

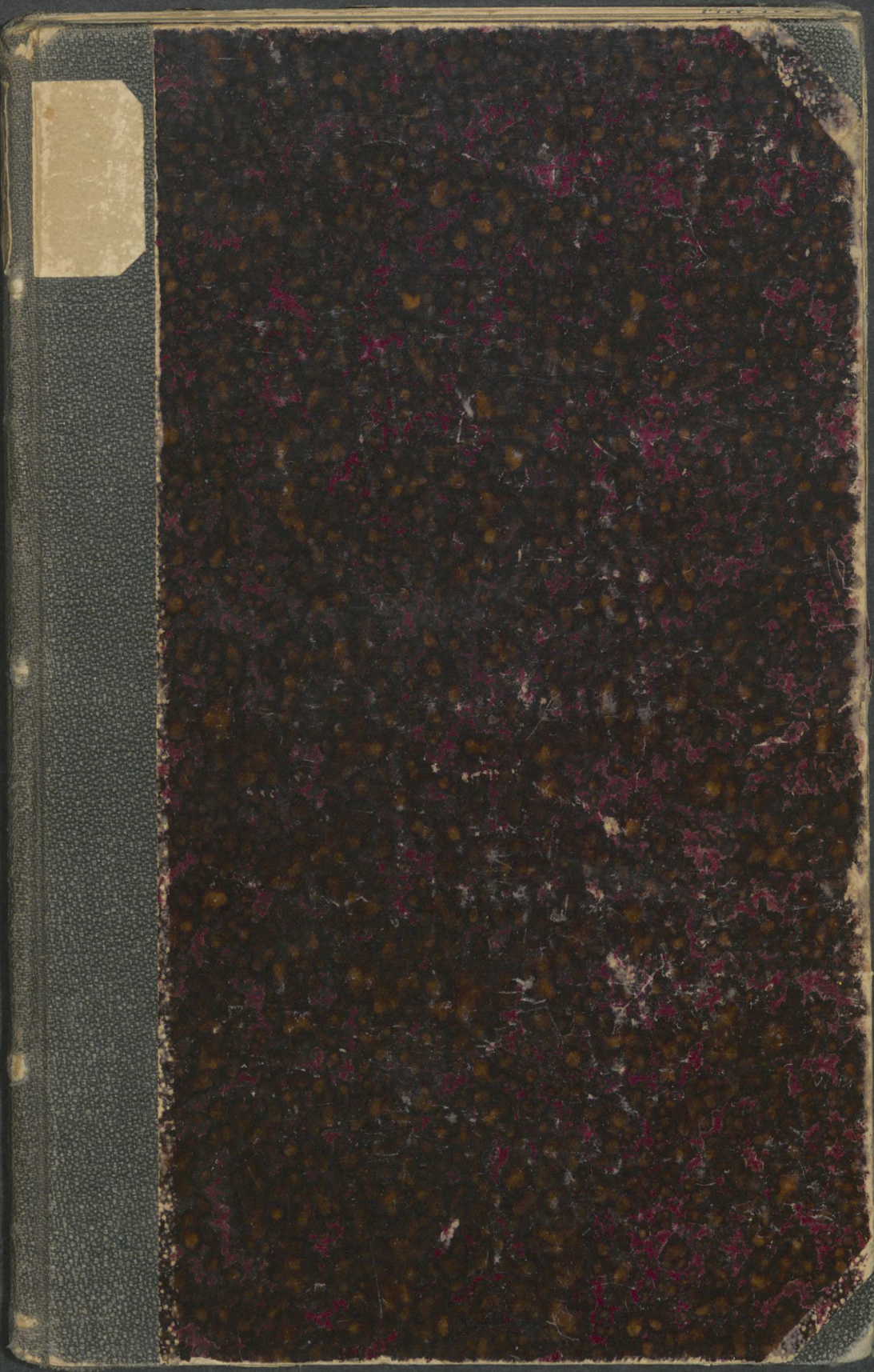
Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

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*



DANMARKS TEKNISKE BIBLIOTEK

W007187173 afsnit 3

300005929478



DANMARKS
TEKNISKE BIBLIOTEK

624.21 Lüt

1918

Afsn. 3

Ex. 1

TEKNISK BIBLIOTEK

BROBYGNING II

3DIE AFSNIT: BEVÆGELIGE BROER

GRUNDLAG

FOR

FORELÆSNINGER PAA POLYTEKNISK LÆREANSTALT

AF

ALFRED LÖTKEN

(1895)

TEKNISK BIBLIOTEK
Danmarks tekniske Højskole

OPTRYKT MED FORFATTERENS TILLADELSE
PAA FORANLEDNING AF DET PRIVATE INGENIØRFOND

VED

J. HAMRE,
STUD. POLYT.

CHR. E. CORNELIUS,
STUD. POLYT.

HELLEHUP

TEKST: HELLERUP BOGTRYKKERI (J. HENRIKSEN)
TEGNINGER: TUTEIN & KOCH

1918

1922/502

150

3. Afsnit.

BEVÆGELIGE BROER.

Kap. I. Klapbroer.

§ 1. Oversigt over de forskellige Konstruktioner.

Klapbroer — Vindebroer eller Vippebroer — indeholder en eller oftere to Klapper, der kunne drejes om en vandret Akse vinkelret paa Broens Længderetning. Naar Klapperne ligge vandret eller omtrent vandret, dække de over Broaabningen, saa at Færdselen kan foregaa over dem; drejes de derimod op i en omtrent lodret Stilling, aabnes Broens Skibsløb for Passagen af Skibe med høje Master.

De ældste have kun haft en Klap, hvis Bjælker, naar Klappen var slaaet ned, hvilede simpelt understøttede i begge Ender. Bevægelsen tilvejebragtes ved en Ophejsning af den ene Ende af Klappen, hvorved denne drejedes om den anden Ende, i hvilken Aksen var anbragt. Ved Akseenden var over Broen oprejst en Galge, der bar Skiver, hvorover førtes Kæder fra Klappens frie Ende til et Spil, hvormed Ophejsningen udførtes. (Fig. 1). Saadanne Vindebroer have været kendt, saa længe man har bygget Fæstninger. Da Formaalet mere var at afspærre Broen end at aabne for et Skibsløb, behøvede Klappen ikke stor Spændevide og kunde let bygges af Træ, det eneste da kendte Brobygningmateriale ved Siden af Sten.

Efterhaanden er Klapbroer af Træ bleven meget anvendt i mere fredelige Øjemed som Broer over Skibskanaler o. lign., og det gjaldt da at skaffe Skibsløb af en forholdsvis stor Vidde. Saa indførtes Vippebroer med to Klapper. Det bliver vigtigt, at Aabning og Lukning foregaar hurtigt, for at Broen ikke skal være spærret for Færdselen længere end nødvendigt, og at der ikke skal anvendes for stor Kraft, da Aabningen skal foregaa hyppigt. Derfor indførtes en Kontrabalancering af Klapperne, saa at det kun bliver Friktionen ved Bevægelsen, der skal overvindes.

Kontrabalanceringen er udført paa forskellig Maade. Oprindelig ophængtes Vægte i de Kæder, hvormed Broklappen blev hejst op, eller i særlige Kæder, og ved en passende Indretning af Kontravægten kunde man nogenlunde overvinde den Vanskelighed, at Vægten af Klappen i forskellige Stillinger virkede paa forskellige Vægtstangsarme.

Kontravægten kan saaledes bestaa af en tung Kæde, hvis virksomme Vægt formindskedes, efterhaanden som Klappen aabnes, enten derved at Kæden lægger sig op paa den faste Brobane, eller derved at Kædens fri Ende er ophængt paa en lavere Stolpe, som saa kommer til at bære mere og mere, eftersom Kæden synker, naar Klappen løftes. (Fig. 2).

Denne Metode til Kontrabalancering — oprindelig af meget gammel Dato og ude af Brug — er bleven genoptaget i Amerika ved en enkelt Klapbro af ca. 70 ft. Spændvidde i Manitowac i Wisconsin (1895). Paa hver Side af Broen, ved Akseenden af Klappen, er bygget et Jerntaarn med en Skive, hvorom Kontrabalanceringskæden er ført. Kontravægten bestaar af et stort Antal pladeformede Jernvægte, der aflægges paa Konsoller i Taarnet, efterhaanden som Klappen løftes, og atter medtages af Kæden, naar Klappen sænkes. — Man har ogsaa benyttet sig af en enkelt tung Vægt, som man ved Ledeskiner tvinger til at bevæge sig paa en saadan Maade, at det fælles Tyngdepunkt for Broklap og Kontravægt gennemløber en vandret Linie. (Fig. 3).

*Det er jo
løgn mand!*

Dette Princip, der som det forrige er meget gammelt, har ligeledes nylig (1896) fundet Anvendelse i Amerika ved en dobbelt Klapbro i Buffalo med en samlet Spændvidde af 150 ft. Da de lange Klapper er temmelig tunge, har Kontravægtene faaet Form af store Jerncylindre — to for hver Klap —, der rulle paa Leddeskinnerne. Formen af Kontravægtens Bane bliver afhængig af Forholdet mellem Vægten af Broklap og Kontravægt og af Beliggenheden af Broklappens Tyngdepunkt i Forhold til Kontravægtkædens Angrebspunkt.

Hvis Broens Bevægelse skal ske ved Ophejsning og Nedfiring, maa man lade Broklappen beholde en lille Overvægt. Hvis man derimod anvender en Galls Kæde mellem Broklap og Kontravægt og fører den over en der-til svarende Kædeskive, saa kan denne — f. Eks. ved en anden Kædeskive paa samme Akse — drejes frem og tilbage, naar Broen skal aabnes og lukkes, og Kontrabalanceringen kan være fuldstændig, saa kun Friktion og Vindtryk skal overvindes.

En langt simplere Afbalancering opnaas ved Hjælp af en Vippe ophængt med sin Akse omtrent lodret over og parallel med Broklappens Akse og saaledes forbunden med Klappen, at denne og Vippen ere parallelle og under Bi beholdelse af Parallismen samtidig kan dreje sig om deres Akser. Ved at forlænge Vippen bagud og der anbringe en Kontravægt, vil Afbalanceringen kunne opnaas. (Fig. 4). Til en fuldstændig Afbalancering, der gælder for alle Stillinger, kræves selvfølgelig, at Linierne mellem Tyngdepunkt og Omdrejningsakse skal være parallelle for Vippe og Klap.

Denne Form for Afbalancering er benyttet i mange gamle Broer over Skibskanaler og lignende Steder. Paa begge Sider af Broen ligge Vipper, der for Stivhedens Skyld er forbundne med hinanden, hvorfor Aksen ligger saa højt, at Færdselen kan foregaa under den. Ved nogle Konstruktioner er Vipperne lagt lavt i Højde med Rækværket (Fig. 5), og de kan da ikke forbindes, men hver Vippe maa for sig understøttes ved to Lejer. Som Eksempel kan nævnes Snorrebroen.

Naar Afbalanceringen iværksættes ved en Vippe, er det for saa vidt ligegyldigt, om den Kæde, hvormed Broklappen aabnes, fæstes direkte til Klappen eller til Vippen, og det er derfor let, ved Anbringelse af dobbelt Kædetræk — et for Aabning og et for Lukning — at tilvejebringe den fornødne Kraft til Bevægelse i begge Retninger, saa Afbalanceringen kan være fuldstændig.

Skal en Klapbro, der er afbalanceret paa en af de hidtil angivne Maader, have to Fløje, saa forandres for saa vidt intet i Konstruktionen af Afbalanceringen, kun at den gentages for hver Klap. Men for at Færdselen kan foregaa over Klapperne, naar de ere lukkede ned, maa de frie Ender enten ophænges i Kæder, i særlige Bærekæder, — da det ikke vilde være heldigt for Spillene, hvormed Bevægelsen effektueres, om Klapperne hænge i Ophejsningskæderne —, eller man maa paa anden Maade skaffe Understøbning for de frie Ender. Dette kan ske ved at lade de to Klapper stemme imod hinanden. En Belastning P — (Fig. 6) —, som virker paa en af Klapperne i Afstanden a fra dens Akse, vil frembringe en lodret Reaktion G i den frie Ende:

$$G = \frac{Pa}{l},$$

og en Sammentrykning Q

$$Q = \frac{G}{2 \sin \alpha} = P \cdot \frac{a}{2l \sin \alpha}$$

Influensfladen for Q bliver da en Trekant med Grundlinie 2l og Højde l_0 under G, hvor

$$l_0 = \frac{l}{2 \sin \alpha}$$

Aksestykket K_1 , er bestemt ved, at den lodrette Komposant er

$$A + Q \sin \alpha = P \cdot \frac{2l \div a}{2l} = A_1$$

og den vandrette Komposant

$$H = Q \cos \alpha = P \cdot \frac{a}{2l \tan \alpha}$$

og af de to Influenslinier for A_1 og H konstrueres let Influenslinien for K_1 .

Klapperne Hældninger bestemt ved $\operatorname{tg} \alpha = 1/12$ à $1/18$.

Naar Højden under Broen er tilstrækkelig stor, og det ikke gør noget, at Passagen under de lukkede Broklapper indsnævres, kan Størrelsen af Vinklen α formindskes til 0 ved at støtte Klapperne med Stivere, der bevæges sammen med Klapperne (Fig. 7). Stiverne forbindes til en Ramme, der støtter mod Underlag paa Klapperne og faar Omdrejningsakse under Klapperne Akse. Den forbindes med Klappen ved Led c, og naar man sørger for, at $a + b = c + d$, kan Klap og Stivere løftes samtidig; men Stiveren vil kun støtte Klappen i dens nederste Stilling. Stiverne vil fremkalde et Træk i Klappen, men ved at gøre α lidt større end 0 og lade Klapperne stemme imod hinanden kan man befri Klappens Leje for dette Træk.

Endelig kan Kontrabalanceringen opnaas ved at forlænge de i Klappen indgaaende Dragere bagud og ophænge Kontravægten i Forlængelsen (Klaphalen). For at Afbalanceringen skal passe for alle Stillinger af Klappen, maa Klappens Tyngdepunkt, Omdrejningspunkt og Angrebspunktet for Kontravægten ligge i samme vandrette Linie, og man kan enten anbringe Kontravægten i fast Forbindelse med Klappen, saa det fælles Tyngdepunkt falder i Aksen, eller ophænge den i Klaphalen, drejelig om en vandret Akse, der i saa Fald er at betragte som dens Tyngdepunkt (Fig. 8).

Det sidste vil navnlig være bekvemt ved Broer med ringe Højde over Vandspejlet og Sideaabninger med fast Brobane, fordi man da kan lade Kontravægten bestaa af en med Sten eller Ballastjern fyldt Jernkurv, der altid er nedsænket i Vand.

I Stedet for at ophænge Kontravægten under Klaphalen kan man anbringe den over Broen, hvilende paa Søjler, der atter træder paa Klaphalen og er styret af en Stang, der drejer sig om en Akse lodret over Klaphalens Akse. (Fig. 9).

Denne Konstruktion er angivet af Strauss og benyttet ved Ombygningen af Knippelsbro i 1908.

Naar Understøtningerne er murede Piller, kan man imidlertid ogsaa i dem udspare hele Rum, hvori Klaphale og Kontravægt kan bevæge sig (Fig. 10), og i saa Fald er der ingen Vanskelighed ved at sætte Kontravægten i fast Forbindelse med Klappen. Naar Klapperne forlænges bagud, kan man opgive at lade dem stemme imod hinanden, fordi de da kan understøttes ved Anslag enten af Klaphalen op mod den faste Brobane eller af Klappen paa Pillen foran Aksen.

En Formindskelse af Kontravægten saavel som af det Vindtryk, der kan paavirke de aabnede Klapper, er tilstræbt ved en i 1893 i Chicago bygget Bro med to Klapper, der hver bestaar af to Led, som sammenfoldes, naar Broen aabnes (folding bridge) (Fig. 11).

Ved begge Ender og ved hver Side af Broen er bygget Jerntaarne AD, hvortil saavel Charnieret B som den frie Ende C af Klappen er ophængte ved Smedejerns Trækbaand. Trækbaandet DC bestaar af et Stykke, Trækbaandet DB derimod af to Led, forbundet ved Charnieret E. Bevægelsen foregaar ved Hjælp af en Kæde uden Ende, der virker paa en Forlængelse bagud af Klappen AB, og den indledes ved, at en Fjeder anbragt i Charnieret E slippes løs og trykker E ud i Pilens Retning, o: skraaet opad, saaledes at den leddede Stang DEB lægger sig uden paa de sammenfoldede Klapper. C bevæger sig i en Cirkel med D som Centrum, medens B bevæger sig i en Cirkel med A som Centrum.

Sættes: $AC = l$, $AB = x$, $BE = y$ og $AD = h$, medens Brobanens (Aksens) Højde over Vandet betegnes ved a : saa er de forskellige Længder forbundne ved Ligningerne,

$$l \div 2x = a, \text{ altsaa } x = \frac{1}{2} (l \div a)$$

$$h + a = \sqrt{h^2 + l^2} \text{ altsaa } h = \frac{l^2 \div a^2}{2a}$$

92. $h \div x + y = \sqrt{h^2 + x^2} \div y \text{ altsaa } y = \frac{1}{2} (\sqrt{h^2 + x^2} \div h + x)$
alt under Forudsætning af, at A ligger lodret under D, og at Enden af Klappen netop ikke maa dyppe i Vandet.

Konstruktionen kræver enten stor Højde fra Brobanen til Vandet eller meget høje Taarne, og de leddede Klapper sitrer stærkt under Færdselen.

Ved en anden dobbelt Klapbro, der er udført i Chicago i 1895, søgtes Modstanden mod Broens Aabning formindsket ved at forandre den glidende Friktion ved Tappen til en rullende, idet hver Klap hviler paa Segmentbuer og ruller tilbage paa disse, idet Broen aabnes (Fig. 12).

