne.

#### § 1. Fundering paa god Grund.

78. Til god Grund kan man som Regel henregne Klippe. Men man maa ikke lade sig skuffe af en tilstedeværende stor Haardhed. Der kan nemlig forekomme stenhaard Grund, som blot bestaaer af en Samling Klippestykker, hvilke maaske kunne komme i Bevægelse, naar Bygningen virker med sin Vægt paa dem. Paa Land er Fejltagelse ikke saa let mulig, men under Vand er Undersøgelsen vanskelig og Fejltagelse derfor mulig. Ved Opførelsen af en Bro over Dordogne ved Souillac skulde en Pille opføres paa en stenhaard Grund. Der blev undersøgt saa vel med Sonderstage som ved Ramning af Prøvepæle, og man lod endnu tilsidst en Dykker gaa ned. Grunden syntes under hele Undersøgelsen at forholde sig som fast Klippe, og Arbejdet blev derfor påbegyndt. Piller byggedes af Beton, og da man var naaet til Vandspejlet dermed, blev der anbragt en Prøvebelastning paa Betonen. Men inden denne havde naaet sin fulde Størrelse, slog Betonen pludselig en Revne fra øverst til nederst. Grunden bestod nemlig i Virkeligheden kun af store og smaa Klippestykker, og et eller flere af dem havde forandret Stilling under Trykket.

En oprindelig sammenhængende Klippe kan ogsaa med Tiden blive forstyrret. Mange Stenarter forvitre, saaledes t. Ex.

jernsyg Sandsten. Under Vand sker dette vel ikke, men Vandbevægelserne kunne virke forstyrrende. I Vandløb kan Strømmen, der er stridest, hvor der er stærke Fald, i Snevringer og ved Krumningers konkave Bred, og i Havet især Bølgebevægelsen forstyrre selv den faste Klippe. Det behøver i intet Tilfælde at være hele Klippemassen, der angribes. Angrebet rettes maaske blot paa enkelte mindre modstandsdygtige Lag eller Gange, Klippen indeholder, og dermed forstyrres denne ofte i sin Helhed. I lagdelt Klippe kan det hælde, at det Vand, der ad Lagenes Skilleflader strømmer igjennem Klippen, indleder Skred, hvorved store Masser paa en Gang kunne blive satte i Bevægelse. Nedstyrtningen af Dronningestolen paa Møens Klint i 1870 kan afgive Exempel herpaa. Den betydelige Masse, som den Gang ved Skredet blev bragt ud paa Stranden, blev kun en kort Tid til Stede der. Ved Bølgeslag og Strøm blev den snart videre sønderdelt og bortført.

I de Egne, hvor der er Bjergværksdrift, finde ofte Synkninger Sted, hidrørende fra mangelfuld Understøtning af de Stollerne dækkende Masser. For en Del Aar siden læste man gjentagende i Dagbladene Beretning om, at Personer paa visse Gader i Omegnen af Paris, vare sunkne i Jorden. Paa dette Terræn havde der nemlig tidligere været drevet Gibsbrud, og da det derefter blev udlagt til Bebyggelse, havde man ikke været omhyggelig nok med at fylde de fra Bruddene efterladte tomme Rum. I de engelske Kuldistrikter skal der ikke sjældent forekomme betydelige Synkninger. Man har ogsaa Exempler paa Synkninger i Nærheden af Brønde, af hvilke man ved Pumpning har fremdraget store Vandmasser. Ja, ogsaa artesiske Brønde, skulle have givet Anledning til Synkninger. I Tours er der en Bro over Loire, hvis Piller hvile paa en fast Kalkmergel. I 360 Fods Dybde under Flodens Vandspejl er der et vandførende Lag, der giver Vand, som kan stige til en Højde af 50 Fod derover. Efter at der i en Del Aar var blevet boret en stor Mængde Brønde til dette Lag, viste Broen tydelige Tegn paa Synkning. Man borede fra Brobanen lodret ned igjennem en Pille, og der viste sig hule Rum under den, hvilke man antog kunde hidrøre fra Brøndene. Der blev

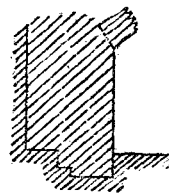
bragt Beton ned igjennem Hullerne, og det lykkedes derved at faae de tomme Rum fyldte og Broen bevaret.

At ogsaa vulkanske Virkninger kunne forstyrre en sammenhængende Klippe, maa endnu her nævnes.

Naar man ved Grundundersøgelsen træffer paa fast sammenhængende Klippe, kan man vel som Regel standse Undersøgelsen og gaae ud fra, at tilstrækkelig Bæreevne er til Stede. Men da man har Exempler paa, at en yngre Kalksten kan ligge paa Lerskifer og en yngre Sandsten paa ganske bløde Lag, saa har Reglen dog Undtagelser. Undersøgelsen maa derfor undertiden fortsættes ned i Klippen, for at erfare, om dens Mægtighed er tilstrækkelig, og i benægtende Fald for at faae at vide, hvad det er for Lag, den hviler paa.

79. Paa en sammenhængende Klippe, der baade efter sin Beskaffenhed og sine Lejringsforhold kan betragtes som god Byggegrund, bestaaer Funderingsarbejdet ikkun i en vis Behandling af dens Overflade. Der kan maaske være en mindre sammenhængende Skorpe øverst, som maa fjernes under Murene, og der kan maaske være Tvivl om, hvorvidt Stenarten besidder fuld Frostbestandighed, saa at man maa gaae til den af Frostens betingede Dybde (4 Fod, hvis Klippen ikke er dækket af Jord eller Vand, ellers mindre), men iøvrigt er det hovedsaglig Hensynet til, hvilken Flade det vil være bedst for Bygningen at staae paa, der bestemmer Omfanget af Overfladens Behandling. I Almindelighed kan man være tjent med at have Fladen plan; vandret, hvis Resultanten af de virkende Kræfter er lodret eller nær derved, skraa i andre Tilfælde (71). Men da Aftrapninger ikke ville være til Skade for Byggearbejdet, naar blot deres Højde er afpasset efter Skiftegangen i Murene, og saadanne ogsaa med Sikkerhed kunne tilvejebringes i Klippe, saa behøver man ingenlunde at holde sig til den plane Flade. Aftrapningerne kunne bidrage til, hvor Klippefladen afviger meget fra at være plan, at formindske Arbejdet ved Behandlingen, ligesom de ogsaa, anordnede paa rigtig Maade, kunne tjene til at forebygge den Forskydning, der maaske kunde befrygtes, hvis Bygningen bliver stillet paa en vandret Plan. I Fig. 86 er vist Landpillen for

Fig. 86.



en Bro i lodret Snit, og de Aftrapninger, man ved en saadan Bygning ofte med Fordel kan bruge. Der er her Fare for en Forskydning tilvenstre, men baade Aftrapningerne forneden og den lodrette Flade bagtil, som Pillen læner sig imod, ville modvirke den. Man maa selvfølgelig under Pillens Opførelse paa Aftrapningerne erindre at gaae frem med Forsigtighed, for at uensformig Sætning ikke skal indtræde og gjøre Murværket Skade. Ved Opførelsen af Baaker i Havet, der ere udsatte for stærk Bølgegang, og som staae paa en vandret Klippeflade, ser man ofte Forskydningen modvirket derved, at der bliver dannet Fordybninger deri for store hugne Sten, som tillige række op i Murværkets nederste Skifte. Paa ganske lignende Maade søger man ogsaa ofte at forebygge Forskydning af Skifterne i Baakerne højere oppe.

For at faae fjernet af Klippen, hvad der maa fjernes, benyttes maaske Sprængninger, men for det meste hugges det overskydende bort ved Brug af Hammer eller Mejsel. Iøvrigt behøver man ikke ved Behandlingen af Overfladen altid at tage bort af Klippen, men man kan ogsaa ofte fylde paa, og navnlig anvendes Paafyldning i Fordybninger, som man kun med stort Besvær kan fjerne, naar det skal ske ved Borthugning. Herved gjør Beton god Nytte. Naar der arbejdes i tørlagt Grube, og der bryder Vand frem af Utætheder i Klippen, kan et gjennemgaaende Betonlag være ret heldigt.

80. Foruden Klippe kan mangan Gang ogsaa opskyllet Land, naar det ikke indeholder sammentrykkelige Jordarter, men alene Sand, Grus, Ler og Blandinger af disse, afgive god Byggegrund.

Sand er i Reglen lejret uden store indre Hulheder. Det har sit mindste Rumfang, naar det indeholder netop saa meget Vand, som behøves til at fylde de smaa Mellemrum imellem Kornene. Dets Rumfang bliver noget større, baade naar det indeholder mere Vand og naar det er ganske tørt. Derfor kan hverken det stærkt befugtede eller ganske tørre Sand anses for absolut usammentrykkeligt. Men de fra Fugtighedsforandringerne hidrørende Bevægelser ere ikke saa betydelige, at

de kunne blive farlige for Bygningerne. Værre er det, at Sand let kommer i Bevægelse, naar det paavirkes af rindende eller bølgende Vand. Allerede med 1 Fods Hastighed i Sekundet fører rindende Vand Sandskorn bort med sig. Ved stærk Vandtilstrømning til en Byggegrube kan jo Sandet blive omdannet til Flydesand (72). Man søger ofte Beskyttelse imod Udskæring ved Brug af Spunsvægge, og mod den Fare, der kan opstaae under Vandlænsningen, ved at fundere paa Beton. I Sand er iøvrigt Pæleramning let at udføre, og de rammede Pæle faae en god og sikker Stilling i Jord af sandet Beskaffenhed.

Grus er ogsaa i Reglen lejret uden store indre Hulheder. Det kan maaske med endnu større Ret end Sandet anses for usammentrykkeligt overfor mulige Fugtighedsforandringer. Det sættes ogsaa mindre let i Bevægelse af rindende og bølgende Vand end Sand. Rindende Vands Hastighed maa mindst være 2 Fod i Sekundet, for at det kan føre Gruskorn med sig. Men da Vand lider forholdsvis ringe Modstand ved at bevæge sig gennem Grus, bliver Vandlænsning i gruset Terræn sædvanligvis meget besværlig. Med Hensyn til Pæleramning gjælder hvad der er anført under Sand.

Ler kan godt indeholde indre Hulheder. Det gjør Paafyldinger af Ler som Regel. Det tætte Lers Rumfang er mindst naar det er tørt, og Rumfanget voxer naar Fugtighedsmængden tager til. I tæt lejret og nogenlunde tør Tilstand er Leret vandstandsende samt i Besiddelse af en ikke ringe Bæreevne, men baade den vandstandsende og bærende Evne tage hurtigt af, naar Fugtighedsmængden tager til. Det stærkt udblødte Ler giver efter for Tryk, og Leret undviger til Siderne, naar der intet er, der hindrer Undvigelsen. Man kan ved Betyngelse skaffe det udblødte Ler større Tæthed og Bæreevne. Pæleramning i Ler er ikke saa let som i Sand og Pælene faae ejheller en saa god og sikker Stilling deri. Ler har en vis Lighed med Beg. I dettes Overflade kan man maaske vanskeligt gjøre Fordybninger ved Slag med en lille Hammer, men Hamren synker maaske noget ned deri, naar den ligger en Tidlang paa dets Overflade.

Blandinger af Sand og Grus med Ler haye Egen-

skaber, der afhænge af Bestanddelenes Mængde. Leret binder Sandets og Grusets Korn sammen og gjør Massen mere tæt, mindre gennemtrængelig for Vand, og Sandet og Gruset berøve Leret noget af sin Tæthed og gjør det altsaa lettere udblødeligt, naar det udsættes for Vands Paavirkning. Med Hensyn til Bæreevne staae Blandinger med kun lidt Ler det rene Sand og Grus nær, hvorimod Blandinger med meget Ler staae det rene Ler nær. Hvorledes det gaaer ved Pæleramning beroer ligeledes paa Blandingsforholdet.

Naar der i Ler findes Lag af lerfrit Sand eller Grus, ere disse Lag i Reglen vandførende.

