

#### e. Rörliga broar.

49. Om tvenne trafikleder korsar varandra i en punkt och fria höjden dem emellan icke är tillräcklig för att utan vidare medgiva framförandet av den undre trafikledens normalprofil för fria rummet, så måste den övre trafikleden vid korsningsstället uppbäras av en rörlig brokonstruktion, som efter behov tidvis kan avlägsnas ur den undre trafikledens normalprofil.

I allmänhet är den undre trafikleden ett vattendrag och den övre en järnväg, landsväg, gata eller gångväg, men den övre trafikleden kan i sällsynta fall även utgöras av en vattenväg, t. ex. en kanal.

Sålunda föres exempelvis Bridgewater-kanalen i England över Manchester-kanalen vid Barton på en svängbar akvedukt.

Allt efter rörelsens beskaffenhet skiljer man mellan följande, vanligast förekommande rörliga broar, nämligen: *svängbroar*, *klaffbroar*, *lyftbroar* och *rullbroar*.

Svängbroar äro så anordnade, att de kunna vridas kring en vertikal axel.

Klaffbroar kunna antingen vridas kring en fast, horisontal axel eller ock förflyttas genom rullning i broförbindelsens längdriktning under samtidig vridning kring en tänkt, horisontal axel, i vilket senare fall de vanligen gå under benämningen rullklaffbroar.

Lyftbroar kunna höjas eller sänkas genom parallellförflyttning i vertikal led, och rullbroar kunna förflyttas genom rullning i horisontal led antingen i sin egen längdriktning eller ock åt sidan, snett emot nämnda riktning.

Av dessa rörliga brotyper är svängbrossystemet det hittills vanligast förekommande i synnerhet ifråga om järnvägsbroar, ehuru klaffbrossystemet dock på senare tid vunnit en ökad spridning även inom järnvägsväsendet.

50. *Svängbroar* äro i regel så anordnade, att deras tyngdpunkt faller i närheten av vertikala vridningsaxeln, men dock i sådant läge, att svängbron är stabilt understödd även under vridningen. För att reglera nämnda tyngdpunktsläge i sådana fall, där ovannämnda villkor icke utan vidare uppfylles, utrustas svängbron med en s. k. bakarm och vid densamma anordnade motvikter.

Svängbroar sägas vara enarmade, olikarmade eller likarmade, allt eftersom de sakna bakarm eller äro försedda med en dylik, som är mindre eller lika med framarmen, se bild 319 a, b och c. En rörlig bro, som utgöres av tvenne olikarmade svängspann, benämnes dubbelarmad svängbro, se bild 319 d.

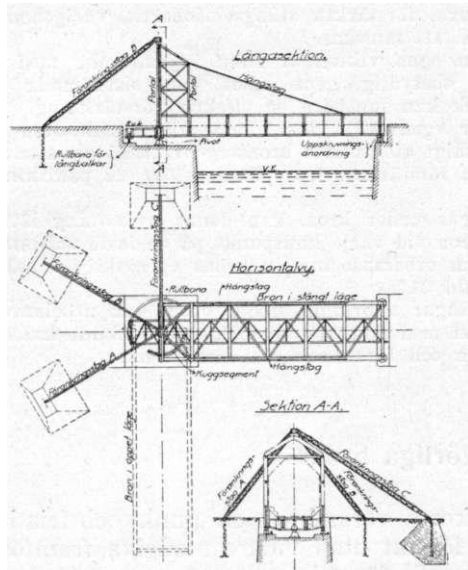
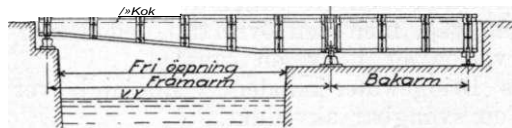
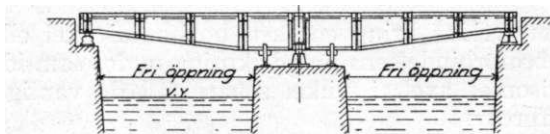


Bild 319 a. Enarmad, förankrad svängbro.

b) Olikarmad svängbro.



c) Likarmad svängbro.



d) Dubbelarmad svängbro.

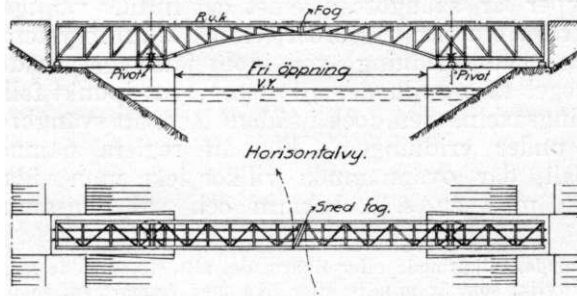


Bild 319 b, c och d. Olika svängbrotyper.

Enarmade och olikarmade svängbroar användas, då endast en genomfartsöppning finnes, under det att likarmade svängbroar äro lämpligast, då seglation samtidigt skall försiggå i båda riktningarna genom skilda öppningar.

Användningen av dubbelarmade svängbroar medför fördelen av stora fria bredder i seglationsöppningen.

Enarmade svängbroar måste antingen förankras, se bild 319 a, eller understödjas vid fria änden, se bild 320, för att bibehålla jämvikten vid varje vridningsvinkel.

I bild 321 a, b och c visas schematiskt den ännu vanligaste, ursprungligen av *Schwedler* angivna huvudanordningen av en svängbro. Då bron är stängd för att kunna trafikerats, vilar den på de fasta stödpunkterna A, B och C, under det att spelrum förefinnes vid punkterna D och E, som sålunda äro fullständigt avlastade. I punkten A äro under vardera huvudregeln anbragta höj och sänkbara upplagsanordningar som utgöra det s. k. uppskrivningsmaskineriet, och vid B och C finnas vanliga, i vertikal led fasta lager. Vid D och vanligen i bronns mitt i tvärriktningen är en pivot anordnad, kring vilken svängningen försiggår, och vid E, äro stödrullar anbragta i och för stabilisering av bron under svängningen. Brons tyngdpunkt T skall ligga i närheten av pivoten D och emellan punkterna D och E. Genom motvikter M regleras tyngdpunktsläget, så att rulltrycket E, kommer att uppgå till 5 ä högst 10 ton.

Då bron skall öppnas, sänkas först stöden vid A, varvid bronns huvudreglar komma att vrida sig i vertikal led, till en början kring centrumstödet C och därefter kring pivoten D, ända till dess anläggning vid stödrullen E, uppstår. Genom denna vridningsrörelse har sålunda bron på grund av sin egen vikt höjt sig från stöden B och C, så att spelrum där förefinns liksom vid de sänkta stöden i A. Svängning kring pivoten D kan nu verkställas, och bron understödes därvid av denna samt stödrullen E. Sidostödrullarna E, som i allmänhet icke ligga an mot rullbanan, hava till uppgift att under svängningen och i öppet läge göra bron stabil i tvärriktningen mot sidokrafter

eller excentriska belastningar, och stödrullen E, inträder likaledes i verksamhet först vid inverkan av tillfällig överbelastning t. ex. genom vind, snö eller personlast på armen BD.

Då bron åter är insvängd och skall iordningställas för trafiken, höjas stöden vid A och så småningom även den över dem svävande broänden, varvid huvudreglarna vridas i vertikal led först kring pivoten D och därefter kring centrumstödet C, så att spelrum uppstår vid D och E, men anläggning inträder vid B. På detta sätt har bron ånyo blivit understödd vid punkterna A, B och C och är sålunda färdig att mottaga trafiken.

Med ovannämnda anordning av centrumstödet C möjliggöres en avlastning av pivoten, så att denna icke kommer att åverkas av trafiklasten, utan endast har att uppbära brons egen vikt under svängningen.

Uppskruvningsmaskineriet kan antingen vara anbragt på land eller på bron och konstrueras lämpligen såsom knähävtyg, se bilderna 322 och 323, vertikal skruvdomkraft, se bild 324, eller såsom kilmekanism, se bild 325.

Den vanligaste anordningen av ett på land anbragt knähävtyg visas av figur 322, som återger uppskrivningsanordningen för Statens järnvägars svängbro över Värmelen mellan stationerna Brunnsberg och Edane, en konstruktion, som med fördel kan användas för smärre svängbroar.

För att avlasta knähävtygerna från trafiklasten anbringas ibland invid desamma särskilda kilstödet, se bild 322.

Kilens uppgift är därvid icke att lyfta broänden, utan endast att understödja densamma. Sedan kilen blivit inslagen till anläggning, sänkes knähävtygerna något, så att hela upplagstrycket kommer att upptagas av kilstödet.

I bild 323 visas det på själva bron anordnade och i den dubbla ändtärregeln inbyggda knähävtygerna för Bohusbanans svängbro över Nordre älv, se bild 301.

Knähävtyg utan kilstödet skola upptaga hela upplagstrycket från såväl egen vikt som trafik-

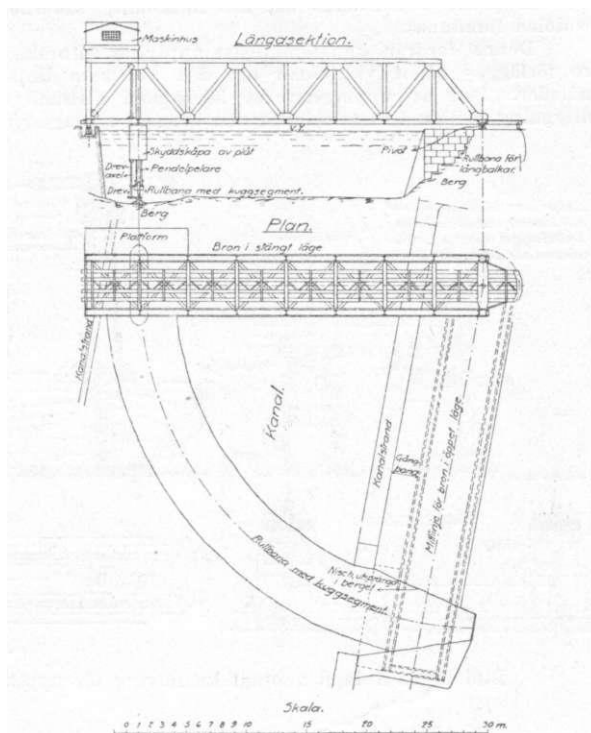


Bild 320. Enarmad, understödd svängbro.

