

Fig. 15. Fast bock.

På grund af lagerskornas förankring vid granitplintarna uppkomma därjämte temperaturspänningar i bottenhorisontalerna samt böjningsmoment i bockbenens nedre delar, eftersom järnet undergår betydligt större längdförändringar på grund af temperaturväxlingar än murverket. Dessa temperaturspänningar äro dock icke större, än att maximipåkänningarna i materialet jämte säkerheten mot afknäckning hålla sig inom tillåtna gränser, då man icke torde behöfva förutsätta, att de största vind- och temperaturspänningarna skola uppkomma samtidigt. Detsamma gäller äfven för pendelbockarna.

I brons tvärriktning äro de båda bockhalfvorna förbundna medelst tre transversaler och mellanliggande diagonalkryss. Topp- och bottenhorisontalerna utgöras af 4 stycken vinkeljärn, som i båda leder äro förbundna med gallerverk och parvis ansluta sig till knutbleck på bockbenens yttersidor. I botten finnas tvenne af hvarandra oberoende gallerverks-transversaler af 4 st. vinkeljärn, som ansluta sig till bockbenen medelst dubbla knutbleck i samma höjd som de ofvannämnda kistbalkarna mellan bockbenen i andra leden.

Diagonalkryssen utgöras af enkla olikflänsiga vinkeljärn  $80 \times 160 \times 12$  mm., som äro infästade vid transversalernas knutbleck och i korsningspunkterna förbundna med rundjärnsstag, medelst hvilka diagonalerna erhållit en viss initialspänning för att minska deras känslighet för vibrationer sidvägen på grund af vindtryck och trafiklastens skakningar. Diagonalkryssen ligga med sina yttre flänsar i de lutande plan, som bildas af bockbenens raka yttersidor, och täckas sålunda i brons tvärriktning fullständigt af bockbenen.

Bockarna II och IV hafva en höjd af 12,08 m. mellan topplåtarna och fötternas bottenplan, bock III 12,44 m. och bock V 11,28 m. Granitplintarnas öfverkanter ligga resp. på + 6,66, + 6,30, + 6,30, + 6,66, + 7,10 och + 7,37 m. ö. sl. tr., räknadt från pelare I till VI.

Största spänningen i bockbenen uppgår till — 294 ton samt i vindtransversaler och vinddiagonaler till resp. — 19 och + 21,4 ton. Största upplagstrycket på en granitplint är 250 ton eller omkring  $66 \text{ kg./cm}^2$ .



### 3. Bågspannen. (Fig. 16—20 och Pl. 5.)

Bågspannen, tre till antalet med 39,48 m. teoretisk spännvidd hvardera och 0,52 m. inbördes afstånd mellan spannen, skilja sig från hvarandra endast därigenom, att mellanspannet ligger horisontalt med 60 mm.



Fig. 16. Södra bågspannet.

öfverhöjning på midten af dragbanden och brobanan, under det att de omgifvande spannen ligga i lutning 1:110 med häraf betingad olikhet i utslaget af hufvudreglarna, hvilkas vertikaler och hängstänger i senare fallet icke äro vinkelräta mot brobanan utan lodräta. En analog olikhet gör sig äfven gällande i afseende på långreglarnas infästning vid tvärreglarna.

*Hufvudreglarna.* Som förut blifvit nämndt, består hvarje spann af tvenne hufvudreglar på 11,45 m. afstånd. Hvarje hufvudregel utgöres af



en elastisk fackverksbåge med dragband mellan upplagsknutpunkterna för horisontalkraftens upptagande och är indelad i 14 lika fack à 2.82 m. Den öfre bågens knutpunkter ligga på en cirkelbåge med 41,467 m. radie och 5,0 m. pilhöjd och den undre bågens knutpunkter på en cirkel med 34,076 m. radie och 6,3 m. pilhöjd. Fackverkshöjden är 2,5 m. vid ändståndarna och 1,2 m. ( $\sim \frac{1}{33}$  l.) i hjässan. Fackverksbågens totala pilhöjd är 7,5 m. ( $\frac{1}{6,25}$  l.).

Brobanan är upphängd i undre bågens knutpunkter medelst *hängstänger* af 75 mm. rundjárn (Fig. 17). Hängstängerna äro i ändarna ut-

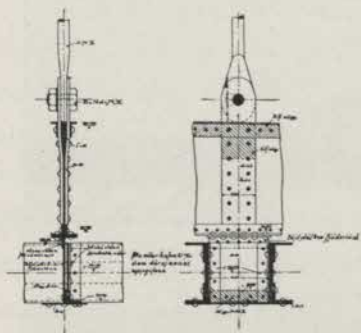


Fig. 17. Brobanans och dragbandets fjädrande upphängningsanordningar.

smidda till blad med hål för 75 mm. svarfvade länkbultar. Stångens öfre ände är medelst länkbulten vridbart upphängd i en af tvenne plåtar i vertikalens förlängning bildad gaffel i undre bågens knutpunkter, och i stångens nedre ände är tvärregeln likaledes vridbart upphängd medelst en liknande gaffel, som omfattar tvärregelns lifplåt. Genom de vridbara förbindningarna i ett mot brons längdriktning vinkelrätt plan har den fördelen ernåtts, att inga oberäkneliga extraspänningar kunna uppkomma


i tvärreglar, hängstänger o. s. v. på grund af tvärreglarnas fjädringar eller vid ensidig belastning af ena hufvudregeln. Den ringa styfheten, som både hängstänger och infästningsgafflar erbjuda i brons längdriktning, gör det å andra sidan möjligt för hufvudreglarna och med dem fast sammanhängande konstruktionsdelar att formförändras oberoende af brobanan och utan uppkomst af nämnvärda extraspänningar.


Hängstängerna hafva gjorts af rundjárn dels med hänsyn till dess ringa styfhet och dels på grund af dess obetydliga inskränkning af gångbanornas fria utrymme. Genom detta val af stångsektion begränsas dessutom den fria utsikten från brobanan i möjligast minsta mån, på samma gång som konstruktionen erhåller ett lätt och smäckert utseende. I knutpunkterna 1 och 13 äro anordningarna för brobanans upphängning i undre





bågen af delvis annan konstruktion än den häröfvan beskrifna, hvarom närmare redogöres i sammanhang med vindförbanden och bågarnas afstyfning mot knäckning sidvägen.

Bågramarna hafva erhållit kontinuerlig böjning efter cirkelbågar, och för att begränsa den af stängernas bågform förorsakade excentriciteten till den minsta möjliga hafva tyngdpunktslinierna, — för den öfre bågen medeltyngdpunktslinien — som också utgöras af cirkelbågar, lagts ungefär midt emellan stångpolygonernas om- och inskrifna cirklar.

Öfre bågen, hvars maximispänningar, inkl. vind- och temperaturspänningar, variera mellan — 83 och — 340 ton från ändarna mot hjässan räknadt, har vidstående tvärsnitt  med genomgående plåt på öfversidan och gallerverk af vinkeljärn på undersidan.

Undre bågen, med maximispänningar varierande mellan — 367 och + 68 ton från ändarna mot midten räknadt, har -sektion, hvars båda hälfter äro förbundna med gallerverk af vinkeljärn på såväl öfver- som undersidan. Lifplåtarna äro skarfvade vid de i samma plan liggande knutblecken i hvarje knutpunkt för att underlätta tillverkningen af de bågformade lifplåtarna samt begränsa knutbleckens storlek till den minsta möjliga.


Diagonalerna utgöras hvardera af 4 stycken vinkeljärn och tvenne flänsplåtar , de förra innanför och de senare utanför knutblecken, och de båda hälfterna äro förbundna med plattjärnsgaller.

