

Vid sänkningen af pelaren V b anträffades ett fastare, starkt sluttande jordlager, hvaraf ena caissonkanten hejdades något i sin nedåtgående rörelse, medan den motsatta kanten, som icke nått ifrågavarande jordlager utan hängde i viss mån fritt, fortsatte att sjunka normalt. Följden häraf blef, att pelaren afvek från lodlinien och ställde sig snedt. Genom belastning af den uppstående pelarkanten och samtidig understötning af den sjunkna samt schaktning under den motsatta caissonkanten lyckades det visserligen att till en del återföra pelaren i rätt ställning, men då berget uppnåddes, lutade dock pelarens mittlinie omkring 1:20 mot lodlinien. På grund däraf kom granitplinten på ifrågavarande pelare att ligga excentriskt samt med ena änden nå fram till pelarkanten. För att kanttrycket därstädes icke skulle blifva för stort, inlades sju stycken helvalsade I-balkar under och i längdriktningen af granitplinten, och i ytterkanten af pelaren inlades dessutom en tvärgående balk, som utbreder kanttrycket öfver hela pelarbredden.

Betoncaissonerna till pelarna V a och b äro af samma konstruktion som vid I och VI, men hafva större dimensioner än dessa, nämligen längd 5,5 m., bredd 3,5 m. och höjd 2,8 m. Pelarna voro försedda med gemensamma person- och materialschaktrör af armerad beton med samma dimensioner som föregående, och till hvarje pelare användes en enda sluss.

Pelarna IV. (Pl. 1.)

Af sparsamhetsskäl hafva dessa pelare liksom äfven pelarna II erhållit elliptiska tvärsektioner och äro utförda i tvenne afsatser, af hvilka den undre är 7,3 m. lång och 4,62 m. bred samt den öfre resp. 6,5 och 4,24 m. Under pelaren a ligger berget i medeltal på — 9,6 och under pelaren b på — 10,7 m. under slusströskeln. Största grundläggningsdjupet under m. v. y. uppgick till resp. 14,1 och 15,45 m.

Vid sänkningen af pelarna IV påträffades en del gamla träpålar, hvilkas närvaro icke konstaterats vid borrhingsundersökningarna, ehuru dessa utförts med största noggrannhet. I ett visst sänkningssläge stötte näm-

ligen pelarnas underkanter emot och erhöillo styrning af snedt stående pålar, som brakte pelarna att avvika från lodlinien. Vid denna upptäckt, afhöggos visserligen alla åtkomliga pålar under caissonerna, allt efter som pelarna sjönko, hvarjämte den uppstående pelarkanten belastades med murverk, samtidigt som utgräfning ägde rum under motsvarande kant i botten på arbetskammaren för att härigenom tvinga pelaren tillbaka i lodrätt ställning. Dessa bemödanden köntes emellertid blott med framgång till viss grad, och då berget slutligen uppnåddes, visade det sig, att pelaren b fortfarande hade en lutning af omkring 16:1 och pelaren a 20:1. Lyckligtvis lutade pelarna emot hvarandra, och genom anbringande af ett hvalfformigt förbindelsemurverk af armerad beton emellan pelarnas öfre ändar hafva betryggande åtgärder vidtagits för att säkerställa pelarnas stabilitet. Genom kontrollberäkning påvisades därjämte, att kanttrycket mellan pelaren och berget vid särskildt ogynnsamma belastningsantaganden icke kan uppgå till mer än $16,6 \text{ kg./cm}^2$, och att dragpåkänningar i motsatta kanten icke kunna uppkomma.

Innan arbetskammaren fylldes med beton, anbraktes emellertid för ytterligare säkerhets skull särskilda förankringsanordningar vid den eventuella dragsidan i botten på pelaren a. Dessa anordningar bestodo af några 31 mm. ankarbultar, som inborrhades och fastgötos i berget. Ankarbultarnes öfre ändar höjdes till krokarna omkring horisontalt liggande rälsbitar (ankarslutar), hvilka instuckos i hål ofvanför caissonens kantskoning och ingötos jämte ankarjärnen i betonen vid arbetskammarens fyllning.

Ursprungligen var det icke meningen att anbringa förbindelsemurverk mellan pelarna IV a och b, men på grund af den sneda ställning, som pelarna erhållit vid sänkningen, ansågs försiktigheten bjuda att slå ett betonhvalf emellan dem, och för att öka styrkan hos hvalfvet med hänsyn till uppkomsten af en del mer eller mindre oberäkneliga spänningar vid ensidig belastning af den omgivande marken försågs detsamma med dubbel armering af 31 mm. rundjärnstänger, hvilkas ändar inborrhades och fastgötos i pelarna. Förbindelsemurverket utfördes inom ett uppvärmdt och löstagbart murhus till skydd mot den starka kölden, som rådde vid gjutningen.

Vid pelaren a uppgick midtliniens afvikelse från lodlinien i det afsedda planläget till cirka 0,7 m. i toppen och ungefär lika mycket i motsatt riktning i botten. Härigenom kom ena hörnet af upplagsplinten för bockbenen att ligga nära kanten af pelaren, och på grund där af inlades ett extra granitblock under hörnet för kanttryckets utbredning på en större yta.

Upplagsplintarna af huggen granit hafva samma dimensioner som vid pelarna V. Betoncaissonerna för pelarna IV a och b äro likaledes af armerad beton och i öfrigt analoga med motsvarande konstruktioner vid de förut beskrifna pelarna endast med den skillnad, att caissoner och arbets-kammare hafva elliptiska tvärsektioner. Af formen betingade olikheter i afseende på armeringen framgå af fig. 4.

Vid dessa båda pelare användes särskilda person- och materialschaktrör, båda af armerad beton. Det förra hade 700 mm. inre diameter och 120 mm. godstjocklek och det senare 1050 mm. diameter och 140 mm. godstjocklek. Schaktrören stodo på 2,9 m. afstånd från midt till midt.

Pelarna II. (Pl. 1.)

Dessa pelare äro gjutna i tre afsatser med elliptiska tvärsektioner, och från botten räknadt hafva afsatserna följande längd- och bredd-dimensioner, nämligen $8,1 \times 5,0$, $7,3 \times 4,62$ och $6,5 \times 4,24$ m. I medeltal ligger berget på $-12,7$ m. under slusströskeln vid båda pelarna. Caissonernas underkanter ligga på resp. $-12,4$ och $-12,7$ m. under slusströskeln, och pelarnas öfverkanter ligga på $+2,6$ m. Största grundläggningsdjupet på $-15,6$ m. under slusströskeln och $19,9$ m. under m. v. y. uppnåddes i en mindre grop i berget under pelaren b.

Pelarna II äro öfver planet $+2,6$ m. försedda med ett $13,45$ m. långt och $4,6$ m. bredt förbindelsemurverk af armerad beton, som är beklädt med huggen granit. Bockarnas upplagsplintar äro anbragta i ändarna af förbindelsemurverket och hafva samma form och storlek som föregående. Förbindelsemurverket är i botten armeradt med helvalsade I-balkar och omedelbart under näst öfversta beklädnadsskiftet med rundjärn.

Då gjutningen af förbindelsemurverket och inläggningen af granitbeklädnaden ägde rum på vintern under stark köld, uppbyggdes öfver pelarna ett af lösa lämningar bestående murhus (Fig. 3), inom hvilket gjutningsarbetet utfördes under uppvärmning medelst koksgrytor. Ehuru den yttre temperaturen vissa dagar nedgick till -12° Cels., hölls temperaturen i murhuset omkring $+8^{\circ}$. Vid betonblandningen användes uppvärmdt vatten och dito sand.

Pelaren b utförde under sänkningen en vridningsrörelse omkring sin egen axel jämte samtidig parallellförflyttning med den påföljd, att afståndet mellan pelarna minskades 0,75 m.

