

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

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

Rettigheder

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

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

DB

DB

A. C. Hoff & H. J. Nielsen

Jordarbejde og Fundering.

96

1908.

1908.

* 693 13.

96

693 13



693 13

Lærebog

i

Jordarbejde og Fundering

til Brug ved Undervisningen

i

Det tekniske Selskabs Skole

af

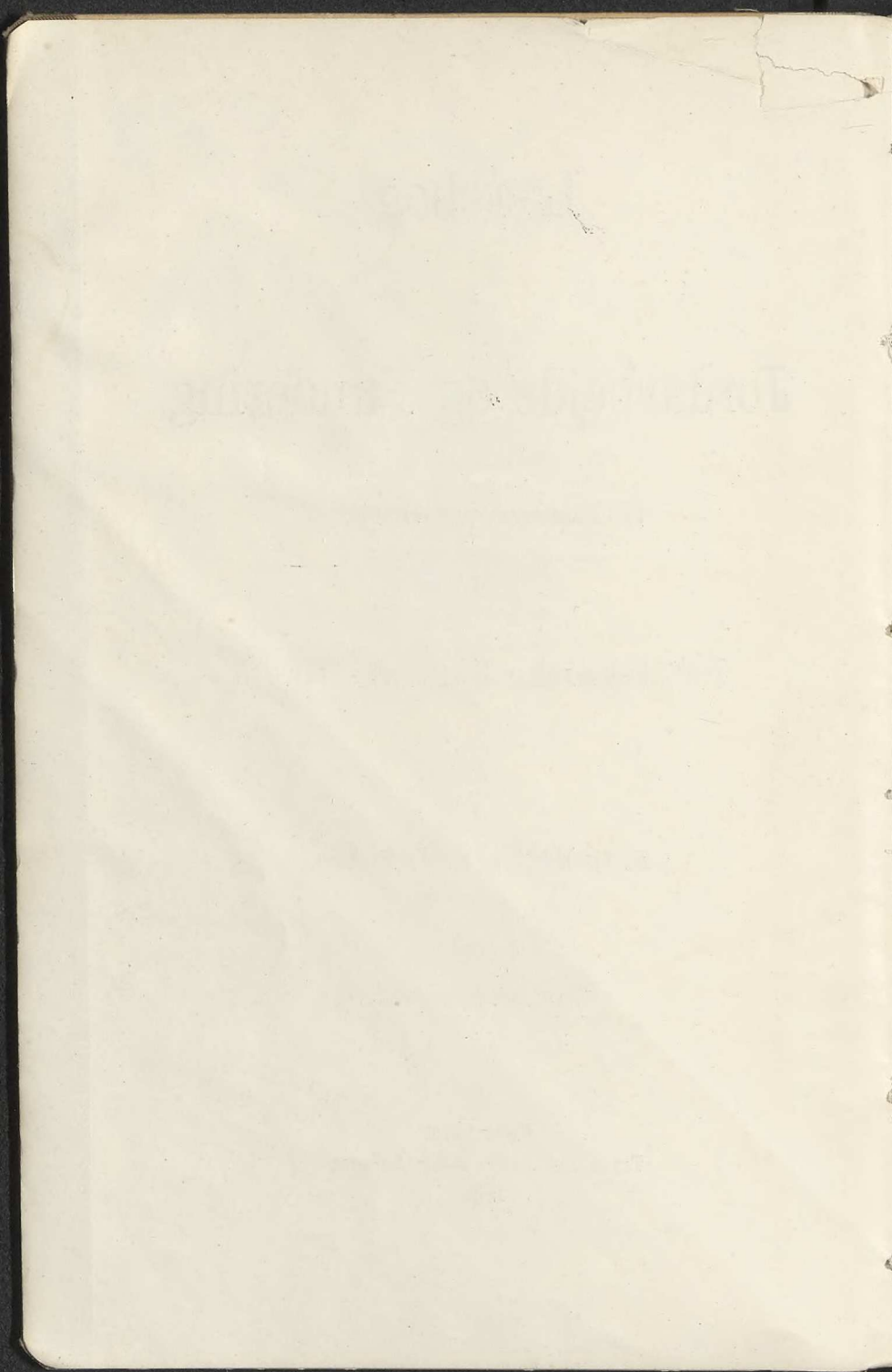
A. C. Hoff og H. J. Nielsen.

Trykt som Manuskript.

København

Trykt hos Akts. Peder Andersen

1908.



Indhold.

I. Jordarbejde.

	Side
Indledning.....	7
Forarbejder	8
Jordværkernes Form	10
Forskellige Forhold ved Jordens Beskaffenhed.....	11
Jordberegning.....	14
Jordens Løsning.....	27
Jordens Transport.....	34
Forberedende Arbejder.....	43
Jordarbejdets Udførelse og Afslutning.....	45
Rendegravning	53

II. Fundering.

Indledning.....	63
Undersøgelser af Byggegrundens Beskaffenhed og Bæreevne	65
Valg af Funderingsmaade.....	71
Byggegrundens Tilvejebringelse og Tørlægning.....	73
Fangedæmninger].....	77
Fundamenter af Murværk og Beton.....	80
Pælefundamenter	95
Særlige Funderingsmaader.....	110

INDEX

PART I

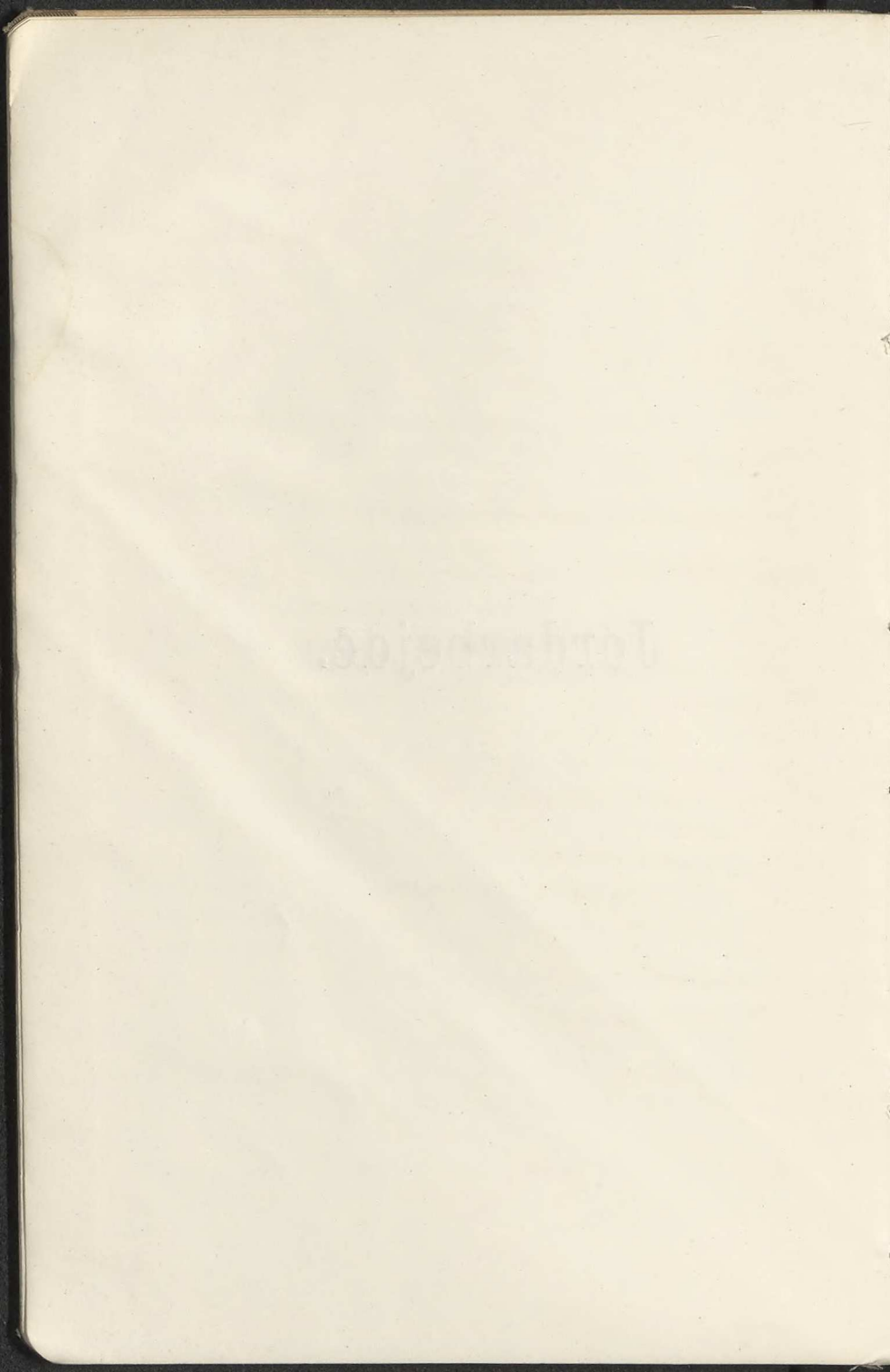
183

- 1. Introduction
- 2. The first part of the work
- 3. The second part of the work
- 4. The third part of the work
- 5. The fourth part of the work
- 6. The fifth part of the work
- 7. The sixth part of the work
- 8. The seventh part of the work
- 9. The eighth part of the work
- 10. The ninth part of the work
- 11. The tenth part of the work
- 12. The eleventh part of the work
- 13. The twelfth part of the work
- 14. The thirteenth part of the work
- 15. The fourteenth part of the work
- 16. The fifteenth part of the work
- 17. The sixteenth part of the work
- 18. The seventeenth part of the work
- 19. The eighteenth part of the work
- 20. The nineteenth part of the work
- 21. The twentieth part of the work
- 22. The twenty-first part of the work
- 23. The twenty-second part of the work
- 24. The twenty-third part of the work
- 25. The twenty-fourth part of the work
- 26. The twenty-fifth part of the work
- 27. The twenty-sixth part of the work
- 28. The twenty-seventh part of the work
- 29. The twenty-eighth part of the work
- 30. The twenty-ninth part of the work
- 31. The thirtieth part of the work
- 32. The thirty-first part of the work
- 33. The thirty-second part of the work
- 34. The thirty-third part of the work
- 35. The thirty-fourth part of the work
- 36. The thirty-fifth part of the work
- 37. The thirty-sixth part of the work
- 38. The thirty-seventh part of the work
- 39. The thirty-eighth part of the work
- 40. The thirty-ninth part of the work
- 41. The fortieth part of the work
- 42. The forty-first part of the work
- 43. The forty-second part of the work
- 44. The forty-third part of the work
- 45. The forty-fourth part of the work
- 46. The forty-fifth part of the work
- 47. The forty-sixth part of the work
- 48. The forty-seventh part of the work
- 49. The forty-eighth part of the work
- 50. The forty-ninth part of the work
- 51. The fiftieth part of the work
- 52. The fifty-first part of the work
- 53. The fifty-second part of the work
- 54. The fifty-third part of the work
- 55. The fifty-fourth part of the work
- 56. The fifty-fifth part of the work
- 57. The fifty-sixth part of the work
- 58. The fifty-seventh part of the work
- 59. The fifty-eighth part of the work
- 60. The fifty-ninth part of the work
- 61. The sixtieth part of the work
- 62. The sixty-first part of the work
- 63. The sixty-second part of the work
- 64. The sixty-third part of the work
- 65. The sixty-fourth part of the work
- 66. The sixty-fifth part of the work
- 67. The sixty-sixth part of the work
- 68. The sixty-seventh part of the work
- 69. The sixty-eighth part of the work
- 70. The sixty-ninth part of the work
- 71. The seventieth part of the work
- 72. The seventy-first part of the work
- 73. The seventy-second part of the work
- 74. The seventy-third part of the work
- 75. The seventy-fourth part of the work
- 76. The seventy-fifth part of the work
- 77. The seventy-sixth part of the work
- 78. The seventy-seventh part of the work
- 79. The seventy-eighth part of the work
- 80. The seventy-ninth part of the work
- 81. The eightieth part of the work
- 82. The eighty-first part of the work
- 83. The eighty-second part of the work
- 84. The eighty-third part of the work
- 85. The eighty-fourth part of the work
- 86. The eighty-fifth part of the work
- 87. The eighty-sixth part of the work
- 88. The eighty-seventh part of the work
- 89. The eighty-eighth part of the work
- 90. The eighty-ninth part of the work
- 91. The ninetieth part of the work
- 92. The ninety-first part of the work
- 93. The ninety-second part of the work
- 94. The ninety-third part of the work
- 95. The ninety-fourth part of the work
- 96. The ninety-fifth part of the work
- 97. The ninety-sixth part of the work
- 98. The ninety-seventh part of the work
- 99. The ninety-eighth part of the work
- 100. The ninety-ninth part of the work
- 101. The hundredth part of the work

PART II

- 1. The first part of the second part
- 2. The second part of the second part
- 3. The third part of the second part
- 4. The fourth part of the second part
- 5. The fifth part of the second part
- 6. The sixth part of the second part
- 7. The seventh part of the second part
- 8. The eighth part of the second part
- 9. The ninth part of the second part
- 10. The tenth part of the second part
- 11. The eleventh part of the second part
- 12. The twelfth part of the second part
- 13. The thirteenth part of the second part
- 14. The fourteenth part of the second part
- 15. The fifteenth part of the second part
- 16. The sixteenth part of the second part
- 17. The seventeenth part of the second part
- 18. The eighteenth part of the second part
- 19. The nineteenth part of the second part
- 20. The twentieth part of the second part
- 21. The twenty-first part of the second part
- 22. The twenty-second part of the second part
- 23. The twenty-third part of the second part
- 24. The twenty-fourth part of the second part
- 25. The twenty-fifth part of the second part
- 26. The twenty-sixth part of the second part
- 27. The twenty-seventh part of the second part
- 28. The twenty-eighth part of the second part
- 29. The twenty-ninth part of the second part
- 30. The thirtieth part of the second part
- 31. The thirty-first part of the second part
- 32. The thirty-second part of the second part
- 33. The thirty-third part of the second part
- 34. The thirty-fourth part of the second part
- 35. The thirty-fifth part of the second part
- 36. The thirty-sixth part of the second part
- 37. The thirty-seventh part of the second part
- 38. The thirty-eighth part of the second part
- 39. The thirty-ninth part of the second part
- 40. The fortieth part of the second part
- 41. The forty-first part of the second part
- 42. The forty-second part of the second part
- 43. The forty-third part of the second part
- 44. The forty-fourth part of the second part
- 45. The forty-fifth part of the second part
- 46. The forty-sixth part of the second part
- 47. The forty-seventh part of the second part
- 48. The forty-eighth part of the second part
- 49. The forty-ninth part of the second part
- 50. The fiftieth part of the second part
- 51. The fifty-first part of the second part
- 52. The fifty-second part of the second part
- 53. The fifty-third part of the second part
- 54. The fifty-fourth part of the second part
- 55. The fifty-fifth part of the second part
- 56. The fifty-sixth part of the second part
- 57. The fifty-seventh part of the second part
- 58. The fifty-eighth part of the second part
- 59. The fifty-ninth part of the second part
- 60. The sixtieth part of the second part
- 61. The sixty-first part of the second part
- 62. The sixty-second part of the second part
- 63. The sixty-third part of the second part
- 64. The sixty-fourth part of the second part
- 65. The sixty-fifth part of the second part
- 66. The sixty-sixth part of the second part
- 67. The sixty-seventh part of the second part
- 68. The sixty-eighth part of the second part
- 69. The sixty-ninth part of the second part
- 70. The seventieth part of the second part
- 71. The seventy-first part of the second part
- 72. The seventy-second part of the second part
- 73. The seventy-third part of the second part
- 74. The seventy-fourth part of the second part
- 75. The seventy-fifth part of the second part
- 76. The seventy-sixth part of the second part
- 77. The seventy-seventh part of the second part
- 78. The seventy-eighth part of the second part
- 79. The seventy-ninth part of the second part
- 80. The eightieth part of the second part
- 81. The eighty-first part of the second part
- 82. The eighty-second part of the second part
- 83. The eighty-third part of the second part
- 84. The eighty-fourth part of the second part
- 85. The eighty-fifth part of the second part
- 86. The eighty-sixth part of the second part
- 87. The eighty-seventh part of the second part
- 88. The eighty-eighth part of the second part
- 89. The eighty-ninth part of the second part
- 90. The ninetieth part of the second part
- 91. The ninety-first part of the second part
- 92. The ninety-second part of the second part
- 93. The ninety-third part of the second part
- 94. The ninety-fourth part of the second part
- 95. The ninety-fifth part of the second part
- 96. The ninety-sixth part of the second part
- 97. The ninety-seventh part of the second part
- 98. The ninety-eighth part of the second part
- 99. The ninety-ninth part of the second part
- 100. The hundredth part of the second part

Jordarbejde.



Indledning.

Ved mange Bygningsarbejder forefalder der Udførelse af Udgravninger, Paafyldninger og Transport af Jord, saaledes ved Grundudgravninger, Vej- og Jernbaneanlæg, Kanalbygninger, Rørledningsarbejder og lignende.

Jordarbejdet kan enten udgøre en mindre Del af det foreliggende Anlæg, saaledes ved Husbygningsanlæg, eller det kan være en væsentlig Del af Arbejdet som ved Vej- og Jernbaneanlæg. I alle Tilfælde har det Betydning at planlægge Jordarbejdet saaledes, at det kan udføres paa en heldig og økonomisk Maade. Man maa derfor bl. a. foretage en Beregning af, hvilke Jordmængder der under de givne Forhold skal udgraves og transporteres. Opgaven kan i de fleste Tilfælde have forskellige Løsninger. Disse maa undersøges og afvejes mod hinanden, før man foretager sit Valg.

I det følgende skal omtales en Del af de almindeligst benyttede Metoder til Beregning af Jordmængderne og de Redskaber, som benyttes til Jordens Udgravning og Transport. Desuden skal omtales nogle supplerende Arbejder ved Jordværkerne.

Forarbejder.

Ved Planlæggelse af et Jordarbejde maa man helst have et Kort over det paagældende Terræn. Paa Kortet maa Terrænets Former være angivet ved et Nivellement. Dette kan være indført paa Kortet enten ved Tal, der angiver bestemte Punkters Højde over en Normalhorisont, hvortil vælges Havets Middelvandsspejl — daglig Vande (Højderne angives saa i Meter over »daglig Vande«) —, eller ved ækvidistante Horisontalkurver, som fremkommer ved Skæring mellem Terrænet og tænkte, vandrette Planer. Afstanden mellem Planerne, Ækvidistancen, er konstant og sættes f. Eks. lig $0,5$ à $2,5$ m. Paa Generalstabens Maalebordsblade, der er tegnede i Maalestoksforholdet $1:20000$, er indtegnet Horisontalkurver med Ækvidistancen $2,5$ m. for de nyere Blade, 5 Fod for de ældre. Alle Punkter i en Horisontalkurve ligger i samme Højde over D.V.

Jordberegningen foretages nu ved, at man lægger Snit, i Reglen lodrette Snit, vinkelrette paa hinanden. Derved deles det paagældende Jordvolumen i Legemer af en Form, som er let at beregne ved Hjælp af Formler fra Stereometrien. Det³ har i Reglen ingen Betydning at kunne udregne Jordmængden

med matematisk Nøjagtighed, men man nøjes med en Tilnærmelse, som gør Arbejdet ved Udregningen lettere, og som giver et Resultat, der er saa nøjagtigt, som det kræves af praktiske Hensyn.

Et nøjagtigt Resultat vilde man desuden aldrig kunne faa af forskellige Grunde, hvoraf skal anføres nogle. Jordoverfladen er i Almindelighed temmelig ujævn og bestaar ikke af simple, matematiske Flader. Naar Jorden udgraves, vil den faa et større Rumfang, end den havde i fastlejret Tilstand; hvor stor Udvidelsen er, afhænger af Jordens Beskaffenhed. Selv efter at Jorden har ligget i længere Tid i en Paafyldning, vil den i Reglen ikke antage sit oprindelige Volumen, men beholde en blivende Udvidelse. Der er altsaa ingen Grund til at regne helt nøjagtigt, da disse Udvidelser kan variere noget, og det er vanskeligt at angive Udvidelsens Størrelse nøjagtigt.

Endelig kan Undergrunden lade sig trykke noget sammen, hvilket bevirker, at man skal bruge mere Jord til en bestemt Paafyldning; dette virker altsaa i i modsat Retning af Jordens Udvidelse.

Paa det Kort, der benyttes ved Beregningen, maa være indtegnet alle forekommende Terrængenstande, Huse, Veje, Grøfter, Gærder o.s.v. Endvidere bør man skaffe sig Oplysning om Jordlagenes Beskaffenhed, Bæreevne, Vandføring i Lagene o.s.v.

Disse Oplysninger faar man i Reglen ved at foretage Jordundersøgelsesboringer eller Brøndgravninger, hvorom det nærmere skal meddeles i Afsnittet om Fundering.

Jordværkernes Form.

De Jordarbejder, der her skal omtales, er navnlig Udgravninger for Byggegruber til forskellige Bygningsværker, desuden Opfyldninger og Udgravninger for Veje, Jernbaner, Kanaler, Grøfter o. s. v.

Disse Arbejder kan enten være permanente eller midlertidige. Veje, Jernbaner og Kanaler vil oftest være permanente, medens Udgravninger af Byggegruber hovedsagelig vil være midlertidige, idet Udgravningen delvis skal fyldes til efter Fundamenternes og Bygningens Udførelse.

Skraa-
nings-
anlæg.

Jordværket vil i Reglen være begrænset af en vandret eller svagt hældende Flade, det saakaldte Planum, og af stærkere hældende Sideskraaninger. For at bestemme en Skraanings Hældning, taler man om dens Anlæg, hvorved forstaas cotangens af den Vinkel, som Skraaningens Plan danner med en vandret Plan. En Skraaning, der danner en Vinkel paa 45° med den vandrette Plan, har Anlæg 1. Jo mindre Anlægget gøres, desto stejlere bliver Skraaningens.

Det Skraaningsanlæg, der benyttes, maa rette sig efter Jordartens Beskaffenhed. De mest anvendte Skraaningsanlæg er 1, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$, $1\frac{3}{4}$, 2 og 3 for permanente Jordværker. Ved naturligt Anlæg forstaar man det Anlæg, som en løst opkastet Jordbunkes Skraaninger indtager, naar den i nogen Tid udsættes for Vejrligets Paavirkning. Ved midlertidige Jordværker kan man ofte bruge Anlæg, der er mindre end 1.

Foruden af Materialet afhænger Skraaningsan-

læget ogsaa af den Paavirkning, Skraaningerne kan blive udsat for.

Ved permanente Anlæg i fast Jord, Ler o. l. med græsklædte Skraaninger, benyttes Anlæg $1-1\frac{1}{2}$ for Udgravninger, $1\frac{1}{4}-1\frac{3}{4}$ for Paafyldninger. Skraaninger, der beskylles af Vand, gives i Almindelighed ikke mindre Anlæg end 3, og de beskyttes ofte med Stenbeklædninger. Fast Klippe kan staa med et meget lille Anlæg, undertiden endogsaa være overhængende.

Forskellige Forhold ved Jordens Beskaffenhed.

Som allerede tidligere nævnt er der forskellige Omstændigheder, som taler for ikke at foretage Jordberegningen matematisk nøjagtig, men kun at tilstræbe et Resultat, der er tilstrækkelig nøjagtigt for det foreliggende Tilfælde.

Naar Jorden udgraves, vil den i Reglen faa en midlertidig Udvidelse, og af denne vil en Del holde sig, selv efter at Jorden har været aflejret i længere Tid paa et andet Sted. Udvidelsen vil afhænge af Jordens Beskaffenhed, og kan ikke i Forvejen angives nøjagtigt.

Jordens
Udvidelse.

Størrelsen af den midlertidige Udvidelse har man Brug for ved Beregning af Jordens Transport, idet det jo som Regel netop er lige efter Udgravningen, at Jorden skal transporteres. Størrelsen af den blivende Udvidelse bruges ved Beregningen af det Rum-

fang, Jorden indtager paa den Plads, hvor den skal aflejres.

Udtrykt i Procent af den fastlejlrede Jords Rumfang, kan den blivende Rumfangsforøgelse ansættes til følgende Værdier:

rent Grus og Sand	0 ⁰ / ₁₀₀	Udvidelse
sandblandet Ler	c. 2 ⁰ / ₁₀₀	—
Mergel	c. 3 ⁰ / ₁₀₀	—
rent Ler	c. 5 ⁰ / ₁₀₀	—
Stenarter, som løsnes ved		
Sprængning	c. 8 à 10 ⁰ / ₁₀₀	—

Naar der altsaa i en Udgravning er 100 Kubikmeter Mergel, maalt i fastlejlret Tilstand, da vil dette indtage et Rumfang paa 103 Kubikmeter, efter at det har aflejret sig i Paafyldningen.

Jordens midlertidige Udvidelse kan ligge mellem 10⁰/₁₀₀ og 50⁰/₁₀₀. Ofte vil den være i Nærheden af 25⁰/₁₀₀.

De øverste Lags Sammentrykning.

Den øverste Del af Jordskorpen kan i Reglen ikke betragtes som fastlejlret Jord, da den stadig løsnes af Agerbrugsredskaber, Planterødder, Regnorme, Frost o. s. v. Den Dybde, hvortil Redskabernes Virkning strækker sig, er ca. 0,30 m; dette øverste Lag vil være løsere lejret end almindelige, kunstige Paafyldninger, og vil derfor ikke have nogen blivende Udvidelse i en Paafyldning; det vil tværtimod sammentrykkes, naar det flyttes fra en Afgravning til en Paafyldning.

Naar der anbringes en Paafyldning oven paa dette løsere Jordlag, vil det sammentrykkes, og den fremkomne Synkning vil have den modsatte Virkning af den, som fremkaldes af den blivende Udvidelse, altsaa formindske dennes Indflydelse. Den

omtalte Synkning maa der tages Hensyn til ved Jordberegningen, og den kan for almindeligt Agerland regnes at være $0_{,05}$ à $0_{,08}$ m eftersom det er længere eller kortere Tid, siden Jorden er pløjet.

Denne Synkning er det lettest at tage Hensyn til ved at regne Jordoverfladen liggende en tilsvarende Dybde under den nivellerede Terrænhøjde.

Ogsaa for Afgravningen kan man tage Hensyn til de øvre Jordlags Løshed ved at regne med en tænkt Jordoverflade, som ligger $0_{,05}$ — $0_{,08}$ m. under den virkelige, og man kan da regne Afgravningsdybden ud fra denne matematiske Jordoverflade og regne med samme blivende Udvidelse for hele det beregnede Udgravningsvolumen.

Skal en Paafyldning udføres paa Mosegrund, vil denne give efter, og denne Synkning vil blive langt større end de tidligere omtalte. Det nødvendige Tillæg til Dæmningens Rumfang vil rette sig baade efter Dæmningens Højde, Tykkelsen af det bløde Lag og dettes større eller mindre Sejghed. Hvor stort Tillæget bliver, er det vanskeligt at bestemme. Sædvanligvis vil Dæmningen skyde de bløde Jordmasser ud til Siden og indtage disses Plads. Der vil være en Mulighed for, at Dæmningen kan synke helt ned til den faste Bund, hvis Beliggenhed derfor bør bestemmes f. Eks. ved Boringer. Mosegrund

Det hænder undertiden ved Jordarbejder, at man først fjerner det øverste Græstørvlag eller afgraver Muldjorden for at faa Materiale til senere Beklædning af Jordværkerne. Hertil maa der tages Hensyn ved Jordberegningen, ligesom det maa afgøres, om disse Materialier skal bortføres eller anvendes paa Stedet, og om det er nødvendigt at tilføre mere Tørv eller Muldjord til Beklædning af Jordværket.

Jordberegning.

De Jordarbejder, der skal behandles, kan deles i to Slags, nemlig Jordarbejder med udpræget Længderetning som Veje, Jernbaner, Kanaler og Diger, hvor Udstrækningen i Længden er stor i Forhold til Jordværkets Brede, og Jordarbejder, der foretages paa en Plads, hvor der ikke er saa stor Forskel paa Udstrækningen i de forskellige Retninger.

Linien
Stationering.

Ved Jordarbejder med udpræget Længderetning, gaar man i Reglen ud fra Jordværkets Midtlinie, der afsættes i Marken og indmaales paa Kortet. Midtlinien stationeres, d. v. s. der afsættes i Marken Punkter med f. Eks. 50 eller 100 Meters indbyrdes Afstand. Punkterne afmærkes med Pæle, og Højderne bestemmes ved Nivellement. Man tegner et Længdeprofil af Midtlinien, idet man paa en vandret Linie, Grundlinien, ud fra et Nulpunkt afsætter Punkter i 50, 100, 150, 200 o. s. v. m Afstand. I Stationspunkterne oprejses vinkelrette paa Grundlinien, og ud fra denne afsættes Højderne. Grundlinien vælges liggende i et rundt Antal Meter over daglig Vande. For at faa Terrænujævnhederne til at træde tydeligere frem afsætter man gerne Højderne i en 10 à 20 Gange saa stor Maalestok som den, der benyttes til Længderne, f. Eks. Længdemaalestok 1 : 2000, Højdemaalestok 1 : 200.

Afstanden mellem Punkterne maa ikke være større end, at man med tilstrækkelig Nøjagtighed kan betragte Terrænets Skæring med Længdesnittet som en ret Linie imellem to paa hinanden følgende Stationspunkter. Er Terrænet særlig ujævnt, kan det blive nødvendigt at indskyde Mellempunkter, der

i Længdeprofilet betegnes med deres Afstand fra Nulpunktet. De indskydes, hvor Terrænet gaar over fra svagere til stærkere Fald, hvor Faldet skifter Retning, hvor der er Grøfter, Jordvolde, Veje o. s. v.

Saalænge Jordværkets Profil holdes uforandret, og saalænge Terrænets Fald vinkelret paa Jordværkets Længderetning er meget lille, behøver man ikke at tegne Tværsnit. Men naar det omtalte Fald overstiger 1:20, vil man ved foreløbige Jordberegninger i Reglen tegne Tværsnit. Til disse anvendes oftest samme Maalestok for Længder og Højder.

Tværsnit.

Opmaaling af Tværsnit kan blive nødvendig ved Jordværkets Tilslutning til Terrængenstande, Veje, Vandløb o. s. v.

Angaaende Længdeprofilets Tegning bemærkes, at Grundlinie, Ordinator og Terrænl Linie tegnes med Sort, hvorimod det projekterede Hovedarbejde indtegnes med Rødt. Til Grøfter benyttes gerne Blaafarve. Højdetallene for Terrænl Linien skrives med Sort paa Ordinatorerne; de angiver Højderne over daglig Vande.