Hvarje vertikal består däremot endast af 4 st. vinkeljärn , som äro parvis infästade på knutbleckens insidor och sinsemellan förbundna med plattjärnsgaller. I själfva knutpunkterna äro vertikalerne förbundna med plåtar, hvilka därjämte skola afstyfva bågarna mot torsionsmoment af sidkrafter.

Diagonalernas maximispänningar växla mellan + 66 och + 99 ton och vertikalerne mellan — 48 och + 44 ton.

Ändvertikalerne, hvilkas toppändar sidvägen bilda orubbliga upplagspunkter för öfre bågen mot åverkan af vind- och sekundärkrafter, äro kraftigare utbildade än de öfriga vertikalerne och bestå af en lifplåt och 8

stycken vinkeljärn. Vinkeljärnen äro infästade på ömse sidor om hufvudreglarnas af dubbla 14 mm. plåtar bestående upplagsknutbleck, som här hafva en höjd af 1,365 m. Ändvertikalerna och knutblecken hafva hyflade anliggningsytor för lagerkonstruktionernas vipplattor.

Bågarnas upplagsknutpunkter äro förbundna med *dragband*, som vid utslaget erhållit 60 mm. öfverhöjning på midten för att icke verka nedhängande för ögat. Dragbandet, som har vidstående tvärsnitt , består af 4 lifplåtar och 4 vinkeljärn. I mellanknutpunkterna är dragbandet upphängdt i tvärreglarnas bottenflänsar medels s. k. »plattlänkar» (Fig. 17), genom hvilka brobanan göres oberoende af hufvudreglarnas längdförändringar samt hindras från att medverka vid horisontalkrafternas upptagande. Endast mellersta tvärregeln är orubbligt förenad med dragbandet i ändamål att bibehålla brobanan i konstant läge i förhållande till spannets midt samt fördela längdförändringarna likformigt på ömse sidor om midten.

»Fjäder»- eller »plattlänkarna» utgöras af 10 mm. plåtar, som medels tvenne vinklar i öfre änden äro fästade vid tvärreglarnas bottenflänsar och nedtill fastnitade i underkanten af dragbandets vertikala afstyfningsplåtar. Genom anbringande af ett 20 mm. mellanlägg mellan plåtarna bildas spelrum, som medgifva de af brobanans längdförändringar relativt hufvudreglarna betingade fjädringarna af plattlänkarna i brons längdriktning, på samma gång som plåtarna i andra leden hafva erforderlig styfhet att öfverföra sidokrafter från brobanan till vindförbandet i dragbandens bottenflänsplan. Största spänningen i dragbandet med hänsyn äfven till temperatur och vind uppgår till omkring 247 ton.

Utom genom ändtvärreglarna äro hufvudreglarna fast förbundna med hvarandra genom tvenne *vindförband* (Fig. 18), af hvilka det ena är beläget i öfre bågens toppflänsplan med utsträckning öfver de åtta mellersta facken och det andra, som är genomgående från ändtvärregel till ändtvärregel, ligger under brobanan i dragbandens bottenflänsplan.

Ändtvärreglarna (Pl. 7), som utgöras af i det närmaste jämnhöga nitade plåtbalkar, äro medelst konsolformiga ändplåtar synnerligen kraftigt infästade



vid hufvudreglarnas ändståndare med hänsyn till vindmomentens öfverföring från öfre bågarna.

Ändtvärreklarnas gångbanekonsoler äro fastnitade på ändståndarnas yttersidor, men de fria ändarna äro förbundna med brobanan. Konsolens inre ände följer sålunda med vid hufvudreglarnas rörelse, men konsolen har icke större styfhet vid infästningen (en 10 mm. plåt), än att den af rörelsedifferensen mellan brobana och hufvudreglar betingade fjädringen utan olägenhet kan äga rum.

Öfre vindförbandet består af gallerverkstransversaler i knutpunkterna 3, 5, 7, 9, och 11 samt öfvertvenne fack gående diagonal-kryss af dubbla vinkeljärn, som medelst tvenne knutbleck äro infästade vid öfre bågen i knutpunkterna 4, 6, 8 och 10. (Fig. 18 och 19 och Pl. 5.) Diagonalerna korsar hvarandra midt under transversalerna, i hvilkas bottenflänsar de äro upphängda. Till vindförbandet har valts ett tvådeladt system med styfva diagonaler, hvori mellan-transversalerna endast hafva den sekundära uppgiften att minska diagonalernas bär- och knäckningslängder samt öfverföra vindtrycket från undre bågarna till vindförbandets plan. Transversalerna göra därjämte de undre bågarna delaktiga af vindförbandets afstyfningsförmåga mot knäckning sidvägen, en afstyfning som är så mycket nödvändigare, som hängstängerna med länkförbindningar i undre bågens knutpunkter icke göra någon nytta i detta afseende.

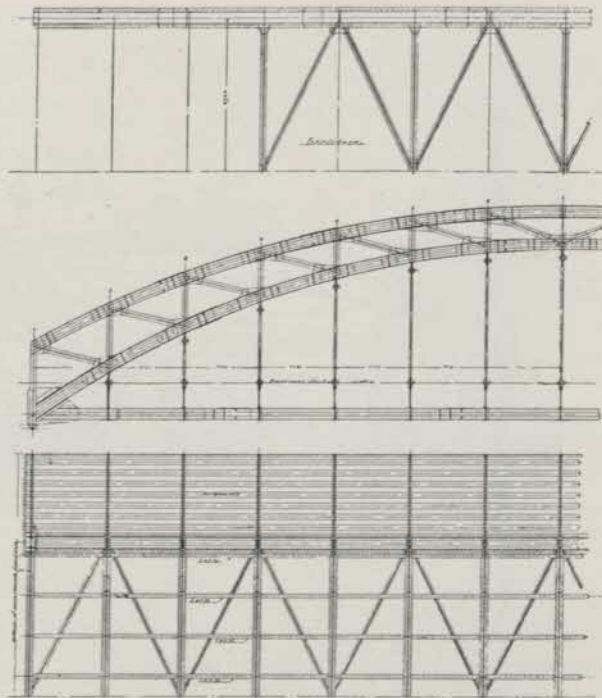


Fig. 18. Fackverksbåge med topp- och bottenförband.

Halfdiagonalerna i vindförbandets ändfack äro infästade på midten af ändtransversalerna, som fördela sidokrafterna på båda hufvudreglarna. Transversalerna hafva konstruerats som gallerverksbågar med ungefär samma system som hufvudreglarna och 0,5 m. öfverhöjning på midten. Toppflänsarna äro förbundna med öfre bågarna och bottenflänsarna med de

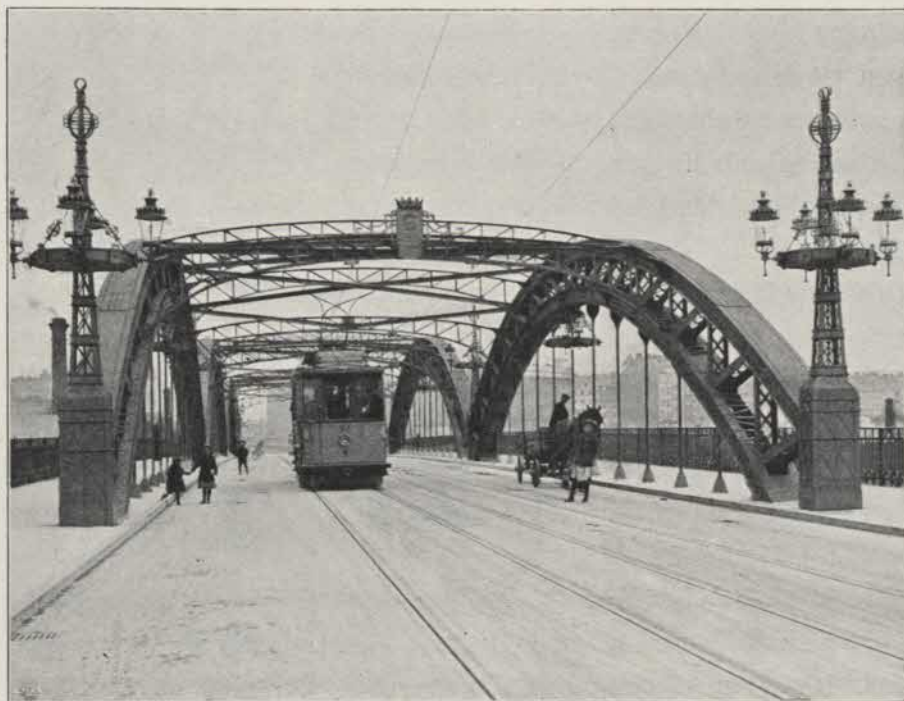


Fig. 19. Ändvy från Kungsholmssidan.

