

G. 43
20.

Symphor
Geheimer O. arbauret.

**STOCKHOLMS NYA
VATTENLEDNINGS-
VERK VID NORSBORG**



1901—1905

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000301534

*Herrn Dr. F. J. Sympher
erlaubt u. Verf.*

Sympher
Geheimer O. erbauret.

STOCKHOLMS
NYA
VATTENLEDNINGSVÄRK
VID
NORSBORG



STOCKHOLMS
NYA
VATTENLEDNINGSVERK

VID

NORSBORG

1901—1905



STOCKHOLM
K. L. BECKMANS BOKTRYCKERI
1906.



957-15a



III 16428



I.

HISTORIK.

Alltsedan år 1861 hafva Stockholms stads innevånare åtnjutit förmånen af ett ordnad vattenledningsväsende. Den första anläggningen, som utfördes under ledning af d. v. öfverstelöjtnanten vid Väg- och Vattenbyggnadskåren, F. W. Leijonancker, hämtade sitt vatten uteslutande ur Årstaviken. Ångpumpverk och sandfilter voro förlagda vid Skanstull, och som tryckreglerare tjänade en högreservoar i nuvarande Årstalunden. Dessa anläggningar äga fortfarande bestånd. I samma mån som staden utvidgades och vattenförbrukningen ökades, tillväxte vattenledningsverket, men med undantag för den jämförelsevis ringa grundvattenmängd, som genom i början af 1880-talet vid Årstavikens strand anlagda brunnar erhöles, utgjorde Årstaviken vid Skanstull alltjämt källa för stadens vattenledning. Visserligen var man vid nyssnämnda tidpunkt betänkt på att förlägga den då förestående utvidgningen till annan plats, men efter inhämtande af den kände engelska fackmannen professor Franklands mening beslutades att fortfarande använda samma vattentäkt och att för beredande af plats för nyanläggningar inköpa den intill det äldre vattenledningsverket vid Skanstull belägna egendomen Eriksdal. Där byggdes åren 1882—84 nya uppfodringsverk, filterbassänger m. m., det s. k. Eriksdalsverket, hvilket sedermera alltjämt måst tillökas till mötande af vattenförbrukningens tillväxt.

Man nalkades emellertid den tidpunkt, då äfven nyss nämnda verk, fullt utbyggdt, skulle blifva otillräckligt att tillsammans med det äldre Skanstullsverket tillgodose stadens ständigt växande vattenbehof. Det var därför nödvändigt att snarast utreda, hvarest och huru en förestående utveckling

af vattenledningsverket lämpligen skulle ske. Klart var emellertid, att en sådan utveckling ej längre kunde baseras på användning af Årstavikens vatten. Denna vik kunde icke i längden bibehållas i den isolering, man hittills lyckats bereda densamma. Dess södra strand var i enskild ägo och skulle säkerligen inom en närmare framtid tagas i anspråk för bebyggande. Men viktigast af allt: en farled genom Hammarbysjön och Årstaviken måste ovillkorligen snart nog komma till stånd, då en dylik farled, på samma gång den skulle åstadkomma en bättre förbindelse mellan Saltsjön och Mälaren och aflasta sjötrafiken vid den gamla slussen, komme att skaffa nya och välbelägna hamnplatser, skapa bättre sanitära förhållanden vid Hammarbysjö och tillåta ett inkomstbringande utnyttjande af stadens stora tomtkomplex vid de ifrågavarande vattendragens stränder. Frigjordes Årstaviken från det tvång, vattenledningsverket utöfvat med afseende på dess stränders användning, blefve inkomsten endast af försäljningen af stadens tomter därin till säkerligen tillräcklig att betäcka kostnaden för vattenledningsverkens förflyttning till annat håll. Det gällde sålunda att välja en sådan plats för den närmast erforderliga utvidgningen, att, när så påfordrades, all vattnets uppfordring och rening kunde dit förläggas.

Med hänsyn härtill begärde byggnadskontoret år 1897 i förslag till 1898 års utgiftsstat ett anslag af 10,000 kronor för påbörjande af undersökningar för en framtida utveckling af vattenledningsverket. Sedan detta anslag beviljats, påbörjades undersökningarna med borrhningar i de omkring staden befintliga grusåsarna, dels norrut vid Edsvikens och Norrvikens stränder, dels söderut utanför Skanstull samt vid Albysjön och i Ekeröåsen. Man ville nämligen först öfvertyga sig, huruvida dessa grusåsar förde vattmängder, tillräckliga för stadens behof. Resultatet blef i stort sedt negativt. Afsevärd mängd grundvatten af utmärkt beskaffenhet påträffades visserligen både vid Edsviken och i Ekeröåsen, men ej ens om båda platserna komme till användning, blefve tillgången tillräcklig. Ekeröåsen befanns emellertid ur flere synpunkter förmånligare. Undersökningarna riktades därefter på de sötvattenssjöar, hvilka ligga på rimliga afstånd från staden, och gáfvo snart vid handen, att Bornsjön bland dessa var den afgjordt förmånligaste. Dess vatten är af bästa beskaffenhet, den begränsas i norr och öster af mäktiga grusåsar, från hvilka rika grundvattentillflöden komma till sjön, dess stränder och uppland äro jämförelsevis glest bebyggda och till sist: den är belägen 10 meter högre än Mälaren och sålunda skyddad mot den s. k. uppsjön. Men Bornsjön kan icke ensam lemna tillräcklig mängd vatten för framtiden. Man måste då åter taga sin tillflykt till den outtömliga Mälaren, hvilken ju, om man bortser från de tillfällen då uppsjö råder, är en oklanderlig vattentäkt. Bland de Mälarebäcken, som kunde komma i fråga, fann man snart, att Ekeröfjärden var att förorda. Närmare hufvudstaden borde man med hänsyn till strändernas bebyggande ej gå. Längre mot

norr komme man allt för nära Riddersvik med sina sop- och latrinupplag. Ekeröfjärdens förbindelse med västra Mälaren, Bockholmssundet, har en ganska grund tröskel, hvarför den stora, väster om nyssnämnda sund belägna Björkfjärden tjänstgör såsom en utmärkt afsättningsbassäng för det västerifrån kommande vattnet. Mot öster finnas visserligen icke så grunda trösklar som exempelvis den vid Årstavikens mynning, hvilken på ett särdeles verksamt sätt hindrar det vid uppsjö på botten af Mälaren inströmmande saltvattnet att tränga vidare in, men Ekeröfjärden är dock på grund af afståndet och trösklarna vid Stora Essingen och Slagsta holmar rätt väl skyddad i berörda hänseende. Ekeröfjärdens vatten är i och för sig under normala förhållanden synnerligen godt, såsom en omfattande serie kemiska och bakteriologiska analyser nogsamt visat. Dess stora djup och utsträckning tala äfven till dess förmån.

De utförda undersökningarna pekade sålunda alla på samma trakt. Den användbaraste grundvattentillgången hade funnits i Ekeröåsen, hvars söder om Mälaren belägna del stryker fram längs Bornsjöns stränder. Hos Bornsjön stannade priset bland sötvattenssjöarna, och denna sjö ligger nära invid och har sitt utlopp i Ekeröfjärden, det för vattenledningsändamål lämpligaste af Mälarens bäcken. Härigenom var på samma gång bote-medlet mot uppsjöns inverkan funnet: lägg det nya vattenledningsverket vid Norsborg eller Sturehof emellan Bornsjön och Mälaren, tillgodogör i största möjliga utsträckning det tillgängliga grundvattnet, tag fyllnaden ur sjöarna, men begagna under och strax efter uppsjöperioder icke Mälaren, endast Bornsjön.

Sedan byggnadskontoret kommit till denna slutledning, gällde det att snarast möjligt försäkra sig om den mark, som för företagets förverkligande erfordrades. Den 8 april 1899 ingaf kontoret därför till drätselnämndens andra afdelning ett tjänstememorial*), hvori undersökningsresultatet framlades och ett nytt vattenledningsverks förläggande till ifrågavarande plats motiverades. I detta memorial fäste kontoret vidare uppmärksamheten på, att de närmare undersökningar, profpumpningar o. d., hvilka erfordrades för utarbetande af ett fullständigt förslag med nödvändighet kräfde full äganderätt till åtminstone den mark, som sedermera behöfdes för själfva anläggningen, men att öfverenskommelser äfven om allt annat jordförvärf i trakten oförtöfvadt borde ske, innan vidare arbeten uppdröfve prisen alltför högt. Kontoret hemställde till sist, att delegerade måtte utses för underhandlingar om förvärfvande af den mark, som kunde anses erforderlig. Denna hemställan vann äfven afdelningens bifall. De utsedde delegerade, afdelningens dåvarande ordförande, hofintendenten A. Börtzell, och stadens byggnadschef A. O. Alrutz skredo omedelbart till verket med det resultat,

*) Bihang till beredningsutskottets utlåtande n:r 69 för 1899.

att för säljarne intill årets slut bindande köpekontrakt upprättades med ägarne till Norsborg (7 Juni), Bergaholm (5 Aug.), Vällinge (16 Aug.), Fogelsta (8 Sept.) och Sturehof (18 Okt.). Norsborg och Sturehof behöfdes för själfva vattenledningsverkets byggnader. Vällinge innehade Bornsjöns utlopp och en där förlagd kvarn. Alla tre egendomarna hade för öfrigt betydliga strandsträckor längs Bornsjön och Mälaren. Fogelsta och Bergaholm behärskade större delen af Bornsjöns södra strand, och betingades deras förvärfvande af önskvärdheten att nöjaktigt skydda nämnda sjö mot föroreningar. Sammanlagda köpeskillingen utgjorde 1,720,000 kronor, hvaraf 1,574,000 kronor för den fasta egendomen och återstoden för inventarier. Hela arealen mätte 3,691 har. För bedömande af huruvida de sålunda begärda köpeskillingarna kunde anses skälige anmodades t. f. domänintendenten O. Tamm att upprätta värdering af egendomarna, en värdering som gaf en slutsumma för den fasta egendomen af sammanlagdt 1,267,500 kronor. Skillnaden 306,500 kronor representerade öfverbetalningens belopp. Då räntan härå måste anses vara en måttlig utgift för vinnande af det mål, som eftersträfvats, och då en öfverbetalning alltid måste ifrågakomma, när köparen och icke säljaren inleder underhandling, kunde de begärda köpeskillingarna icke betraktas såsom öfverdrifna.