Vridningsvinkeln uppgick till omkring 9° . För öfrigt står pelaren vertikalt i brons tvärriktning men bildar en mindre vinkel med lodlinien i brons längdriktning. Afvikelsen från lodlinien torde här hufvudsakligen berott på, att pelarna vid ena kanten hängde upp sig på en del större och mindre stenblock, som anträffades vid sänkningen genom de lösa ler- och flytsandslagren.



Fig. 3. Interiör från murhuset.

Till följd af denna afvikelse har förbindelsemurverkets ena hörn kommit att ligga något utanför pelarkanten, men denna omständighet har ingen betydelse ur hållfasthetssynpunkt, enär både förbindelsemurverk och pelare på ifrågavarande ställe äro försedda med kraftiga järnarmeringar för tryckets utbredning.

Vid sänkningen ställde sig båda pelarna snedt, och under ett visst skede uppgick största lutningen till 20 : 1 för pelaren a och till icke mindre än 12 : 1 för pelaren b. Med tillhjälp af domkrafter och spännanordningar samt genom pågjutning af beton på de uppstående pelarkanterna och samtidig schaktning i botten under motsvarande caissonkanter lyckades det så småningom att återföra pelarna till i det närmaste lodrät

ställning, ehuru det var omöjligt att förhindra de ofvannämnda vridnings- och parallellrörelserna af pelaren b.

Under båda dessa pelare företedde berget en mycket ojämn yta med betydande lutningar och höjdskillnader, och på grund häraf måste afsevärda sprängnings- och utgräfningsarbeten utföras på varierande djup, ända till 1,9 m. under caissonbottnarna, innan berggrunden uppnåddes. I det ofvannämnda, djupa hålet under pelaren b bortschaktades icke gruset fullständigt från berget, emedan det visade sig förenadt med stora svårigheter att kvarhålla tryckluften och undantränga vattnet under caissonkanten på så stort djup i de härstädes porösa lagren af stenblandadt grus omväxlande med flytsand och sandblandad lera. För att emellertid äfven här bereda ett fast underlag för pelarmurverket stampades ett betonhvalf öfver den djupa hålan.

Svårigheten att hålla lufttrycket uppe i dessa båda pelare började redan visa sig vid uppnåendet af de ofvanpå berget befintliga grus- och sandlagren, som här hade en sammanlagd medeltjocklek af omkring 4 m. Tryckförlusterna förorsakades däraf, att luften tog sig utvägar längs de porösare gruslagren och trängde genom leran upp till vattenytan, dels omedelbart invid pelarna dels på längre eller kortare afstånd därifrån. Härvid uppkastades kaskader af lervatten, såsom fig. 5 utvisar, och emellanåt försattes vattnet i bubblande rörelse under afgifvande af ett fräsande ljud, som om det befunnit sig i kokande tillstånd.

Betoncaissonerna äro af samma konstruktion och form som vid pelarna IV men något större (Fig. 4). Vid sänkningen af pelarna II gjordes emellertid en erfarenhet, som redan, ehuru i betydligt mindre grad, gjort sig gällande i afseende på de föregående pelarna, nämligen att betoncaissonerna voro för tunga för den här förekommande mycket lösa och hala blåleran. För att kunna uppbära pelaren och hindra densamma från att sjunka, innan beton ånyo hann pågjutats och hårdna, måste betydligt högre lufttryck än motsvarande vattentryck hållas, oaktadt ett extra bjälkrust för tryckets utbredande på större yta anbraktes inuti caissonen och ganska stora besparingsrum gjordes i pelarmurverket. Antagligen hade

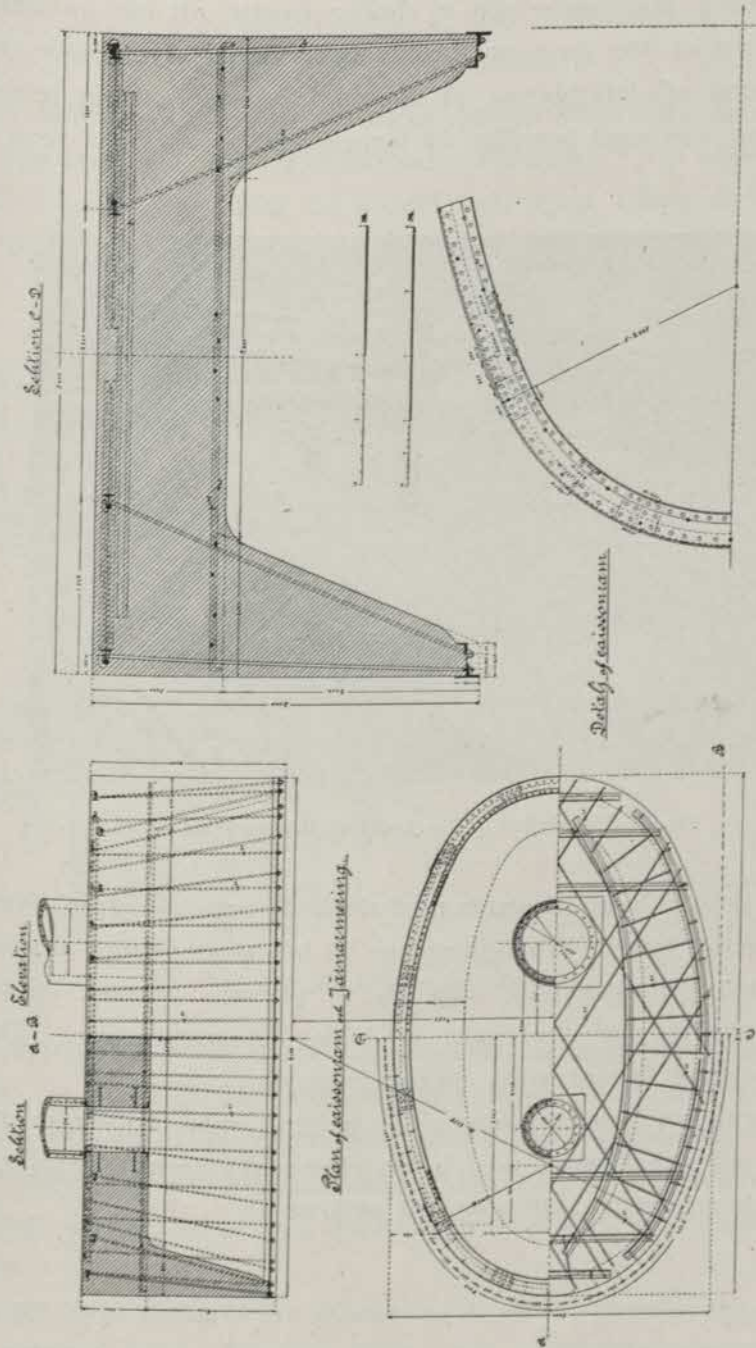


Fig. 4. Betongenisson till pelarna II.

det också varit lämpligare och ej heller dyrare att här använda järncaissoner i stället för de tunga betoncaissonerna, ett antagande, som får ytterligare stöd af det faktum, att tryckluftförlusten genom betoncaissonernas väggar var högst betydlig, då järncaissonerna däremot voro så godt som lufttäta.



Fig. 5. Tryckluften kastar upp lervatten omkring pelaren.

Båda pelarna voro försedda med särskilda person- och materialschakt-rör af armerad beton. Vid gjutningen af betoncaissonerna användes for-mar af sådan konstruktion, som fig. 6 utvisar. Samma stomme och for-mar användes vid gjutningen af båda betoncaissonerna. De öfriga pelarcaissonernas for-mar voro analoge med dessa.

Påmurningen och sänkningen af pelarna samt fyllningen af arbets-kamrarna och schaktrören med beton efter sänkningens afslutning tillgingo i hufvudsak på samma sätt som vid pelarna IV.