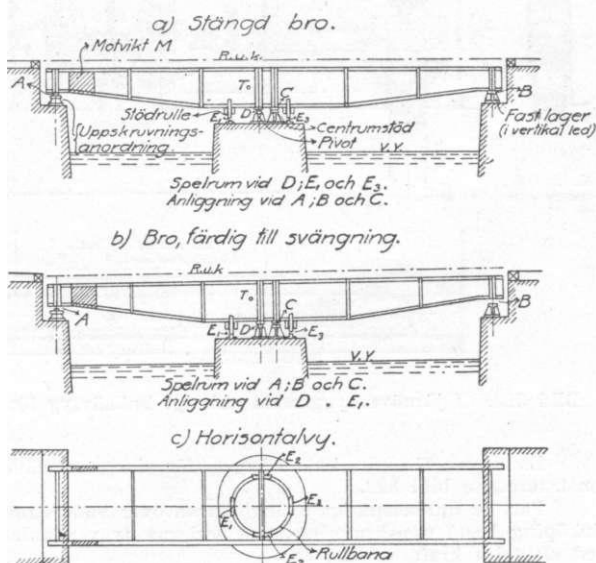


Bild 321 a, b och c. Schematisk framställning av svängbro enligt system Schwedler.

last och måste konstrueras så, att fullkomlig säkerhet emot fara för knäets utvikning i sidled, förefinnes.

Denna fordran kan lämpligast uppfyllas sålunda, att knäets mittled vid uppskruvad bro förlägges något vid sidan om den vertikala linje, som sammanbinder knäets båda ändleder. Den av upplagstrycket härigenom alstrade sidkraften upptages genom direkt anliggning mellan knäets mittled och ett fast anslagsstycke.

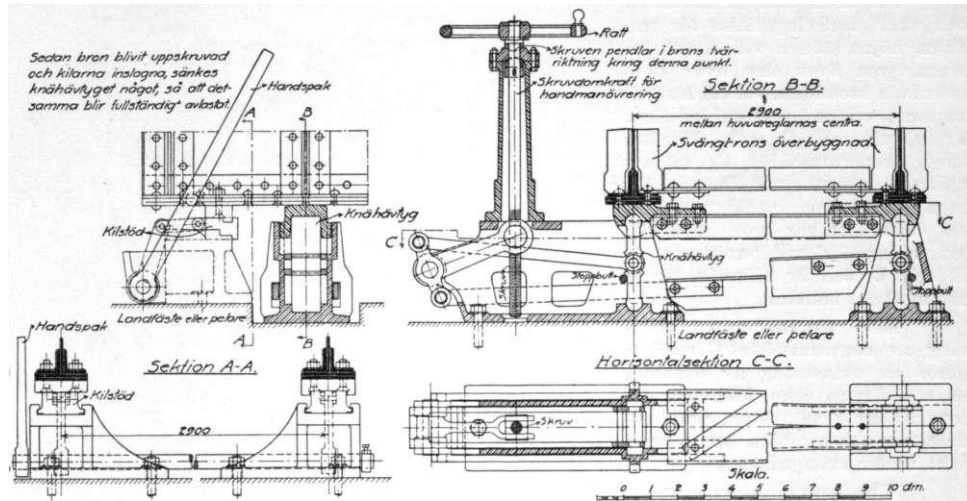


Bild 322. Å land anbragt knähävtyg för uppskruvning av en svängbro.

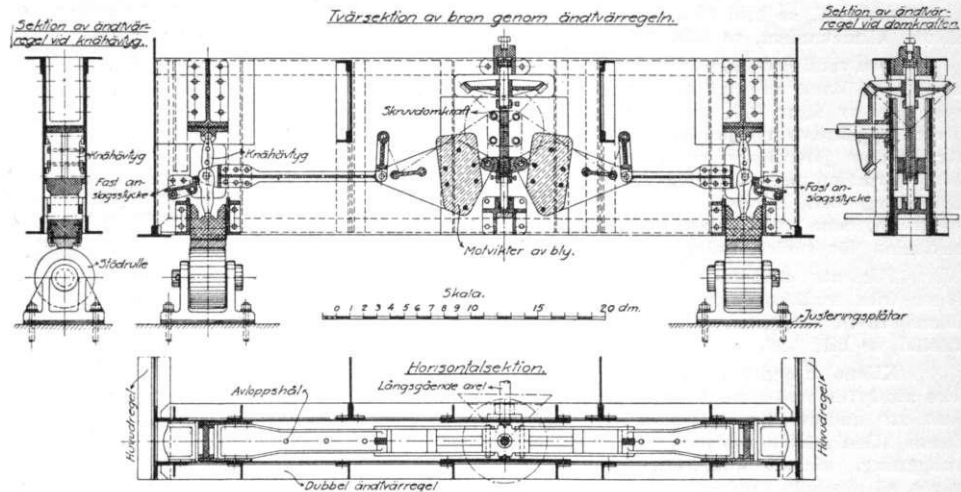


Bild 323. I järnöverbyggnaden anbragt knähävtyg för uppskruvning av en svängbro.

På detta sätt är knähävtyget för den ovan nämnda svängbron över Nordre älv konstruerat, se bild 323.

För de dubbelspåriga svängbroarna över Söderström i Stockholm och över Stångån i Linköping bestå uppskrivningsmaskinerierna av vertikala skruvdomkrafter, som manövreras med elektrisk kraft, se bild 324.

Bild 325 visar det såsom kilmekanism konstruerade uppskrivningsmaskineriet för Bohusbanans svängbro över Göta älv i Göteborg, se bild 326.

Pivoten kan antingen vara så konstruerad, att bron är upphängd vid densamma,

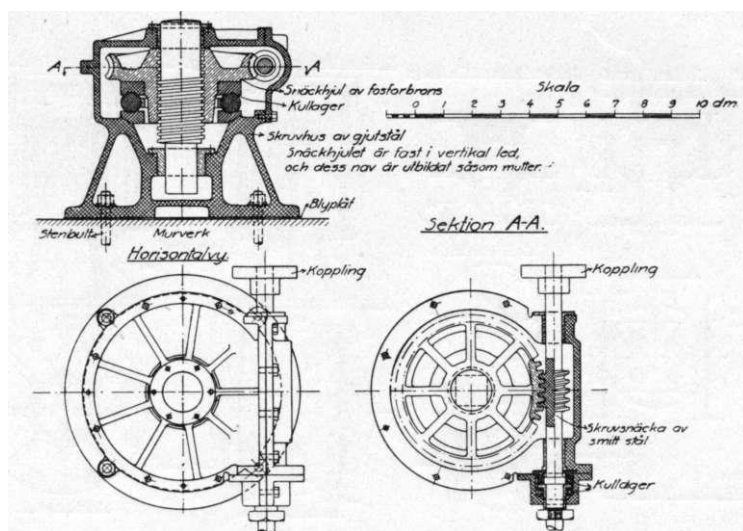


Bild 324. Vertikal skruvdomkraft för uppskrivning av en svängbro.

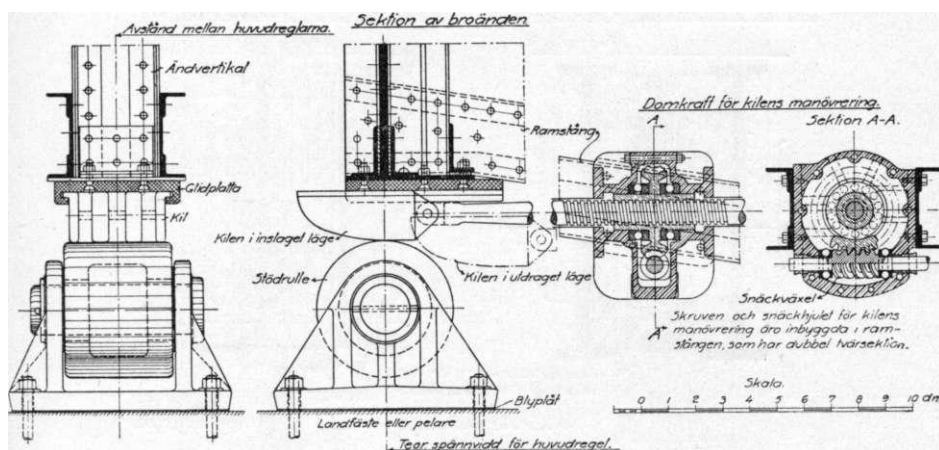


Bild 325. Kilmekanism för uppkilning av en svängbro.

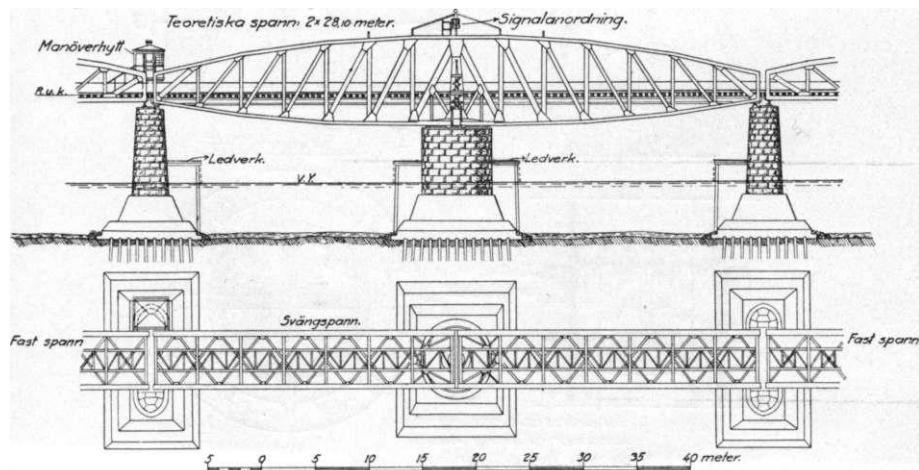


Bild 326. Svängbro över Göta älv på statsbanan genom Bohuslän.