Den første Betingelse for, at en af disse Jordarter bestaaende Grund kan anses for god, er at Jordarterne ere tæt og fast lejrede. Paafyldinger afgive som Regel ingen god Byggegrund. Jordarterne maae dernæst ikke være stærkt udblødte eller udsatte for at kunne blive det. Ler udblødes ikke saa let som Sand, men lider mere, naar det sker. De maae endvidere ikke kunne paavirkes af rindende og bølgende Vand. Sand paavirkes lettere, naar det er rent end lerblandet, Ler lettere, naar det er sandblandet end rent. Jordarterne maae endelig have en Mægtighed af mindst 6 til 14 Fod, størst naar man har med Ler at gjøre. Undergrunden maa ikke kunne undvige til Siderne.

81. Paa opskyllet Land maa den øverste løse, Plante-rødder indeholdende Skorpe altid fjernes, baade under Murene og imellem dem. Der kommer ellers let Svamp i Bygningen. Under Murene maa der graves mere bort, for at Bygningen kan være sikret imod Frost. I denne Dybde kan Bæreevnen som Regel ikke anslaaes til mere end 50  $\text{R}$  pr.  $\square$  Tom., og hvis der fordres større Bæreevne, maa man enten forøge Dybden ved yderligere Udgravning (72) eller forstørre den Bygningen bærende Flade (73). Ved almindelige Huse vælges ofte det sidstnævnte Princip, idet man forsyner Murene med Banketter. Disse maae saa vidt muligt ordnes saaledes, at Trykkes Resultant skærer den bærende Flade i dens Midtpunkt. Façademure, som i Reglen ved sine Indersider faae at bære Bjælkelag, behøve derfor at have Banketterne vendte

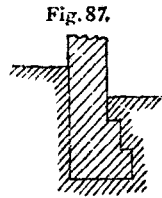


Fig. 87.

indadtil (Fig. 87), hvorimod Længde og Tværskillerum kunne have Banketter til begge Sider (se Fig. 84). I Byer tvinge tilstedeværende Nabohuse ofte til, at Gavlmures Banketter alene maae falde indadtil. — Ved Bygninger, som skulle opføres i Nærheden af en Skrænt, fordrer undertiden Sikkerheden, at der gaaes til større Dybde. Man anser det nemlig i saa Fald for nødvendigt at gaae saa dybt, at en Linie fra det Skrænten nærmeste Punkt af Grubens Bund til Skræntens Fod danner en Vinkel  $\alpha$  med en vandret Linie, der ikke er større end  $20^\circ$  (Fig. 88).

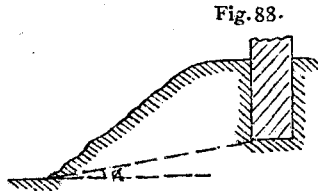


Fig. 88.

Imedens man ved almindelige Huse gjør Byggegrubens Bund vandret, kan det ved andre Bygninger, saasom Beklædningsmure, passe bedre at gjøre den skraa af Hensyn til Forskydningen. Ønsket om at gjøre

Bunden skraa kan iøvrigt ogsaa fremstaae, hvor Udgravningsdybden bliver meget skiftende paa Grund af, at Terrænet har stærke Fald. For et af vandrette Skifter bestaaende Murværk ville Aftrapninger være heldigere, og saadanne lade sig ogsaa nu og da anvende, naar Trinhejden, der her ligesom ellers (79) maa svare til Skiftegangen, kan være lille og Trinbredden gjøres stor, men det er undertiden vanskeligt nok at faae holdbare Trin i Jord, og man tør ej heller vente ved Aftrapninger i Jord at kunne forøge Modstanden imod Forskydning væsentligt. Hvad her er sagt om Aftrapninger finder ogsaa Anvendelse, hvor man ved almindelige Huse gaaer til forskellige Dybder med de ydre og indre Mure (72, sidste Stykke). — Gravearbejdet udføres stedse ved Hjælp af Skovl, Spade og Hakke.

82. De i Bygningers Mure under Jordoverfladen indgaaende Sten maae være frostbestandige og Mørtelen Vandbygningsmørtel. Ved Brug af brændte Sten gjøres Banketterne gjerne  $\frac{1}{2}$  Sten brede, og Afstanden imellem dem maa da mindst være saa stor som 4 til 5 Skifters Højde. Men det

er mindre bekvemt at bruge brændte Sten i Begyndelsen, da de fordrer stor Regelmæssighed af Grubens Bund. Derfor er det, at man saa ofte begynder med Grundsten. Disse lægges enkeltvis med den flade Side nedad og tæt sluttede; man sikrer dem ved Stampning og Understopning, og begynder Murværket af brændte Sten, efter at Laget har faaet en vel udliget Overflade. Endnu bekvemmere er det at begynde med Beton, der anbringes lagvis under Stampning. Har Jorden saadan Beskaffenhed, at Grubens Sider kunne holde sig lodrette, kunne disse umiddelbart begrænse Betonen. I andet Fald opsættes Indfatninger af Smaapæle og Brædder. De paa et Grundstens- eller Betonlag værende Banketter kunne uden Ulempe gjøres bredere end hvor brændte Sten bruges.

Brugen af Beton maa især anbefales i Tilfælde, hvor Grunden er vandrig.

83. Skjøndt en Byggegrund af stærkt udblødte eller sammentrykkelige Jordarter ikke kan kaldes god, har man dog undertiden kunnet gjøre den brugelig ved en forudgaaende Komprimering.

I Venedig forekommer nu og da en blød Lerbund, som man har forbedret ved at ramme mange Smaapæle ned i den, saa at den derefter har kunnet bære tunge Bygninger.

I Bremen forekommer en Grund af lignende Beskaffenhed, men til Befæstelsen rammer man der Murstensstykker ned i den. Der spredes gjentagne Gange Lag af disse Stenstykker over Grunden, og hver Gang rammes der paa dem indtil Stenene forsvinde i Leret. Man standser først, naar det ikke længere er muligt ved Ramning at faae Stenene til at forsvinde. Paa en saaledes befæstet Grund har man nu og da opført høje Pakhuse, og de have holdt sig godt.

Hvor de bløde Lag have større Mægtighed end paa de nævnte Steder og ere sammentrykkelige, er det bedre at iværksætte Komprimeringen ved at betyngge den bløde Masse med en høj Dyrge af en eller anden tung Jordart, som kan virke paa den bløde Masse ved sin Vægt og i en længere Tid. Saaledes har man t. Ex. baaret sig ad i Hamburg ved Opførelsen af Kajmure. Ved Bygningen af den nordre Indgangsluse til den kaledoniske Kanal brugte Bygmesteren

(Telford) en stor Dyngge Ler, som han udgravede af en Bakke i Nærheden. Denne Sluse ligger nemlig paa en Slikstrand. Lerdyngen fik Lov at henstaae  $\frac{1}{2}$  Aar og den var da sunket ca. 11 Fod. Ved Byggegrubens Udgravning tjente det tilbageværende af Lerdyngen som Fangedæmninger, og det viste sig, at Slikken var forvandlet til Klæg, hvorpaa Slusen blev bygget, rigtignok med omvendt Hvælving imellem dens Mure. Ikkun under Slusehovederne blev der anvendt Pæleværk.

### § 2. Fundering paa Slyngværk og Sandlag.

84. Et Slyngværk er en Tømmerforbindelse, som bliver lagt paa en Byggegrubes Bund, og paa hvilken derefter Bygningen bliver opført. Det kan fordele Bygningens Vægt mere ligeligt over Grunden, end om denne umiddelbart bærer den, vel ogsaa overføre Tryk fra muligvis tilstedeværende mindre bæredygtige Steder i Grunden til de bæredygtige, og derhos, saafremt man giver det større Udstrækning end Bygningen, formindske Trykket paa hver Fladeenhed ved at Vægten bliver fordelt over en større Flade. Slyngværket egner sig altsaa til at bruges, hvor Grunden ikke er god. Men da dets Stivhed ikke let kan blive meget stor, og der let kan tænkes Uensformighed i Tryk og Bæreevne, som det aldeles ikke kan hjælpe imod, hvor stivt det end maatte være, og da man ej heller kan udvide den bærende Flade ret meget derved, saa er der mange Tilfælde, hvor man ikke kan yde Bygninger, der skulle opføres paa mindre god Grund, fornøden Sikkerhed ved Slyngværk.

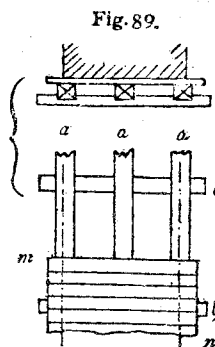
Et Slyngværk maa altid anbringes i en saadan Dybde, at det befinder sig helt under Grundvandets Overflade (73).

I den nyere Tid blive Slyngværker ofte afløst af Betonfundamenter. Man kan ikke alene let skaffe disse en større Stivhed, men man kan ogsaa anbringe dem, hvor der er Vanskelighed forbunden med Tørlægningen, og derhos lide de ej heller, hvis de skulle komme op over Grundvandet. Om Betonfundamenter vil der dog først senere blive gjort Rede.

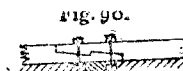
85. De vigtigste Stykker i et Slyngværk ere nogle

Stykker Tømmer, Langstrøerne, *a, a* (Fig. 89), der ligge efter Bygningens Længderetning. De hvile paa Underlag eller Tværstrøer *b, b* og bære Dæk *mn* af Planker paatværs.

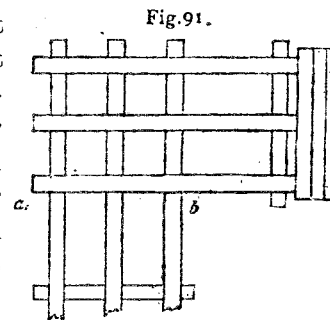
Langstrøerne kunne være 8 til 12 Tom. tykke, Tværstrøerne 6 til 10 Tom., Dækket kan være ca. 3 Tom. tykt. Langstrøerne kunne ligge  $2\frac{1}{2}$  til 4 Fod fra Midte til Midte, Tværstrøerne 4 til 6 Fod.



Tværstrøerne skulle lette Langstrøernes Anbringelse og sikre dem i deres Stilling. Der bliver derfor udarbejdet Skrammer i Tværstrøerne til Optagelse af Langstrøerne, men da disses Stivhed maa ønskes bevaret, blive de uden Skrammer. Skulle Langstrøerne samles af flere Længder af Tømmer, maae Samlingerne, der anordnes som vist i Fig. 90 (skraat Hageblad) falde over Underlagene. Forbindelsen imellem Lang- og Tværstrøer sikres ved Skruebolte og forkilede Trænegler. Dæksplankerne befæstes paa Langstrøerne ved Trænegler og Spiger.



Hvis den Mur, man vil opføre paa Slyngværk, bøjer af fra sin Retning, bringer man bedst fornøden Sammenhæng tilveje imellem Slyngværkerne under de forskellige Strækninger Mure, ved at lade Tværstrøerne i det ene af dem forlænge sig og danne Langstrøer i det andet. De Tværstrøer, som skulle forlænges, maae have Langstrøernes Tykkelse og de maae være lagte lidt tættere end de andre. Udenfor Hjørnet kommer der under dem til at ligge nye Tværstrøer af sædvanlige Tværmaal. Fig. 91 er et Grundrids af Anordningen i Tilfælde, hvor Muren bøjer af under en ret Vinkel. Ved *ab*, hvor det paa de øverste Langstrøer hvilende Dæk intet Fremspring faaer, vil der blive



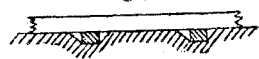


et Trin, hvis Højde maa afpasses efter Skiftegangen i Murværket. Bøjer Muren af under en skjæv Vinkel, er Anordningen ligedan, kun maae Tværstrøerne henimod Hjørnet lidt efter lidt forandre Stilling fra den paa de understøttede Langstrøer vinkelrette til den med det andet Slyngværks Langstrøer parallele. Dækket ved Hjørnet maa derhos lægges af Planker med skiftende Brede eller vifteformigt, for at alle Planker kunne faae Understøtning af alle Langstrøerne.