undre, för att transversalerna skola kunna motsvara det ofvan angifna ändamålet. Öfverhöjningen betingas dels af konstruktiva skäl, nämligen diagonalernas framdragande under transversalernas bottenflänsar och dels, hvad ändtransversalerna beträffa, af den erforderliga fria höjden öfver körbanan för den elektriska spårvägens framdragande öfver bron. Alla transversalerna äro kongruenta utom i afseende på några mindre detaljer, genom hvilka ändtransversalerna skilja sig från de öfriga. Fria höjden öfver körbanan i midten och vid kantstenarna uppgår till resp. 5,0 och



3,90 m. under ändtransversalerna, 6,12 och 5,10 m. under mellantransversalerna samt 6,5 och 5,54 m. under mitttransversalen. Minsta fria höjden i midten af spårvägsspåren är 4,9 m.

Som förut blifvit nämnt, äro ändtransversalerna att betrakta som portaler, genom hvilka vindtryck och andra sidokrafter från hufvudreglarnas 8 mellersta fack fördelas ungefär lika på alla fyra bågarna, som under böjningsåverkan öfverföra de ifrågasvarande krafterna till upplagen. Det öfre bågparet kan med hänsyn till vind- och knäckningskrafternas inverkan betraktas såsom en på ändvertikalernas orubbliga toppändar fritt upplagd balk, som genom vindförbandets närvaro har oändligt stort tröghetsmoment i de åtta mellersta facken. För säkerhets skull hafva dock endast de sex mellersta facken betraktats såsom försedda med vindförband vid beräkningen af styfheten sidvägen. De fria bågändarna äro sålunda utsatta för samtidig åverkan af rent tryck, böjningsmoment på grund af sidokrafter samt vridningsmoment till följd af bågformen.

Undre bågarna kunna däremot under inverkan af samma krafter anses såsom inspända i brobanan mellan knutpunkterna 0—1 i ena änden och 13—14 i den andra, och med hänsyn härtill hafva särskilda konstruktioner utbildats för brobanans upphängning i knutpunkterna 1 och 13 (Fig. 20).

Hängstaget, eller rättare bärplåten, i knutpunkterna 1 och 13 utgöres af en triangulär 20 mm. plåt, som jämte pånitade sidoplåtar är orubbligt infästad vid undre bågen med tillhörande vertikal. Bärplåtens nedre hörn, som motsvarar hängstångens utsmidda blad, är försedt med hål för en 90

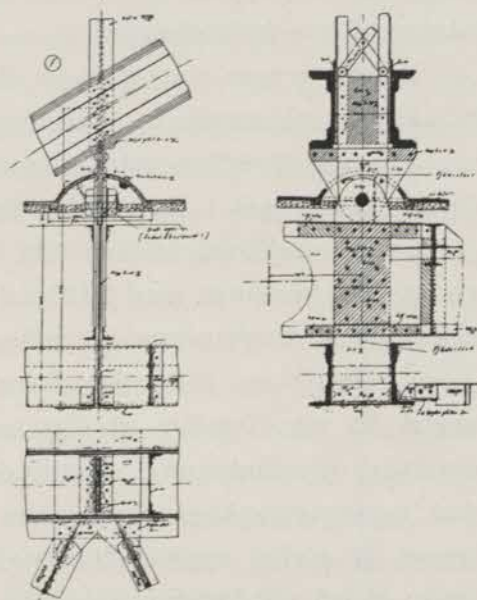


Fig. 20. Brobanans upphängningsanordning i knutpunkterna 1 och 13.

mm. bult, medelst hvilken den underliggande tvärregeln är vridbart upphängd i härplåten på samma sätt som de andra mellantvärreglarna endast med den skillnad, att såväl bult som upphängningsbygel erhållit något gröfre dimensioner med hänsyn till sidokrafternas öfverförande. Den ifrågavarande konstruktionen har sålunda följande uppgifter att fylla:

1:o) att uppbära brobanan på sådant sätt, att inga nämnvärda extraspänningar uppkomma på grund af tvärregelns fjädring eller ensidig belastning af ena hufvudregeln,

2:o) att genom sin egenskap af »plattlänk» medgifva brobanans längdförändringar oberoende af hufvudreglarna samt slutligen

3:o) att öfverföra sidokrafterna på grund af bågens inspanning till vindförbandet, som i sin ordning fortplantar dem till upplagen.

*Undre vindförbandet* (Fig. 18), som har till uppgift att öfverföra vindtrycket från brobanan med trafiklast till upplagen, består af styfva korsande diagonaler i dragbandens bottenflänsplan. Dragbanden tjänstgöra härvid såsom ramstycken, och tvärreglarna hafva ingen annan uppgift i vindförbandet än att öfverföra vindtrycket till knutpunkterna medelst de förut omtalade »plattlänkarna». Hvarje diagonalkryss sträcker sig öfver två fack med korsningspunkten midt under den mellanliggande tvärregeln, hvare krysset är rörligt upphängdt medelst tvenne bladbultar. Hvarje diagonal består af två olikflänsiga vinkeljärn. Alla diagonalerna äro afbrutna och skarfvade i korsningspunkterna. I ändfacken avslutas vindförbandet med halfdiagonaler, som äro infästade på midten af ändtvärreglarnas bottenflänsar.

#### Brobanan. (Pl. 5.)

*Körbanans* beläggning uppbäres af buckelplåtar mellan lång- och tvärreglar.

Långreglarna utgöras af helvalsade I-balkar N. P. 32 utom kantreglarna, I N. P. 28, och uppdelas körbanan på bredden i 7 fack med 1.5 m. delning. I enlighet med den förut omnämnda principen om brobanans frigörelse från hufvudreglarna och med dem fast sammanhängande kon-



struktionsdelar, »frisväfvande» brobana, äro långreglarna liksom äfven buckelplåtarna orubbligt infästade vid mellantvärreglarna men rörligt vid ändtvärreglarna. Vid de senare äro långreglarna infästade med bultar i aflånga hål i lifvet, som därjämte hvilat på en stödplåt mellan ändtvärreglens afstyfningsvinkeljärn.