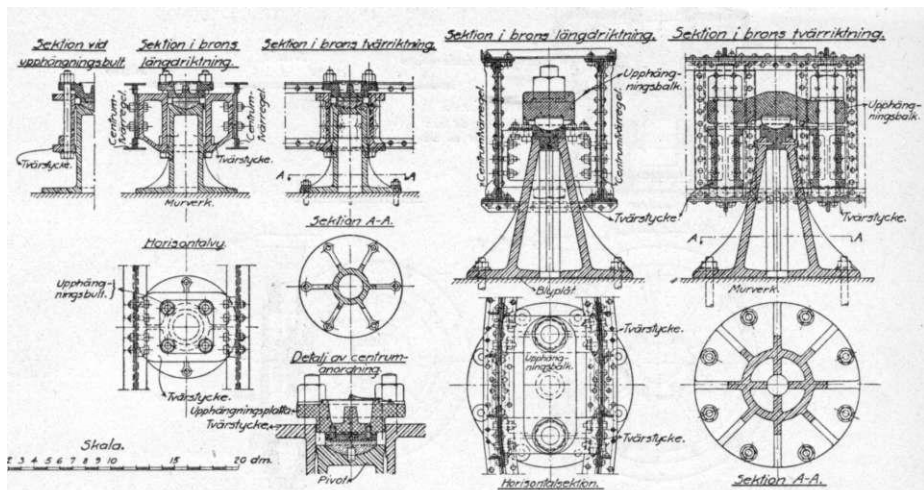


Bild 327. Pivot för svängbro över Värmelen.

Bild 328. Pivot för svängbro över Nordre älv.

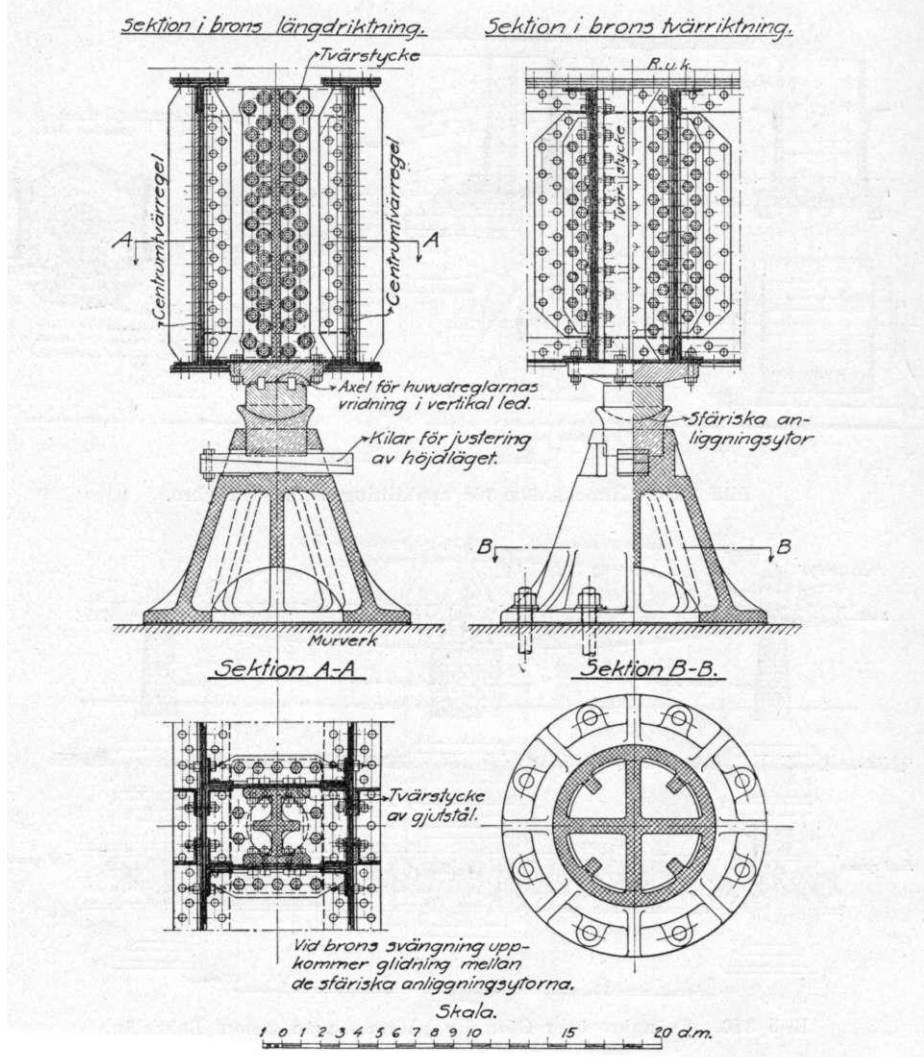


Bild 329. Pivot för svängbro över Göta älv.

eller ock så, att bron direkt understödes av pivoten. I förra fallet insätts gjutna tvärstycken mellan centrumtvärreglarna, och vid dessa tvärstycken upphänges bron medelst två eller flera vertikala bultar i en balk eller platta, som i sin tur stöder mot själva pivoten. Dylka pivotkonstruktioner äro framställda i bilderna 327 och 328, som visa pivotanordningarna för svängbroarna över Värmelen och Nordre älv. Äldre konstruktioner av detta slag uppvisa merendels ett stort antal upphängningsbultar, varigenom en osäkerhet vid kraftfördelningen å dem uppkommer. Av denna anledning bör bultarnas antal helst inskränkas till två, såsom exempelvis fallet är för svängbron över Nordre älv, se bild 328.

En direkt understödning av bron medelst pivoten medför i allmänhet enklare och säkrare konstruktioner, än vad fallet är vid en upphängning, varför sistnämnda pivotkonstruktion har föredragits vid Statens järnvägars nyaste svängbrokonstruktioner över Göta älv och Stångån, se bilderna 329 och 330.

Sättet för anordning av stödrullarna och deras rullbana framgår av bild 331. Nämnda rullbana är ibland sammanbyggd med det till svängningsmaskineriet hörande kuggsegmentet.

Svängningen av bron försiggår vanligen sålunda, att ett på bron anbragt drev med vertikal axel, som kan sättas i rörelse medelst det å bron befintliga svängningsmaskineriet, ingriper i ett å svängbrons mittpelare eller å land fastsatt kuggsegment.

Såväl svängnings- som uppskruvningsmaskinerierna böra vid större svängbroar vara anordnade för maskindrift, för att icke manövreringen skall komma att taga för lång tid och för stor personal i anspråk.

Anordningar för handdrift böra dock finnas såsom reserv i händelse av tillfälligt avbrott i maskinkraften.

Den allmänna uppställningen av ett elektriskt svängningsmaskineri med reservanordningar för handdrift åskådliggöres av bild 332.

Vid stora och tunga svängbroar anordnas ofta kombinerade hydrauliska och elektriska manövreringsmaskinerier. Det hydrauliska maskineriet, som merendels är inbyggt i svängbrons mittpelare, användes vanligen för brons lyftning från ändstöden, under det att det elektriska maskineriet toges i anspråk vid brons svängning samt för pumpning av vatten till det hydrauliska maskineriet.

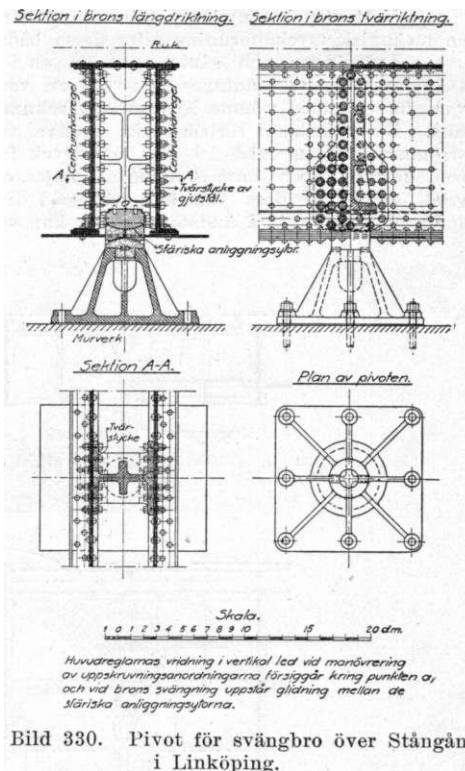


Bild 330. Pivot för svängbro över Stångån i Linköping.

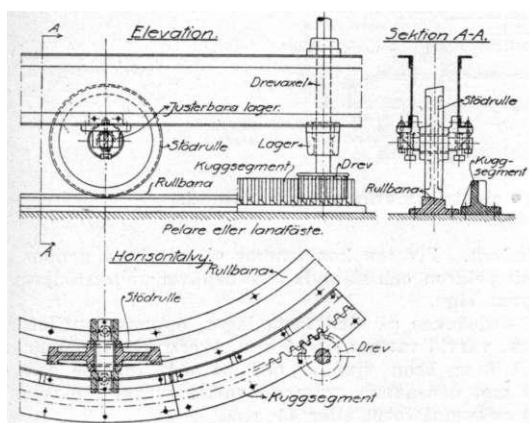


Bild 331. Anordning av stödrullar med rullbana.

Det för svängning avsedda elektriska maskineriet är oftast anordnat i ett särskilt maskinhus på bron, men kan även vara inbyggt i mittpelaren.

Svängningen och den övriga manövreringen böra verkställas från en manöverhytt med fri utsikt över bron och farleden.

Pivoten är för dylka svängbroar konstruerad såsom en hydraulisk press, i vilken vatten på ett eller annat sätt kan intryckas, så att ett för hela brons lyftning från sina ändstöd tillräckligt stort vattentryck uppkommer under kolven i pivoten. Med denna anordning bliva uppskruvningsmaskinerier vid ändarna obehövlige, och brons samtliga ändstöd kunna konstrueras såsom vanliga fasta lager.