Tegning af Længdeprofil.

Højderne fra den indtegnede Planumslinie til Terrænet kan nu bestemmes, hvorefter Tværsnitsarealet paa vedkommende Sted kan udregnes, naar man tillige kender Planumsbrede og Skraaningsanlæg.

Det antages, at Jordoverfladen er saa regelmæssig, at Terrænets Skæring med Tværsnittets Plan kan betragtes som en ret Linie AD (Fig. 1). Højden i Midtlinien er h, Planumsbreden b, Skraaningsanlægget er a, og Terrænets Sidehældning er 1:m (Anlæg = m.). Man har da det søgte Areal

Tværsnitsberegning.

$$A B C D = \triangle A E D \div \triangle B E C$$

Højden h_1 i Trekanten B E C er bestemt ved

$$\frac{b}{2} = a \cdot h_1; h_1 = \frac{b}{2a}$$

$$\text{Arealet af } \triangle B E C = \frac{1}{2} \cdot b \cdot h_1 = \frac{1}{2} b \frac{b}{2a} = \frac{b^2}{4a}$$

$$\triangle A E D = \triangle A E M + \triangle D E M =$$

$$(h + h_1) \frac{x_1 + x_2}{2} = \left(h + \frac{b}{2a}\right) \cdot \frac{x_1 + x_2}{2}.$$

$$x_1 \text{ bestemmes derved, at } A_1 M = \frac{x_1}{m} \text{ og } A_1 E = \frac{x_1}{a} =$$

$$A_1 M + h + h_1, \text{ hvoraf } \frac{x_1}{a} = \frac{x_1}{m} + h + h_1;$$

$$x_1 = \left(h + \frac{b}{2a}\right) \cdot \frac{m \cdot a}{m - a}.$$

$$x_2 \text{ bestemmes paa samme Maade derved, at } D_1 M =$$

$$\frac{x_2}{m} \text{ og } D_1 E = \frac{x_2}{a} = h + h_1 + D_1 M, \text{ hvoraf}$$

$$\frac{x_2}{a} = h + h_1 + \frac{x_2}{m}; x_2 = \left(h + \frac{b}{2a}\right) \cdot \frac{m \cdot a}{m + a}$$

Man faar nu

$$\triangle A E D = \frac{1}{2} \left(h + \frac{b}{2a}\right)^2 \left(\frac{ma}{m - a} + \frac{ma}{m + a}\right) =$$

$$\left(h + \frac{b}{2a}\right)^2 \cdot \frac{m^2 a}{m^2 - a^2}$$

Det søgte Areal bliver altsaa

$$A B C D = \left(h + \frac{b}{2a}\right)^2 \cdot \frac{m^2 a}{m^2 - a^2} + \frac{b^2}{4a}$$

Dersom Terrænet ikke har Sidehældning, altsaa for $m = \infty$, faas

Arealet $= b h + a h^2$, hvilket ogsaa kan ses umiddelbart af Fig. 2.

Dersom der er Tale om en Udgravning med Grøfter (Fig. 3), skal man i Stedet for den nyttige Planumsbrede b regne med en Brede b_1 , som faas ved til b at lægge to Gange Grøftebredden. Til det derved fundne Areal maa lægges Grøfternes Areal $2 G$, saa at Tværsnitsarealet bliver $A = b_1 h + a h^2 + 2 G$.

Skal man foretage Beregning af mange Tværsnitsarealer, er det vidtløftigt og trættende at skulle bruge de fundne Formler til direkte Indsætning af de givne Værdier; man bør i saa Fald danne sig Tabeller, i hvilke man f. Eks. med given Planumsbrede og givne Skraaningsanlæg straks kan finde det til enhver forekommende Højde svarende Tværsnitsareal. Der skal her ikke kommes nærmere ind paa Udregningen af saadanne Tabeller, men kun vises, hvorledes man kan danne en Tabel over Tværsnitsarealerne, naar der intet Sidesfald er paa Terrænet. Man har (Fig. 4)

Tabeller
over
Tværnsnit.

$$A = b h + a h^2.$$

Naar h faar en Tilvækst d , faar A en Tilvækst $\triangle A$ og bliver $A_1 = A + \triangle A = b (h + d) + a (h + d)^2$.

Ved atter at give Højden en Tilvækst d faas $A_2 = A_1 + \triangle A_1 = b (h + 2 d) + a (h + 2 d)^2$.

Heraf faas

$$\triangle A = A_1 - A = b d + a d (2 h + d)$$

$$\triangle A_1 = A_2 - A_1 = b d + a d (2 h + 3 d)$$

hvoraf ved Subtraktion

$$\triangle A_1 - \triangle A = 2 a d^2.$$

Det ses, at Differensen mellem to paa hinanden følgende Tilvækster (Strimler) er uafhængig af h og konstant, saalænge Anlægget er det samme. Denne Omstændighed giver et Middel til hurtig og let at beregne en Tabel. Naar man har beregnet tre paa hinanden følgende Arealer, ses det nemlig, at de andre Størrelser kan findes ved simpel Addition.

Eksempel: $p = 5 \text{ m}$, $a = 1,5$ $d = 0,1 \text{ m}$.

Man har da

$$h = 0, A_0 = 0$$

$$h = 0,1, A_1 = 5 \cdot 0,1 + 1,5 \cdot 0,1^2 = 0,515 \text{ m}^2 \quad \triangle A_0 = 0,515$$

$$h = 0,2, A_2 = 5 \cdot 0,2 + 1,5 \cdot 0,2^2 = 1,060 \text{ m}^2 \quad \triangle A_1 = 0,545$$

Heraf findes den konstante Differens $\triangle A_1 \div \triangle A_0 = 0,030$.

Tabellen kan nu opstilles paa følgende Maade:

h	$\triangle A_1 \div \triangle A_0$	$\triangle A_0$	$A = bh + ah^2$
0			0 m^2
0,1	0,030	0,515	0,515 —
0,2	0,030	0,545	1,060 —
0,3	0,030	0,575	1,635 —
0,4		0,605	2,240 —

For at lette Oversigten indskrives Resultaterne ofte i en Tabel af nedenstaaende Form.

	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	0	0,515	1,060	1,635	2,240	2,875	3,540	4,235	4,960	5,715
1	6,500	7,315	8,160	9,035	9,940	10,875	11,840	12,835	13,860	
2										
3										

Som Prøve paa de udførte Regningers Rigtighed beregnes det sidst fundne Tværsnitsareal direkte efter Formlen $A = bh + ah^2$; den derved fundne Værdi skal da være den samme som den, der er fundet ved Hjælp af Differenserne.

Naar Tværnittene er tegnede, kan Arealet findes enten ved Beregning eller grafisk ved Maaling.

Dersom Tværnittet er en Firkant A B C D (Fig. 5), bliver Arealet $A = \frac{1}{2} d (h_1 + h_2)$. Har man mange saadanne Firkanter at beregne, kan det være fordelagtigt at omdanne dem til Trekanter med samme Højde eller Grundlinie.

Firkanten A B C D (Fig. 6) deles ved Diagonalen A C i to Trekanter. Med A og C som Centrér tegnes Cirkelbuer med Radius $r = 2 n$ Meter. Tangenterne A F og C E tegnes, og gennem B og D trækkes Linier parallelle med A C; de skærer Tangenterne i E_1 og F_1 .

Man har da

$$\begin{aligned} \text{Firkant A B C D} &= \triangle A B C + \triangle A C D = \\ &\triangle A F_1 C + \triangle A C E_1 = \frac{1}{2} r (A F_1 + C E_1) \end{aligned}$$

Grafisk
Tvær-
snitsbe-
regning

Naar $r = 2n$ afsættes efter Tegningens Maalestok, vil Firkantens Areal være

$$A = n (A F_1 + C E_1).$$

Vælges nu f. Eks. $n = 10$ m, faas Arealet ved at maale Summen $A F_1 + C E_1$ paa Tegningens Længdemaalestok og multiplicere det fundne Tal med 10.

Man kan nøjes med at trække Linierne $B F_1$ og $D E_1 \neq A C$, naar man bruger en Lineal, hvis Brede er $2n$, altsaa i ovenstaaende Exempel 20 m, maalt i Tegningens Maalestoksforhold. Linealen, hvis Kanter er forsynede med Inddelinger, svarende til Tegningens Maalestok, lægges saaledes, at den ene Kant gaar gennem A, den anden gennem C (Fig. 7). Længderne $A F_1$ og $C E_1$ aflæses direkte paa Maalestokken.

Dersom Terrænlínien er en brudt Linie, bliver Tværnittet ikke en Firkant, men en Mangekant. Denne kan ved den fra Geometrien kendte Fremgangsmaade forvandles til en Firkant med samme Areal, hvorefter Firkanten kan behandles som ovenfor omtalt.

Er Arealet meget uregelmæssigt, kan det maales ved, at man deler det i Strimler af samme Brede, f. Eks. 1 m. I Fig. 8 er Strimlernes Brede b , medens Deleliniernes Længder er $h_0, h_1, h_2 \dots$. Det samlede Areal bliver da $A = \frac{b}{2} (h_0 + h_1) + \frac{b}{2} (h_1 + h_2) + \dots + \frac{b}{2} (h_{n-1} + h_n) = b (\frac{1}{2} h_0 + h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_{n-1} + \frac{1}{2} h_n).$

Man kan altsaa summere Deleliniernes Længder i Passeren, idet der af de to yderste kun tages Halv-

delen. Den fundne Sum maales paa Tegningens Maalestok og multipliceres med Strimlernes Brede b. Inddelingen foretages ikke paa hver Figur for sig, men en Hornplade eller et Stykke Kalkerpapir forsynes med parallelle Linier med en indbyrdes Afstand b. Denne Plade lægges over Tegningen, og Maalingen sker derpaa. Denne Metode kan ogsaa benyttes til Beregning af det Areal, der indesluttet af en Kurve. Arealet inden for en Kurve kan ogsaa findes ved, at Tegningen udføres paa kvadreret Papir, eller man lægger et paa Kalkerpapir udført Kvadratnet over Tegningen og tæller Antallet af Kvadrater inden for Kurven. Endelig kan Maalingen foretages ved Hjælp af et Planimeter. Af disse haves forskellige Konstruktioner, hvoraf her skal omtales Amslers Polarplanimeter.

Dette bestaar af to Metalstænger A og B, som i C er forbundne med en Tap, omkring hvilken der er fri Bevægelse (Fig. 9). Ved Brugen hviler Instrumentet i P og F paa Spidser, hvis Akser er vinkelrette paa Papirets Plan og i H paa en med 100 Inddelinger forsynet Rulle, hvis Tappelejer er fast forbundne med Stangen A, og hvis Akse er parallel saavel med Papirets Plan som med en Plan, der indeholder Akserne i Tappen C og i Spidsen F. Spidsen P trykkes fast i Papiret, saa at den afgiver en fast Akse, omkring hvilken hele Instrumentet kan drejes. Spidsen F anbringes i et kendeligt Punkt i Omkredsen af den Figur, hvis Fladeindhold skal maales, og man aflæser Instrumentets Stilling (d. v. s. Rullen H's Stilling aflæses). Det hele Antal Omdrejninger aflæses paa en vandret Skive, der ikke er vist i Fig. 9, Tiendedele og Hundrededele aflæses paa Rullen

Planime-
ter

H og Tusindedele paa en op til Rullen anbragt Nonius, der er fastgjort til Stangen A.

Spidsen F føres derpaa rundt langs Figurens Omkreds til Udgangspunktet, hvorefter Stillingen igen aflæses. Under Forudsætning af, at Rullen, paavirket af Gnidningsmodstanden fra Papiret, drejer sig fuldstændigt, vil Figurens Fladeindhold faas ved Multiplikation af Forskellen mellem Aflæsningerne med en konstant Størrelse, der enten kendes eller kan findes ved Maaling af et bekendt Areal.

Antages det, at Begyndelsesstillingen er 2,735, da aflæses 2 paa Skivens Skala, 73 paa Rullen og 5 paa Nonius. Dersom Aflæsningen, efter at Stiften F er ført rundt om Figuren, er 8,274, vil Antallet af Omdrejninger, som Rullen har gjort, være $8,274 \div 2,735 = 5,539$, forudsat, at Skiven har drejet sig mindre end 1 Omdrejning. Forskellen 5,539 multipliceret med Planimetrets Konstant giver det søgte Areal.

Til Forstaaelse af Planimetrets Konstruktion bemærkes, at en ret Linie AB af Længden l, der bevæger sig hen i Stillingen $A_1 B_1$ (Fig. 10), beskriver derved et Areal, som er lig Liniens Længde multipliceret med den Vejlængde, Liniens Midtpunkt M har tilbagelagt i en Retning, vinkelret paa AB. Bevægelsen fra Stillingen AB til $A_1 B_1$ kan nemlig tænkes foregaaet ved, at AB først er parallelforskuet til $A_2 B_2$, saaledes at M falder i M_1 , og derefter drejet om M_1 til Stillingen $A_1 B_1$. Ved Parallelforskydningen beskrives Parallelogrammet $A A_2 B_2 B$, hvis Areal er $a \cdot l$, hvor a er Afstanden mellem AB og $A_2 B_2$; ved Drejningen beskrives de lige store Udsnit $A_2 M_1 A_1$ og $B_1 M_1 B_2$, af hvilke det første subtraheres fra Parallelogrammet, medens det sidste adderes dertil. Det beskrevne Areal bliver altsaa lig Parallelogram-

met, eller a.l. Parallelforskydningen kan tænkes sammensat af to Bevægelser, en i Stangens Længderetning, og en vinkelret derpaa; kun under den sidstnævnte Bevægelse vil Rullen dreje sig og dermed give et Maal for Bevægelsens Størrelse; under Forskydningen i Stangens Retning vil Rullen derimod ikke dreje sig.

Befæstes P uden for det Areal, der skal maales (Fig. 11), og føres Stiften (A) en Gang rundt om det, vil Stangen under Bevægelsen fra A over D til F beskrive Arealet B A D F C B og under Bevægelsen fra F over G til A Arealet C F G A B C; Forskellen mellem disse to Arealer er det søgte. Da Hjulets Omdrejningsretning retter sig efter Stangens Bevægelse, og da de to Arealer, der skal subtraheres, er beskrevne ved modsatte Bevægelsesretninger af Stangen, vil det samlede Antal Rulleomdrejninger bestemme den Længde, som multipliceret med Stangens Længde A B giver det søgte Areal.

Saaledes som Rullen er anbragt, angiver Antallet af dens Omdrejninger ikke direkte Stangmidtens Vandring i en Retning vinkelret paa Stangen. Da denne imidlertid i dette Tilfælde vender tilbage til sin Udgangsstilling, uden at have gjort en hel Omdrejning, vil den samlede Sum af de Vinkelbevægelser, Stangen har gjort, være 0, og det er derfor ligegyldigt, om Rullen anbringes paa Stangens Midte eller ej, idet alle Punkter bevæger sig ens ved Parallelforskydning.

Ligger som i Fig. 12 P inden for Arealets Omkreds, maa til det ved Stangens CF's Bevægelse beskrevne Areal lægges Arealet af Cirklen om P som Centrum og med CP som Radius. Denne Cirkels Areal udregnes en Gang for alle. Stangens samlede

Vinkelbevægelse er i dette Tilfælde 360° , og der maa derfor yderligere tilføjes en Korrektion af Hensyn til, at Rullen ikke er anbragt under Stangens Midte. Denne Korrektion findes ved Forsøg og lægges til Cirkelns Areal.

For at sikre sig mod urigtige Resultater, er det rigtigst at maale Arealet to Gange.

**Volumen-
beregning.
Prisme-
metoden.**

Naar Tværnittene er parallelle, beregnes Rumfanget mellem to Tværnit i en Udgravning eller en Paafyldning oftest efter den saakaldte Prismemetode, ved hvilken Rumfanget mellem to Tværprofiler regnes ligestort med Rumfanget af et Prisme, hvis Længde er lig Afstanden mellem Tværprofilerne og hvis Tværnit er lig Middeltallet mellem de to Endetværnit, altsaa $V_1 = 1 \cdot \frac{A_1 + A_2}{2}$.

Dette Resultat er ikke nøjagtigt, og Fejlens Størrelse afhænger baade af Forskellen mellem Endetværnittene og af deres Form.

Fejlen kan let beregnes, naar Terrænet er plant og der intet Sidefald er. Det Jordlegeme, der skal beregnes, er nemlig en Prismatoide. Kaldes dennes Midtetværnit M , bliver det virkelige Rumfang

$$V = \frac{1}{6} l (A_1 + A_2 + 4M)$$

Man har $A_1 = bh_1 + ah_1^2$

$$A_2 = bh_2 + ah_2^2$$

$$M = b \frac{h_1 + h_2}{2} + a \frac{(h_1 + h_2)^2}{4}$$

altsaa

$$V - V_1 = \frac{1}{6} l (A_1 + A_2) + \frac{2}{3} l \cdot M - \frac{1}{2} l (A_1 + A_2)$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{2}{3} l \cdot M \div \frac{1}{3} l (A_1 + A_2) = \frac{1}{3} l (2M \div A_1 \div A_2) \\
&= \frac{1}{3} l \left[\frac{a}{2} (h_1 + h_2)^2 - a (h_1^2 + h_2^2) \right] \\
&= \div \frac{1}{6} a l (h_1 \div h_2)^2
\end{aligned}$$

Det ses, at Forskellen $V - V_1$ er negativ. Ved Prismemetoden faar man altsaa et Resultat, der er for stort. Det ses af Udtrykket, at det er fordelagtigt at lægge Tværprofilerne nær ved hinanden, og det bør særlig gøres i kuperet Terræn.

Undertiden beregnes Rumfanget mellem to Tværprofiler ved Benyttelse af Midtetværsnittet M . Man faar da $V_2 = l \cdot M$. Dette Resultat er heller ikke nøjagtigt; det kan ved en lignende Fremgangsmaade, som den, der anvendtes ovenfor, vises, at Resultatet bliver for lille.

Det er selvfølgelig ligegyldigt, om Snittene er lodrette eller vandrette. En Grusbunke eller en Byggegrube, gravet paa vandret Terræn, kan derfor beregnes tilnærmet ved at multiplicere den halve Sum af de parallelle Endeflader med den lodrette Afstand imellem dem, eller ved at multiplicere Midtesnittet med den nævnte Afstand.

En Jordmasse, hvis Tværsnit overalt har samme Areal, men ikke er parallelle, beregnes ved at multiplicere Tværsnitsarealet med Længden af den Linie, der kan lægges gennem de paa hinanden følgende Tværsnits Tyngdepunkter. Kan Tyngdepunktet ikke let bestemmes nøjagtigt, vil man i Reglen kunne opnaa tilstrækkelig Nøjagtighed ved at benytte Længden af en efter Skøn bestemt Tyngdepunktslinie.

Hvis Tværnittene veksler i Størrelse og ikke er indbyrdes parallelle, beregnes den mellem to Tværnit liggende Jordmasse ved at multiplicere den halve Sum af Tværsnitsarealerne med Længden af Tyngdepunktslinien mellem de to Tværnit.

Ved Reguleringsarbejder, hvor Jordberegningen skal foretages paa Grundlag af et Nivellement, vil det i Reglen være naturligst at beregne Rumfangene som en Sum af Prismer med Trekanter eller Rektangler som Normalsnit. Volumen af saadanne Prismer er Produktet af Normalsnittet og Kanternes Middeltal.

Skal Jordberegningen ved en Regulering foretages paa Grundlag af Kort med Horisontalkurver, kan man beregne Rumfanget af den mellem to Kurver indesluttede Jordmasse ved at multiplicere den halve Sum af de mellem Kurverne indesluttede Arealer med Ækvidistancen. Maalingen af Arealet inden for Kurverne er tidligere beskrevet.

**Grafisk
Volumen-
beregning.**

Naar Profilarealerne bestemmes grafisk, kan man ogsaa bestemme Rumfangene grafisk. Ordinaterne fra Længdeprofilet forlænges til Skæring med en ny vandret Grundlinie $A_1 F_1$ (Fig. 13). Ud fra denne afsættes Arealerne paa de tilsvarende Ordinatorer efter en passende Arealmaalestok, og f. Eks. saaledes, at Udgravningsarealer afsættes opad, Paafyldningsarealer nedad. Derved faas en brudt Linie, hvis Ordinatorer er Tværnittenes Arealer, medens Afstanden l mellem Ordinatorerne er den samme som mellem Tværnittene.

Beregnes Rumfangene efter Prismemetoden, har man, at Rumfanget af Jordlegemet mellem Arealerne

A_n og A_{n+1} er $V_n = \frac{1}{2} l (A_n + A_{n+1})$, men

dette er netop Arealet mellem Ordinaterne A_n og A_{n+1} i Arealkurven. Summen af Trapezerne i Arealkurven mellem A_1 og C_1 ses at være Udtryk for det Volumen, der findes i Afgravningen mellem A og C. Paa samme Maade udtrykkes Paafyldningsrumfanget mellem C og E ved Arealet mellem Arealkurven og Grundlinien fra C_1 til E_1 .

Ved Indlæggelsen af Planumslinien i Længdeprofilet, kommer det an paa at foretage dette saaledes, at Jordarbejdet bliver saa billigt som muligt; herved kommer Transportlængderne til at spille en Rolle. Man skal i Reglen tilstræbe at faa Udligning, d. v. s., at den udgravede Jordmængde netop svarer til den Paafyldning, der skal foretages andre Steder. Det kan dog hænde, at man derved vilde faa for store Transportafstande for en Del af Jorden, saaledes at Udgifterne bliver for store. I saa Tilfælde maa man hellere skaffe Oplagsplads i Nærheden for overflødig Jord, hvis der er større Udgravning end Paafyldning. Skal der omvendt skaffes mere Jord til Paafyldning, end der faas ved Udgravningerne, maa man sikre sig et Sted, hvor den manglende Fyld kan tages.

Jordmas-
sernes
Fordeling

Jordens Løsning.

Ved Udgravning af meget løs Jord som rent Sand, fint Grus, løs Muldjord eller blød Tørvejord behøver man kun at anvende Skovl. Haandred-
skaber

Er Jorden noget fastere saaledes som lerblandet Sand og rent Ler eller fastlejret Muld og Tørvejord,

maa man benytte Spade til Udgravningen. Det udgravede læsses paa Vogn dels med Spaden, dels med Skovlen.

Dersom Jorden er lejret saa fast, at den ikke kan graves op med Spade, maa den løsnes ved Op-hakning med Hakke, hvorefter haves forskellige Former. Spidshakken (Fig. 14) har en spids Staalæg, medens Bredhakken (Fig. 15) har en kort, lige Æg, der staar vinkelret paa Hakkens Plan. Bredhakke og Spidshakke kan forenes i en Dobbelthakke, Krydshakken (Fig. 16). Krydshakken kan dog ogsaa have Spids i begge Ender. Bredhakken egner sig bedst til Blandinger af Sand og Ler med overvejende Lerindhold, rent og tørt Ler samt løs Mergel. Ler med Smaasten, fast Mergel og Rullesten kan bedst løsnes med Spidshakken, da dennes Spids lettere trænger ind i Stenenes Mellemrum. Man bør altid sørge for, at Hakkerne er godt skærpede.

Ved dybe Udgravninger kan man undertiden, naar Jorden egner sig dertil, anvende Løsning med Kiler, idet man arbejder ind imod en stejl Skrænt, som undergraves, hvorefter en Række Kiler drives ned i Jorden et Stykke (ca. 1 m) bag Skræntens øverste Kant. Ved Faldet sønderdeles Jorden i Reglen saa meget, at den straks kan læsses paa Vogn. Metoden er ikke ufarlig og er derfor af Fabriksinspektionen forbudt paa Teglværker.

Forskellige Jordklasser

For ved Udregningen af Prisen paa et Jordarbejde at kunne tage Hensyn til den større eller mindre Vanskelighed, der er ved at udgrave Jorden, har man inddelt den i Klasser efter dens Fasthed. Jordens Klasse bestemmes ved Forholdet mellem den Tid, der medgaar til Løsning og Læsning af et bestemt Kvantum Jord, og den Tid, der alene kræves.

til Læsning af det samme Kvantum; dersom der til Løsning af et vist Kvantum Jord medgaar a Minutter, til dets Læsning b Minutter, saa er Klassen altsaa $\frac{a+b}{b} = \frac{a}{b} + 1$, og denne Klasse kaldes $(\frac{a}{b} + 1)$ Mands Jord.

1-Mands Jord kræver sletingen Løsning, men kan straks skovles op. 2-Mands Jord kræver lige lang Tid til Løsning og Læsning, medens 3-Mands Jord kræver dobbelt saa lang Tid til Løsning som til Læsning. Her i Landet forekommer sjældent sværere Jord end 4-Mands Jord. Man nøjes ikke med Inddeling i Klasser efter hele Tal, men regner ogsaa med $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$, $1\frac{3}{4}$ -Mands Jord o. s. v.

Man anvender ogsaa en anden Inddelingsmaade, idet man betegner Jorden som let Jord, Middeljord eller svær Jord. Her er da ikke taget Hensyn til Klippearterne, der forekommer saa sjældent her i Landet. Let Jord kan skovles op uden Brug af Spade eller Hakke; den svarer altsaa til 1-Mands Jord; hertil regnes Sand, løs Tørve- og Muldjord o. l. Ved Middeljord kræves Anvendelse af Spade, men ikke af Hakke. Den svarer til $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$ og $1\frac{3}{4}$ -Mands Jord og indbefatter fast Muldjord, lerblandet Sand og fugtig Ler m. m. Svær Jord fordrer Anvendelsen af Hakke; den svarer til 2—3-Mands Jord, stenet Ler, Mergel, fast Grus m. m.

Det ses let, at de Tal, der betegner de forskellige Jordarters Klasse, netop vil være proportionale med de Tider, der medgaar til ligestore Voluminers Udgravning (Løsning og Læsning) af de forskellige Jordarter. Naar man derfor ved, hvormange m^3 1-Mands Jord en Arbejder i en vis Tid kan læsse paa en Trillebør, kan man udregne, hvormange m^3

han i den samme Tid kan udgrave i en Jordart af en anden Klasse.

**Jordarbej-
derens
Præsta-
tioner**

Det afhænger naturligvis af Arbejderens Flid og Udholdenhed, hvormeget han kan præstere, men man kan som en rimelig Værdi regne, at en øvet Jordarbejder kan udgrave og fylde i Trillebør 1 m³ 1-Mands Jord i 36 Minutter, eller at han i 10 Timer

udgraver $\frac{60 \cdot 10}{36} = 16,7$ m³ 1-Mands Jord. Til Løsning

og Læsning af 1 m³ 2¹/₂-Mands Jord vil der da fordres 2¹/₂ Gang saa lang Tid, som hvis Jorden havde været 1-Mands Jord, altsaa $36 \cdot 2\frac{1}{2} = 90$ Minutter. Hvis Jorden er 1¹/₂-Mands Jord vil han i 10 Timer

kunne udgrave og læsse $\frac{16,7}{1,5} = 11,1$ m³ Jord.

Hvis Jorden ikke straks skal læsses paa Trillebør for at køres bort, kan man regne, at Graveren i Stedet for Trillebørens Læsning kan præstere et Kast paa ca. 2 m i Længden eller ca. 1,0—1,2 m i Højden. Skal den udgravede Jord kastes 3—4 m. vandret eller ca. 1,5 m lodret eller læsses paa Vogn, gaar den foran anførte Præstation ned med 20⁰/₁₀₀.

Foregaar Udgravningen i Vand, præsterer Arbejderen kun 65⁰/₁₀₀ af, hvad han kan yde, naar han arbejder paa det tørre. Man bør derfor altid sørge for saa vidt muligt at afvande Udgravningsstedet.

**Spræng-
ning af
Sten.**

Findes der ved Udgravningen større Sten, maa de kløves med Hammer eller med Kiler, eventuelt sprænges med Krudt eller Dynamit.

Ved Sprængninger bores der Hul i Stenen med en Rundjerns Mejsel med Staalæg. Man slaar med en Mukkert paa Mejslen, der drejes lidt for hvert Slag. Ved smaa Huller kan en enkelt Mand bore, idet han styrer Mejslen med venstre Haand og slaar

med Mukkerten i højre Haand. Ved større Borehuller (40—50 mm i Diameter), bruges 3 Mand, hvoraf de 2 slaar, medens den tredje styrer Mejslen. Hullet føres ned til $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ af Stenens Tykkelse. Boremelet skylles op med Vand under Boringen.

Naar Borehullet er færdigt, renses og tørres det ved Hjælp af en med Blaar omviklet Træstok, hvorefter $\frac{1}{3}$ af Borehullet fyldes med Krudt, hvorover der ved Hjælp af en Ladestok af Træ stampes et Lag tørt Ler. Som Fængtraad bruges Stupin, hvis ene Ende gaar et Stykke ned i Ladningen, medens den anden Ende maa gaa et Stykke uden for Hullet, saaledes at Mandskabet kan faa Tid til at fjerne sig tilstrækkeligt, inden Sprængningen sker.

Dynamit eksploderer med et Slag eller ved Eksplosion af en Knaldsats. I Reglen bruges en Fænghætte af Knaldkviksølv, som tændes ved en langsomt brændende Tændsnor — Bickford Traad —, der atter tændes med en Tændstik. Bickford Traad brænder ca. 80 cm i Minuttet. Undertiden bruges elektrisk Antændelse.

Dynamit og da navnlig Knaldkviksølv er ikke ufarligt at have med at gøre; ukyndige Folk bør derfor aldrig indlade sig paa at foretage Sprængninger, men overlade disse til Folk, der er vant til at behandle Sprængstoffer.

Store Sten bruges ikke til Paafyldning ved Jordarbejdet, da de kan udnyttes paa en fordelagtigere Maade.

Arbejdet bliver vanskeligere, naar der er store Sten; man fastsætter derfor gerne en Ekstrabetaling pr. Kubikmeter Sten eller lader Entreprenøren beholde dem, i hvilket Tilfælde han ingen Betaling faar for det forøgede Arbejde.

Gravema- skiner

Gravemaskiner anvendes meget ved større Jordarbejder, derimod ikke saa ofte ved almindelige Husbygnings — eller andre mindre Arbejder. Der skal derfor ikke ofres dem nogen indgaaende Omtale her.