Mellantvärreglarna, som ligga på 2,82 m. afstånd och hafva en längd af 11,45 m. mellan upphängningspunkterna, bestå af en 10 mm. lifplåt, fyra vinkeljärn  $80 \times 80 \times 12$  mm., tvenne flänsplåtar  $200 \times 10$  mm. i bottenflänsen samt tvenne plåtar, den undre  $280 \times 10$  och den öfre  $160 \times 10$  mm., i toppflänsen. Bredden på toppflänsplåtarna betingas af sättet för buckelplåtarnas fastnitning vid tvärreglarna. Lifplåtens höjd på midten är 1200 mm. men minskas till 600 mm. i skarfvorna under kantstenarna. Överkanten lutar 1 : 80 från midten mot ändarna på grund af körbanans öfverhöjning i midten, och underkanten är rak i de tre mellersta långregelfacken. I midtfacket är lifplåten försedd med ett 420 mm. cirkelrundt hål för ett 250 mm. vattenledningsrör, understödt af dubbla påläggsplåtar, som därjämte förstärka den genom hålet försvagade lifplåten. Lifplåten är afstyfvad med vinkeljärn  $75 \times 100 \times 10$  mm., vid hvilka långreglarna äro infästade. I ändarna afslutas tvärreglarna med särskildt formade plåtar, i hvilka de af tvenne 20 mm. plattjärn bestående upphängningsbyglarna och de utanför hufvudreglarnas plan belägna gångbanekonsolerna äro infästade.

Buckelplåtarna äro pressade af 8 mm. plåt med 150 mm. pilhöjd på bucklan och 60 mm. plana upplagskanter för plåtarnas fastnitning vid längsreglarnas toppflänsar och de ofvannämnda breda flänsplåtarna å tvärreglarna. Vid kantreglarna, som med hänsyn till gångbanorna ligga något högre än de öfriga långreglarna, äro buckelplåtarna infästade vid lifvet medelst tvenne vinkeljärn. I ytterfacken är därjämte hvarje buckelplåt på öfversidan afstyfvad med ett L-järn i midten. Buckelplåtarna hafva en längd af 2,660 m. och en bredd af 1,495 m.

Gångbanorna hvila, som nämnt, på gallerverkskonsoler i tvärreglarnas förlängning. Konsolerna sträcka sig 3,275 m. utanför hufvudreglarnas

plan och bestå af topp- och bottenflänsar af vinkeljärn med mellanliggande gallerverk af plattjärn. Toppflänsarna utgöras af tvenne olikflänsiga vinkeljärn, som omfatta tvärregelns avslutningsplåt med tillhörande bygelplåtar, hvarvid kilformiga mellanlägg anbragts på ömse sidor om de senare för ernående af mjuka öfvergångar, och bottenflänsarna af tvenne likflänsiga vinkeljärn.

I tvärreglarnas avslutningsplåtar finnas 590 mm. hål för ett 400 mm. gasrör med bärplåtar liksom för vattenledningsröret.

Betondäcket uppbäres af zoresjärn N. P. 9 på 0,4 m. inbördes afstånd, och på yttersidorna begränsas gångbanorna af 320 mm. höga med plattjärn och vinkeljärn skodda avslutningsplåtar, vid hvilka räckverksstolparna äro fastnitade utvändigt. Zoresjärnen äro fastnitade vid alla gångbänkonsolernas toppflänsar utom vid ändkonsolerna. Vid hufvudreglarnas ändståndare samt undre bågens genomgångsställen i gångbanorna äro beläggningsjärnen afväxlade medelst särskilda järnramar, så att gångbanorna ingestädes hafva fast sammanhang med hufvudreglarna.

#### 4. Sidospannen. (Pl. 1 och 6.)

Å sidospannen ligger den bärande konstruktionen, som redan förut blifvit nämndt, under brobanan och utgöres af tvenne parallellbjälkar på 11,45 m. inbördes afstånd. Hufvudreglarna, som hafva en teoretisk spännvidd af 26,75 m. och en höjd af 2,67 m. ( $\sim \frac{1}{10}$  l.), äro indelade i 10 fack å 2,675 m. med enkla från midten mot ändarna af regeln stigande diagonaler. Ramstyckena luta 1 : 110 mot brons ändar, men vertikallerna äro icke vinkelräta mot ramstyckena utan lodräta.

Ramstyckena hafva  $\square$ -sektion med en till tre stycken 400 mm. höga lifplåtar och fyra stycken vinkeljärn. Toppramen är dessutom försedd med flänsplåtar, af hvilka den öfre täcker hela ramstycket på den mellersta delen af regeln. I ändarna äro däremot toppramens båda halfvor förbundna med stagplåtar parvis på öfver- och undersidan. Midt öfver vertikallerna finnas därjämte med centreringsplattor försedda plåtar, hvilka äro



infästade medelst vinkeljärn vid vertikalernas toppändar, som hyflats för åstadkommande af en god anliggning. Bottenramarna äro endast försedda med sammanbindningsplåtar under hvarje vertikal.

*Vertikaler och diagonaler* bestå i regel af åtta vinkeljärn, som i grupper om fyra stycken äro infästade vid knutblecken med dubbelskäriga nitar. Grupperna äro sinsemellan förbundna med stagplåtar. Knutplåtarnas tjocklek varierar mellan 14 och 20 mm.

Särskildt anmärkningsvärd är utbildningen af hufvudreglarnas *upplagsknutpunkter* (Pl. 6), som ligga på toppramarna. Någon egentlig ändvertikal finnes icke, men knutblecken äro invändigt afstyfvade med vinkeljärn samt en mellanliggande lifplåt, och i botten af denna afstyfningsvertikal är lagrets vippsko fästad. Vertikalen och knutblecken äro försedda med hyflade anliggningsytor. På knutpunktens insida finnes en med tvenne vinkeljärn fastnitad trekantig afstyfningsplåt, som därjämte är infästad vid ändtvärregelns bottenfläns. Denna stagplåt har till uppgift att afstyfva den höga upplagsknuten sidvägen.

Den här beskrifna konstruktionen afser egentligen upplagsknutpunkterna vid landfästena samt bockarna II och V men är med vissa modifikationer äfven tillämplig vid upplagsknutpunkterna öfver pendelbockarna. Hufvudreglarnas toppramar hafva här gemensamma knutbleck, hvilka äro afstyfvade på förut beskrifvet sätt. Toppramen har därigenom blifvit kontinuerlig, åtminstone hvad knutplåten beträffar, ty lifplåtar och vinkeljärn äro afbrutna. De extraspänningar, som uppkomma på grund af denna kontinuitet, kunna emellertid icke anses medföra någon olägenhet, då toppramen är betydligt öfverstark i ändfacken och endast kan blifva utsatt för mindre betydande böjningspåkänningar till följd af knutbleckens deformation. Olägenheterna af denna konstruktion äro sålunda obetydliga, men fördelen af en enkel och central uppläggning å pendelbocken i förening med möjligheten till kraftig afstyfning sidvägen genom den trekantiga plåtens infästning vid den öfverliggande tvärregeln är däremot så mycket större.

I ändfacken äro bottenramens stänger spänningslösa samt på grund häraf endast försedda med lösa förbindningar, bultar i aflånga hål, vid

bockar och landfästen. Vid de senare afslutas den spänningslösa stängen i bottenramen med en sko af gjutjärn.

*Vindförband* eller andra tvärförbindningar mellan hufvudreglarna hafva icke ansetts behöfliga, då brobanan, som ligger omedelbart ofvanpå toppramarna, med kontinuerligt däck af beton på buckelplåtar och zorésjärn är att betrakta såsom en stel skifva. Däremot hafva bottenramarna afstyfvats sidvägen genom gallerverksförsträfningar, som äro förbundna med tvärreglarnas bottenflänsar (Pl. 6).

*Brobanan*, som medelst tvärreglarna är fritt upplagd på hufvudreglarnas toppramar, har i hufvudsak samma konstruktion som bågspännens endast med den skillnad, att tvärreglarnas lifplåtar vid upplagen äro afstyfvade med fyra stycken vinkeljärn i stället för de bygelformade upphängningsplåtarna å bågspannen (Pl. 6). Tvärreglar med tillhörande gångbanekonsoler hafva något klenare dimensioner, och långreglarna, resp. I N. P. 30 och I N. P. 27, äro öfverallt orubbligt infästade vid tvärreglarna, enär brobanan å dessa spann öfverallt är fast förbunden med hufvudreglarna. Till förekommande af kantring är därjämte hvarannan tvärregel stöttad mot hufvudreglarna med snedsträfvor af vinkeljärn.