Klapdragerne er forlængede bagud med en Klaphale, der bærer en Kontravægt afpasset saaledes, at det fælles Tyngdepunkt falder i Punkt a, og under Klaphalerne er fæstet Segmentbuer med dette Punkt som Centrum, saa at Klappen ved Træk i en Tandstang fæstet ved a kan rulle tilbage paa sine Gænger, medens Tyngdepunktet følger en vandret Linie.

Konstruktionen medfører tillige den Fordel, at Klapperne trækkes tilbage fra Pillernes Forkanter og derved beskyttes mod Paasejling, og at Kælderrummene i Pillen til Klaphalernes Bevægelse bliver forholdsvis smaa.

Konstruktionen af denne Bro er angivet af Scherzer, som siden har anvendt samme Princip til en stor Mængde Klapbroer, særlig i Amerika; Fordelen ved Systemet ligger bl. a. i, at det kan anvendes til mange forskellige Dragerformer. Fig. 13 viser som Eks. Drageren til en Jernbanebro med meget lavtliggende Brobane, bygget over Chicago River. Den højtliggende Kontravægt (skraveret) skæmmer Udseendet meget.

Fig. 14 viser et Forslag til Knippelsbro, som blev udarbejdet af Scherzer Brokompagniet, men ikke benyttet.

Endnu skal nævnes en dobbelt Klapbro af 68 ft fri Aabning, bygget 1895 i Milwaukee, med en meget ejendommelig Ophængning af Klapperne, saaledes at deres Tyngdepunkter bevæge sig i vandrette Baner under Broens Aabning (Fig. 15). Den fri Ende af Klapperne er støttet mod en Skraastiver AB forbunden med Klappen ved Charnieret B og drejelig om Punktet A paa Pillen temmelig dybt under Brobanen. Under Broens Aabning bevæger B sig altsaa paa en Cirkelbue om A, men idet B

løftes, sænkes Inderenden C af Klappen paa en saadan Maade, at Tyngdepunktet D bevæges vandret, idet C ved en Lederulle er tvungen til at gennemløbe en vis Kurve. Bevægelsen tilvejebringes ved Tandstænger, der ere fæstede leddede til Klappen i Tyngdepunktsaksen D og trækkes frem og tilbage ved et Drev.

Naar Broen er lukket, maa Klappens Bagende støttes ved Rigler, der fra den faste Brobane skydes ind under den.

Hovedfordelen ved Konstruktionen ligger i Sænkningen af Klappens Bagende, saa Vindfladen kun bliver lille under Broens Aabning, og endvidere i, at Broaabningen nærmest Skibsløbet ikke spærres ved Bevægelsen af Klaphaler og Kontravægte som ved en almindelig Klapbro.

Formen af den Kurve, som Punktet C skal følge, findes let ved Tegning, naar Beliggenheden af D er bestemt, og man har valgt Punkterne A, B og C. Herved maa man naturligvis sørge for, at D's vandrette Bevægelse overhovedet er mulig, og Betingelsen herfor vil være, at Længden AB ikke er større — eller i alt Fald kun lidt større — end Summen af den vandrette Afstand mellem D og B og den lodrette Afstand mellem A og D, der mindst maa være lig Afstanden mellem C og D, for at Klappens Bagende ikke skal støde mod Pillen, der bærer Lejet A.

Under Klappens Bevægelse falder dens øjeblikkelige Drejningspunkt i Skæringpunktet mellem Stiveren AB og Tyngdepunktsvertikalen, og Kurven vil altsaa vende Konkaviteten mod Broaabningen. Krumningsradius aftager, efterhaanden som Klappen aabnes mere, men da C's Bevægelse i Begyndelsen er meget stor i Forhold til B's og D's, vil den øverste Del af Kurven meget ligne en Cirkelbue. Kurven bør næppe bruges længere end til den Stillling, hvor Tyngdepunktet staar lodret over A, der saa bliver Drejningspunkt; thi gaar man videre, fjerner Drejningspunktet sig meget hurtigt uendeligt langt, og C-Kurven faar en Spids eller Sløje.

Ethvert fast Punkt vil paa Klappen under dens Bevægelse tegne en Kurve, der kan bruges som Ledekurve,

naar den fæstes paa Klappen, medens Lederullen er fast. Efter dette omvendte Princip, der er vist skematisk i Fig. 16, er der ligeledes i Milwaukee bygget en Klapbro i 1896.

I en Klapbro maa Aksen for Klapperne som Regel lægges vinkelret paa Broens Længderetning. Skal man overdække et Skibsløb, hvis Midtlinie danner en spids Vinkel α — (Fig. 17) — med Broens Længderetning, med en Bro med 2 Klapper, maa Afstanden mellem Akserne a være lig Bredden af Skibsløbet maalt i Broens Længderetning $+ \text{Broens Bredde}$ multipliceret med $\cot \alpha$, men Vægten af Klapperne kan indskrænkes noget ved at gøre Aksen kortere end Broens Bredde og give Klapperne et dertil svarende Indsnit, der udfyldes med fast Brobane. Se f. Eks. Børsbroen ved Københavns Havnebane.

§ 2. *Bevægemechanismen.*

Bevægelsen kan iværksættes ved dobbelte Kædetræk, der paavirker Klappens Forlængelse, saa alt højt opstaaende Maskineri kan undgaas (Fig. 18), eller ved at anbringe paa Klappen et Stykke af en Tandkrans, hvori Drev griber ind, som kan drejes enten ved Haandkraft eller ved Hjælp af et Spil; eller oftere ved Maskinkraft, Damp- eller Vandtryk eller Elektricitet. Tandkranssektoren har i alle Tilfælde sit Centrum i Klappens Omdrejningsakse, men den specielle Indretning kan være forskellig. Naar Kontravægten dypper ned i Vandet, o: ved ringe Højde af Broen og aabne Understøtninger, vil man anvende en Tandkrans med temmelig lille Diameter for at undgaa, at Maskineriet bliver vaadt, og faar altsaa et stort Tandtryk (Fig. 19). Naar Forlængelsen af Klappen og Kontravægten derimod bevæger sig i en tør Kæde i en Murpille, kan man bruge en Tandhjulssktor af stor Diameter (Fig. 20) og derved formindske Tandtrykket (Tower bridge i London).

Endelig kan Bevægelsen udføres ved en Kæde uden Ende, der føres over to Kædeskiver, saaledes at den ned-

*Kæden
Pille
Pachman*

advendende Part af Kæden ved at føres i en cirkulær Bane med Klappens Omdrejningsakse til Centrum (Fig. 21). Til denne Part af Kæden befæstes Klaphale og Kontravægt, og Bevægelsen foregaar ved at lade den øverste Kædeskive virke som Drev (Foldingbridge i Chicago).

Ved Broer med vandret Tyngdepunktsbevægelse, som de nyeste amerikanske Konstruktioner, erstattes Tandkransen naturligt af en Tandstang — i Regelen en for hver Hoveddrager — der glider mellem Lederuller og bevæges ved Drev efter et større eller mindre Antal Udvekslinger fra en hurtiggaaende Motor.

Til Bevægelsen af hver enkelt Klap behøves kun en Motor, men for at undgaa en Skævtrækning af Klappen maa der være anbragt Tandkrans eller Kædeskiver og Kæde ved begge Sider af Broen, og Bevægelsen udføres ved to Drev paa fælles Akse.

Som Drivkraft benyttes Haandkraft — ved smaa Broer og som Reservekraft — Damp, Vandtryk eller Elektricitet. Vandtryk kan i mange Tilfælde være fordelagtigt, ofte vil man i Byer med Vandværk kunne benytte Drikkevandet, da dette i Reglen har tilstrækkeligt Tryk til at drive en lille Vandsøjlemaskine, saa man har en billig og altid disponibel Kraft. Ved store Broer, hvor Forbruget af Drikkevand maaske vilde blive for stort, fordi dettes Tryk sjældent overstiger 35 m Vandsøjle, kan det være fordelagtigere at bygge særlige Pumpeværker for stort Tryk (50—70 Atm.).

Et hydraulisk Maskineri vil nemlig have den væsentlige Fordel frem for direkte anvendt Damp, at man ved Hjælp af en Akkumulator kan opsamle en betydelig Kraft mellem to paa hinanden følgende Oplukninger af Broen, saa at man ved et forholdsvis svagt Maskineri kan foretage Aabning og Lukning meget hurtigt under en stærk, men kortvarig Kraftudfoldelse. Endelig er det meget nemt at forplante Kraften gennem Trykledninger, der eventuelt kan sænkes ned langs Bunden af Løbet, saa at Broen kan drives fra en nogenlunde fjerntliggende Maskinstation, der indeholder Pumpe og Akkumulator. Dog bør Akkumula-

toren helst ligge nær ved Broen, da Tryktabet i Ledningen saa bliver mindre skadeligt.

Det brugte Vand kan ved en Rørledning føres tilbage til Pumpen og bruges igen, hvad der kan blive nødvendigt, naar der er Fare for Frysning, og man for at undgaa denne f. Eks. blander Vandet med Glycerin.

Den hydrauliske Cylinder kan ved meget store Broer, eller naar Vandtrykket er lille, drive et Spil, hvis sidste Drevakse har Indgribning med Tandkransen paa Broklappen. Ved mindre Klapper og store Tryk kan paa hver Side af Klappen anvendes en vuggende Cylinder med Stempelstangen direkte koblet til en Krumtap paa Klapperne, saaledes at Udvekslinger og Tandkrans bortfalder.

Anvendelsen af Elektricitet vil byde endnu større Fordele med Hensyn til Overførelse af Kraften og kan blive billig, hvis der allerede foreligger en elektrisk Kraftstation. — Anvendelse af direkte Damp vil som Regel kræve en Dampmaskine ved hver Ende af Broen.

Med Hensyn til den Kraft, der skal være disponibel til Broens Aabning og Lukning kan bemærkes, at Tiden til Oplukningen nødvendig skal være længere for en stor end for en lille Bro — i Reglen et halvt til et helt Minut for hver Bevægelse, saa Krafftforbruget vokser stærkt med Klapperne Spændvidde, baade fordi Friktionsmodstanden tiltager med Vægten, og fordi Vindtrykket bliver større. Jo større Broklappen bliver, desto vigtigere bliver det at anbringe passende Standsningsapparater, f. Eks. hydrauliske Puffer, for at det ikke skal være nødvendigt at arbejde med aftagende Hastighed og saaledes spille Tid. Det vil dog her føre for vidt at komme nærmere ind paa de specielle maskinelle Spørgsmaal vedrørende Friktionsmodstanden og Arbejds- og Omsætningsorganerne.

§ 3. Konstruktionen.

Broklappen byggedes i ældre Tider i Reglen af Træ, nu anvendes næsten altid Jern, i alt Fald ved større Spændvidder.

Naar en Broklap skal bygges af Træ, bestaar den af Længdebjælker, Klaptømmere, der alle tappes ind i en Aksebjælke og en Hovedbjælke, som begge ligge paa tværs af Klappen, den ene ved Akseenden, den anden ved den frie Ende. Klaptømmerne stemmes et Stykke ind i Akse- og Hovedbjælke — foruden den sædvanlige Tap —, og Forbindelsen sikres ved Beslag af Jernskinner, der stemmes ned i Træet og fæstes med Skruebolte (Fig. 22). Aksen er en gennemgaaende firkantet Smedejernsstang, der er stemt halvt ned i Aksebjælken og fastholdes med det samme Beslag, som sikrer Forbindelsen mellem Aksebjælke og Klaptømmer. For hvert Sted, hvor der skal være et Leje, er Aksen afdrejet, og der er skaaret saa meget Træ af Aksebjælken, at der bliver Plads til Lejet.

Aksebjælken er kvadratisk, Hovedbjælken derimod — ved Klapper, der skal stemme mod hinanden — afskaaret under Klappernes Hældningsvinkel, saa at de to Klapper stemme mod hinanden med lodrette Flader: Klaptømmerne er i Reglen trapezformede (Fig. 23), da Paavirkningen — ligeledes ved Klapper, der stemme imod hinanden — er mindre for de nederste Fibre end for de øverste, det vilde ganske vist være billigere at lade Træet beholde sin kvadratiske Form, men det overflødige borttages for at formindske Vægten.

Lejerne kunne udføres af Smedejern.

Enderne af Strækbjælkerne i den tilstødende faste Bro tappes ind i et Stykke Tømmer svarende til Aksebjælken i Klappen, og mod dette Tømmer støttes Lejet og boltes fast, dels dertil, dels til Strækbjælken ved Hjælp af en vandret Flig, der stemmes ned i O (Fig. 24) ved Siden af Tømmeret.

Hver Klap faar i Reglen 5 à 6 Lejer.

For at hindre, at den ene Klap skal kunne løftes alene — eller synke ned under den anden — er der til Beslaget ved Hovedbjælken paa de yderste Klaptømmere føjet Horn, hvormed Klapperne gribe over hinanden (Fig. 25).

Ved moderne Klapkonstruktioner erstattes disse Horn ofte af Rigler, der fra den ene Klap skydes ind i den an-

den og trækkes tilbage, inden Broen aabnes. Disse Rigler kan enten være befæstede ved Stangtræk og Vægtstænger eller direkte til et hydraulisk Stempel.

For at hindre en Skævtrækning af Klappen kan indlægges Kryds af Smedejerns Trækbaand, der boltes til Klappens Tømmerstykke.

Klappen forsynes med dobbelt Plankedæk, Bære- og Sliddæk, men Tykkelsen indskrænkes gerne til det mindst mulige. Nærmest Aksebjælken og Hovedbjælken indlægges gerne enkelte Planker saa tykke som Bæredæk og Sliddæk tilsammen, og disse Planker beskyttes mod Slid ved flade Jernskinner, der skrues fast. Paa Siderne anbringes lette Smedejerns Rækværker.

Hvis Klappen skal afbalanceres ved en Forlængelse bagud, saa forlænges alle Klaptømmerne, og de anbringes da saaledes, at de falde imellem den tilsvarende faste Bros Strækbjælker. Aksen maa her lægges paa Undersiden af Klaptømmerne og ved Bagkanten af Understøtningen (Fig. 26). De bageste Ender af Klaptømmerne kan forbindes ved et Underslag, hvormed Klappen da tillige stemmer mod den faste Brobane. Mellem Dækket paa den faste Bro og Dækket paa Klappen maa der lades det nødvendige Spillerum frit til Klappens Bevægelse — omtrent dobbelt saa stort som dens Tykkelse — og dette Mellemrum maa dækkes med en Klap — (se Fig. 26) —, der er drejelig om Hængsler paa den faste Brobane, og som maa løftes, inden Broen kan aabnes. Klappen kan enten udføres af Planker, der samles ved Hængslernes Flige og beslaas med Jernskinner mod Slid, eller den kan være en Jernplade.

Understøtningerne for Enderne af den faste Bro og Klappernes Lejer maa bygges særlig solidt, navnlig naar Klapperne skal stemme mod hinanden, og der maa sørges for, at den faste Brobane ikke kan forskydes af Trykket fra Klappernes Lejer. Er Broen en Træbro baaret af Pæleaag, maa disse ved Skibsløbet bygges som stærke Dobbeltaag afstivede ved Kryds i Broens Længderetning, og for saa vidt det ikke er nødvendigt at holde de nær-

mest Skibsløbet liggende Fag af den faste Brobane aabne for Baadsejlads, kan man ved et passende System af skraat-stillede og vandrette Stivere føre Sidetrykket fra Klapperne over til et eller flere af de nærmeste Pæleaags Vandlister. Understøtningerne maa desuden gøres saa meget længere end Broens sædvanlige Bredde, at de kan bære de Spil, hvormed Ophejsningen udføres, uden at Broens nyttige Bredde indsnævres. (Fig. 27).

Med Klapper af Træ kan man kun opnaa en Spændvidde af ca. 12,5 m for to Klapper. Skal Skibsløbet være bredere, maa man bygge Klappen af Jern eller i hvert Fald lade de yderste Klaptømmer afløse af Jernbjælker og ligeledes erstatte Hovedbjælke, Aksebjælke og Forbindelse mellem Klaphaler med Jerntraverser. Klappen bliver da bygget som en Jernramme dannet af de to Hoveddragere og deres Tværforbindelser, der sidde, den stærkeste ved Aksen, en lettere paa Hovedbjælkens Plads og den letteste mellem de bageste Ender af Klaphalerne ved Kontravægtens Ophængningspunkt.

Aksen dannes da dels af den nævnte Tværforbindelse, dels af to Tapper af Staal eller Støbejern, der fastboltes paa Ydersiden af Hoveddragerne. Tappen kan ved mindre Broer være støbt i et Stykke med Tandkransen til Broens Bevægelse (Fig. 28).

Dækket bæres af Tværbjælker af Jern eller Træ — i sidste Tilfælde fæstede til Konsoller paa Indersiden af Dragerne. Skal Klapperne stemme mod hinanden, fæstes en Paaforing af Træ paa Hovedbjælkerne. Naar saavel Dækket paa Klappen som paa den faste Brobane bæres af Tværbjælker, kan den ovenfor omtalte Klap til Dækning af det for Broklappens Bevægelse nødvendige Mellemrum mellem denne og den faste Brobane undværes, idet Mellemrummet ved at lægges bag Aksen kan gøres saa smalt, at det ingen Dækning behøver (Fig. 29).

Klappen kan imidlertid ogsaa bygges med et større Antal Længdedragere, der bærer Brobanen direkte eller gennem Tværbjælker. Naar Tværforbindelsen mellem Tapperne, Aksen, gøres tilstrækkelig stærk og stiv, f. Eks.

^mforenes som et Pladejerns Rør af nogenlunde stor Diameter, der baade kan taale Bøjning og Vridning, kan man nøjes med at forlænge de to Yderdragere med Klaphaler til Ophængeing af Kontravægten. Denne Ordning er brugt ved flere Broer med dykket Kontravægt. Pillerne, som bærer Klappens Lejer og de tilstødende faste Brofag, maa da deles i to Dele, saa dybt som Klaphalernes og Kontravægtens Bevægelse fordrer det, og for at faa Afstanden mellem de to Dele af Pillen — og dermed dennes hele Længde — saa lille som muligt, lægges Klappens Yderdragere helst ved Kørebanens Rande, medens Trottoirerne hvile paa Konsoller paa Ydersiden af Dragerne.