Skal der anvendes Spunsvægge, maae disse hverken anbringes inde under Bygningen eller sættes i fast Forbindelse med noget af Slyngværkets Stykker. Bygningens Synkning vilde ellers kunne blive uensformig, da Spunsvægge have nogen Bæreevne.

86. Naar der skal funderes paa Slyngværk, gjør man vel i ikke strax at udgrave til større Dybde end den, hvori Langstrøernes Underkant befinder sig. Tværstrøerne lægges da i

Fig. 92.



særegne for dem udgravede Render, der ses i Fig. 92, som fremstiller et lodret Snit, parallelt med Langstrø-

erne. Disse ville da ikke komme til at hvile paa frisk paafyldt Jord. Naar Tværstrøerne ere paa Plads, bringes Langstrøerne til Stede, og der afridses for Skrammerne i Tværstrøerne. Efter disses Udarbejdelse lægges Tværstrøerne til Rette og da henlægges og befæstes Langstrøerne. Før Dækket kan lægges, maae Mellemmrummene imellem Langstrøerne indtil Dækkets Underkant omhyggelig fyldes med Jord, Murgrus eller Beton under Stampning. Ler eller Puddle (Ler med Sten) foretrækkes, hvor der er Fare for, at Slyngværket under en lav Stand af Grundvandet, til Tider kan komme op derover. Uden en omhyggelig Fyldning kan Slyngværket nemlig ikke forstørre, men vil maaske formindske den bærende Flade. Efter Fyldingen anbringes og befæstes Dækket.

87. Den i 85 angivne almindelige Konstruktion af Slyngværket, er nu og da bleven ændret og paa forskellige Maader.

a) I Tilfælde, hvor Murens Længde og Brede ikke ere synderlig forskellige, har man ikke taget i Betænkning at danne Skrammer ogsaa i Langstrøerne, og derved opnaaet at

faae Tømret bindigt paa Oversiden. Dækket kan da understøttes af Tømmerstykkerne i begge Lag.

b) Hvor man ikke behøver at have Betænkning ved at lægge Langstrøerne umiddelbart paa Grubens Bund, har man undertiden anbragt Tværstrøerne ovenpaa Langstrøerne, enten som i Fig. 93, hvor de springe frem over Dækket, eller som i Fig. 94, hvor de ligge bindige med Dækket. Fremspringene, der maae afpasses efter Skiftegangen i Murværket, kunne maaske forhindre Forskydning efter Murens Længderetning, hvis saadan er mulig. Ved denne Ændring spares nogle Planker.

Fig. 93.

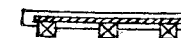
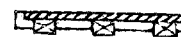


Fig. 94.



c) Naar Langstrøerne kunne lægges umiddelbart paa Grubens Bund, kan man maaske ogsaa udelade Tværstrøerne og stole paa, at Dæksplankerne ville sikre Langstrøerne tilstrækkeligt i deres Stilling. Engelske og nordamerikanske Sluser ere undertiden blevne byggede paa saadanne Slyngværker. Udeladelsen af Tværstrøerne medfører atter en Besparelse af Materiale.

d) Naar man vil lægge Langstrøerne Side om Side, er Plankedækket overflødig og kan udelades, men saa kan det maaske ogsaa være nok at danne Langstrøerne af Halvtømmer, navnlig naar man ogsaa vil lægge Tværstrøerne Side om Side. Man er saaledes kommen til at bygge Slyngværker af to Lag hinanden krydsende Stykker Halvtømmer, lagte Side om Side. Men Udeladelsen af Dækket i andre Tilfælde end hvor Langstrøerne ligge Side om Side, synes ikke at gaae an, selv ikke om man vilde bruge Murværk som Fyld imellem Langstrøerne.

88. Et Sandlag kan ligesom et Slyngværk bevirke, at en derpaa opført Bygningens Vægt bliver fordelt mere ligeligt over Grunden, og, om Grunden ikke overalt maatte være lige bæredygtig, at Trykket paa de eftergivende Steder formindskes. Det kan ogsaa, om det faaer større Udstrækning end Bygningen, fordele dens Vægt over en større Flade.

At man bruger Sand og ikke anden god Jord hidrører fra, at man med Sand noget nær kan være nøjet med den mindste Tykkelse, og derhos mindre let løber Fare for, at Laget efter Anbringelsen skal sætte sig (33).

Der har været Tilfælde, hvor man har kunnet gjøre Sandlaget blot 3 Fod tykt, men i Almindelighed har man gjort det 6 til 8 Fod tykt. Naar den mindre gode Grund har større Mægtighed, og den derhos er af saadan Beskaffenhed, at den vil kunne undvige til Siderne ved Vægten af Sandlaget og den derpaa stillede Bygning, ligger det allermest nær at grave den mindre gode Grund helt bort og altsaa gjøre Sandlaget saa meget tykkere, men der er ogsaa Mulighed for, at man kan omgive Byggegruben med Dæmninger af Sand, som kunne forhindre en Undvigelse af hvad der maatte blive ladt tilbage af den forskydelige Grund under Bygningen.

For at faae den Bygningen bærende Flades Størrelse forøget, har man forøget Sandlagets Længde og Brede med Lagets Tykkelsesdimension.

Arbejdet begynder med Grundens Udgravning. Hvor der skal gjøres Brug af de ovenfor omtalte Dæmninger af Sand, har man taget disses Areal med, men derefter fortsat Udgravningen for Dæmningerne til den fornødne større Dybde samt bygget disse Værker. Sandlaget under Bygningen bliver i alle Fald anbragt i tynde Lag paa 6 til 8 Tom. Tykkelse. Hvert af disse Lag bliver under Anbringelsen vandet og stampet.

Det er ikke mange Anvendelser, man har gjort af Fundering paa Sandlag. Man kan nævne Kajmurene i Kanalen St. Martin i Paris, forskellige andre ikke meget tunge Bygninger i Frankrig og Holland samt nogle Drejeskiver hist og her. Sandlag fordrer ganske vist ikke Tørlægning, heller ikke at der ved Anvendelsen tages Hensyn til Grundvandets Stand, og det kan nu og da blive økonomisk fordelagtigere end Slyngværket, men det frembyder, hvor Omstændighederne ere gunstige, heller ikke større Sikkerhed for Bygningen end dette, og hvor Sandet kan blive paavirket af rindende eller bølgende Vand ganske vist en langt ringere.

At der i den Del af en Bygnings Mure, som befinder sig under Terrænoverfladen, ogsaa her altid maa bruges frostbestandige Sten og Vandbygningsmørtel, er en Selvfølge (82).

### § 3. Fundering paa Pæleværk.

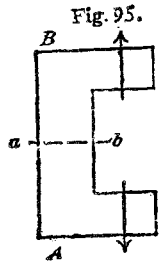
89. Ved et Pæleværk forstaaes en Samling af rammede og med hinanden paa passende Maade forbundne Pæle, bestemt til at bære en Bygning. Pæleværket er sædvanligvis af Træ.

Imedens Slyngværk og Sandlag kun kunne forringe Synkningen og gjøre den mere ensformig, kan Pæleværket ganske forhindre Synkningen. Det indeholder nemlig altid saa mange Pæle, som behøves for at disse fuldstændigt kunne modstaae de virkende Kræfter.

Da en rammet Pæl yder størst Modstand, naar dens Retning falder sammen med de virkende Kræfters Resultant, saa rammer man bedst de til et Pæleværk hørende Pæle parallelt med Resultanten af de paa Pæleværket virkende Kræfter. Hyppigt kunne Pælene være lodrette, men i Pæleværkerne før Beklædningsmure og andre Mure, som skulle modstaae Jordtryk, Tryk af Hvælvinger eller Sprængeværksstivere, maae de ofte være skraae. — For Bropiller, der vel fortrinnsvis paavirkes i lodret Retning, men ogsaa kunne blive udsatte for Stød og Tryk i andre Retninger, bygges Pæleværker, der indeholde, foruden det fornødne Antal Lodpæle, Skraapæle udenom disse.

Det Tømmer, som bruges til at forbinde Pælene med hinanden, og hvorpaa ogsaa Bygningen skal staae, maa, for at Forskydning skal være forhindret, befinde sig i en Plan, der er vinkelret paa Resultantens Retning. Da der tages Rettømmer dertil, maae Pælene være stillede i Rækker saa vel paa langs som paatværs.

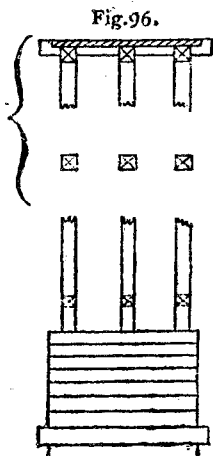
Skjøndt det er Forbindelsestømrets vigtigste Bestemmelse at overføre Bygningstrykket til Pælene, har det dog ogsaa en anden Bestemmelse. I mange Arter af Grund og navnlig i de sammentrykkelige og forskydelige, have Pæleværkets Pæle en Tilbøjelighed til at vandre udad, hidrørende fra, at Grunden ved Ramningen er bleven sammentrykket. Særegne ydre Omstændigheder kunne undertiden ogsaa forøge denne Tilbøjelighed. Lad os t. Ex. betragte den med Parallelfloje



forsynede Landpille, vist i Grundriss i Fig. 95. bag hvilken vi ville tænke os, at der skal være en høj Dæmning af Jord. Idet denne ved sin Vægt vil komprimere Grunden imellem Fløjene, bliver Pælens Tilbøjelighed til at vandre i Retning af Pilene kjendelig forøget. Naar Pillens Fundament derfor ikke bliver forbundet godt i Retning af  $AB$ , kan der danne sig en Revne midtvejs gennem

hele Murværket efter  $ab$ .

Pæleværker maae, ligesom Slingværker, være anbragte helt under Grundvandets Overflade.



90. I Fig. 96 er vist et Pæleværk for en Mur i Snit og Grundriss. Det indeholder tre Rækker Pæle efter Murens Længderetning i  $2\frac{1}{2}$  til 3 Fods Afstand imellem Midterne. Pælene staae ogsaa i Rækker paatværs, men Afstanden imellem Midterne er i denne Retning 3 til 5 Fod. Paa Pælene er der efter Længderetningen tappet Hamre, og paa dem ligger et Dæk, der lige over Pælene indeholder Ankere af Tømmer og ellers Planker. Ankrene ere udskrammede over Hamrene, saaledes at Dækkets Stykker ere bindige paa Oversiden.

Pælene ere 6 til 12 Tom. tykke, Hamrene mindst lige saa tykke som Pælene, Ankrene maaske noget tyndere end Hamrene. Dækket er ca. 3 Tom. tykt.

Tappene paa Pælene maae kun have et i Forhold til Pælens lille Tværsnit, da Brysterne ellers blive smaa og det kun er paa dem, Pælene faae at bære. Er Pæletykkelsen  $t$ , kan Tappenes Udstrækning tværs paa Hamrenes Længderetning være  $\frac{1}{3}$  til  $\frac{1}{4}t$ , i denne Retning  $\frac{1}{2}t$ . Derimod maae Tappene være saa høje, at der kan anbringes en Trænagle igjennem dem og Hamrene til disses Befæstelse paa Pælene. Man bruger iøvrigt ogsaa ofte hertil Spidsklamre, hvis ene Spids slaaes ind i Pælen, den anden i Hamren. Hamrene samles over Pælene

ved lige Stød, og Forbindelsen mellem Stykkerne sikres enten ved Spidsklamre eller man lader Tappen ved Samlingen beholde Pælens hele Udstrækning i Hamrenes Længderetning og anbringer to Trænagler i den, en gennem hvert Stykke Hammer. Ankrene forbindes ofte med Hamrene ved Trænagler, Plankerne befæstes til Hamrene ved Spiger og Trænagler.