##### 5. Lagerkonstruktioner. (Fig. 21 och 22.)

Hvarje spann har ett fast och ett rörligt lager. De yttre bågspannen hafva rörliga lager å bockarna II och V samt fasta lager å bockarna III och IV. Mellersta bågspannet har fasta lager på bock IV och rörliga på bock III. Sidospnnen hafva fasta lager på bockarna II och V, äro på midten understödda af pendelbockarna I och VI, hvilkas lagerkonstruktioner beskrifvits i sammanhang med bockarna, samt äro slutligen på landfästena försedda med rörliga lager, som upptaga längdförändringarna från båda spannen. De senare rullagens banor sammanfalla icke med hufvudreglarnas längdriktningar utan konvergera mot midtpunkten på sidospännens ändtvärreglar öfver bockarna II och V för att ändtvärregeln öfver landfästet, hvilket röner litet eller intet inflytande af temperaturväxlingarna i



förhållande till järnet, skall kunna längdförändras, utan att lagren utsättas för sidokrafter på grund af släpfriktion mellan vipplattorna och vridningslapparna. Under förutsättning att de ofvannämnda punkterna öfver boc-karna II och V äro fasta, sammanfalla nämligen lagerbanorna med de

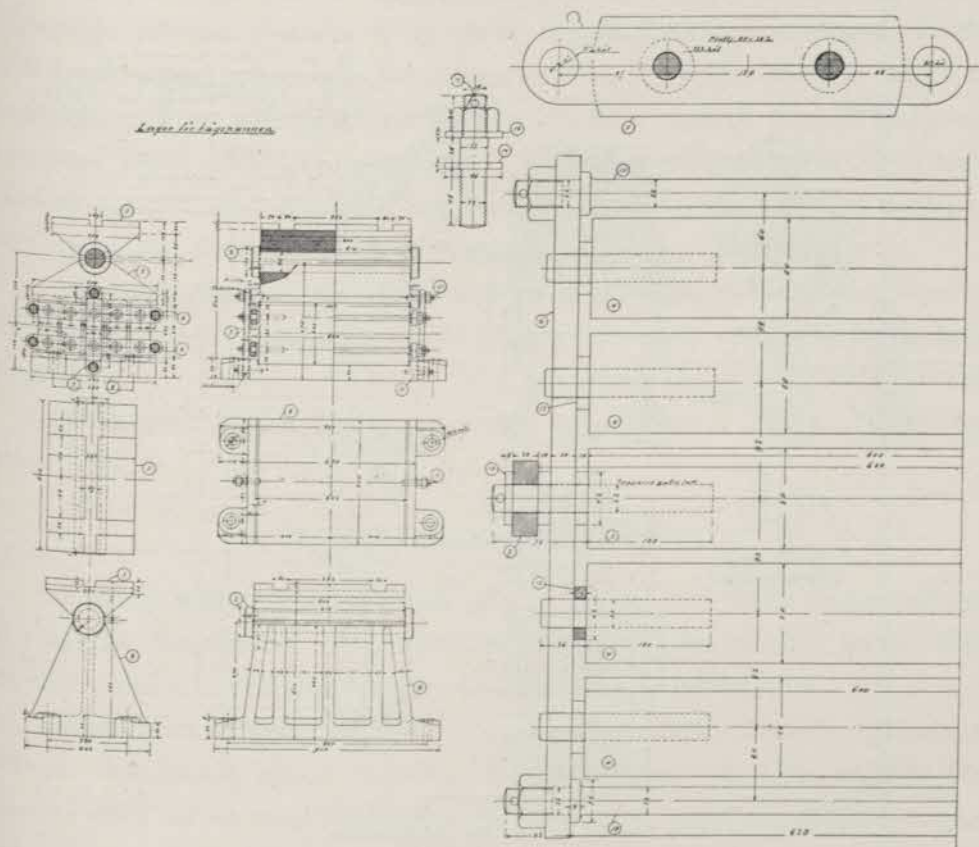


Fig. 21. Lager för bågspannen.

resulterande rörelseriktningar, som betingas af hufvudreglarnas och ändtjärregelns samtida längdförändringar vid temperaturväxlingar.

Alla lager äro konstruerade som vipplager samt tillverkade af stål-gjutgods. Det *fasta lagret* består af en vipplatta, som är fästad vid och försedd med hyflade spår för den i underkanten likaledes hyflade ändständern. Bottenplattan, som medelst kraftiga bultar är fästad vid topp-

plåten på de fasta bockarna eller på landfästenas upplagspallar, har **L**-formig tvärsektion, hvars lif är förstärkt med fjädrar samt upptill försedd med en halfcylindrisk lagerskål för vridningstappen. Den senare har 80 mm. diameter och är försedd med ansatshufvuden i ändarna. Vippskon är försedd med liknande lagerskål för tappen.

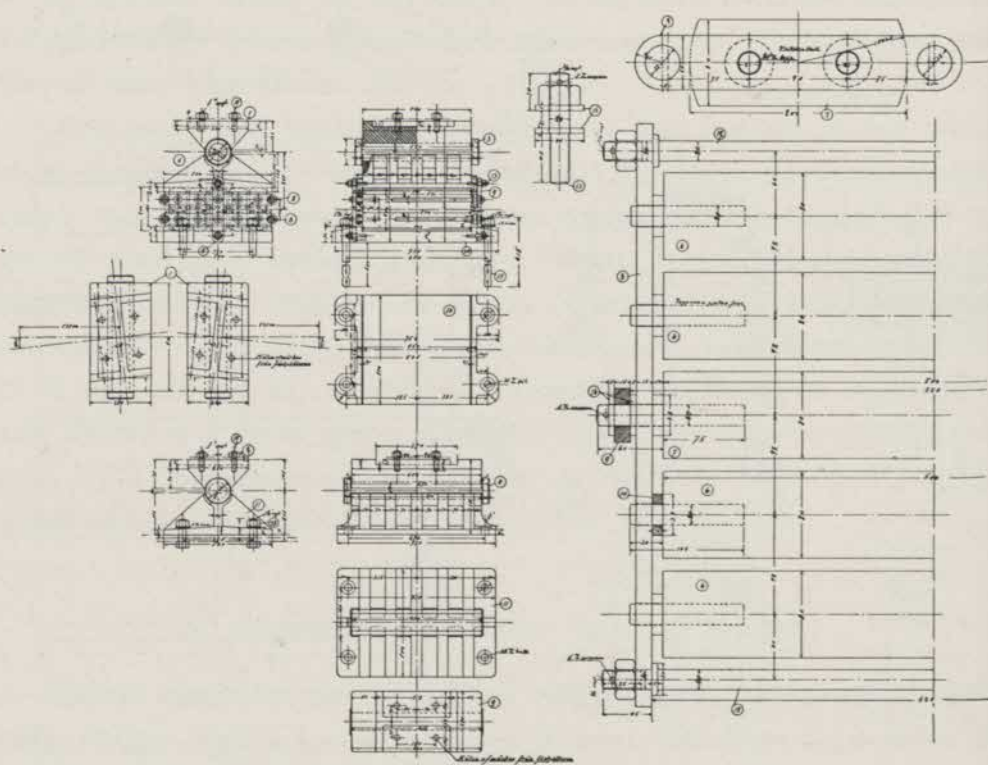


Fig. 22. Lager för sidospannen.