Hvis Klaphalerne derimod bevæge sig i Kældere udsparede i Pillerne, har man ofte forlænget samtlige Klappens Længdedragere og fordelt Kontravægten over dem, Aksen paavirkes da stærkt til Bøjning, men ikke til Vridning. Det er imidlertid ikke nødvendigt at beregne Aksen stærk nok til baade at bære Klappens Egenvægt og den tilfældige Belastning, da den sidste i alt Fald delvis kan overføres direkte til Pillerne ved Lejer, som man lader Drageren træde paa, naar Klappen er sænket. Disse Lejer ligge paa Pillekanten udenfor Akselinien, da den tomme Klaps Tyngdepunkt falder i Aksen, og Stabilitet for den tilfældige Belastning faas ved at lade Klaphalerne stemme mod Undersiden af den faste Brobane, kan fuldstændig Aflastning af Aksen kun opnaas ved en lille Bevægelse af Klappen, efter at denne er sænket helt ned. Dette kan ske paa to Maader; enten kan Klappen standses ved, at Klaphalen træffer Brobanen, og den nødvendige Understøtning skaffes da ved at føre bevægelige kiledannede Lejer ind under Drageren foran Aksen, f. Eks. ved hydrauliske Pressestempler (Tower bridge), eller Klappens Bevægelse standses ved faste Lejer foran Aksen, og Klaphalerne trykkes derefter ved bevægelige Understøtninger tæt op mod den faste Brobanes Underside.

Naar den til Broklappen stødende faste Brobane indeholder Tværbjælker, saaledes som det i Reglen vil være Tilfældet, maa Klaphalen forkryppes saa vidt i Forhold til Dragerens Overdel, at den gaar frit under den faste Bro-

banes Tværbjælker. Selve Klapdragerne har i Reglen af-
tagende Højde fra Aksen henimod den frie Ende; ved
smaa Broer bygges de som Pladejernsdragere, ved større
Spændvidder som Gitterdragere. De maa afstives tilbørligt
mod Væltning ved stærke Tværforbindelser med passende
Mellemrum, ligesom Klappen som Helhed maa afstives med
Vindtryk med vandrette Vindkors. med

Ved Klapper med vandret Tyngdepunktsbevægelse kan
anvendes et vilkaarligt Antal af ensbyggede Dragere i
Klapper, der rulle paa Segmentbuer med Centrum i Tyng-
depunktet, med mindre Dragernes Overdel naar op over
Brobanen som i Chicago Broen, thi da kan ikke godt an-
vendes mere end højst 3 Dragere, af hvilke den midterste
deler Kørebanen paa langs og adskiller Færdselsretningerne.
Fordelen herved kan ligge i, at Tyngdepunktet af Klappen
løftes til Overkanten af Brodækket, saa at man faar frie
Hænder med Hensyn til Anbringelsen af de Tandstænger,
hvorved Bevægelsen iværksættes. Skal Dragerne ligge helt
under Dækket, maa de bygges som Tvillingdragere, der
give Plads mellem sig til Tandstangen og gøre det muligt
at faa en Slidse i Brodækket, hvorigennem den kan træde
frem, efterhaanden som Klappen ruller tilbage. Denne
Slidse kan overdækkes af et leddet Baand af Jernplader,
der løftes op af Tandstangen, naar Klappens Bagende
synker ned under denne.

Ved Klapper med Stivere under Forenden og Lede-
kurve for Bagenden nøjes man bedst med to Hoveddra-
gere hver især byggede som Tvillingdragere af Hensyn til
Tandstængerne til Bevægelsen. Den inderste Dragerhalv-
del bærer Tværbjælker for Kørebanen, den yderste Lede-
ruller, idet Ledekurverne, naar de er faste, maa befinde
sig helt udenfor Klappen i fast Forbindelse med Hoved-
dragerne i den tilstødende faste Bro. Ogsaa disse Hoved-
dragere kunne iøvrigt bekvemt være Tvillingdragere, saa-
ledes at Mellemrummet mellem Dragerhalvdelene giver
Plads for den tilbagetrukne Tandstang og dens Drev, me-
dens Motoren og de nødvendige Udvekslinger kan faa
Plads under Brodækket mellem Hoveddragere og Tvær-
bjælker.

Kap. II. Drejebroer.

§ 1. *Forskellige Former af Drejebroer.*

Den bevægelige Del af Broen er drejelig om en lodret Akse; naar den bevægelige Del er stillet i Broens Længderetning, er Skibsløbet spærret og Passagen over Broen aaben; naar den bevægelige Del derimod drejes om, saa den staar vinkelret paa Broens Længderetning, aabnes for Sejlløbet. Under denne Udsvingning hviler den drejelige Brofløj alene paa en Platform eller Pille, over hvilken den er afbalanceret, og hvorpaa Tappen, om hvilken Drejningen foregaar, er befæstet. I lukket Tilstand hviler Brofløjens fri Ender paa Understøtninger, der borttages, naar Broen skal aabnes, saa Understøtningsmaaden er som Regel fuldstændig forskellig, eftersom Broen er aaben eller lukket. Konstruktionen beror nu dels paa Brofløjens Stilling i Forhold til Skibsløbet og dels paa Fremgangsmaaden ved Tilvejebringelsen af de forskellige Understøtninger. Med Hensyn til Brofløjens Form kan man skelne mellem forskellige Brotyper: Drejebroer med enkelt Fløj dækkende over eet Skibsløb; Dobbelt-Drejebroer med to Flige dækkende tilsammen over eet Skibsløb; og endelig Drejebroer med en dobbelt Fløj, der dækker over to Skibsløb, der samtidig aabnes under Broens Udsvingning og skilles fra hinanden ved Dreje- eller Svingpillen.

Disse sidste Broer er som Regel symmetriske, saa at Omdrejningstappen ligger midt i Brofløjen, og de to Skibsløb bliver lige brede (Fig. 30). Brofløjen begrænses for

Enderne af en Cirkelbue med Tappen som Centrum, og Aabningen kan foregaa ved Drejning til begge Sider, hvad der kan have Betydning, hvor skiftende Strømforhold gør det nødvendigt snart at benytte det ene af Løbene, snart det andet, da man saa altid kan aabne det benyttede Løb i Skibets Passageretning. Broen drejes saa i Reglen tilbage til sin oprindelige Stilling.

I andre Tilfælde er det foreskrevet, at Skibene altid skal sejle til højre, og Broen drejes da hyppigt gennem 180 °, saa Enderne altid bytter Plads, da Lukningen saa kan begynde, førend Skibet er helt igennem Broen. Den udsvingede Brofløj beskyttes i Reglen mod Paasejling ved stærke Pæleaag ud for Midterpillen paa begge Sider af Broen, saa at Brofløjen med Enderne netop rager ud over dem. De kan bygges som Duc d'Alber eller som stenstenfyldte Isbrækkere og tjene ofte til Opstilling af Fyr til Vejledning ved Besejling om Natten.

En dobbeltfløjet Drejebro kan dels benyttes som Led i en længere Brokonstruktion, dels alene til Overspænding af en Kanal eller et Skibsløb, der har tilstrækkelig Bredde til at kunne deles i to Løb og taale Indsnævringen ved Midterpillen.

Ved smallere Løb anvendes hellere en Drejebro med enkelt Fløj; den kan da bygges som en usymmetrisk dobbeltfløjet Bro, der altsaa indeholder en af en fritstaaende Pille baaret drejelig Fløj, der af Pillen deles i en længere Forfløj, der overspænder Skibsløbet, og en kortere Bagfløj, der ved Ballast anbragt i Brobanen afbalanceres med den lange Fløj (Fig. 31). En saadan Drejebro kan f. Eks. ofte finde Anvendelse i Skibsfartskanaler, hvor hele Bro længden deles i en større Midteraabning for Skibsløbet og to kortere Sideaabninger over Kanalskraaningerne; den ene af disse overdækkes da med en fast Bro, den anden af Drejebroens korte Fløj.

Er Skibsløbet indesluttet af Kajmure eller Bolværker og saa snævert, at hele Bredden maa holdes disponibel for Sejladsen, kan det overdækkes af en enkeltfløjet Drejebro, hvis Omdrejningstap og Drejemekanisme anbringes paa en

Platform paa den ene Kaj, medens den frie Ende støttes paa den anden. Platformens Størrelse retter sig efter Længden af den kontrabalancerede Bagfløj; Tappen kan ligge i Broens Midtlinie, saa langt tilbagetrukket paa Kajkanten som Broens halve Bredde (Fig. 32). Brofløjen er ved begge Ender afskaaret efter Cirkelbuer med Tappen som Centrum, og Broen kan svinges ud til begge Sider, og i udsvinget Stilling ligger den saa helt inde over den Platform, der bærer den, saa Skibsløbet lades frit i sin fulde Bredde.

Ved en saadan Bro kan imidlertid foretages den for Brofløjens Form, Længde og Manøvrering betydningsfulde Ændring, at Omdrejningstappen lægges ved den ene Kant af Broen og helt ude ved Randen af Platformen. Derved forkortes Forfløjen og forlænges Bagfløjen med den halve Brobredde, og for samme Længde af Forfløjen, og samme Forhold mellem Længderne af Forfløj og Bagfløj, bliver den samlede Bro længde følgelig mindre med denne Stilling af Omdrejningstappen end med den ovenfor nævnte. Forfløjen afskæres her efter en ret Linie vinkelret paa Broens Længderetning Bagfløjen efter en Cirkelbue med Tappen som Centrum, og Broen kan kun aabnes til modsat Side af den, hvor Tappen befinder sig (Fig. 33).

Endelig kan et Skibsløb mellem to Kajer overdækkes ved en Dobbeltsvingbro o: en Bro sammensat af to Drejebroer med enkelte Fløje, der støde sammen i Midten af Aabningen. Ogsaa her kan Omdrejningstappens Stilling vælges enten i Broaksen eller ved den ene Kant af Broen. I første Tilfælde formes Sammenstødslinien mellem Brofløjene som en Cirkelbue med den ene Fløjtap som Centrum, og den tilsvarende Fløj maa da altid aabnes først og lukkes sidst (Fig. 34). I andet Tilfælde afskæres begge Fløje efter en Linie vinkelret paa Broaksen, og de kan aabnes og lukkes samtidig, men kun til en bestemt Side. (Fig. 35).

§ 2. *Drejebroer med dobbelt Fløj.*

Ganske smaa Broer kan udføres af Træ, f. Eks. med fortandede Strækbjælker, af hvilke de yderste har opadvendt Armatur, der bærer den aabnede Bro, medens samtlige Bjælker for hver Broaabning kan have nedadvendende Armatur.

Ved større Broer — og nu ogsaa ved smaa — anvendes Jern. Brofløjen indeholder da sædvanlig to Hoveddragere forbundne ved Tværdragere og Brobane paa sædvanlig Maade. Da hele Egenvægten imidlertid ofte skal kunne overføres til Svingpillen gennem de midterste Tværdragere, og disse altsaa blive meget svære, søger man saa vidt muligt at undgaa for stor Afstand mellem Hoveddragerne; ved Vejbroer med rigelig Konstruktionshøjde lægges Dragerne saaledes ved Randene af Kørebanen med udvendige Trottoirkonsoller, med mindre Spændvidden og dermed Dragerhøjden er saa stor, at Stabiliteten for Vindtryk kræver større Dragerafstand.

Hvor Konstruktionshøjden ikke er rigelig og Spændvidden stor, lægges Brobanen ved Dragerfoden, og dermed er jo som Regel den mindste Dragerafstand bestemt.

Dragerne skal kunne bære Brofløjens Egenvægt, naar de alene er støttede paa Midten, og det er derfor meget almindeligt at anvende større Dragerhøjde paa Midten end ved Enderne. For den tilfældige Belastning støttes Drageren berimod tillige ved begge Ender og bliver altsaa i Almindelighed kontinuerlige Bjælker paa tre Understøtninger. Man har anvendt Parallelgitterdragere (Chr. IXdes Bro, Limfjordsbroen), parabolske Dragere, som Pladejernsdrageren i Jernbanebroen over Guldborgsund eller som Gitterdrager i Masnedsundbroen eller endelig polygonale Dragere (Trapezdragere, almindelige i Amerika) se f. Eks. Fig. 36. Ikke blot Dragerens Styrke, men ogsaa dens Stivhed er vigtig og influerer paa Konstruktionen af de bevægelige Understøtninger, der maa fjernes, naar Broen skal aabnes, idet Dragerens Bøjningslinie forandres med Understøtningsmaaden. Paa den anden Side vil Understøtningernes Bevægelighed let kunne formindske Sikker-

heden af Dragerberegningen, naar de betragtes som kontinuerlige, og der findes i Amerika Eksempler paa, at Konstruktorer for at undgaa denne Usikkerhed har bygget Drejebrodragere, der, naar Broen er lukket, hver bestaar af to simpelt understøttede Dragere (Fig. 37), hvis Overdele, naar Broen skal aabnes, spændes sammen ved et Led a—a af foranderlig Længde. Dette Led kan bestaa af to Dele, der begge har Charnierer i Midten, som kan fjernes fra hinanden ved en Skrue med højre og venstre Gevind. Dette Led spændes saa vidt, at begge Dragerender løftes paa deres Understøtninger, saa Brofløjen dermed er frigjort til Drejning. I enkelte Tilfælde har man endelig kilet Dragerenden saa højt op, naar Broen er lukket, at Svingpillen fuldstændig aflastes, og Drageren altsaa bliver simpelt understøttet, men faar den dobbelte Spændvidde.

Ved alle kontinuerlige Dragerkonstruktioner kan Broklappens Frigørelse til Drejning kun foregaa ved Hjælp af bevægelige Understøtninger, der i Reglen anbringes ved begge Ender, undertiden tillige paa Svingpillen.

Den almindeligste Ordning ved middelstore Broer er sikkert den, at Understøtningsmaaden paa Svingpillen er uforanderlig, og Frigørelsen iværksættes ved at fjerne Endeunderstøtningerne, saa at Dragerenden sænker sig, og hele Fløjens Vægt bæres af Svingpillen. Understøtningen paa denne bestaar dels Tappen, hvorefter Drejningen foregaa, dels af et Rullesystem. Vægten kan være forskellig fordelt, enten hovedsagelig hvilende paa Tappen, saa Rullerne væsentlig tjener til Sikkerhed mod Væltning, eller udelukkende hvilende paa Rullerne, saa Tappen kun tjener til Styling.

Tappen er i Reglen af Staal og anbragt i en Støbesko, hvori den kan indstilles fint ved Hjælp af Dobbeltkiler. Paa Tappen hviler en Pande af Støbestaal, ofte med indlagt Broncefor, og i denne Pande er Brofaget ophængt ved 3—8 eller flere stærke Bolte ved Hjælp af et Støbejerns Nav, der er fastboltet mellem to Tvædragere og deres Afstivninger (Fig. 38), altsaa i det hele en lignende

Konstruktion, som anvendes ved store Drejeskiver, kun beregnet for langt større Vægte. Idet denne Tapkonstruktion er bestemt til at bære hele — eller dog største Delen — af Vægten, tilføjes blot for at være sikret mod Væltning 4 Løbehjul under Broen, 2 under Hoveddragerne og 2 i Broaksen, de have Lejer paa Broen og løbe paa en ringformet Bane paa Pillen. Vægtfordelingen mellem Tap og Løbehjul reguleres ved de Bolte, hvormed Navet ophænges i Panden.

*Pallet!
W. Chr.*

Hvis Tappen ^{altsaa} skal tjene til Styring, kan Panden undværes, og Navet, der er fastboltet til Tværbjælkerne, kan være lettere og slutte tæt om Tappen eller blot give Plads til en Metalforing. Vægten skal nu bæres af Rullesystemet, som derfor bestaar af et stort Antal koniske Ruller saaledes formede, at Keglernes Toppunkter falder i Broens Omdrejningsakse. De rulle mellem to Baner, en paa Svingpillen og en paa Broen, saa Tapfriktion undgaas. Lejerne for Rullerne samles i en udvendig og en indvendig Ring, der styrer deres Bevægelse og er styrede ved radiale Trækstænger fæstede til en Ring, der kan glide om Tappen eller dens Sko (Fig. 39). Banen, der er fæstet til Broen, kan enten være en Støbejernsring, der modtager Belastningen gennem et System af tætliggende Tværdragere eller sekundære Længdedragere, eller en høj, støbt eller nittet Krans eller Tromle af tilstrækkelig Bæreevne til at modtage Trykket af Overbygningen og fordele det over et tilstrækkelig stort Antal Ruller.

Ved amerikanske Drejebroer, hvor en saadan Tromle med Rullesystem ofte anvendes, tilstræbes som Regel en god Fordeling af Brofløjens Vægt over Tromlen. Som Eksempel viser Fig. 40 skematisk en Fordeling over 12 Punkter a af Tromlen. Hoveddragerne H bæres af Tværbjælkerne T, der atter bæres af Bjælkerne bb parallelle med Hoveddragerne, saa Reaktionen i Punkterne b bliver $\frac{1}{4} G$, naar G er Brofløjens Egenvægt. Lejet b hviler paa en kort Bjælke, hvis ene Endepunkt a hviler paa Tromlen, medens det andet, c, hviler paa en Bjælke af Længde lig Tromlens Radius, og sidstnævntes Bjælke hviler igen paa

*Ring
(W. Chr.)*

** ~~hvorfor ikke lige en Ring!!~~*

Tromlen. Nu er $ab = 2bc$, altsaa bliver Trykket i de tre Punkter a lige store og hver lig $\frac{1}{12}$ G. Ogsaa hvor et saadant fuldstændigt Rullesystem anvendes, kan en Del af Vægten bæres af Tappen.