Hvis den Mur, der skal opføres paa Pæleværk, bøjer af fra sin Retning, bringer man bedst Sammenhæng tilveje imellem Pæleværkerne under de forskellige Strækninger Mure ved at lade Ankrene i det ene af dem forlænge sig og danne Hamre i den anden. De Ankere, som skulle forlænges, maae være lagte lidt tættere end de andre, og Pælene ved Hjørnet stillede i Overensstemmelse dermed. Anordningen af Forbindelsestømret er i det hele overensstemmende med Anordningen af Tømret i Slingværket, som nærmere er beskrevet i 85, hvortil derfor henvises.

Skal der anvendes Spunsvægge, kunne de uden Fare fastgøres ved Pæleværkets Forbindelsestømmer. De kunne ogsaa, om man vil, stilles inde i Pæleværket, hvor de kunne forhindre Gjennemsivning og hjælpe til at bære. Men naar Spunsvæggene anbringes for at forhindre Udskæring og Bortskylling af Grunden, maae de helst staae udenfor Pælene. Derimod er Valget af Pladsen frit, naar Hensigten med dem er at modvirke Gjennemsivning af Vand.

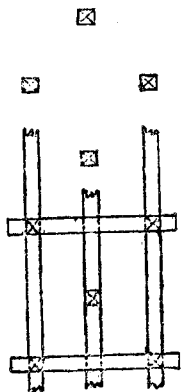
91. Naar der skal funderes paa Pæleværk, maa der udgraves til ca. 1 Fod større Dybde end den, hvori Pælens Bryster skulle befinde sig, da disses og Tappenes Tildannelse ellers vilde være forbunden med Vanskelighed. Naar Pæleværkets Dæk skal være vandret, kan man maaske lette sig Afsætningen af Tap- og Brysthøjde paa alle Pælene ved at tage Vandets Spejl i Gruben til Hjælp derved. Efter at Pælene ere afskaarne Brysterne og Tappene tildannede, lægges en Hammer frem ved Siden af sin Pælerække i omvendt Stilling, Taphullerne afsættes paa den, og naar disse da ere udstemmede, anbringes og befæstes Hamren paa Rækken. Naar alle Hamrene ere lagte og befæstede, kunne Ankrene anbringes. Før Plankerne lægges, blive de tomme Rum imellem og under Hamrene omhyggelig fyldte til disses Overkant med Jord eller

Beton, hvilke stampes. Fyldingen har vel ikke den Betydning som ved Slyngværket, men tomme Rum vil man dog ikke lade tilbage i Pæleværket. Tilsidst lægges og befastes Plankerne.

92. Den i 90 angivne almindelige Konstruktion af Pæleværket er ofte bleven ændret og paa forskellige Maader.

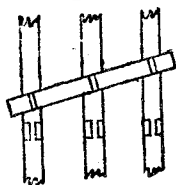
a) Som en mindre væsentlig Ændring kan nævnes, at man undertiden har forsat Pælene i Rækkerne for hinanden (Fig. 97). Ankrene kunne da vel ikke komme til overalt at ligge over Pæle, men dette behøves ej heller, da de jo ikke skulle understøttes umiddelbart af Pælene. Der er den Fordel ved denne Ændring, at Afstanden imellem Pælene, hvor den er mindst, bliver noget forøget. Ramningen bliver da noget lettere og Grunden noget mere ensformig komprimeret.

Fig. 97.



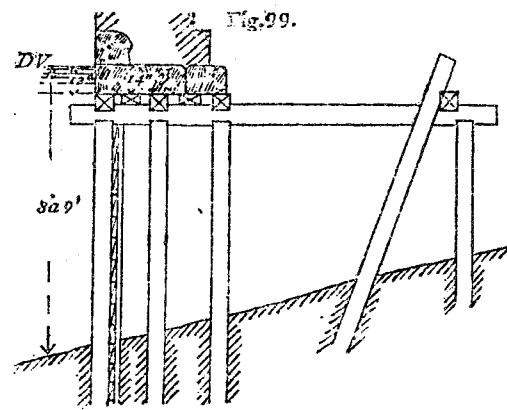
b) En anden mindre væsentlig Ændring bestaaer deri, at man lader Ankrene springe noget frem over Plankerne i Dækket, hvorhos maaske Ankrene gribe over Hamrene med Kamme i Stedet for med Skrammer. I Fig. 98 ses et med Kamme forsynet Anker henkastet over Hamrene i omvendt Stilling. Ankrenes Fremspring maa selvfølgelig være afpasset efter Skiftegangen i Murværket. Ved denne Ændring kan Pæleværket gøres skikket til at modstaae Forskydning i Retning af dets Hamre.

Fig. 98.



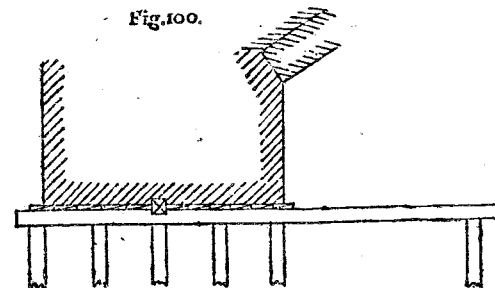
c) Til de væsentligere Ændringer hører først, at man undertiden har lagt Hamrene paatværs af Muren og Ankrene paalangs. Selvfølgelig maae Pælene i Længderækkerne da staae tættere end ellers. Denne Ændring har Betydning, hvor der skal bygges høje Pæleværker paa dybt Vand. Der fyldes da ofte med Jord imellem Pælene, og for at holde Fylden tilbage anbringes der enten Klædning og Forsætning bag den yderste Pælerække eller denne erstattes af en Spunsvæg. Saaledes bliver Pæleværket udsat for et Jordtryk, som det kun kan blive skikket til at modstaae ved

at blive forsynet med en Forankring. Men de dertil hørende Jordankere kunne da fremstaae ved at forlænge nogle af Pæleværkets Ankere ind i Land, og Forankringen vil netop herved blive mere sikrende, end naar Ankrene skulle befastes paa Hamrene, hvad de maatte, naar disse laae paalangs. Fig. 99



viser et Tværsnit af Kajmurene paa nordre Toldbodplads, der ere funderede paa høje Pæleværker, af den her omtalte Konstruktion. Tværtømret er vel ikke tappet paa Pælene som sædvanligt, men det griber over Pælene med Skrammer, og i Dækket, der ligger 12 Tom. under daglig Vande, indgaaer der, foruden tre Langstrøer, to derimellem indskudte Stykker Halvtømmer. Murens nederste Skifte bestaaer af 14 Tom. høje udklovede Sten og de yderste af dem ere alle Bindere, d. e. have deres største Udstrækning paatværs af Murens Længde.

Fig. 100.



— Denne Ændring har ogsaa fundet Anvendelse ved Pæleværker for Piller til Broer af Sten. Fig. 100 viser en Del af

en saadan Broes Længdesnit. De nederste Stykker Tømmer i Pæleværket ere parallele med Længdesnittets Plan. De ligge altsaa paatværs af Landpillens Længderetning, og idet de ere gennemgaaende fra Landpille til Landpille, modvirke de Forskydning, hidrørende fra Hvælvningernes Sidetryk. Paa disse Tværtømre hviler Pæleværkets Dæk, i hvilket der midtvejs er indskudt en Langstrø, som man, for at forhindre Pillernes Forskydning paa deres Fundament, har ladet springe noget frem over Dækket.

Fig.101.

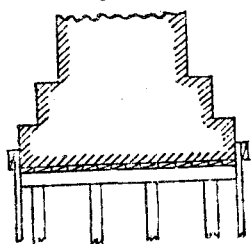


Fig.102.

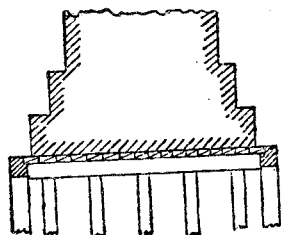
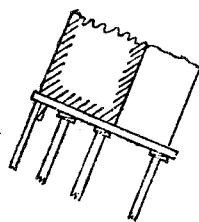


Fig.103.



d) I Tilfælde, hvor Pælens Vandring tværs paa Hamrens Retning kan forhindres alene af Dækkets Planker, ville de Ankere, man ellers indskyder deri, kunne undværes. Som Exempler herpaa kunne Fig.101 og 102 tjene. De vise Tværnsnit af en Bropille, henholdsvis i Stainesbroen over Themsen og i Broen over Seinen ved Neuilly. Hamrene ligge begge Steder paatværs af Pillerne. I den sidste Figur ere Hamrene dog bladede i en Ramme af Tømmer, hvis Stykker selv hvile paa Pæle og have False for Dækkets Planker.

e) Der gives ogsaa Tilfælde, hvor Forbindelsen imellem Pælene helt kan tilvejebringes ved Brug af Halvtømmer eller Planker. Saaledes er det t. Ex. ved en Kajmur i Hull, hvis Tværnsnit ses Fig. 103. Pælene ere ved denne Mur rammede skraat i Resultantens Retning. Yderst i Fundamentet er der en Spunsvæg med Tvinger, der er bestemt til at bære, og paa de to Pælerækker indenfor denne ligger der Halvtømmer paa Fladen, befæstet paa Pælene ved

Spidsbolte. En tredje Pælerække er tilføjet for de Modstandspiller, som denne Mur er forsynet med, og den er ogsaa dækket af Halvtømmer. Det paa samtlige Pæle hvilende Dæk, der befinder sig i en Plan, vinkelret paa Resultantens Retning, bestaaer af Halvtømmer paatværs.

f) Ogsaa kan Plankedækket være indskrænket eller helt udeladt. I Pæleværket Fig. 99 er det blot indskrænket, men der gives andre Tilfælde, hvor det er helt udeladt. Indskrænkningen og Udeladelsen er betinget af, at Stenene i Murens nederste Skifte ere saa store, at de kunne finde fornøden Understøtning paa det tilstedeværende Tømmer, og denne Betingelse var, som oplyst ovenfor, ogsaa tilfredsstillet ved Pæleværket i Fig. 99. Ved Anvendelsen af brændte Sten er et tæt Dæk nødvendigt. Man kan i Reglen næppe helt lade Dækket falde bort, hvor man bruger Beton eller almindeligt Murværk til Udfyldingen imellem Tømret.

g) Der gives endelig ogsaa Tilfælde, hvor hele Tømmerforbindelsen er udeladt, saa at ikkun Pælene ere tilbage i Pæleværket. Der maa da hverken være Fare for, at Pælene skulle vandre, eller for, at Stenene i Murværket ikke skulle blive tilbørligt understøttede af Pælene alene. I Venedig, hvor man komprimerer Grunden ved at ramme Smaapæle ned i den (83), benyttes ingen Tømmerforbindelse, men Smaapælene staae ogsaa hinanden meget nær, og det eftergivende Lag har ikke stor Mægtighed. Under almindelige Forhold er det næppe tilraadeligt helt at udelade Tømmerforbindelsen. Dog kan det uden Skade ske, naar man erstatter den af et Betonlag, der gjøres saa tykt, at det kan overføre Trykkene til Pælene, og derhos afskærer disse ca.  $\frac{1}{2}$  Fod over Grunden, hvorpaa Betonen skal hvile, saa at de med denne Højde række op i Betonen; thi et saadant Betonlag kan træde i Tømmerforbindelsens Sted. I den nyere Tid har man hyppigt bygget Pæleværker med Betonlag. Saaledes t. Ex. ved Opførelsen af den nye Bankbygning m. fl. Bygninger i Kjøbenhavn. Herved maa dog erindres, at Beton ikke kan modstaae nær saa stort Tryk pr. Kradrattomme som Træ, nemlig kun 100, højest 200  $\text{R}$ , imod 800  $\text{R}$ . Der maa saaledes som Regel bruges flere Pæle i et Pæleværk, naar det skal have Betonlag i Stedet for Tøm-

merforbindelse. I le Havre har man ved Opførelsen af en Kajmur kunnet undgaae en Forøgelse af Pælens Antal derved, at man har anbragt Hamre paa Pælene tværs paa Murens Længderetning og ladet disse træde med en Del af deres Tykkelse op i Betonen som ellers Pælene.