Det rörliga lagret (*rullagret*), hvars vippsko och vridningstapp är af samma konstruktion och storlek som vid motsvarande fasta lager, består därjämte af en rull- eller sadelplatta, hvilande på fyra till fem stycken rullar, som i sin ordning uppbäras af en med styrlister och öron för fästbultarna försedd bottenplatta af 40 à 50 mm. tjocklek. Rullarna eller valsarna, som äro fem till antalet med 250 mm. diameter vid bågspansens rullager och fyra resp. 200 mm. vid sidospansens, äro af utrymmesskål



konstruerade som s. k. plattvalsar. Plattvalsarna, som hafva en tjocklek af 80 mm. och stå med 10 mm. mellanrum, äro i ändarna försedda med dubbla styrlinjaler, hvilkas rörelse begränsas af pendelstänger, som äro fast förbundna med styrlinjalerna. Vid sadel- och bottenplattorna äro däremot pendelstängerna rörligt infästade medelst bultar i aflånga hål så afpassade, att sadelplattans af spannets längdförändringar betingade rörelsefrihet på ömse sidor om medelläget vid  $+5^{\circ}$  Cels. icke på något sätt inskränkes, men valsarna hindras från att falla omkull eller förändra sina inbördes lägen under uppsättningen. Liksom bottenplattan är äfven sadelplattan försedd med styrlister, som hafva till uppgift att förhindra eventuella förskjutningar i valsarnas längdriktning.

Lagerkonstruktionerna äro omgifna af skyddande plåtkåpor, som vid de fasta bockarna därjämte skola utgöra krönande avslutningar på bockkapitälén.

Bockarnas lagerkonstruktioner är behandlade i sammanhang med resp. bockar.

#### 6. Dilatationsanordningar. (Pl. 7.)

I detta sammanhang kunna äfven brobanans rörlighetsanordningar förtjäna att omnämnas. Rörlighetsanordningarna äro af olika konstruktion emellan spannen och vid brobanans avslutning å landfästena.

Som förut blifvit nämnt, är afståndet mellan ändtvärreglarna på tvenne vidliggande spann 0,52 m. Emellan dessa tvärreglar utgöres brobanans däck af en med vinkeljärn på öfversidan afstyfvad glidplåt, som på ena sidan är fastnitad vid ändarna af buckelplåtarna, hvilka i sin ordning äro rörliga i förhållande till ändtvärregeln. På andra sidan är plåten likaledes rörligt upplagd på ändtvärregelns toppplåt, som för detta ändamål är försedd med försänkta nitar på öfversidan. Däcksplåten är i fria kanten skodd med ett långsgående vinkeljärn, mot hvilket betonen avslutas. För samma ändamål äro äfven buckelplåtarna på denna sida skodda med ett likadant vinkeljärn, som ligger på 50 mm. afstånd från det förra vid medeltemperatur och sålunda bildar den för rörligheten emellan spannen erfor-

derliga dilatationsfogen i brobanan. Vid körbanans sidor är däcksplåten formad på så sätt, att den öfvertäcker den snedt afskurna lifplåten på tvärregeln vid öfvergången emellan kör- och gångbanorna (Pl. 7).

Å gångbanorna har rörligheten mellan spannen åstadkommits därigenom, att zoresjärnen dragits fram öfver ändtvärreglarnas konsoler och i ändarna försetts med C-balkar pånitade på sådant afstånd från hvarandra, att en 50 mm. dilatationsfog uppstått. På den ena af dessa C-balkar sitter en med små vinkeljärn skodd glidplåt, som hvilar i en vinkeljärnsfals på den andra C-balken. Denna glidplåt är fylld med asfalt till skoningens öfverkant, och dilatationsfogen, hvars bredd likaledes är 50 mm., utfylldes med en elastisk komposition af asfalt m. m., som låter sammantrycka sig, då fogen minskas, och uttänjes, då densamma vidgas.

Vid landfästena slutar körbanans järnkonstruktion med en af korta I-balkar uppburen däcksplåt, hvarpå trækubbens betonunderlag är gjutet. Glidplåten hvilar på en uppstående finhuggen kant å pallskiftet. Kortlingarna äro infästade vid ändtvärregeln i långreglarnas förlängning samt hafva upplagsplattor af stålgjutgoods på en särskild pall å landfästet. Gångbanornas zoresjärn afslutas med en i underkanten af ett vinkeljärn skodd plåt, som erhåller stöd af gjutjärnsplattor å landfästepallen. I öfverkanten är afslutningsplåten försedd med en pånitad glidplåt, som ligger i en fals med 50 mm. spelrum å betäckningsskiftet. Glidplåten är försedd med uppstående kanter, mot hvilka asfaltbeläggningen afslutas.

### 7. Allmänna konstruktionsprinciper.

Vid utbildningen af de olika konstruktionsdelarna har den ledande principen varit att, så vidt möjligt, åstadkomma enkla och öfverskådliga samt för tillsyn och revision lätt åtkomliga detaljer med användning af minsta möjliga material, på samma gång som man sträfvat efter att uppnå största möjliga öfverensstämmelse mellan den utförda konstruktionen och de teoretiska förutsättningarna samt tillgodose de estetiska krafven, där sådant utan större kostnader kunnat äga rum.



Sålunda hafva de vid dylika bågbroar brukliga gallerverksstängerna för brobanans upphängande i bågarna utbytts mot rundjärnsstänger för att utom den praktiska fördelen af mer obehindrad passage mellan kör- och gångbanorna äfven förläna bågspannen ett lättare och luftigare samt mera tilltalande utseende. Af uteslutande estetiska skäl hafva bågarna erhållit kontinuerlig böjning i stället för polygonform samt de fyrbenta bockarna försetts med kapitalartade afslutningar i toppen samt nedtill böjda ben.

### 8. Belastningar och tillåtna påkänningar.

För järnkonstruktionens statiska beräkning hafva följande belastningar legat till grund. Körbanans konstruktionsdelar hafva alternativt beräknats för en 20 tons ångvält omgifven af en jämnt fördelad belastning af 500 kg. pr  $m^2$  (folkträngsel), tvenne 12 tons elektriska motorvagnar bredvid hvarandra med tillhörande 5,5 tons släpvagnar samt slutligen tvenne bredvid hvarandra stående, 10 tons lastautomobiler, med 4 tons största hjultryck, såsom fig. 23 utvisar. Af dessa belastningar har ångvälden liksom äfven lastautomobilerna med omgifvande folkträngsel placerats i för hvarje konstruktionsdel ofördelaktigaste läge, och har det ogynnsammaste fallet lagts till grund för dimensioneringen.

Gångbanorna hafva däremot beräknats för enbart folkträngsel och hufvudreglarna för folkträngsel samt en med ena bakvalsen tätt intill kantstenen placerad 20 tons ångvält i för hvarje stång ofördelaktigaste läge. Den jämnt fördelade trafiklasten, 500 kg. pr  $m^2$ , som omgifver ångvälden, förutsättes sträcka sig öfver hela körbanan från midt till midt på hufvudreglarna samt öfver hela den invid ifrågavarande hufvudregel belägna gångbanan, hvaremot den andra gångbanan antages obelastad.

Sidvägen är konstruktionen beräknad för ett vindtryck af 150 kg. pr  $m^2$  vindyta vid belastad bro och 250 kg. pr  $m^2$  vid obelastad bro. Som fast vindyta har räknats brons verkliga vertikalprojektion med 50 % tillägg för hufvudreglarna och bockbenen på läsidan, och den rörliga vindytan har antagits hafva en höjd af 2 m. öfver brobanan. Vid beräkning

af bågarna har dessutom antagits  $20^{\circ}$  temperaturskillnad mellan dragband och bågar, och dilationsanordningarna hafva konstruerats för temperaturväxlingar mellan gränserna  $\pm 45^{\circ}$  Cels.