Emellertid ansågs det vara önskligt, att byggnadskontorets förslag till det nya vattenledningsverkets förläggning underkastades granskning af utomstående sakkunnig, innan frågan om de stora egendomsköpen förelades stadsfullmäktige. Afdelningen beslöt därför den 7 juni 1899 anmoda chefen för Berlins vattenledningsverk, numera aflidne Baurath Beer, att verkställa en sådan granskning. Efter att hafva besökt Stockholm och på platsen studerat de alternativ, som kunde komma under ompröfning, afgaf han den 2 oktober 1899 sitt utlåtande*), hvilket utmynnar i ett tillstyrkande af byggnadskontorets förslag och ett förord för förvärfvande af vissa egendomar omkring Bornsjön.

Den 17 oktober 1899 inlämnade byggnadskontoret till afdelningen ett nytt memorial**), i hvilket bland annat med stöd af det Beer'ska utlåtandet de ifrågasatta egendomsköpens betydelse närmare utvecklades och resultaten af utförda undersökningar på de till användning föreslagna vattnen framlades. Den 15:de november aflät afdelningen skrifvelse till stadsfullmäktige med hemställan, att de villkorliga köpeaftalen måtte godkännas***). Innan beredningsutskottet hunnit behandla denna afdelningens framställning, väcktes emellertid i stadsfullmäktige den 1 december en motion****), hvari yrkades uppskof med de ifrågasatta egendomsköpen och verkställande af nya undersökningar för anläggning af nytt vattenledningsverk på Ekerön. Hade mo-

*) Bihang n:r 100 till beredningsutskottets utlåtande för 1899.

**) » » 105 » » » » .

***) Beredningsutskottets utlåtande n:r 182 för 1899.

tionärens yrkande vunnit bifall, skulle således alla aftalen förfallit och frågan uppskjutits på obestämd tid. Dagen därpå den 2 december afgaf byggnadskontoret infordradt yttrande^{*)} angående motionen. Kontoret framhöll däri, att kontoret vid sina undersökningar naturligtvis äfven haft sin uppmärksamhet fästad vid Ekerön, att emellertid Ekeröåsens på själfva Ekerön belägna del icke erbjöde några som helst fördelar framför den söder om fjärden belägna del däraf, som kontoret förordat till begagnande för grundvattenstäkt, att ett verk på Ekerön skulle medföra nödvändigheten att anlägga tvänne dyrbara och svåröfvervakade undervattensledningar för att korsa Mälaren och till sist och viktigast att på Ekerön en så utmärkt och såsom reserv vid uppsjö oöfverträfflig vattentäkt som Bornsjön icke stode till buds, hvarför kontoret på det kraftigaste vidhölle sin förut uttalade åsikt. I anslutning härtill hemställde andra afdelningen den 4 december, att motionen icke måtte föranleda vidare åtgärd. Beredningsutskottet ställde sig på samma ståndpunkt och beslöt samma dag enhälligt att förordna andra afdelningens förslag.

Den 19 december 1899 beslöto stadsfullmäktige utan votering men efter en debatt, under hvilken endast tvänne talare uppträdde emot förslaget, att godkänna de villkorliga köpeaftalen, och härmed var det nya vattenledningsverkets förläggning till trakten af Bornsjön de facto beslutad.

Det gällde nu att oförtöfvadt utarbета och underställa stadsfullmäktige fullständiga förslag till det nya verkets olika delar. Arbetet inriktades först på uppgörande af planer och kostnadsberäkningar för ledningen till staden och mottagningsreservoaren vid dess gräns. För att till skäligt pris kunna förvärfva den härtill behöfliga marken var det nämligen nödvändigt att hos Kungl. Maj:t begära expropriationsrätt för densamma, och en ansökan i sådant syfte, hvars behandling skulle kräfva afsevärd tid, måste åter ovillkorligen beledsagas af fullständiga ritningar och kostnadsförslag. Den 13 mars 1900 hade byggnadskontoret motsvarande förslag^{**)} färdigt. Förslaget slutade på en kostnadssumma af 3 1/2 millioner kronor, af hvilka kommo på

rörledning från Norsborg till reservoaren vid Trekanten ...	kr. 2,390,000: —
tornbyggnad med ståndrör vid Vårby	» 50,000: —
reservoar vid Trekanten	» 545,000: —
ledning till Liljeholmsviken.....	» 270,000: —
undervattensledningar i Liljeholmsviken	» 235,000: —
telefon- och signalledningar.....	» 10,000: —
	<hr/>
	Summa kronor 3,500,000: —

I skrifvelse till stadsfullmäktige den 21 mars 1900 hemställde andra afdelningen om godkännande af byggnadskontorets ifrågavarande förslag

^{*)} Beredningsutskottets utlåtande n:r 182 för 1899.

^{**)} Bihang n:r 36 till beredningsutskottets utlåtande för 1900.

samt föreslog, att till Kungl. Maj:t måtte inlämnas underdånig framställning, att Stockholms stad måtte medgifvas dels att expropriationsvis förvärfva den för motsvarande arbeten erforderliga marken, dels att på en kortare sträcka vid Liljeholmen framdraga rörledningen i allmän landsväg, dels slutligen att förvärfva viss del af kronoegendomen Lindhof i den ordning, som expropriationslagen föreskrifver. Till sist begärdes ett anslag af 100,000 kronor för påbörjande af arbetena med reservoaren vid Trekanten och 60,000 kronor till förberedande arbeten för vattenledningsverket vid Norsborg.

Den af afdelningen sålunda gjorda framställningen tillstyrktes af beredningsutskottet och bifölls af stadsfullmäktige den 7 maj 1900.

Kungl. Maj:ts på grund häraf begärda medgifvande i afseende på markförvärfven lämnades den 5 juli 1901, sedan 1901 års riksdag bifallit en kungl. proposition rörande försäljning af 87,60 har af egendomen Lindhof. Genom samma kungl. resolution erhöll staden tillstånd att nedlägga rörledningar under allmän farled vid Fittja bro och i Liljeholmsviken. Däremot förvägrades staden att på föreslaget sätt förlägga rörledningar i allmän landsväg vid Liljeholmen på den grund, att kungl. befallningshafvande ansett denna väg på ifrågavarande sträcka vara för smal, för att nedläggande af rörledningar i densamma utan olägenhet skulle kunna ske.

Genom det erhållna tillståndet att få förvärfva den strand vid Bornsjön, som tillhörde kronoegendomen Lindhof, och genom de verkställda köpen af privategendom kunde staden behärska alla Bornsjöns stränder med undantag för ett mindre strandparti söder om sjön, tillhörigt egendomen Skårby, och ett dylikt, lydande under kyrkoherdebostället Hammarby i Botkyrka socken. Den förra fastighetens ägare fordrade ett sådant pris, att det så mycket mindre kunde blifva tal om godvilligt förvärf, som staden numera enligt lag är i tillfälle att expropriationsvis förvärfva nödig mark, därest Bornsjön från det hållet blefve utsatt för förorening, sedan vattenledningsverket anlagts. Beträffande åter kyrkoherdeboställets mark, hvilken delvis erfordrades för att förekomma Bornsjöns förorening, delvis ock för anläggning af tunnel från Bornsjön till det nya verket, delvis slutligen för beredande af aflopp till sjön Aspen från tilltänkta arbetarebostäder vid Norsborgs södra gräns, var det önskligt att med äganderätt förvärfva en till omkring 22 har uppgående del däraf. På därom gjord hemställan beslöto äfven stadsfullmäktige den 1 december 1900 att hos Kungl. Maj:t göra underdånig framställning att, på sätt expropriationslagen bestämmer, få förvärfva ifrågavarande område, hvarjämte lämnades drätselnämndens andra afdelning bemyndigande att å stadens vägnar vidtaga de åtgärder, som fordrades, för att verkställa beslutet om denna och den expropriation af mark för öfrigt, hvarom förmäles i stadsfullmäktiges protokoll den 7 maj s. å. Tillstånd till förvärfvande af området från Hammarby lämnade Kungl. Maj:t den 20 september 1901. Sedan en jämkning af rörlinjens riktning mellan Norsborg och Fittja

bro befunnits önskelig, och afdelningen med anledning häraf ingått till Kungl. Maj:t med underdånig begäran att få från länsmansbostället Brunna i Botkyrka socken lösa den mark, som härigenom erfordrades, och sedan 1902 års riksdag bifallit en kungl. proposition i detta syfte, erhöles vederbörligt tillstånd jämväl till detta markförvärf från kronan. Återstod då endast att undanrödja svårigheterna för ledningens framdragande vid Liljeholmen. Ett mindre område närmast stranden, hvilket disponerades af järnvägsstyrelsen, uppläts utan vidare af denna. Däremot kräfdes den ifrågasatta användningen af den allmänna landsvägen på en kortare sträcka besvärligare åtgärder. Efter långa underhandlingar med vederbörande intresserade uppgjorde byggnadskontoret ett förslag till utvidgning af landsvägen på en sträcka af omkring 200 meter till 13 meters bredd för en beräknad arbetskostnad af 18,500 kronor, och förklarade sig stadsfullmäktige den 14 mars 1902 vara villiga att under förutsättning, att staden berättigades nedlägga vattenledningsrör i vägen och att dennas underhåll bekostades och ombestyrdes af vederbörande vägstyrelse, dels utlägga vägen på föreslaget sätt mot ett bidrag från väghållningsdistriktet af 9,250 kronor, dels ersätta väghållningsdistriktet halfva kostnaden för lösen af den enskilde tillhöriga mark, som fordrades för vägutläggningen. Sedermera förordnade kungl. befallningshafvande den 10 april s. å., att vägen skulle utläggas i enlighet med byggnadskontorets förslag, och Kungl. Maj:t medgaf den 25 juli s. å. på därom gjord underdånig framställning staden rätt att nedlägga och för all framtid behålla vattenledningen i densamma samt att, när så erfordrades, företaga arbeten för dessa ledningars underhåll och skötsel.