Pelarna III. (Pl. 1—4.)

Alla hittills beskrifna pelare hafva, såsom förut blifvit nämndt, sänkts direkt från markytan och utan bärande ställningar. Vid pelarna III, som stå midt i kanalen på cirka 4,2 meters vattendjup, måste däremot caissonerna uppbäras af ställningar under monteringen och sänkningen. Som

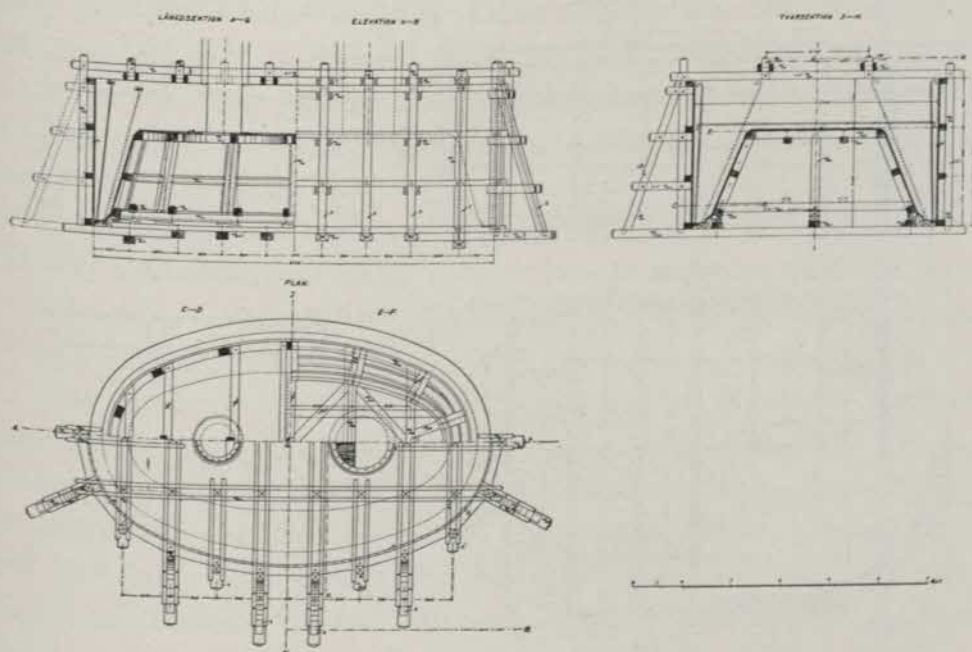


Fig. 6. Formar till betonceaisson II.

fasta ställningar på pålar skulle hafva blifvit alltför dyrbara och klena på grund af det stora djupet till fast botten, måste man här anordna ställningarna å pramar. För att undvika alltför stora belastningar på pramar och ställningar var det dessutom nödvändigt att göra caissonerna så lätta som möjligt, hvarför desamma äfven utfördes af järn i stället för af armerad beten.

Pelarna äro gjutna i tre afsatser med ovala tvärsektioner, som från botten räknadt hafva följande längd- och bredd-dimensioner, nämligen

8,10 × 5,0, 7,3 × 4,62 samt 6,5 × 4,24 m. Berget under pelaren a ligger i medeltal på —15,4 och under pelare b på —14,6 m. under slusströskeln. Största grundläggningsdjupet vid dessa pelare uppgick till 20,1 m. under m. v. y. Upptill avslutades pelarna på + 2,6 m. öfver sl.-tr. och förenades öfver detta plan med ett armeradt och granitbeklädt förbindelsemurverk af betong likasom vid pelarna II.

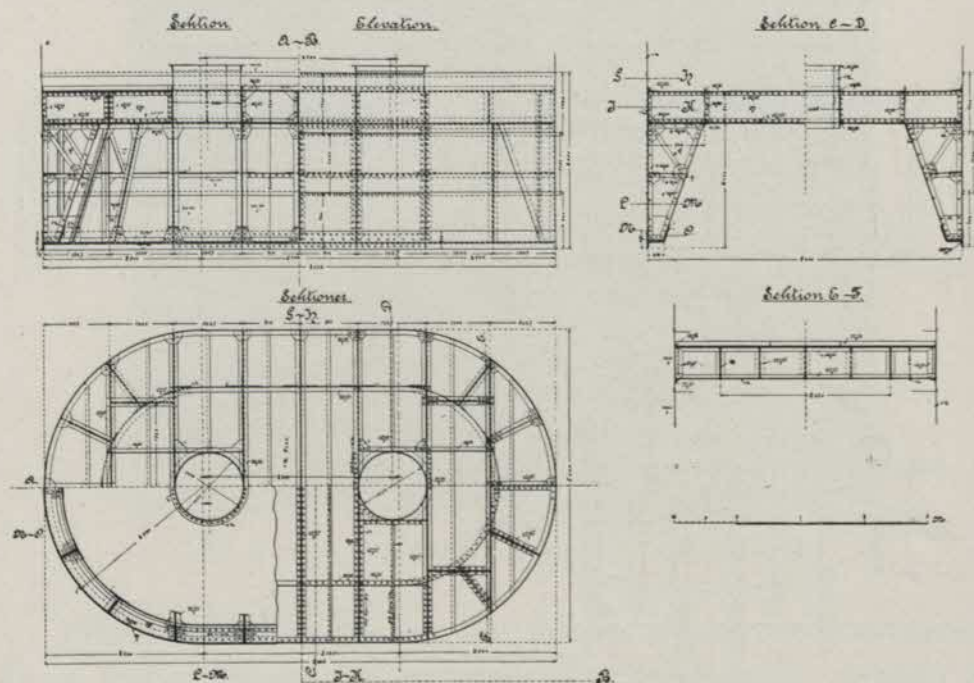


Fig. 7. Järncaisson till pelarna III.

Under ifrågavarande pelare är berget ganska jämnt, hvarför endast obetydliga pallsprängningsarbeten behöfde utföras. Däremot påträffades, synnerligast under pelare a, stora, lösa stenblock, som lågo omkring en meter öfver bergbotten. Under stenarna fanns ett löst sandlager, hvilket ej hade tillräcklig bärkraft för pelartrycket, hvarför det blef nödvändigt att bortspränga blocken och sänka pelaren till fasta berget. En del af sprängstenen kvarlämnades i arbetskammaren för att användas som procentsten vid betongjutningen. Hvad läget i plan beträffar, förete dessa

pelare inga nämnvärda avvikelser från det fastställda utgångsläget. Endast pelare b har att uppvisa en obetydlig avvikelse från lodlinien inåt brons midt.

Som nämnt, äro caissonerna för pelarna III utförda helt och hållet af järn, som fig. 7 utvisar. Caissonens väggar bestå af en 5 mm. plåtmantel, som invändigt är afstyfvad med konsolformiga gallerverkskonstruktioner och i underkanten försedd med en skoning af plåtar och vinkeljärn. Caissonet består af 4 mm. plåt på undersidan af sju stycken nitade plåtreglar i caissonens tvärriktning. Plåtreglarna äro 500 mm. höga och försedda med tvärförband samt styfva hörnförbindningar. Mellan tvenne par af dessa tvärreglar äro 1050 mm. schaktrör för person- och materialtransport anbrakta. Dessa rör, som befinna sig på 2,9 m. inbördesafstånd, äro 1 m. långa och upptill försedda med flänsar, vid hvilka skarfrören äro afsedda att fastsättas. I plansektion har caissonen form af en rektangel med halfcirkelformiga ändar. Den rektangulära delen är $3,1 \times 5,0$ m., och halfcirkelarna hafva 5,0 m. diameter. Arbetskammaren har en invändig höjd af 2,0 m.