De bygges i Hovedsagen i to Former, nemlig som Spandkædemaskiner eller som Ske- eller Skovlmaskiner. I begge Tilfælde monteres Maskinen paa en Platform med Hjul, der hviler paa Spor, saa at Maskinen kan bevæge sig fremad eller til Siden, efhaanden som Arbejdet skrider frem.

Spandkædemaskinen (Fig. 17) bestaar af en Kæde med lange Led, hvortil er fastgjort Spande. Kæden gaar over to Kædeskiver, hvis Aksler har Lejer i en Ramme. Den ene Aksel gaar igennem Rammen og hviler i faste Lejer paa Maskinens Stel. Omkring denne Aksel kan Rammen med Spandkæden svinges op og ned, saa at Spandene kan arbejde paa forskellige Dybder. Rammens Bevægelser sker ved Ophejsning fra en Kranudlægger paa Maskinen. Paa den nævnte Aksel er anbragt et Tandhjul, der drives af en Dampmaskine.

Spandene er af Pladejern, og den Rand, som skraber Jorden løs, er forstærket med et Staalskær, (Fig. 18). Man bruger dog ogsaa pressede Staalspande. Formen er i Hovedsagen som en gennemskaaren Keglestub, saaledes at Spanden slipper Jorden let. Spandene trykkes mod Jorden ved deres egen og Kædens samt tildels Rammens Vægt. Spandenes Tømning foregaar, idet de drejes om den øverste Kædeskive. Jorden falder gerne ned paa et Skraa-plan og derfra gennem en Udløbstud ned i Jernbanevognene.

Afgravningen foregaar paa et længere Stykke ad

Gangen i tynde Lag, idet Maskinen langsomt flytter sig hen ad Sporet, hvorved Spandkæden flyttes sidelænds hen ad Skraaning. Naar Maskinen er kommen til Enden af den Strækning, hvorpaa der graves, sænkes Spandkæden lidt, og Maskinen gaar tilbage igen. Naar Gravedybden er naaet, flyttes Sporet et Stykke tilbage fra Skrænten, før der graves videre.

Efter et Middeltal skal Udgravningen med Spandkædemaskine, alle Tillægsomkostninger medregnet, koste

i let Sandjord	0,18	Kr. pr. m ³
i middelsvær Jord	0,26—0,35	„ —
i svær Jord	0,35—0,70	„ —

Skovlmaskinen har kun en enkelt, stor, kasseformet Graveskovl med fire faste Sider, hvoraf den underste springer noget frem og er forsynet med et Staalskær, der ofte ender i Spidser eller i Tænder. Skovlen har en bevægelig Bundklap, der kan drejes om Hængsler i den øverste Side og lukkes ved en Fjederlaas ved den nederste, saaledes at Skovlen kan tømmes for Jord ved Bundklappens Aabning. Skovlen rummer i Almindelighed 0,5—1,5 m³.

Skovlen er anbragt paa et stærkt Skaft og trykkes med Skæret ind mod Skrænten; den bevæges franeden opad, omtrent i en Cirkelbue, hvorved Skovlen fyldes med Jord. Kranen er drejelig om en lodret Akse, dels for at Skovlen kan arbejde til alle Sider, dels for at den udgravede Jord skal kunne svinges ud over en Vogn, hvori den aflæsses ved Bundklappens Aabning.

I Fig. 19 er vist en engelsk Gravemaskine, som hviler paa et Drejestel. Paa Platformen er Maskineriet anbragt, og herfra udgaar tillige en Kranudlægger

A. Skovlen bevæges op og ned ved Hjælp af en Kæde, der er ført over en paa Udlæggerens Top anbragt Skive og ned til et Spil paa Platformen. Paa Udlæggeren er befæstet Lejer for Skovlskafte; for at Rystelserne ved Gravningen ikke skal overføres for stærkt til Maskineriet, er Forbindelsen mellem Skovlskafte og Udlæggeren gjort elastisk, idet Skovlskafte's Tapper ikke hviler direkte i Lejerne paa Udlæggeren, men forbindes med den ene Arm paa en Vinkelvægtstang, hvis Akse har faste Lejer F i Udlæggeren, og hvis anden Arm er befæstet til Stempelstangen fra en Dampcylinder D. Naar Dampen ledes ind under Stemplet, drejes Vinkelvægtstangen saaledes, at den trykker Skovlen mod Jordskrænten. Møder Skovlen en stærk Modstand, f. Eks. fra en Sten, vil Vinkelvægtstangen drejes noget tilbage og presse Stemplet mod Dampen, der da virker som Stødpude.

Prisen for Udgravningen af 1 Kubikmeter er omtrent den samme som ved Spandkædemaskinen.

Jordens Transport.

Forskellige Transportmidler.

Til Flytning af Jorden haves forskellige Transportmidler, og da Transporten udgør en væsentlig Del af Jordarbejdet, har det stor Betydning at vælge den rette Transportmaade.

Valget afhænger i Reglen af den Jordmængde, der skal flyttes og af Transportafstanden. Ved Beregningen af Bekostningen maa medregnes Materiellets Pris

med Renter og Vedligeholdelse. Herfra kan trækkes den Værdi, Materiellet har efter Arbejdets Fuldførelse.

Trækkekraften er dyrest, naar der bruges Haandkraft, hvorimod Hestekraft er billigere og Dampkraft billigst, naar Flytteafstanden er stor. Det forholder sig omvendt med Materiellets Pris.

Man kan finde den Afstand, for hvilken Prisen vil stille sig ens for to Transportmaader. Jo større Jordmasser der skal flyttes, desto kortere bliver den Afstand, paa hvilken det kan betale sig at anvende det dyre Materiel og den billige Trækkekraft.

Ved ganske smaa Flytteafstande benyttes Kastning med Skovle. Ved et almindeligt Kast kan Jorden flyttes ca. 2,5 m i vandret Retning eller halv saa højt i lodret Retning. En Mand kan paa den Maade flytte ca. 17 m³ Jord paa en Dag à 10 Timer. Naar

Kastning.

Daglønneren er 4 Kr. vil det altsaa koste $\frac{400}{17} = \text{ca. } 24$

Øre at flytte 1 m³ Jord ca. 2,5 m vandret. Man kan ved stadigt Arbejde ikke kaste Jorden mere end 4 m vandret eller 2 m lodret, og Arbejdsmængden vil da gaa ned til $\frac{9}{10}$ af den ovenfor nævnte.

Man anvender sjældent mere end to Kast, ved smaa Jordmængder dog undertiden tre. Er Jordmængden større og Flytteafstanden fra 6 til 100 m, anvendes i Reglen Trillebøre til Jordtransporten. Ved smaa Jordmængder anvendes de helt op til en Afstand af 250 m.

Trillebøren Fig. 20 bestaar af en Kasse med hældende Sider, der hviler paa to Stænger, ca. 1,6 à 2,0 m

Trillebør.

lange. Ved den forreste Ende, hvor Stængerne løber tæt sammen, bærer de Lejer for et Hjul, ved den bageste er Afstanden mellem Stængerne saa stor, at en Mand bekvemt kan gaa mellem dem; her er de afrundede som Haandtag. Kassens Forstykke maa hælde godt ud over Hjulet, for at dette kan komme saa nær som muligt til den læssede Børs Tyngdepunkt, og for at Børen bekvemt kan tømmes.

Børen er forsynet med to Ben, forbundne ved en Tværrigel. Den bygges sædvanligvis af Træ med Jernbeslag, undertiden udføres Kassen af Jernplader. Hjulet er i Reglen af Støbejern med Smedejerns Aksel; Diametren er 40—50 cm.

Kassens Størrelse er oftest saaledes, at den rummer 0,06 à 0,08 m³ (2 à 2½ Kubikfod). Da Hjulfælgens Brede kun er ca. 4 cm, maa der bruges en Trillebane af Planker for at formindske Gnidningsmodstanden og forhindre Hjulet i at skære sig ned i Jorden. Trilleplankerne er gerne af Fyrretræ, 5×20 cm. De kan gennemsnitlig holde til Passage af 330,000 Børe.

Plankerne maa ligge godt fast, saa at de ikke vipper; Jordoverfladen maa derfor planeres med Skovl. Enderne af Plankerne maa støttes godt, saa at den ene Planke ikke trykkes ned i Forhold til den anden. Det er ikke nødvendigt, at Plankerne understøttes paa hele Længden; de kan godt hvile paa smaa Bunker Jord, der trædes fast under dem.

Der arbejdes gerne i Kolonner paa 10—25 Mand med en dygtig Fortriller, der angiver Tempoet. Naar Folkene er godt øvede, kan de læsse Trillebøren paa samme Tid. Løber en Trillebør af Banen, vippes den igen op om den Tværrigel, der er anbragt paa Benene.

Man regner, at den Vej, en øvet Arbejder tilbage-
 lægger i 10 Timer er 30 km, altsaa $\frac{30000}{10 \times 60} = 50$ m
 pr. Minut. Ved Igangsætning af Børene og Sporafløb-
 ning spildes lidt Tid, der kan anslaas til 0,3 Minut
 pr. 100 m, saaledes at den nyttige Hastighed bliver

$\frac{50}{1 + 0,15} = \text{ca. } 44$ m pr. Minut. Man regner, at en Mand
 kan køre en læsset Trillebør 80 m uden Afbrydelse,
 naar han saa har Lejlighed til at hvile sig ved at
 køre den tomme Bør tilbage. Er Flytteafstanden
 længere end 80 Meter, maa den deles i Skifter, saa-
 ledes at en Kolonne fører de læssede Børe en Skifte-
 længde frem og ombytter dem med tomme Børe,
 som trilles tilbage. Hvor Børene skal ombyttes, maa
 der være dobbelt Plankespor (Fig. 21). I den Tid,
 der bruges til at køre frem og tilbage gennem en
 Skiftelængde, skal en Mand kunne læsse en Bør. I
 10 Timer kan han læsse 17 m^3 ; til Læsning af en
 Bør, der rummer $0,06 \text{ m}^3$ bruger han altsaa $t =$
 $\frac{10 \cdot 60}{17} \times 0,06 = 2,1$ Minut. Den normale Skifte-
 længde bør derfor være $L = \frac{44 \times 2,1}{2} = \text{c. } 46$ m.

Til Aflæsning og Vending paa Tippen, det Sted
 hvor Børene aflæsses, bruges ca. $\frac{3}{4}$ Minut, hvorfor
 Skiftet nærmest Tippen bør være lidt kortere end de
 andre, nemlig ca. 30 m, naar Kolonnerne ikke skal
 vente paa hinanden.

Naar Middelhastigheden er 44 m pr. Minut, Op-
 holdet paa Tippen 0,75 Minut, Flytteafstanden 1 Meter,
 vil hver Tur tage $\frac{2 \cdot 1}{44} + 0,75$ Minut, og Antallet af
 Ture pr. Dag à 600 Minutter vil altsaa blive

Beregning
 af Ar-
 bejds-
 præstatio-
 nen.

$$f = \frac{600}{\frac{2 \cdot 1}{44} + 0,75} = \frac{26400}{2,1 + 33}.$$

Ved hver Tur flyttes $0,06 \text{ m}^3$, saa at Antallet af Kubikmeter, der flyttes med 1 Bør og 1 Mand pr.

$$\text{Dag bliver } n = \frac{26400 \times 0,06}{21 + 33} = \frac{1584}{21 + 33} \text{ Kubikmtr.}$$

$$\text{Naar Daglønnen er 4 Kr., bliver Udgiften til Trækkraften pr. } \text{m}^3 \text{ p} = \frac{400 \times (21 + 33)}{1584} =$$

$$(0,51 \times 1 + 8,33) \text{ Øre.}$$

Materiellets Vedligeholdelse og Forrentning af den Kapital, Materiellet repræsenterer, regner man, beløber sig til $(0,02 \cdot 1 + 22,75)$ Øre, hvorfor den samlede Udgift til Transport af 1 m^3 Jord over en Veglængde 1 Meter vil blive ca. $(0,531 + 31,0)$ Øre, naar Transporten foretages med Trillebør; [naar Transporten udføres paa firhjulede Vogne, trukket af Heste, bliver det tilsvarende Udtryk $(0,131 + 106,0)$ Øre.

**Trilleba-
nens Stig-
ning.**

Dersom Vejen stiger, formindskes Arbejdsmængden. Man regner dog, at Stigninger, mindre end 1:25, er uden Betydning. Paa Baner med større Stigning end 1:8 kan man ikke godt trille. Man benytter i Reglen ved opadgaende Transporter Ramper med Stigning 1:12. Antages det, at Gnidningskoefficienten paa Trillebanen er $\frac{1}{12}$, vil der til at trille en Bør med Vægt P fra A til B i Fig. 22 kræves et Arbejde $\frac{1}{12} P (1 - x)$, Transporten fra B til C kan opfattes som en Transport ad vandret Vej fra B til D med paafølgende Løftning fra D til C. Den vand-

rette Transport fordrer et Arbejde $= \frac{1}{12} \cdot P \cdot x$, Løftningen et Arbejde $= P \cdot h$. Det samlede Arbejde, der kræves af Transport fra A til C bliver altsaa

$$K = \frac{1}{12} \cdot P \cdot (1-x) + \frac{1}{12} \cdot P x + P \cdot h = \frac{1}{12} P l + P h =$$

$\frac{1}{12} P (l + 12 h)$. Af det sidste Udtryk ses, at Arbejdet er det samme, som det, der kræves for at transportere Vægten P ad en vandret Bane, hvis Længde er $l + 12 \cdot h$. Den i de tidligere Udtryk benyttede Vejlængde l, maa derfor, naar der er en Stigning h, forøges med $12 \cdot h$. Man tager ikke Hensyn til den Lettelse, Trilleren opnaar, idet han paa Tilbagevejen kommer til at trille ned ad Bakke. Transport ned ad Bakke regnes vandret. Skal man saaledes trille Jord fra A til F (Fig. 23), hvor AB, CD, EF og GH er vandrette, medens BC, DE og HI har Stigningerne h_1 , h_2 og h_3 , medens FG har Fald, saa bliver den Stigning, hvormed der skal regnes $h = h_1 + h_2 + h_3$. l er den vandrette Afstand mellem Tyngdepunkterne i Afgravningen og Paafyldningen.

Ved Jordarter, der er saa lerede, at de i Regnvejr gør Trilleplankerne glatte, saa de kræver mere Arbejde til Renholdelse og maaske maa bestrøs med Sand, ydes kun 80% af det beregnede Arbejde.

Ved Arbejdets Begyndelse lægges Trillebanen paa Jordoverfladen og sænkes efterhaanden, indtil man har naaet en Dybde, som er bekvem for Udgravningen, ca. 2 m. Naar denne Dybde er naaet, udvides Udgravningen i Breden, idet Trillebanen efterhaanden forskydes til Siden. Denne Fremgangsmaade bruges atter, naar man skal videre i Dybden.

Karrer.

Naar Flytteafstanden er for stor for Trillebøre, anvendes undertiden, navnlig i Udlandet, tohjulede Karrer til Jordtransport. Her i Landet anvendes Karren kun meget lidt, mest i Landbruget ved Mergling. Den er forsynet med en firkantet Kasse, som kan vippes, naar Jorden skal aflæsses. Den indrettes enten til Haandkraft eller Hestekraft og køres paa et Plankespor, der understøttes af Tværstrøer. Køreplankerne er indvendig forsynede med Styrelister. Paa Aflæsningsstedet ender Sporet i et Plankegulv, der ved den yderste Rand er kantet med et Stykke Tømmer, som holder Karren tilbage, idet den tipper. Efterhaanden som Paafyldningen skrider fremad, flyttes Gulvet, idet de bageste Planker lægges forrest.

**Firhjulede
Vogne.**

Mere almindeligt anvendes firhjulede Vogne til Jordtransport, f. Eks. til Bortkørsel af overflødig Jord fra Udgravninger ved Byggepladser. Naar Jorden, hvorpaa der skal køres, ikke er tilstrækkelig fast, lægges en Kørebane af Planker eller gennemskaarne Granstammer. Det kan regnes, at man i Byer kører 1 Kubikmeter pr. Læs.

Skal der flyttes store Jordmængder over en stor Afstand, anvendes ofte Transport paa Jernbanespor, hvorved Gnidningsmodstanden mod Bevægelsen formindskes, og man kan foruden Haand- og Hestekraft tillige anvende Damp som Trækraft. Udgiften til Materiellet stiger betydeligt, saa at Besparelsen ved Transport paa Jernspor først viser sig, naar baade Jordmængder og Flytteafstande er store.

I Almindelighed regnes, at Haandkraft betaler sig bedst for smaa Jordmængder paa indtil ca. 7000 m³ paa Flytteafstande indtil 500 m, at Hestekraft betaler sig for Jordmængder paa indtil 2000 m³.

paa Afstande fra 500 til 1600 m, og at Dampkraft er fordelagtigst ved Jordmængder større end 40000 m³ og Flytteafstande større end 500 m.

Vognene er firhulede og oftest indrettede til at tømmes ved Tipning enten om en Akse parallel med Hjulakserne, eller hyppigere om en Akse, vinkelret paa disse. Der anvendes undertiden ogsaa Vogne, som efter Ønske kan tippe i den ene eller den anden af de nævnte Retninger. Bruges den førstnævnte Slags Vogne, maa de en for en føres hen til Enden af Sporet og tippes. Den anden Slags, som tippes til Siden, egner sig bedre for lange Tog.

Undervognens Ramme bygges enten af Træ eller Profiljern. Den bærer faste Lejer uden Fjedre. Rammens Længdestykke og Lejerne anbringes i i Reglen uden for Hjulene. Disse er af Støbejern, fastkilede paa Staalaksler og forsynede med indvendige Styrekranse ligesom Hjulene paa almindelige Jernbanevogne. Vognkassen kan udføres enten af Træ eller Pladejern. Dens Størrelse afhænger særlig af Trækkekraften. Til Haandkraft kan Vognen ikke godt være større end 1,5 m³. Med denne Størrelse kan regnes, at hvert Læs tager 1 m³ Jord, maalt i fastlejret Tilstand. Ved Transport med Hestekraft kan Vognen have samme Størrelse eller 50% mere, saa at den rummer 1—1,5 m³ fastlejret Jord. I første Tilfælde kan 1 Hest trække 3 Vogne, i andet 2.

Naar der anvendes Lokomotiver til at trække Vognene, er Kassens Rumfang ofte ca. 3 m³, det vil sige, at den rummer ca. 2,25 m³ fastlejret Jord.

Fig. 24 viser et Eksempel paa en Tipvogn.

Sporet bygges i Reglen af Skinner med Profil som almindelige Jernbaneskiner. Sporvidden varierer fra 457 mm. (18" eng.) til 1435 mm. (Normal-

spor for Jernbaner) og afhænger ligesom Skinnernes Sværhed af Vognens Størrelse og Trækkekraften. Underlaget for Skinnerne er enten valsede Staalsveller eller Træsveller, hvilke sidste i mange Tilfælde vil stille sig billigst og særlig kan anbefales, naar Grunden er blød.

Banen kan enten være fast eller transportabel. I første Tilfælde anvendes Lasker til Skinnernes indbyrdes Forbindelse og Skinnesøm til deres Befæstelse paa Svellerne; i sidste Tilfælde bestaar Sporet af længere eller kortere Spordele, der er sammensatte af Skinnestykker, forbundne med Staalsveller, og som med Lethed kan adskilles og atter hægtes sammen af en enkelt Mand.

Beregningen af Arbejdsmængden ved Transport paa Spor kan ske paa lignende Maade som ved Transport med Trillebør. Man maa kende Kørehastigheden, Antallet af Vogne i hvert Tog, hver Vogns Rumindhold, Tidstabet pr. Tur o. s. v. Dette sidste vil navnlig være afhængigt af, om der paa Udgravningsstedet foretages en Omspænding fra det tilbagetrukne, tomme Tog til et fyldt Tog eller om Hesten, eventuelt Lokomotivet, stadig holdes spændt for det samme Tog. Omspænding anvendes navnlig ved forholdsvis korte Flytteafstande. Der skal forøvrigt ikke her gaas ind paa Beregning af Arbejdsmængden, da den er temmelig vidtløftig.

Arbejdet begynder med, at man paa Udgravningsstedet lægger Sporet efter Indskæringens Længderetning oven paa Jordoverfladen, eller hvis Terrænet falder for stærkt, i en særlig for Sporet udgravet Fordybning. Sporet sænkes efterhaanden, til man

har naaet en for Jordudgravningen passende Dybde. Derefter udvides Udgravningen i Breden, idet Sporet flyttes til Siden.

Forberedende Arbejder.

Før Jordarbejdet paabegyndes, vil der være forskellige Forberedelser at gøre.

Der maa sørges for, at det fornødne Mandskab og de nødvendige Redskaber er til Stede. Ligeledes maa der i Reglen drages Omsorg for Skure til Arbejderne, Formand, Redskaber og Materialier m. m. Ved større Arbejder maa der ofte være Kontor og Tegnelokaler for Tilsynet, Stald, Vognremiser, Værksteder m. m. Ligger Arbejdsstedet temmelig langt fra beboede Steder, maa man tillige have Marketenderi og Sygestuer. Indhegning af Arbejdsstedet kan ogsaa være nødvendig.

Ved Forarbejderne til Projektet er Jordværket afmærket i Terrænet med Pæle. Før Arbejdet paabegyndes, maa det efterses, om disse Pæle nu staar rigtigt, og nye Pæle anbringes til Afmærkning af Grænserne for Udgravninger og Paafyldninger m. m. Alle nødvendige Højder maa afsættes. Der maa i det hele taget afmærkes saa meget, at Formand og Arbejdere derefter kan udføre Arbejdet.

Planumskanter og Skraaningskanter afmærkes,

Jordværkets Afmærkning.

idet man tager Hensyn til, om der senere kommer Skraaningsbeklædning med Muldjord eller Græstørv. Afsætningerne kan f. Eks. ske med 50 Meters Afstand, naar der ikke er særlige Uregelmæssigheder i Terrænet. De fundne Punkter forbindes ved Hjælp af udspændte Snore, langs hvilke der med en Spade stikkes en Fure i Jorden.

Dersom Arbejdet bestaar i en Regulering af Jordoverfladen, hvor Nivellements-pælene staar i et Kvadratnet, kan der i hvert Kvadratpunkt anbringes en Pæl, hvorpaa er angivet Paafyldnings- eller Udgravningsdybden.

Ved smaa Dæmninger sættes i Planumskanterne lange Pæle, hvorpaa Paafyldningshøjden afmærkes; ved større Dæmninger benyttes undertiden Lægteprofiler (Fig. 25), der tillige angiver Skraaningerne. Ved meget høje Dæmninger kan der kun anbringes faste Mærker ved Foden af Skraaningerne og ved Grøftekanterne, medens den foreløbige Afsætning af Midtlinie og Planumskanter fornyes, efterhaanden som Dæmningsens Opførelse skrider frem. Af Hensyn til Sætningen i Paafyldninger, maa disse straks opføres noget højere, end de endelig skal være, eller de kan opføres med et noget bredere Planum end det endelige, saaledes at det rigtige Planum fremkommer ved senere Paafyldning. Den Forøgelse, Højderne maa have af Hensyn til Sætningen, varierer fra $0,05 \times h$ til $0,10 \times h$ efter Jordens Beskaffenhed.

Baade ved Afgravninger og Paafyldninger kan der blive Tale om Afgravning af Muldjord eller Græstørv, som før Udførelsen af det egentlige Jordarbejde oplægges paa begge Sider af Arbejdspladsen for senere at benyttes til Skraaningsbeklædning.

Er Terrænet bevokset med Træer eller Buske, maa disse fjernes før Jordarbejdets Paabegyndelse.

Ved Terræn med Sidehældning kan det være nødvendigt at foretage en hel eller delvis Aftrapning af Jordoverfladen, inden Jorden aflæsses, for at Dæmningen ikke skal blive udsat for at glide.

Jordarbejdets Udførelse og Afslutning.

Naar de forberedende Arbejder er afsluttede, paabegyndes Udgravningen. Foregaar denne ved Haandkraft, sørger man for at skaffe en lang Angrebslinie, saa at et stort Antal Folk kan komme til at arbejde samtidigt. Naar Transporten skal foregaa med Trillebør, og Terrænets Længdefald ikke er større end 1: 12, lægges paa Jorden en eller to Trillebaner (1 og 2 i Fig. 26) parallelt med Midtlinien og saa lange, at der paa hver er Plads til en Trillekolonne; ved Enden af Afgravningen kan de to Trillebaner forenes til en fælles Bane, som fører hen til Aflæsningsstedet. Langs hver Bane udgraves en Grøft (I og II i Fig. 26) af ca. 1,25 m Dybde og Brede med stejle Vægge; i Bunden af disse Grøfter lægges nye Trillebaner, 3 og 4, og de to Kolonner gaar i Gang med at udvide Grøfterne, hver til sin Side (III og IV), medens de første Hold forlænger Trillebanerne 1 og 2 og Grøfterne I og II, indtil Laget skærer Jordoverfladen.

Naar Jordarbejdet er skredet tilstrækkelig langt frem, flyttes Trillebanerne 1 og 2 ned i Udgravningen, og Rumfangene V og VI udgraves. Saaledes gaas videre i den Orden, som er angivet i Fig. 26.

Trille-
banens
Plads.

Dersom Faldet efter Længderetningen er større end 1:12, maa Trillebanerne lægges ad Omveje, saa at deres Fald ikke overstiger 1:12.

Vand-
afledning.

Det er en almindelig Regel ved Udgravninger, at Gravearbejdet paabegyndes forneden og fremmes saaledes, at der stadig er Vandafledning fra Udgravningsstedet. Det er allerede tidligere nævnt, at man faar Arbejdet billigere udført, naar det kan ske paa det tørre. Desuden giver tør Jord mindre Anledning til Bevægelser i Paafyldningerne end vaad Jord.

Overfladevand, der strømmer ned mod Indskæringen fra det højere liggende Terræn, optages og bortføres af Grøfter, der graves ved den øvre Kant af Skraaningen. Er det nødvendigt at skaffe Grøfterne Afløb til Indskæringen, føres paa passende Steder Nedløbsrender langs Skraaningen til de Grøfter, der graves ved Siderne af Planum til dettes Afvanding.

Enkelte Kilder, som bryder frem i Skraaningen, opfanges i smalle Indskæringer, der fyldes med Sten og føres ned til Grøfterne langs Planum. Findes der over et fast Lerlag et vandførende Lag af ringe Højde, opfanges Vandet i et Længdedræn, der paa passende Steder skaffes Afløb.

Findes der ikke bestemte Kildevæld eller vandførende Lag, men bryder Vandet frem over hele Skraaningen i fine Aarer, maa man anvende et fuldstændigt Dræningsanlæg i passende Dybde, bestaaende af Ledninger saavel efter Skraaningens Faldlinier som vinkelret paa disse.

Jordens
Aflæsning.

Opfyldningen dannes enten af vandrette Lag eller af hældende. Valget afhænger af Udgravningsstedets Beliggenhed i Forhold til Paafyldningen og

af de benyttede Transportmidler. Skønt Dæmninger, der er udført med vandrette Lag, er de solideste, maa man dog af Bekostningshensyn ofte anvende hældende Lag.

Naar Paafyldningsmassen tages fra et lavere liggende Udgravningssted, anvendes vandrette Lag; ligger, hvad der oftest er Tilfældet, Udgravningsstedet højere end Paafyldningsstedet, opføres Dæmningen med skraa Lag, hvad der i dette Tilfælde er den billigste og letteste Fremgangsmaade. Arbejdes der paa en saadan Maade, at Lagene kommer til at ligge paa tværs af Dæmningen, er der selv ved ufuldkommen Forbindelse mellem de forskellige Lag næppe Fare for Skred af Betydning.

Ofte anvendes imidlertid Lag efter Dæmningens Længderetning, navnlig naar der benyttes Tipvogne til Transporten. Der dannes da først en smal Dæmning, der udvides til Siden, idet alle Tipvognene aflæsses, medens Toget holder paa samme Sted. Ved denne Fremgangsmaade opstaar let Længderevner, og Faren for Skred er større end ved de andre Fremgangsmaader.

Opfyldninger maa helst anbringes paa en fast, ujævn Undergrund. Er Terrænet hældende, maa det aftrappes. Er Undergrunden Mose, hvis Overflade er fast, uden dog at være i Stand til at bære Paafyldningen, maa den faste Skorpe, førend Paafyldningen paabegyndes, gennemskaeres paa begge Sider af Dæmningen parallelt med dennes Fod. Herved undgaas pludselige og uregelmæssige Bristninger af den øverste, faste Skorpe, og man opnaar, at den sænker sig jævnt og kommer til at ligge som en Slags Slyngværk under Dæmningen.

For at sikre Dæmningen mod Vandets skadelige Indflydelse, fjernes Muldjorden inden Dæmnings Opførelse, da den holder paa Fugtigheden. Til Dæmninger maa ikke anvendes frossen Jord eller gennemvaad Lerjord, der vanskelig udtørrer, naar Overfladen er bleven fast. Hælder Terrænet mod Dæmningen, maa der langs dennes Fod anlægges en Grøft med Afløb paa passende Steder under Dæmningen. Det kan i kilderigt Terræn blive nødvendigt at foretage en fuldstændig Dræning, inden Dæmningen opføres.

Skraa-
ningernes
Til-
dannelse.

Under Udgravningsarbejdet tildannes Skraaningerne nogenlunde rigtig straks, saaledes at Reguleringsarbejdet indskrænkes til Afskovling af lidt Jord, medens der ikke gerne maa paaføres anden Jord end Muldjord. Før Reguleringen eftergaas Mærkepælene, og der anbringes Mellempæle ved Hjælp af Mirer, Retskede og Vaterpas. Et Sæt Mirer bestaar af to Enkeltmirer og en Dobbeltmire (Fig. 27). Mirerne er af Træ eller Jern, og hver bestaar af en rektangulær Plade, anbragt paa en Stang, der maa have samme Længde for alle tre Mirer. Dobbeltmirens Plade er dobbelt saa høj som Enkeltmirens og malet halv hvid, halv sort; af de to andre Plader males den ene hvid, den anden sort. Naar Mellempælen c (Fig. 28) skal anbringes med sit Hoved i samme Plan som Mærkepælene a og b's Hoveder, anbringes de tre Mirer som vist paa Figuren, og Mellempælen drives ned, indtil Sigteplanet over de to Enkeltmirer træffer Skillelinien paa Dobbeltmirens Plade.

Til Hjælp ved Skraaningernes Tildannelse og Regulering bruges ofte en Skraaningsmaaler, der be-

staar af en lige Planke, en Retskede, der forneden bærer en inddelt Bue, paa hvilken Plankens Hældning aflæses ved Hjælp af en Lodsnor (Fig. 29). Buens Inddelinger er mærkede med Tal, der direkte angiver Anlæget.