De bevægelige Endeunderstøtninger kan udføres paa flere Maader. Ved ganske lette Broer kan anvendes Kiler, der ved Hjælp af Skruer skydes ind under Dragerenderne, naar de skal støttes. Lettere Bevægelse opnaas ved at anvende lodrette Skruer, i Reglen to for hver Dragerende, stillede symmetrisk om dens Midtplan. Møttrikkerne er fæstede paa Drageren, og Skruespindlerne bære hver et Tandhjul, som drives af Drev med lodrette Akser og af saa stor Længde, at Indgribning bibeholdes under Skruens Sænkning. Drevakserne bære koniske Hjul, der drives ved en fælles, vandret Haandsvingsakse. Endelig har man ogsaa anvendt ekscentriske Skiver, der bære et Stykke Tandkrans, saa de kan drejes ved et Drev, der direkte eller efter yderligere Udveksling bevæges ved en Kædeskive og en Gall's Kæde. Eller Ekscentrikkerne bevæges ved Vinkelvægtstænger og Trækstænger.

Ved Jernbanebroer vil det i Reglen være nødvendigt ved Siden af de bevægelige Understøtninger at have Skudrigler, der paa Drejefløjen skydes ind i Huller i de tilstødende faste Brobaner for at sikre Skinnestrengens rigtige Stilling, med mindre de bevægelige Understøtninger er saaledes byggede, at de ikke blot løfte Dragerenderne, men ogsaa holde dem fast imod vandrette Tryk tværs paa Broens Længderetning. Til Standsning af Brofløjen anvendes undertiden fjedrende Puffer.

Endelig skal det bemærkes, at man undertiden har anvendt lignende bevægelige Understøtninger for Hoveddragerne ved Svingpillen, saaledes at Broen i lukket Tilstand slet ikke belaster Tappen eller Rullerne; man opnaar der ved simplere Forudsætninger for Dragerberegningen og lettere Tværforbindelser, da Vægten, der skal overføres til Tap og Ruller, bliver mindre og altid virker symmetrisk.

Naar Brofløjen er tung, vil Fjernelsen og Anbringelsen af de bevægelige Understøtninger kræve stor Kraft, og

man anvender da ofte Vandtryk akkumuleret til 50 à 70 atm. I Reglen benyttes Vandtrykket da til en kortvarig Løftning af hele Brofløjen, hvorved Lejerne, som bærer Broen i lukket Stilling, aflastes og let skydes til Side, saa at Broen atter kan sænkes ned, dels paa Tappen, dels paa Rullesystemet. Man har Eksempler paa, at denne Løftning udføres ved en enkelt hydraulisk Presse, hvis Stempel bærer Omdrejningstappen, eller hvis Stempel selv danner Tap, saaledes at Brofløjen under denne Løftning hviler udelukkende paa Tappen, men derefter sænkes ned paa Rullesystemet og under Drejningen hviler alene paa dette. Man har ogsaa Eksempler paa, at Løftningen foregaar ved hydrauliske Stempler under Dragerenderne, eller baade under disse og Tappen.

Maskiner og Pumper til Akkumulering af Vandtrykket kan installeres paa selve Drejebroen, f. Eks. paa en Platform hvilende paa Midten af Dragerhovederne eller i Land, mededs selve Akkumulatoren ofte indrettes i Svingpillen. Naar hydraulisk Kraft benyttes til Brofløjens Frigørelse, anvendes den som Regel ogsaa til Drejningen.

Endnu skal bemærkes, at for saa vidt man anvender en Løftning af Brofløjen ved Omdrejningstappen, kan dette ogsaa ske paa anden Maade end ved en hydraulisk Presse. Man kan saaledes skrueskære et Stykke af Tappen og ophænge den i sin Møttrik, der føres som et Nav i et Tandhjul, der drejes med en Skrue uden Ende: dette kan dog næppe benyttes ved større Broer. Lignende Bevægelsesmekanisme kan naturligvis ogsaa benyttes ved Endeunderstøtningerne.

Broens Drejning iværksættes i Reglen ved Tandhjulsforbindelser, da man derved kan opnaa den største Manøvrefrihed.

Paa Svingpillen anbringes en fast Tandkrans med udvendige eller indvendige Tænder, og i denne Krans indgribes det sidste Drev af et Spil med lodrette Akser befæstet paa Broen, f. Eks. mellem to Tværbjælker. Om sætningsforholdene mellem første og sidste Drev beror paa den disponible Kraft. Til mindre Broer kan benyttes

formet
(Keltet.
W. Chr.)

Haandkraft, og første Drevakse ender da gerne som en firkantet Tap, der gaar op gennem Brodækket, og hvorpaa man sætter en T-formet Nøgle, der drejes af to Mand. Undertiden udføres hele Drejespillet dobbelt eller forsynes i hvert Fald med to første Drevakser, saa at fire Mand kan bruges til Drejningen. Modstanden mod Drejningen hidrører dels fra Tap- og Tandfriktionen, dels fra Vindtrykket, der kan blive ret betydeligt, naar Vinden blæser under en spids Vinkel med Broens Længderetning, saa at den Fløj, der svinger ud mod Vinden, faar fuldt Tryk, medens den anden Fløjende ligger i Læ af den faste Bros Dragere.

Ved større Broer anvendes mest Maskinkraft til Drejningen, enten — som bemærket — Vandtryk, der gennem en Maskine med f. Eks. tre vuggende Cylindre bevæger første Drevakse eller ved Damp.

§ 3. Drejebroer med enkelt Fløj.

Hvor Forholdene medføre, at en Drejebro med enkelt Fløj kun ved sin Mangel paa Symmetri skiller sig fra en dobbeltfløjet Bro og altsaa bestaar af en længere Forfløj og en kortere Bagfløj, hvilende paa en fritstaaende Svingpille, der kan man i Henseende til Dragernes Konstruktion og Understøttelse følge de for dobbeltfløjede Broer omtalte Principper, saa at den eneste Forskel bliver, at Dragerne er usymmetriske, og at man ved Ballast i Bagfløjens Brobane maa flytte Tyngdepunktet hen til Omdrejningstappen. Ballasten kan bestaa af Jern eller Murværk f. Eks. murede Kapper mellem Tværbjælkerne. Det er naturligvis nærmest en Smagssag, om man vil kalde saadanne Broer enkelt- eller dobbeltfløjede.

Den særlig karakteristiske, enkeltfløjede Drejebro fremkommer, som bemærket i § 1, naar Broen ikke har fritstaaende Svingpille, men Omdrejningstappen er anbragt paa en Landpille, saa Bagfløjen bevæger sig over en Platform paa denne Pille, og man eventuelt kan benytte hele Bagfløjens Længde til Anbringelse af Understøtninger,

saavel faste, der alene bruges, naar Broen er lukket, som Hjul, der tillige kan støtte Broen under Drejningen, og for hvilke der paa Platformen bygges cirkulære Baner med Omdrejningstappen som Centrum. Ved Belastning af Bagfløjen maa Tyngdepunktet af hele Broen flyttes inden for Tappen; men det vil selvfølgelig altid komme til at ligge nærmere ved Tappen end ved Fløjens Bagende, saa at de her anbragte Hjul faa ret lille Belastning og ringe Tapfriktion.

Med Hensyn til Konstruktionen skal bemærkes, at mindre Broer ere blevne byggede af Træ, og at man har tilvejebragt større Spændvidde af Forfløjen ved at støtte den under Midten ved Hjælp af Stivere, f. Eks. en ved hver Side af Broen, stemmende mod et Underslag under Fløjens Strækbjælker (Fig. 41). Disse Stivere er hver for sig fæstede med Tap og Trækbaand til en Kranstamme — med Sportap forneden og forankret Halsleje foroven — medens de frie Ender af Stiverne i Reglen ere forbundne ved en Stang med Charnierer i begge Ender, saa de ved Broens Drejning kan medtages samtidig af en Arm paa Broen og lægge sig over hinanden i en Niche i Muren, medens Broen føres ind over Platformen (Fig. 42). Man har endog haft enkelte Eksempler paa, at hele Drejebroen har bestaaet af to saadanne Kraner med vandrette Udlæggere som Strækbjælker i en Bro — der f. Eks. skulde bære et Skinnespor — med leddede Tværforbindelser mellem Udlæggerne, som ikke forhindrede Drejningen om de to Akser — og maaske en let Løbebro paa Konsoller langs den ene Side.

For at Drejningen af en Bro støttet paa Stivere skal kunne foregaa, er det imidlertid nødvendigt, at Broen frigøres for Stiverne, og dette har man iværksat ved at indrette Broen til at vippe eller basculere om en Linie gennem Omdrejningstappen vinkelret paa Broens Længderetning. Broen maa da under Enden af Bagfløjen have en bevægelig Understøtning, der er virksom, naar Broen er lukket, men fjernes, naar den skal aabnes. Samtidig vipper Broen saa om Tappen og de Hjul A (Fig. 43 og

44), hvormed Bagfløjen støttes under Drejningen, sænkes ned paa deres Baner. Desuden maa Broen være støttet af Hjul B, anbragte i Basculeringsaksen. Ved Broer med Tappen i Midtlinien kan her anvendes to Hjul eller slet ingen; ved Broer med Tappen i Kanten maa altid anvendes et Hjul i den modsatte Kant af Broen.

Ved Basculeringen løftes den frie Ende af Forfløjen op fra sine Lejer, saa at man bliver fri for der at anbringe bevægelige Understøtninger, hvilket navnlig er en Fordel med Hensyn til Broens Manøvrering, da der saa ikke behøves Mandskab ved Enden af Forfløjen til andet end Afspærring af Færdselen over Broen. Derfor er Basculering ogsaa bleven anvendt ved mange moderne enkeltfløjede Drejebroer og kan nærmest betragtes som et karakteristisk Konstruktionstræk for saadanne Broer, uagtet de altid bygges med Jerndragere, saa at man let overspænder brede Skibsløb, uden at Dragerne behøver Støtte paa Midten ved Stivere.

For at Basculeringen kan foregaa, maa Tappen, som helt eller delvis bærer Broen, have conveks Overflade med lidt mindre Radius end Panden, ligesom ogsaa Hylstret, der omslutter Tappen, og hvorved Brodragerne er ophængte i Panden, maa have det fornødne Spillerum. Ved Broer med Tappen i Midtlinien har man principielt samme Frihed til at fordele Brovægten mellem Tappen og de understøttende Løbehjul i Basculeringsaksen; men som Regel bærer Tappen vistnok langt den overvejende Del af Vægten, da det ikke er praktisk at give hvert enkelt Hjul for stor Belastning. Ved Broer med Kanttap maa under alle Omstændigheder Halvdelen af Vægten bæres af Støttehjulet ved den modsatte Side af Broen, og her kan man naturligvis lige saa godt anbringe endnu et Hjul til at bære den anden Halvdel ved samme Side som Tappen, saa at denne væsentlig tjener til at styre Broen under Drejningen. Ved Broer med Midtertap kan og ved Broer med Kanttap maa der anbringes bevægelige Understøtninger ved Enden af Bagfløjen, saaledes at Basculeringen foregaa, idet disse Understøtninger fjernes. De kan være byggede analoge med de

i § 2 beskrevne bevægelige Understøtninger, idét det dog maa bemærkes, at Enden af Bagfløjen ved en basculeret Bro i Reglen skal kunne udføre en større Bevægelse end Enderne af en symmetrisk, dobbeltfløjet Bro.

Lægges Omdrejningstappen i Midtlinien, kan Basculeringen ogsaa fremkaldes ved at løfte Tappen — ved Skrue- eller Vandtryk — naar man opgiver at benytte Løbehjul i Basculeringsaksen til Støtte for Broen under Drejningen, og da kan efter Omstændighederne enten Brugen af andre bevægelige Understøtninger for Bagfløjen falde helt bort, eller deres Bevægelighed i alt Fald indskrænkes ret betydeligt. Som Eksempel paa en saadan Konstruktion kan anføres Drejebroerne ved Rensborg over Nordøstersøkana-len, to Jernbanebroer og en Vejbro. En af de første er skitseret i Fig 45. Broen indeholder en Forfløj paa ca. 60 m og en Bagfløj paa ca. 40 m Spændvidde og støttes i lukket Tilstand af faste Lejer paa Pillerne a, b og c, af hvilke b er Svingpillen, medens c ligger ca. 4 m indenfor Bagfløjens Ende.

Helt ude ved Enden bærer Bagfløjen ved hver Side et Hjul, for hvilke der er bygget en fra Endepillen d udgaaende cirkulær Bane med Svingpillens Akse som Centrum. I denne Akse er stillet en hydraulisk Cylinder, hvis Stempel danner Omdrejningstappen, og hvormed hele Broen løftes ca. 15 cm. Ved Belastning af Bagfløjen er det fælles Tyngdepunkt flyttet lidt ud i denne, saa Broen basculerer under Løftningen; den løftes af Understøtningerne a og b, men hviler paa Lejerne c, indtil Hjulene ved d ere sænkede ned paa deres Baner og ved videre Løftning overtager Belastningen fra c, saa Broen frigøres til Drejning og kan aabnes stadig hvilende paa tre Punkter. Da Broen er skæv, behøver den kun at drejes ca. 70°.

Ved Broer, der ere forsynede med hydraulisk Tap, er denne undertiden bleven indrettet til at løfte Brofløjen en Del højere end nødvendigt for at frigøre den til Drejning; derved vil man ofte kunne skaffe Smaafartøjer uden Mast og Pramme fri Passage uden at behøve at svinge Broen ud; den virker altsaa i slige Tilfælde som Klapbro.

Bevægemechanismen kan indrettes ganske paa samme Maade som ved dobbeltfløjede Broer med fast Tandkrans paa Pillen og Spil og Motor paa Brofløjen. Man er imidlertid ikke, som ved dobbeltfløjede Broer, bunden til en Diameter af Tandkransen lig eller kun lidt større end Broens Bredde, men kan frit udvide den til en Radius lig Bagfløjens Længde og foretage en dertil svarende Simplificering af Drejespillet ved Formindskelse af Udvekslingernes Antal.

Imidlertid kan man ogsaa benytte en Tandkrans med Kegletænder (meget stor Toppunktsvinkel) fæstet til Brofløjen af ^{en saa stor} ~~saa stor~~ Diameter, at mindst en kvart Cirkel (eller en Bue svarende til Broens Drejningsvinkel, som ved skæve Broer kan være mindre end 90°) kan faa Plads under Bagfløjen. Det tilhørende koniske Drev (med meget lille Toppunktsvinkel) har vandret Akse med faste Lejer paa Platformen og drives, eventuelt ved Udvekslinger, af en faststaaende Motor (Haandkraft, Damp-, Gas-, Elektrisk-, Vandsøjle- eller Turbinemaskine).

Endelig kan man, naar Broens Aabning og Lukning altid foregaar paa en bestemt Maade, erstatte Tandkrans og Drev med Kædetræk, der kan ordnes forskelligt. Til hver Side af Bagfløjen kan være fastgjort en Kæde, den ene til Aabning, den anden til Lukning; over Lederuller føres de hver til sin Side af Platformen og tilbage til et Spil med to Tromleakser, der kan drejes med et forskydeligt Drev, som vekselvis kan bringes til Indgribning med en af Tromleakserne, medens den anden er fri og kan affire sin Kæde (Fig. 46). Eller man kan under Broen, concentrisk med Tappen, anbringe en Tromle, hvortil Kæden fæstes paa Midten, eller en Kædeskive, i hvis Hakker Kædeleddene gribe ind, og saa aabne Broen ved Træk i den ene Kædepart og lukke den ved Træk i den anden. Dette Træk kan udøves ved Opvikling af Kæden paa en Spilbom, der drives af en hvilken som helst Motor, eller ved en hydraulisk Cylinder, hvis Stempel bærer en Kædeskive, hvorover Kæden løber, medens dens Ende er fæstet til Cylinderen (Fig. 47). Til en hydraulisk Drejemekanisme

hører to saadanne Cylindre, en til Aabning og en til Lukning, der altsaa vekselvis er i Arbejde. De monteres sædvanlig parallelt med hinanden i en Fordybning i Platformen.

Drejepillen for en enkeltfløjet Drejebro skal, som alt bemærket, indeholde en Platform, der afgiver Understøtning for Tappen, for Banerne, for Støttehjulene og for Bevægemechanismen. Da Tapfordelingen er meget ulige, vil Fundamenterne for Platformens forskellige Dele ofte blive ført ned til forskellige Dybder, og det er i det hele taget kun ved nogenlunde smaa Broer med korte Bagfløje, at Platformen fremtræder som et sammenhængende Bygningssværk, der da i Reglen begrænses ved en Ringmur, for saa vidt Brobanens Højde svarer til Højden af det omgivende Terrain. Tidligere benyttedes denne Ringmur til at sikre Broen mod Tipning ved en tilfældig Overbelastning af Forfløjen under Drejningen; en stærk Tap paa Enden af Bagfløjen griber ind og bevæger sig i en vandret udhugget Rille i Ringmuren. Er Broen indrettet til Basculering, gøres Rillen vertikal paa det Sted, hvor Tappen befinder sig under Basculeringen. Denne Sikring har næppe saa stor Betydning ved moderne Jernbroer, hvis større Totalvægt i sig selv byder Sikkerhed mod tilfældig Overbelastning under Drejningen.

§ 4. Dobbelte Drejebroer.