Plåtcaissonerna monterades och färdignitades på slipbäddar vid södra kanalstranden och uthalades efter sjösättningen till sina platser mellan pråmarna, som voro förtöjda med grofva wire-linor dels i land och dels vid provisoriskt nedslagna dykdalber. Hvarje plåtcaisson upphängdes medelst kättingar af sammankopplade rundjärnsbyglar i 6 st. 75 mm. plattgängade skrufspindlar, hvilkas muttrar uppburos af 3 par dymlade och med rundjärnstag armerade träbjälkar, hvilka i sin ordning hvilade på ställningsbockar å pråmarna. Till dess sjöbottnen nåddes, sänktes caissonen med tillhjälp af skrufspindlarna utan användning af tryckluft, och i samma mån som sänkningen fortskred, påskarfvades caissonens plåtmantel med nya plåtringar af cirka 1,2 m. höjd. Den för sänkningen erforderliga belastningen åstadkoms genom betongjutning mellan caissonens däcksbalkar. Sedan caissonen nedträngt något i leran, påsläpptes tryckluften och börjades utgrävningen i arbetskammaren. Allt efter som utgrävningen fortgick och pelaren sänktes, påskarfvades plåtmanteln, så att den ständigt nådde öfver vattenytan, och pågöts pelaren i det torrlagda rummet innanför plåtväggen (Pl. 3).

Som bärförmågan hos den här befintliga lösa blåleran var mycket ringa, c:a 0,9 kg. per cm^2 , kunde pelaren ej muras massiv under sänkningen, utan lämnades besparingsrum omkring schaktrören, hvilka fylldes med betong först sedan sänkningen af pelaren avslutats, hvarjämte ett mot caissontaket försträfvadt, glest bjälkrust inlades i arbetskammaren för att

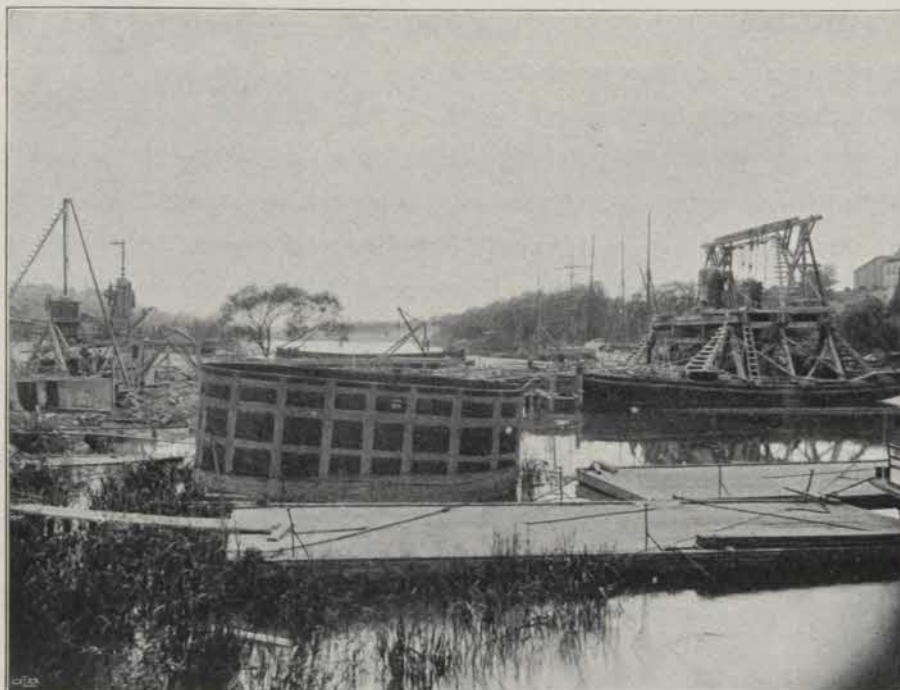


Fig. 8. Pelare III a under arbete, caisson III b på släpbädden.

öka pelarens anliggningsyta mot botten. Genom detta bjälkrust ville man skydda sig mot plötsliga och oberäkneliga sänkningar af pelaren under pågående utgräfnings, för den händelse lufttrycket af en eller annan anledning ej kunde hållas uppe. Vid hvarje pågjutning och sänkning af pelaren måste noga kontrolleras, att pelarens totala vikt motsvarades af displacementen, lerans friktion mot plåtmanteln, lerans bärförmåga samt lufttrycket i arbetskammaren. Skrufvarna bibehölls visserligen under en del af pelarens sänkning genom den lösa leran, men skedde detta hufvudsakligast

ur säkerhetssynpunkt samt för att kunna justera pelarens läge under sänkningen. Då pelaren på 6 à 7 meters djup under kanalbotten erhållit säker styrning af den omgifvande leran, borttogos upphängningsanordningarna, hvarefter sänkningen uteslutande reglerades med tillhjälp af lufttrycket i arbetskammaren.

Plåtmanteln olik ringar hopskarfvades och afstyfvades medelst invändiga vinkeljärnsramar. Mot vattentrycket försträfvades manteln medelst korta trästöttor mot pelarmurverket. Manteln bestod af 9 ringar med en sammanlagd höjd af 10,8 m. Sedan den ena pelaren sänkts till fast botten, lossades de öfver kanalbotten belägna ringarna af plåtmanteln af dykare samt upphissades och användes sedermera vid den andra pelaren.

Pelaren sänktes i medeltal omkring 20 à 25 cm. åt gången, och sänkningen tillgick så, att pelaren pågöts med ett nytt betonlager, hvarefter trycket i arbetskammaren minskades, så att pelaren blef öfvertung, och sänkningen försiggick med tillhjälp af skrufspindlarna. Vid hvarje sänkning aflägsnade sig manskapet ur arbetskammaren. När skrufspindlarna, som voro 3 m. långa, kommit i sina nedersta lägen, inkopplades nya kättinglänkar, hvarefter spindlarna åter uppskrufvades.

De tvenne nedersta delarna af schaktrören gjordes för billighets skull af armerad beton, och ofvanpå dessa anbraktes schaktrör af järn, som borttogos, när sänkningen avslutats.

Från arbetskammaren ledde ett med kran försedt sifonrör genom pelaren upp till vattenytan. Medelst detta rör, som i nedre änden avslutades med en gummislang, länsades arbetskammarens botten genom tryckluften från det vatten, som ej kunde pressas ut under caissonens kanter.

Luftslussarna och schaktrören upphissades medelst skruflyftblock, som voro upphängda i en med dymlad bärbjälke försedd ställningsbock på pråmarna. I ändarna på denna ställningsbock voro därjämte elektriska bågglampor upphängda för belysning af arbetsplatsen. Pråmarna voro dessutom försedda med plankdäck rundt omkring pelaren (Pl. 4).

Sänkningen af båda pelarna pågick delvis samtidigt. Sedan berget uppnått och erforderliga pallsprängningar och undergjutning af caisson-

kanterna blifvit verkställda, fylldes arbetskammaren och den nedre delen af schaktrören med betong i tryckluft. Sedan betonen hårdnat något, utsläpptes tryckluften, hvarefter luftslussarna samt schaktrören af järn borttogos. Slutligen fylldes besparingsrummen med betong, sedan desamma länsats från vatten medelst pulsometer. Förloppet af sänkingsarbetet