Emellertid hade till följd af stadsfullmäktiges beslut den 7 maj 1900 bergsprängning för reservoaren vid Trekanten och för de därtill förande hufvudledningar liksom ock förberedande arbeten vid Norsborg omedelbart efter nyssnämnda tidpunkt igångsatts. Samtidigt arbetades med full fart på uppgörande af fullständigt förslag till vattenledningsverket vid Bornsjön. Detta förslag, som omfattade tvänne alternativ, det ena alt. I med *ett* pumpverk och mindre maskin- och ångpannehus, slutande på en kostnadssumma af 1,785,000 kronor, det andra alt. II med *två* pumpverk och större byggnader, slutande på 1,935,000 kronor, aflämnades af byggnadskontoret den 26 april 1901*). Andra afdelningen företog omedelbart förslaget till granskning och förordade i en den 22 maj**) aflåten skrifvelse till stadsfullmäktige det af byggnadskontoret framställda alt. II, hvilket äfven, sedan det af beredningsutskottet tillstyrkts***), vann stadsfullmäktiges bifall den 8 juni s. å. Stadsfullmäktige beviljade samtidigt dels 300,000 kronor till påbörjande af motsvarande arbeten, dels 300,000 kronor till inköp af rör, som kunde

*) Bihang n:r 53 för 1901 till beredningsutskottets utlåtande.

***) » » 87 » » » » »

****) Beredningsutskottets utlåtande n:r 103 för 1901.

komma att i hufvudledningen till staden nedläggas före början af 1902 års sjöfart, samt till påbörjande af bergsprängningsarbetena för denna ledning, när staden erhållit begärd expropriationsrätt till enskild mark, som berördes af ledningen.

Arbetena sattes nu omedelbart i gång vid Norsborg, samtidigt som arbetena vid Trekanten och Liljeholmsviken pågingo i enlighet med härför under år 1900 beviljade anslag. Arbetena på hufvudledningen kunde däremot, med undantag för dem som berörde egendomen Nybohof invid Trekanten, hvars ägare, Borgerskapets Gubbhus, därtill lämnat medgifvande, icke påbörjas förr än med ingången af år 1902, emedan tillträdesdagen för större delen af den för ledningen erforderliga marken bestämts till den 1 januari 1902. Vissa jordägare ville icke ens fastslå någon viss tid, utan måste Kungl. Maj:ts beslut för motsvarande områden påkallas. Kungl. bref i ärendet utfärdades sommaren 1902. Med 1902 års ingång var arbetet i full gång öfver hela arbetsfältet, och skola här nedan lämnas närmare uppgifter om dess olika delar såväl i afseende på tiden som på konstruktioner, arbetsmetoder och kostnader.

Under sommaren 1904 voro samtliga byggnads- och rörledningsarbeten i hufvudsak färdiga. Sedan ångpumpverken vid Norsborg gått rundt och efterjusterats, kunde det nya vattenledningsverket tagas i bruk. Den 3 oktober hölls reservoaren vid Trekanten tillgänglig för allmänheten. Till den 4 oktober hade drätselnämnden inbjudit H. M. Konungen och det kungl. husets medlemmar, statsråden, öfverståthållaren, stadsfullmäktige och ett stort antal andra personer att taga Norsborgsverket i betraktande och hade för ändamålet ställt 4 ångfartyg till förfogande. Konungen anlände med ångfartyget Sköldmön till Norsborgs brygga, åtföljd af kronprinsen och kronprinsessan, hertigarne af Skåne och Nerike samt hertigen och hertiginnan af Västergötland och mottogs af drätselnämndens andra afdelning. Sedan de kungl. personerna omedelbart därefter begifvit sig till maskinhuset, i hvars pumpsal herrar stadsfullmäktige väntade, anhöll öfverståthållaren efter en kort redogörelse för verkets tillkomst, att Konungen täcktes förklara det nya vattenledningsverket öppnadt.

Emellertid kunde det af verket levererade vattnet ännu ej distribueras i staden. Först måste hufvudledningen och reservoaren vid Trekanten noga genomspolas och upprepade gånger rengöras, åtgärder, som i betraktande af dessa anläggningars högst betydande rymd kräde mycken tid och omsorg. Vidare återstod att utföra de ytterst noggranna pumpningsprof, som voro föreskrifna i upprättadt kontrakt angående pumpleveransen. Med anledning häraf var det först den 7 december, som vattnet från det nya verket för första gången släpptes till staden, där det allt sedan dess utdelats, blandadt med det vatten, som samtidigt uppfordrats af Årstaviksverken.

Under år 1905 utfördes åtskilliga smärre kompletterings- och afputsningsarbeten, bland hvilka må nämnas ombyggnad af dammen vid Bornsjöns utlopp vid Vällinge, badinrättning, ledningar och diverse inredningsarbeten i maskinstationen, pumpinrättning och reningsanläggning för maskinolja därstädes m. m. I följd häraf hafva slutsummorna för anläggningskostnaden ej förr än nu varit sammandragna.





II.

ANLÄGGNINGENS HUFVUDDRAG.

Vattentäkten är såsom förut antydts trefaldig: grundvatten ur den s. k. Ekeröåsens söder om Mälaren belägna del, vatten från den 10 meter högre än Mälaren belägna Bornsjön och till sist vatten från Mälaren i Ekeröfjärden. Den sistnämnda vattentäkten användes dock icke tillsvidare, utan är reserverad för framtiden, då den ökade förbrukningen så kräfver. De två förstnämnda vattentäkterna äro dels af naturen, dels genom de skedda egenomsköpen väl skyddade mot förorening. Af Ekeröfjärdens stränder disponerar staden genom samma köp en strandsträcka på fjärdens södra sida af ej mindre än 5,300 meter uppströms och 1,600 meter nedströms om ett blifvande vattenintag. Ekeröfjärdens yttinnehåll är 13.5 km², dess största djup 23 meter, hvarjämte i densamma, såsom varande hufvudutlopp för Mälarens stora vattenmassor, under normala förhållanden alltid råder en ström från väster till öster. Skulle i trots af alla dessa gynnsamma omständigheter nämnda Mälarebäcken i en aflägsnare framtid till följd af omständigheter, som nu icke kunna förutses, blifva utsatt för sådana föroreningar, att dess användning som vattentäkt blefve betänkelig, må det vara tillåtet att här påpeka möjligheten att med bibehållande af verkets öfriga organ förlägga vattenintaget till den mäktiga Björkfjärden, i hvilken på rätt valdt djup alltid bör finnas ur hygienisk synpunkt oklanderligt vatten. Genom anläggning af ett uppfodringsverk vid Björkfjärdens strand, exempelvis å den till stadens egendom Bergaholm hörande skogsloten Jungfrulund eller å den därtill gränsande, under Vällinge lydande lotten, kan vattnet på bekvämt sätt i en ledning af jämförelsevis ringa längd uppfodras till Bornsjöns nordvästra

del för att på samma sätt som nu afledas till verket vid Norsborg från sjöns nordöstra hörn. Den olägenhet, som består i saltvattens och därmed äfven föroreningars inträngande i Ekeröfjärdens djupare lager vid tillfällen, då längre uppsjö rådt, är eliminerad genom Bornsjöns användning som reserv. Det må likväl anmärkas, att en reglering af Mälarens vattenstånd hör till de frågor, som en gång måste få sin lösning. I och med detsamma är nämnda olägenhet bragt ur världen, och Bornsjön kan då fullt och utan nyss antydda inskränkning utnyttjas.

De olika vattnen ledas till det å egendomen Norsborg förlagda verket och underkastas där de reningsprocesser, som erfordras. Sedan renvattnet därefter ledts till en gemensam renvattensbehållare, uppfordras det från denna medels ångpumpverk genom en hufvudledning till mottagningsreservoaren vid sjön Trekanten intill Liljeholmen strax söder om hufvudstadens nuvarande gräns. Från denna reservoar, hvars h. v. y. ligger 5 meter högre än de äldre högreservoarernas i Årstalunden, förer en ledning till Liljeholmsviken och 2:ne ledningar under denna till staden, där de äro sammankopplade med rörnätets hufvudpulsådror.

Den nya anläggningen är, då den en gång blir fullt utbyggd, beräknad att kunna lämna 100,000 m³ i dygnet. Vid hvilken tidpunkt hufvudstadens vattenförbrukning kan komma att uppnå denna siffra är naturligtvis svårt att förutsäga. Hittills har största åtgången pr dygn utgjort 47,817 m³ (år 1905) och pr invånare och dygn 160 liter (år 1896). Härvid torde böra erinras, att största dygnförbrukningen alltid måste vara grundläggande för beräkning af verkets storlek, emedan så stora renvattensmagasin, som förmå utjämna växlingarna i förbrukningen från ett dygn till ett annat, svårigen utan oerhörda kostnader kunna åstadkommas. I byggnadskontorets förut omnämnda tjänstememorial den 8 april 1899 utgick man från 1898 års folkmängd och maximiförbrukning pr invånare och dygn, hvilka utgjorde resp. 287,568 och 136 liter. Medels en grafisk framställning och under antagande, att folkmängden och maximiförbrukningen skulle stiga i samma förhållande som under de sista åren före nämnda tidpunkt, uppskattades folkmängden efter 25 år d. v. s. år 1923 till minst 480,000, maximiförbrukningen i dygnet till 210 liter för hvarje invånare och största åtgången i dygnet följaktligen till minst 100,000 m³. Totala årsförbrukningen skulle samtidigt utgöra 21 miljoner m³. Enligt dessa antaganden, hvilka den hittills förflutna tiden icke visat gifva för låga siffror, skulle sålunda det fullt utbyggda verket kunna tillfredsställa hufvudstadens vattenbehof till år 1923, äfven om såsom väl är att vänta, Årstaviksverken vid denna tidpunkt äro nedlagda. Bau-rath Beer uppskattade tillväxten högre och angaf i sitt yttrande den 2 oktober 1899, att största vattenförbrukningen i dygnet år 1925 kunde väntas uppgå till ej mindre än 150,000 m³, i fall vattnet utdelades efter samma system som nu, d. v. s. utan kontroll af mängden för hushållsförbrukning

begagnadt vatten. Han tillrådde därför på det allvarligaste obligatorisk mätning af allt vatten, i hvilket fall han antog, att 100,000 m³ i dygnet kunde räcka till och med år 1935. Detta kontrollsystem, som numera öfverallt vinner terräng, torde också vara att på det varmaste förorda, och hänvisas i sådant afseende till den utredning, hvilken Svenska Kommunaltekniska Föreningen förlidet år verkställt och offentliggjort i tryck. När emellertid — förr eller senare — de för det nya vattenledningsverket beräknade 100,000 m³ i dygnet uppnås, finnes intet hinder för anskaffande från samma håll af ytterligare vattenmängd. Plats finnes i öfverflöd och Mälaren är outtömlig.