I Slutningen af § 1 er det omtalt, at en dobbelt Drejebro bestaar af to enkeltfløjede Broer, der tilsammen dækker over et Skibsløb, idet Forfløjene støder sammen midt over Løbet, og hertil er egentlig kun at føje en Redegørelse for Fremgangsmaaden ved at skaffe de frie Ender Understøtning, saa at ikke en tilfældig stor Belastning af Forfløjen kan faa vedkommende Brohalvdel til at vippe. En saadan Understøtning kan tilvejebringes ved Stivere under Broen, saaledes som beskrevet ved enkeltfløjede Broer (se Fig. 41), og hver Brohalvdel for sig maa altsaa indrettes til at basculere. Det er imidlertid simplere at undvære disse Stivere og i Stedet lade Forfløjene stemme

mod hinanden ligesom Broklapper, naar Broen er lukket; og naar den skal aabnes, tvinges begge Brofløje til at basculere samtidig og frigøres derved for hinanden. Idet Fløjene stemmer mod hinanden, opstaar der — ligesom ved Klapbroer — et Horisontaltryk, som vilde paavirke Omdrejningstappen meget uheldigt, hvis man ikke befriede den derfor ved at overføre det direkte til Pillerne. Dette kunde tænkes at ske ved Hjælp af de bevægelige Understøtninger under Bagfløjen eller rettere ved ~~at~~ ^{der af} ~~anbringe~~ særlige Understøtninger for vandrette Kræfter ved Enden af Bagfløjen, enten Kiler med lodret Bevægelse eller vandrette Skruer, der kan spændes imod Platformens Ringmur, og saaledes vil man være nødt til at gaa frem ved Broer med Kanttap. Anvendes derimod Midtertap, som altsaa maa trækkes den halve Brobredde tilbage fra Pillens Kant, kan Dragerne formes saaledes, at de stemme mod Støbejerns Lejer, indmurede i Pillens Forkant, naar Broen er lukket, men hæves op fra disse Lejer ved Basculeringen (Fig. 48), og da behøves kun sædvanlige bevægelige Lejer under Bagfløjens Ender til Løftning af disse. Højden af Understøtningerne paa Pillekanten og Bagfløjens Løftning maa helst afpasses saaledes, at Tappen netop aflastes samtidig med, at Forfløjene stemme mod hinanden; de bevægelige Understøtninger under Bagfløjen kan have enhver af de tidligere beskrevne Former (Skrue, Kile, Ekscentrik), der tillader nogenlunde stor Bevægelse. Imidlertid kan man sikkert ogsaa tilvejebringe Basculeringen ved at løfte Brofløjene paa hydrauliske Tapper og dermed helt undvære eller dog indskrænke Bevægeligheden for Bagfløjens Tapper.

Kap. III. Løftebroer.

Ved Løftebroer udføres Bevægelsen af Brobanen, som Navnet antyder, i lodret Retning. Skibsløbet frigøres ikke helt for den overdækkende Bro; men ved dens Løftning tilvejebringes en tilstrækkelig stor fri Højde under Broen, til at Skibsfarten kan foregaa. Disse Broer, der i det hele kun har en ringe Udbredelse, har især fundet Anvendelse ved Kanaler, hvor Skibsfarten foregaaer med Pramme, der ikke kræver stor Højde under Broen, saa Løftehøjden bliver ret lille.

Ved disse Broers Konstruktion har man fulgt to forskellige Principper. Ved det første anbringes de bærende Hoveddragere paa faste Understøtninger i tilstrækkelig Højde over Vandspejlet til, at Sejladsen kan foregaa under dem, medens Brobanen ved sine Tværbjælker ophænges i Stænger eller Kæder under Hoveddragerne paa en saadan Maade, at den kan hejses til Vejrs, naar et Skib skal passere. De højtliggende Hoveddragere maa afstives indbyrdes mod Vindtryk, og i den bevægelige Brobane maa indlægges en stærk Vindgitterbjælke, der kan optage Vindtrykket paa Brobanen og den tilfældige Belastning, medens Brobanens Lejer maa indrettes specielt paa vandret Reaktion. Fra Brobanens Tværbjælker maa føres dels Ophejsningskæder, dels Kontravægtkæder op over Tromler og Skiver paa Hoveddragerne, der tillige kan bære Ophejsningspillerne og en Gangbro, som naas ad en Trappe, saa Broen altid er passabel for Fodgængere. Det er ikke let at give en saadan Bro den fornødne Sidestivhed, saa denne Konstruktion er ikke meget udbredt; dog findes enkelte vellykkede Konstruktioner, endog for Jernbanebroer i Amerika og Indien.

Ophejsningspillerne (Rettet: W. Chr.)

Der er vist aldrig lavet Konstruktion paa denne
Udgave

Efter det andet Princip konstrueres Broen som en almindelig Bjælkebro, der i Stedet for at hvile paa faste Understøtninger er ophængt i Kæder, hvormed Broen kan løftes. 2

Kæder kan være anbragt direkte i Hoveddragerne og føres op over Skiver ophængte paa Piller af Murværk eller Jern ved begge Ender af Broen; undertiden forbindes saadanne Jerntaarne ved en Tværafstivning tværs over Sejlløbet (altsaa parallelt med Broaksen) i tilstrækkelig Højde. Eller ogsaa er der fæstet nedadvendende Styresøjler til Dragerne, og Kæderne fæstes til Enderne af disse Søjler og føres op til et Spil anbragt i almindelig Brohøjde. I begge Tilfælde maa Dragernes Spændvidde være rigelig stor i Forhold til den frie Sejlaabning for at faa Plads til Understøtningerne for Kædeskiverne. Konstruktionen af disse Broer maa være saa let som muligt. I ældre Tider byggedes de af Træ og kontrabalanceredes, og Løftningen udførtes ved et Haandspil ved hver Ende af Broen. I de sidst byggede Broer er anvendt Jern til Konstruktionen og samtidig flere Steder indført hydraulisk Tryk som Bevægskraft. Indretningen kan være forskellig. Ved smaa Løttebroer anbringes et hydraulisk Stempel ved hvert Hjørne med Bevægelse saa stor som Løftehøjden (Fig. 49) og alle fire forbundne med Trykledninger — under Skibsløbet — og drevne fra en Maskinstation med Trykpumper og Akkumulator. Til Styling bygges Piller ved alle fire Hjør- H
saa højt op over Broens laveste Stilling, som Løftehøjden nerv
andrager, og i hvert Hjørne er fastgjort to lodrette Tand- (Billet; Wlhr.)
stænger. Langs Enderne og de lange Sider af Brobanen føres fire Akser, der i begge Ender er forsynede med Drev, som gribe ind i Hjørnepillernes Tandstænger (Fig. 50). Da Drevene to og to sidde paa samme Akse og altsaa maa dreje sig lige meget, indser man let, at en regelmæssig Løftning af Broen dermed er sikret.

Hydraulisk Bevægskraft vilde ogsaa kunne bruges ved Løttebroer tor saa stor Højde, som kræves for Passage af Skibe med faste Master. Ved hver Ende af Broen skulde da opføres to for Afstivningens Skyld med hinanden for-

bundne Taarne, der dels afgiver Plads for Kontravægte, hvormed Broen omtrent afbalanceres, dels for Bevægeme-kanismen. Denne skulde indrettes som en almindelig hy-draulisk Elevator. Bevægelsen overføres til Broen ved Hjælp af Staaltraadstove, der føres flere Gange op og ned over Skiver, anbragte dels paa den opadvendende Ende af det hydrauliske Stempel, dels ved Foden af Pressecylinde-ren (Fig. 51), saa en lille Bevægelse af Stemplet fremkal-der f. Eks. den 8-dobbelte Bevægelse i Løberne, hvori Broen er ophængt. Bevægelsen vilde som ved Elevator foregaa temmelig hastigt, og for at forebygge Ulykkestil-fælde maatte hvert af de fire Ophejsningsapparater forsy-nes med automatisk virkende Bremsen. *pt*

I Chicago er i 1894 fuldført en Løbebro af 130 ft. Spændvidde og en Løftehøjde af ca. 140 ft. Ved hver Ende af Broen er opført to Jerntaarne, der foroven er forbundne, dels indbyrdes, dels med Taarnene ved den anden Ende af Broen ved Hjælp af stærke Gitterbjælker. Den bevægelige Brobane er fuldstændig kontrabalanceret ved 4 Vægte, som ved 4 cm Staaltraadstove, der løbe over Skiver paa Toppen af Taarnene, er forbundne med Hoveddragernes Ender. Til disse er ligeledes fæstet 2,8 cm Staaltraadstove til Ophejsning. Denne sker ved en Dampmaskine, der er opstillet ved den ene Ende af Broen og drejer en Tromle, hvorpaa Tovene vikles op. Paa Grund af den fuldstændige Kontrabalancering maa Broens Nedfiring ske ved Ophejsning af Kontravægtene; de fire Ophejsningstove føres derfor fra Drivtromlerne tilbage til de respektive Kontravægte, saaledes at disses Ophejsnings-tove vikles af Tromlerne samtidig med, at Brotovene vik-les op og omvendt. Systemet af Traadtovene er skitseret i Fig. 52, der viser Kontrabalanceringstovene med stiplede og Ophejsningstovene med punkterede Linier. *Se fig. 52*

Ophejsning og Nedfiring foregaa med en Hastighed af 3 à 4 ft pr. Sek. Bevægelsen kan i begge Retninger stand-ses ved hydrauliske Stødpuder, og i de fire Hjørner af Broen er anbragt automatisk virkende Nødbremsen.

I enkelte Tilfælde har Ophejningsmaskineriet svigtet, saa Broen har klemt sig fast, og da Konstruktionen ikke er billig, vil den næppe blive efterlignet.

I et enkelt Tilfælde — en Bro over en Pramkanal i Hamborgs Havn — hvor den nødvendige Løftehøjde kun var lille, har man indskrænket sig til at løfte den ene Ende af Broen ved Hjælp af hydrauliske Stempler, medens den anden Ende bæres af faste Vuggelejer, der danne Omdrejningsakse for den begrænsede Bevægelse af Broen. Denne er altsaa en Mellemting mellem en Løftebro og en Klapbro. Endelig skal henvises til „Hissen“ i Stockholm, en Personelevator, der forbinder det lavtliggende Havnekvarter med en letbygget Gangbro, som fører ind til Gader i den højtliggende Del af Byen.

L. N. Petersen

Kathrinbergshissen

Hälsan i Kalmarsund

Kap. IV. Skydebroer.

Ved en Skydebro forstaas en Bro med bevægelig Brobane, der hviler paa Ruller eller Hjul og kan forskydes efter sin Længderetning eller tværs paa samme, saaledes at det Løb, hvorover den bevægelige Brobane spænder, derved aabnes for Sejladsen. Den bevægelige Brobane rækker saa langt ind over sin ene Understøtning og er belastet saaledes paa den overdækkende Del, at Broens Tyngdepunkt ligger inde over Understøtningen, naar selve Broen er ubelastet. Paa Understøtningen anbringes da Spor, hvorpaa Broen kan køre paa Hjul, eller der lægges Spor under Brobanen og tilsvarende Rækker af Hjul paa Pillens Platform, saa Broen kan skydes saa langt til Siden, at Løbet bliver frit.

Naar Broen er lukket, støttes dens frie Ende paa den modsatte Pille ved bevægelige Understøtninger.

Ved skæve Broer kan Forskydningen foregaa vinkelret paa Broens Længderetning, som vist i Fig. 53. Sporene, hvorpaa Broen ruller, lægges da paa en Platform paa Landpillen saa meget lavere end Brobanen, at den nødvendige Konstruktionshøjde faas for Hoved- og Tværdragere med Brobane og Hjul.

Ved lige Broer kunde man efterligne den for skæve Broer naturlige Ordning ved at forskyde Broen til Siden under en skæv Vinkel (Fig. 54). Skydebroens Bagende maatte da være skraat afskaaren ved en Linie parallel med Bevægelsesretningen. Man plejer imidlertid ved lige Broer at forskyde den bevægelige Del efter sin Længderetning og kan da enten lade den glide under eller over en tilstødende fast Brobane. I første Tilfælde (Fig. 55) ligger Vanskeligheden i at faa den faste Brobane saa lav som

muligt, medens det i andet Tilfælde (Fig. 56 og 57) er Brobanen paa den bevægelig^{de} Del, hvis Konstruktionshøjde skal indskrænkes til et Minimum. Ved begge Konstruktioner vil der nemlig, hvis Broen skal være en simpel Skydebro, fremkomme et Trin mellem den bevægelige og den faste Brobane af Højde lig Tykkelsen af den øverst liggende af disse. For Kørende maa dette Trin mildnes enten ved Tilskærping af den øverste Brobane eller ved til denne at føje en Klap, der kan slaas ned som Skraaplan for Vognene, naar Broen er lukket, og lægges tilbage paa den bevægelige Brofløj, naar Broen aabnes. I begge Tilfælde bliver der et slemt Optræk, der selvfølgelig bør gøres saa lille som muligt. Det er imidlertid som Regel lettest at lade den bevægelige Brobane glide ovenpaa den faste, bl. a. fordi Spørgsmaalet om Anbringelse af Rækværk paa den bevægelige Bro da slet ikke volder Vanskelighed. Den bevægelige Bro kan saaledes paa hver Side have en Parallelgitterdrager, ^{andredes} forbundne mellem Underflangerne ved de lavest mulige Tværbjælker af Jern, mellem hvis Flanger indskydes enten Træbjælker eller Jernbjælker, der bærer et Plankedæk (Fig. 58). Til Hoveddragerne kan nittes Konsoller med nedadvendende Lejer for Hjul, der kører paa Skinner paa den faste Brobane, helst to Skinner for hver Hoveddrager. Mindst et Hjul paa hver Side af Broen og af hvert Hjulsæt bør have Styrekranse, medens de andre Hjul kan have svag konveks Køreflade og flade Skinner.

Bevægelsen kan ved ganske smaa Broer iværksættes ved direkte Træk med Haanden. Ved noget større Broer anbringes paa langs under Brobanen en Tandstang, hvori indgriber et Drev, der bevæges af et ved Siden af Broen opstillet Spil.

Af denne Art Broer er bygget flere, f. Eks. i Holland, for smaa Spændvidder og let Færdsel.

Saa vel naar Broens Bredde er stor, som naar den skal bære tung Færdsel, kræves nogenlunde stor Konstruktionshøjde for Brobanens Tværbjælker, og Vanskeligheden ved at undgaa et til den nødvendige større Konstruktionshøjde

svarende Trin mellem den bevægede og den faste Brobane kunde da, som før bemærket, løses ved at forskyde den bevægelige Brodel skraat til Siden, men Bevægelsen bliver temmelig lang og fordrer stor Plads ved Siden af Broen. Bedre i saa Henseende vilde det være at fastholde Bevægelsen i Længderetningen for Brofløjen, som dækker over Skibsløbet, og saa indenfor denne (i Fig. 59 mrk. A) anbringe en anden bevægelig Del B af Længde lig Sejlløbets Vidde, og som kan skydes til Side og derved give Plads, saa A kan trækkes tilbage. Ingen af disse Fremgangsmaader har dog vundet Udbredelse; men man har ved moderne Skydebroer omgaaet Vanskeligheden ved at foretage en Løftning af den bevægelige Brofløj, inden den rulles tilbage. Denne Løftning kan nu til Dags let iværksættes ved Vandtryk. Under Brofløjens Tyngdepunkt anbringes en lodret hydraulisk Cylinder, hvis Stempel bærer en stærk Tværbjælke med to Ruller ved hver Ende. Korresponderende med disse Ruller er paa hver Side fæstet en Skinne under Broen (Fig. 60). I lukket Tilstand hviler Broen paa faste Lejer i begge Ender og ved Pillekanten; naar den skal aabnes, løftes den første hvilende paa den omtalte Tværbjælkes Ruller og kan nu skydes tilbage over et System af Ruller paa den tilstødende faste Vejbane. Under Enderne af Tværbjælken, hvorved Broen løftes, indskydes i Reglen særlige Understøtninger, før Broen rulles tilbage, saa den ikke behøver at hvile paa Pressestemplet under Forskydningen.

Hvor hydraulisk Kraft anvendes til Løftningen, bruges den i Reglen ogsaa ved Forskydningen. Denne kan f. Eks. foregaa ved Træk i en Kæde eller Traadtov fæstet til Enden af Broen og ført over en flerskaaren hydraulisk Taille med liggende Cylinder, saaledes at der bruges en Cylinder til Aabning og en anden til Lukning af Broen.

Rullet
Wchn.

Kap. V. Pontonbroer.

Naar kostbar Fundering vanskeliggør Bygningen af en fast Bro, hjælper man sig ofte med en Bro paa svømmende Understøtninger, Pontoner, i Reglen af Form som fladbundede Fartøjer, der lægges for Anker tværs over Fandtet og bærer Brooverbygningen.

Ligeledes hvor Isgangen er saa stærk, at den vilde blive farlig for en billigt bygget fast Bro, kan man anvende en Pontonbro, ikke fordi denne har større Modstandsevne overfor Isgang, tværtimod, men fordi man enten kan tage Broen ind om Vinteren eller lade det komme an paa, om Isen vil sprænge den, i hvilket Tilfælde man dog sjældent faar total Ødelæggelse som ved en fast Bro, men nøjes med mindre Skade paa Pontoner og Overbygning og Tab af en Del Fortøjninger.

Ogsaa som Interimsbroer spiller Pontonbroer en vis Rolle, navnlig som militære Broer, da Brobane og Pontoner let indrettes saaledes, at de hurtigt kan samles og adskilles og let transporteres fra Sted til Sted. Bygningen af Pontonbroer har været kendt fra den første Historieskrivnings Dage, jvfr. Herodot om Xerxes's Overgang over Hellespont.

I sin almindelige Form er en Ponton et fladbundet i begge Ender tilspidset Fartøj bygget af Træ eller Pladejern (Fig. 61). Anvendes Træ, indgaar i Fartøjet Spanter byggede af tre Stykker Rettømmer, en Bundstok og to Oplæggere, der tappes i Bundstokken og ved hvert andet eller tredje Spant desuden forbindes med den ved fastboltede Knæ af krumtvokset Tømmer. Endelig maa Bundstokkene nærmest Enderne af Pontonen forbindes med et langsløbende Stykke Tømmer — et Kølsvin — hvori Stævne- nene kan tappes og fæstes ved Knæ (Fig. 62).

fagets Endepontoner, og Bjælkerne i de forskellige Fag forsættes for hinanden (Fig. 63). Hvis de derimod hviler paa Tværbjælker — svarende til Kragbjælker — kan de stødes midt over Endepontonen og ligge i Forlængelse af hinanden i de forskellige Fag.