93. Til det i 91 om almindelige Pæleværkers Bygning anførte skal endnu føjes nogle Bemærkninger om Bygningen af de høje Pæleværker, man nu og da har anvendt ved Kajmure og Bropiller for at undgaae Afdæmning og Vandlænsning. Da det ikke gaaer an at gjøre Pæleværkerne saa høje, at de kunne komme til at række op over Vandet, bliver en Del af Bygningens Murværk, større eller mindre efter Vandstandsforandringerne, at opføre i Vand. Vanskelighederne her ved har man undertiden søgt at fjerne ved i Murværkets nederste Del at bruge Blokke af Sten, der kunne sættes i Vand og ved deres Størrelse faae en sikker Stilling, om end Fugernes Udfyldning med Mørtel maatte lade en Del tilbage at ønske (se Fig. 99), til andre Tider ved at benytte Sænkekasser for deri at opføre den Del af Murværket, som skal befinde sig under Vandet. Om Fundering i Sænkekasser vil der senere blive Tale. Her tænkes derfor nærmest blot paa Tilfælde som dem, der ere oplyste ved Fig. 99.

Pælene, der selvfølgelig faae større Længde end om Pæleværket var lavt, kunne rammes fra fast Stillads eller Flaade ligesom ellers; derved er der ingen Vanskelighed. Ogsaa deres Afskæring under Vand efter en vandret Plan udføres let ved de Redskaber, man dertil har bygget, og som senere ville blive beskrevne. Da der hertil i Reglen fordres fast Stillads, vil man ved Pæleramningen vel ogsaa hyppigt foretrække et saadant. At tildanne Bryster og Tappe paa Pælene under Vand vilde ganske vist være vanskeligt, men det kan man ogsaa godt undgaae ved at lade Pælene med fuld Tykkelse gribe op i Skrammer i Tværtømret. Disse Skrammer udarbejdes efter Mærker, der faaes ved at føre Pælehovedernes Kanter lodret op paa Tømret, som i dette Øjemed bliver henlagt vandret paa Stilladset lige over den Pælerække, hvortil det hører. Efter Skrammernes Udarbejdelse sænkes Tømret paa sin Plads ved Betyngelse, og det befæstes til Pælene ved

Spidsbolte, der drives ned ved Slag med en Mukkert, virkende paa Boltene gennem en Paasætter. Paa lignende Maade forberedes, anbringes og befæstes ogsaa Langstrøerne. Plankerne i Klædningen bag den forreste Pælerække blive samlede ved Sledske i Flager, og kunne saaledes anbringes under et. Dette Arbejde og Anbringelsen af Forsætningen sker som de tilsvarende Arbejder ved almindelige Bolværker. Som Fyld kan man bruge leret Sand. Ved Anbringelsen kommer det an paa at faae Fylden tæt lejret uden Stampning, som ikke godt kan anvendes under Vand. Beton vilde være et bedre Fyldmateriale, men det er tvivlsomt om Pæleværket da vilde behøves (se II § 5).

Det paa et Pæleværk hvilende Murværk maa, for saa vidt det befinder sig under Terrænoverfladen, altid bestaae af frostbestandige Sten og Vandbygningsmørtel.

94. Til Slutning skal endnu siges et Par Ord om Fundering paa Sandpæle, som i enkelte Tilfælde har været forsøgt.

En Sandpæl fremstilles derved, at man rammer en Pæl af Træ, trækker den forsigtigt op og fylder det Hul, den efterlader, med Sand. Denne Operation gjentages altsaa for hver Pæl, Fundamentet skal indeholde. At Sandpæle anbragte i en Byggegrund kunne forøge dens Bæreevne, fremgaaer af hvad der i teknisk Mekanik er oplyst om Sandets Bundtryk i et cylindrisk Kar. Virkningen beroer paa den Friktion, der er imellem Sandskornene indbyrdes og imellem dem og Karrets Vægge, men den forudsætter tillige, at disse sidste kunne yde tilstrækkelig Modstand imod det Tryk, der vil virke paa dem. At Væggene i det ved en Pæls Ramning tilvejebragte Hul altid skulle kunne yde saadan Modstand, derom kan der nok næres Tvivl. Om de end ikke i deres Helhed vige tilbage for Trykket, kunne de dog optage i sig et større eller mindre Antal Sandskorn, og Forholdet vil da blive det samme, som om Væggene havde givet efter for Trykket.

I økonomisk Henseende stiller Fundering paa Sandpæle sig maaske lidt fordelagtigere end Fundering paa Træpæle, men Forskjellen er ikke stor; thi Udgifterne til Ramningen

blive ikke mindre, Udgifterne til Optrækningen komme til, og der maa jo ogsaa gjøres Regning paa nogen Afgang af Pæletømmer paa Grund af de mange Ramninger.

Derfor har Fundering paa Sandpæle, hvor meget der end theoretisk kan tale for den, næsten ingen praktisk Betydning faaet.

#### § 4. Byggegrubens Tilvejebringelse.

95. Da Basis for en Bygning ikkun befinder sig paa Terrænets Overflade i Tilfælde, hvor Grunden bestaaer af fast Klippe, der ikke forstyres med Tiden, men ellers maa befinde sig i en vis Dybde derunder, saa bliver der som oftest, naar en Bygning skal opføres, at tilvejebringe en Byggegrube.

Derom har der i det foregaaende været talt lejlighedsvis. Her skal der gaaes noget nærmere ind paa Tilvejebringelsen.

Vi tænke herved selvfølgelig nærmest kun paa de Funderingsmetoder, der ere beskrevne i det foregaaende, men forbeholde os at anvende det meddelte saa vidt ske kan senere. Vi skjelne imellem de Tilfælde, hvor Byggegrunden ligger tør, og dem, hvor den er dækket af Vand.

96. Byggegrunden ligger tør. For et almindeligt Hus udgraves først til den af Kjældergulvet betingede Dybde. Dernæst dannes de egentlige Fundamentgrave, hvis Beliggenhed er betinget af de forskellige Mures. Hvis Folkene skulle have Plads i dem ved Byggearbejdet, maa Bredden være noget større end Murenes Tykkelse, og størst Plads fordres, hvis der skal opstilles Rambuk i Gravene. Ved Fundering paa Beton behøves intet Tillæg i Brede. Skraaningerne holdes stedse saa stejle som muligt, og Anlægget behøver maaske ved ca. 4 Fods Dybde ikke at være større end  $\frac{1}{2}$ , undtagen i Sand, hvor det maa være noget større. I stivt Ler kan der udgraves omtrent lodret, og naar Dybden ikke er større end 4 Fod, kunne de lodrette Sider ogsaa holde sig i nogen Tid. Tilstede Forholdene ikke at give Skraaningerne det fornødne Anlæg, maa der gjøres Brug af en paa passende Maade afstivet Bræddebeklædning til Støtte for Jorden.

Af den ved Grubens Udgravning vundne Jord skal ofte

en Del holdes tilbage til Efterfylding efter Bygningens Opførelse. Hertil vælges den bedste Jord, d. v. s. den der paa engang er mest fri for organiske Levninger og vil lejre sig tæt og fast. Man søger en Plads for den nær ved Stedet, hvor den skal bruges, paa hvilken den kan oplægges og uden Ulempe for Byggearbejdet blive liggende, til den skal bruges. Bestaaer den af Sand, maa Fylden dog fjernes noget mere fra Byggegruben end ellers fornødent, fordi Sand let af Blæst og Regn kan blive ført ned i den. Den øvrige Jord skal i Reglen føres bort i Vogne og helst efterhaanden som den udgraves. Paa meget lavt Terræn kan der maaske gjøres Brug af den vundne Jord til Terrænets Forhøjelse udenom Bygningen. Paa Gaardspladsen oplægges da den mest sandede og grusede Jord; skal der anlægges Have, føres Muldjorden derhen.

Skal Byggegruben kunstig holdes tør, dannes der ofte en Sump i den, hvori Vandet kan samles, og af hvilken det kan fjernes. Sædvanligvis dannes den ved at der nedgraves en Kurv eller en med Huller forsynet Foustage eller Kasse af Træ i Grubens Bund. En rummelig Sump letter Torholdelsen.

97. For andre Bygninger paa tørt Land tilvejebringes Byggegruben i det væsentlige efter de samme Grundsætninger. Har Gruben stor Dybde, kan det være fordelagtigt at anlægge Banketter paa Skraaningerne. De lette ofte Anbringelsen af Stilladser, Oplægningen af Materialier og Adgangen til Gruben. Jordens Opbringelse fra dybe Gruber vanskeliggjøres ofte af Mangel paa Plads, og naar Trillebørene bruges, lader man derfor disse undertiden trække op ad Skraaplaner ved Heste (60. Slutningen). Ved store Byggeforetagender kan der undertiden med Fordel bruges Sporveje til Bortførsel af den Del af Udgravningsmassen, som hverken skal bruges til Efterfylding eller kan finde anden Anvendelse paa Byggestedet.

Det kan ved store og dybe Byggegrundes Udgravning hænde, at det ikke er ganske let at faae tørlagt, og man anbefaler da ofte at foretage Udgravningen delvis. Skal dette nytte, maae ogsaa Funderingen og Bygningens Opførelse under Vandet kunne foretages delvis. Ved nogle Bygninger falder den delvise Opførelse helt naturlig, saasom ved Viadukter, hvor hver Pille bygges for sig. Men der er ogsaa Bygninger, hvor

der kan næres Betænkelse derved, fordi enten Fundamentet eller Bygningens Murværk vil lide derunder. Ved de Funderingsmetoder, vi hidtil have beskæftiget os med, vil man dog som Regel kunne finde en hensigtsmæssig Deling, hvorved Fundamentet intet vil lide, naar man af Hensyn til Tørlægningen maatte ønske at benytte delvis Udgravning.

Hvad der i 96 er sagt om Anvendelsen af en Sump gjælder selvfølgelig ogsaa her.

98. Byggegrunden er dækket af Vand. Der maa da, lige meget hvad det er for en Bygning, man har at gøre med, bygges Fangedæmninger om Byggegruben, naar denne skal tørlægges. Med Hensyn til Størrelsen og Formen af det Areal, som Fangedæmninger skulle indeslutte, bemærkes følgende.

Arealet maa altid være større end Byggegrubens Bund, allerede fordi Fangedæmningerne have stejle, i alt Fald ikke tilbagehældende Vægge ind imod Gruben. Det er heller ikke muligt senere at udvide Byggegruben, naar dette maatte ønskes, fordi Fangedæmningerne ville være til Hinder derfor. Saa ofte der skal udgraves til større Dybde indenfor Fangedæmningerne, maa der ogsaa være Plads baade til Skraaningerne og til et Banket ovenfor dem, det sidste da Dæmningerne i mange Bundarter ellers ikke sikkert ville kunne holde Vandet ude. Banketbredden afhænger af Grundens Beskaffenhed. Skulde der blive et større Areal for Fangedæmningerne at indeslutte, end man raader over, lader det sig ogsaa gøre at foretage Udgravningen under Vand ved Opmudringsredskaber og opføre Fangedæmningerne, efter at der er udgravet, men da Skraaningerne saa falde udenfor Gruben, bliver der nødvendigvis et væsentlig større Udgravningsarbejde end før, og Fangedæmningerne, som skulle staae paa den større Dybde, faae jo ogsaa derved en større Højde.

Da Udgifterne til Fangedæmningernes Bygning alt iøvrigt lige maae voxe med deres Længde, har man ved Bestemmelse af Arealets Form at se hen til, at Omkredsen bliver saa lille som mulig. Man følger derfor ikke Grundridset for Bygningen ganske nøje, navnlig ikke de tilbagespringende Partier og indadgaaende Vinkler. Man brækker iøvrigt ogsaa ofte de udadgaaende Vinkler, især naar de ere spidse, men ogsaa ofte

naar de ere rette, baade fordi man forringer Fangedæmningernes Længde derved, og fordi man tillige bedre kan faae dem tætte; thi Tætheden lader ofte en Del tilbage at ønske, hvor der i Fangedæmningerne er spidse eller rette Vinkler.