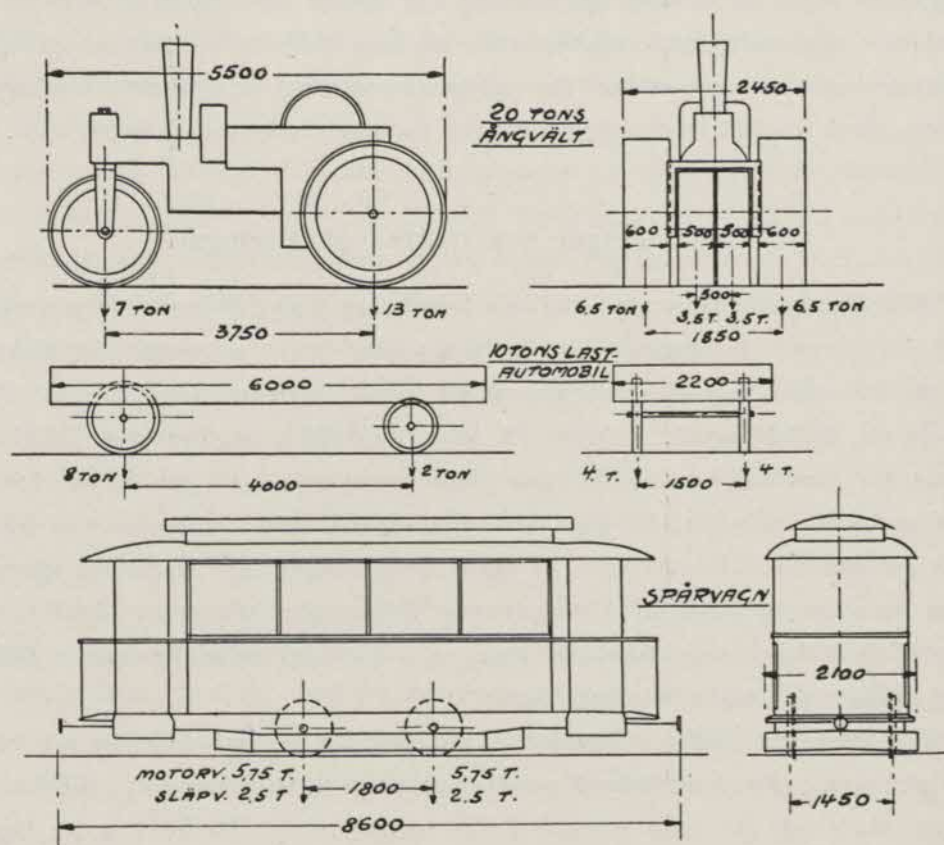


Fig. 23. Trafiklasttyper.

Öfverbyggnaden är tillverkad af svenskt götjärn utom helvalsade I- och C-balkar samt zoresjärn, som äro af tyskt götjärn, och lagerkonstruktionerna, som äro af stålsgjutgods. I alla nitade konstruktioner har tillåtits en påkänning af  $1000 \text{ kg/cm}^2$  och å helvalsade balkar  $800 \text{ kg/cm}^2$  vid belastning af egen vikt och trafiklast utan hänsyn till vind och temperaturspänningar. Vid medräkning af de senare med alla deras verkningssätt har emellertid en förhöjning af 25 % i de ofvan angifna påkän-



ningarna medgifvits. Tryckta stänger hafva beräknats för knäckning enligt Eulers formel med 6-faldig säkerhet eller, när denna icke gäller, enligt Tetmajers formel med cirka 3-faldig säkerhet. Afdrag för nithål har ägt rum i såväl dragna som tryckta stänger. I vindstag, som uteslutande åverkas af vindkrafter, har tillåtits en påkänning af  $1250 \text{ kg/cm}^2$  och vid mycket osannolika kombinationer af spänningar och angreppsmoment ända upp till  $1500 \text{ kg/cm}^2$ . Konstruktioner af stålgiutgoods, som enbart äro utsatta för vertikal belastning, hafva beräknats med en påkänning af  $1250 \text{ kg/cm}^2$ .

Nitförbindningarna äro beräknade med  $800 \text{ kg/cm}^2$  påkänning vid afskärning och  $1600 \text{ kg/cm}^2$  vid tryck mot hålkanten för vertikal belastning utan hänsyn till vind och temperatur samt med 25 % förhöjning af dessa påkänningar, då hänsyn därjämte tages till vind- och temperaturspänningar.

Enligt kontraktets bestämmelser skulle materialet i alla fasonjärn, balkar och plåtar vara godt götjärn, tätt i brottet med en högsta tillåten fosforhalt af 0,08 %, hvarjämte ytan måste vara slät utan ringaste spår af bräckkor, blåsor eller flagor. Draghållfastheten för svenskt götjärn skulle ligga mellan  $3900$  och  $4500 \text{ kg/cm}^2$  samt för tyskt götjärn mellan  $3700$  och  $4400 \text{ kg/cm}^2$ , och skulle förlängningen vid afslitning minst uppgå till resp. 22 och 20 % vid 20 cm. proflängd.

Nitnaglarna äro tillverkade af svenskt martinjärn med en draghållfasthet liggande mellan  $3200$  och  $3800 \text{ kg/cm}^2$  och en förlängning vid afslitning af minst 28 % vid 20 cm. proflängd.

Stålgiutgoods till lagerkonstruktionerna skulle hafva en hållfasthet af  $4500$ — $6000 \text{ kg/cm}^2$  och en motsvarande töjning af 12—15 % vid 20 cm. proflängd.

Vid tillverkningen af järnet uttogs vid bruket för ungefär hvarannan ton ett prof, som på stadens bekostnad provvades å tekniska högskolans materialprofningsanstalt. Af profsedlarna framgick, att det svenska götjärnet hade en draghållfasthet, som varierade mellan  $3870$  och  $4750 \text{ kg/cm}^2$ , samt att töjningen varierade mellan 31,6 och 20,5 % vid 20 cm. proflängd. I ett par enstaka fall uppgick draghållfastheten till  $5850$  och

5420 kg/cm<sup>2</sup> vid resp. 18,5 och 17,1 % töjning. Dessutom profbelastades på verkstädernas bekostnad alla hängstängerna till bågspannen med 50 ton hvardera utan att uppvisa någon permanent förlängning.

Järnkonstruktionens sammanlagda vikt uppgår till omkring 1,600 ton, hvaraf 815 ton komma på bågspannen, 605 ton på fackverksspannen, 145 ton på bockarna och 35 ton på lagerkonstruktionerna.

### 9. Järnkonstruktionens statiska beräkning.

De statiska beräkningarna äro i allmänhet af enklaste beskaffenhet, och torde endast beräkningen af de statistiskt obestämda hufvudreglarna ä

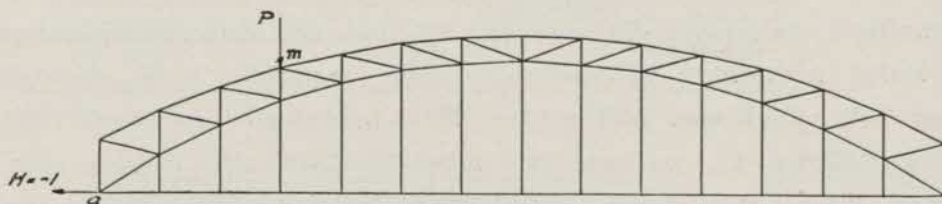


Fig. 24.

bågspannen vara förtjänt att här omnämnas. Fackverksbågarna äro enkelt statistiskt obestämda, och obestämdheten ligger inom systemet i en öfvertalig stång, som utgör dragband mellan upplagsknutpunkterna och har till uppgift att upptaga bågens horisontalförskjutning.