I Almindelighed faar sammenstødende Brofag fælles Endeponton, men undertiden faar hvert Fag sine særlige Endepontoner, og Bjælkerne rage da ud over Pontonerne og tappes ind i en Tværbjælke, der ligger tæt op til Tværbjælken i det tilstødende Fag. Der kommer da altid to Pontoner tæt sammen, hvor Brofagene støde til hinanden.

Dækket bestaar af et enkelt Lag 10 à 12 cm Planker, hvile løst ovenpaa Strækbjælkerne og fastholdes af et over den yderste Bjælke gennemgaaende Stykke Hel- eller Halvtømmer, som spændes fast ved en Jernbøjle og Trækiler (Fig. 64). Rækværksceptrene fæstes i det gennemløbende Stykke Tømmer.

Da Pontonbroens Brobane oftest kun ligger nogle faa Fod over Vandspejlet, skal den i Reglen ved Tilslutning til Land føres op i større Højde end den sædvanlige. Hvis Vandstanden er uforanderlig, kan det ske ved en fast Træbro med hældende Brobane eller ved Pontoner forsynede med en Galge, hvorved Stræktømmerne løftes op over Rælingen. Skifter Vandstanden derimod, maa Forbindelsen tilvejebringes ved en Klap, der med sin ene Ende hviler paa et fast Pæleaag, hvorfra en Forbindelse til Land, med sin anden Ende derimod paa den første Ponton. Til den faste Understøtning er Klappen fæstet ved Hængsler, medens den glider frit paa Pontonen.

Klappens Stigning maa ikke overstige $\frac{1}{12}$, og ved store Vandstandsforandringer kan det blive nødvendigt at tilvejebringe Mellemanderstøtninger af Pontoner, der bærer Klappens Bjælker ved Hjælp af Galger, hvori er ophængt en stærk Tværbjælke, der kan hæves og sænkes ved Hjælp af Skruer. Klappen maa da helst bygges leddet, da man ikke kan betjene Skruerne saa regelmæssigt og kontinuerligt, som Vandstandsændringen foregaar.

2.

der
(rebet, W. Chr.)

Er der Sejlads paa Farvandet, kan man let aabne et Skibsløb ved at forhale et eller flere af Pontonbroens Led. Broens Aabning foregaar lettest, naar det kun er et enkelt Led, som skal være bevægeligt, og for at opnaa en større Bredde af Skibsløbet overdækker man det ofte med en paa to Pontoner hvilende Bro med Hoveddragere af Jern og Tværbjælker som en almindelig Bro. Brobanen kan række ud over begge bærende Pontoner og ved den ene Ende være afskaaret vinkelret paa Længderetningen og fæstet til den tilstødende faste Pontonbro ved en lodret Omdrejningstap i det ene Hjørne, medens den anden Ende af Brobanen er afskaaret efter en Cirkelbue med Tappen som Centrum. Aabningen kan ske ved et Spil anbragt i den udsvingende Ende, hvormed hales ind paa en Kæde, der er fæstet til en Bøje eller duc d'Alber tværs for Omdrejningspunktet. Lukningen kan f. Eks. ske ved en Kæde, der gaar fra den udsvingende Ende af det bevægelige Led til den dertil stødende Ende af den faste Pontonbro, og som slægges af, saa den ligger paa Bunden af Sejlløbet, medens Fartøjet passerer.

Undertiden kan Lejet for Drejefløjens Tap fæstes paa samme Ponton, som bærer Enden af den tilstødende faste Pontonbro, saa at man kun behøver een særlig Ponton for Drejefløjen. Tappen maa da sidde i Midtlinien, og Fællepontonens Bredde maalt i Broens Længderetning — skæve Pontonbroer kan forekomme — maa være saa meget større ene Bredden af Drejefløjen, at dennes Ende kan afskæres efter en Cirkelbue med Radius lidt større end Brobanens Bredde uden at række udenfor Pontonens modsatte Side, der skal bære den faste Brobane. Den frie Ende af Drejefløjen maa helst fæstes til sin Ponton drejelig om en lodret Tap i Midtlinien, fordi den udsvingende Ponton saa nogenlunde kan bevare sin oprindelige Retning og hverken behøver at drejes tværs for Strømretningen eller delvis at spærre Skibsløbet (Fig. 65).

Ved faste Interimsbroer, der bygges over et Farvand med Sejlads, kan man ofte ved Hjælp af Pontoner gøre en Fløj af Brobanen bevægelig. Pontonerne skal kun bære

Brobanen, naar den aabnes, medens den i lukket Tilstand hviler paa faste Understøtninger. Under den bevægelige Brofløjs Bjælker fæstes Kiler, og de to Pontoner, der bære den — en ved hver Ende — har tilsvarende Skraaplaner, hvorpaa Kilerne kan glide (Fig. 66), saa man ved Forhaling af Pontonerne kan løfte den bevægelige Brobane fra de faste Understøtninger og svinge den ud til Siden. Som Pontoner vil man ofte i slige Tilfælde kunne anvende f. Eks. gamle Dampkedler.

Kap. VI. Færger og Færgebroer.

Hvor Færdselen endnu ikke er saa stor, at det kan betale sig at bygge en Bro eller Farvandet saa bredt og Skibstrafikken saa stor, at en Bro vilde blive for kostbar eller til for stor Gene for Skibsfarten, der maa man hjælpe sig med Færger til at besørge Overfarten.

Færgens Indretning er forskellig efter Trafikken. For Persontrafik alene kan benyttes almindelige Baade, Ro-, Sejl- eller Dampbaade efter Trafikkens Størrelse og Sejladsens Længde, for Vogne fladbundede Pramme af rektangulær Form, hvis indvendige Bundklædning stiger jævnt op til Enderælingen, saa en Vogn kan køre ned i Prammen, naar den lægger med Enden til Land enten til en fast Bro, hvis Vandstanden er uforanderlig, eller til en Klap, der kan hæves og sænkes efter Vandstanden. Er Trafikken meget stor, bygges Færgen med Dæk og saa stor, at flere Vogne paa en Gang kan holde paa Dækket.

Smaa Færger kan indrettes som Trækfærger, der hales over Vandet ved Hjælp af et Tov, der ligger langs Bunden og føres op over to Blokke i Kanten af Færgen. Saadanne Trækfærger anvendes endnu flere Steder her i Landet til Forbindelse over smalle Sunde. Er der stærk Strøm, kan man bruge Strømmen til at føre Færgen over. Der spændes da et Staaltraadstov over Vandet fra Bred til Bred, og paa dette løber to Blokke, en ved Forenden og en ved Agterenden af Færgen og forbundne med denne ved Fangelinier. Den bageste Fangelinie slægges af, saa Færgen kommer til at indtage en skraa Stilling til Strømmen (Fig. 67), der da vil føre den over. Saadanne Færger har været meget almindelige i mindre Floder, hvor der ikke var Sejlads af Fartøjer med høje Master, som kunde gøres af den udspændte Linie.

Større Færger bevæges i Reglen med Damp, enten som Trækfærger, idet der over Farvandet er udlagt en Kæde, som føres i en Bugt om en Kædeskive, der drejes rundt af Færgens Maskine, eller som selvstændige Dampskibe med Hjul eller Skruer. I Byer byggede paa begge Sider af store Floder med livlig Skibstrafik spille saadanne Færger en meget stor Rolle for den almindelige Færdsel.

Ogsaa i Jernbanens Tjeneste har Færger efterhaanden faaet stor Betydning til Overførelse af Godsvogne, da man derved undgaar det med Omladningen forbundne Tidstab. Færgerne bære da paa Dækket et eller to Jernbanespor, hvorpaa der kan stilles Vogne.

Naar Vandstandsforandringerne ikke er for store, tilvejebringes Forbindeisen med Land i Reglen ved en Færgelap anbragt i Bunden af et med elastiske Indfatninger forsynet Færgeleje (Fig. 68). Indfatningerne passe nøjagtigt efter Formen af Forskibet og kan bestaa enten af tætstaaende rammede tykke Planker forbundne ved dobbelte Tvinger over Vandet — den sædvanlige amerikanske Konstruktion — eller af spredte Pæle forsynede med Hammer og Vandlist og anbragt foran en Kajmur, Bolværk eller aaben Pælebro og støttet mod denne ved elastiske Puffer. I Bunden af Lejet findes Klappen, bestaaende af to Jerndragere med Tværforbindelser. Den bærer et Spor og kan drejes om en ved den inderste Ende anbragt vandret Akse, medens yderste Ende er ophængt ved Kæder og afbalanceret ved Kontravægte. Paa det Sted, hvor Kæderne skal fæstes, er Tværforbindelsen mellem Klappens Dragere forlænget til begge Sider, og Kæderne befæstede til Enderne af denne Tværdrager, saa der bliver det nødvendige Profil mellem dem. Kæderne føres op over Skiver anbragte enten i en Galge, der spænder tværs over Enden af Klappen eller i særskilte smaa Skure et paa hver Side af Klappen, hvori der tillige findes et Haandspil til Klappens Bevægelse. Kæderne er almindelige Vaucanson-Kæder og Bevægelsen overføres til dem af en Kædeskive, der drejes af Spillet. Afbalanceringen vedrører kun den ubelastede Klap, da den under Vognbelastning alfid er understøttet paa Færgen.

Alle tre, op til 8
4: hver
Elev.
(Tilføje
ved W. Chr.)

afbalanceret

~~for afbalancering af alle de
indbyrdes modvirkende kræfter~~

Den frie Ende af Klappen er forsynet med en nedadvendende Tap, der passer ind i et Hul i Færgen, hvormed Forbindelsen mellem Klap og Færge sikres, naar Klappen er sænket.

*Hjerte-
(Reklut, W. Ch.)*

I Almindelighed har Klappen kun et Spor, og hvis Færgen har to, ligger Sporskiftet helt paa Færgen med Tungespidsen lidt indenfor Enden. Der er imidlertid intet i Vejen for at gøre Klappen saa bred, at Sporskiftet kan lægges ind over den, saa Tungen ligger paa det faste Land og Hjørnestykket paa Færgen lidt indenfor Kanten, man vinder derved Plads til flere Vogne paa Færgen eller faar større Radius for Sporenes Kurver.

Vil man benytte tunge Lokomotiver til at sætte Vogne ud paa Færgen eller trække dem ind, indskydes en lang leddet Færgevogn mellem Lokomotivet og Vognene, saa Lokomotivet slet ikke kommer paa Klappen. Bruges derimod smaa Rangerlokomotiver, er der intet i Vejen for at lade dem løbe direkte ud paa Færgen, naar da ikke Vandstanden er saa lav, at Klappen kommer til at staa for stejlt, idet Færgens inderste Ende trykkes ned af Lokomotivet.

En ganske lignende Konstruktion af Færgeklapper (kun af Træ) benyttes ved de fleste amerikanske Færger for den almindelige Vogntrafik.

Hvor Vandstandsforandringerne er meget store kan en Klap ikke benyttes som Forbindelse mellem Færge og Land, uden at Klappen faar meget stor Længde og altsaa bliver kostbar at bygge og tung at manøvrere. Man har da enkelte Steder erstattet den med en Løftebro, bygget som en af 4 lodrette Søjler styret Elevator, der føres ned i Højde med Færgens Dæk, hvorefter Færgevognene en for en skydes ned paa Elevatoren og løftes op til det højtliggende Spor, som fører ind i Land. Overførelsen af Vogne fra Færge til Land eller omvendt tager saaledes betydelig mere Tid, hvor man er nødt til at bruge en Løftebro i Stedet for en Klap. Over denne kan nemlig et helt Vogntog saa langt som Færgens nyttige Spor skydes ud paa en Gang.

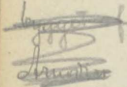
I Stedet for en Elevator har man ved store Vandstandsforandringer ogsaa benyttet en Bedding anlagt med temmeligt stærkt Fald paa Færgens Anlægsplads af saa stor Længde, at den gaar tilstrækkeligt op over højeste og ned under laveste Vandstand, og forsynet med Spor, saa en kiledannet Færgevogn med vandret Overflade til Optagelse af Jernbanevogne kan køre paa den. Eftersom Vandstanden skifter, fires Færgevognen et kortere eller længere Stykke ned ad Beddingen, saa Færgen med Enden kan lægges direkte til den og Vognene overføres (Fig. 69). Færgevognen hales derefter atter op til det faste Tilslutningsspor i Land.

Da Færgefart er intermitterende, kan den vanskelig fuldt erstatte en Bro for den almindelige Færdsel, selv om man regner med en bevægelig Bro, som nu og da ~~na~~ spærres af Hensyn til Skibsfarten. Kan Færgens Hastighed end ved Brug af Dampskibe blive stor i Forhold til Fodgængeres og almindelige Fragtvognes — i Forhold til Jernbanetogs Hastighed bliver den altid lille — vil Op- holdene ved Færgelejets Anløbning og ved Ind- og Udskibningen altid blive nogenlunde store, og desto føleligere og kortere hele Overfarten er. Anlægsudgifterne ved Færgelejer og Færger og for en stor Del Driftsudgifterne vil blive de samme, enten Overfarten er lang eller kort; der stiller sig derfor i Reglen saaledes, at Etableringen af Dampfærgefart for store Afstande er den bedste Løsning, medens den for smaa Afstande bliver dyr og lidet tilfredsstillende i Sammenligning med en Bro, naar Hensyn tages til Trafikken over Vandet, om end maaske særdeles tilfredsstillende, naar alene tages Hensyn til Trafikken paa Vandet, der næppe kan generes af Færgefarten.

En højtliggende fast Bro, der tillader Skibsfart under sig, vil kræve særlige Terrainforhold, specielt høje Bredder, for at blive bekvem for den almindelige Færdsel. Ligger derimod de Bydele eller Færdselsveje, som Broen skal forbinde, lavt, saa vil en højtliggende fast Bro kræve store Rampeanlæg, der er generende baade paa Grund af Stigningen og Omvejen, som maa tilbagelægges for at naa til

NB
relativ af
velbr.

Ramperne, og Færdselen over Broen kan da let blive tjent med en bevægelig Bro. Denne kan maaske baade blive dyr og generende for Skibsfarten, men meget kan i saa Henseende gøres ved at vælge den efter Forholdene bedst passende Type af bevægelige Broer. Dette Spørgsmaal, Overførelse af en betydelig Trafik ^{over} og et stærkt befærdet Farvand, kan da ofte være overordentlig vanskeligt at løse tilfredsstillende.

 En ret ejendommelig Løsning er fundet ved et Anlæg, en saakaldet Hængefærbro, der i 1894 aabnedes for Færdselen, ved Bilbao. Overfarten besørges af en Færge, der imidlertid ikke sejler paa Vandet, men kører paa en Bro, hvorved opnaas større Hastighed og mindre Tidsspil ved Afgang og Ankomst. Broen — i dette Tilfælde en Hængebro med Afstivningsbjælke paa Jerntaarne — har sin Brobane liggende saa højt over Vandet — ca. 70 m — at de største Skibe kan sejle under den. Brobanen bærer en Skinnevej, hvorpaa en Ramme, som hænger i sine Hjul under Broen, kan køre. I denne Ramme er saa atter Færgen ophængt ved lange Staaltraadstove, en lille Brokonstruktion bestaaende af Bjælkenet med Dæk og enten aaben, stor forsynet med Rækværker langs Siderne, eller lukket med Glasvægge og Tag, eftersom den skal betjene Vognfærdsel alene eller Persontrafik (Fig. 70). Ved passende Krydsning af Ophængningstovene saavel i Længdesnit som i Tværsnit, kan Konstruktionen gøres nogenlunde stiv mod Vindtryk. Vognen, hvori Færgen hænger, kan bevæges ved Traadtræk, som en Kabelbane, eller ved et Spil med et Drev indgribende i en Tandstang langs Broen eller mulig blot som Adhæsiionslokomotiv ved Hjulenets Friktion mod Skinnerne. Drivkraften kan i første Tilfælde være en Dampmaskine i en Maskinstation ved en af Broens Ender, i andre Tilfælde Haandkraft eller bedre Elektromotor med Kontaktrulle til en elektrisk Ledning langs Brobanen. Saavel ved Kabeldrift som Elektricitet kan Manipuleringen let henlægges til selve Færgen, hvorfra man bedst kan foretage Hastighedsændringer og Standsninger, der kan blive nødvendige for at undgaa Sammen-

stød med Skibe, ved begge Arter af Drivkraft kan opnaas temmelig stor Hastighed, saa Overfarten kan foregaa hyppigt. Større Trafik kunde besørges ved at gøre Broen dobbeltsporet.

Brokonstruktionen kan blive temmelig let, da Belastningen er stærkt begrænset, og man ikke behøver at regne med de ogsaa ved en almindelig Bro sjældent forekommende Totalbelastninger.

Ved Valget af Dragerform er man selvfølgelig ikke indskrænket til Hængebrodrageren, men kan anvende enhver anden Konstruktion, der maatte passe bedre.

I de senere Aar er saadanne Hængefærbroer udført flere Steder, saavel for almindelig Trafik som til Jernbaneanlæg og har ogsaa været foreslaaet her i Landet, dels som Erstatning for en fast Vejbro over den nordlige Del af Københavns Havn, dels som Led i en Jernbaneforbindelse over Taasinge til Langeland.

Td

rebet vcher.

INDHOLD

	Side
Kap. I: <i>Klapbroer.</i>	
§ 1. Oversigt over de forskellige Konstruktioner	3
§ 2. Bevægemeکانismen	11
§ 3. Konstruktionen	13
Kap. II: <i>Drejebroer.</i>	
§ 1. Forskellige Former af Drejebroer	19
§ 2. Drejebroer med dobbelt Fløj	22
§ 3. Drejebroer med enkelt Fløj	27
§ 4. Dobbelte Drejebroer	32
Kap. III: <i>Løftebroer</i>	34
Kap. IV: <i>Skydebroer</i>	38
Kap. V: <i>Pontonbroer</i>	41
Kap. VI: <i>Færger og Færgebroer</i>	46

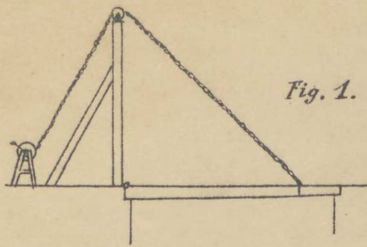


Fig. 1.