Vattentrycket under pivoten kan alstras antingen medelst en hydraulisk akkumulator, en mekanisk tryckanordning eller dessa båda i förening, se bild 333 a, b och c

Lyftningen och sänkningen av en i överensstämmelse med bild 333 a konstruerad svängbro, vars vikt antages motsvara ett vattentryck i pivoten på 50 atm., och som antages vara försedd med tvenne hydrauliska akkumulatörer på 60 resp. 45 atm., tillgår på följande sätt. Då ventilen i rörledningen mellan tunga akkumulatören och pivotcylindern öppnas, strömmar vatten med 10 atm. övertryck från den förra in i cylindern, varigenom pivoten och därmed även bron komma att höjas och akkumulatorvikten att sjunka i motsvarande grad, ända till dess ventilen stänges i det ögonblick, bron lyfts så högt, att tillräckliga spelrum uppstått vid ändstoden. Nu kan svängning försiggå, och bron uppbares i vertikal

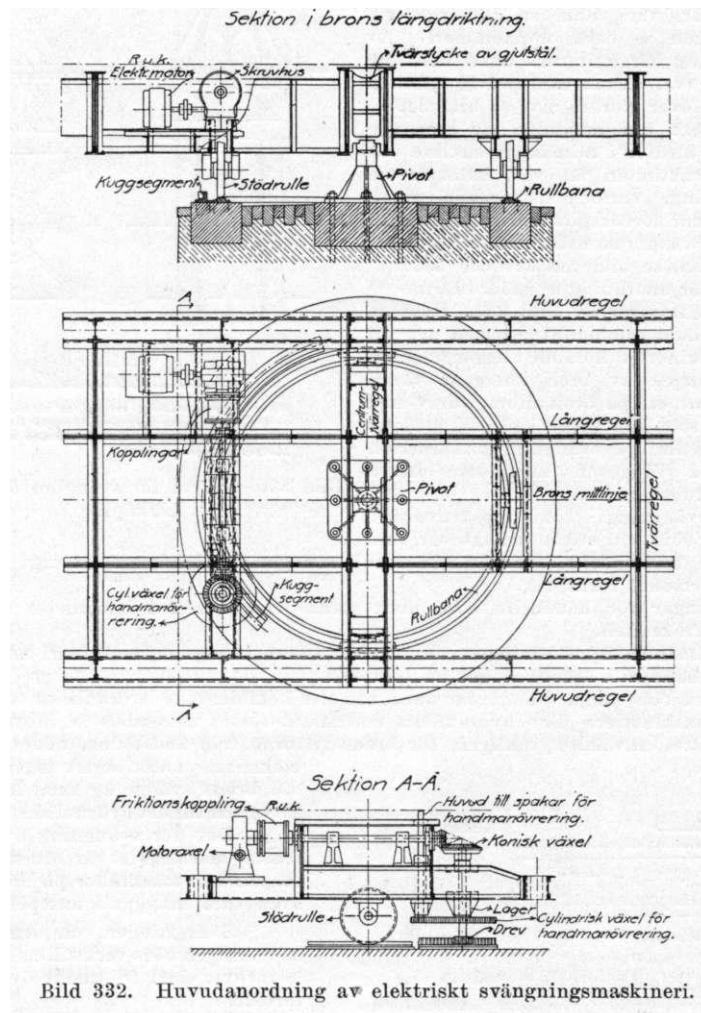


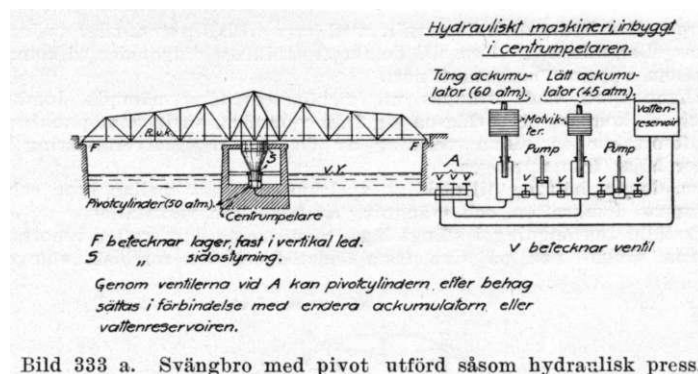
Bild 332. Huvudanordning av elektriskt svängningsmaskineri.

led uteslutande av vattentrycket i pivotcylindern. Pivoten konstrueras så, att bron genom densamma blir inspänd i vertikal led vid mittpelaren och sålunda icke behöver understödjas på annat sätt under svängningen eller i öppnat läge.

Då bron åter är insvängd och skall nedsänkas på sina fasta lager, öppnas ventilen mellan pivotcylindern och lätta akkumulatören, varvid vattnet med 5 atm. övertryck strömmar från cylindern in i akkumulatören, ända till dess bron sjunkit ned på sina ändstöd och reaktionen vid pivoten minskats, så att det mot densamma svarande vattentrycket i pivotcylindern blir lika med vattentrycket i lätta akkumulatören, eller 45 atm.

I detta ögonblick avstannar rörelsen, och för att sänka bron ytterligare, så att även anliggnig vid de fasta mittstöden uppkommer, stänges ventilen i rörledningen mellan





pivotcylindern och lätta ackumulatören, varefter ventilen i rörledningen mellan pivotcylindern och vattenreservoiren öppnas. Den sista vattenmängden i pivotcylindern avtappas härvid i reservoiren, och bron sjunker ytterligare ned, så att den även kommer att vila på sina fasta mittlager. Det från tunga ackumulatören utrunna vattnet tryckes på nytt in i densamma av en pump, som tager vattnet från lätta ackumulatören och sålunda endast behöver övervinna tryckskillnaden dem emellan, eller 15 atm. Slutligen tryckes det i reservoiren utrunna vattnet genom en annan pump in i lätta ackumulatören, och därefter äro ackumulatörerna i ordning till höjning av bron i och för nästa svängning.

Användningen av tvenne ackumulatörer innebär en väsentlig kraftbesparing, enär bronns egen tyngd utnyttjas till lyftning av den lätta ackumulatören, och medför dessutom den fördelen, att reservackumulatör icke behöver anskaffas. Om nämligen lätta ackumulatören icke fungerar, kan bron manövreras uteslutande med tillhjälp av den tunga, och om tunga ackumulatören kommer ur tjänst, kunna en del av dess motvikter överflyttas till den lätta ackumulatören, som därefter ensam kan användas vid bronns lyftning. I båda fallen måste vattnet under pivotcylindern vid bronns sänkning direkt avtappas i reservoiren och därifrån genom pumpning intryckas direkt i tunga ackumulatören.

Frysning av vattnet för hydrauliska maskinerier hindras enklast genom att uppblanda detsamma med lika volym glycerin.

I allmänhet äro, såsom förut nämnts, huvudreglarna för en svängbro i stängt läge understödda i tre punkter och komma sålunda att utgöra en enkelt statiskt obestämd konstruktion, vilket enligt det föregående kan medföra olägenheter för konstruktionen, exempelvis om grunden är osäker och ojämna sättningar i stöden måste förutsättas.

Nämnda olägenheter kunna undvikas, genom att huvudreglarna konstrueras så, att i vardera huvudregeln en ramstång automatiskt utlöses och förvandlas till blindstång i samband med den i och för bronns stängning erforderliga manövreringen av uppskrivningsmaskineriet.

I bild 334 visas en dylik konstruktion, sådan den ofta är utförd för större amerikanska svängbroar. Varje huvudregel består här av tvenne enkla balkar *Aae* och *Bbe*, förenade med varandra genom en led i punkten *e* och förbundna upptill genom det rombiska fackverket *a c b d*, som har vridbara leder i alla fyra hörnen, och som efter korta diagonalens riktning är för-

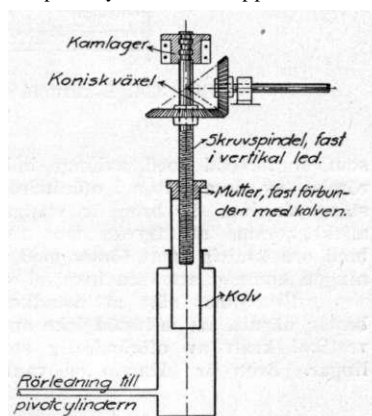


Bild 333 b. Hydraulisk press med mekanisk tryckanordning.

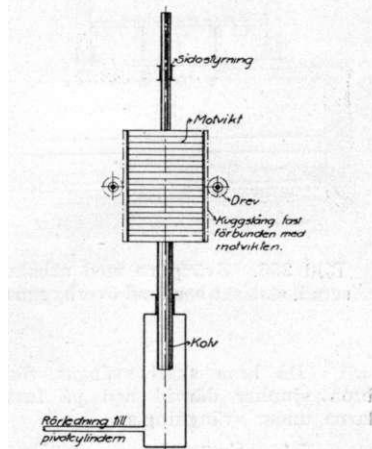


Bild 333 c. Hydraulisk press. Kombinerad ackumulator- och mekanisk drift.

sett med en skruv eller hydraulisk domkraft, med vars tillhjälp avståndet mellan punkterna c och d kan ökas eller minskas. Den till domkraft utbildade diagonalen cd kommer sålunda att tjänstgöra såsom uppskruvningsmaskineri.

Om nämligen bron skall svängas ut, manövreras först nämnda domkraft, så att punkterna c och d komma att avlägsna sig från varandra, varigenom punkterna a och b närmas, vilket förorsakar en sådan vridning av de båda regelhalvorna kring leden e, att brons ändpunkter höjas från upplagen.

Då genom denna höjning tillräckligt spelrum uppstått mellan bron och dess fasta ändupplag, avstannas domkraften, och svängning av bron kan verkställas.

Efter verkställd insvängning i stängt läge, manövreras domkraften i motsatt riktning, varvid broändarna sänkas ned på sina fasta ändstöd och den rombiska stängen a c b d,

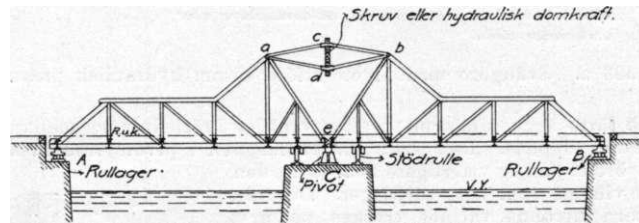


Bild 334. Likarmad svängbro med statistiskt bestämda huvudreglar.

som är försedd med avlångt hål vid en av ledförbindningarna a eller b, genom fortsatt rörelse av domkraften i oförändrad riktning urkopplas, så att den icke kan upptaga någon stångspänning, då bron är stängd. Brons stödrullar förses med starka fjädrar, så att de alltid komma att trycka mot rullbanan på mittpelaren, eller ock konstrueras pivoten så bred och kraftig samt förses med sidostyrning i tvenne höjdlägen, så att bron under svängningen kommer att vara inspänd vid pivoten och sålunda icke behöva stöjas av rullar.

Ett annat sätt att åstadkomma en statistiskt bestämd svängbro visas av bild 335 och består däruti, att mittstöd icke anordnas, utan i stället införes vid pivoten en uppåtriktad, vertikal kraft av oföränderlig storlek, alstrad genom fasta motvikter med hävstångsutväxlingar. Bron är sålunda en vanlig enkel balkbro, vilande på fasta ändstöd och belastad i mitten med en uppåtriktad kraft, som motverkar belastningen genom egen vikt och trafiklast och minskar därav uppkommande påkänningar.