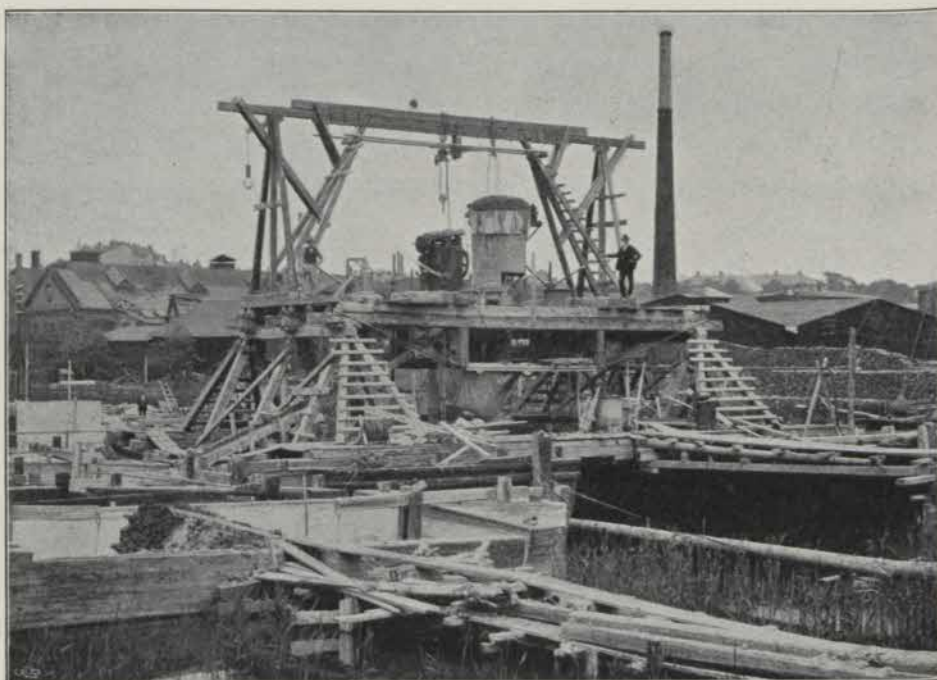


Fig. 9. Pelare III b under arbete.

var i hufvudsak detsamma för båda pelarna, om också en och annan olikhet gjorde sig gällande i afseende på detaljarbetet.

Sedan prämar och ställningar borttagits, återstod utförandet af förbindningsmurverket. Underkanten på förbindelsemurverket ligger på + 2,6 m. öfver slusströskeln, och för detsammes utförande på torra vägen var ursprungligen projekterad en sänkkassan, som skulle anbringas mellan på pelarna uppbyggda kistor af trä med väggar på tre sidor. Kistorna skulle uppsättas, medan pelarnas öfverkanter ännu befunno sig öfver vattenytan,

och tätning emellan kassunen och kistorna skulle åstadkommas medelst kilformiga tätningsslistor. På grund af särskilda omständigheter vid pelarnas sänkning bestående däri, att det uppnådda grundläggningsdjupet var mindre än det beräknade, hvarigenom pelarnas öfre ändar kommo att ligga högre än förbindelsemurverkets bottenplan, måste man emellertid frångå denna konstruktion och i stället tillgripa en annan.

Omkring hela pelaren anbringades därför en 14,5 m. lång och 8,0 m. bred fångdamm af 22,5 × 22,5 cm. spontade bjälkar på 4,5 m. inbördes afstånd och mellan dessa 7,5 cm. spontad plank, som nedslogs omkring 3,0 m. i lerbotten. Invändigt försågs fångdammen med kraftiga ramar och försträfningar. (Fig. 10). För att minska vattentrycket och underlätta tätningen fylldes med lera till + 2,0 m. öfver sl. tr. omkring fångdammen. Med tillhjälp af

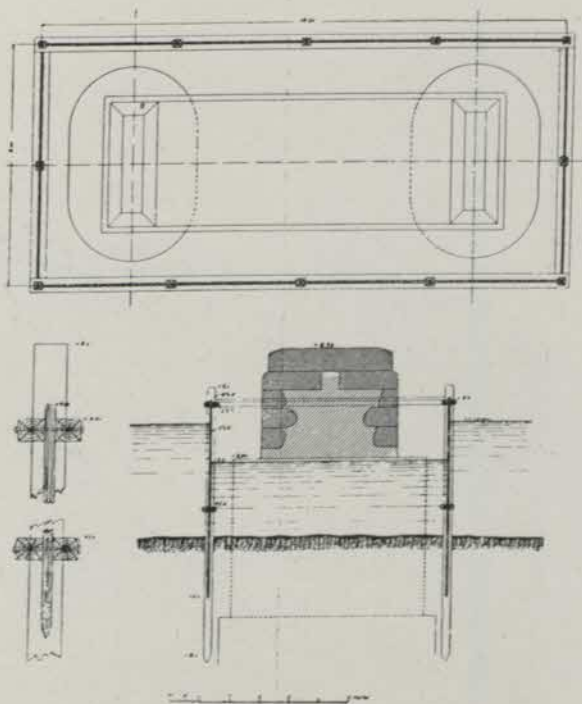


Fig. 10. Fångdamm kring pelarna III.

tvenne elektriskt drifna centrifugalpumpar, den ena med 7,5 och den andra med 15 cm. sugrör, sänktes vattenytan omkring 2,2 m. till + 2,5 m. öfver slusströskeln. Inom denna fångdamm utfördes sedan förbindelsemurverket under ständig vattenlänsning, och med afslutningen häraf voro grundläggningsarbetena vid S:t Eriksbron helt och hållet fullbordade.

Under sänkning af pelarna III var ångslupstrafiken i kanalen afbruten och provisoriska flottbroar voro utlagda på ömse sidor om arbetsplatsen. Invid norra kanalstranden voro flottbroarna försedda med öppningar för prämtrafiken, såsom fig. 2 utvisar.

3. Luftslussar.

De luftslussar, som kommo till användning vid detta grundläggningsarbete, voro af två slag, nämligen kombinerade person- och materialslussar samt enbart materialslussar. Vid de tre mindre pelarparen användes

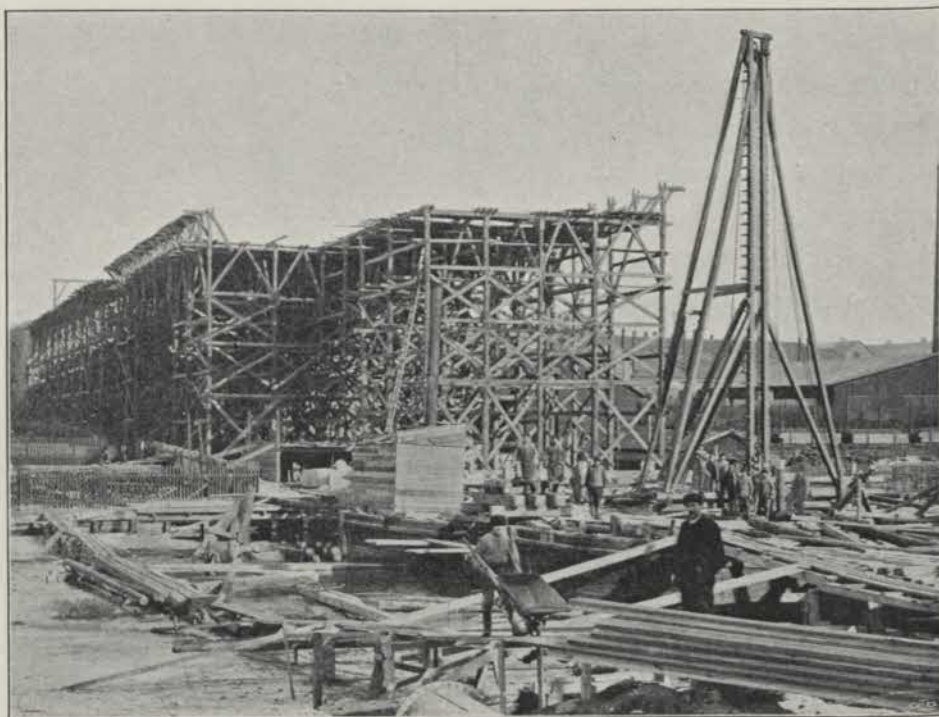


Fig. 11. Murning af förbindelsemurverket mellan pelarna III.

endast det förstnämnda slaget, men vid de tre större uppsattes en af hvardera slaget på hvarje pelare. De förra bestodo af en slusskammare af plåt med 1,6 m. diameter och 2,4 m. höjd. I botten var slusskammaren försedd med ett halsformigt rör, medelst hvilket densamma fastsattes i schaktrörets öfre ände. Vid slusskammarens ena sida fanns en med invändiga lock och utifrån löstagbara bottnar försedd dubbelficka, genom hvilken den i hinkar uppfordrade jorden utslussades. På halsröret fanns därjämte en tubliknande betanficka med vridbara luckor i båda ändar.