Enligt den allmänna elasticitetsekvationen är horisontalkraften i dragbandet

$$H = \frac{\sum P_m \delta_{ma}}{\delta_{aa}}$$

I denna ekvation betyda:

$\delta_{ma}$  den vertikala förskjutningen af knutpunkt  $m$  för  $H = -1$  (Fig. 24).

$\delta_{aa}$  den horisontala förskjutningen af knutpunkt  $a$  för  $H = -1$ .

Om de på slutresultatet föga inverkan de formförändringarna af gallerverksstängerna försummas, kan böjningslinjen med de sökta ordinaterna



$\delta_{m\dot{a}}$  enligt Müller-Breslau framställas såsom momentkurva till det med de s. k. elastiska vikterna  $w$  belastade, statiskt bestämda stängsystemet.

De elastiska vikterna äro endast beroende af fackverksbågens form och kunna sålunda utan vidare beräknas.

Under denna förutsättning samt med beaktande af dragbandets egen deformation kan influenslinjen för horisontalkraften beräknas enligt följande ekvationer:

$$H = \frac{M_w}{\sum z_m + l \frac{F_c}{F_d}}$$

$$M_w = \sum M_{om} w_m$$

$$w_m = \frac{s_m \cdot y_m}{r_m^2} \cdot \frac{F_c}{F_m}$$

$$\text{och } z_m = y_m \cdot w_m,$$

hvari

$s_m$  betyder stånglängden

$m$  » stångens momentpunkt

$y_m$  » momentpunktens ordinata i afseende på dragbandet som abskissaxel

$r_m$  » stångens häfarm

$F_m$  » stångens tvärsnitt

$F_d$  » dragbandets »

$F_c$  » en godtyckligt vald tvärsnitt (i detta fall =  $F_d$ ).

Då öfre och undre bågens knutpunkter i föreliggande fall äro belägna parvis på samma vertikal, kunna värdena på  $w_{mo}$  och  $w_{mu}$  sammanslås till en vikt vid beräkning af  $M_w$ .

Värdet  $\frac{F_c}{F_m}$  för bågstängerna har uppskattats med ledning af motsvarande värden från utförda brokonstruktioner af liknande slag. Efter bågarernas dimensionering på basis af nämnda antaganden korrigerades försöksvärdena  $\frac{F_c}{F_m}$ , hvarpå  $H$ -linjens ordinatör omräknades med användning af de nya värdena.

Den sålunda härledda influenslinjen för horisontalkraften framgår af fig. 25.

En ordinata till  $H$ -linjen angifver spänningen i dragbandet vid belastning af öfverliggande knutpunkt med en last  $P = 1$ . För  $P_m = 1$  blifver horisontalkraften  $H$  enligt ofvannämnda fig. lika med summan af influenslinjens ordinator,  $\Sigma \eta = 9,1690$

$$\text{och } H = \Sigma P_m \eta_m$$

$$\text{eller } H = P \Sigma \eta = 9,1690 P,$$

om alla  $P_m$  äro lika stora.

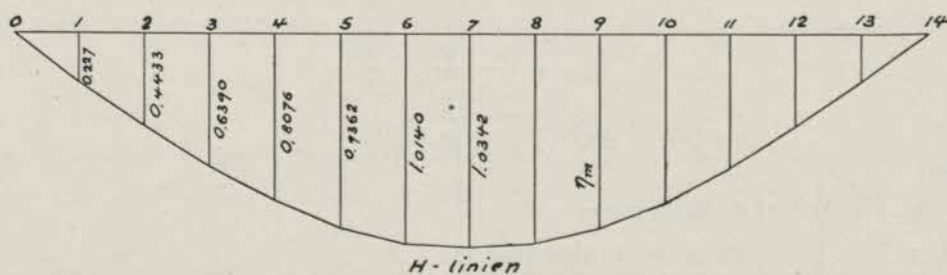


Fig. 25.

#### Influenslinjer för stångspänningarna.

Den resulterande spänningen i en stång kan uttryckas genom ekvationen

$$S = S_0 - S_1 H,$$

där

$S_0$  = stångspänning för  $H = 0$

$S_1$  = " " " "  $H = -1$ .

Ofvanstående ekvation kan äfven uttryckas på följande sätt:

$$S r = M_0 - H y$$

eller

$$S = \frac{M_0}{r} - \frac{y}{r} H,$$



där

$$\frac{M_0}{r} = S_0 \text{ och } \frac{y}{r} = S_1$$

Men  $M_{om} = \frac{x'_n}{l} \cdot 1 \cdot x_m$  för  $P_n = 1$  i en godtycklig knutpunkt  $n$  till höger om stångens momentpunkt och sålunda,

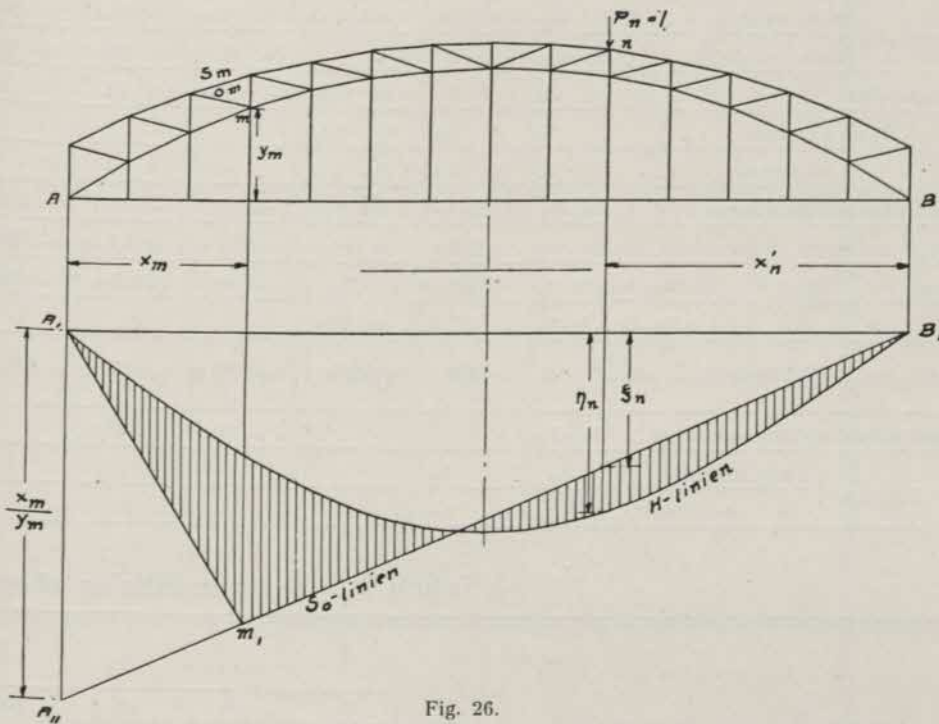


Fig. 26.

$$S_m = \frac{x'_n}{l} \cdot 1 \cdot x_m - \frac{y_m}{r_m} \eta_n = \frac{y_m}{r_m} \left[ \frac{x'_n}{l} \frac{x_m}{y_m} - \eta_n \right] = S_{1m} (\xi_m - \eta_n)$$

Om därför  $\frac{x_m}{y_m}$  afsättes på vänstra stödjepunktsvertikalen i samma skala som  $H$ -linjens ordinator samt linjerna  $A_1 B_1$  och  $A_1 m_1$  uppdragas, såsom fig. 26 utvisar, så är den streckade ytan influensyta för stångspänningen  $S_m$  med  $S_{1m} = \frac{y_m}{r_m}$  såsom multiplikator. Den sökta influenslinjens ordinator