Tillsvidare afser det nya verket endast att tillgodose hufvudstadens vattenbehof vid sidan af de äldre verken vid Årstaviken. Med hänsyn härtill är anläggningen vid Norsborg beräknad för en normal vattenmängd af $\frac{1}{6}$ af 100,000 eller 16,667 m³ i dygnet, under det att hufvudledningen och mottagningsreservoaren vid Trekanten äro beräknade för 50,000 m³:s förbrukning och undervattensledningarna förmå framsläppa 100,000 m³ i dygnet.





III.

VERKET VID NORSBORG.*)

Såsom förut på flera ställen omnämnts, skall verket tillgodogöra grundvatten, Bornsjövattnen och Mälarevatten. Med hänsyn härtill äro reningsanläggning och maskinstation förlagda vid Norsborg ej långt från Ekeröfjärdens strand, från hvilken transportvägen sålunda är möjligast kort och dit intagsledning för Mälarevatten med jämförelsevis ringa kostnad kan utläggas (pl. 2.) På den för nyssnämnda anläggning valda platsen är terrängen synnerligen gynnsam. Marken är så godt som fullständigt plan och filtrerbassängerna, hvilkas ytinnehåll i framtiden blir högst betydande, kunna sålunda komma till utförande med minsta möjliga schaktningskostnad. De kunna vidare byggas direkt på ett under öfversta jordmyllan liggande lager af brun lera. Kostnaden nedbringas härigenom för denna afsevärda del af anläggningen till den minsta möjliga. Som under leran finnes ett lager af fin flytsand, innan berget nås, har däremot maskinstationen kräft särskild grundläggning på pålar, men å andra sidan hafva kostnaderna för de stora ledningarnas framdragande blifvit betydligt lägre, än om stationen förlagts på annan plats, där fast grund påträffats på mindre djup. Verkets planläge är i öfrigt sådant att, på samma gång som de dyrbara tryckledningarna till staden erhålla minsta möjliga längd, äfven ledningarna från grundvattens-täkten å Sturehofsältet och från Bornsjön ej behöfva dragas onödigt långa vägar eller i afsevärd mån avvika från hufvudriktningen till staden. Höjdläget är ock synnerligen fördelaktigt, i det filtrerbassängerna kunnat så pla-

*) Vid affattandet af denna del af redogörelsen har i hufvudsak följts en af arbetschefen, löjtnant G. Malm, utarbetad rapport.

ceras, att Bornsjövattnet med självtryck utan uppoffring af mer än nödvändig förlust i höjd ledes till desamma. Samtidigt blir sughöjden för Mälarevattnets uppföring icke större än lämpligt är. Det valda läget erbjuder till sist den stora fördelen, att all maskinkraft i hufvudsak sammanföres på ett enda ställe, hvarigenom driftkostnaderna tydligtvis blifva de minsta.

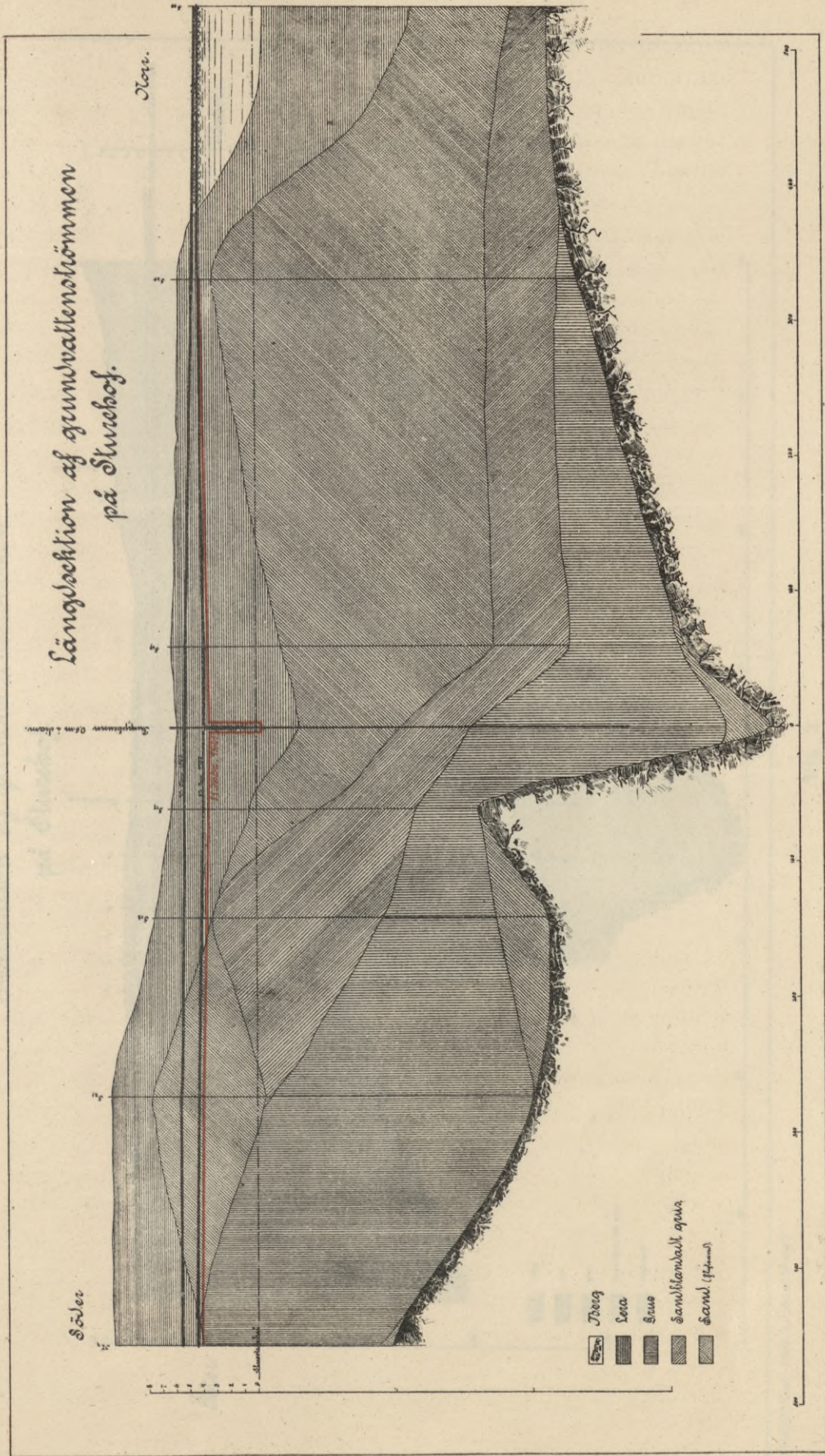
Verket omfattar: *grundvattenledning* med brunnar, pumpverk och luftningsanstalt för frånskiljande af grundvattnets järnhalt. *Bornsjöledning*, bestående af intag, tunnel, rörledning och mätningsbrunn, *råvattenledning* från mätningsbrunnen till filterbassängerna, *filterbassänger*, *renvattenledning*, *renvattensbehållare*, *maskinstation*, *kolbod*, kollossningsanordningar och transportbanor, *afloppssystem*, *högtrycksrörnät*, *lufttorn* på hufvudledningen till staden, *sandtvättningsanstalt*, *husbyggnader* m. m.

För tillgodoseende af utvidgningsmöjligheterna är verket så planlagdt, att hvar och en af dess delar kan utvecklas i stort sedt oberoende af de andra. Maskinstationen tillbygges mot öster och parallelt därmed renvattensbehållare och kolbod. Filtergruppen tillökas däremot söderut, medan plats för ytterligare luftningsanstalt finnes reserverad emellan maskinstationen och filtergruppen.

I afseende på verkets allmänna anordning har för öfrigt det rättesnöret varit gällande, att största vikt borde läggas på åstadkommande af säkerhet, enkelhet och lättskötthet, hvarjämte med hänsyn till verkets afskillda läge, den ringa tillgången på reservarbetskraft och kostnaden för anordnande af bostäder åt en större personal maskinella anordningar i största möjliga utsträckning kommit till användning i ändamål att ersätta handkraften.