Slusskammaren var försedd med tvenne dörrar, den ena i ytterväggen och den andra i botten mellan slusskammaren och halsröret. Af dessa luckor öppnades den förra inåt kammaren och den senare nedåt schaktröret. I taket på kammaren var därjämte en lintrumma anbrakt på en horisontal axel för upphissning af den utgräfd jord. Vid de mindre pelarna drefs hisstrumman för hand med utvändiga vefvar, vid de större däremot medelst en ofvanpå slussens tak placerad elektrisk motor.

Tryckluften insläpptes i luftslussen genom en med kranar försedd rörledning omedelbart under kammarens botten, och från denna ledning utgingo grenrör till slusskammaren, uttagsfickorna och betonfickan.

Vid inslussning af manskap tillgick på följande sätt:

Efter bottenluckans stängning utsläpptes tryckluften ur slusskammaren, så att dörren i slusskammarväggen kunde öppnas. Sedan manskapet tagit plats i den 5 personer rymmande slusskammaren, stängdes den yttre dörren, hvarpå kranen till tryckluftröret öppnades, och sedan luften i slusskammaren så småningom erhållit samma tryck som i schaktröret och arbetskammaren, öppnades bottenluckan af sig själf, så att passagen till arbetskammaren blef fri. Personschaktrören voro invändigt försedda med stegar, på hvilka upp- och nedstigning ägde rum. Utslussningen försiggick på samma sätt men i omvänd ordning. Förloppet af materialuppfordringen ur arbetskammaren var följande:

Sedan hinken fyllts med uppschaktad jord, hissades densamma på gifven

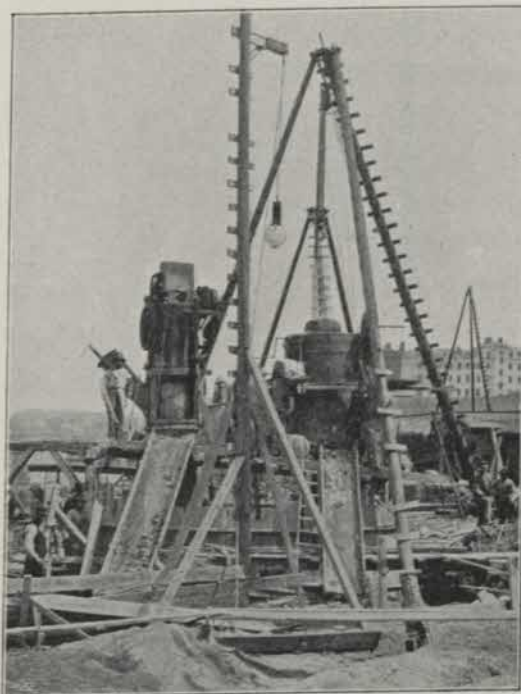


Fig. 12. Materialuttag från luftslussarna.

signal upp i slusskammaren, antingen för hand eller medelst den ofvannämnda elektriska motorn, och tippades i den ena af de två bredvid hvarandra belägna uttagsfickorna af en i slusskammaren stationerad karl, som då fickan var helt och hållet fylld, påskrufvade locket samt tillkännagaf genom en knackning i plåtväggen för mottagningsmanskabet, att uttag kunde ske. Sedan tryckluften genom en kran utsläppts ur fickan, öppnades bottenluckan utifrån och tömdes jorden, hvarefter luckan tillslöts och tryckluften påsläppts, så att det inre locket åter kunde öppnas och fyllningen ånyo påbörjas. Medan den ena fickan tömdes, fylldes den andra inifrån slusskammaren, och kunde utslussning af jorden samt schaktningsarbetet sålunda pågå kontinuerligt.

Vid in- och utslussning af människor måste den största försiktighet iakttagas, enär en alltför hastig förändring af lufttrycket lätt kunnat medföra för hälsan skadliga verkningar. Ju högre lufttrycket var i arbetskammaren desto längre tid användes därför vid slussningarna. För en slussning användes i regel cirka 5 min. vid 1 atm. öfvertryck och cirka 20 min. vid 2,6 atm. öfvertryck, det högsta, som förekom vid detta grundläggningsarbete.

Den för afjämningen af berget samt fyllningen i arbetskammaren erforderliga betonen infördes i den härför afsedda fickan, som utgjordes af ett snedt stående i slussens halsformiga underdel utmynnande rör med 0,4 m. diameter. Efter verkställd fyllning med beton, som tippades med handkärror direkt i fickan, fastskrufvades ytterlocket och påsläppts tryckluften, hvarpå bottenluckan öppnades utifrån. Betonen störtade därvid ned i arbetskammaren genom schaktröret. Betonintaget rymde 0,16 m³.

Materialslossen, som hade samma inre diameter som motsvarande schaktrör, eller 1050 mm., var uteslutande afsedd för materialbefordring. Slussen var 2,5 m. hög invändigt och hade tvenne luckor, en utåtgående i ytterväggen samt en bottenlucka, som öppnades nedåt schaktröret. Den senare utgjordes af materialhissens bottenplåt, som för detta ändamål var försedd med tätningsring af gummi. Då materialhissen kommit i sitt öfversta läge och luften utsläppts från slusskammaren, pressades den

ofvannämnda bottenplåten genom det inre öfvertrycket mot en vinkeljärnsfals i botten af slusskammaren och verkade sålunda som automatisk lucka vid slussningen (Pl. 3). En i bottenplåten befintlig, mindre lucka användes hufvudsakligen vid omflyttning af luftslussen och förlängning af schaktrören såsom återgångsdörr af den arbetare, som afstängt arbetskammaren med en löstagbar lucka i schaktrörets nedre ände. Materialslossen var därjämte på ena sidan försedd med en i själfva slusskammaren utmynnande betonficka af samma konstruktion som föregående.

Tryckluftsintaget befann sig äfven här omedelbart under bottenluckan, och luftventilerna liksom äfven materialhissen manövrerades utifrån. Utslussningen tillgick så, att, sedan den med utgräfd lera e. d. fyllda materialhinken om $0,25 \text{ m}^3$ rymd upphissats i slusskammaren och hissens bottenplåt pressats mot falsen i slusskammartaket, öppnades luftventilen automatiskt, så att tryckluften strömmade ut och dörren i slussväggen kunde öppnas. Den på horisontala tappar i hissramen vridbart lagrade hinken tillpades därefter genom lucköppningen, hvarpå densamma stälptes tillbaka och i omvänd ordning slussades ned i arbetskammaren. Betonen infördes i den ofvannämnda fickan och nedslussades på förut beskrifvet sätt. Materialhissen drefs af en på slussens tak anbrakt, elektrisk motor.

Allteftersom pelarna sänktes, måste schaktrören tid efter annan förlängas genom påsättning af nya rör, och vid hvar och en af de större pelarna förekommo fem sådana förlängningar och omflyttningar. Vid påskarfningen af schaktrören stannade manskapet kvar i arbetskammaren, och vid pelarna med dubbla schaktrör fortgick jorduppföringen genom den ena slussen, medan den andra omflyttades. Schaktrörens förlängning tillgick på så sätt, att ett rör åt gången afstängdes från arbetskammaren med en löstagbar lucka i nedre änden, hvarpå tryckluften utsläpptes ur slussen med tillhörande rör. Därefter borttogs luftslussen och påsattes nytt schaktrör, i hvars öfre ände slussen ånyo uppsattes. Slutligen påsläpptes tryckluften ånyo i röret, så att bottenluckan kunde borttagas, hvarefter sänkingsarbetet fortsattes som förut. Rörskarfvorna tätades med gummipackningar.