Ved Reguleringen afskovles først den overflødige Jord i smalle Tværbælter med 10 à 15 Meters indbyrdes Afstand efter de udsatte Mærkepæle og ved Hjælp af Skraaningsmaaleren. Derefter skovles Jorden bort mellem Bælterne efter Øjemaal. I Afgravninger udføres Reguleringen i Reglen straks, efter at Udgravningen er foretagen til fuld Dybde, og de nødvendige Dræningsarbejder er udført, for at Muldjordsbeklædningen og Bevoksningen af Skraaningen kan komme i Orden snarest muligt.

I Paafyldninger udsætter man helst den endelige Regulering af Skraaningerne, indtil den væsentligste Sænkning af Jorden er forbi, altsaa til Dæmningen har staaet en Vinter over. Dog maa man straks foreløbig tildanne Skraaningerne — med formindsket Anlæg af Hensyn til Sætningen — for at være sikker paa, at der er Jord nok. Denne Tildannelse foregaar paa samme Maade som selve Reguleringen, først ved Tværbælter og dernæst ved Paafyldning af Jord, hvor saadan mangler.

Ved den endelige Regulering er det ogsaa for Dæmningsskraaninger bedst, om Arbejdet mest bestaar i en Afskovling af Jord, dog kan man her letterè paaføre Jord end i Afgravninger, fordi den nye Jord bedre kan binde sammen med den løsere Dæmningsjord. Skraaningerne klappes ofte med et Klaptræ, der ligner en Skovl, hvis Blad er erstattet med en Plankestump.

**Skraanin-
gernes
Beklæd-
ning.**

Til almindelige Jordskraaninger anvendes en Muldjordsbeklædning paa 10—15 cm Tykkelse. Jorden fordeles med Skovl og Rive og fastklappes med Skovl. I Afgravningsskraaninger hakkes undertiden vandrette Riller, førend Muldjorden anbringes; derved forøges Friktionen mellem Skraaning og den paafyldte Jord. I Paafyldningsskraaninger er dette mindre nødvendigt, da Jorden her er mindre løs.

Muldjord.

Med gunstigt, nogenlunde varmt og fugtigt Vejr vil de i Muldjorden overvintrede Frø snart begynde at spire, først Ukrudtet, senere Græsset. Kommer der stærke Regnskyl, vil en Del af Muldjorden skylles ned, saa at der bliver Efterarbejde med at bringe Skraaningerne i Orden igen. Er Muldjorden god, vil der snart dannes et sammenhængende Græsdække. Dette naas dog hurtigere ved Besaaning med Græsfø; man regner, at der skal bruges 30—40 kg Frø pr. Hektar (1 Hektar = 100 Ar à 100 m²), og man benytter ofte en Blanding af Rajgræs, Thimothe og Kløver.

Græstørv.

Beskyttelse for Skraaningerne opnaas hurtigere, naar de beklædes med Græstørv, efter at de, om fornødent for at fremme Græsvæksten, er blevne beklædte med et ca. 10 cm tykt Lag Muldjord. Tørvskæres oftest kvadratiske med en Sidelinie paa ca. 30 cm og ca. 10 cm tykke. Grønsværen gennemskæres efter Snor paa langs og paa tværs med en Spade, hvorefter Tørvskæren løsnes enkeltvis med en Skovl. Tørvskæren oplægges midlertidigt i Stabler med Græs-siden nedad.

En Græstørbeklædning kan udføres enten med Dæktørv, der ligger paa Fladen eller med Lagtørv, der stilles paa Højkant, Dæktørv lægges med Jord-

siden ind mod Skraaningen, idet man begynder fra neden og lægger dem i vandrette Skifter med vekslende Stødfuger. De lægges saa tæt sammen som muligt, og hvert enkelt Skifte afstikkes for sig efter en Snor. Hvis Skraaningen kan blive oversvømmet, saa der er Fare for, at Tørvene skylles bort, maa man fæste dem til Skraaningen ved at ramme en slank Pæl gennem hver. Undertiden anvendes Bestikning med Halmbaand, der føres i Zigzag over to og to af Rækkerne og fæstes med Pæle, dannede af kløftede Grene (Fig. 30).

Til en Beklædning med Lagtørv kan 30 cm Tørv deles, saa at Lagets Tykkelse bliver 15 cm (Fig. 31). De lægges med Græssiden nedad, undtagen det øverste Lag, hvor Græssiden vendes opad. En saadan Beklædning kan anvendes til Skraaninger, der af og til paavirkes af rindende Vand, eller ved lave Skraaninger, hvor Anlægget skal være mindre end det naturlige for Jordarten.

Stenbeklædning er det bedste, men ogsaa det **Stenbe-
klædning.** kostbareste Beskyttelsesmiddel for Skraaningerne; den anvendes, naar disse er særlig stærkt udsatte, særlig for Beskylning. Ved tørtliggende Skraaninger har man undertiden anvendt Stenbeklædning for at kunne nøjes med mindre Anlæg end sædvanlig. Man kan her bruge almindeligt Stenglacis eller Beklædning med Mursten.

Ved Skraaninger, der stadigt beskylles, maa anvendes en solid Stenbeklædning, der i Reglen udføres af naturlige Sten (f. Eks. Granit) som sammenhugget Glacis af 20—30 cm Tykkelse. Det bygges af kløvede Sten, der vender en Kløveflade opad og tilhugges langs Randene, saa de passer sammen med smalle Fuger, der undertiden udløbes med Cement-

mørtel (Fig. 32 og 33). Stenene lægges helst i meget groft Grus, Singels eller Nøddesten, der ikke kan udvaskes gennem Glacisets Fuger, og som kan forhindre, at Vandets Bevægelser naar ind til Jorden. Singelslagets Tykkelse maa være den samme som Stenlagets. For at Glaciset ikke skal blive undergravet fra Foden, maa det forneden støttes af en Spunsvæg. Overkanten af denne lægges helst 30—60 cm under laveste Vandspejl, og det er meget almindeligt i samme Dybde at lægge et Banket af 60—100 cm Brede, der ligeledes beklædes. Kan det regelmæssige Glacis ikke føres saa langt ned, maa der anbringes Stenkastning foran det. Efter Bølgeslagets Styrke maa Glaciset naa op til 0,60—1,20 m over højeste Vandstand. Er det vanskeligt at skaffe Singels, kan man ved nogenlunde roligt Vand lægge Glaciset i Tang. Til Beklædninger af Skraaninger i roligt Vand kan ogsaa bruges Klinker eller Betonplader.

Priser.

Prisen for Muldjordsbeklædning vil omtrent være 33 Øre pr m^2 Skraaning. For Græstørvbeklædning med Dæktørv alene kan regnes 44 Øre pr. m^2 , for Dæktørvbeklædning med 10 cm Muldjordsunderlag 65 Øre pr. m^2 og for 15 cm tyk Lagtørvsbeklædning uden Muldjordsunderlag 65 Øre pr. m^2 .

Et 20 cm. tykt Glacis vil i Arbejdsløn og Materialier koste omtrent 4 Kr. pr. m^2 .

Rendegravning.

Ved midlertidige Jordarbejder vil man gerne søge at indskrænke Jordarbejdet til det mindst mulige, hvorfor man her ofte bruger lodrette eller næsten lodrette Sider i Afgravningerne. Dersom Jorden ikke har tilstrækkelig Sammenhængskraft til at staa med de stejle Skraaninger, saalænge Arbejdet varer, maa man for at hindre Nedstyrtninger anvende Afstivninger af Tømmer og Planker, der atter borttages, naar Udgravningen har gjort den Nytte, man ønsker af den.

Om det er nødvendigt at bruge Afstivning, afhænger dels af Jordlagenes Beskaffenhed, dels af Udgravningsdybden. Sandblandet Jord og Ler staar i Reglen godt, navnlig hvis det er nogenlunde tørt, Sand i tynde Lag imellem Lerlag kan ogsaa nok holde, i hvert Fald kan man ved smaa Dybder nøjes med en ringe Afstivning. Hvor Sandet derimod er til Stede i tykkere Lag, og navnlig hvor det er vandførende, vil det være nødvendigt at anvende en solid og tæt Afstivning.

I Jordlag, som er paafyldte, vil det i Reglen

være nødvendigt at bruge Afstivning, da disse Lag aldrig vil være synderlig faste.

Afstivning anvendes navnlig ved Rendegravninger, da dens Anbringelse her er temmelig let, fordi man kan afstive Beklædningen af de to Længdevægge mod hinanden, medens man ved Udgravning af større Byggegruber kan blive nødsaget til at opgive Afstivning og lodrette Vægge og begrænse Siderne med Skraaninger, hvis Anlæg man dog tager saa lille som muligt, og som ved interimistiske Arbejder kan være betydelig mindre end ved permanente. Saaledes vil Anlæg 0,33—1,0 hyppig kunne bruges.

Rendegravninger med Afstivning forekommer mest ved Udførelsen af Kloaker, Nedlægning af Gas- og Vandleddninger o. l. Man opnaar ved at bruge Afstivning dels at gøre Udgravningens Rumfang mindre, dels at bruge mindre Plads til Arbejdets Udførelse, hvad der mulig kan have Betydning i Byernes Gader.

Fylden, som opgraves ved midlertidige Udgravninger, oplægges gerne langs Graven og saa nær ved denne, som det er muligt uden at fremkalde for stor Fare for Udskridning paa Grund af Jordens Belastning. Jordskraaningerne i den opgravede Fyld reguleres ikke, men Jorden lægges langs Graven i Bunker af tilfældig Form; det kan dog undertiden være nødvendigt, hvor Pladsen er indskrænket, at tilvejebringe en Indfatning ved Hjælp af Pæle og vandrette Brædder ved den Side af Fylden, der vender bort fra Udgravningen.

Er Pladsen særlig knap, kan det blive nødvendigt at køre Fylden bort til en midlertidig Oplagsplads, efterhaanden som den graves op.

Naar Rendegravningen udføres i faste Lag, og

med ringe Dybde, kan der anvendes lodrette eller næsten lodrette Sider. Udgravningsbredden vil rette sig efter det Arbejde, der skal udføres. Grøfter til almindelige Drænedninger, der kan lægges fra Jordoverfladen, gives saaledes kun en ganske ringe Brede, saa lille, at den sidste Del af Gravningen ikke kan udføres med almindeligt Værktøj, men med en særlig Drænspeade og Skovl med smalle Blade.

Ved Lægning af Mufferør, hvis Samlinger skal udføres i selve Graven, maa Bredden forneden være saa stor, at man kan faa Plads til at arbejde, d. v. s. ikke mindre end 0,60 m. Gravens Brede vokser med Rørledningens Diameter.

Naar Rendens Dybde overskrider 1,2 à 1,5 m, er det næppe heldigt at udføre den kontinuerligt uden Afstivning, selv om Grunden er fast. Er dette Tilfældet, og er Vandtilstrømningen kun ubetydelig, kan man endnu klare sig uden Plankeafstivning, idet man for hver 6—10 m af Ledningens Længde lader staa en Tværvæg af ca. 0,5 m Tykkelse, der kan afstive de to Sider af Renden imod hinanden (Fig. 34). Gravningen udføres altsaa som en Række aflange Huller i Flugt med hinanden, og først naar Dybden er naaet, undermineres Skilleveggen saa vidt, at Rørledningen kan lægges.

Uden Afstivning kan man dog næppe gaa dybere ned end et Par Meter, fordi man ikke med Skovl kan kaste Jorden højere op fra Bunden i eet Kast. Skal enten Dybden være større, eller er Vandtilstrømningen saa stærk, at man maa anvende Pumper til Lænsning af Renden, maa denne afstives med Planker og gennemføres kontinuerligt, for at Vandet frit kan løbe til Pumpen.

Afstivningen udføres i Reglen med lodrette Plan-

ker, der indtil ca. 4 Meters Dybde kan anvendes i een Længde og sættes tæt sammen eller med Mellemrum efter Jordens Beskaffenhed. De fastholdes ved vandrette Revler af 5—7 cm Planker, der anbringes parvis over for hinanden med 1,0 à 1,5 Meters Mellemrum og afstives mod hinanden med Spændebomme af 10—15 cm Tømmer. Disses Ender afrundes ved den ene lodrette Kant, modsat i de to Ender, saa at Spændebommen kan sættes ind paa skraa og med en Mukkert drives fast i den vinkelrette Stilling og derved spænde Afstivningerne ind mod Jordvæggene.

Spændebommene sættes med en vandret Afstand af 1,2 à 1,8 m, saa at der i Almindelighed kommer tre paa hver Revlelængde (Fig. 35) og de holdes nogenlunde lodret under hinanden i de forskellige Dybder, saa at de baade kan benyttes som Stiger for Folkene og tjene til Understøtning for Lad af Planker, naar Dybden bliver saa stor, at Jorden ikke kan bringes op i eet Kast. Sædvanlig maa man paa-regne et Kast til Løftning af Jorden for hver 1,6 à 1,8 Meters Dybde og desuden mindst eet Kast til at fjerne den fra Udgravningens Kant.

Om muligt venter man med at anbringe Afstivningen, til Grundvandet er naaet, eller til Dybden er 1,2 à 1,6 m, for at ikke de Plankeender, som rager op over Jordlinien, skal vanskeliggøre Opkastningen af Fylden. Efterhaanden som Dybden forøges, drives Plankerne ned. I særlig god Grund kan de lodrette Planker undertiden helt udelades, og man nøjes med vandrette Planker, der med Spændebomme klemmes direkte mod Jordvæggene.

Breden af en Udgravning, der skal afstives, kan for de mindste Ledninger (4"—6") i gunstigt Terræn

indskrænkes til 0,80 m, men allerede for 9" Rør er en Brede af ca. 1 m nødvendig, og for større Diametre vokser Bredden.

Overstiger Dybden 4 m, saa at der skal anbringes endnu en Plankelængde neden for den første, maa Bredden foroven forøges med mindst 0,30 m, da den underste Afstivning skal sættes inden for den øverste. Bredden maa ligeledes ofte forøges, naar man skal ned gennem et større Flydesandslag, fordi det da kan blive nødvendigt, naar Overkanten af Sandlaget er naaet, at ramme en tæt Spunsvæg ved hver Side, inden man gaar videre med Gravningen. Ganske vist kan man arbejde sig ned i Flydesandet ved Hjælp af sædvanlig Afstivning, men man maa saa være forberedt paa anselige Synkninger af Jorden langs Udgravningen, fordi der stadig strømmer Sand til baade fra Bunden og gennem Utætheder i Afstivningen; man kommer derved let til at opgrave langt mere end den aabne Rendes Rumfang. Hvor en saadan Synkning langs Udgravningen er farlig for Bygninger i Nærheden, maa Sandbevægelsen afskæres ved Spunsvægge.

Højdeafsætninger ved Rendegravninger udføres i Reglen ved Hjælp af Mireplanker og Mirer eller Sigtetavler. Højdeafsætning.

Mireplankerne er 3—4 m lange, nogenlunde svære Planker, der før Gravningen anbringes med den øverste Kant vandret tværs over det Sted, hvor Renden skal være. Plankerne befæstes ved begge Ender til nedrammede Pæle. Afstanden mellem Mireplankerne kan ved retlinede Ledninger med konstant Fald og Diameter være ca. 100 m. Ledningens Midtlinie og Udgravningens Kanter afsættes med Søm paa Plankerne.

Den dobbelte Mire og den sorte Mire anbringes

fast paa Mireplankerne, i en Linie lige midt over Renden, saaledes at en Plan gennem Overkanten af den sorte Mire og Midten af den dobbelte bliver parallel med Bunden af den færdige Rende i en vis bekendt Højde a over den (Fig. 36). Mireplankernes Højde bestemmes ved Nivellement, saaledes at man af Højdeforskellen b mellem Mireplanke og Rendebund kan beregne Opstikket $c = a \div b$ til Overkant af den faste Mire.

Dybden af ethvert Punkt af Bunden mellem de to faste Mirer, kontrolleres nu let ved Hjælp af den tredje, Vandremiren, hvis Skaft forlænges med en Stang, saa at den samlede Længde netop bliver a . Naar Bunden er udgravet til rigtig Dybde, og Vandremiren holdes lodret, staaende paa Bunden, skal dens Overkant netop falde i Planen bestemt ved Overkanterne af de to sorte Felter.

Sædvanlig beregnes Vandremirens Længde — eller rettere Opstikket til de faste Mirer — efter Rørledningens Bund, idet den sidste Udgravning, svaarende til Rørledningens Bundtykkelse, først foretages samtidig med Rørenes eller Bundblokkenes Nedlægning.

Mirepladernes Maling letter Sigtingen meget. Man kan dog ogsaa hjælpe sig med umalede Træplader og sigter i saa Fald over Overkanten af alle tre Mirer.

Priser.

Prisen for Rendegravninger kan for selve Udgravningen i nogenlunde stiv Jord, der kræver Løsning med Hakke uden dog at være særlig haard og uden at indeholde for mange Sten, anslaaes til ca. 90 Øre pr. m^3 for de første 2 Meters Dybde og ca. 40 Øre mere for hver følgende 2 Meter.

Arbejdslønnen ved Afstivningen kan indtil 4 Me-

ters Dybde, d. v. s. for en Plankelængde, sættes til omtrent 1 Kr. pr. løb. m Rende, selv om der bruges temmelig tæt Afstivning. Ved vanskeligt Arbejde i Flydesand kan Priserne let blive fordoblede, dels fordi Afstivningen tager længere Tid, dels fordi Udgravningsmængden forøges ved Sandets Tilstrømning.

Tilfyldningen kan gennemsnitlig anslaaes til 90 Øre pr. m³, idet man gaar ud fra, at det er nødvendigt at bruge Stampning af Jorden og maaske tillige Vanding (navnlig af tørt Ler) for at opnaa en tæt Lejring, der i Reglen er meget vigtig, f. Eks. ved Kloakarbejder i Gader. Stampningen udføres med en Støder, der simplest bestaar af et Stykke Tømmer med Træskæft.

Fundering.

1/10/1900

Indledning.

Ved Fundamentet for et Bygværk forstaas i Almindelighed den Del af dette, der ligger under Jord- eller Vandoverfladen, og hvis Formaal udelukkende er at overføre Bygværkets Vægt paa en saadan Maade paa Grunden, at der i denne hverken under Opførelsen eller senere kan opstaa Forandringer eller Sætninger, der kan medføre Fare for Bygværket.

Et nogenlunde stort og betydeligt Bygværk kan ikke anbringes umiddelbart paa Jordoverfladen, da denne i Reglen hverken er tilstrækkelig fast eller uangribelig for Frost. Ved Frost hæver Jorden sig og ved Tø synker den atter. Gentagelse af disse Bevægelser kan blive farlig for Bygværket. Det er derfor kun ganske smaa Bygninger af Træ eller Mur, der kan stilles direkte paa Jorden, og navnlig kun, naar de er interimistiske eller af saa ringe Betydning, at Bekostningen ved et passende Fundament er for stor i Forhold til Udgifterne ved Bygningens eventuelle Fornyelse.

Dersom en Bygning hos os opføres direkte paa

Jordoverfladen, vil den snart synke uensartet, dels paa Grund af Dyrs Virksomhed (Regnorme, Rotter og Mus) dels paa Grund af Frostens Indvirkning. Man maa derfor føre Bygningen ned til frostfri Dybde, hos os ca. 1,25 m under Jordoverfladen, dog kan Mellemure, der altid ligger lunere end Ydermure, funderes i mindre Dybde. Selv naar en Bygning er funderet i frostfri Dybde, vil det næsten aldrig kunne undgaas, at Bygningen synker lidt, fordi Grunden lader sig sammentrykke af Bygningens Vægt, men denne Synken vil i Almindelighed ikke være skadelig, naar den er ens for alle Bygningens Punkter; en uensartet Synken vil derimod som Regel fremkalde Revner i Bygningen og bør derfor undgaas.

Fundamentets Konstruktion kommer til at afhænge af Bygværkets Vægt og øvrige Paavirkninger samt af Byggegrundens Beskaffenhed. Ved Grundens Bæreevne forstaas den Belastning pr. Kvadratenhed, man med en passende Sikkerhedsgrad kan give Grunden, uden at denne giver efter. Dersom den største Belastning pr. Kvadratenhed af Fundamentets Underflade er mindre end Grundens Bæreevne, behøver man her i Landet kun at føre Fundamentet ned i frostfri Dybde, 1,25 m under Jordoverfladen.

Er den største Belastning pr. Kvadratenhed større end Grundens Bæreevne, kan man

- a) enten forringe Belastningen pr. Kvadratenhed ved at forøge Fundamentets bærende Flade, eller
- b) man kan om muligt behandle Grunden saaledes, at den faar større Bæreevne, f. Eks. ved Ramning af Pæle tæt ved Siden af hverandre

hvorved Jorden sammentrykkes. Man kan endelig

- c) opsøge Lag med større Bæreevne. Dersom de tilstrækkelig faste Lag ligger dybt, nøjes man ofte med at gaa ned paa enkelte Punkter med Pæle eller Piller, og fører ikke hele Bygningens Underflade ned til det faste Lag, idet man dog maa sørge for, at Grundens Belastning under Pillerne er mindre end dens Bæreevne.

Undersøgelse af Byggegrundens Beskaffenhed og Bæreevne.

For i hvert enkelt Tilfælde at kunne vælge den rette Fremgangsmaade, maa man kende Grundens Beskaffenhed og navnlig dens Bæreevne. Herom kan man paa forskellig Maade skaffe sig Oplysning. Ofte foreligger der Erfaringer fra Brøndgravninger eller Funderinger i Nærheden, men der er dog altid en Mulighed for, at Grunden paa selve Byggestedet har en anden Beskaffenhed end i de nærmeste Omgivelser, hvilket f. Eks. kan skyldes en tidligere foretagen Udgravning og efterfølgende Opfyldning. Der maa foretages Undersøgelser paa flere Steder af Byggepladsen, da Jordlagene sjældent har samme Tykkelse i hele deres Udstrækning, og ofte ikke er lejrede parallelt med Jordoverfladen. Man maa navnlig undersøge de Steder, hvor der kan komme et stort Tryk, f. Eks. ved Hjørner og Søjler. Des-

uden udstrækkes Undersøgelserne ofte til nogen Afstand fra selve Bygningen for at faa Kundskab om, hvorvidt der er Anledning til at befrygte Skred.

Ved Husbygning føres Grundundersøgelserne i Almindelighed ikke ret dybt ned. Dersom Grunden viser sig at være god, fortsættes Undersøgelsen kun saa langt ned, at man er sikker paa, at Lagets Tykkelse er tilstrækkelig.

Grundundersøgelser foretages i Reglen ved Hjælp af Sondèrstagen, ved Boring eller ved Gravning.

**Sonder-
stagen.**

Sondèrstagen er en 25—30 mm. tyk Jernstang, ca. 3—4 m lang, forneden tilspidset, foroven forsynet med et Øje, hvorigennem der kan stikkes et Haandtag, ved Hjælp af hvilket Stagen kan drejes eller trykkes ned i Grunden. Den bruges mest i blød Grund og ved smaa Dybder. Man driver Stagen ned ved at dreje den under Tryk eller ved at slaa paa den med en Kølle, og man kan herved drage Slutninger om Grundens Beskaffenhed, dels ved Klangens af Stagens Slag mod Jorden, dels ved Stagens Modstand mod Synkning. Naar Stagen drejes rundt, vil sand- og grusholdig Jord give en skurende Lyd. I blød Bund kan Sondèrstagen drives langt ned, medens den i fast Bund vanskeligt faas mere end et Par Meter ned. Der hører Øvelse og Erfaring til at faa paalidelige Resultater med dette Redskab.

Bor.

Ønsker man sikre Jordprøver, eller skal Undersøgelserne føres ned til større Dybder, maa man anvende Boringer. Hertil anvendes Bor af forskellig Konstruktion efter Jordens Fasthed og den Dybde, hvortil der skal bores. Boringen kan enten foregaa tørt eller i Forbindelse med Skylning.

Ved Boreredskaber til tør Boring skelnes mellem *Drejebor* til blødere Jordlag og *Stødbor* til faste og

hårde Jordlag. For Dybder indtil 2 m egner det *Orthske Haandbor* sig godt. Det bestaar af en ca. 1 cm tyk Stang af Rundstaal, svagt hærdet, forneden tilspidset som en firsidet Pyramide og forsynet med en 10—15 cm lang, halvrund Fordybning (Fig. 37). Foroven er Stangen forsynet med et Øje til et Tværhaandtag. Naar Boret trykkes ned og drejes en Gang rundt, faar man en Jordprøve trykket fast i Rillen.

Til lidt større Dybde anvendes meget *Tallerkenboret*, der ogsaa kaldes Telegrafboret, fordi det bruges meget til Boring af Huller for Telegrafstænger. Det er et Drejebor, bestaaende af en 3—5 Meter lang Jernstang, hvortil er befæstet en cirkulær Jernskive, 10—20 cm i Diameter, opskaaren efter en Radius og formet efter en Skrueflade (Fig. 38). Borestangen ender forneden i en Spids, undertiden skrueskaaren for at kunne løsne Jorden. Foroven har Stangen et Øje til et Træskæft, hvormed Boret drejes. Til store Bor bruges en løs Nøgle, der kan skydes op og ned ad Stangen, saa at man altid kan have den i en bekvem Højde. I løs Jord kan Tallerkenboret skrue sig selv ned; det tages op, naar der har samlet sig en passende Mængde Jord oven paa Tallerkenen. I fast Grund maa denne først løsnes i Bunden af Borehullet.

Cylinderboret (Fig. 39) bestaar af en cylindrisk Kappe af Staalplade, opskaaren efter en Frembringer, saaledes at den ene Kant springer frem foran den anden. Forneden lukkes Cylindren ved en radialt opskaaren, vindelformet Plade. Borestangen ender forneden i en Spids. Dette Bor kan kun bruges i ganske bløde Jordarter.

Et Skebor er vist i Fig. 40. Det ligner Cylinder-

boret noget, kun er Slidsen større, navnlig ved haarde Jordarter.

Ved Boring i meget haardt Ler, Mergel og i fastlejret Grus og i Klippe, maa Jorden løsnes, forinden den tages op. Hertil anvendes Stødborene, af hvilke det mest almindelige er *Mejselboret* (Fig. 41). Mejslen er i Reglen flad, og forneden har den en Æg, som paa Midten har et Knæk eller er buet, for at Mejslen kan centrere sig. Mejslen er enten helt af Staal eller forsynet med en Staalæg. Den skal for hvert Stød drejes lidt, saa at den hugger Fliser løs af Borehullet og findeler Jorden. Det dannede Boremelet svækker Mejslens Virkning og maa derfor ret hyppigt optages, dersom man borer tørt. Ofte anvendes dog en stadig Skylning med Vand til Fjernelse af Boremelet. Borestangen er da hul, og Hullet fortsættes ned gennem Mejslen, i hvis Sider det udmunder. Ved Hjælp af en Pumpe trykkes en Vandstrøm gennem Borestang og Mejsel. Den river Boremelet med og fører det op uden om Borestangen mellem denne og Borehullets Vægge. Kan Borehullets Vægge ikke staa uden Beklædning, anvendes hertil ofte trukne Smedejernsrør, der drives ned i Grunden, efterhaanden som Boringen skrider frem, og samles indbyrdes ved Muffer.

Endnu skal omtales *Stødventilboret* (Fig. 42), der anvendes i fastlejret, gruset og sandet Jord. Det bestaar af en Cylinder, som forneden er lukket med en Kugleventil og forsynet med en cirkulær Staalæg, der ved Boringen løsner Gruset, saa at Kornene trænger ind gennem Ventilen.

**Bore-
stangen**

Til Drejebor anvendes altid, til Stødbor oftest en stiv Borestang, der gerne samles af Stykker paa 3—4 Meters Længde. Samlingen kan udføres som vist i

Fig. 43. Baade Møttriken og Brystet er sekskantede, saa at man kan hindre Adskillelse i Utide ved at skyde en sekskantet Muffe ned over Samlingen. Muffens Stilling sikres ved en Stift under Brystet. En anden Form er den i Fig. 44 viste Samling. Det er dog en Ulæmpe at have saa mange løse Stykker, hvis Samling og Adskillelse tager megen Tid. Samtlige Stænger bør være ens tildannede, saaledes at de kan samles i en hvilkenksomhelst Orden.

Ved dybtgaaende Boringer maa Borestangen op-hænges i et Tov, der føres over en i et Treben op-hængt Tridse. For at Tovet ikke skal blive drejet sammen med Borestangen, sker dets Befæstelse til Borestangen gennem en i Tovet fastgjort Klo, der enten kan være indrettet saaledes, at Borestangen hviler mellem to Grene paa Brystet under Tappen i den opadvendende Ende af Borestangen og fastholdes i Kloen ved Hjælp af en Split (Fig. 45), eller saaledes at Kloen blot griber om Borestangens Side og klemmes fast, idet den ekser sig (Fig. 46).

Til Borets Drejning anvendes en Nøgle, enten enkelt som i Fig. 47, eller bedre dobbelt som i Fig. 48. Ved smaa Boringer, hvor Borestangen ikke hænges op, kan man trykke Boret ned eller løfte det op ved Hjælp af Nøglen, der kan anbringes paa et hvilket som helst Sted af Borestangen.

De ved Boringerne vundne Resultater indføres i en Borejournel, hvor der i forskellige Rubriker angives Borestedets Beliggenhed, Tykkelsen og Beskaffenheden af Jordlagene, Vandforholdene, Borets Beskaffenhed, anvendt Tid o. s. v. Man bør opbevare Prøver af de forskellige Lag, som Boringen er ført igennem.

Brønde

Hvor det gælder om at skaffe sig særlig paa-
lidelige Oplysninger om Grundens Beskaffenhed, kan
man anvende Gravning af Brønde, navnlig hvis
Dybden ikke skal være ret stor; Bekostningen ved
Brøndgravning vokser nemlig stærkt med Dybden.
Brønde til Grundundersøgelser graves i Reglen kva-
dratiske, navnlig dersom der skal bruges Afstivning
med Planker, da disse saa er lettere at anbringe.
Brønden maa være saa stor, at en Mand kan komme
til at arbejde i den med Spade og Skovl, altsaa ca.
1,50 m i Tværmaal.

**Grundens
Beskaffen-
hed**

Efter Jordens Beskaffenhed skelner man mellem
god, middelgod og slet Byggegrund.