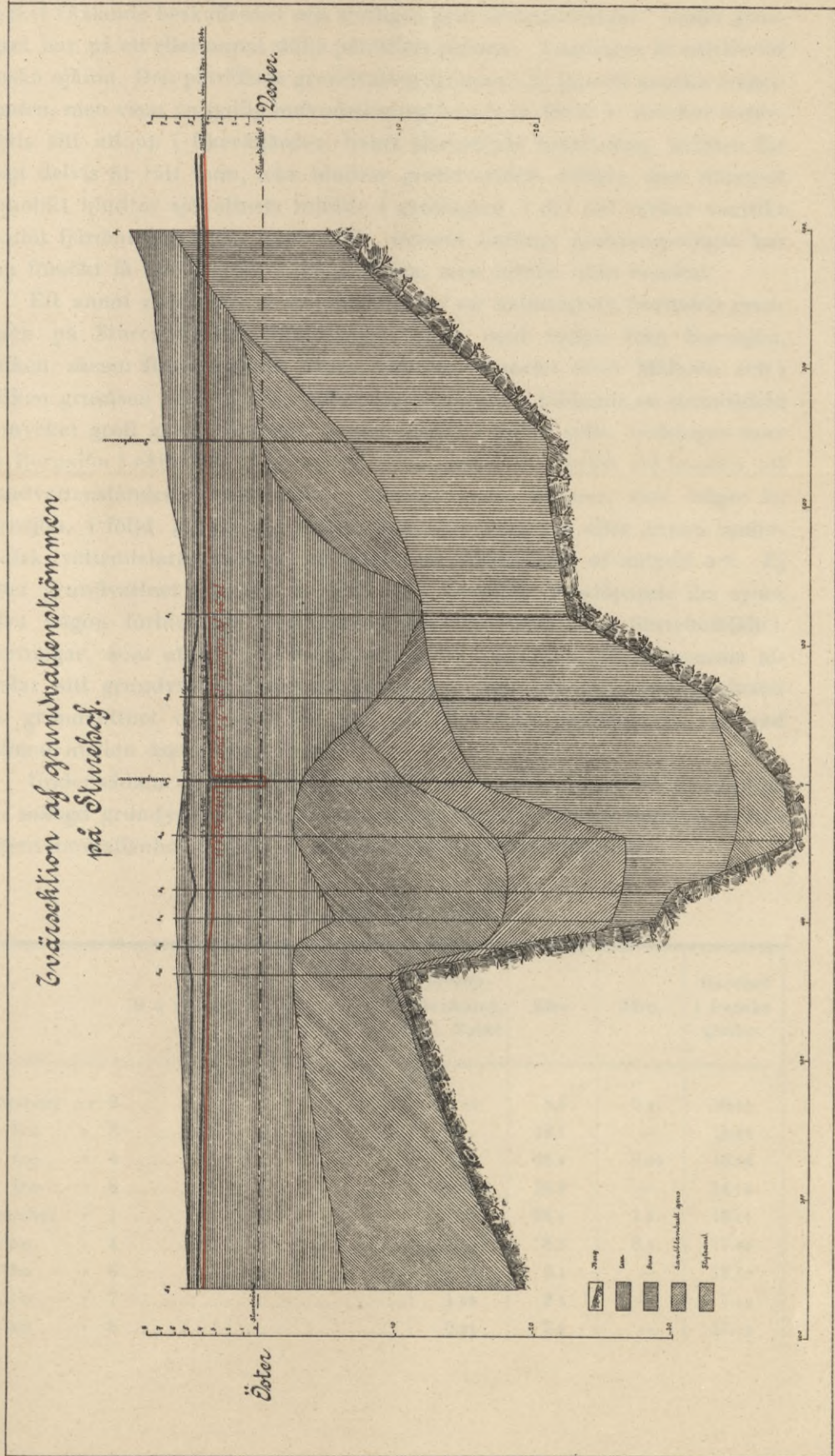
Grundvattenledning.

Den mäktiga grusås, som bär namnet Ekeröåsen, ligger i dagen öfver en betydlig del af Ekerön och bildar den söder om denna liggande Fantholmen. På Ekeröfjärdens södra sida är den synlig i den till betydlig höjd, 55 meter öfver Mälarens v. y., uppskjutande höjdsträckning, som skiljer Bornsjön från de norr därom belägna lågländta och af lera betäckta fälten å Sturehof och Norsborg invid fjärdens strand. Söderut fortsätter den längs Bornsjöns östra strand mellan denna och sjön Aspen öfver Hammarbys, Lindhofs och Söderby ägor. Åsens bas skjuter emellertid in under de nyssnämnda lerbetäckta fälten, men huruvida något sammanhang förefinnes under Ekeröfjärdens slambetäckta botten med Ekeröns gruslager har icke kunnat utrönas. Detta intressanta spørsmål är dock värdt ytterligare undersökningar. På Norsborgs och Sturehofs fält är utfördt ett stort antal borrhningar (pl. 2) af 7.5 cm. Mannesmannsrör, sänkta på vanligt sätt medels vattenspolning. Borrhningsresultaten, hvilka belysas af fig. 1 o. 2, gifva en ganska tydlig bild af de geologiska och hydrologiska förhållandena. Närmast under det mäktiga lerlagret ligger i regel flytsand, därunder gröfre sand af



Fotolit Gen. Stab. Lit. Anst. Stockh.

Fig. 1.



Forolith. Gen. Støb. Lit. Anst. Stockh.

Fig. 2.

mycket växlande beskaffenhet och slutligen grus ofvanpå berget. Under gruslagret har på ett eller annat ställe påträffats pinnmo. Lagringen är emellertid ganska ojämn. Den påträffade grundvattenströmmen är jämväl ganska oregelbunden, men visar en tydlig hufvudriktning från S. O. till N. V. och har naturligtvis sitt utlopp i Ekeröfjärden, hvars slamartade betäckning, hvilken för öfrigt delvis är rätt tunn, icke hindrar grundvattnets utflöde, men däremot sannolikt hindrar sjövattnets inträde i gruslagren, i det det verkar snarligt en utåt fjärden öppnande klaffventil. Genom kraftiga propumpningar har man försökt få full klarhet i denna fråga, men hittills utan resultat.

Ett annat spörsmål af största intresse var naturligtvis, huruvida gruslagren på Sturehofsältet tilläfväntas matas med vatten från Bornsjön, hvilken, såsom förut nämnts, ligger omkring 10 meter öfver Mälaren, och i hvilken grusåsen utan synlig betäckning stupar ned, bildande en strandbädd af mycket groft grus. Borrhål, hvilka, delvis i annat syfte, nedslogos norr om Bornsjön i närheten af grusåsens krön, gåfvo emellertid vid handen, att grundvattenståndet i åsen mellan Bornsjön och Mälaren stod högre än Bornsjön, i följd hvaraf det måste finnas en bergrygg eller annan underjordisk vattendelare, hvilken afstänger all förbindelse af antydd art. Ej heller grundvattnet i grusåsens öster om Bornsjön framlöpande del synes hafva någon förbindelse med grundvattensförekomsten på Sturehofsältet. Borrningar, som utförts i nyssnämnda del af åsen, visa, att densamma afbördar sitt grundvatten direkt till Bornsjön. Den kemiska beskaffenheten hos grundvattnet och särskildt dess hårdhet visar dessutom en bestämd skillnad mellan åsens olika delar.

Under sådana omständigheter återstod tillsvidare ej annat än att utnyttja den mängd grundvatten, som i åsens norra del afrinner till Mälaren. Detta vattens beskaffenhet belyses af nedanstående sammanställning.

Milligram per liter.

B o r r h å l.	Syreförbrukning enl. Kubel.	Klor.	Järn.	Hårdhet i franska grader.
Norsborg n:r 2	1.04	8.9	0.6	18.65
D:o » 3	—	16.7	—	18.60
D:o » 4	1.60	26.6	0.09	13.10
D:o » 8	2.44	36.9	—	14.10
Sturehof » 1	1.29	24.5	1.9	13.10
D:o » 4	1.50	8.5	2.4	17.20
D:o » 6	1.76	6.4	—	12.50
D:o » 7	1.53	9.2	—	7.70
D:o » 8	0.91	7.1	—	17.10

Temperatur i C°.

År.	Datum.	N. N:r 2.	N. N:r 4.	S. N:r 1.	S. N:r 4.	S. N:r 6.	S. N:r 7.	S. N:r 8.	S. N:r 12.
1900	23 Febr.	6.9°	6.6°	6.9°	—	6.5°	5.9°	6.8°	6.9°
	18 Maj	6.9°	7.0°	7.0°	—	6.9°	6.9°	6.8°	6.9°
	24 Aug.	—	7.7°	7.2°	7.0°	—	6.2°	7.0°	7.0°
	16 Nov.	6.9°	7.0°	7.0°	6.8°	6.5°	6.1°	6.8°	6.9°
1901.....	22 Febr.	6.9°	7.0°	7.0°	6.9°	6.7°	—	6.9°	6.9°
	17 Maj	6.9°	7.1°	7.0°	7.0°	6.5°	6.1°	7.0°	7.0°
	9 Aug.	7.3°	7.4°	7.2°	7.0°	7.0°	6.5°	7.0°	7.2°
1902.....	22 Nov.	—	6.8°	6.9°	6.9°	6.8°	7.0°	6.8°	6.9°
	14 Febr.	—	6.8°	6.9°	7.0°	6.8°	6.9°	6.9°	7.0°
	17 Maj	6.9°	6.9°	7.0°	7.0°	6.9°	6.9°	9.9°	7.0°
	15 Aug.	7.0°	6.9°	7.0°	7.0°	6.9°	6.9°	7.1°	7.0°
1903.....	14 Nov.	6.9°	6.9°	6.9°	6.9°	6.9°	6.9°	6.9°	7.0°
	20 Febr.	7.0°	6.9°	7.0°	6.8°	6.9°	6.9°	7.0°	6.9°
	15 Maj	7.0°	6.9°	6.9°	7.0°	6.9°	6.9°	7.0°	7.3°
	14 Aug.	—	—	7.0°	7.0°	—	—	7.0°	7.0°
1904.....	17 Nov.	6.9°	—	6.8°	6.9°	6.9°	7.0°	6.9°	7.0°
	15 Febr.	7.0°	6.9°	7.0°	6.9°	6.9°	6.9°	6.8°	7.0°
	20 Maj	7.0°	6.9°	6.9°	7.0°	6.8°	7.0°	6.9°	7.0°
	12 Aug.	7.0°	6.9°	7.1°	7.0°	6.9°	6.9°	7.1°	7.0°
1905.....	18 Nov.	7.0°	6.9°	7.0°	6.9°	6.9°	6.9°	7.0°	6.9°
	3 Febr.	6.8°	6.9°	7.0°	7.0°	6.9°	6.9°	7.0°	7.0°
	5 Maj	7.0°	6.9°	7.2°	7.0°	6.9°	6.9°	7.1°	7.0°
	4 Aug.	7.0°	6.9°	7.0°	7.1°	6.9°	7.0°	7.4°	7.1°
	10 Nov.	7.0°	7.0°	7.1°	7.1°	6.9°	6.9°	7.2°	7.2°

Järnhalten är ganska afsevärd och måste aflägsnas. Därefter är vattnet klart och välsmakande. Ur bakteriologisk synpunkt är det naturligtvis oklanderligt, upphämtadt som det är från väl skyddade gruslager.