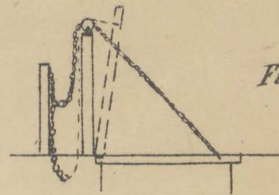


Fig. 2.

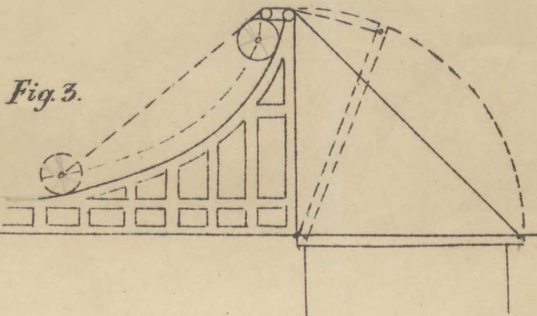


Fig. 3.

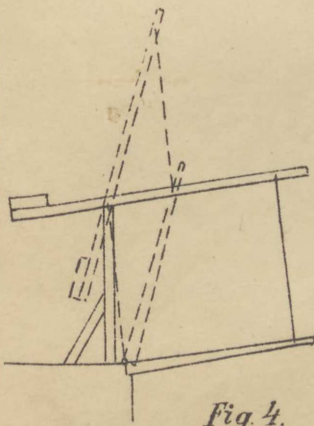


Fig. 4.

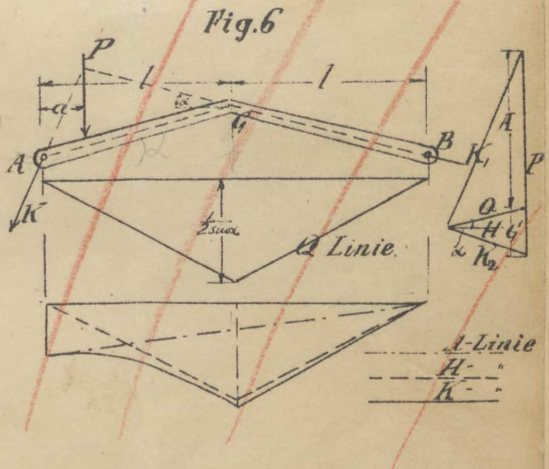


Fig. 6.

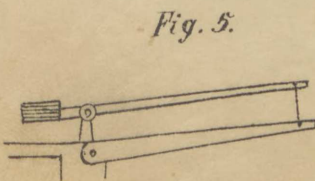


Fig. 5.

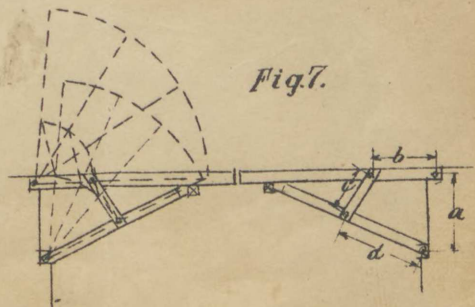


Fig. 7.

Q. 3. 2

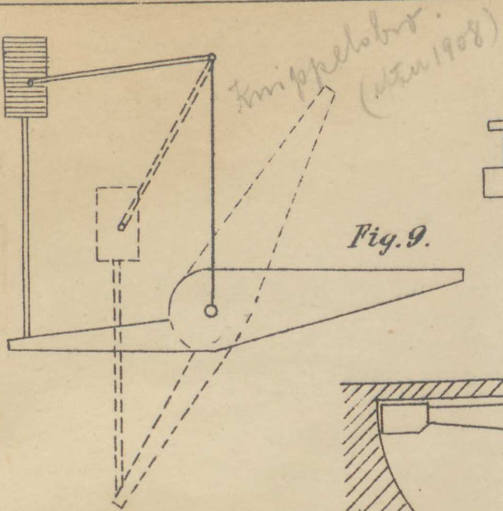


Fig. 9.

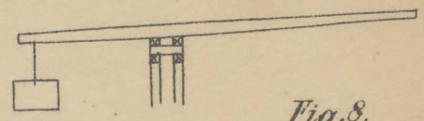


Fig. 8.

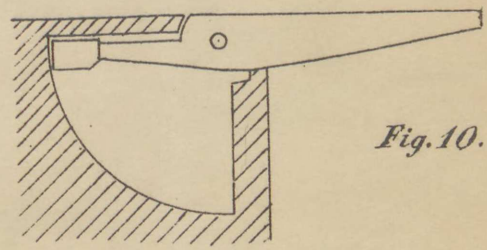


Fig. 10.

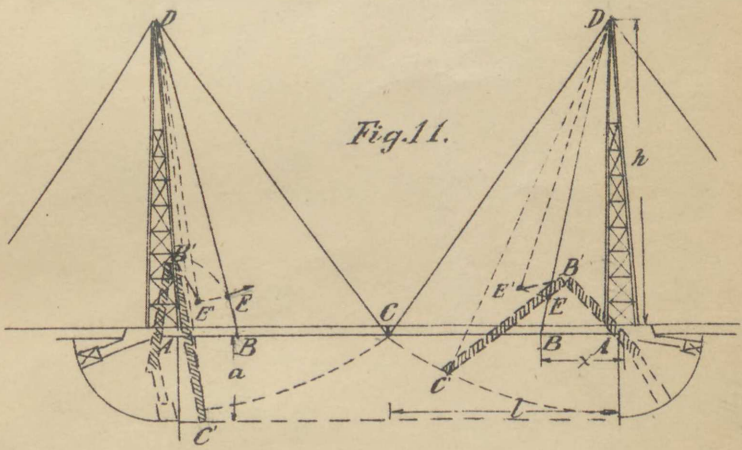


Fig. 11.

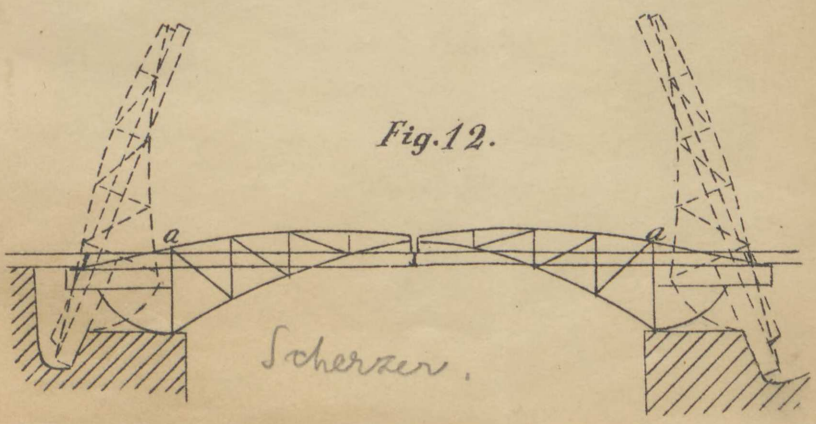


Fig. 12.

Scherser.

Fig. 13.

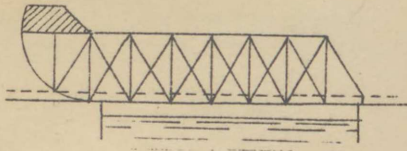


Fig. 14.

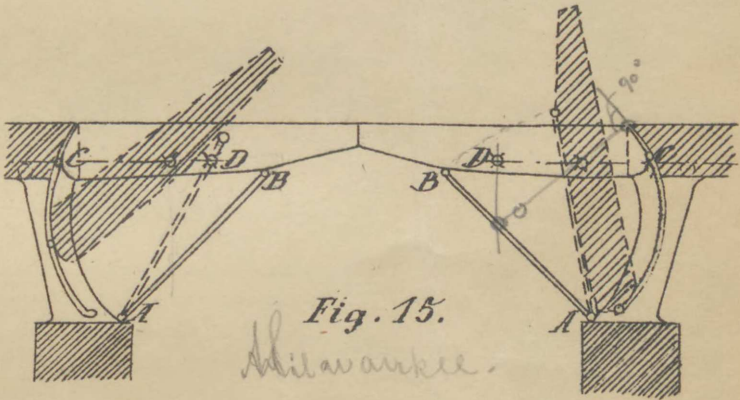
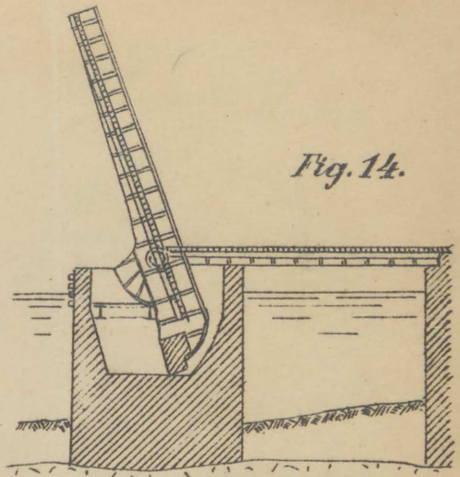


Fig. 15.

Shiawakee.

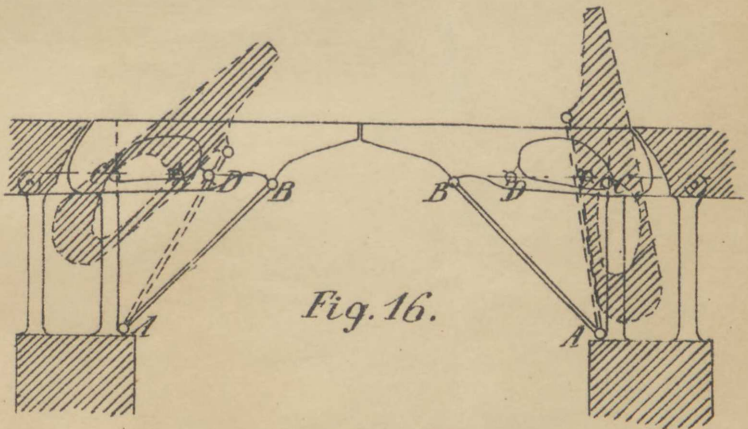


Fig. 16.

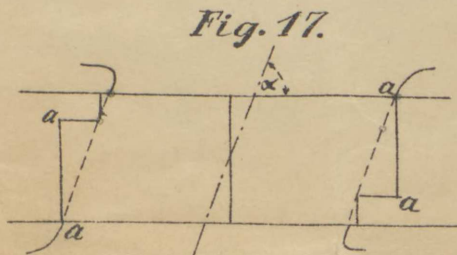


Fig. 17.

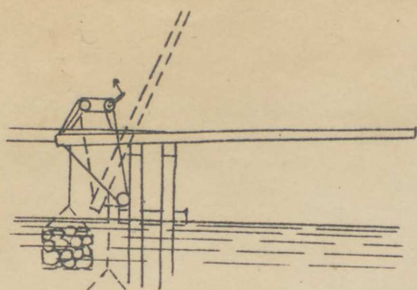


Fig. 18.

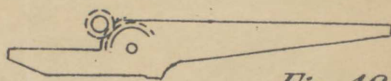


Fig. 19.

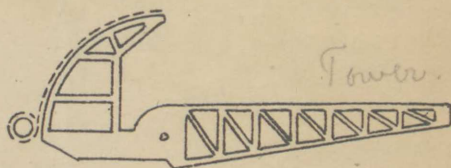


Fig. 20.

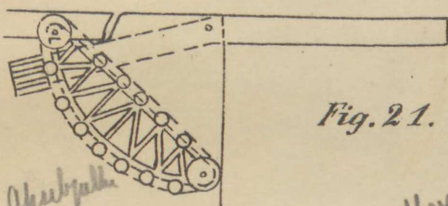


Fig. 21.

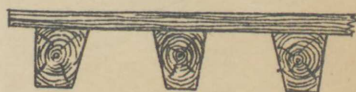


Fig. 23

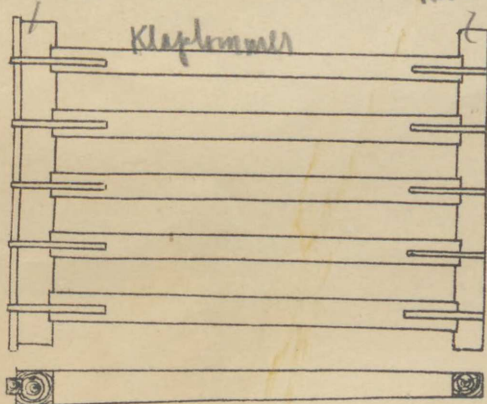


Fig. 22.

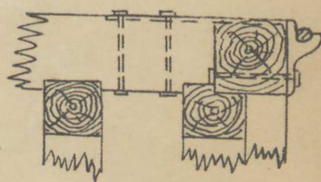


Fig. 24.

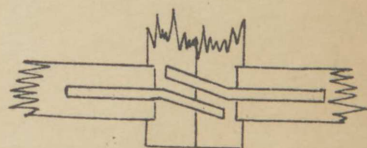


Fig. 25.

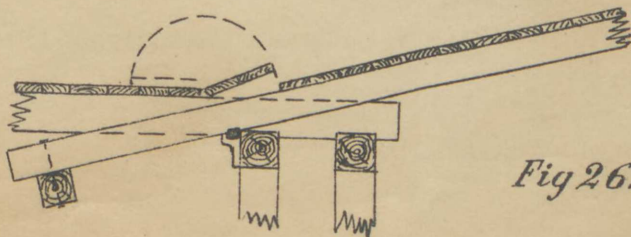


Fig. 26.

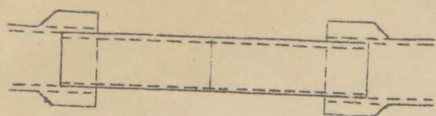


Fig. 27.

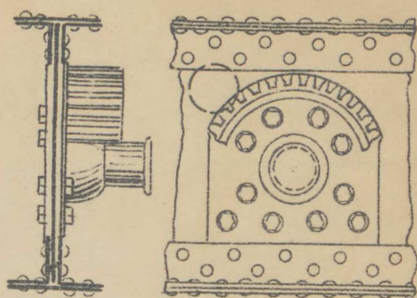


Fig. 28.

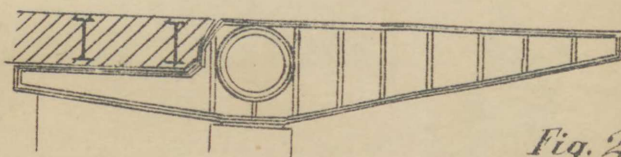


Fig. 29.

Drijfbaan,

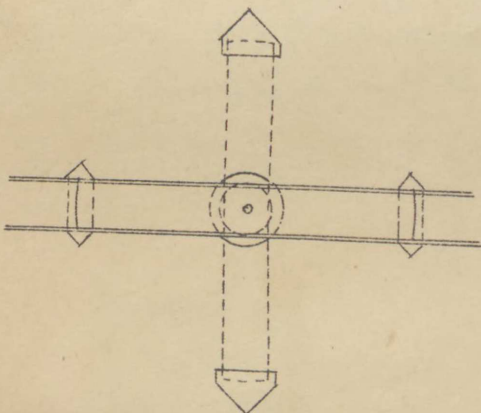


Fig. 30.

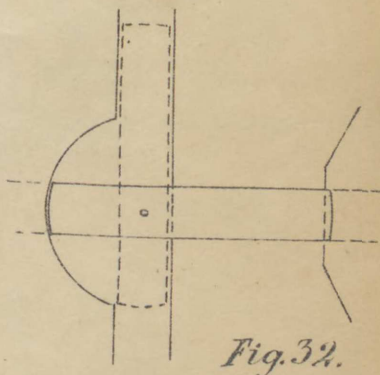


Fig. 32.

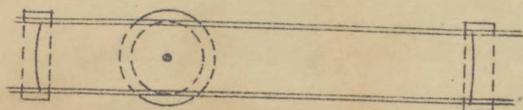


Fig. 31.