Tryckluftsledningen bestod af ett 50 mm. gasrör, som närmast pelaren ersatts med en järnarmerad kautschukslang. Vid luftintaget var ledningen försedd med manometer. Personslussarna och arbetskammarna upplystes med elektriska glödlampor.

4. **Bottens beskaffenhet, materialier och arbetsstyrka m. m.**

De jordlager, genom hvilka pelarna nedfördes till berget, utgjordes till största delen af mycket lös blålera med undantag af ett tunnare fyllningslager ofvanpå leran vid landpelarna samt grus- eller sandlager af varierande tjocklek med större och mindre stenar omedelbart ofvanpå berget. Leran var på en del ställen, synnerligast under kanalen, af så lös beskaffenhet, att plankbitar måste utläggas för arbetarna att stå på under gräfningen i arbetskammaren.

Arbetsstyrkans storlek uppgick till 4 man i arbetskammaren på pelarna I och VI, 5—6 man i pelarna V, 8—10 man i pelarna II och IV samt slutligen 10—12 man i pelarna III. Allt efter öfvertryckets storlek i arbetskammaren pågick arbetet i skift om fyra till åtta timmar. Fyra timmars arbetsskift användes vid sänkningen af pelarna III på det största djupet, då trycket uppgick till 2,6 atm., det största, som förekom vid detta grundläggningsarbete. Teoretiskt sedt, skulle detta tryck motsvara ett grundläggningsdjup af 26 met. under vattenytan i stället för 20 met., som förekom vid pelarna III, men till följd af tryckförluster, som under normala förhållanden äro omöjliga att undvika, och som i föreliggande fall antogo högst betydande proportioner på grund af svårigheten att utdrifva vattnet genom den synnerligen täta blåleran, måste lufttrycket hållas relativt högre än annars varit erforderligt.

Som ofvan är nämnt, voro trycksförlusterna betydliga vid pelarnas sänkning genom de närmare berget belägna porösa gruslagren, som utan större motstånd genomsläppte tryckluften. Mot olägenheterna af dessa tryckförluster, som stundom vållade afbrott i arbetet, försökte man skydda

sig genom ökad lufttillförsel från kompressorerna, ofta dock utan att det afsedda ändamålet uppnåddes.

Vid tryckluftsarbetena användes i början italienare, men så småningom ersattes dessa med svenska arbetare, och det visade sig, att de senare voro i stånd att uthärda tryckluften lika bra samt därvid äfven



Fig 13. Vy af arbetsplatsen under pågående grundläggningsarbete.

prestera fullt lika stor arbetskvantitet som italienarna. För arbetarnas säkerhet var sörjdt på bästa sätt, och hela tryckluftsarbetet aflöpte också utan nämnvärda missöden.

Den vid pelarnas sänkning utgräfd jord tippades i mudderpråmar, som tillhandahöllos af Stockholms stad och borttransporterades genom dess försorg. Makadam och betongrus, som likaledes tillsläpptes af staden, anlände i pråmar samt lossades i upplag på båda sidor om kanalen (Fig. 2). Beklädnadsstenen till pelarmurverken samt upplagsplintarne för

järnbockarna, allt af huggen röd granit ifrån stadens stenhuggeri vid Vätöberg, tillhandahöllos af staden fritt på byggnadsplatsen men inmurades af entreprenörerna. All beten blandades med maskin och transporterades till de olika arbetsplatserna med handkärror eller tippvagnar.

Till allt betenmurverk i såväl caissoner som pelare och förbindelsemurverk användes en betenblandning af 1 del cement, 3 delar sand och 5 delar makadam. I det inre pelarmurverket inlades därjämte 20 % sparsten af granit.

Tryckets fördelning och utbredning i olika skikt af pelarna från bockarnes lagerskor ned till bergbotten vid full trafikbelastning åskådliggöras slutligen genom tabell III.

Tabell III.

Påkänning i kg./cm ² å:	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Granitplintarna under lagerskorna	62	66,5	66,5	66,5	66,5	62
Granitmurverket.....	14,0	11,0	11,0	—	—	14,0
Betonen under granitmurverket..	6,4	7,0	7,0	11,0	11,0	6,4
Betenmurverket i botten af pelaren	5,2	4,2	4,3	6,3	6,0	5,2

5. Cement- och betenprof.

Till betonen användes uteslutande Ölands cement. Vid Tekniska högskolans materialprofningsanstalt utförda cement- och betenprof visade, att en blandning af 1 viktsdel cement och 3 viktsdelar normalsand vid 8,4 % vattentillsats hade en tryckhållfasthet af 191,9 kg./cm² efter 7 dagar och 259,7 kg./cm² efter 28 dagar. Draghållfastheten uppgick till 17,2 kg./cm² efter 7 och 22,2 kg./cm² efter 28 dagar. Under grundläggnings-

arbetets gång utfördes därjämte en serie betonprof, som visade, att en betonblandning af 1 del cement, 3 delar betongrus och 5 delar makadam hade en tryckhållfasthet, som varierade mellan 120,6 och 135,5 kg./cm² efter 27 dygn. Såsom medelvärde af en annan serie betonprof af samma blandning och ålder som föregående uppgick tryckhållfastheten till 168,7 kg./cm².

C. Järnöverbyggnad.

Öfverbyggnaden, som medelst järnbockar hvilar på ofvan beskrifna pelare, utgöres af sju spann, som från Kungsholmen räknadt hafva följande något afrundade spännvidder, nämligen 27,0—27,0 — 40,0 — 40,0 — 40,0 — 27,0 — 27,0 meter (Pl. 1). De tre mellersta spannens hufvudreglar utgöras af fackverksbågar med dragband mellan upplagsknutpunkterna, under det att sidospannen äro försedda med parallellformiga fackverksreglar.

Bockarna äro af två slag, nämligen fyrbenta och fasta bockar samt tvåbenta och rörliga, s. k. pendelbockar. De förra, II, III, IV och V, uppbära bågspannen och fackverksspännens inre ändar från brons midt räknadt, de båda senare, I och IV, utgöra däremot mellanstöd för sidospannen.

1. Pendelbockar. (Fig. 14.)

Hvarje pendelbock består af tvenne ben i form af kistbalkar, hvilkas flänsar äro förbundna med vinkeljärnskryss i stället för hela lifplåtar. På midten och vid ändarna är gallerverket ersatt med plåtar. Bockbenen, som äro 600 mm. breda i brons tvärriktning och resp. 330 och 600 mm. i ändarna och på midten i brons längdriktning, en form som betingats af säkerheten mot afknäckning, bestå af tvenne flänsplåtar samt 8 vinkeljärn. Sinsemellan äro benen sammanbundna med gallerverkstransversaler samt tvenne diagonalkryss af dubbla olikflänsiga vinkeljärn. Transversalerna, som bestå af 4 med gallerverk i båda lederna förbundna vinkeljärn, äro

infästade medelst knutbleck på insidorna af bockbenens flänsar. Diagonal-kryssen äro däremot infästade medelst dubbla böjda plåtar i bockbenens ändar och med enkla knutbleck vid de ofvannämnda förbindelseplåtarna