Det torde här få antecknas, att alltsedan början af år 1900 utföras fortlöpande observationer på grundvattnets nivå och temperatur såväl i åsens norra som södra del.

För att utröna mängden af det grundvatten, som kan tillgodogöras på Sturehofsältet, sänktes år 1900 en större 60 cm:s brunn vid borrhål S 14, pl. 2, hvilken plats föregående år utförda försöksborrningar angifvit vara lämplig. Denna brunn, n:r 1, utgör en del af den permanenta anläggningen och skall nedan närmare beskrivas. Profpumpning utfördes kontinuerligt natt och dag emellan d. 23 november 1900 och d. 11 februari 1901, endast med 4 dygns uppehåll vid julen. I medeltal uppförades 30 sekundliter vatten, hvarvid vattenståndet i borrhölen så småningom sänkte sig. Efter den 28

januari synes emellertid denna sänkning hafva upphört och fortfarighets-tillståndet inträdt. Fig. 1 o. 2 visa grundvattenytans jämnviktsläge. En sänkning öfver hela observationsfältet hade ägt rum, samtidigt som grundvattenståndet å området mellan brunnen och Ekeröfjärden nedgått till och under denna senares nivå. 30 sekundliter motsvara sålunda grundvattensströmmens ungefärliga kapacitet.

För att erhålla reserv och för att fullständigt behärska grundvattensströmmen utfördes sedermera under år 1903 längre västerut ytterligare en permanent brunn n:r 2.

Från de båda brunnarna äro utlagda sugledningar till två intill brunnen n:r 1 inom ett mindre maskinhus uppställda elektromotorpumpar, hvilka

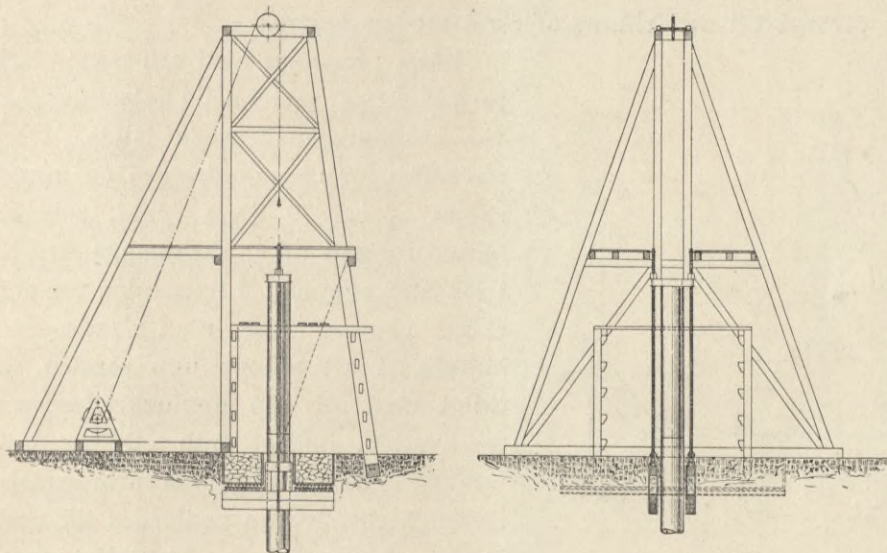


Fig. 3.

drifvas medels energiöfverföring från det i maskinstationen vid Norsborg anordnade elektricitetsverket. Medels dessa pumpar uppfordras vattnet genom en 923 meter lång tryckledning af 30 cm. gjutna järnrör till en vid Norsborgsstationen förlagd luftningsanstalt, där järnet frånskiljes. Från denna anstalt rinner det renade vattnet till den gemensamma renvattensbehållaren, för att sedermera uppfordras till staden. Sugledningen består af 20 cm. gjutna rör för brunnen n:r 1, 23 cm:s för brunnen n:r 2 och 30 cm:s för den gemensamma delen inom maskinhuset. Sugledningens sammanlagda längd är 247 meter.

Brunnen n:r 1 nedgår till 32.2 meters djup under marken och utgöres af en plåttub af 0.6 meters inre diameter samt 8 mm:s plåttjocklek. Tuben gjordes i längder om 4 meter, som hopskarfvades med inre muffar. Den nedersta ändan var skodd med en gjuten stålsko. Vid sänkningen tillgick man på det sätt, som närmare belyses af fig. 3. Den för utförandet

antagna metoden gick ut på att pressa ned röret med domkrafter, samtidigt som man med vattenspolning eller tjänliga verktyg bearbetade det inre. Förankringen, som gafs en vikt af c:a 40 ton, svarande mot domkrafternas hållfasthet, anbragtes under marken i form af en med sten fylld låda, hvilande på 2 lager järnskenor. Domkrafterna fästades vridbart i ett par starka järnöglor, som omfattade en under skenorna liggande bjälkkonstruktion, så att de kunde fällas, när ett nytt rör behöfde vidskarfvas. Ofvanpå brunnsrörets öfverkant lades en fläns af vinkeljärn och därofvån på en dyna af stålgiutgods med uttagning efter brunnsrörets inre yta. I dynan funnos hål för domkrafterna, hvilka med sina öfre ändar i och för styrning voro infästade i ett borrtorn, som uppfördes för manövrering af verktygen och hvars stomme utgjordes af en pålkran, enär man, om metoden svek, ämnade öfvergå till neddrifning af röret medels hejare.

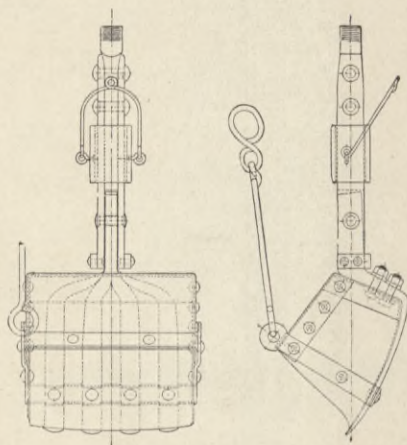


Fig. 4.

Röret pressades med ens genom lerlagret och ett par meter ned i flytsanden, hvarvid belastningen började lättas. I leran användes för uppmuddringen en mudderskopa af c:a 70 liters rymd, som hade botten formad till en skruvgånga med tämligen stor stigning. I flytsanden var denna skopa ej användbar, utan visade det sig lämpligast att pumpa upp sanden, samtidigt med att den uppluckrades genom tryckvatten, infördt från ett par tryckpumpar genom med genomborrade mejslar försedda rör, hvilka nedfördes till underkanten af brunnsröret. Samtidigt med urmuddringen fortgick nedpressningen af röret, som med lätthet verkställdes af en man i vefven till hvarje domkraft. Hela flytsandslagret genomgicks på 3—4 dagar. Den under flytsanden liggande gröfre sanden kunde ej med pumpning aflägsnas, utan måste uppmuddras. Detta skedde med en cylindrisk mudderskopa af 30 cm:s diameter och 25 liters rymd, i botten försedd med öppningar, hvilka hade nedvikta, skrufformigt utbildade kanter, som matade in sanden. Öppningarne täcktes af inåtgående klaffventiler. De egentliga svårigheterna mötte dock först i gruslagret. Intet af de nyssnämnda verktygen hade här någon verkan, utan man måste omväxlande begagna en skopa enligt fig. 4 samt saxar af växlande storlek för upptagande af stenar. Ibland påträffades stensamlingar så kompakta, att inga af de tillgängliga verktygen förmådde något. Då gick man tillväga på det sättet, att ett 2"-borrör nedslogs midt i tuben till ett djup af 0.6 meter under dess underkant. På detta djup anbragtes genom röret, hvilket därefter uppdrogs, en liten dynamitladdning, som antändes

med elektricitet och förmådde uppluckra massan. Med saxen kunde man därefter få tag om de stora stenarna och ett fortsatt nedträngande blef möjligt. Den största sten som upphämtades, hade en längd 0,6 m. och en största tvärlinie af 0.45 m. Till slut nåddes det lager, som genom det närstående profhålet påvisats vara det gynnsammaste.

Brunnen omgafs därefter i öfre ändan med ett betongkar och kompletterades med nödiga ledningar och ventiler.

Brunnen n:r 2 (fig. 5) förlades såsom sagdt i den västra delen af grundvattenfältet, där gruslagret ligger närmare jordytan. Då den föregående brunnen visat sig ganska dyrbar, gjordes denna brunn med smalare rör ned till det grundvattenförande lagret. En följd häraf var, att sugröret från pumparna ej fick rum i rörbrunnen, utan att det af betong bestående brunnskaret måste nedföras under sugrörets underkant. Betongschaktets vertikala del utfördes först med successiv påmurning och samtidig urschaktning af jordmassan i det inre. När man började nalkas flytsanden, inlades betongbotten, men i dess midt utsparades ett hål för rörbrunnen, hvilket skoddes med en 30 cm:s gjuten skobit. Genom att hålla brunnen läns och insläppa flytsanden genom detta hål sänktes betongkaret till det bestämda djupet.