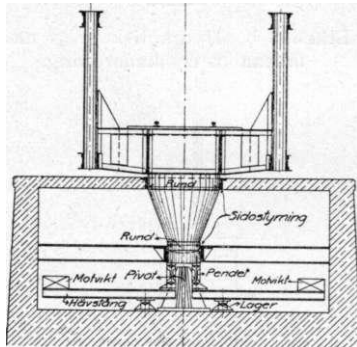


Bild 335. Svängbro med utbalanserad, statistiskt bestämd överbyggnad.

Det uppåtriktade trycket under pivoten får icke göras större än brons egen vikt, när lyftning vid ändupplagen i så fall skulle uppkomma. För en vid Meiningen på järnvägslinjen Zingst-Prerow i Pommern år 1910 utförd svängbro av denna konstruktion uppgår det uppåtriktade trycket vid pivoten till 90 % av brons totalvikt, så att återstående 10 % falla på de fyra fasta ändstöden. Nämnda svängbro har en totalvikt av 200 ton. Genom 4 st. 5 tons motvikter, verkande på en hävstångsutväxling 1:9, alstras under pivoten ett uppåtriktat tryck av 180 ton, så att upplagstrycket vid vart och ett av de fyra ändstöden kommer att uppgå till 5 ton.

Då bron belastas med trafiklast, komma motvikterna att höjas utöver det fasta läge, de intaga vid obelastad bro.

Såsom av bild 335 framgår, är pivoten försedd med sidostyrning på två ställen, varigenom stödrullar bliva obehövliga.

Då bron skall svängas, sänkas ändstöden, så att spelrum vid dem uppkommer, och bron sjunker därvid ned på fasta stödet under pivoten och uppbäres av detta och pendlarna under svängningen.

51. Svängbroar ställa sig vanligen billigare än klaffbroar för samma fria genomfartsöppning, oaktat svängbroarna fordra anläggning av ledverk eller dykdalber till skydd mot påsegling av bron i öppnat läge.

En klaffbro kommer nämligen i allmänhet att få en järnvikt, som är

minst 30 a 40 % större än järnvikten hos motsvarande svängbro, och fordrar dessutom dyrbarare manövreringsmaskinerier än svängbron.

Kostnaderna för grundläggnings- och murverksarbeten för en klaffbro bliva också i regel större än för motsvarande svängbro, isynnerhet om klaffbrons motviktskammare kommer att ligga djupt under hög vattenytan, så att dyrbara isoleringsarbeten måste verkställas.

Kostnaderna för järnöverbyggnaden och manövreringsmaskinerierna stiga vid klaffbroar betydligt hastigare med ökad spännvidd, än vad fallet är vid svängbroar.

Då endast en genomfartsöppning av måttlig bredd är erforderlig och den rörliga bron icke ingår såsom del i en fast bro, utan ansluter till land vid båda ändarna, kommer en klaffbro i allmänhet att ställa sig billigare än en svängbro.

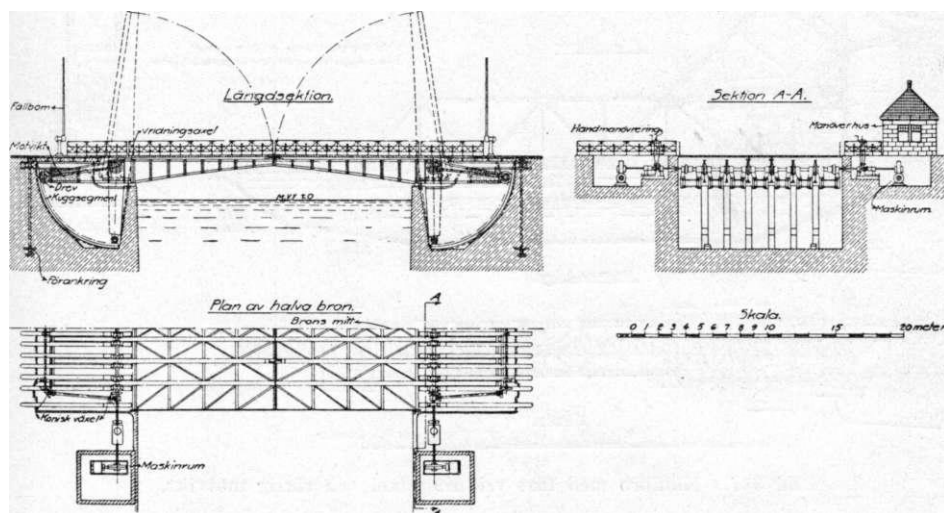


Bild 336. Klaffbro med fast vridningsaxel och fast motvikt.

Om stark trafik förekommer såväl å bron som i vattendraget, så att bron ofta måste manövreras, och det sålunda är av stor vikt att i möjligaste mån inskränka tiden för brons manövrering, äro klaffbroar alltid att föredraga framför svängbroar, enär de senare fordra en manövreringstid, som är 3 å 4 gåager större än för klaffbroar.

Klaffbroar kunna, i motsats till svängbroar, lätt tillbyggas på bredden, så att exempelvis en klaffbro för enkelspårig järnväg under pågående trafik å bron bekvämt kan tillbyggas eller omändras för dubbelspår.

Svängbroar inkräkta på ett betydligt större planutrymme än klaffbroar, vilket kan vara en olägenhet i städer och tätt bebyggda platser, där erforderlig plats å land för en svängbros bakarm ibland icke kan anskaffas för rimliga kostnader.

Likaså kan den inkräkting, en svängbro under manövreringen förorsakar i avseende på planutrymmet i segelleden invid brostället, under vissa omständigheter vara en olägenhet.

52. *Klaffbroar* kunna antingen vara utrustade med fast vridningsaxel och fast eller rörlig motvikt, se bilderna 336 och 337, eller ock försigår vridningen kring en tänkt, rörlig axel, i avseende på vilken bron är utbalanserad genom en fast motvikt, se bild 338.

Systemet med fast axel och fast motvikt, se bild 336, är det äldsta och var förut det vanligast förekommande. Enligt detta system äro exempelvis slussbroarna i Stockholm samt den nya klaffbron över Södertälje kanal för linjen Rönninge-Ström konstruerade, se bild 339. Anordning av rörlig motvikt, se bild 337, har den fördelen, att motvikten dels kan göras större genom att förläggas ovanför farbanan och dels kan koncentreras vid bakarmens yttersta ände, vilka båda omständigheter bidra till en minskning av bakarmens längd och därmed även av utrymmet i murverket för nämnda bakarm. Härigenom möjliggöres en förminskning av murverkets bredd i brons längdriktning, vilket särskilt är av betydelse, då det gäller en pelare ute i vattendraget.

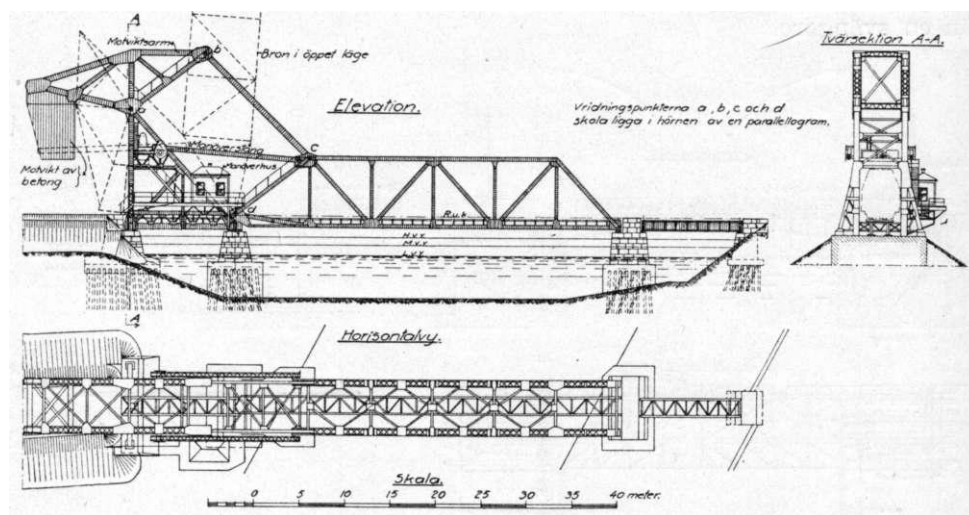


Bild 337. Klaffbro med fast vridningsaxel och rörlig motvikt.

Systemet med fast axel och rörlig motvikt, se bild 337, är uppfunnet av den tysk-amerikanske ingenjören *Straass* och har blivit uppkallat efter honom. Efter detta system är bland andra den nya Knippeisbron i Köpenhamn konstruerad, se bild 340. De rörliga motvikterna för denna klaffbro äro vid stängd bro inneslutna i särskilda, vid klaffbrons ändar uppförda portalbyggnader, som dessutom inrymma maskin- och manövreringsrum. Då bron öppnas, sänkes motvikten och avstänger därvid trafiken på körbanan.

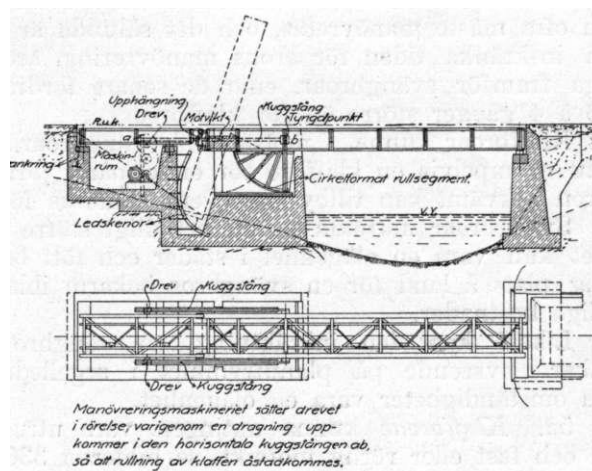
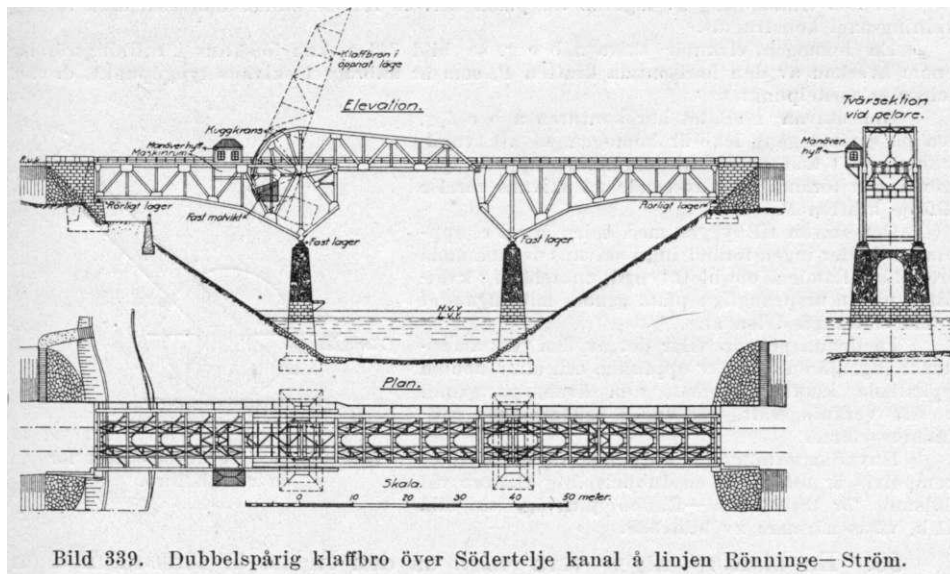


Bild 338. Klaffbro med rörlig vridningsaxel och fast motvikt, s. k. rullklaffbro. (System Scherzer).