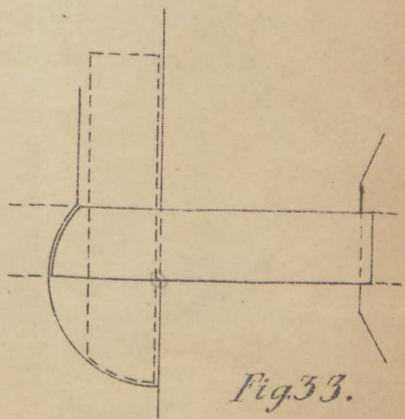
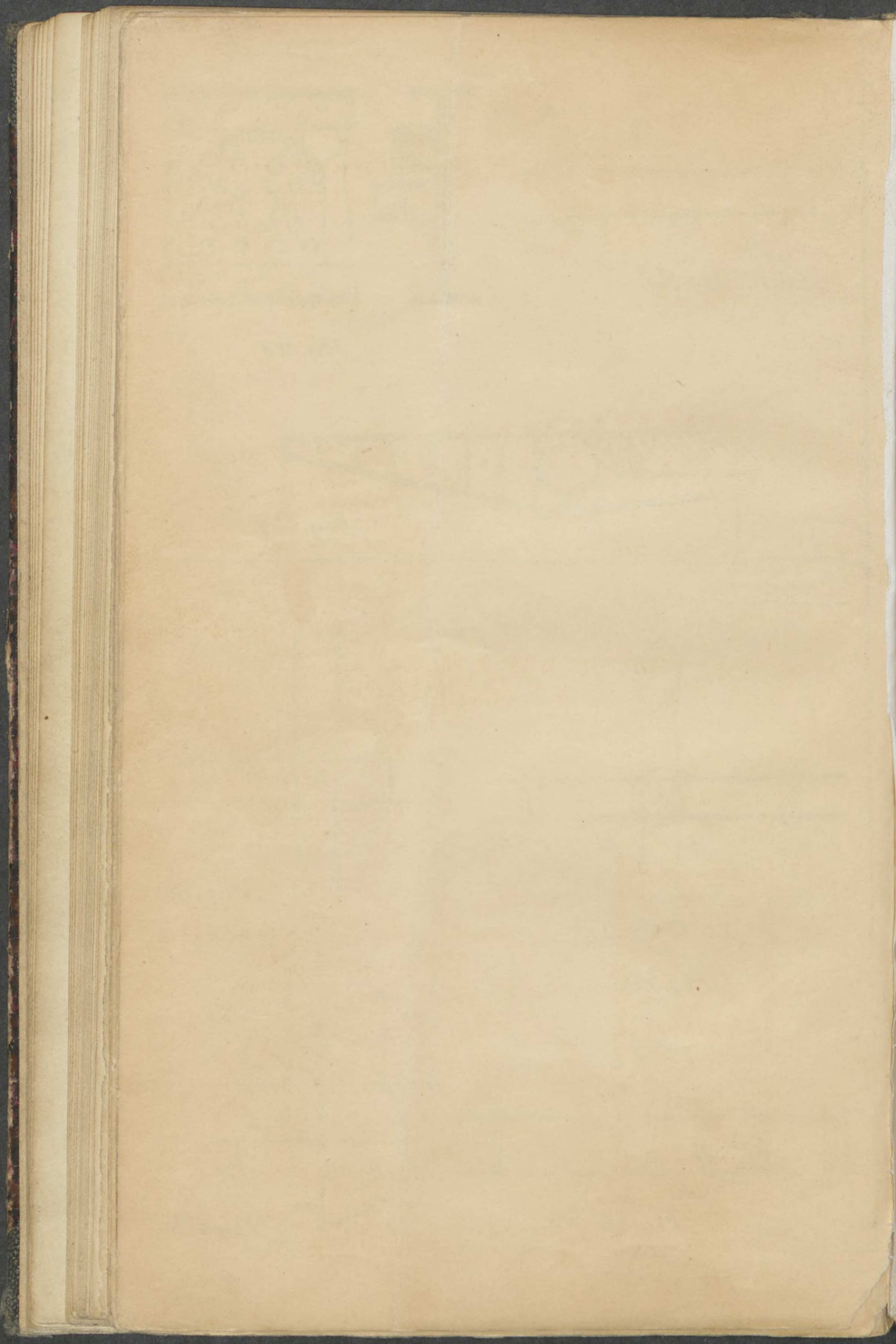


Fig. 33.



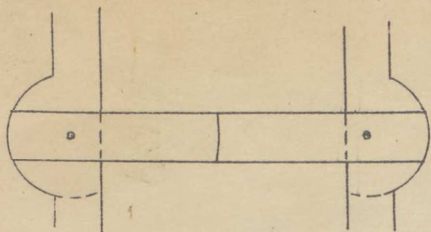


Fig. 34.

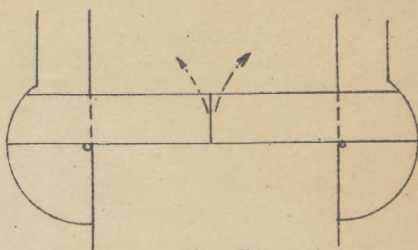


Fig. 35.

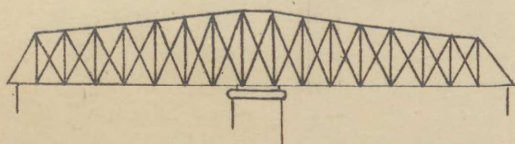


Fig. 36.



Fig. 37.

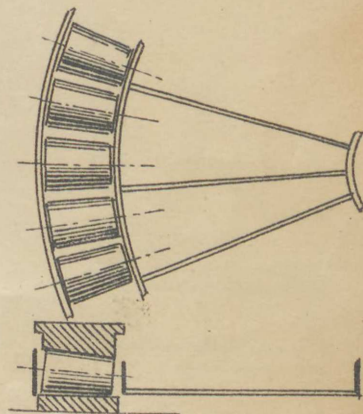


Fig. 39.

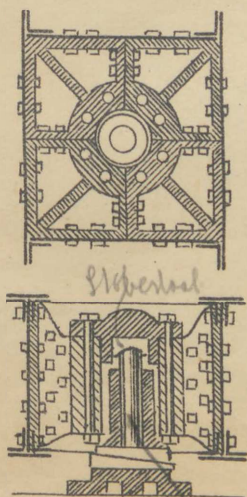


Fig. 38.

$$ab = 2bc$$

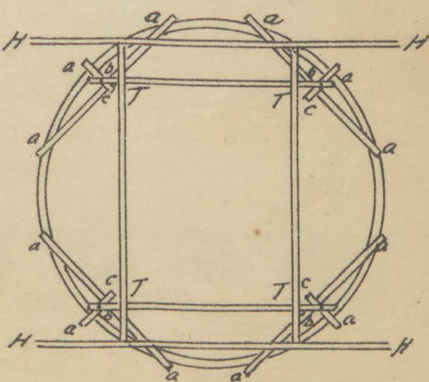


Fig. 40.

hardt steel

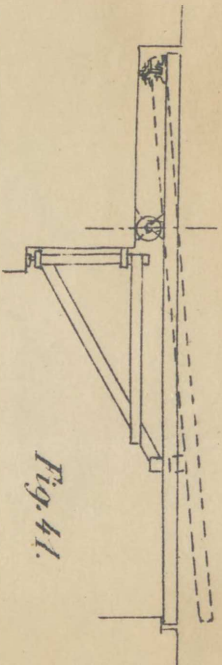


Fig. 41.

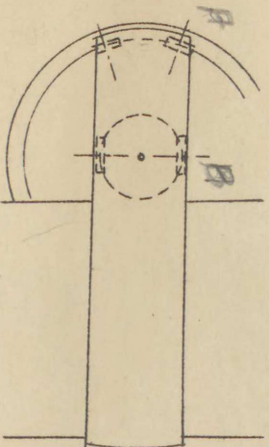


Fig. 42.

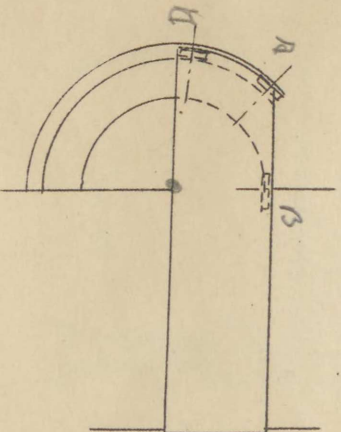


Fig. 43.

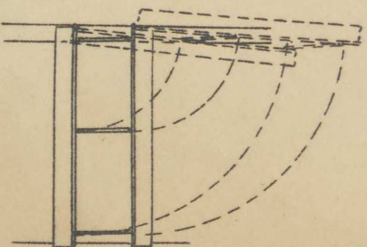


Fig. 44.

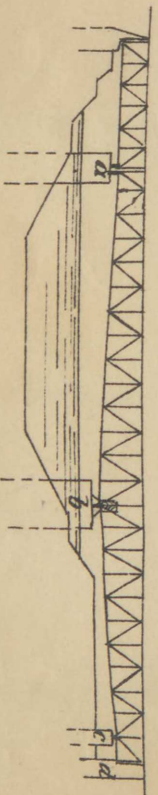


Fig. 45.

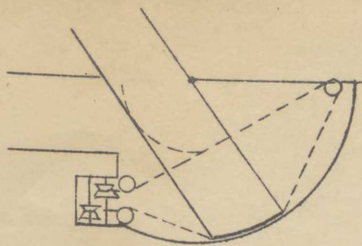


Fig. 46.

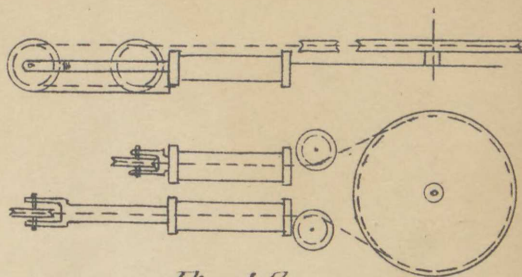


Fig. 47.

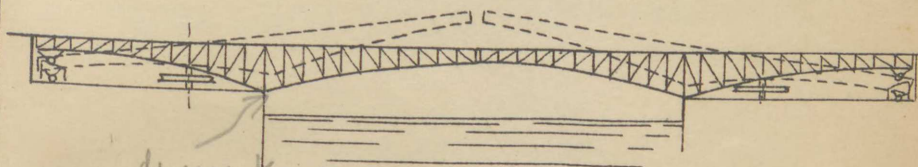


Fig. 48.

dicke Kant
habe Horizontalbewegung
Liftelbros.

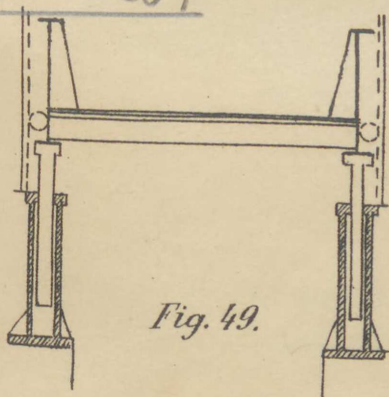


Fig. 49.

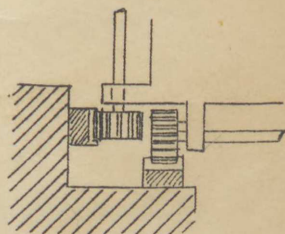


Fig. 50.

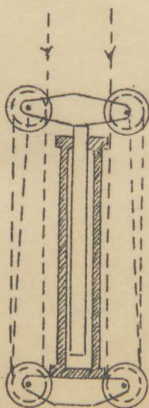


Fig. 51.

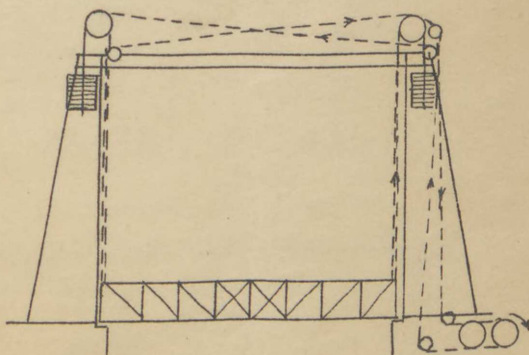


Fig. 52.

Skydsbroer.

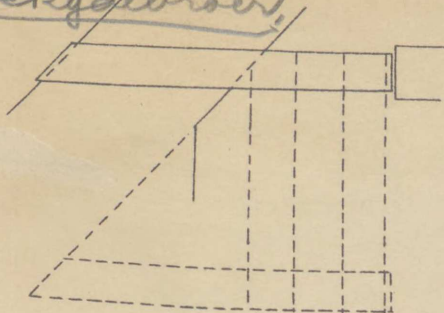


Fig. 53.

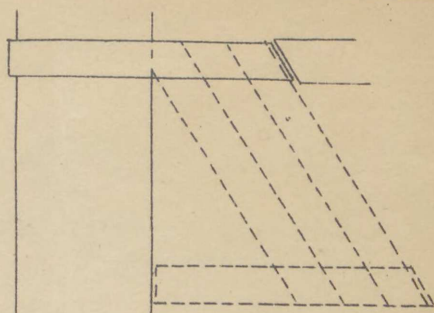


Fig. 54.

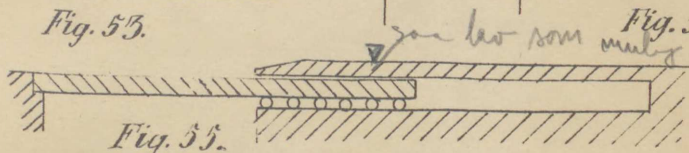


Fig. 55.

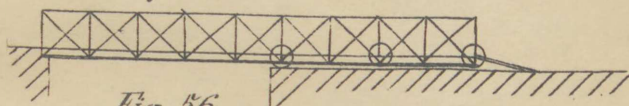


Fig. 56.

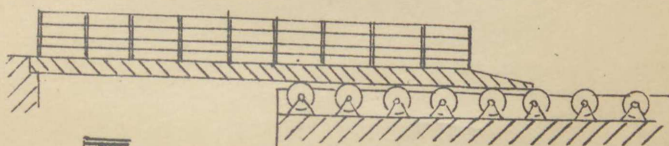


Fig. 57.

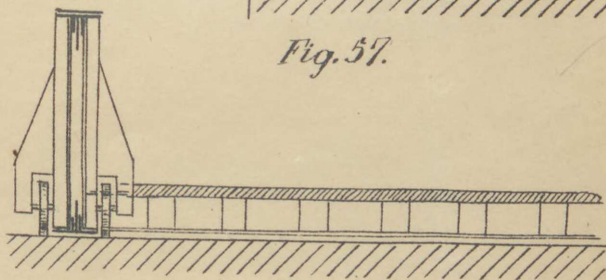


Fig. 58.

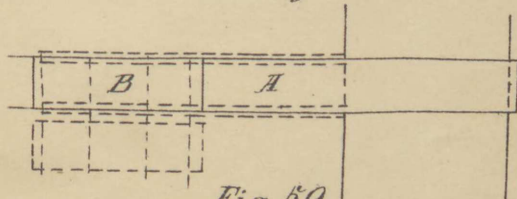


Fig. 59.

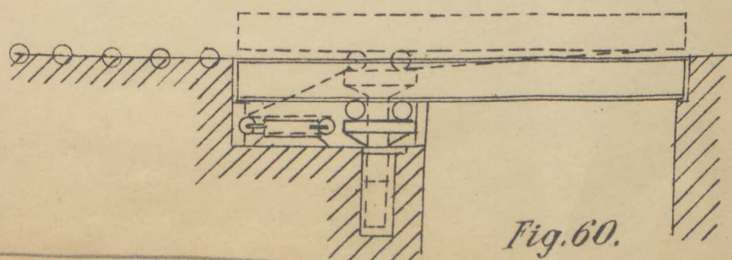


Fig. 60.



Pontonsboer,

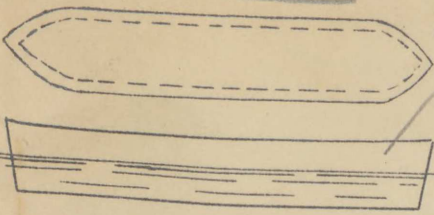


Fig. 61

Tre alle Gladesen

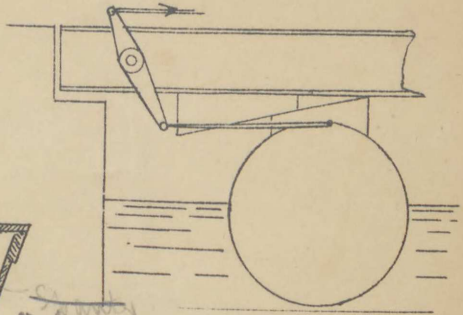


Fig. 66.



Fig. 62.

Kolvin

Oplesje

pinndstok

Fig. 63.

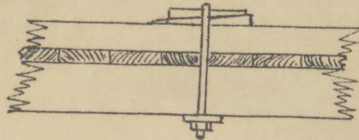
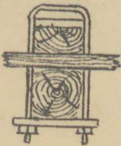
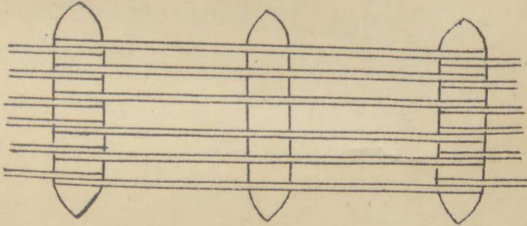


Fig. 64.

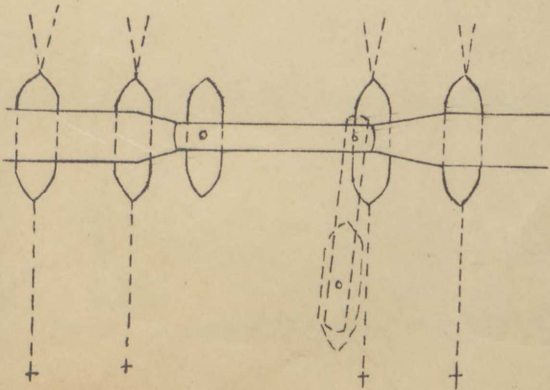


Fig. 65.

Færger og Færgebroer.

Trækpapp.

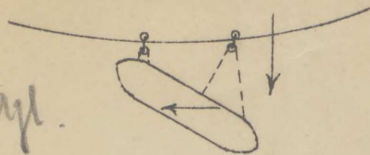


Fig. 67.

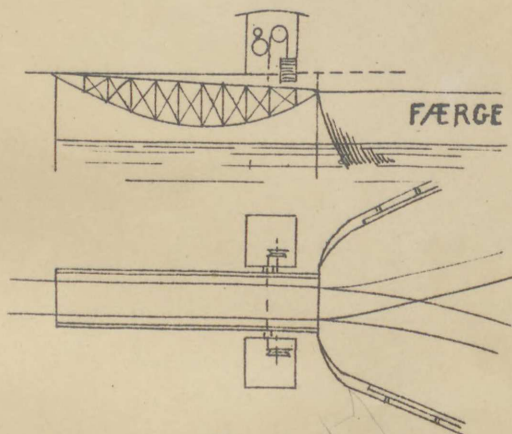


Fig. 68.

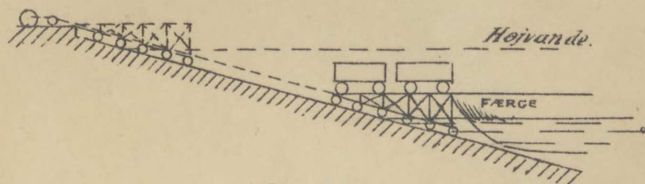


Fig. 69.



Fig. 70.

1894, Bilbao.