Därefter vidtog arbetet för rörbrunnens utförande. Själfva rörbrunnen är gjord af vanliga 18 cm:s gjutna järnrör, dock försedda med muffar enligt fig. 6. Det nedersta röret perforerades i nedre ändan. Då det befarades, att gjutjärnsröret ej skulle hålla, om det arbetades ned till det afsedda djupet,

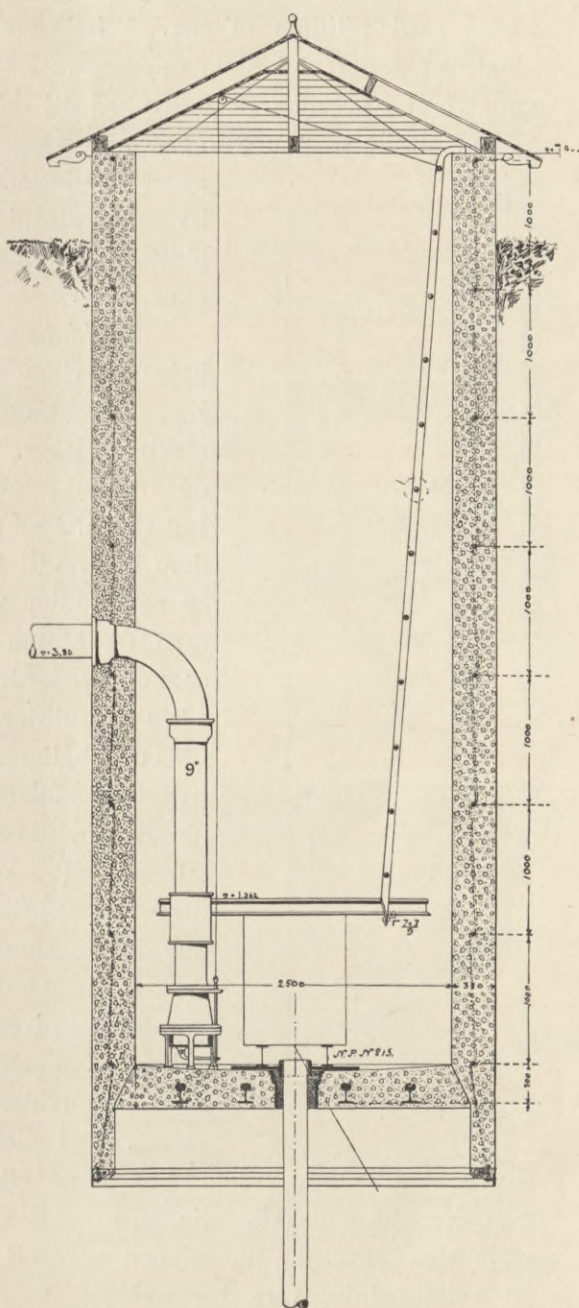


Fig. 5.

gjordes ett särskildt rör af 6 mm:s valsad plåt och 25 cm:s diameter. Detta slogs ned med hejare och urmuddrades med pumpning under tillförsel af tryckvatten ur särskilda med borrmejslar försedda rör. Större stenar aflägsnades med tillhjälp af sax. Ut i 25 cm:s röret nedsattes därefter 18 cm:s röret, hvarefter det förra uppdrogs. En svårighet uppstod att dikta in 18 cm:s röret i betongkarets botten, så att det blef tätt mot flytsand. Då skarfen ej kunde genom pumpning torrläggas, fastspände man såsom af fig. 5

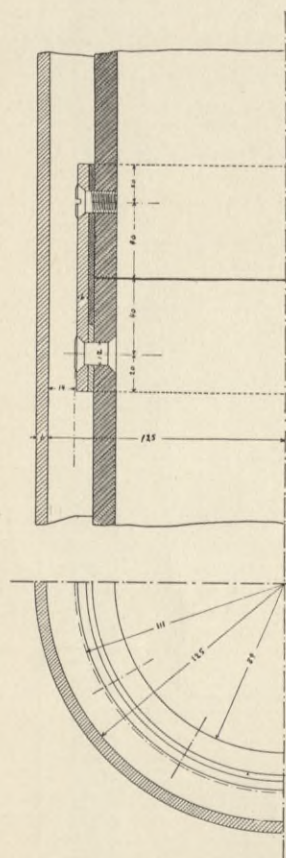


Fig. 6.

synes, en gjutjärnsplatta mot den stålslipade botten, hvarefter diktning med bly verkställdes rundt om plattans kant samt mellan plattans krage och 18 cm:s röret.

Maskinhuset, fig. 7, är af tegel med grund af betong, hvilande på friktionspålar. I huset stå två Z-centrifugalpumpar, drifna af direkt kopplade elektromotorer. De äro levererade af Aktiebolaget de Laval's Ångturbin genom firman Zander och Ingeström. Pumparna äro konstruerade för att vardera i normalt fall uppfodra 1,800 minutliter eller 30 sekundliter vid 17.5 meters uppfodringshöjd, men de kunna forceras till 2,500 minutliter vid samma uppfodringshöjd. De kunna äfven lämna 1,000 minutliter med 32 meters uppfodringshöjd till en behållare, belägen på en höjd invid verket, hvilken behållare är afsedd att tjäna till reservförråd för Norsborgsverket, om ledningen till staden är aftappad. (Se vidare nedan.) I maskinhuset är dessutom uppställd en liten s. k. hushållspump af ungefär samma typ som de föregående. Pumpverkets nedre golf är nämligen beläget under högsta grundvattennivån, och då i murarna endast en enkel asfaltisolering är inlagd, förekommer vid höga grundvattenstånd en obetydlig inläckning af vatten. Det elektriska driftsättet är valdt för att

slippa ständig bevakning. Pumparna efterses hvar 3:dje timme genom en från den stora maskinstationen afdelad vakt. Ännu ett viktigt skäl för att välja den använda pumptypen var, att man önskade raskt få till stånd ett vattenledningsverk för nybyggnadsarbetena. Redan i september 1901 kunde också vatten serveras från detsamma, och det har alltsedan dess varit i bruk.

Grundvattnets tillgodogörande torde med stöd af det rika observationsmateriel, som under årens lopp insamlats, kunna ytterligare utvecklas.

Luftningsanstalten (fig. 8) består af en betongbehållare med öfverbyggnad samt duschinrättning, filter och diverse ledningar.

Vattnet inströmmar i botten på en liten grund plåtbehållare, från hvilken det genom 4 skjutluckor inträder i 4 smala rännor och afrinner längs rännornas ytterkanter öfver 4 från hvarandra skilda fält af korrugerad plåt, genomborrad af hål om 2—3 mm diameter. Vattnet finfördelas vid passagen genom plåten i droppar och kommer därigenom i intim beröring med luften under sitt fall om 3.3 meters höjd ned på vattenytan i den underliggande behållaren. Luftens syre utfäller därvid den i vattnet lösta järnoxidulen i form af olösligt järnoxidhydrat eller järnockra. För att fällningsprocessen skall hinna avslutas, har vattenskiktet c:a 1 meters tjocklek, så att det åtgår ungefär en timme för vattnet att passera från ytan och ned till det på behållarens botten liggande filtret, som kvarhåller fällningen. Det hela är konstrueradt med ledning af försök i större skala, utförda under profpumpningsperioden.

Filtret utgöres af ett 0.3 meter mäktigt lager grus om 2—5 mm:s kornstorlek, som hvilar på en silbotten af ett 10 cm tjockt lager gröfre singel och därunder 2 tegelskift.

Luftningsanstalten är konstruerad för att normalt genomsläppa 30 sekundliter, hvarvid filtrerhastigheten blir ungefär 1 meter.

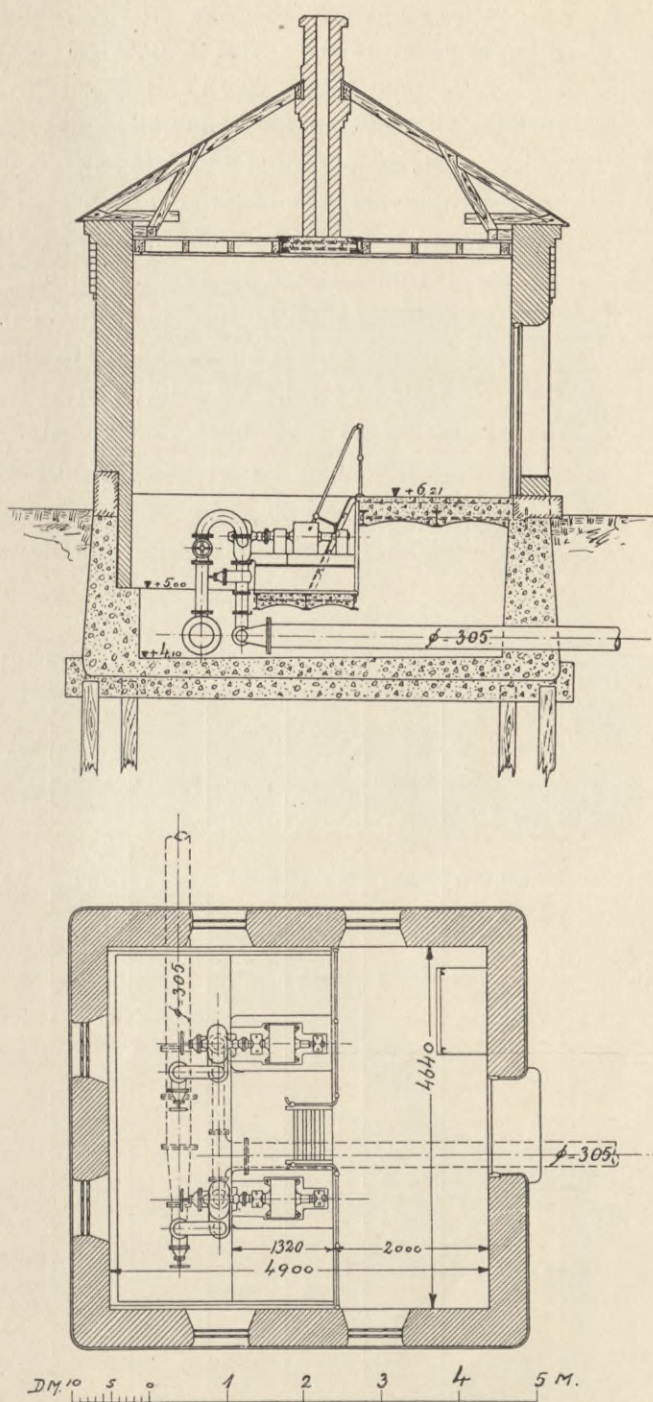


Fig. 7.