Genom tillämpning av lagarna för plana skivors rörelse kunna klaffbroar utan verklig vridningsaxel konstrueras.

En homogen, cirkulär skiva  $a b e g$ , se bild 341 a, kan försättas i rullningsrörelse genom åverkan av den horisontala kraften  $P$ , som är anbragt i skivans tyngdpunkt, d. v. s. i cirkelns medelpunkt  $t$ .

Om skivan i stället har konturen  $a b e f g$ , men på samma gång icke är homogen, så att tyngdpunktsläget  $t$  ändock förblir oförändrat, uppstår tydligen ingen förändring i avseende på skivans rörelse tillfölje kraften  $P$ .

Om skivan tillbygges med delen  $b c d e$ , uppkommer heller ingen förändring i skivans ovannämnda rörelseförhållanden, om blott tyngdpunktsläget  $t$  kvarhålls på sin ursprungliga plats genom anbringandet av motvikter på delen  $at$ .

På denna princip vilar det av den tysk-amerikanske ingenjören *Scherzer* uppfunna och efter honom uppkallade klaffbrosystemet, som även, på grund av sitt verkningssätt, går under benämningen rullklaffbrosystemet.

Huvudanordningen av sistnämnda system, vilket exempelvis är utfört för en dubbelspårig klaffbro vid Ålkistan för Stockholm—Rimbo järnväg, se bild 341 b, visas närmare av bild 338.

53. En klaffbro säges vara *enkel*, då den endast är försedd med en klaff, som i stängt bro läge vilar på fasta stöd vid båda ändarna, se bild 337, men *dubbel*, då den har tvenne klaffar, som vid stängd bro på ett eller annat sätt äro förenade med varandra vid spännets mitt, se bilderna 336 och 342.

Huvudreglarna till dubbla klaffbroar kunna antingen vara konstruerade såsom tvenne konsolbalkar, som äro förenade med varandra genom en led vid spännets mitt, så att de i denna punkt måste följas åt vid brons form-

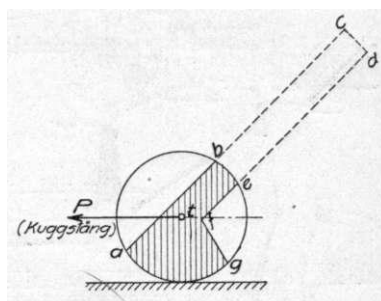


Bild 341 a. Verkningsättet för en rullklaffbro.

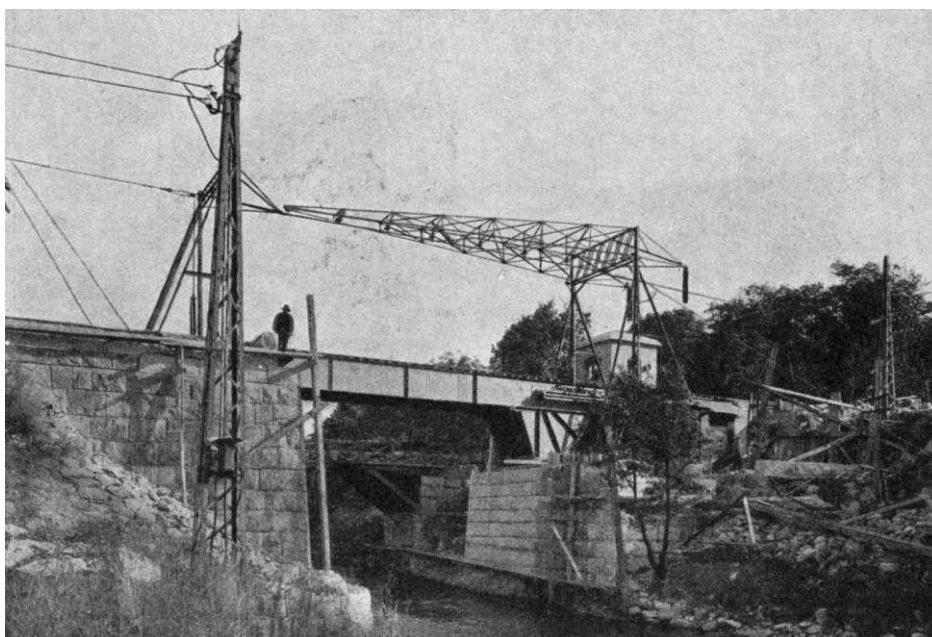


Bild 341 b. Rullklaffbro vid Ålkistan för Stockholm—Rimbo järnväg.

förändring i vertikal led, eller ock vara så anordnade, att desamma vid stängd bro verka såsom treledsbågar.

Det förstnämnda sättet är vanligast, men har den olägenheten, att jämförelsevis stora fjädringar uppkomma vid spannets mitt på grund av

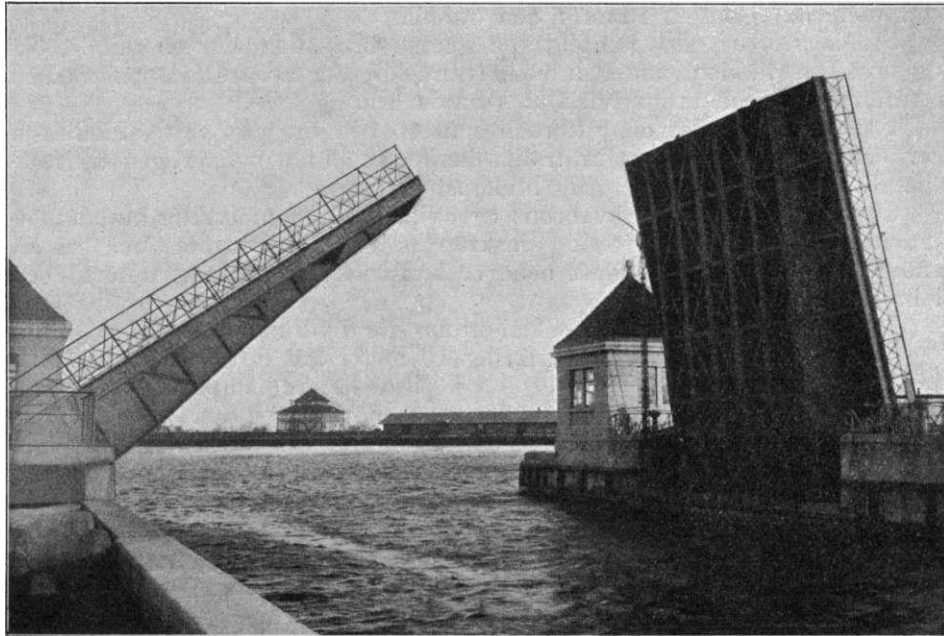


Bild 342. Dubbel klaffbro i Malmö.

trafiklasten. Enär nämnda olägenhet blir särskilt framträdande, då det gäller tung trafiklast, som med stor hastighet framföres över bron, kan konstruktionen ifråga icke lämpligen användas för järnvägsbroar.

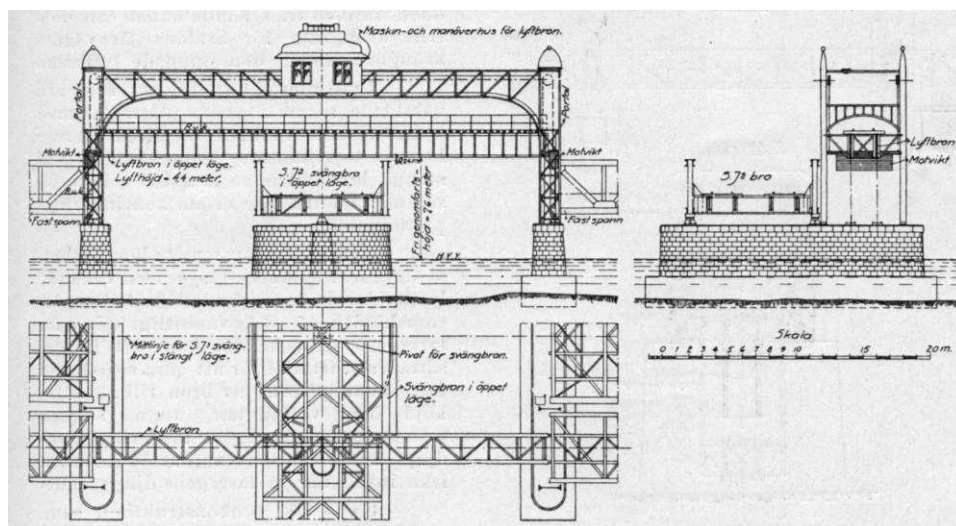


Bild 343. Föreslagen lyftbro över Stångån i Linköping för Östra Centralbanan.

Konstruktionen med huvudreglarna utbildade så, att desamma vid stängd bro verka såsom treledsbågar, kan visserligen användas även för järnvägsbroar, men då trafiksäkerheten måste anses bli bättre tillgodosedd genom en klaffbro, som, utan att vara delad genom en löstagbar förbindning vid spännets mitt, är fast understödd vid båda ändarna, föredrages vid järnvägar den enkla klaffen framför den dubbla.

54. *Lyftbroar* äro lämpliga på sådana broställen, där en mindre ökning av fria höjden under bron är tillräcklig för att framsläppa trafiken på vattendraget och brons lyfthöjd sålunda är ringa.