Til *god Byggegrund* regnes fast Klippe, naar
den ikke forvitrer eller er aflejret i hældende Lag.
Desuden henregnes hertil groft Sand, Grus og Blan-
dinger af disse med mindre end 30% Ler, naar disse
Materialer ligger i deres naturlige Lejringsforhold og
ikke er udsatte for Bortskylning, samt fastlejret Ler,
naar det ikke er udsat for Udblødning.

Til *middelgod Byggegrund* regnes finere Sand,
grøvere Sand og Grus, hvor der kan komme Vand
til, samt Blandinger af Sand og Grus med mere end
30% Ler.

Til *slet Byggegrund* hører opfyldt Grund, Muld-
jord, Tørv, Dynd, plastisk Ler samt fint ler- og vand-
holdigt Sand, det saakaldte Flydesand.

I Almindelighed kan man som tilladelig Be-
lastning regne for

god Byggegrund	2—4 kg/cm ²
middelgod Byggegrund	1—2 —

Man bør altid undersøge Tykkelsen af de Jord-
lag, man vil bygge paa. Fast Klippegrund betragtes
i Reglen som god Byggegrund, naar Laget er mindst

3 m tykt og frit for Revner, selv om det underliggende Lag er blødt. Sand er, navnlig naar det er aflejret i Vand, en god Byggegrund, men dersom Sandlaget kun har en ringe Tykkelse, og der findes bløde Lag, f. Eks. Mosejord, under det, da er Byggegrunden daarlig, saa at man maaske endog maa føre Fundamenterne ned til et fast Lag under Mosejorden.

Et paa et blødere Lag hvilende Sandlag bør ikke have mindre Tykkelse end 4 m, naar det skal bære Vægten af en Bygning. Under lignende Forhold bør et Lerlag eller Blandinger af Ler og Grus have en Tykkelse paa 4—6 m.

Ved Funderinger paa Sand maa man altid have sin Opmærksomhed henvendt paa Vandforholdene, idet en Bevægelse i Vandet kan blive farlig for Grundens Sikkerhed. Det kan derfor ofte blive nødvendigt i saadanne Tilfælde at vælge en Funderingsmaade, der ikke kræver Tørlægning.

Foruden de nævnte Metoder til Undersøgelse af Grundens Bæreevne har man ogsaa anvendt direkte Belastningsprøver.

Blød Bund kan undersøges ved Ramning af Prøvepæle; det bruges undertiden, hvor man vil fundere paa Pæle, for at komme til Kundskab om, hvor lange disse skal være.

Valg af Funderingsmaade.

Man maa ved Valg af Funderingsmaade skelne mellem, om Bygværket skal opføres paa Land eller i Vand. Dog bliver Adskillelsen ikke skarp, idet det kan hænde ved Bygninger paa Land, at Fundamen-

tet kommer til at gaa ned under Grundvandsspejlet. Man vil dog her i Reglen pumpe Grundvandet bort, naar det kan ske uden for stor Bekostning, og uden at det tilstrømmende Vand fremkalder saadanne Bevægelser i de tilstødende Jordlag, som kan medføre Fare for nærliggende Bygninger. Man vil altid, saavidt muligt, søge at komme til at arbejde i tørlagt Grube, da det er hurtigst, bedst og billigst.

Naar man skal bygge Fundamenter i Vand, kan man undertiden omslutte Byggegruben med Fangedæmninger, pumpe den derved fremkomne Byggegrube læns, og saaledes komme til at arbejde i tørlagt Grube.

Man kan indordne de almindeligst forekommende Tilfælde af Fundering under en af de i nedenstaaende Skema anførte Rubriker.

I. Fast Grund i almindelig Dybde.	Almindelige Fundamenter af Murværk eller Beton.	
II. Fast Grund i større Dybde.	Murede eller støbte Piller med Jordbuer. Pælefundamenter. Sænkekasser. Sænkebrønde. Fundering ved Hjælp af fortættet Luft.	Trykket overføres paa den faste Bund.
III. Fast Grund i stor Dybde.	Pælefundamenter. Slyngværk af Beton eller Træ. Jordbuer. Sandpaafyldning.	Trykket overføres paa den mindre gode Grund. Fast Bund naas ikke.

Byggegrubens Tilvejebringelse og Tørlægning.

Afsæt-
ningen

Forinden der begyndes paa Udgravningen til en Bygnings Fundamenter, maa Bygningens Ydermure og Skillemure i Reglen afsættes. Ud for Bygningens Hjørner og ud for de funderede Skillevægge anbringes *Bukke*, der bestaar af nedrammede Pæle, forbundne med Planker, vinkelret paa Murflugterne og med Overkanterne i samme vandrette Plan. Bygningens Længde og Brede afsættes paa *Maalelægter*, paa hvilke tillige Skillevæggens Plads angives. Ved Hjælp af disse bestemmes de forskellige Mures Flugt nøjagtigt og afmærkes ved Indsnit i Bukkene.

Efter at man har overtydet sig om, at Bygningen er rigtig afsat, saaledes at alle Linier og Vinkler har den rigtige Størrelse, — hertil benyttes Snore, der udspændes mellem de paa Bukkene afsatte Mærker — kan man paa Bukkene afsætte Fundamenternes Brede, og idet man mellem de afsatte Mærker udspænder Snore, ved Lodning føre Linierne ned i Grunden.

Efter at Bygningens Plads saaledes er bestemt, udgraves først til den af Kældergulvet betingede Dybde; dernæst udgraves for Fundamenterne i den Udstrækning, som det projekterede Fundament kræver, hvilket nærmere omtales ved Beskrivelsen af de forskellige Funderingsmaader. Der bør aldrig udgraves mere end nødvendigt, hvorfor Skraaningernes Anlæg indskrænkes saa meget som muligt.

Efterhaanden som Udgravningen skrider frem, maa al Jord, der ikke skal benyttes til Efterfyld,

straks bortskaffes, dels fordi Jorden af økonomiske Grunde ikke uden Nødvendighed maa flyttes flere Gange, dels fordi Jord, der oplægges langs Byggegruben, vil udøve et Tryk mod Skraaningerne og derved kan foranledige Skred. Den Jord, der skal benyttes til Efterfyld, maa være fri for organiske Indblandinger, da saadanne ved deres Forraadnelse kan give Anledning til Dannelse af Svamp.

**Tørlæg-
ning**

Dersom Tørlægning af Byggegruben er nødvendig, kan hertil anvendes forskellige Maskiner. Valget imellem disse vil afhænge af, hvormeget Vand der skal bortskaffes i Døgnet, og i hvor lang Tid det i det hele er nødvendigt at holde Byggegruben tør. Da denne Tid i Reglen ikke er ret lang, vil det ikke kunne betale sig at anvende kostbare Maskiner, selv om de arbejder meget økonomisk, men man bør have simple og billige Maskiner, der er lette at stille op, tager ringe Plads, og som ikke lider ved at føre Vand, der indeholder Sand, Dynd, Træstumper o. l. Maskinerne drives i Reglen ved Haandkraft, Damp eller Elektricitet. Det er ikke let i Forvejen at beregne, hvor kraftige de skal være for at kunne holde Gruben tør. Man bør altid vælge dem rigeligt store, saa at de kan være tilstrækkelige, selv om Vandtilstrømningen bliver stærkere end paa regnet.

I det følgende skal omtales nogle af de ved Funderingsarbejder almindeligst benyttede Vandlænsningsmaskiner.

Den almindelige *Stempelpumpe* (Fig. 49) bestaar i Reglen af en Jerncylinder, i hvilken et Stempel bevæges op og ned, og til hvilken Vandet suges gennem et Sugerør. I Stemplet og i Bunden af Cylinderen findes Klapper, der aabner sig opad. Naar

Stemplet bevæges op og ned, løftes Vandet. Da Stempler og Klapper ikke kan slutte ganske tæt, kan man kun gøre Regning paa en Sugehøjde af 6—7 m, (den teoretiske Sugehøjde er ca. 10 m). Ved lange Sugerør bør hele Sugerøret fyldes med Vand, inden Arbejdet paabegyndes; Sugerøret maa da forneden forsynes med en Bundklap, der anbringes i Forbindelse med en Sugekurv, som hyppigt bruges for at hindre Snavs i at komme op i Røret. Stempelpumpen kræver kun ringe Plads og er let at opstille, men de i Vandet indblandede Urenheder skader Stempel, Klapper m. m., hvorfor denne Pumpe ikke anvendes ret meget ved Tørlægninger.

En i de senere Aar meget anvendt Pumpe er den saakaldte *Simpleks-Pumpe* (Fig. 50). Pumpen er forsynet med to Ventiler, hvoraf den øverste hviler paa en Ring, der er fastgjort paa en Gummiplate (Membran), som ved Hjælp af Pumpestangen bevæges op og ned. Herved suges Vandet ind i Pumpen og løber bort over Membranen. Denne Pumpe har i de senere Aar fundet stor Anvendelse ved Udgravninger o. l., da den er særdeles modstandsdygtig mod Slag og Stød, er let at opstille og transportere. Til Pumpen hører en med Sugekurv forsynet Slange, der kan indmunde i Siden eller i Bunden af Pumpen.

Ved større Tørlægninger anvendes hyppigt *Centrifugalpumpen*, der bestaar af en Støbejernskasse, i hvilken en Skive med svagt bøjede Skovle bevæges hurtigt rundt, hvorved Vandet sættes i Bevægelse, saa at det ved Centrifugalkraften drives op gennem et Stigrør, der fører Vandet til en Rende, hvorigennem det kan løbe bort. Naar Kassen er lufttæt, vil

Pumpen stadig kunne suge Vand til sig gennem et Sugerør, der dog ikke kan være højere end 6—7 m.

Centrifugalpumperne udføres i mange forskellige Former, f. Eks. som vist i Fig. 51, hvor Skovlene er anbragte mellem to parallelle Vægge. Skovlene er svagt bøjede og er ikke ført helt ind til Centrum. Sugerøret er forsynet med en Bundventil og maa fyldes med Vand, før Pumpen sættes i Gang. Centrifugalpumpen skal have stor Omløbshastighed (600—2000 Omdrejninger pr. Minut, det største Tal for smaa Pumper), hvorfor den maa drives med Damp eller Elektricitet. Man kan i Almindelighed gøre Regning paa en Stighøjde af ca. 10 m, dog er der konstrueret Pumper med betydelig større Stighøjde.

Nyttevirkningen er ca. 40%. Centrifugalpumper kan ikke med Fordel anvendes til Bortskaffelse af mindre end 0,5 m³ Vand pr. Minut.

Hvor der er knap Plads, saa at det er vanskeligt at anvende Pumpe, kan man bruge *et Pulsometer*, der kræver ringe Plads, kan anbringes hvorsomhelst og er brugbart selv til meget urent Vand. Pulsometret kræver Damp til sin Drift, og det ejendommelige ved Maskinen er, at Dampen virker direkte paa den Vædske, der skal løftes. I Fig. 52 er vist Halls Pulsometer. Det bestaar af 2 Kamre, A og B, hvortil der kan ledes Damp gennem Røret d, medens S₁ er Sugerøret og S₂ Mundingerne af Stigrøret, hvorpaa der sidder en Vindkedel V, bagved Kamrene A og B. Rørmundingerne lukkes med Ventiler, hvorafter den, der lukker for Damprøret, er en Kugle, der afvekslende kan lukke for Kamrene A og B, medens det andet af disse Kamre er i Forbindelse med Damprøret. Saaledes som Stillingen er i Figuren,

vil Dampen strømme ind i Kamret B, trykke paa Vædskeoverfladen og derved presse Vandet op gennem Stigrøret, medens forholdsvis lidt af Dampen fortættes, da den paa Grund af Kamrets Form kun berører en lille Vædskeoverflade. Saasnart Vand-spejlet er sunket til Aabningen S₂, fortættes Dampen, fordi den begynder at slippe ind i Vindkedelen, hvorved den kommer i mere inderlig Berøring med Vandet; der bliver nu luftfortyndet Rum i Kamret B, og Kuglen ved Røret d flytter sig og lukker for B. Nu sker der i Kamret A det samme som før i B, medens B suger sig fuld af Vand, hvorefter Processen fortsættes paa den beskrevne Maade.

Stighøjden kan gøres indtil 30 m, Sugehøjden ca. 4 m. Nyttetvirkningen er mindre end ved Centrifugalpumpen. Naar Pulsometre alligevel benyttes en Del, er Grunden deres simple Konstruktion, der bevirker, at de sjældent kommer i Uorden, den Lethed, hvormed de sættes i Gang og betjenes, samt den Omstændighed, at de ikke lider ved at benyttes i urent Vand.

Fangedæmninger.

Ligger Byggepladsen under Vand, maa den, for at kunne tørlægges, omgives med Fangedæmninger. Disse maa være tætte og tilstrækkelig stærke til at modstaa Vandtrykket, samt saa høje, at Vandet ikke kan løbe over dem. Fangedæmningen maa lægges saa langt uden for Byggegruben, at der bliver til-

strækkelig Plads til Bygværkets Opførelse, maaske endog til Oplag af Materialier.

Fangedæmninger kan opføres af Jord alene eller af Jord og Træ i Forening. De første bruges kun paa meget smaa Vanddybder.

Ved Højder paa 1,2—1,6 m kan anvendes en Jorddæmning, der paa den mod Byggegruben vendende Side hviler mod en Plankevæg, der støttes af en Pælerække med Hammer (Fig. 53) eller Tvinger. Ved større Vanddybde end 1,5 m bruges i Reglen en *Kassefangedæmning* bestaaende af to Vægge med Jord imellem. Kassefangedæmningens Brede b afhænger af Fylden. Bestaar denne af Ler eller leret Sand, kan man, naar Dæmningens Højde er h , regne at b skal være mindst lig h for $h < 3$ m, og $b = 1,5 \text{ m} + \frac{h}{2}$ for $h > 3$ m. Dersom Fylden er rent Sand, bruges altid $b = h$.

Væggene dannes hyppigt af Pæle, der anbringes med en indbyrdes Afstand af 1—1,5 m og foroven sammenholdes af en Hammer eller Tvinger. De to Pælerækker forankres mod hinanden ved Træankre eller Jernbolte (Fig. 54). Bag Pælerækkerne anbringes en Plankebeklædning, der enten kan bestaa af vandrette Planker, samlede i Flager, eller af lodrette Planker, der rammes Side om Side. Flagerne sammenholdes af paanaglede Revler og drives saa godt som muligt ned i Grunden. De stødes altid bag en Pæl, og Stødene kan tættes ved Ramning af lodrette Planker bag dem (Fig. 55). Dersom Grunden er ujævn og haard, maa Flagernes Underkant til-dannes efter Bundens Form.

Naar Bunden er blød, er det ofte vanskeligt at faa Fangedæmningen tæt forneden, og man anvender

da gerne i Stedet for Flager lodrette Planker, der rammes „eet paa to“ eller bedre ved Siden af hinanden, forbundne med Fjeder og Not. Disse Planke-vægge — Spunsvægge — bliver som Regel meget tætte, navnlig fordi de enkelte Planker kan drives bedre ned i Grunden end Flagerne; de støttes foroven af paaboltede Tvingere. Ved større Vanddybder kan denne Konstruktion imidlertid ikke anvendes, da Plankerne bliver for lange og som Følge deraf vil bøje sig udad paa Grund af Jordtrykket. Man anvender da undertiden Flager, bag hvilke man rammer lodrette Planker, der drives saa godt ned i Grunden, som det lader sig gøre, og saaledes tætter Fangedæmningen paa dens vanskeligste Sted, nemlig ved Bunden.

Paa store Vanddybder indskydes undertiden en Mellemvæg i Kassefangedæmningen, der herved bliver tættere (Fig. 56). Man behøver kun at føre den ene Halvdel af Fangedæmningen op til fuld Højde, og denne Del kan da afstives mod den lavere Del ved Skraastivere. Den høje Del bygges først, derefter sænkes Vandspejlet saa meget, at den lavere Del kan udføres.

Bestaar Bunden øverst af et blødt Lag, maa dette fjernes, da der ellers vil kunne strømme Vand ind i Byggegruben gennem 'dette Lag. Til Fyld i Fangedæmningerne anvendes Ler, leret Sand eller rent Sand. Bruges Ler, maa man sørge for, at alle Klumper bliver slaaede i Stykker, saa at Lejringen kan blive tæt. Ved Sand trænger der lettere lidt Vand igennem, saa det bør ikke anvendes, hvor der pumpes med Haandkraft, hvorimod det godt kan anvendes, hvor der pumpes ved Damp.

Fangedæmningens Hjørner er de vanskeligste at

faa tætte. Spidse Hjørner maa undgaas. Skal Fangedæmningen slutte sig til en Skrænt, bør der graves en Grøft et Par Meter ind i denne, og Fangedæmningen fortsættes herind. Skal Fangedæmningen slutte sig til en lodret Mur, maa man helst give den lidt større Brede ved Muren, for at Vandet kan faa en længere Vej at passere gennem Dæmningen. Man bør paa de vanskeligste Steder bruge særlig godt Fyldemateriale — eventuelt en mager Beton.

I det følgende vil de forskellige Funderingsmaader blive omtalt i deres Detailler, sammenfattet i 3 Afsnit, nemlig

Fundamenter af Murværk og Beton, herunder murede eller støbte Piller med Jordbuer, Slyngværk af Beton eller Træ og Sandpaafyldninger,

Pælefundamenter og

Særlige Funderingsmaader, herunder Sænkekasser, Sænkebrønde og Fundering ved Hjælp af for-tættet Luft.

Angaaende de forskellige Funderingsmaaders Anvendelse henvises til Oversigten Side 72.

Fundamenter af Murværk og Beton.

Naar Byggegrunden er tilstrækkelig fast, behøver man, som tidligere omtalt kun at grave ud til frostfri Dybde — 1,25 m —, og derefter opføre Fundamentet direkte paa Grunden.

Fundamentets Form afhænger meget af det Materiale, man bruger dertil, og som her i Landet i Almindelighed er store Sten, Beton eller Murværk. Til de nævnte Materialier anvendes saa godt som altid hydraulisk Mørtel. Hydraulisk kaldes Mørtlen, naar den har den Egenskab at kunne hærde uden Luftens Tilgang og altsaa ogsaa under Vand, i Modsætning til Luftmørtel, der kræver atmosfærisk Luft for at kunne hærde.

Luftmørtel eller *Kalkmørtel* er en Blanding af Kalk, Sand og Vand. Kalken forekommer i Naturen som kulsur Kalk (Kalksten). Naar denne opvarmes stærkt, uddrives Kulsyren, og den brændte Kalk faar den Egenskab, at den, læsket med Vand og dernæst blandet med Sand, optager Kulsyre fra Luften og omdannes til kulsur Kalk. Sandet tjener til at gøre Massen porøs, saa at Luften lettere kan komme til at virke ind i Murværket.

Mørtel.

Under Vand kan Kalkmørtel ikke anvendes, da der her ikke findes den til Mørtlens Hærdning nødvendige Kulsyre; her maa anvendes hydraulisk Mørtel. Denne kan faas, ved at Kalken bliver blandet med Stoffer, der bevirker, at Blandingen omdannes til en fast Masse, der er uopløselig i Vand. Et saadant Stof er f. Eks. kiselsur Lerjord (Flint), den mest almindelige Urenhed i Kalken.

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

Af de Stoffer, der tilblandes den læskede Kalk, skal her nævnes *Tras*, en Stenart, der indeholder en betydelig Mængde Kiselsyre og Lerjord, og som findes i store Lag ved Rhinen og Mosel. Den pulve-

riseres og sigtes, for at de grovere Dele kan blive fjernede. Tras alene kan ikke danne Mørtel, men maa blandes med Kalk. Til egentlige Vandbygningsarbejder dannes Mørtlen hyppigt af 1 Maal Kalk til 2 Maal Tras. Til Fundering i fugtig Jord kan bruges 1 Maal Kalk, 1 Maal Tras og 1 Maal Sand.

Cement. Tras bruges meget i Tyskland og Holland, derimod ikke meget her i Landet, hvor der mest bruges *Cement*, et Produkt, hvor de Stoffer, der gør Mørtlen hydraulisk, er blandet med Kalken inden Brændingen.

Cementen kan enten være *naturlig*, d. v. s. brændt af en i Naturen forekommende lerholdig Kalksten, den saakaldte Cementsten, eller *kunstig*, d. v. s. fremstillet ved Brænding af Kalk og Ler, blandet i et bestemt Forhold. Da den naturlige Cement aldrig vil blive et ensartet Produkt, anvendes nu kun den kunstige Cement, fremstillet første Gang 1824 i England af Mureren Aspdin, der gav den Navnet *Portlandcement*, fordi den i Farve lignede en i England meget brugt Byggesten fra Portland. Den fremstilles nu ved at blande omtrent 60% Kalk med 40% Ler; Blandingen formes som Steen, der brændes stærkt, pulveriseres og sigtes. Cementen er et skarpt krystallinsk Pulver af grønligråa Farve og med en Vægt paa 1300—1450 kg. pr. m³.

Cementundersøgelser. Cementen leveres paa Arbejdspladsen i Tønder eller Sække. En Tønde Portlandcement skal veje 180 kg Brutto, 170 kg Netto; en Sæk skal veje 85 kg eller 56 kg. Cementen skal i Reglen være langsomt hærdenende, d. v. s. Hærkningstiden maa ikke være mindre end 2 Timer; den bør dog ikke overstige 24 Timer. Ønskes en meget hurtig hærdenende Cementmørtel, f. Eks. for at stoppe Utætheder, kan

man tilsætte Vandglas. Hærdningstiden bestemmes ved at udstøbe ren Cementmørtel og undersøge, hvor lang Tid der gaar, inden en med en bestemt Vægt belastet Naal med plansleben Endeflade ikke mere synker ned i Mørtlen.

Cementen skal være volumenbestandig. I den Henseende kan en Prøve anstilles ved, at ren Cementmørtel udstøbes i ca. 2 cm Tykkelse paa en Glasplade. Glaspladen lægges i Vand efter 24 Timers Forløb, og Kagen maa efter længere Tids (3—28 Dage) Opbevaring i Vand hverken vise Krumning eller Kantrevner.

Cementen skal være fint malet. Finheden maales ved Hjælp af Sigter med overordentlig fine Masker.

Cementen skal have en vis Styrke. Prøvestykker af 1 Vægtedel Cement og 3 Vægtdele Normal-sand opbevares 1 Dag i Luften og 27 Dage i Vand. De skal derefter i det mindste kunne taale en Belastning af 16 kg/cm^2 til Træk og 160 kg/cm^2 til Tryk.

Trækprøverne udføres med Prøvestykker, hvis kvadratiske Brudflade er 5 cm^2 , medens Trykprøverne udføres med Tærninger, hvis Sideflade har et Areal af 50 cm^2 .

Beton dannes af en Blanding af Skærver eller Singels med Mørtel, der som Regel er hydraulisk. Skærverne kan være Granit- eller Murstenssskærver, eftersom Betonen skal have større eller mindre Styrke; deres Størrelse er i Reglen 3—4,5 cm. Mørtlen skal udfylde Mellemmrummene mellem Skærverne; dettes Størrelse kan bestemmes ved Forsøg paa følgende Maade. En vandtæt Kasse af et bestemt Rumfang

Beton.

fyldes med Skærver, og Mellemrummene mellem disse fyldes med Vand, hvis Rumfang er maalt. Vandmængden angiver da Mellemrummenes Størrelse, forudsat at Stenene ikke har indsuget noget af Vandet. Mellemrummene udgør i Almindelighed 45—50% af Kassens Rumfang; for en Sikkerheds Skyld gøres Mørtelmængden ca. 5% større end nødvendigt. Dette Overskud af Mørtel i Forbindelse med Utætheder i Betonen bevirker, at dennes Rumfang er ca. 10% større end Rumfanget af de anvendte Skærver.

Fremstil-
ling.

Betonen blandes enten ved *Haandkraft* eller *Maskinkraft*.

Blandingen ved Haandkraft foregaar paa en *Blan-debakke* eller *Blandeflage*, en Bræddeflage, der er ca. 4 m i Kvadrat. Her udmaales Sand eller Grus i Børe eller Kasser uden Bund; derefter anbringes Cementen ovenpaa, og Blandingens foretages af to eller fire Mand, to og to overfor hinanden. De stikker Skovlene ind under Bunken og vender dem saaledes, at det, der var nederst, kommer øverst. Naar Bunken er skovlet igennem, blandes paa samme Maade tilbage igen. Naar der er blandet 3 Gange frem og tilbage, saaledes at Massen er ensartet uden lyse Korn eller Striber, tilsættes Vand. Derpaa blandes atter tre Gange frem og tre Gange tilbage, under fornyet Tilsætning af Vand fra en Vandkande med Bruse, indtil Massen faar Konsistens som en stiv Grød.

Skærverne udmaales ved Siden af Mørtlen, og vandes for at blive rene, og for at de ikke skal suge Fugtighed fra Mørtlen. Mørtlen skovles oven paa Skærverne, og hele Massen skovles tre Gange frem og tilbage ligesom før. En Blanding indeholder i Reglen 0,5 m³ Beton.

Ved Blanding med Maskinkraft kan man enten først blande Mørtlen og derefter tilsætte Skærver, eller man blander det hele samtidigt. En Betonblandemaskine kan bestaa af en cylindrisk Beholder, der drejes om en diagonal, vandret Aksel A—B, Fig. 57. Cylindren er for Enden lukket med en Klap; her kastes Materialierne ind i det rette Blandingsforhold, Klappen lukkes, og Beholderen drejes et passende Antal Gange rundt, hvorved Massen kastes fra det ene Hjørne til det andet og paa den Maade blandes. Den færdige Beton udtages ved, at man aabner Klappen, der da vendes nedad.

En forbedret Konstruktion efter dette Princip ses af Fig. 58. Af Beholderens Sideflader er de to a b c d og e f g h rektangulære og de fire trapezformede; den ene af de sidste er en Klap, som kan aabnes og lukkes. Virkningen er som ved den forrige Maskine, men Blandingen bliver her bedre.

Betonen tilberedes saa nær som muligt ved det Sted, hvor den skal udstøbes. Der vil dog ofte være et Stykke at transportere den, hvilket sker i Børe eller Tipvogne; man bør ikke tippe al Beton ud samtidigt, da Skærverne saa tildels vil skille sig fra Mørtlen og rulle ud til Siderne. Beton aflæsses derfor først paa et Bræddegulv, hvorpaa den skovles hen paa Anbringelsesstedet. Her anbringes den i Lag paa 15—20 cm Tykkelse; Skovlen vendes, idet Beton kastes ned, for at ikke Skærverne skal skille sig fra Mørtlen. Hvert Lag stampes godt med en Støder, indtil Vandet træder frem i Overfladen af Beton. Støderen er enten af Egetræ, omtagt med Jernringe, Fig. 59, eller af Jern, Fig. 60.

Tilberedt Beton skal straks udstøbes. Dersom

en Betonflade har henstaaet i over 6 Timer efter Udstøbningen, maa den ophakkes, renses og overgydes med et tyndt Lag Cementmørtel, inden der støbes et nyt Lag Beton paa.

Blandingsforhold.

Blandingsforholdet retter sig efter den Belastning, Betonen udsættes for; et til Husbygningsarbejder meget anvendt Blandingsforhold er 1:4:8, hvorved forstaas, at et bestemt Kvantum Beton bestaar af 1 Del Cement, 4 Dele Sand og 8 Dele Skærver; til denne Beton bruges ofte Murstensskærver; bruges Singels, kan denne Beton med Sikkerhed taale en Belastning af 10 kg/cm². Blandingen 1:3:6 med Granitskærver bruges til større Ingeniørarbejder, medens Blandingen 1:6:10 bruges i Husbygningen paa Steder hvor Betonen ikke udsættes for store Tryk.

Udstøbning.

Beton maa udstøbes imellem Indfatninger; undertiden er Jorden saa fast, at den kan danne Indfatning, men i Reglen maa der laves Indfatninger af Træ, bestaaende af vandrette Brædder, der sømmes paa lodret nedrammede Pæle, som afstives paa passende Maade. En Spunsvæg er udmærket som Indfatning.

Udstøbning under Vand.

Hvor Byggegruben ikke kan tørlægges, inden Fundamentets Udførelse, maa Betonen udstøbes under Vand. Her kan den ovenfor angivne Fremgangsmaade ikke benyttes, da saa en stor Del af Cementen og tildels Sandet vil udvaskes. Man kan af samme Grund heller ikke stampe Betonen, da Cementen saa vil opslemmes. Hvorledes man end gaar frem, vil der altid ske nogen Udvaskning, og man bør derfor ved Udstøbning i Vand altid have Overskud af Mørtel og i Mørtlen Overskud af Cement. Man søger at beskytte Betonen mod Udvask-

ning ved til Sænkningen at benytte Klapkasser, Tragte eller Sække.

Klapkassen bestaar af en prismatisk eller cylindrisk Kasse af Træ eller Jern. Den ophænges i en Kran eller et Spil og er forneden forsynet med een eller to Klapper, der holdes lukkede, medens Kassen fyldes med Beton. Naar Kassen er fyldt, sænkes den ned til det Sted, hvor Betonen skal udstøbes, og Klapperne aabnes, saa at Betonen falder ud. Det uheldigste ved disse Kasser er, at Vandet strømmer ind over Betonen, idet Kassens øvre Kant passerer Vandspejlet. Kassens Størrelse er i Reglen 0,25—1,50 m³.

I Fig. 61 er vist en Klapkasse af Træ; Klapperne, der kan dreje sig om to Hængsler, støder i lukket Tilstand sammen under en ret Vinkel. Klappen B er i hver Ende forsynet med en Tap, hvorom Krogen K i Kassens Endestykke kan gribe. K er forsynet med en Vinkelarm, der manøvreres ved Hjælp af en Line, som fører op over Vandet. Naar Kassen, fyldt med Beton, er sænket ned paa Bunden, drejes ved et Træk i Linen Vinkelkroge ud af Indgribningen med Tappen, og idet Kassen løftes lidt, aabner Klapperne sig, og Betonen falder ud. I Fig. 62 er vist en halvcylindrisk Kasse, hvis Sektorer drejer sig om en fælles Aksel, yderst paa denne er anbragt et Par Knopper, som Ophejsningskædens Ringe griber om. I Kassens Sider er anbragt Øjer, hvorfra Kæder fører hen til Manøvrerkæden. Ved at man trækker i denne, mens Ophejsningskæden er slap, aabnes Kassen. En saadan Kasse kan f. Eks. være 0,9 m lang og 0,8 m bred. Ophejsningskæden er ført om en Spiltromle, Fig. 63, medens Manøvre-

kæden kun er lagt een Gang løst om Tromlen. Naar Spillet drejes i Pilens Retning, sænkes Kassen. Manøverkæden paavirkes ikke, saalænge den ligger løst om Tromlen, men naar den strammes, tages den med rundt af Tromlen, hvorved Kassen aabnes. Det gælder altsaa om, at den Mand, der passer Spillet, strammer Manøverkæden i rette Øjeblik, saa at Kassen først aabnes, idet den naar Bunden. Klappasserne manøvreres enten fra et fast Stillads eller fra et Par sammenbyggede Pramme eller Tømmerflaader.