Fangedæmningernes Højde retter sig efter Vandspejlets Højde over den Grund, hvorpaa de skulle bygges, i Løbet af den Tid, Byggearbejdet varer. Ved skiftende Vandstand er det heldigt at kunne raadføre sig med tidligere foretagne regelmæssige Vandstandsagttagelser paa Stedet. Naar man kjender Vandspejlets sandsynlige højeste Stand i Byggeperioden, finder man Fangedæmningernes rette Højde ved at lægge 1 Fod dertil. Er der en betydelig Forandring af Vandstanden, og den lave Vandstand indtræffer med korte Tidsintervaller, hvad ofte er Tilfældet hvor Forandringerne skyldes Tidevand, kan det maaske svare Regning kun at gøre Dæmningerne høje nok til at holde visse lave Vandstande ude. Byggegruben kommer da under Vand, hver Gang de højere Vandstande indtræffe, og man maa være indrettet paa stedse paany at kunne tørlægge den, naar Vandet er faldet saa meget, at Fangedæmningerne begynde at træde frem over Vandet, men Fangedæmningerne blive ogsaa meget billigere. I saadanne Tilfælde forsynes Fangedæmningerne i Reglen med Stigbord.

Fangedæmningerne konstrueres altid saaledes, at man kan bygge dem under Vand. Bestræbelserne maae være rettede paa, at de kunne blive tætte, og derhos saa stabile, at de ikke vælte ved det udvendige Vands Tryk, naar Byggegruben bliver lagt tør.

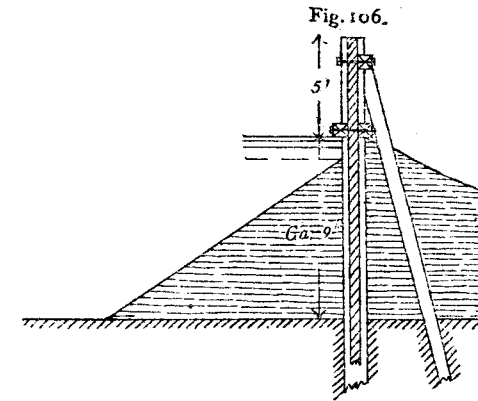
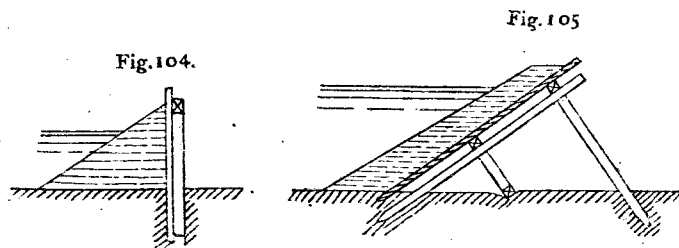
99. Ved Fangedæmningers Bygning gjør man sædvanligvis Brug af to Materialier i Forening, nemlig Træ og Jord (sandet Ler). Man kan vel bygge vandtætte Vægge af Træ alene og vandtætte Dæmninger af Jord alene, naar man kan bygge paa Land, men skal der bygges under Vand, er det ulige vanskeligere at faae det byggede vandtæt med et af de nævnte Materialier alene, Træ eller Jord, og Fangedæmningerne maae jo bygges under Vand. Lader man derimod en Fangedæmning bestaae af en Væg af Træ, til hvis udvendige Side der slutter sig en Dæmning af sandet Ler, kan der blive Vandtæthed, selv om hverken Trævæggen eller den dertil sig



sluttende Dæmning for sig er vandtæt. Trænger der nemlig ved Tørlægningens Begyndelse Vand ind gennem Utæthederne, saa er der Sandsynlighed for, at det gjennemsivende Vand i Fylden vil rive Jordpartikler med sig, men lade dem blive tilbage ved Trævæggen, og at den utætte Dæmning saaledes efterhaanden vil blive tættere. Man maa ved denne Anvendelse foretrække sandet Ler for rent Ler, baade fordi det sandede Ler ved Opførelsen lejrer sig tættest, og fordi den Virkning, hvorpaa det beroer, at Fangedæmningen kan blive vandtæt, da sikrest vil finde Sted (80).

100. Nu og da og navnlig paa Vanddybder, der ikke overskride 8 til 9 Fod, gaaer det godt an at lade en Fangedæmning bestaae af en enkelt Væg af Træ med en Jorddæmning ved den udvendige Side. Den enkelte Væg kan være en med Hammer eller Tvinger forsynet Væg af en Planke paa to, eller en Spunsvæg. Ved smaa Vanddybder kan en saadan Væg i sig selv besidde Stivhed nok, men ved større maa den støttes af en Række af Heltømmer-Pæle med Hammer, og Væggen bliver da maaske erstattet af en Række Flager af Planker, anbragte ved Pælerækkens udvendige Side saa de støtte sig til Pælene, i alt Fald naar der føjes en Forsætning af lodrette Planker til disse Flager. Der kan ogsaa blive Spørgsmaal om at forsyne Pælerækken med Skraapæle ved Dæmningens indvendige Side. I mange Tilfælde har man bygget den enkelte Trævæg hældende indad imod Gruben under en Vinkel af 30 til 45° imod en vandret og støttet den i denne Stilling ved Pæle eller Bukke. Der opnaaes ved den hældende Væg, at den ønskede Tæthed kan faaes med en mindre Fyldmasse og en mindre tæt Væg; thi Fylden vil ved Væggens skraa Stilling føres ind imod den ved sin egen Vægt.

Fig. 104, 105 og 106 ere Tværprofiler af tre forskellige



Dæmninger af denne Slags. I den første og sidste Figur er Væggen lodret, i den anden hældende. Afstanden imellem Heltømmerpælene i Fig. 104 kan være 4 til 5 Fod. Selvfølgelig kan den nederste Buk i Fig. 105 først tilføjes, efter at en stor Del af Vandet i Gruben er fjernet. Ved den Fangedæmning, der benyttedes for ca. 15 Aar siden ved Revshaleøens Indretning til Skibsværft, valgtes Profilet Fig. 106. Indenfor denne Dæmning foretoges en betydelig Udgravning paa den indre Red ved Øens Vestside og byggedes flere Ophalingsbedinger. Vanddybden ved Dæmningens Bygning oversteg ikke 9 Fod. Afstanden imellem Heltømmerpælene (10 Tom. tykke) var 4' 9" og de indgik som Notpæle i den af 6 Tom. tykke sløjfede Planker dannede Væg. Den var forsynet med dobbelt Vandlist og en enkelt Toplist ved indvendig Side og udfør hver Lodpæl var der stillet en Skraapæl, der greb op under Toplisten. Naar der som i Figuren var Fyld ved begge Sider af Væggen, havde kun Fylden ved udvendig Side den i 99 omtalte Virkning. Fylden ved indvendig Side havde ene Betydning ved at den bidrog til at forøge Stabiliteten.

101. Almindeligvis, og saa godt som altid naar Vanddybden er større end 8 til 9 Fod, bygger man Fangedæmningerne med to lodrette Vægge af Træ, imellem hvilke Fylden faaer Plads. Den indvendige Væg har samme Bestemmelse som den enkelte Væg i Dæmningerne ovenfor (100), hvorimod den udvendige Væg tjener til at formindske Fyldmassen og

hindre dens Bortskylling. Disse Dæmninger kaldes Kassefangedæmninger.

Afstanden imellem Kassefangedæmningernes Vægge gjøres i Tyskland lige stor med Højden, saalænge denne ikke overskrider 8 Fod. Ved større Højder gjøres den lig med den halve Højde plus 4 Fod. I Frankrig gjør man Afstanden lige stor med Højden, indtil denne er 3 Meter. Ved større Højder forøges Afstanden blot med  $\frac{1}{3}$  af Overhøjden. I England følges ingen bestemt Regel, men Afstanden er stedse mindre end i Tyskland og Frankrig. Man bøder paa den ofte manglende Stabilitet ved at bygge Væggene solidere og afstive Dæmningerne saa vidt behøves.

I Tyskland og Frankrig bygges Væggene sædvanligvis af Planker, enten som Spunsvægge eller af Flager med Forsætninger, og de blive støttede af Pælerækker med Pælene i t. Ex. 4 til 5 Fods indbyrdes Afstand. Men medens man i Tyskland sædvanligvis forbinder Pælene i Rækkerne med hin-

anden ved Hamre (Fig. 107). bruges dertil sædvanligvis i Frankrig Tvingere (Fig. 108). Over Hamre og Tvingere lægges altid Ankere, der skulle hjælpe til at gøre Pælerækkerne skikkede til at modstaa Jordtrykket. Den franske Forbindelsesmaade kræver ikke som den tyske, at Pælene afkortes, og Ankrene svare vel ogsaa bedst til deres Hensigt, naar de gribe over Tvingere. Lodret stillede Planker ville paa større Vanddybder som oftest behøve flere Understøtninger, og dem kunne de let faae ogsaa under Vand, ved Anbringelsen af flere Tvingere ved de indvendige Sider af Pælerækkerne. Vil man danne en

Fig. 107.

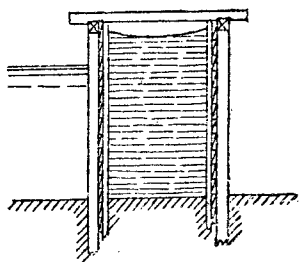
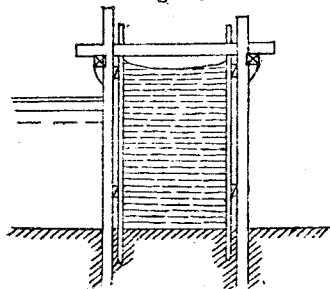


Fig. 108.

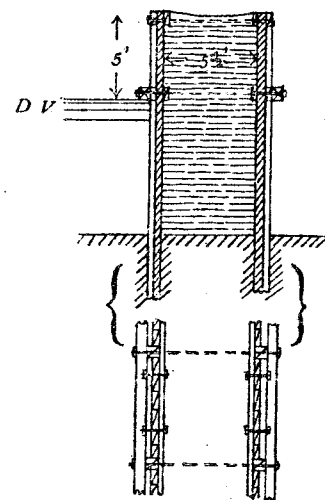


Klædning af vandrette Planker, maa Pælenes Afstand ikke være for stor. Plankerne samles i Flager, og disses Stød maae falde bag Pæle ganske som ved Bolværker. Forsætningen, hvis Planker rammes enkeltvis, modvirker ved sin større Dybde Vandbevægelse gennem Grunden, og den gjør tillige Væggen mere tæt i det hele end den uden Forsætning kunde blive.

Om man skal bruge Spunsvæg eller Flager med Forsætning i Fangedæmninger, beroer især paa Grundens Beskaffenhed. Er Grunden let gennemtrængelig for Vand, staaer man sig ved at benytte stive, altsaa tykke Planker, fordi de kunne rammes dybere end de tynde. De tykke Planker kunne ogsaa spunses, og derved kan Væggen faae den ønskelige Tæthed, om den end kun bestaaer af et enkelt Lag Planker. Men i leret Grund kan man ofte godt bruge Klædning og Forsætning i Fangedæmningerne.

I England bygges Væggene altid helt af rammede Stykker, maaske dels af Heltømmer — Hovedpæle —, og dels af Halvtømmer — Fyldingspæle. Der er derfor ikke Brug for særlige støttende Pælerækker. Pælene blive i Almindelighed hverken spunsede eller sløjfede, men forbundne med hinanden ved Tvingere, dels som Vand-, dels som Toplister, og gennem Tvingerne bliver der ført lange Skruebolte af Jern, som træde i Ankrenes Sted. Fig. 109 viser Profil og vandret Snit ved Vandlistens Overkant af den af engelske Ingeniører konstruerede Fangedæmning, som benyttedes ved Dokanlægget paa Nyholm i 1857 paa den Strækning, hvor Vanddybden ved daglig Vande var 5 til 8 Fod. Dæmningen rækker 5 Fod op over daglig Vande, Væggens indbyrdes Afstand

Fig. 109.



er  $5\frac{1}{2}$  Fod og Afstanden imellem Hovedpælene 6 til 7 Fod. Figuren viser de benyttede Top- og Vandlister med tilhørende Fyldingsstykker samt de benyttede lange og korte Skruelbolte.