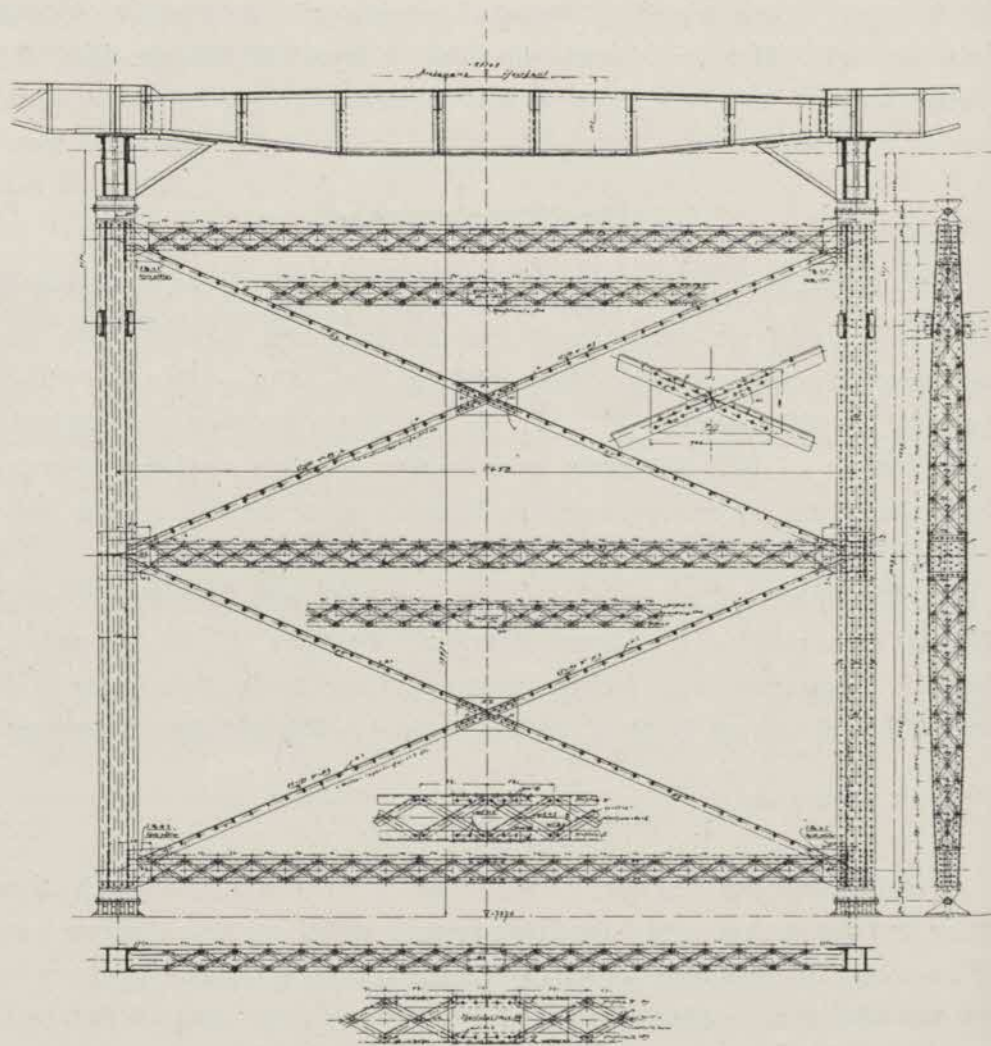


Fig. 14. Pendelbock.

på midten af bockbenen. De sistnämnda knutblecken äro dessutom fastnidade vid tvenne tvärgående Γ -balkar, som öfverföra knutpunktskraften till bockbenens flänsar. Bottentransversalen har erhållit något gröfre dimen-

sioner med hänsyn till, att densamma på grund af sitt läge nära marken kan blifva utsatt för yttre åverkan.

Bockbenen äro i båda ändar försedda med vippskor af stålgjutgods med hyflade anliggningspår. Medelst en tapp, 600 mm. lång och 80 mm. i diameter, hvilar hvarje bockben på en 70×80 cm bottenplatta, som är fästad på en upplagsplint af granit medelst fyra stycken ankarbultar. Bottenplattorna äro försedda med 3 mm. underläggsplåtar af bly för åstadkommande af en jämn anliggning mot granitplintarna. Bottenplattorna med tillhörande tappar äro likaledes af stålgjutgods. I bockbenens nedre ändar förekommande vattenfickor äro fyllda med fett cementbruk.

Pendelbock I har en höjd af 11,0 m. och bock VI 10,3 m. mellan tappcentra.

Den största tryckspänning, som kan uppkomma i ett bockben genom samtidig inverkan af vertikallast och vind, uppgår till — 366 ton. Största vindspänningen i transversalerna är — 22 ton samt i diagonalerna + 24,6 ton.

2. Fasta bockar. (Fig. 15.)

Hvarje fast bock har fyra ben, som parvis i brons längdriktning äro förbundna med transversaler och dubbla diagonalkryss. De sålunda bildade bockhalfvorna äro därjämte i brons tvärriktning förbundna med två par diagonalkryss mellan gallerverkstransversaler. Af estetiska skäl hafva bockbenens nedre del erhållit böjd form. Bockbenen hafva C-formig tvärsektion med inåtvända flänsar. Ofvanför mellantransversalen består lifvet af en och under densamma af tvenne 500 mm. breda plåtar, hvilka senare äro förstärkta med en smalare plåtremsa på insidan. Flänsarna, vid hvilka gallerverket är infästadt utan knutbleck, utgöras af 245 mm. breda plåtar, som äro sammannitade med lifplåtarna medelst kraftiga vinkeljärn i hörnen. Öfre delen af hocken är genom en utvidgning, som börjar omkring 1,5 m. nedanför topplåten, samt genom pånitning af särskildt formade plåtar utbildad till ett kapital, som avslutas med en 15 mm. topplåt, hvarpå öfverbyggnadens lagerkonstruktioner med omgifvande plåtkåpor äro uppställda.

De senare hafva utbildats med tanke på att utgöra en krönande afslutning på bocken.

Lagerkonstruktionerna stå midt öfver bockbenens tyngdpunktslinjer, och för upplagstryckens öfverföring till bockbenen finnes omedelbart under topplåten ett vertikalt plåtkors, som är fastnitadt vid kapitälets väggar. Omedelbart nedanför kapitälet äro 400 mm höga plåtar pånitade på ömse sidor om hvarje bockhalfva. Dessa plåtband hafva, hvad bockarne II och V beträffa, till uppgift att på bocken markera fortsättningen af fackverksreglarnas bottenramar, som ansluta sig till bockbenen medelst rörliga förbindningar, bultar i aflånga hål. Dessutom äro plåtbanden i fråga å alla bockarna afsedda att afsluta gallerverket upptill.

Gallerverket i hvarje bockhalfva uppdelas af ett par sinsemellan med plattjärnskryss förbundna plåtband på midten af bocken i tvenne fack samt afslutas nedtill af en kraftig kistbalk, som medelst inåt afrundade knutplåtar är synnerligen styft infästad vid bockbenens nedre ändar. Gallerverksstängerna i öfre facket utgöras af enkla vinkeljärn och i undre facket af ett vinkeljärn och ett plattjärn så anordnade, att i stänger tillhörande samma kryss den ena stängens vinkeljärn ligger på insidan och den andras på utsidan af bockbenens flänsplåtar. Härigenom ernås den fördelen, att stängerna med någon liten utböjning kunna korsa hvarandra utan skarfning på midten.

Bockbenen äro fast lagrade i gjutstålsskor, som äro försedda med hyflade spår för bockfötterna. Spåren äro rymligt tilltagna, och spelrummen omkring bockbenen äro fyllda med bly.

Det angreppsmoment, som åverkar bockbenen i en horisontalsektion genom botten transversalen på grund af fötternas sneda ställning, torde med all säkerhet kompenseras af friktionsmomentet, men för säkerhets skull insattes mellan lagerskorna ett dragband med tillräcklig sektionsarea att ensam upptaga horisontalkraften. Lagerskorna, som hafva en bottenarea af 65×65 cm², stå på granitplintar med mellanlägg af 3 mm. blyplåt för åstadkommande af en jämn anliggnings på underlaget samt äro förankrade med 4 stycken ankarbultar.