For at faa Klappassen anbragt over de forskellige Punkter af det Areal, hvorpaa der skal støbes Beton, kan man ved fast Stillads anbringe Skinner, hvorpaa Spillet kører. Ved Benyttelse af Pramme, kan disse forhales.

Naar Beton udstøbes ved Hjælp af Klappasser, faar den en ujævn Overflade, idet Betonen aflægges i Bunker. Vil man have Betonen udstøbt med jævn Overflade under Vand, kan man dertil benytte *Tragten*, der er vist i Fig. 64. Den bestaar af et lodret Rør, som naar fra Betonoverfladen til et Stykke over Vandspejlet; den er bredest forneden, for at Betonen ikke skal klemme sig fast i den. Før at Tragten kan beherske hele det Areal, hvorpaa der skal udstøbes Beton, anbringes den paa en Vogn, der bevæger sig paa Skinner oven paa en Kran, som paa andre Skinner kan bevæges i en Retning vinkelret paa den første. Man udstøber da først en Strimmel Beton ved at køre Vognen paa langs af Kranen; dernæst køres Kranen et Stykke til Siden og der udstøbes en ny Strimmel. Paa denne Maade fortsættes, indtil der er støbt Beton paa hele Arealet. Derefter hæves Tragten saa meget, at der kan begyndes paa et nyt Lag.

hvis Strimler som Regel lægges vinkelret paa Strim-
lerne underneden. Lagets Tykkelse maa i det højeste
være 1 m, da man ellers er udsat for Udvaskning af
Betonen ved, at den ruller ned ad Skraaningerne.
Tragten skal stadig være fuld af Beton. Den første
Fyldning kan ske ved Hjælp af Klapkasser, da den
første Beton ellers vil komme til at bevæge sig gen-
nem Vand i Tragten Højde. Vil man have Over-
fladen af Beton særlig jævn, kan der paa Siden af
Tragten anbringes en Valse, der ruller paa Beton-
en, naar Tragten flyttes. Udstøbning med Tragt giver
mindre Slam end Udstøbning med Klapkasser. Trag-
ten laves af Træ eller Jern. Naar Træ anvendes,
faar den kvadratisk Tværsnit, medens Tværsnittet
ved Anvendelse af Jern gøres cirkulært eller ovalt.
Det er heldigt, om man ved Hjælp af Fangedæm-
ninger eller Spunsvægge hindrer Vandbevægelse paa
Arbejdspladsen.

Endelig kan Beton udstøbes under Vand ved den
saakaldte *Sækkebetonering*, hvor Beton fyldes i
Sække, som derefter kastes i Vandet. Sækkene be-
skytter godt imod Udvaskning af Beton, hvorfor
Metoden særlig egner sig til at anvendes paa udsatte
Steder, navnlig hvor der er Strøm.

Bygges Fundamentet af store Sten, anvendes **StoreSten.**
som Regel hertil de saakaldte Grundsten, simple,
men stærke og frostbestandige Sten, der opgraves af
Jorden eller fiskes i Søen. De flækkes ofte og an-
bringes i et eller flere Lag i Grunden, det nederste
Lag med Fladen nedad, de følgende med Fladerne
udad eller opad. Mellemrummene udttyldes med
Ler og Smaasten eller bedre med Mørtel; paa den
saaledes tilvejebragte jævne Overflade opføres Mur-

værket (Fig. 65). Fundamentets Brede gøres noget større end den ovenfor værende Mur, som Regel ikke mindre end 0,6 à 0,7 m. Saadanne Fundamenter brugtes tidligere meget til Landbygninger, men bruges saa at sige ikke mere her i Landet.

**Beton og
Murværk.**

Almindelige Mursten — eller endnu bedre Klin-ker — og Beton er det her i Landet hyppigst be-nyttede Materiale til Fundamenter; disse Materialier har den Fordel, at de giver et mere ensartet Fun-dament, og dette kan formes og dimensioneres netop, som Forholdene kræver det.

Underfladen af Fundamentet lægges vinkelret paa Retningen af det Tryk, der kommer fra Byg-ningen. Hvor Trykket alene hidrører fra Tyngden, bør Underfladen altsaa være vandret. Findes der ogsaa Sidetryk, som ved Beklædningsmure eller Ende-piller for Hvælvinger, bliver Underfladen skraa. Man kan dog lade Underfladen være vandret, selv om Trykkets Retning er lidt skraa, naar det kun ikke afviger mere end 15° fra den lodrette Linie; man regner da, at Trykkets vandrette Komposant ophæves af Gnid-ningsmodstanden mellem Jorden og Fundamentets Underflade.

Ved almindelige Bygninger — Beboelseshuse — vil Belastningen paa Fundamentet sjældent være saa stor, at Fundamentet behøver at være meget bredere end Murstammen, og Fundamentets Form bliver da som vist i Fig. 66. Naar Murstammen er 3 Sten tyk (75 cm) vil det som Regel være tilstrækkeligt at gøre Bredden 1,0—1,2 m, og Højden kan da være ca. 0,6 m.

Er Bygningen derimod stærkt belastet, f. Eks. Lagerhuse, Fabriksbygninger, er Bygværket af særlig svær Konstruktion, f. Eks. en Dampskorsten, et

Kirketaarn, eller er Grunden af særlig daarlig Beskaffenhed, kan det blive nødvendigt at give Fundamentet en Brede, der er betydelig større end Murstammen. Det er imidlertid ikke nødvendigt at give Fundamentet samme Brede i hele dets Højde, men Breden forneden fremkommer ved Aftrapninger, som vist i Fig. 67. Naar Fundamentet støbes af Beton, vil Trinenes Højde ofte ligge mellem 0,60 og 1,0 m, medens Breden maa staa i et vist Forhold til Højden og som Regel vil være 0,50 à 0,75 Gange Højden; mures Fundamentet, gøres Trinene som Regel 4—5 Skifter høje, medens Fremspringene paa hver Side i Almindelighed er $\frac{1}{4}$ eller $\frac{1}{2}$ Sten brede. Opføres Fundamentet af Mur, indlægger man ofte Baandjern i nogle af de vandrette Fuger, som i saa Fald mures med Cementmørtel for at hindre Jernet i at ruste. Disse Baandjern bidrager til at hindre, at en Del af Fundamentet synker stærkt i Forhold til det øvrige og tjener i det hele til at holde godt sammen paa Murværket. Som Regel bruges Klinker til Fundamenter af Murværk; i hvert Fald kan det anbefales at bruge Klinker i det yderste Lag.

Ved stærkt belastede Fundamenter vil man ofte komme ret dybt i Jorden, naar Fundamentet skal bredes stærkt, og det kan da i mange Tilfælde betale sig at anvende *armeret Beton* til Fundamentet. Et Eksempel herpaa er vist i Fig. 68. Fundamentets Brede maa selvfølgelig være omtrent den samme, som hvis Fundamentet ikke armeredes (vist med punkteret Linie), men Fordelen er, at Højden — og dermed Materialforbruget — kan indskrænkes ret betydeligt. De uden for Muren liggende Dele af Fundamentet hindres i at knække af ved Indlæg af Jern — Rund- eller Baandjern — i Undersiden, stærke

**Armeret
Beton.**

nok til at kunne optage den her optrædende Trækspænding.

Slyngværk

En i Princippet hermed beslægtet Konstruktion er *Slyngværket*; det tjener til at forøge Fundamentets Brede, uden at man behøver at gaa synderlig dybere, og anvendes mest hvor Grundvandet eller vanskelige Jordbundsforhold (f. Eks. Flydesand) gør det ønskeligt ikke at grave ret dybt. Det bestaar af Tømmer eller Planker, anbragt Side om Side i en eller to Retninger under Fundamentet og rækkende uden for dettes Yderkanter. Træet maa naturligvis ligge under Grundvandspejlet, da det ellers vil raadne. Større Fremspring end 20 à 30 cm kan Slyngværket i Almindelighed ikke taale, og det forøger derfor ikke Fundamentets bærende Flade meget. Hovedfordelen ved Slyngværket er den, at Trykket bliver jævnt fordelt. Det bør dog kun anvendes, hvor Grunden er nogenlunde ensartet og kun ved Bygninger, der ikke udøver noget betydeligt Tryk paa Grunden.

Ved lette Bygværker, hvor Trykket i Fundamentet er mindre end 1 kg/cm^2 kan Slyngværket dannes af to Lag 8—10 cm tykke Planker, anbragt i to hinanden krydsende Lag. Ved større Belastning kan der bruges to Lag Tømmer med overliggende Plankedæk (Fig 69). Naar Grunden er udgravet til Højde med Underkanten af det øverste Lag Tømmer, udgraves der for det nederste Lag Render med 1—1,5 m Afstand, og i disse Render lægges *Tværstrøer* med 15—25 cm Sidelinie. Oven paa disse kommer *Langstrøer*, der befæstes til Tværstrøerne med Spidsbolte. Efter at Rummet mellem Langstrøerne er opfyldt med Grus, Sand, stampet Ler, Beton el. lign., lægges oven paa det hele et Dæk af 6—12 cm Planker, som befæstes til Langstrøerne ved Spiger.

Langstrøerne samles over Tværstrøerne med skraat Hageblad med Bolte. Stødene maa veksle. Dersom man for at undgaa Udskylning af Grunden under Slyngværket maa bruge Spunsvæg, maa denne under ingen Omstændigheder være i Forbindelse med Slyngværket; thi ved Sætningen kunde dette komme til at hvile paa Spunsvæggen, der gør mere Modstand mod Nedtrykning end Jorden; Slyngværket vil da bøje sig, og Bygningen slaa Revner. Ved Hjørner lader man Langstrøerne under den ene Flugt danne Tværstrøer for den anden (Fig. 70); det Trin, der herved dannes, maa i Højde svare til et helt Antal Skifter.

Ligger den gode Byggegrund i temmelig stor Dybde under Jordoverfladen, kan man for at spare Beton eller Murværk opføre enkelte Piller i Stedet for et gennemgaaende Fundament; Pillerne maa have et saa stort Tværsnit, at de kan bære den fra Bygningen hidrørende Belastning, og hver Pille maa staa paa et Fundament, der med Sikkerhed kan overføre Pillens Belastning paa Grunden. Pillerne forbindes foroven under Jordoverfladen med stærke Buer, der danner et gennemgaaende Underlag for Bygningens Mure. Det vil være naturligst at opføre en Fundamentpille under hver af Bygningens Vinduespiller. Hjørnepillerne maa være særlig solide og afstives under vanskelige Forhold med Stræbebuer. Grundens Beskaffenhed kan nødvendiggøre, at Pillerne opføres paa et gennemgaaende Fundament; man murer eller støber da ofte omvendte Buer mellem Pillerne, saakaldte Jordbuer (Fig. 71). Denne Konstruktion lader sig ogsaa anvende, hvor en Bygnings Mure udelukkende bestaar af Piller; Jordbuerne kan da,

Enkelte
Murpiller.

Jordbuer.

hvis Grunden tillader det, lægges lige under Jordoverfladen i frostfri Dybde.

Da saadanne Piller som Regel anvendes, hvor de øverste Jordlag i ret stor Dybde er løse og uden synderlig Bærekraft, vil man i de fleste Tilfælde være nødt til at bortgrave al Jorden indtil Pillernes Underflade for at kunne opføre Fundamentet, og Fordelen ligger da særlig i, at der spares en Del Materiale; i enkelte Tilfælde kan Jorden dog være saa fast og tør, at man kan udgrave for hver Pille en Brønd, hvori Pillen mures eller støbes; herved opnaas tillige en Besparelse i Jordarbejdet; anvendes Jordbuer maa selvfølgelig i alle Tilfælde al Jorden bortgraves.

**Sand- og
Grusfundamenter.**

Ligger den gode Byggegrund i saa stor Dybde, at det ikke kan betale sig at føre Fundamentet ned herpaa, og er de ovenover liggende Lag af saa daarlig og uensartet Beskaffenhed, at det ikke er tilraadeligt at overføre nogen Belastning direkte paa dem, kan man brede det Tryk, der udøves af Fundamenterne, over en større Flade ved Hjælp af *Sand- og Grusfundamenter* (Fig. 72). Hertil anvendes helst lerfrit Strandsand eller Grus, der anbringes i tynde Lag — 10 à 30 cm tykke — der vandes og stampes, muligvis tromles. Man kan herved opnaa at faa Rumfanget formindsket med indtil 25%. Det kan antages, at det paa Sandlaget hvilende Tryk fordeler sig inden for Skraaninger med 45° Hældning, hvorfor Byggegruben udgraves med en saa stor Bund, at Planer gennem Yderkanterne af Murværkets Underflade med en Hældning paa 45° overalt træffer Bund. Det er heldigst, om Laget kan henligge i

længere Tid, udsat for Regnen, inden Bygningens Opførelse paabegyndes; Laget kan maaske ogsaa i den Tid belastes. Efter at Laget er færdigt, maa Sand- og Grusfundamenter derimod omhyggelig beskyttes mod Paavirkning af rindende Vand.

Under Opførelsen af Bygningen bør Murene stadig have samme Højde, for at Grunden kan blive belastet nogenlunde ensartet. Et Sand- eller Gruslag kan taale en Belastning af 2 à 2,5 kg/cm².

Foruden Sand og Grus kan ogsaa store Sten bruges til Opfyldning for Fundamenter, navnlig ved Fyrtaarne, Havnemoler o. lign. Stenene udkastes i Vandet og lejrer sig under Paavirkning af Bølgeslaget efter et naturligt Profil, som i Almindelighed har temmelig flade Skraaninger. Der medgaar en betydelig Mængde Sten til saadanne Fundamenter.

Pælefundamenter.

Pælefundamenter kan anvendes, naar den faste Grund ligger i saa stor Dybde, at man ikke vil, eller paa Grund af Vandforholdene ikke kan føre Murværks- eller Betonfundamenter ned til den. Pælene føres ned i den faste Bund og bliver derved i Stand til at overføre Bygningens Vægt herpaa. Man kan imidlertid ogsaa benytte Pælefundamenter, selv om den faste Bund ikke kan naas, idet man saa anbringer Pælene saa tæt, at den Vægt, der

kommer paa hver Pæl, er mindre end Gnidningsmodstanden mellem Pælen og Jorden; herved spiller den vandrette Komprimering af Jordlagene en betydelig Rolle, da den bidrager meget til at forøge Gnidningsmodstanden.

Pælene er af Træ, af Jern eller af Jernbeton. For Træpæle gælder den Regel, at de stadig skal være under Grundvandspejlet, da de i modsat Fald vil raadne. Da man ofte kan være udsat for en senere Sænkning af Grundvandspejlet, bør man helst anbringe alt Træværk i en Dybde af mindst 0,3 à 0,5 m under laveste Vandspejl, det er da næsten uforgængeligt. Pælene bringes ned i Grunden ved Ramning, Skylning eller Skruning.

Træpæle.

Til *Træpæle* bruges oftest Gran eller Fyr, der egner sig godt dertil paa Grund af deres slanke Vækst, forholdsvis store Styrke og Prisbillighed. Pælene er enten firkantede eller runde, helst afbarkede. Pælenes Længde er det ofte vanskeligt at fastsætte; den bestemmes bedst ved Ramning af Prøvepæle, men forøvrigt kan man ved Jordboringer nogenlunde bestemme, hvor lange Pælene behøver at være. Det Stykke, Pælen skal rammes ned i det faste Lag, er sjældent mere end $\frac{1}{5}$ af Pælens Længde, hyppigt mindre. Der maa beregnes en Overlængde til Renskæring af Pælehovedet og til Tildannelse af Tap. Man anvender sjældent Pæle, der er mere end 15—20 m lange. Kan de ikke faas i een Længde, kan de samles af to Stykker, f. Eks. ved et stumpet Stød med en inddreven Jerntap (Fig. 73). Pæleenderne forsynes med Jernringe, der skal hindre en Sprængning af Pælen under Neddrivningen. En saadan Samling bør kun foretages med

enkelt af Pælene i et Pæleværk; viser det sig, at alle Pælene er for korte til at naa ned i den faste Bund, bør man derfor ikke forlænge dem paa den her angivne Maade, men ramme dem tættere, saa at hver Pæl derved faar mindre at bære.

Kaldes Diametren i en rund Pæl d , Længden l , kan man hyppigt bestemme d af Udtrykket $d = 12 \text{ cm} + 1,5 a 2 \times l$, hvor d faas i cm, naar l udtrykkes i m. For kvadratiske Pæle kan Sidelinien s tages lig $0,9 \times d$, hvor d er Diametren i en rund Pæl af samme Længde som den firkantede.

Pælene rammes i Rækker med en indbyrdes Afstand af 0,7 — 2,0 m; Afstanden mellem Pælene i Rækkerne er i Reglen 0,5—1,5 m. Dersom Bygnningens Vægt er ensformigt fordelt over Grundfladen, anbringes Pælene ogsaa ensformigt. Er Belastningen derimod uensformigt fordelt, maa Pælene staa tættere der, hvor Belastningen er størst. For de her omtalte Pæle, der staar med hele deres Længde i Grunden og derfor kaldes *Grundpæle*, kan man regne, at Bærevnen i fast Bund er 30 á 40 kg / cm² af Pælens Ende-flade. Ved blød Bund kan man regne 6 á 10 kg/cm².

Til Overførelse af Bygværkets Vægt paa Pælene anbringes ofte en Tømmerforbindelse oven paa disse. Der graves da ud til ca. 0,3 m under Byggegrundens Bund, for at der kan blive Plads til Afskæring af Pælene og Tildannelse af Tapper paa disse. I Bygværkets Længderetning anbringes over Pælene Hamre, svarende til Pælens Tykkelse (Fig. 74). Over Hamrene kæmmes Tværstrøer, der befæstes med Spidsbolte, naar Tværstrøerne falder over en Pæl, ellers med Skruebolte. Tværstrørernes Dimensioner er noget mindre end Pælens. Imellem Tværstrøerne anbringes oven paa Hamrene et Plankedæk af 5—

10 cm Tykkelse; Afstanden fra Plankedækkets Overkant til Overkanten af Tværstrøerne maa ved Murværk være lig Højden af et helt Antal Skifter. Inden der lægges Plankedæk, fyldes Rummet under dette med Sand, Grus eller Ler, der stampes godt.

Hvor to Pæleværker støder sammen og danner et Hjørne, lader man Hamrene i den ene Flugt danne Tværstrøer i den anden (Fig. 75); herved faas i Fundamentet et Trin, der maa svare til Højden af et helt Antal Skifter, hvis der skal anbringes Murværk oven paa Pæleværket.

Den ovenfor beskrevne Udførelse af Pæleværker er den almindeligste, naar der skal mures oven paa det. Man kan dog undertiden undvære Plankedæk, Hamre og Tværstrøer, idet Pæleenderne saa indstøbes i et Lag Beton, der danner Forbindelsen mellem Pælene. Naar denne Metode bruges, er det ikke nødvendigt, at Pælene staar saa nøjagtigt i Række, som naar der skal anbringes en Hammer oven paa dem. Betonlagets Tykkelse bør ikke være mindre end 0,5 m; det støbes gerne 15 à 20 cm ned over Pæleenderne, og man maa iagttage, at der kommer rigeligt med Beton uden for de yderste Pæle.

**Spuns-
vægge.**

Hvor der kan optræde andre Kræfter end lodrette, vil det være rigtigt at anbringe Skraapæle, der da forbindes fast med det øvrige Pæleværk. Hvor der er Fare for, at Fylden imellem Pælene kan blive bortskyllet af Vand, anbringes Spunsvægge uden om Pæleværket; man kan enten lade Spunsvæggen være uafhængig af Pæle og Plankedæk (Fig. 76) eller man kan anbringe Spunsvæggen under Plankedækket tæt ind til den yderste Pælerække (Fig. 77). Endelig kan Spunsplankerne rammes imellem

de yderste Pæle; disse maa da forsynes med Not til Optagelse af Fjedrene i Spunsplankerne (Fig. 78).

Spunsvægge dannes af Planker eller Halvtømmer, der rammes tæt ved Siden af hinanden. De tildannes saaledes, at den Planke, der rammes, bliver styret af den foregaaende. Fig. 79 viser skraa Spunsning, der dog ikke er saa god som den i Fig. 80 viste, der kaldes fuld Spunsning. Her forsynes Plankerne i den ene Side med Fjeder, i den anden Side med Not. Den i Fig. 81 viste Kilespunsning er stærkere end fuld Spunsning. Da Spunsningen foraarsager et Tab af Træ, forsyner man ofte Plankerne med to Noter og anbringer i den ene en løs Fjeder, der da bør være af et stærkere Materiale end Planken, f. Eks. Eg eller Jern. Noten kan derved gøres smallere, saa at Træet i Planken svækkes mindre. Fjederen befæstes i den ene Planke og rammes sammen med den.

Hvor Spunsvæggen har Knæk eller Hjørner, ndskydes *Notpæle* af Heltømmer. Saadanne kan ogsaa anbringes med passende Mellemrum paa lige Strækninger for at styrke Spunsvæggen. De er forsynede med Not (Fig. 82) og rammes først, hvorpaa Spunsplankerne afpasses efter Mellemrummet imellem dem.

For at kunne ramme en Spunsvæg regelmæssig, maa man have en Styring for den; hertil anvendes faste eller bevægelige Tvingere, det vil sige to Planker, der anbringes i en indbyrdes Afstand, der svarer til Væggens Tykkelse (Fig. 83). Faste Tvingere boltes til Pæle i ca. 3 m indbyrdes Afstand. Indeholder Væggen Notpæle, befæstes Tvingerne til disse. Naar alle de Planker, der skal sættes, er anbragte, trækkes

**Spuns-
væggenes
Styring.**

en stærk Bolt gennem begge Tvingerne i ringe Afstand fra den sidst anbragte Pæl; mellem denne og Boltten drives en Trækile fast, hvorefter Ramningen kan begynde.

Ved høje Spunsvægge er det desuden nødvendigt at have bevægelige Tvingere, der anbringes ved Pælens øverste Ender og følger med ned, efterhaanden som Væggen rammes ned i Grunden. Efter fuldført Ramning anbringes Tvingerne oftest til Spunsvæggen og tjener til at støtte denne. Pælene rammes ikke straks til fuld Dybde, men der rammes lidt paa dem alle, hvorefter der begyndes med den første igen; man opnaar herved, at Pælene lettere beholder deres indbyrdes Stilling under Ramningen.

**Pælens
Spids.**

Før Ramningen spidses Pælene ofte; dette er dog ikke nødvendigt, naar Grunden bestaar af Sand, men i Ler maa Pælen spidses. Spidsens Formaal er dels at lette Pælens Nedtrængen i Grunden, dels at styre Pælen. Ved runde og kvadratiske Pæle gøres Spidsen pyramideformet, og dens Længde er i Reglen 1,5 à 2 Gange Pælens Tykkelse (Fig. 84) Spunsplanker spidses som vist i Fig. 85, for at de kan faa en Tilbøjelighed til at trykke sig ind imod de allerede rammede Planker.

I meget haard Grund kan det blive nødvendigt at forsyne Pælen med en Spids, *en Pælesko*, hvoraf der haves forskellige Slags. En af de simpleste er vist i Fig. 86. Den bestaar af en firsidet Spids med fire Smedejernsflige, ved hvis Hjælp Skoen befastes til Pælen. Dersom det er nødvendigt at bruge Pælesko til Spunsplanker, laves de i Reglen af Pladejern.

I Almindelighed rammes Pælene med Topenden

nedad, da Rodenden er den stærkeste at ramme paa. Tildannelsen af Pælens øvre Ende bestaar hovedsagelig i en Afskæring, vinkelret paa Pælens Akse. Som oftest lægges der under Ramningen en stærk Smedejernsring omkring Pælehovedet. Ringens indvendige Flade er kegledannet, for at Ringen efter Pælens Ramning let kan tages af og benyttes ved en anden Pæl. Ved Spunsplanker kan benyttes en aflang Ring, undertiden omfattende to Planker.

I den nyeste Tid er man i Stedet for Træpæle begyndt at anvende Pæle af *Jernbeton*, hvilket Materiale har den Fordel fremfor Træ, at Pælene kan anvendes uafhængigt af Grundvandets Beliggenhed. Pælens Tværsnit er som Regel kvadratisk eller cirkulært (Fig. 87), og Armeringen bestaar af 4 eller 8 Rundjernstænger tæt ved Pælens Ydersider; Jernenes Tværsnitsareal i Forbindelse med Betontværsnittet er bestemmende for Pælens Bæreevne. Jernene sammenholdes med Bindsler af 5 à 7 mm Jerntraad i 15—35 cm Afstand, eller der lægges — som ved de cirkulære Pæle — en Besnøring af 5 mm Rundjern omkring Armeringsjernene i stejle, spirallformede Vindinger. I Pælens Spids samles Rundjernene i en Sko, der eksempelvis kan se ud som vist i Fig. 88.

Pælene rammes med en almindelig Rambuk ligesom Træpælene, kun maa der imellem Ramslaget og Pælehovedet indskydes et fjedrende Mellemlag, der f. Eks. kan bestaa af Savsmuld, for at Betonen ikke skal knuses, ligesom Pælens Hoved af samme Grund maa indesluttet i et stærkt Hylster. Ramslaget er som Regel betydelig vægtigere end ved Træpæle, nemlig 1500—4000 kg, men Faldhøjden er til Gengæld langt mindre, nemlig 1,0 à 1,5 m. Naar Pælen ram-

Jernbeton-
pæle.

mes under lagttagelse af disse Forsigtighedsregler, er Betonen i Pælehovedet omtrent uskadt efter Ramningen. Disse Pæle kan forlænges ved Tilstøbning af et nyt Stykke, uden at Pælens Styrke forringes det mindste.

**Skrue-
pæle.**

Ved Fundering af Fyrtaarne, Vej- og Jernbanebroer o. lign. anvendes undertiden *Skruepæle af Jern*. Skruens Form, Dimension og Stigning afhænger af Grundens Beskaffenhed. I Sand og lignende løs Jord kan Spindelen være 10—30 cm i Diameter, og Gængen, hvoraf der kun behøves 1—1½ Omgang, 1,0—1,5 m i Diameter. I tættere Jord er Spindelen tyndere og i Reglen tilspidset nedad, Skruegangen har 3 á 4 Omgange, Diametren er mindre, Stigningen stærkere. Spindel og Gænge er ofte i eet Stykke, begge af Smedejern eller begge af Støbejern; man kan dog ogsaa have Spindel af Smedejern og Gængen af Staal. Før Nedskruningen bores der et Hul i Jorden, eller der rammes for med en Pæl, der trækkes op igen. Nedskruningen foregaar oftest ved Hjælp af en Nøgle af Jern, omtrent som ved Jordboringer, og Skruerpælen gøres derfor firkantet foroven, saa at Nøglen kan passe dertil. Ved svære Pæle fastkiles til disse et Jernnav med Bomme, hvorved Skruen kan drejes rundt af Mandskabet.

**Pælens
Ramning.**

Smaa Pæle rammes ned i Grunden med en Jernmukkert eller en Trækølle; den sidste er den bedste og er gerne af Egetræ med omlagte Jernringe.

Skaftet er af Ask. Ved noget større Pæle anvendes en Haandramme (Fig. 89) af Egetræ af Form som et ottesidet Prisme; den er forsynet med 2 eller 4 Haandtag. Hver Mand regnes at kunne løfte 10 à 12 kg, naar der skal arbejdes i længere Tid. Ved større Pæle sker Ramningen ved Hjælp af Rambukke, hvoraf her skal omtales *Haandrambukken* eller *Piskebukken*, *Maskinrambukken* og *Damprammen*.

Haandrambukken bestaar af en Mægler, som er fastgjort i en Fod, og støttet ved Skraabaand (Fig. 90). Mægleren danner Styringen for Ramslaget under dets Bevægelse op og ned; Styringen kan være indrettet paa forskellig Maade. Det enkelte Løb (Fig. 91) bestaar af en firkantet Bjælke, der omfattes af Ramslaget med to Par Arme, der hver for sig forbindes bag Løbet med en Tværstok, medens det dobbelte Løb (Fig. 92) bestaar af to Stykker Halvtømmer eller Planker. Ramslaget styres af to Arme een for oven, og een for neden. Ved det saakaldte Sakseløb (Fig. 93) glider Ramslaget mellem to Stykker Tømmer og styres enten af to Par Arme eller af fire fremspringende Rande. Der er forskellige andre Maader at tilvejebringe Styringen paa. En af de bedste er vist i Fig. 94; paa Forsiden af Mægleren er en Jernskinne fastgjort ved Hjælp af forsænkede Bolte. Ramslaget, der er af Støbejern, har en Fals, der passer til Mæglerens Styring. Falsen kan tilvejebringes ved, at der befæstes to Skinner paa Ramslaget. Man kan ogsaa bruge en I-Bjælke som Mægler. Naar Mægleren er af Træ, sikres den mod Slid ved to flade Jernskinner, som fastskrues til dens Forside.

Haand-
rambuk-
ken.

Foroven er Ramslaget forsynet med en Smedejernsbøjle til Fastgørelse af det Tov, hvormed Ram-

slaget løftes. Tovet er i Toppen af Rambukken ført over en Skive, hvis Diameter ikke maa være mindre end 0,3m, helst noget større, af Hensyn til Tovstivheden. Skiven kan laves af Træ eller af Støbejern, det sidste navnlig ved større Skiver, der da faar Arme og Nav. Smaa Skiver drejer sig om en løs gennemstukken Bolt, ved større Skiver, som man maa sikre en mere regelmæssig Gang, anbringes Akslen fast paa Skiven og forsynes med afdrejede Ender, som gaar i Tappelejer. Skiven maa anbringes saaledes, at Tovet eller Kæden langs Mæglerens Forside bliver parallel med denne.