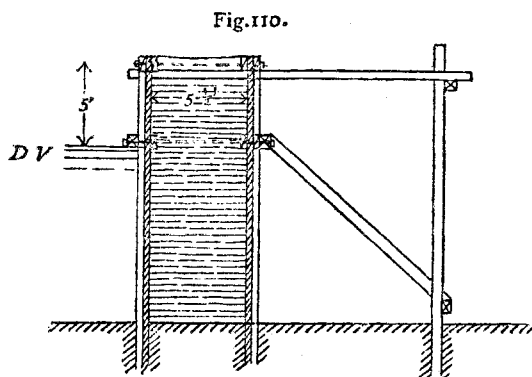


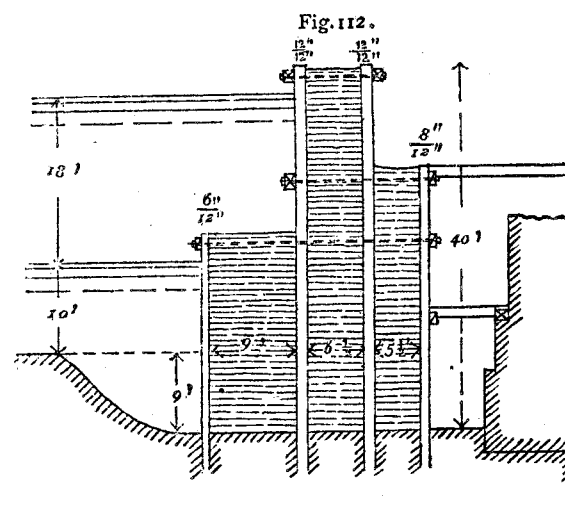
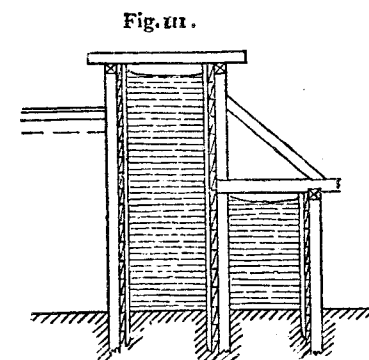
Fig. 110 viser Profil af samme Dæmning paa de større Vanddybder (8 til 12 Fod). Brede og Konstruktion ere de samme, men Dæmningen er her afstivet. Inde i Byggegruben er der for hver anden Hovedpæl og 10 Fod fra dem rammet Pæle, og efter at største Delen af Vandet var udpumpet, blev der anbragt to Tvingere, en oppe, en anden nede, paa disse Pæle, som derhos bleve forbundne med Hovedpælene i Dæmningen ved dobbelte Tvingere. Stiverne, der vare af Heltømmer, bleve anbragte imellem den indvendige Vægs Vandlist og den nederste Tvinger paa Afstivningspælene.

Den nysbeskrevne engelske Fangedæmning var bygget af 12 Tom. Tømmer.

102. Paa store Vanddybder indskyder man ofte i Kassefangedæmningerne Mellemvægge paalangs imellem den ydre og indre Væg. Hensigten dermed er at faae dem tættere. Mellemvæggene ville nemlig overskære Vandaarerne i Fylden, og tillige virke paa samme Maade som den indre Væg til Tætning af Dæmningen (99). Man søger sædvanligvis at faae Dækning for en Del af de Udgifter, Mellemvæggene foranledige, ved at bygge saa mange af Dæmningens Vægge som Forholdene tilstede af ringere Højde. I Fig. 111 ses Tværprofil af

en tysk Fangedæmning med en Mellemvæg, bestemt til at bygges paa et Sted, hvor det ydre Vands Stand ingen væsentlige Forandringer er undergiven. De to yderste Vægge have fuld Højde, medens den indre kun har omtrent halv saa stor Højde. Opførelsen foregaaer paa følgende Maade.

Den høje Del af Dæmningen bygges først, og naar den er færdig, sænker man Vandspejlet i Gruben til omtrent sin halve Højde. Før Resten af Grubens Vand bliver fjernet, gjøres Dæmningen færdig ved Tilføjelsen af den indre lave Del. Af Figuren vil ses, at Ankrene paa den lave Del ere bladede paa Siderne af Mellemvæggens høje Pæle, samt at den høje Del



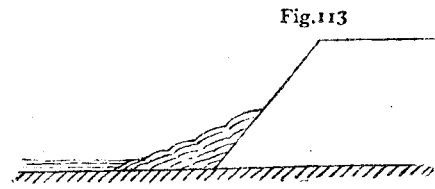
af Dæmningen er afstivet imod den lave Væg. — I Fig. 112 ses det halve Tværprofil af en byggegrube, indesluttet af en stor engelsk Fangedæmning med to Mellemvægge. Der er Tide-

vand paa Stedet med 18 Fods Flodskifte, og Grunden indeholder øverst et ca. 9 Fod mægtigt Sandlag, der tænkes borttaget ved Opmudring før Dæmningen bygges, saa at Dæmningen faaer en Højde af ca. 40 Fod. De to midterste Vægge have fuld Højde, medens de to andre Vægge have ringere Højde. Her bygges ogsaa den højeste Del af Dæmningen først. Den ydre Del maa bygges under Benyttelse af Ebbens lave Vandstand, altsaa i en Række af mange korte Arbejdsperioder. Den indre Del bygges efter at Vandspejlet i Gruben er sænket et passende Stykke. Figuren viser den ved engelske Dæmninger sædvanlige Afstivning. Der er lange Stivere tværs over Gruben og korte Stivere til den færdige Del af Bygningen, der her tænkes at være en Bropille. I Begyndelsen kan der anvendes lutter lange Stivere, men efterhaanden som disse komme i Vej for Bygningen, afløses de af korte, der stemme imod Murværket.

103. Den i Fangedæmningerne indgaaende Fyld er som allerede anført sandet Ler, d. v. s. en Blanding af Sand og Ler med mere Ler end Sand. Fylden maa være saa fri for Sten som mulig. Et saadant Materiale findes hyppigt i Naturen, men kan om behøves ogsaa fremstilles kunstigt ved at blande Sand og Ler sammen i passende Forhold. Man har undertiden brugt at blande Sand og Ler med andre Stoffer, saasom Møg, Hakkelse, Hampeskæver, Kalkgrus o. s. v., men i de fleste Tilfælde er en god Blanding af Sand og Ler fuldkommen tilfredsstillende.

For at Fangedæmningerne kunne blive tætte, maa særligt Hensyn tages til Grundens Beskaffenhed. Er det øverste Jordlag Sand eller Grus, er der altid Fare for, at Vandet skal sive derigjennem ind i Gruben. Har et saadant Lag kun ringe Mægtighed, er det maaske muligt at afskære Vandbevægelserne igjennem det ved Forsætningsplankerne, i alt Fald ved Spunsplankerne (101), men før Fylden anbringes maa dog Sandet og Gruset indenfor Væggene opmudres. Har Laget større Mægtighed, kan det blive nødvendigt at fjerne det ved Opmudring før Rammearbejdet begynder (se Fig. 112). Bestaaer det øverste Jordlag af Slik eller Slam, maa det ogsaa fjernes, men da disse Masser ikke i væsentlig Grad ville forulempe

Ramningen, kan man som oftest ved dem indskrænke sig til blot at fjerne, hvad der findes indenfor Væggene. Et mindre tykt Lag af Slik eller Slam imellem Væggene kan ogsaa fjernes ved selve Dæmningens Fyldning. Denne sker nemlig under Vandet ved Overstyrtning (53) og den tungere Fyld vil da skyde Slikken og Slammen frem foran sig (Fig. 113). Maa-ske maa man senere dog optage Massen, men Optagelsen er let, naar Massen først er samlet.



Som sagt anbringes Fylden under Vandet ved Overstyrtning, og Grunden dertil er, at man paa den Maade bedst undgaaer de tomme Rum i Fylden, der saa let kunne opstaae ved en uregelmæssig Udkastning. Ved Knækkene i Dæmningen kan Regelmæssigheden imidlertid ikke bevares, især virke spidse Vinkler uheldigt. Man fjerner baade dem og de rette Vinkler overalt, hvor det lader sig gjøre (98). Ved Knækkene plejer man, ogsaa hvor Vinklen er stump, at stille Lægter ombundne med Halm. — Det er dog kun under Vandet man bruger Overstyrtning. Over Vandet anbringes Fylden i vandrette Lag af t. Ex.  $\frac{1}{2}$  Fods Tykkelse, maaske under Stampning eller Trampning. — I England dannes undertiden øverst i Dæmningen et ca. 1 Fod tykt Lag Murværk.

104. Det sker undertiden, at en Dæmning, uagtet der er anvendt Omhu ved Bygningen, viser sig saa utæt, at Tørlægningen bliver altfor bekostelig. Da Dæmningens indvendige Side er tilgængelig fra Gruben, prøver man ofte paa at tætte ved at drive Væger af Hamp eller Værk ind i Væggens Fuger, hvor Vandet træder frem, spigre Brætter over dem o. desl. Men paa denne Maade lykkes det meget sjældent at tætte Dæmningen. Spærres der end for Vandet paa et Sted, bryder det snart frem paa et andet. At foretage Tætningsarbejder ved udvendig Side er ganske vist forbundet med større Besvær, men ogsaa med større Udsigt til et godt Udfald. Undertiden har man drysset fint Sand i Vandet udenfor det utætte Sted,

i det Haab, at de synkende Sandskorn skulle fattes af Vandstrømmene, føres ind i Utæthederne og efterhaanden stoppe dem. Sikrere er det dog at sænke et Sejl ned foran Væggen. Det kan være betyngtet med Sten e. desl. ved den Rand, der skal være vendt nedad, og naar det er rullet sammen med denne Rand inderst i Rullen, kan man faae det til at dække Væggen, naar det, medens dets modstaaende Rand fastholdes, faaer Lov til at rulle sig ud i Ydervæggens Nærhed. Vandstrømmene ville hjælpe til at holde et saadant Sejl tæt til Væggen, og det vil ved sin Tilstedeværelse forringe Vandindstrømningen. Men man har ikke altid Adgang til at benytte et saadant Sejl, og det er dyrt at anskaffe. I Reglen er man derfor henvist til at virke paa Fylden. Da man ved Stampning paa Fyldens Overflade ikke kan gjøre Regning paa at Virkningen vil spores mere end  $\frac{1}{2}$ , højest 1 Fod nede i den, saa maa der graves op i Fylden, for at naae til de dybere liggende Utætheder. Men under Vand kan der ikke bruges Stampning, og hvis Utæthederne findes der, er der derfor intet andet for, end at opmudre al Fylden, og derefter foretage Fyldingen paany, om muligt med større Omhu end første Gang.