I stängt läge vilar en lyftbro liksom en fast bro på i vertikal led fasta lager och utgör sålunda en ur trafiksäkerhetssynpunkt synnerligen tillfredsställande anordning av en rörlig brokonstruktion.

Genom utbalansering av brons egenvikt medelst motvikter kunna motstånden vid brons manövrering inskränkas till friktionsmotstånd, så att manövreringsmaskineriet endast behöver konstrueras med hänsyn härtill och till brons egen tröghet.

Lyftbroar kunna med lätthet anordnas för hydraulisk drift.

Vid större lyfthöjder än omkring 10 meter äro lyftbroar i allmänhet icke längre lämpliga, enär såväl manövreringstiden som svårigheterna vid konstruktionen av de erforderliga tornbyggnaderna ökas med lyfthöjden.

Såsom exempel på ett fall, där denna brotyp är lämplig, må nämnas en av Östra Centralbanan ifrågasatt lyftbro med 4,8 meters lyfthöjd över Stångån i Linköping, bild 343, omedelbart vid sidan om Statens järnvägars nya, dubbelspåriga svängbro.

Denna lyftbro har samma totala längd som svängbron och erbjuder med sin fria höjd i öppnat läge av 7,6 meter över högvattenytan dels fri genomfart för den i Stångån vid brostället framgående trafiken från Kinda kanal och dels fritt svängrum för Statens järnvägars svängbro under den öppnade lyftbron.

Lyftbrons huvudreglar, som äro utbildade såsom massiva plåtreglar med spåret vilande å tvärsliplar direkt på reglarnas toppflänsar, understödjas vid stängd bro av trenne murstöd och verka sålunda i detta läge såsom kontinuerliga plåtbalkar.

Enär lyftbrosystemets lämplighet, såsom förut nämnts, avtager med växande lyfthöjd och den erforderliga fria segelationshöjden oftast är väsentligt större än fartygens djupgående, kan det ifrågasättas, att, istället för att göra segelleden fri genom lyftning av bron till ansenlig höjd över vattenytan, uppnå samma mål genom sänkning av bron till sådant djup under vattenytan, att densamma icke inkräktar på fartygens djupgående.

En dylik brokonstruktion, som, såvitt känt är, hittills icke blivit utförd, visas av bild 344.

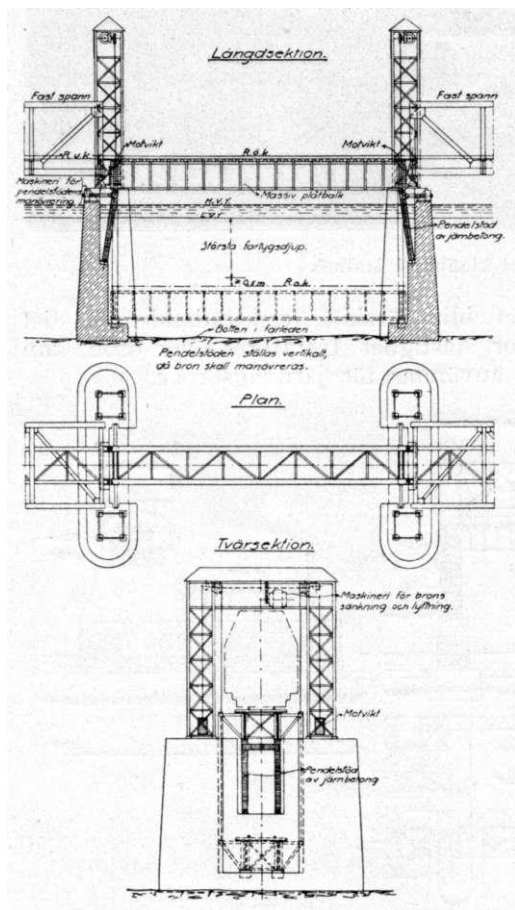


Bild 344. Förslag till sänkbro.



55. Rullbroar komma i regel endast till användning vid smärre spännvidder, enär de fordra större kraftåtgång och längre manövreringstid än något annat rörligt brosystem.

Om en rullbro skall förflyttas i sin egen längdriktning, måste den antingen vara kombinerad med en rullbro, som kan förflyttas i sidoled vinkelrätt mot sin längdriktning, eller också måste farbanan hos lyftbron eller angränsande fasta spann vara höj- och sänkbar för att medgiva förskjutningen.

En rullbro enligt förstnämnda princip är utförd för järnvägstrafik över Slussen i Stockholm och visas schematiskt av bild 345.

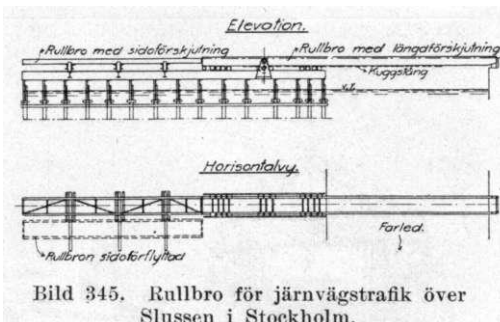


Bild 345. Rullbro för järnvägstrafik över Slussen i Stockholm.

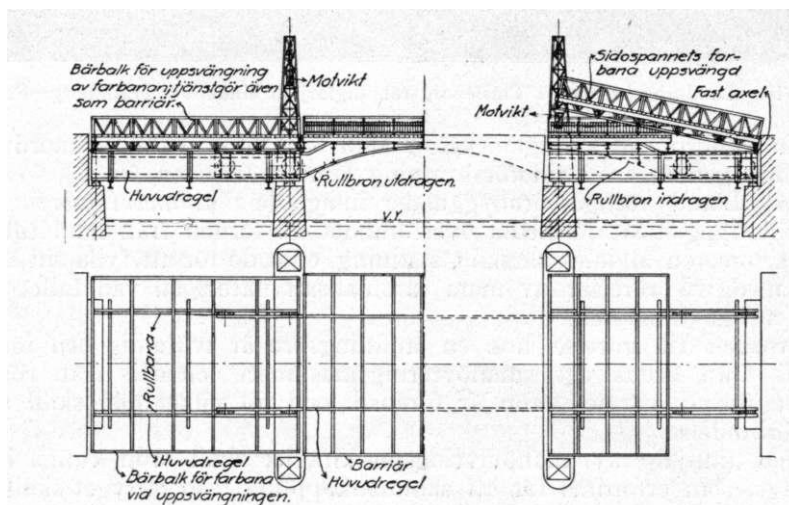


Bild 346. Rullbro, förskjutbar i angränsande, fasta sidospänn.

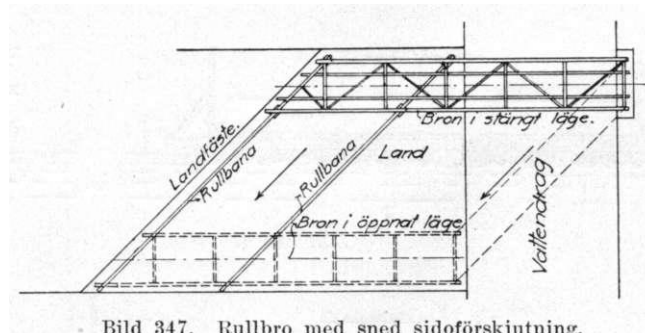


Bild 347. Rullbro med sned sidoförskjutning.

I bild 346 visas en rullbro av sådan anordning, att den kan skjutas in i angränsande, fasta sidospänn, vilkas farbanekonstruktioner genom svängning kring en horisontal axel vid vardera landfästet kunna lyftas till sådan höjd, att rullbron med sin fasta farbanekonstruktion fritt kan förskjutas inunder.

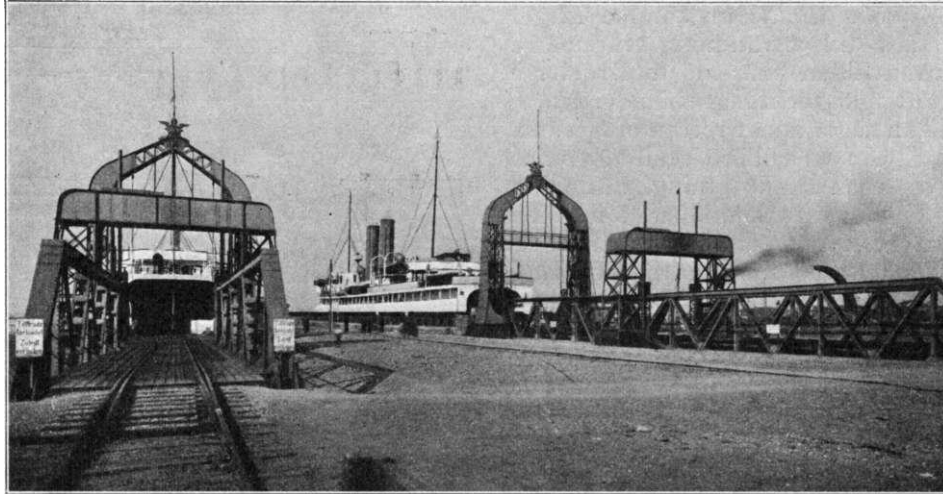


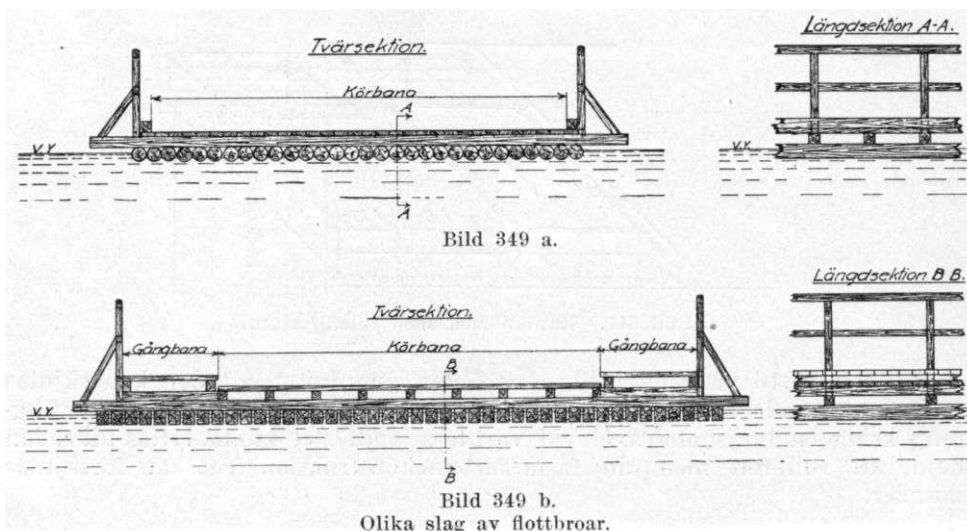
Bild 348. Landningsbroarna i Trälleborg för ångfärjeförbindelsen Trälleborg—Sassnitz.