Mægleren er forsynet med Huller for en Stoppebolt, der kan fastholde Ramslaget i forskellig Højde. Paa en af Skraastiverne anbringes Stigetrin, for at man kan komme op til Skiven. Ramtovet er et Hampetov, der skal være stærkt, men dog tillige smækkert for ikke at yde for stor Bøjningsmodstand. Den Part af Tovet, hvori der skal trækkes, maa forsynes med Haandliner, een for hver Mand. Haandlinerne fastgøres til Tovet ved en Jernring eller et Kranstov, der kan befæstes til Ramtovet ved et Stik med indstukken Ters (Fig. 95), denne Forbindelse er let at flytte. Desuden kan Haandlinerne være forsynede med Tværstokke, hvorom Linen kan vikles op, saa at Trækket altid kan foregaa i en bekvem Højde. Det regnes, at 1 Mand kan løfte 12 à 15 kg, da Ramslaget i Reglen ikke vejer mere end ca. 100 kg; bruges der altsaa 6—8 Mand til Ramningen.

Ramslagets Løftehøjde er 1,0—1,5 m. Ramningen foregaar under Opsang, for at alle Arbejderne kan hale i Linerne paa samme Tid. Der slaas 20—25 Slag i Træk (1 »Tur« eller »Hede«). Derefter er

der et Ophold paa 1 à 2 Minutter. Pælene rammes ned til den ønskede Dybde, eller indtil de kun synker ca. 1 cm i hver Hede. Piskebukken bruges i Reglen ikke til Pæle af større Dimensioner end 20×20 cm.

Maskinrambukken er konstrueret omtrent som Haandrambukken. I Stedet for et Hampetov anvendes dog et Staaltraadstov eller en Kæde, der vikles om en Spiltromle under Ramningen. Spillet bevæges ved Haand eller Maskinkraft; Ramslaget vejer 200—1500 kg, og der benyttes i Reglen en Faldhøjde paa 3—5 m.

**Maskin-
rambuk-
ken.**

Naar Ramslaget er hævet op til en passende Højde, skal det udløses fra sin Forbindelse med Kæden for at kunne falde frit. Forbindelsen, der maa kunne etableres eller udløses let og hurtigt, sker ved en »Saks«, der styres langs Mægleren paa samme Maade som selve Ramslaget. Den i Fig. 96 viste Saks bestaar af en Støbejernsklods S, der er styret i Mægleren, og en uligearmet Vægtstang, som i den ene Ende bærer en Kontravægt K, i den anden en Line L. Hagen H griber ind i den øverst paa Ramslaget siddende Smedejernsøsken. Naar Ramslaget har naaet sin Højde, udløses Forbindelsen ved et Træk i Linen L, hvorved Ramslaget falder. Saksen er saa tung, at den kan trække Kæden med ned, og derved atter komme i Indgribning med Ramslaget; Kontravægten K hjælper til at tilvejebringe og sikre Indgribningen. Linen L betjenes i Reglen af en Mand, der bestemmer, naar Slaget skal udløses; man kan dog ogsaa gøre Linen fast til Rambukfoden, hvorved Slaget stadig bliver udløst i samme Højde.

Spillet anbringes paa Rambukkens Fod. Det maa have et Spærhjul med Spærhage, for at forhindre,

at Ramslaget tager Magten fra Arbejderne og foranlediger Ulykkestilfælde. Det maa have en Bremse til Regulering af Kædens Bevægelse, naar den efter Ramslagets Fald vikles af Tromlen, idet Saksen gaar nedad. Haandsvingenes Aksel bør være forskydelig, saa at det paa denne siddende Drev kan bringes ud af Indgribning med Tromlens Tandhjul. Derved opnaas, at Haandsvingsakslen kan staa stille, medens Kæden vikles af Tromlen.

Til Arbejde ved en Rambuk bruges en Tømrer som Formand; han sørger for, at Pælen anbringes og rammes paa rette Maade. Under Ramningen styres Pælen gerne med en Haandspage, der stikkes ind imellem Pælen og den Sejning, som benyttes til at holde Pælen ind til Mægleren. Der skrives af paa Pælen, for at man kan se, hvor meget den trækker for hvert Slag. Naar Pælen i flere paa hinanden følgende Slag kun har trukket ca. 1 cm i hvert, antages det, at den staa fast.

Ved Ramning af Skraapæle kan man ved Haandspilbukke klodse op under Rambukken, saa at Mægleren faar en til Pælen svarende Retning. Denne Fremgangsmaade kræver dog megen Tid, naar flere Pæle skal rammes, da Opklodsningen maa anbringes for hver Pæl. Hvor Dampmaskine bruges til at drive Spillet, kan Opklodsning ikke bruges, da Dampkedlen derved vilde komme til at hælde. Det er derfor bedre at lade Mægleren være drejelig forneden ved Rambukfoden og foroven ved Skraastiverne. Disse er forneden ved en Bolt befæstet til et med Huller forsynet Vinkeljern, som er fastgjort i Foden (Fig. 97).

Da Løbet sædvanligvis ender ved Rambukkens Fodstykke, maa man, naar Pælene skal rammes dybere end til Fodstykkets Overflade, oven paa Pælen

anbringe en løs Klods (Paasætter eller Ged), der kan styres langs Mægleren paa samme Maade som Ramslaget. Da en saadan Klods svækker Ramslagets Virkning betydeligt, er det bedre at anvende en Rambuk, hvis Mægler kan forlænges ned under Fodstyk-
ket; man kan bruge en løs Mægler (Sænkemægler), der ved Bøjler og Kiler fastholdes til den almindelige Mægler. Styringen for Ramslaget maa da være tilvejebragt paa den i Fig. 94 viste Maade.

Maskinrambukkene er tunge, da de skal bære baade Spillet og Drivværket. De anbringes derfor paa Ruller for lettere at kunne flyttes, idet de kører paa Planker eller Skinner.

Naar der bruges Spil, drevet ved Maskinkraft, følger Slagene temmelig hurtig efter hinanden, men der gaar dog nogen Tid til Løftning af Ramslaget og navnlig til at bringe Saksen i Indgribning igen. Hvor man ønsker, at Slagene skal følge hurtigere efter hinanden (det kan f. Eks. være Tilfældet ved Ramning i Sand), kan man bruge en særlig Konstruktion af Rambukken, hvor Dampmaskinen bevæger en endeløs Kæde, konstrueret som en Cyklekæde, op langs Mægleren. Kæden tager Ramslaget med sig, idet en bevægelig Arm paa dette fanges af et af Kædeleddene, naar man ved en Trækline L_1 fører Armen frem (Fig. 98); naar Ramslaget er ført op til Faldhøjde, udløses Armen og dermed Ramslaget, ved at man trækker i Linen L_2 .

Vil man have hurtigere paa hinanden følgende Slag, end der kan faas med denne Rambuk, kan man anvende en *Dampramme*, der adskiller sig fra en Maskinrambuk derved, at Dampen virker direkte til Løftning af Ramslaget. Medens der ved de tidligere nævnte Rambukke bruges 3—5 m Faldhøjde, er denne

**Dampram-
men.**

ved Damprammen kun ringe, sjældent mere end 1 m; til Gengæld bruges meget store Ramslag. Der er den Fordel ved store Ramslag og ringe Faldhøjde, at Pælens Endetræ ikke saa let knuses.

Damprammen kan enten være indrettet saaledes, at Dampcylindren er ubevægelig, medens Stemplet, der er i fast Forbindelse med Ramslaget, løftes af Dampen, eller saaledes, at Stemplet er ubevægeligt, medens Cylindren tjener som Ramklods. Figgeés Dampramme er en af den sidste Art. I Ramslaget, der er selve Cylindren, bevæger sig et Stempel, hvis Stempelstang gaar ud gennem Cylindren forneden og hviler paa Pælen; foroven i Cylindren er indsat et Damprør med en Tregangshane (Fig. 99). Denne betjenes ved Hjælp af to Liner; Aabningerne a og b i Cylindren tjener til Bortledning af Spilledamp og fortættet Damp. Naar der ledes Damp ind over Stemplet, løftes Ramslaget, indtil Damptilførslen afbrydes, og Cylinderen sættes i Forbindelse med den atmosfæriske Luft ved Hjælp af Tregangshanen; naar dette sker, strømmer Dampen ud og Ramklodsen falder. Forbindelsen mellem Dampkedlen og Cylindren maa være bevægelig og bestaar i Reglen af en Gummislange. Man kan med denne Dampramme opnaa 20—30 Slag pr. Minut med en Løftehøjde af 0,75—1,0 m. Ramslagets Vægt er 1200—1500 kg.

Som tidligere nævnt kan Pæle ogsaa bringes ned i Sandgrund ved *Skylning*. Fra en Trykpumpe presses Vandet gennem et langs Pælens Side anbragt Rør ned til Pælespidsen. Pælen er i Reglen stillet op langs en Rambuk og belastes med Ramslaget, dels til Modvirkning af Opdriften, dels til Nedtrykning af Pælen, efterhaanden som Sandet skylles bort fra Pælespidsen.

Undertiden forekommer den Opgave at trække rammede Pæle op, f. Eks. ved Optagning af Fangedæmninger, eller naar en Pæl ved Ramningen er gaaet skævt eller er bleven beskadiget. Der slaas da en Kæde om Pælen, og udøves derefter et Træk i Kæden ved Hjælp af en Vugtebom. Naar Pælen staar i Vand, betjenes Vugtebommen lettest fra et Bjælkelag, lagt imellem to Pramme, der anbringes paa hver sin Side af Pælen.

Træpæle skal efter Ramningen renskæres, i Reglen ved et vandret Snit. Paa Land eller i tørlagt Grube bruges hertil en almindelig Skovsav. Denne kan ogsaa benyttes i Vand indtil en Dybde af 0,2 m. Ved større Dybder kan man anvende Slædesaven, hvis Savblad er udspændt i en rektangulær, stiv Ramme, der foroven har et vandret Stykke Tømmer, der kan rulle paa to Træruller, eller er forsynet med Hjul. Segmentsaven er vist i Fig. 100. Saven er her anbragt paa et bevægeligt Stativ; Savbladet er segmentformet og bevæges ved Hjælp af et Haandtag, der føres frem og tilbage. Saven betjenes af to Mand enten fra et fast Stillads eller fra et flydende Underlag, der dog kun kan bruges i roligt Vand. Cirkelsaven (Fig. 101) er anbragt paa et lignende Stativ som den forrige, men Savbladet er cirkelformet. Disse Save maa have godt udlagte Tænder.

**Optræk-
ning af
Pæle.**

**Pælens
Renskæ-
ring.**

Særlige Funderingsmaader.

Endnu skal omtales nogle Funderingsmaader, der ikke er saa almindelige som de tidligere omtalte, navnlig ikke i Husbygningskunsten.

**Fundering
i Sænke-
kasse.**

En *Sænkekasse* er en af Bund og Sider bestaaende Kasse af Træ, Jern eller Murværk, som kan svømme paa Vandet, og hvori et Bygværks nedre Del kan opføres uhindret af Vandet. Efterhaanden som Fundamentet opføres, vil dets Vægt bringe Kassen til at synke, og Kassens Vægge maa derfor til enhver Tid være saa høje, at Vandet ikke kan strømme ind over dem. Naar Sænkekassen er sunket omtrent saa dybt, som den skal, anbringes den over den i Forvejen afrettede Grund, hvorpaa den skal staa, og sænkes nu det sidste Stykke, ved at der ledes Vand ind i Kassen. Paa dette Tidspunkt maa Fundamentet have en saadan Højde, at det naar op over Vandoverfladen, efter at Sænkningen har fundet Sted, og Fundamentets videre Opførelse kan nu ske uden særlige Forholdsregler.

Naar Kassen er af Træ eller Jern, kan Siderne i Reglen borttages, medens Bunden selvfølgelig maa blive liggende under Fundamentet. Man lader dog undertiden ogsaa Kassens Sider blive staaende, og hele Kassen udfyldes da med Murværk eller Beton. Kassen bygges gerne paa Land og bugseres hen til Byggestedet; under Sænkningen maa den styres ved Hjælp af Ankre og Tove. Sænkekasser kan ogsaa anbringes paa Pæleværk, hvis Pæle er afskaarne efter et vandret Plan.

Naar et Fundament skal føres ned til fast Grund i større Dybde under Vand, udføres det ofte som en

Sænkebrønd, et cylindrisk, i begge Ender aabent Rør af Murværk, Jern eller Træ, som føres ned til den faste Grund og derefter fyldes med Beton og Murværk. Sænkebrøndens nederste Rand er forsynet med et Skær, saa at den kan trykke sig ned i Grunden, dels ved Brøndens egen Vægt, dels ved Belastning. Brønden maa helst være cirkulær, da denne Form bedst modstaar Jordtrykket; Jordens Gnidning mod Brøndens Sider bliver ogsaa mindst med denne Form, og Brønden vil i Reglen lettest synke jævnt i dette Tilfælde. Der er dog anvendt andre Tværsnitsformer end den cirkulære f. Eks. rektangulære og ovale.

Fundering
ved Hjælp
af Sænke-
brønd.

Ved murede Sænkebrønde hviler Murværket paa en Brøndkrans af Træ eller Jern. Brøndkranse af Træ samles gerne af 3—4 Lag Planker, saaledes at der fremkommer et trekantet Tværnit, som vist i Fig. 102. Bredden foroven svarer til Murværkets Tykkelse; forneden er Kranen forsynet med et Skær af T-Jern; Plankelagene er i Reglen boltede sammen. Brøndkranse af Jern udføres af Støbe- eller Svejsejern. En Svejsejernsbrøndkrans er vist i Fig. 103. Den bestaar af sammennittede Vinkeljern og Plader, afstivet ved Konsoller; udvendig paa Brøndkranen er fastnippet et Staalskær. I Kranen fastgøres ofte Ankre eller Bolte, som føres op i Murværket for at holde sammen paa dette under Brøndens Sænking.

Murværket bør helst være glat udvendigt, for at Gnidningen mod Jorden kan blive saa lille som mulig; undertiden forynger man af samme Grund Brønden opad, Brøndvæggens Tykkelse maa rette sig efter de Kræfter, der virker paa den; man kan i Almindelighed regne, at Brønde med indtil 2 m udvendig Diameter kan opføres af 1 Stens Mur, Brønde med 2—3 m Diameter af $1\frac{1}{2}$ Stens Mur.

Naar Byggepladsen ligger i Vand, sænkes Brønden fra et fast eller flydende Stillads; ligger den derimod over Vandspejlet, graver man ned til lidt over dette, lægger Brøndkransen og opfører Murværket til en passende Højde. Naar det er tilstrækkelig hærdet, begynder Sænkning ved Udgravning af Jorden i Brøndens Indre. Brønden vil da synke, naar den belastes paa passende Maade. Begynder den at synke skævt, maa man straks udgrave mere paa den Side, der staar højest. Naar Brønden er sænket et passende Stykke, fjernes Belastningen, og Brønden forhøjes et tilsvarende Stykke, hvorefter Arbejdet kan fortsættes.

**Jordens
Opgrav-
ning.**

Udgravningen foretages med Haand- eller Maskinkraft efter Omstændighederne. Ved Udgravning ved Haandkraft bruges Hakke, Skovl og Spade, og Jorden hejses op i Spande ved Hjælp af en Vinde; Brønden maa i dette Tilfælde holdes fri for Vand.

Af de i andre Tilfælde benyttede Udgravningsredskaber, der betjenes fra et Stillads oven over Brønden, skal nogle enkelte omtales her. *Sækboret* (Fig. 104) bestaar af en Sæk af Lærred eller Sejldug, der er fæstet til en paa et Træskaft siddende Jernbøjle, der forneden er forsynet med en Spids, Træskaftet har foroven et Træhaandtag, hvormed det kan drejes rundt. Man har ogsaa brugt et dobbelt Sækbor, som har to Bøjler, hver til sin Side. Hypigere bruges den saakaldte *indiske Skovl* (Fig. 105), som bestaar af et Skovlblad, der er anbragt paa Enden af et langt Træskaft, med hvilket det er forbundet med et Hængsel. Naar Bladet er trykket godt ned i Jorden, udløses en Hage, der har holdt det i lodret Stilling, og ved Hjælp af et Tov drejes Skovlbladet, saa at det kommer til at danne en ret

Vinkel med Skaftet. Ligesom ved Sækboret bruges Talje eller Bom til Ophejsning. Hverken Sækboret eller den indiske Skovl egner sig for større Dybder end ca. 6 m.

Ved større Dybder kan benyttes de saakaldte *Ekskavatorer*, f. Eks. Priestmanns Ekskavator, der bestaar af en halvcylindrisk Skovl, der aabnes og lukkes ved, at de to Halvdele drejes om Cylindrens Akse. Skovlen hejses aaben ned i Brønden; idet den lukker sig, fyldes den med Jord. Man kan ogsaa bruge en *Spandkædemaskine*, hvis Kæde til dette Brug maa staa lodret, fordi der ikke er megen Plads i Brønden. Maskinen opstilles paa en Vogn, der kan køre frem og tilbage over Brønden, saa at man kan grave overalt i denne. Efterhaanden som man kommer dybere ned i Brønden, forlænges Spandkæden ved Tilføjelse af nye Led og Spande.

Naar Grunden bestaar af Sand, kan man anvende en *Sandpumpe* (Fig. 106), der bestaar af en med Bund og Dækplade forsynet Cylinder; i Bunden er der fastgjort en mindre, aaben Cylinder, i Dækpladen et Rør med et Stempel, der ved et Tov kan løftes i Vejret, medens Stemplet gaar nedad ved sin egen Vægt. Pumpen sænkes ned paa Brøndens Bund, og Stemplet løftes, hvorved Pumpen fyldes med sandblandet Vand, der gaar ind i det ringformede Rum mellem de to Cylindre. Idet Stemplet gaar ned, presses Vandet ud igennem Ventiler i Dækpladen, medens Sandet bliver liggende; en fornyet Løftning af Stemplet vil atter bringe Sand ind i Pumpen. Efter 100—150 Slag er Pumpen fyldt med Sand; den trækkes da op og tømmes, idet Bunden er indrettet til at tages fra. Man kan ogsaa pumpe Sand op med en Centrifugalpumpe.

Store Sten og Træstykker kan, naar de ligger frit, optages med en Stentang; ligger de under Brøndkransen, maa man søge at faa dem fjernede ved Hjælp af Dykker.

Naar Brønden er sænket helt ned, fyldes den med Sand, Grus, Sten, Murværk eller Beton. Er der flere ved Siden af hinanden, forbindes de foroven med Buer, saa at der dannes et sammenhængende Underlag for Bygningen.

Fundering
ved Hjælp
af fortæt-
tet Luft.

Naar Brønden skal føres ned gennem vandrige og letbevægelige Lag, f. Eks. Flydesand, anvendes nu ofte *fortættet Luft*. Brøndkransen gøres da højere og forsynes med Loft, hvorved der dannes et foroven lukket Kammer, Arbejdskamret, hvis indvendige Højde er saa stor, at man kan gaa oprejst derinde. Ved Hjælp af en Trykpumpe indpumpes der Luft i Arbejdskamret; Luftens Tryk skal være saa stort, at det kan holde Vandet ude, altsaa svare til Arbejdskamrets Dybde under Vandspejlet.

Arbejdskamret staar i Forbindelse med Omverdenen gennem *Luftslusen*, et over Arbejdskamret anbragt Kammer, forsynet med to Lemme, af hvilke den ene aabnes ind mod Arbejdskamret, den anden ind mod Luftslusen. Denne er enten anbragt direkte paa Arbejdskamret eller staar i Forbindelse med det ved et Passagerør. Naar Mandskabet skal ned i Arbejdsrummet, gaar de ind i Luftslusen gennem den øverste Lem, som derpaa lukkes. Der ledes nu Trykluft ind i Luftslusen, indtil Trykket her er det samme som i Arbejdsrummet eller Passagerøret. Lemmen imellem Luftsluse og Arbejdskammer kan nu aabnes, og Arbejderne gaa ned. Gennemslusningen maa gaa langsomt, for at Arbejderne efterhaanden kan vænne sig til det

høje Tryk og de dermed følgende Temperaturforandringer.

Udgravningen foregaar i Reglen ved Haandkraft; den udgravede Jord transporteres i Spande enten gennem den ovenfor omtalte eller en anden Luftsluse, der er særlig indrettet for Transport af Jord, Beton eller andre Materialier. Til Op- og Nedhejsning af Jord, Materialier, Værktøj m. m. bør kun benyttes Elektricitet eller Trykluft som Drivkraft; til Belysning af Arbejdsrummet er elektrisk Lys det bedste og anvendes nu mest.

Væggene i Brønden mures op, efterhaanden som Udgravningen foretages, for at faa Bunden til at synke; naar Brønden er sænket, fyldes Arbejdskamret med Murværk eller Beton. Stilladset, der bærer Arbejdskamret m. m. under Nedsænkningen kan enten være Pæleværk eller være anbragt paa sammenbyggede Pramme.

Man kan ved Hjælp af fortættet Luft fundere til en Dybde af ca. 35 m under Vandspejlet, svarende til ca. $4\frac{1}{2}$ Atmosfæres Tryk; Vanskeligheden ved at opholde sig i længere Tid i fortættet Luft sætter nemlig en Grænse for den Dybde, hvortil Fundamentet kan føres ned. Under Arbejdet maa der stadig tilføres Trykluft, idet der paa forskellig Maade er Tab, saaledes ved Arbejdskamrets Loft og Sider, under Kanten, til Erstatning for den ved Indaanding forbrugte Luft samt ved Gennemslusning af Mennesker og Materialier.

Et Eksempel paa et Fundament, der udføres ved Hjælp af fortættet Luft, er vist i Fig. 107.

Ved den ovenfor omtalte Fundering kan det i Arbejdskamret værende Jern ikke fjernes, men maa indgaa i Fundamentet. Denne Ulempe undgaas, naar

Dykker-
klokken.

man ved Funderingen anvender en *Dykkerklokke*, hvor Fundamentet opføres inden i Arbejdsrummet, der efterhaanden hæves opad. Det samme Arbejdskammer kan da atter anvendes ved Opførelse af et andet Fundament. Mens man ved de ældste Dykkerklokker maatte gaa ned under Randen for at komme ind i Klokken, bygges denne nu med Passagerør og Luftsluse som ovenfor omtalt. Dykkerklokken bygges udelukkende af Jern og maa ophænges i Kæder fra et fast eller flydende Stillads. Dykkerklokken egner sig nærmest til Arbejde i Vand, derimod kan man ikke gaa ret dybt ned i Grunden, selv om denne er blød; Klokken er nemlig ikke tung nok til at overvinde synderlig stor Gnidning. Hvor et Fundament skal føres dybt ned i Grunden, vil Sænkebrønde derfor være at foretrække.

Dykkere. Til mindre Arbejder, der skal udføres under Vand benyttes ofte *Dykkere*, der iføres en vandtæt Dragt, som bestaar af to Lag Bomuld eller Lærred med Gummiindlæg. Dragten er i eet Stykke til Halskraven og slutter tæt om Haandleddene ved elastiske Baand. Over Hovedet har Dykkeren en Kobberhjelme med een eller tre Ruder, hvoraf den midterste kan aabnes, saa at Dykkeren kan trække Vejret direkte eller tale med Folk, naar han er over Vandet. Hjelmen er fastskruet i en øverst paa Dragten anbragt Halsring; frisk Luft tilføres gennem en fra Hjelmen udgaaende Spiralslange; ved dennes Indmunding i Hjelmen findes en Fjederventil, der aabnes indad, saaledes at Vandet holdes ude, selv om Slangen brister. Paa Fødderne har Dykkeren Sko med Blysaaler og paa Bryst og Ryg Blylodder for at modvirke Opdriften. Den overflødige Luft føres bort gennem en Udstrømningsventil i Hjelmen. Luften

tilføres fra en dobbeltvirkende Luftpumpe, som staar i en Baad, hvor to Mand pumper og en tredje modtager Signaler fra Dykkeren, idet denne ved Træk i en Line tilkendegiver, hvad han ønsker, der skal gøres. Pumpen sættes i Gang, saasnart Dykkeren har faaet Hjelmen paa og Vinduet lukket, og der pumpes desto stærkere, jo større Dybde han er nede paa. Han gaar ned ad en over Baadens Kant hængende Rebstige, hvis nederste Trin er af Jern, for at den kan holde sig lodret. Trykket i Hjelmen skal være lidt større end Trykket af den ovenover staaende Vandsøjle plus 1 Atmosfæres Tryk. Med de her beskrevne Apparater kan Dykkeren gaa ned til 20—30 m Dybde.

Fig. 1

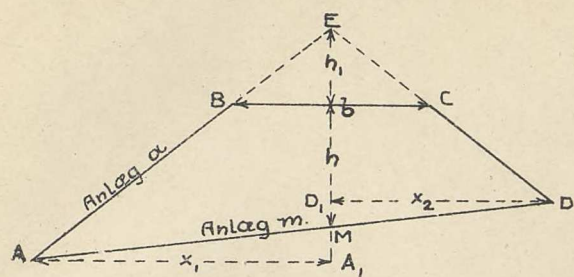


Fig. 2

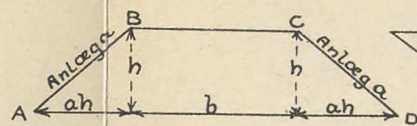


Fig. 3.

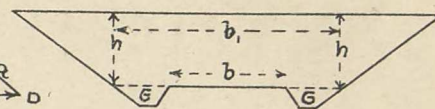


Fig. 4.

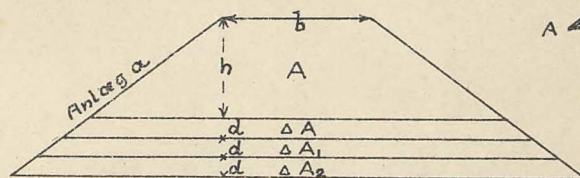


Fig. 5.

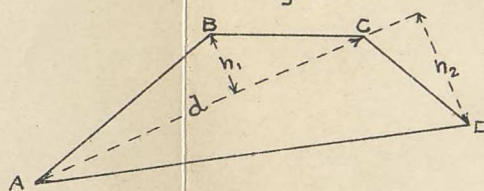


Fig. 9

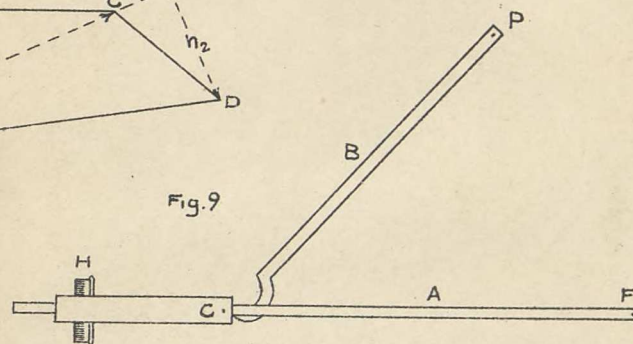


Fig. 8.

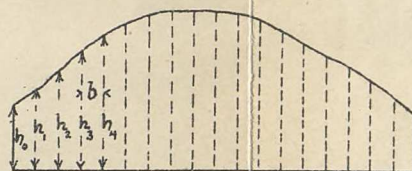


Fig. 6.

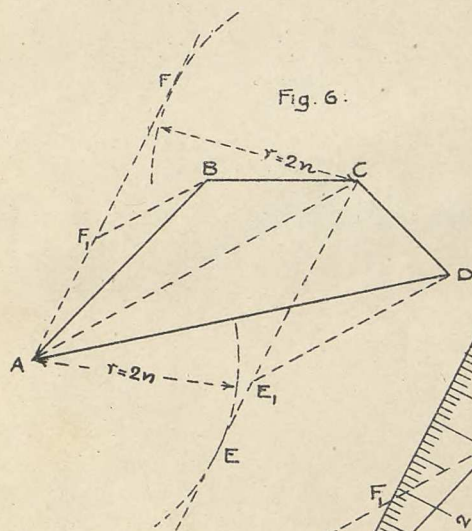


Fig. 10.

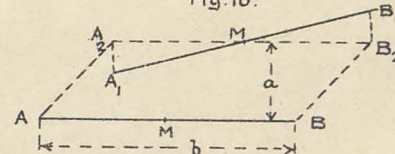


Fig. 7

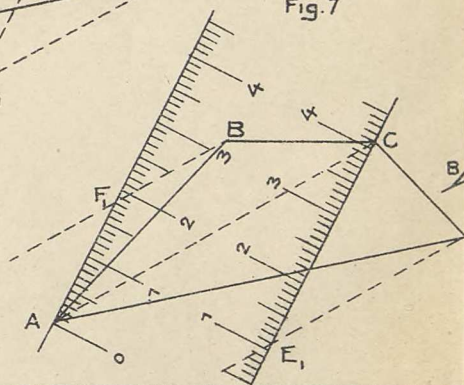


Fig. 11.

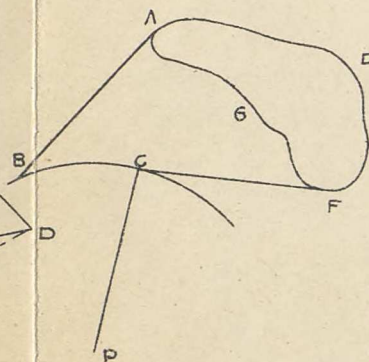
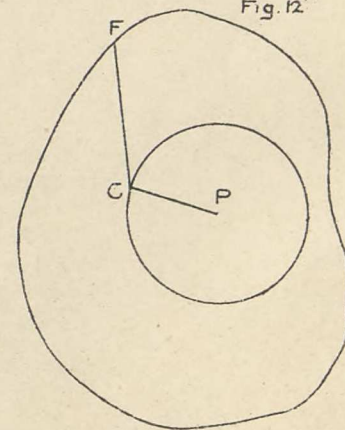


Fig. 12



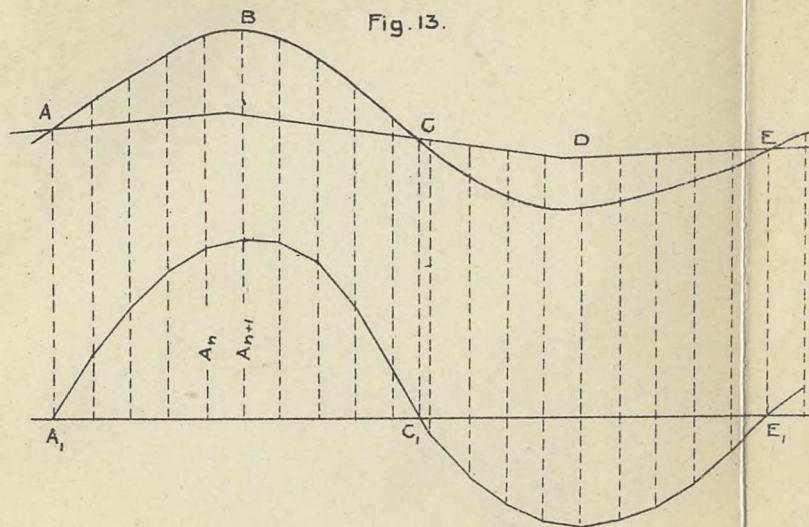


Fig. 14.