105. Hvor der er Brug for Fangedæmninger kunne følgende særegne Tilfælde indtræffe:

a) Dæmningen skal slutte sig til en Skrænt, saaledes som Tilfældet er, naar den skal indeslutte Byggegruben for en Broes Landpille med Fløje. For at faae Tilslutningen til Skrænten tæt, maa man grave en Grøft ind i den, under Vandet ved Brug af Opmudringsredskaber, en halv Snes Fod lang eller længere, bygge Fangedæmningen i den paa samme Maade som den ellers skal bygges, og efter Bygningen fylde med Dæmningsjord imellem Grøfteskraaningerne og Dæmningens Sider med samme Omhu som i Dæmningen. Tilslutningens Tæthed beroer paa, at Vandet faaer en tilstrækkelig lang Vej at tilbagelægge, for at naae ind i Byggegruben udenom Enderne af Dæmningen.

b) Dæmningen skal slutte sig til en Mur, der ikke kan nedbrydes, saaledes som naar der skal bygges en Landpille for en Bro, et Kranfundament e. a. i en Kajmur,

der iøvrigt skal bestaae uforstyrret. Fangedæmningens Brede maa da, hvor den skal slutte sig til Muren, forøges, for at Vandet ikke skal naae ind i Byggegruben ved at gaae udenom Enden af Dæmningen. En Kassefangedæmnings to Vægge maae følgelig divergere i Murens Nærhed for at Hensigten kan naaes. Da man har lagt Mærke til, at Jord slutter sig bedre til en uren, end til en ren Mur, har man i saadanne Tilfælde undertiden brugt Fyld tilberedt af Møg, Hakkelse o. s. v. (103, Begyndelsen).

c) Dæmningen skal opføres paa Klippegrund. Da der paa slig Grund ikke kan anvendes Pæle i Dæmningens Vægge, har man bygget Dæmningen paa Land som en Kasse uden Bund, indeholdende to med hinanden forbundne Vægge af Tømmer og Planker, sænket denne paa Grunden, og saaledes faaet Indfatninger for en Kassefangedæmning, der tilsidst kunde fyldes paa sædvanlig Maade. For at vanskeliggjøre Vandets Bevægelse ind i Gruben langs med Klippens Overflade, har man givet Kassen stor Brede, navnlig forneden, altsaa maaske ladet Væggene divergere nedad. For ogsaa at forhindre Forskydning ved Vandets Tryk efter Tørlægningen har man boret Huller i Klippen ved Dæmningens Sider, stillet lange Jernstænger deri og forbundet dem med Siderne over Vandet. Ved de Arbejder, der foretoges for en halv Snes Aar siden til Udvidelse og Forbedring af Allinge Havn, maatte Havnebassinet tørlægges, og i den Anledning blev der bygget en Fangedæmning i Havnemundingen paa Klippegrund. Den indesluttedes af to med hinanden forbundne Kister af Tømmer, fyldte med Sten, for at Dæmningen kunde faae den fornødne Stabilitet. I Havnebygningen blive Kister som disse ofte anvendte. Der benyttedes ogsaa i Allinge Jernstænger i borede Huller for at forebygge Forskydning. Ved Opførelsen af Pillerne til Viktoriabroen over St. Lorenzfloden i Canada brugte man ogsaa paa Land byggede Kasser til Fremstillingen af Fangedæmningerne. De vare i sig selv tilbageløbende, og Dæmningen for en Pille indeholdt altsaa egentlig to Kasser, den ene indeni den anden, med Fyld i Mellemrummet imellem dem. Man var indrettet paa at kunne benytte de samme Kasser flere Gange.

Anm. Paa dette Sted skal endnu anføres, at man i Marsken ofte bygger Fangedæmninger af Jord alene, altsaa som Diger, hvor nemlig Forholdene ere de samme som ved Digerne, altsaa naar det Terræn, hvorpaa der skal bygges, ligger i almindelig Flods Niveau eller har endnu større Højde, saa at Opførelsen kan ske omtrent med samme Sikkerhed som paa tørt Land. Endvidere skal her anføres, at man ved Fundering paa Beton nu og da bruger Fangedæmninger af Beton, for saa vidt saadanne senere kunne indgaae i Bygningens Mure. Om Dæmninger af Jord alene vil der blive Tale i Digebygningen, om Dæmninger af Beton under Fundering paa Beton.

106. Det Vand, der skal fjernes ved en Byggegrubes Tørlægning, er ikke blot det, der oprindeligt fylder den, men ogsaa det, der kan strømme til den, og som almindeligvis hidrører dels fra Nedbøren i Gruben og paa det tilstødende Terræn med Fald til Gruben, dels fra Grunden og dels endelig fra Utætheder i Fangedæmningerne. Som oftest har det fra Grunden kommende Vand størst Betydning. Det gaaer nemlig med dette Vand som det gaaer med Vandet i en Brønd: dets Mængde tiltager efterhaanden som Vandspejlet sænkes, fordi dets Hastighed er proportional med Differentsten imellem Vandspejlenes Højder udenfor Gruben og i den. Skal Tørlægningen lykkes, maa der altsaa have Vandløftningsapparater, med hvilke alt det Vand kan fjernes, der kan strømme til Gruben, selv da, naar Vandspejlet i den har sin laveste Stand.

For at faae Vandet fjernet i kortest Tid og for billigst Pris, maa alt det være iagttaget, som kan tjene til at formindske Vandmængden og Løftehøjden.

Vandmængden formindskes ved at vælge Byggestedet, hvis da Valg er muligt, hvor Grunden er mest vandfattig. En højtliggende, leret og for Sandaarer fri Grund er i Reglen bedst. Dernæst maa den Tid vælges til Funderingen, da Kilderne give mindst Vand, altsaa Eftersomren. Endelig maa Fangedæmningerne, hvis saadanne behøves, være tætte.

Løftehøjden formindskes ved at lægge den Rende, som skal føre det løftede Vand bort, saa lavt som muligt. Er der Fangedæmninger, maa den ikke ligge højere end disses Over-

kant. Men da Dæmningerne gjerne ere gjorte saa høje, at de kunne holde visse høje Vandstande ude, der kun sjældent indtræffe, er det i Reglen muligt at lægge den noget lavere. Den dertil fornødne Udskæring i Fangedæmningerne lader sig uden Vanskelighed foretage, og naar den høje Vandstand indtræffer, er det heller ikke vanskeligt igjen at stoppe Udskæringen og lægge Renden højere. Man har tænkt paa strax ved Dæmningens Bygning at indlægge i samme og i forskellige Højder flere Render med Stigbord, men da det er vanskeligt at faae Rendernes Bunde til at slutte tæt til Fylden under dem, kan det ikke anbefales at søge Løftehøjden formindsket paa denne Maade. Man kan føre Vandet over Dæmningen ved en togrenet Hævert. Den kan bygges af Støbejern og maa være forsynet med Skydeventiler ved begge Mundinger. Vandløftningsapparaterne bringe da Vandet op i en højt stillet Beholder indenfor Fangedæmningen, og i denne udmunder Hævvertens ene Gren, som skal tage Vand. For at kunne efterfylde Hævverten har man undertiden indrettet en lille Vandbeholder over dens Top og sat den i Forbindelse med Hævverten ved to Rør med Haner, af hvilke det ene, som er bestemt til at bortlede den Luft, der maatte have samlet sig i Hævverten, gaaer op over Vandbeholderens Vandspejl, og det andet, som er bestemt til at indlede Vand i Hævverten, gaaer blot op til Vandbeholderens Bund. Under Efterfyldingen maae Skydeventilerne være lukkede. Man kan ogsaa benytte en lille Luftpumpe til dermed at fjerne den ved Hævvertens Top samlede Luft. — Dernæst maa man ogsaa bringe en saa lav Vandstand tilveje som mulig i det Bassin, som skal modtage det løftede Vand. Ligger Byggegrunden i en stor Sø eller i Havet, er det vel næppe muligt at faae Vandspejlet sænket deri, men ligger den noget derfra, saa at Vandet maa ledes derhen ved en Grøft eller Kanal, saa er det muligt ved at gjøre Ledningen kort og give den et stort Tværprofil at forringe Løftehøjden. Ligger Byggegrunden i eller ved et Vandløb, der skal modtage det løftede Vand, saa kan Vandspejlet deri maaske sænkes ved en Regulering. Ligger derimod Byggegruben i eller ved en Skibsfartskanal, kan en Sænkning maaske bringes tilveje ved at sætte den paagjældende Afdeling af Kanalen i Forbindelse

med en af de lavere liggende. — Endelig maa ogsaa Vandet i Gruben opfanges i saa stor Højde som muligt. Naar Gruben ikke har samme Dybde overalt, og der bryder Vand frem paa de højt liggende Steder, bør man derfor saa vidt muligt opfange dette, hvor det bryder frem, og ikke først lade det løbe ned paa de lave Steder.

Undertiden bryder det meste Vand fra Grunden frem paa enkelte bestemte Steder, og man søger da at standse Frembrudet. Dette lykkes bedst i leret Grund. Man rammer en Pæl eller stopper tørt Ler eller frisk Beton i Hullet. Imedens dette sker, maa Vandet være steget i Gruben; thi ellers vil Indstrømningen forhindre Stopningen. Bedre er det dog at tilvejebringe et Rør udenom Hullet, i hvilket Rør Vandet kan holdes tilbage. Kan dette Rør uden Skade i andre Henseender gøres saa højt som Kildens Stigehøjde, saa vil Vandtilstrømningen kunne standse ganske. Men selv om man ikke kan gjøre det saa højt, men man maa holde Vandet deri sænket enten ved et Afløb eller ved Pumpning, bliver Vandtilstrømningen dog formindsket ved Røret. Det kan ogsaa være, at man kun kan bruge et vandret Rør til at optage det frembrydende Vand. Vandmængden bliver da uforandret, men Vandet forulemper mindre. De omtalte Rør kunne være af Træ, Støbejern eller Murværk. I sidste Tilfælde fremstiller man dem ved Udsparring i Bygningens Murværk. Efter dettes Fuldførelse maae alle disse Rør fyldes, og dertil kan almindelig Beton, Sandbeton eller blot Vandbygningsmørtel benyttes. Under Fyldingen maa Vandspejlet være steget i Gruben, for at ikke Strømmen i Røret skal vanskeliggjøre Arbejdet.

107. Hvor Byggegrunden er af saadan Beskaffenhed, at man kan befrygte, at der ved Tørlægningen vil komme meget Vand fra den, har man undertiden dækket den med en Grundfangedæmning. For nærværende Tid vil man i saadanne Tilfælde fundere paa Beton, men i forrige Aarhundrede og i Begyndelsen af indeværende, da man ikke var kjendt med Betonfundering, spillede Grundfangedæmninger en vis Rolle. Saaledes anvendte man i 1770 Grundfangedæmning ved Opførelsen af en Bro ved Moulins over Allierfloden. Flodlejet bestaaer af fint Sand indtil 50 Fods Dybde, og deri vilde en

Byggegrube sig ikke uden videre tørlægge. Allerede i 1705 var der bygget en Bro paa samme Sted, men den var faa Aar senere styrtet ned som Følge af Udskæring i Flodlejet. Derfor skulde den nye Bro funderes paa et hele Grunden dækkende Murlag af 6 Fods Tykkelse, strækkende sig et Stykke ovenfor og nedenfor Broen. For dets Anbringelse maatte der tørlægges. Der blev først rammet 5 Spunsvægge tværs over Flodlejet, to ovenfor og tre nedenfor Broen. Imellem dem blev der opmudret til 8 à 9 Fods Dybde, og efter Overfladens Jevning tog man fat paa at bygge Grundfangedæmningen. Der blev i dette Øjemed ved et særegent Apparat sænket tørt og findelt Ler gennem Vandet til Fremstilling af et ensformigt tykt Lerlag, og det blev dækket af paa passende Maade betyngede Træflager, der ligeledes sænkedes gennem Vandet. Efter at Byggegruben ogsaa var indesluttet af Fangedæmninger til Siderne, blev Tørlægning forsøgt og den lykkedes. Murværket blev opført paa Flagerne.

I den nyere Tid er der bygget en Bro over samme Flod ikke langt fra den ovenfor omtalte. Den er bygget paa et gennemgaaende Betonlag sænket uden Tørlægning, og dens Fundering er bleven betydelig billigere.

### § 5. Fundering paa Beton.

108. Beton bestaaer, ligesom almindeligt Murværk, af Sten og Mørtel, men i Betonen ere Stenene ikke ret store og tilmed af uregelmæssig Form, oftest Skjærver, og Mørtelen af dens Slags, som kan hærde under Vand, nemlig Vandbygningsmørtel. Beton tilberedes ved, at man blander de to Bestanddele sammen.

Mørtelen har i Beton som i alt almindeligt Murværk den Bestemmelse at udfylde Mellemrummene imellem Stenene og derved give Murværket den Sammenhæng og Fasthed, det uden den ikke vilde besidde. Derfor kræves af Mørtelen, at den ved Anbringelsen er i Tilstand af stiv Dej, dog blød nok til at kunne forme sig efter Stenenes Ujevnheder, og at den efter Anbringelsen kan blive haard som Sten. Al Mørtel maa kunne hærde.