En rullbro kan slutligen, såsom bild 347 visar, vara så anordnad, att densamma genom sned sidoförskjutning lämnar farleden fri.

56. Bland rörliga brobyggnader intaga de s. k. *landningsbroarna*, som hava till uppgift att förmedla överförandet av fordon från land till vatten eller tvärtom, en alldeles särskild ställning, enär de för att fylla sitt ändamål måste medgiva rörelser av mera sammansatt natur, än vad fallet är med övriga rörliga brosystem.

Orsaken till rörelse hos en landningsbro är tvåfaldig och förskriver sig dels från brons eget manövreringsmaskineri och dels från rörelserna hos det fartyg, varmed bron är förenad, och till vilket den skall upprätthålla förbindelse.

Med tillhjälp av manövreringsmaskineriet skall bron kunna inställas i det läge, som erfordras för att sammankoppling med fartyget skall kunna äga rum, och då detta har skett och bron, sedan manövreringsmaskineriet automatiskt blivit fränkopplat, vilar på fartyget, skall den av sig själv



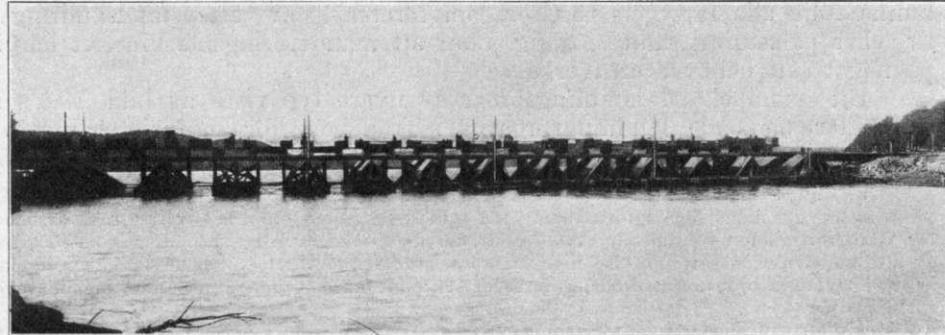


Bild 350. Prämbro i sjön Aspen vid Jonsered.

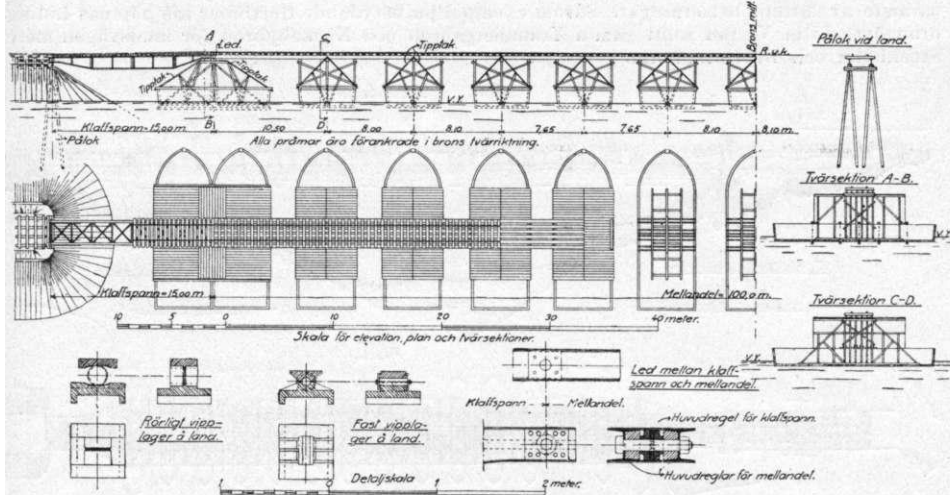


Bild 351. Prämbro i sjön Aspen vid Jonsered.

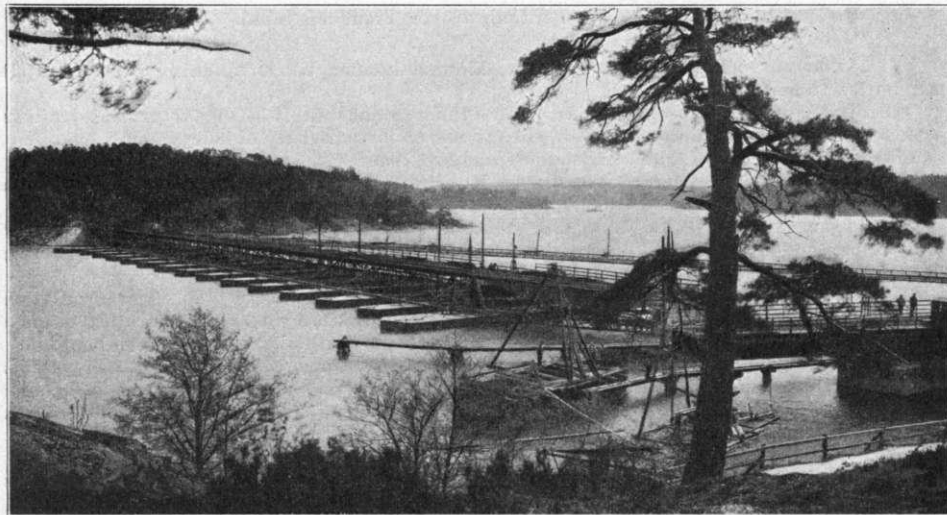


Bild 352. Pontonbro över Tranebergssund.

kunna följa alla fartygets rörelser, som förorsakas av vattenståndsändringar, av- eller pålastning samt sjögång, utan att manövreringsmaskineriet härvid på något sätt behöver medverka.

Ett exempel på landningsbroar av nyare typ visas av bild 348, som föreställer de båda landningsbroarna i Trälleborg för ångfärjeförbindelsen Trälleborg—Sassnitz.

57. Ehuru man med rörliga broar i egentlig mening endast avser sådana broar, för vilka överbyggnadens läge i förhållande till underbyggnaden efter behov kan förändras, och för vilka rörligheten sålunda är *avsiktlig*, är det dock icke ovanligt, att broar, som på grund av sitt konstruktionssätt uppvisa mycket stora *oundvikliga* rörelser, såsom fallet exempelvis är med flytande broar: flottbroar, pråmbroar och pontonbroar, jämväl gå under benämningen rörliga broar.

**Flottbroars** bärförmåga är ringa, enär densamma endast motsvaras av flytförmågan hos deras i vattnet liggande virke, och detta slags flytande broar, som i tvärsnitt visas av bilderna 349 a och b, kan därför endast ifrågasättas att komma till användning för uppstående av lättare belastningar. Såsom exempel på betydande flottbroar må nämnas Lidingöbron över Lilla Värtan samt gamla Tranebergsbron och Nockebybron för landsvägen mellan Stockholm och Drottningholm.

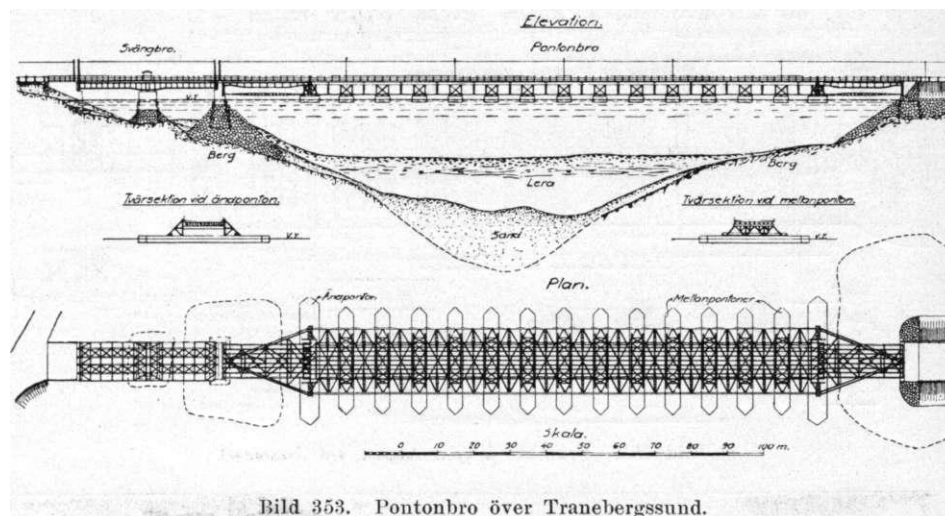


Bild 353. Pontonbro över Tranebergssund.

**Pråmbroar** och **pontonbroar** kunna däremot komma till användning även för uppbyggandet av tung trafik.

Sålunda byggdes av Statens järnvägar under sommaren 1913 en för grustågstrafik avsedd, provisorisk pråmbro över den vid ett större jordskred nybildade viken i sjön Aspen mellan Jonsered och Lerum. Nämda pråmbro, som visas av bilderna 350 och 351, var beräknad för en jämnt fördelad, tillfällig belastning av 3,5 ton per löpande meter och användes för verkställande av bankfyllnad i den ca 13 meter djupa viken.

Såsom exempel på en betydande pontonbro av modern typ må nämnas den nya, för dubbelspårig spårvägstrafik konstruerade bron över Tranebergssund, vars anordning närmare framgår av bilderna 352 och 353.

Det mest säregna med denna pontonbrokonstruktion är, att de eljest för flytande broar vanliga bottenförankringarna i och för bronns fasthållning i sidosled hava blivit ersatta av ett horisontalt liggande vindförband, som endast är fasthållet i sidosled vid pontonbronns båda fasta ändstöd. Genom nämnda vindförband överförs alla på pontonbron verkande sidokrafter, såsom vind- och istryck, till de fasta murstöden vid pontonbronns båda ändar, och bron erhåller härigenom ett säkrare och fastare läge i sidosled, än vad bottenförankringar i allmänhet erbjuda.

För att nedbringa den för pontonbroar rätt avsevärda underhållskostnaden har på senare tid armerad betong börjat användas istället för järn vid tillverkning av pontonerna.

För breda och djupa vattendrag, i vilka byggandet av mellanstöd skulle medföra allt för höga kostnader, är mången gång anläggningen av en flytande bro den enda utvägen för att på ett ekonomiskt sätt skapa en broförbindelse.