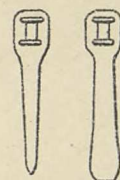


Fig. 15.

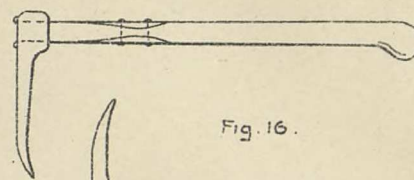


Fig. 16.

Fig. 20.

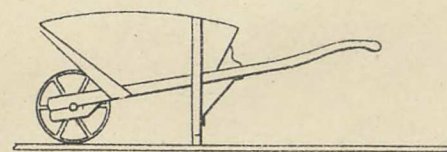


Fig. 17.

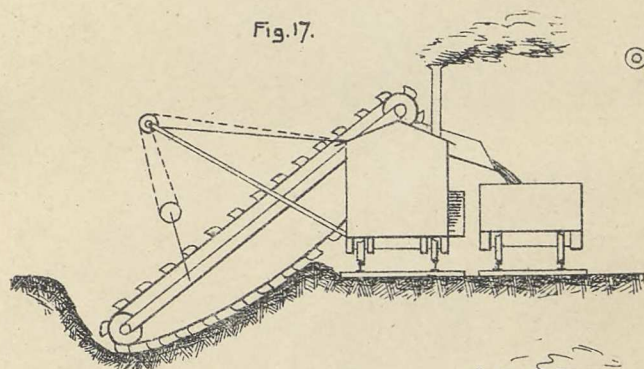


Fig. 18.

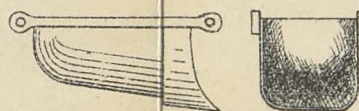


Fig. 19.

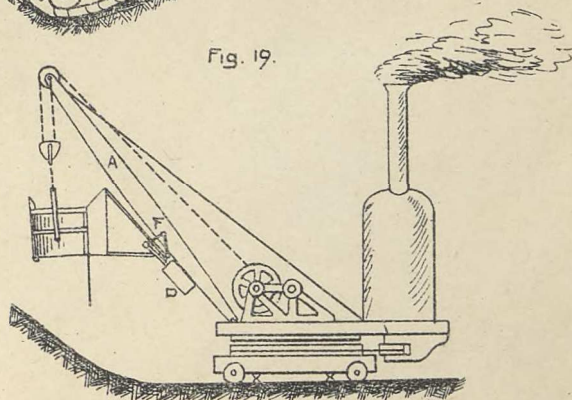


Fig. 21.

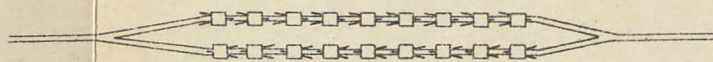


Fig. 22.

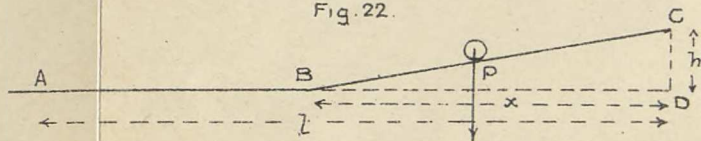


Fig. 23.

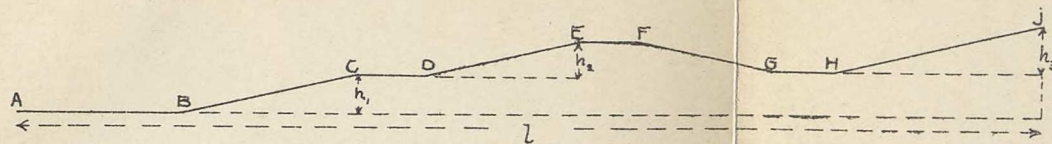


Fig. 25.

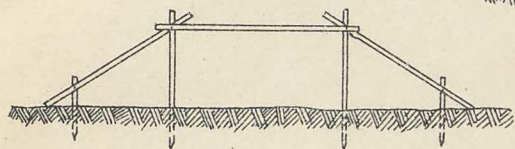


Fig. 27.

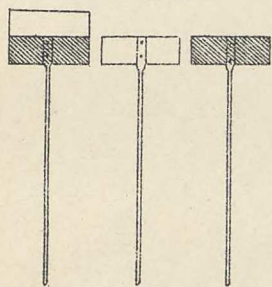


Fig. 28.

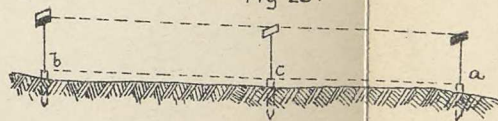


Fig. 31.

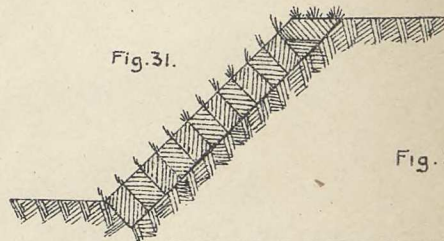


Fig. 35.

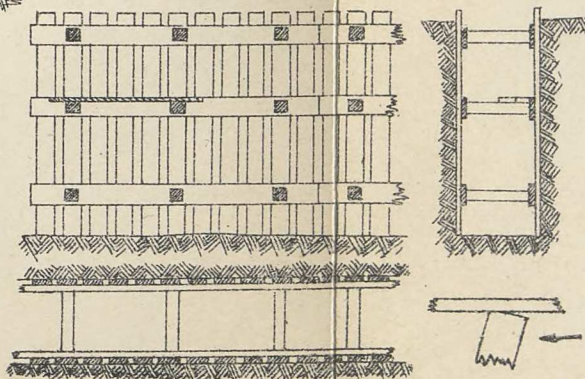


Fig. 32.

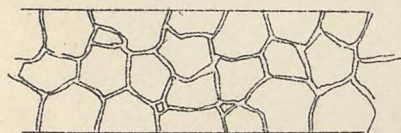


Fig. 33.

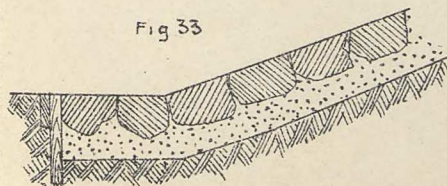


Fig. 26.

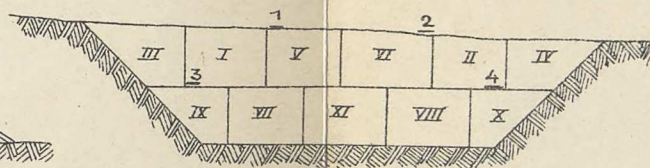


Fig. 24.

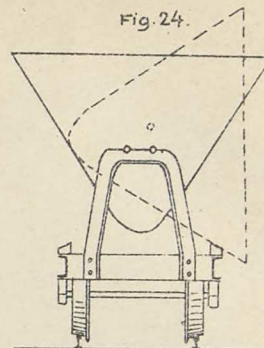


Fig. 29.

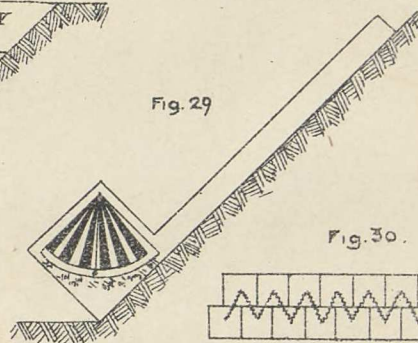


Fig. 30.

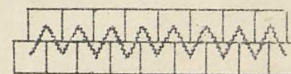


Fig. 34.

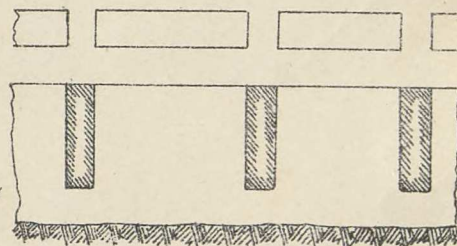


Fig. 36.

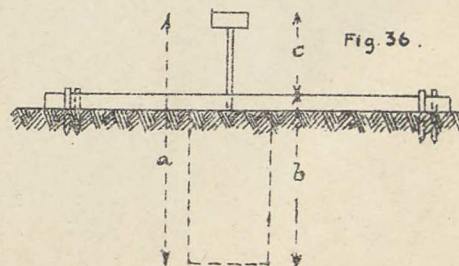


Fig. 37

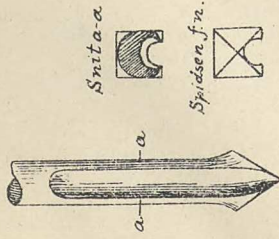


Fig. 38

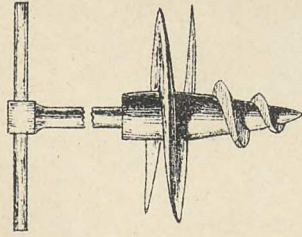


Fig. 39



Fig. 40

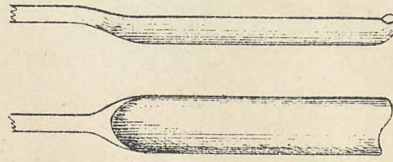


Fig. 41

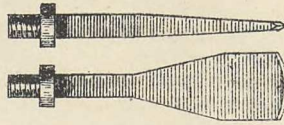


Fig. 42



Fig. 52

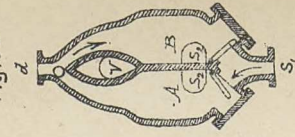


Fig. 43



Fig. 47

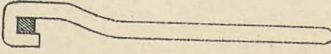


Fig. 48

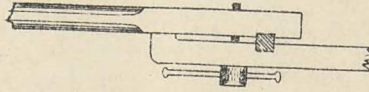


Fig. 49

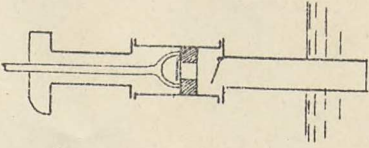


Fig. 46

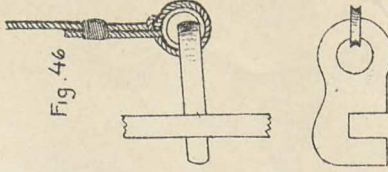


Fig. 45

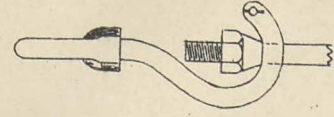


Fig. 44

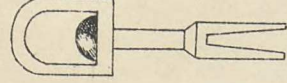
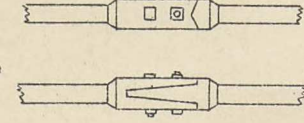


Fig. 50

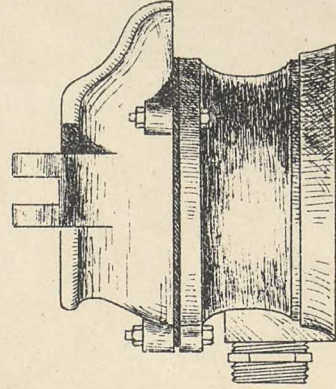


Fig. 51

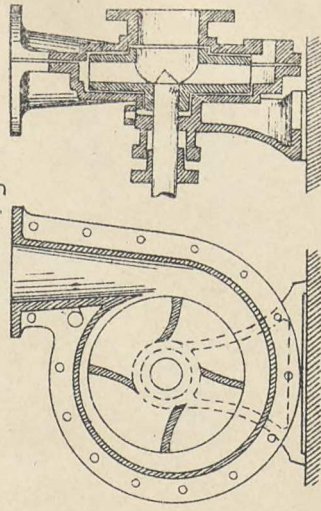


Fig. 53

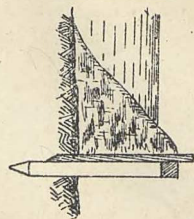


Fig. 54

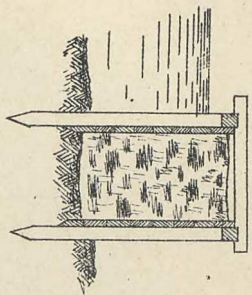


Fig. 55

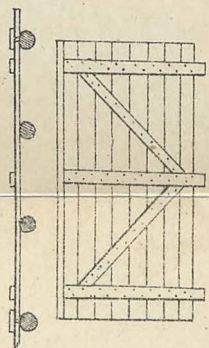


Fig. 56

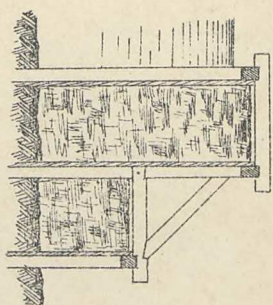


Fig. 57

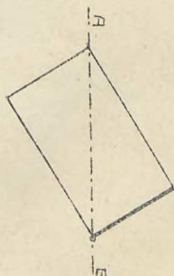


Fig. 62

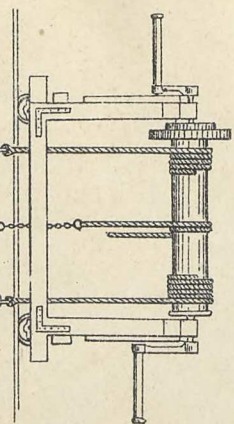


Fig. 65

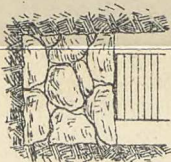


Fig. 59

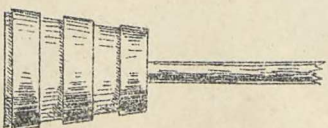


Fig. 60

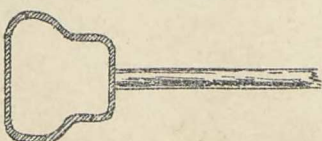


Fig. 61

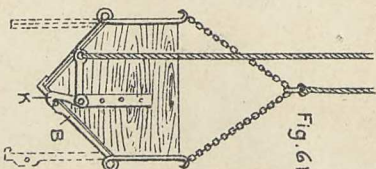


Fig. 64

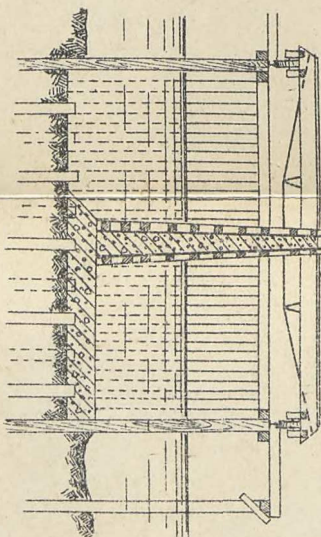


Fig. 63

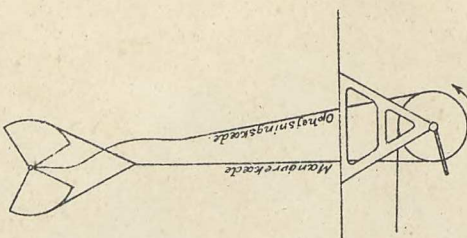


Fig. 58

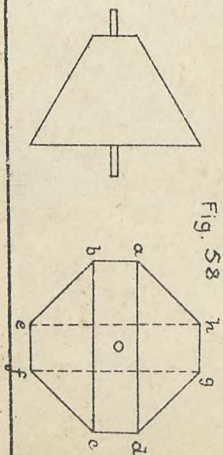


Fig. 66

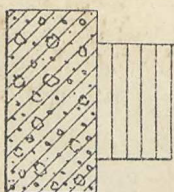
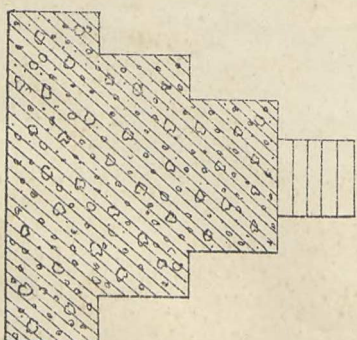


Fig. 67



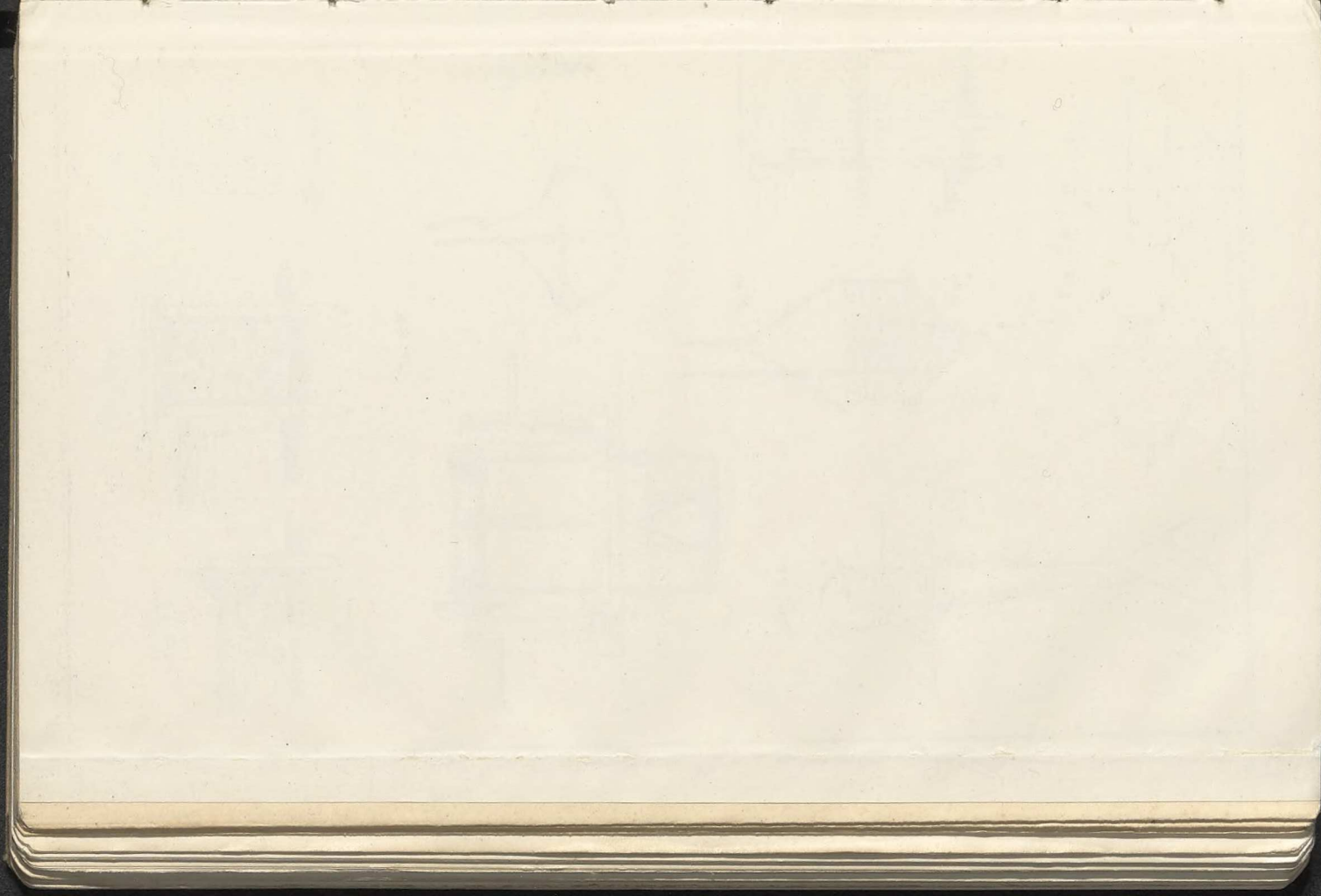




Fig. 69

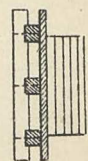


Fig. 70

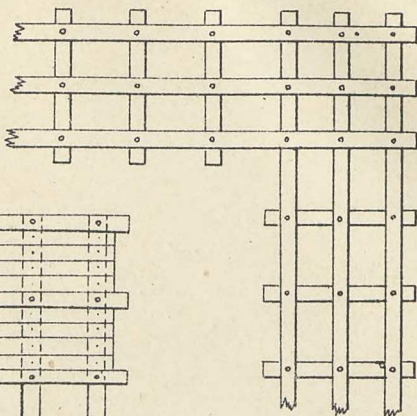


Fig. 71

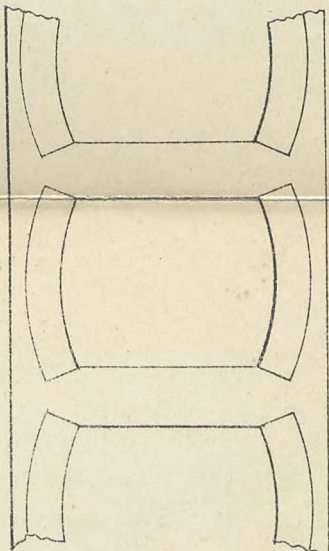


Fig. 72

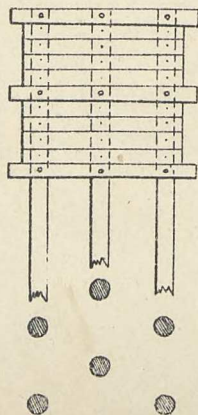


Fig. 73

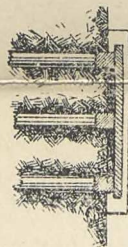


Fig. 74

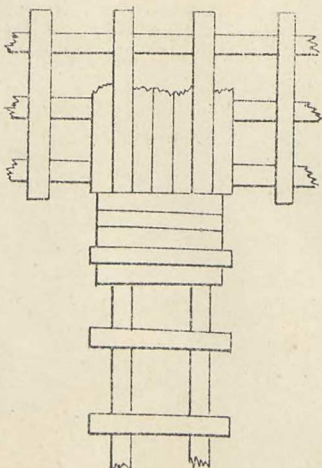


Fig. 75

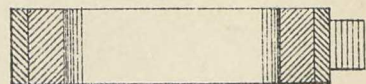


Fig. 76

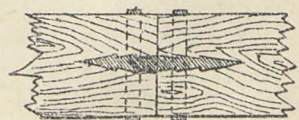


Fig. 77

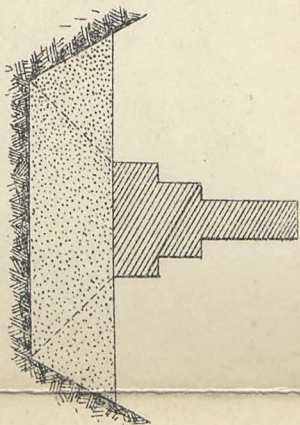


Fig. 78

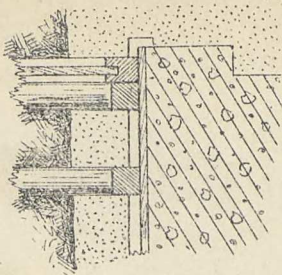


Fig. 79

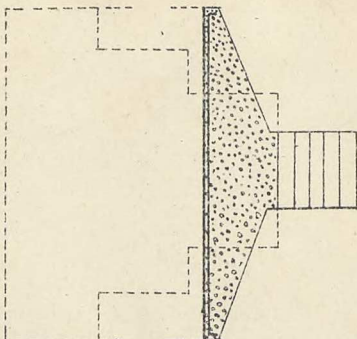


Fig. 80

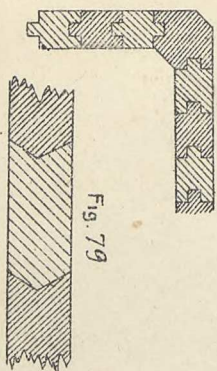


Fig. 81



Fig. 82



Fig. 83

Fig. 83.

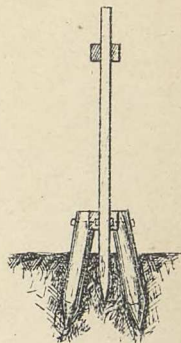
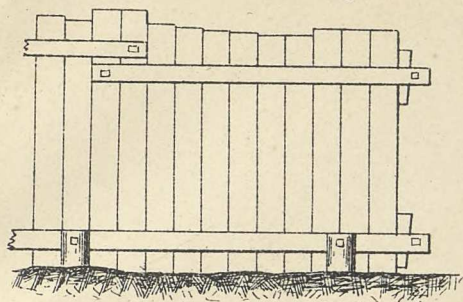


Fig. 84

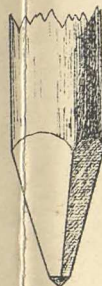


Fig. 85



Fig. 86

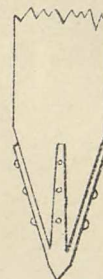


Fig. 87

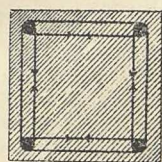


Fig. 88

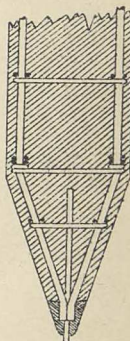


Fig. 89

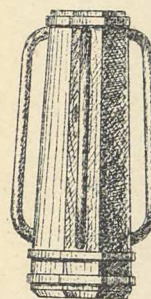


Fig. 90

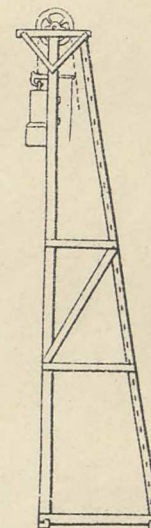
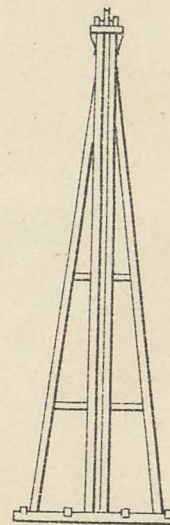


Fig. 91

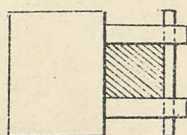


Fig. 92

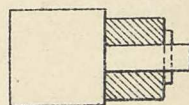


Fig. 94

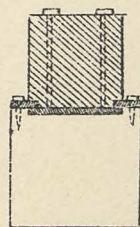


Fig. 95



Fig. 96

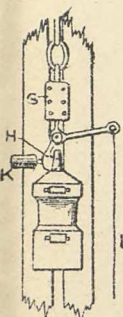
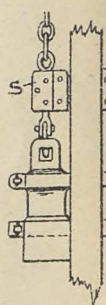


Fig. 97

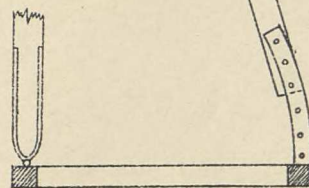


Fig. 98

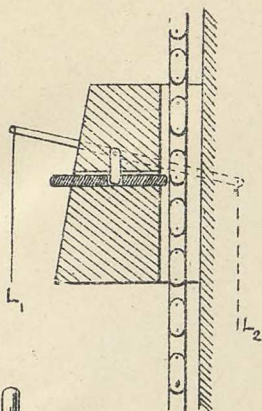


Fig. 99

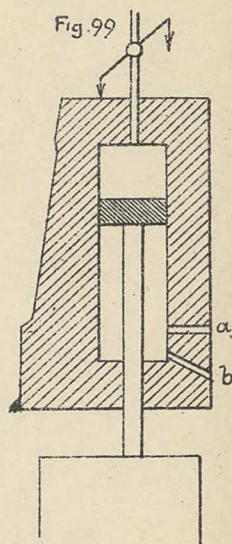


Fig. 100

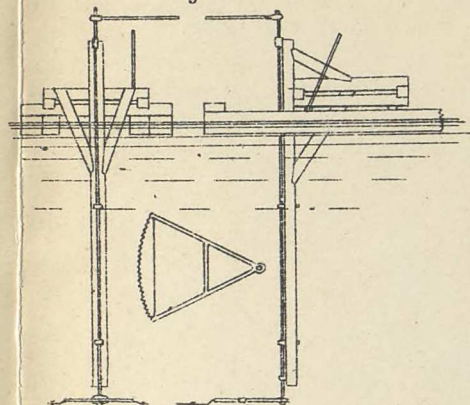


Fig. 101

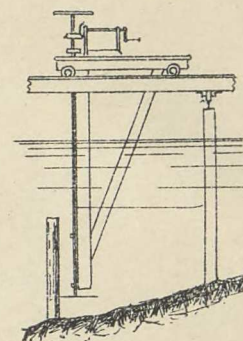


Fig. 104

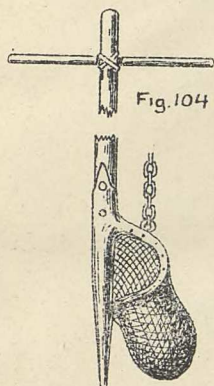


Fig. 102

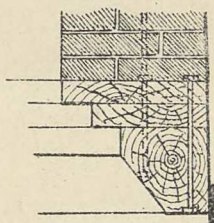


Fig. 106

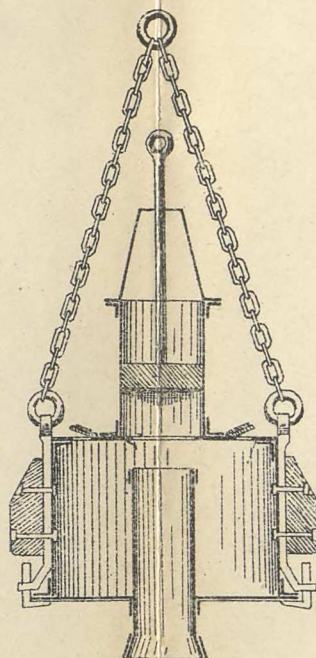


Fig. 103

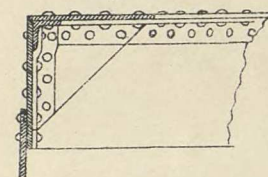


Fig. 105

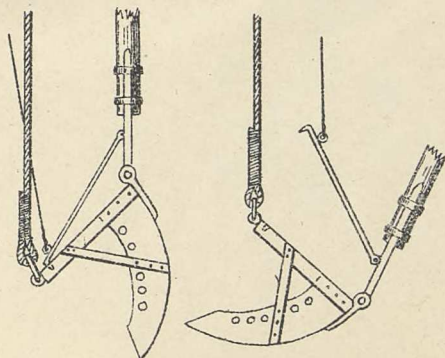


Fig. 107