Duschplåtarna behöfva en eller annan gång om dagen rensopas från utfälldt järn, men i öfrigt kan filtret vara i gång 6 à 8 veckor utan rengöring. Denna tillgår på så sätt, att, sedan vattnet aftappats under grusytan, insläppes genom en för ändamålet tillkopplad ledning rent vatten från röret underifrån genom filterbädden, hvarvid det rycker den afsatta järnockran med sig och afrinner genom ett i höjd med grusytan befintligt aflopp, som under drift är afstängdt från afloppsledningen. Rensningen befordras genom att med en kratta bearbeta gruslagret.

Öfverbyggnaden är med hänsyn till den fuktiga luften inuti byggnaden utförd af sandsten, till större delen erhållen vid rifningen af Vällinge kvarn. Bakmuren är af tegel. Omsättningen af luft sker genom ventiler i fönster, dörrar och en på taket uppförd lanternin. Järnkonstruktionen är levererad af Bergsunds Mekaniska Verkstads Aktiebolag.

Några analyser af grundvattnet, visande resultatet af luftningsprocessen med filtrering, äro sammanfattade i nedanstående tabell.

Pr 100 tusen.

Datum.	Fasta ämnen.	Syreförbrukning enl. Kubel.	Salpetersyra.	Ammoniak.	Klor.	Permanent hårdhet.	Öfvergående hårdhet.	Total hårdhet.	Järnhalt.		Temperatur.	
									före luftn.	efter luftn.		
1900 ³⁰ / ₁₁	26.16	0.094	0.023	0.003	1.77	5.3	9.4	14.7	0.080	{ Svaga spår.	6.9°	
» ³ / ₁₂	25.94	0.085	0.023	0.004	1.84	4.4	9.4	13.8	0.060	»	6.9°	
» ⁶ / ₁₂	25.16	0.084	Närv.	0.004	1.92	3.8	10.1	13.9	0.045	»	6.9°	
1901 ¹¹ / ₁	—	—	—	—	—	—	—	—	0.060	»	} ³⁾	
» ¹⁵ / ₁	—	—	—	—	—	—	—	—	0.040	0.002		—
» ¹⁷ / ₁	—	—	—	—	—	—	—	—	0.048	0.012		—
» ¹⁸ / ₁	—	—	—	—	—	—	—	—	0.030	0.014		—
» ²³ / ₁	—	—	—	—	—	—	—	—	0.030	0.010	—	
1904 ²² / ₁₀	—	—	—	—	—	—	—	—	0.090	{ Svaga spår.	—	
1905 ¹⁰ / ₁	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	} ⁴⁾	
» ¹⁵ / ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	0.080 ¹⁾	0.002		—
» »	—	—	—	—	—	—	—	—	0.020 ²⁾			—

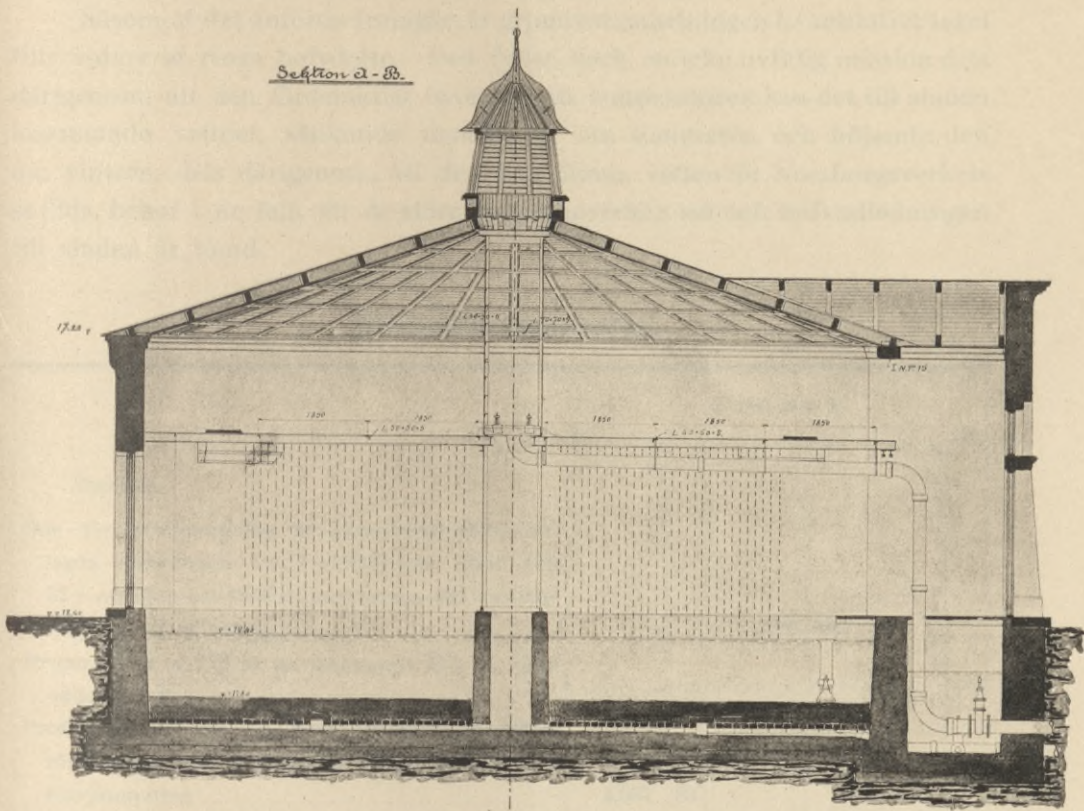
¹⁾ Brunnen n:r 1.

²⁾ Brunnen n:r 2.

³⁾ Analyser af vattenprof från ett försöksfilter under profpumpningen.

⁴⁾ Analyser af prof från det permanenta filtret.

Sektion A-B.



Plan genom C-D och E-F.

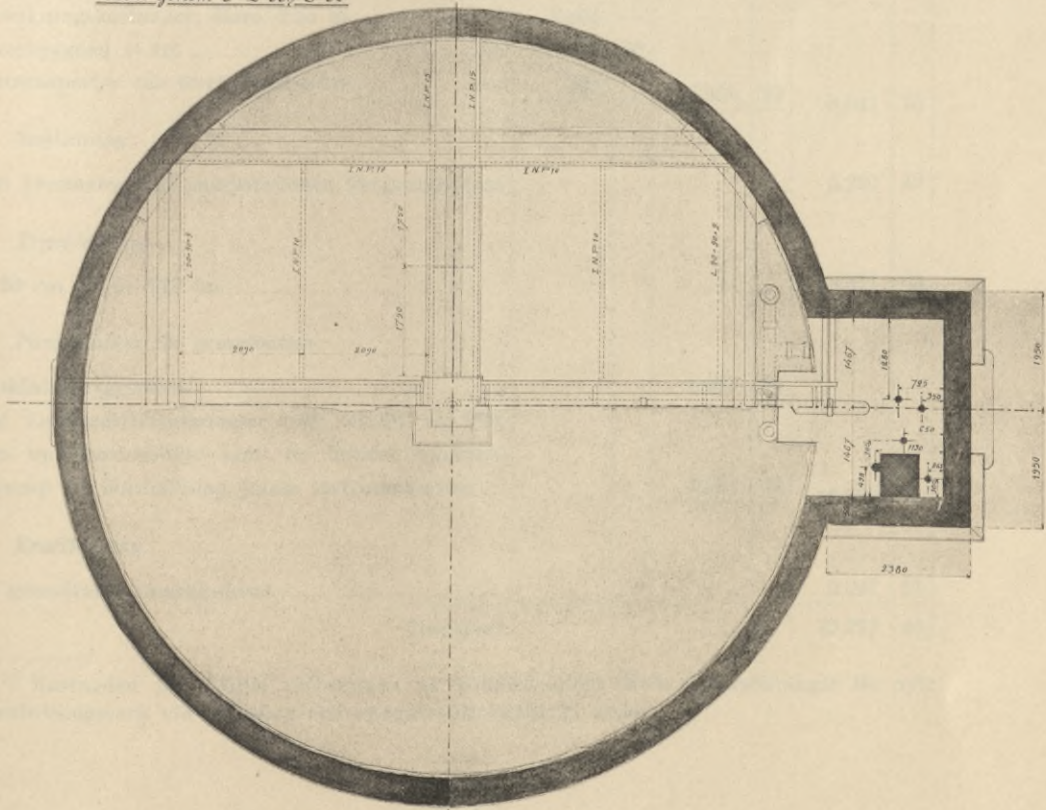


Fig. 8.

Anstalten fungerar på fullt tillfredsställande sätt.

Såsom af det anförda framgår, är grundvattenledningen kvantitativt taget tills vidare af ringa betydelse. Den fyller dock en icke oviktig mission dels därigenom, att den fördelaktigt inverkar på temperaturen hos det till staden kommande vattnet, sänkande densamma om sommaren och höjande den om vintern, dels därigenom, att den kan lämna vatten för Norsborgsverkets skilda behof i de fall, att de stora ångpumpverken stå och hufvudledningen till staden är tömd.

Kostnadssammandrag.

	K r o n o r					
<i>Brunnar.</i>						
Den för profpumpning af grundvattentäkten anlagda rörbrunnen n:r 1 af 600 mm. diam. och 32.2 m. djup har försetts med pump- och nedstigningsschakt af betong ¹⁾			482	42		
Brunn n:r 2 af 178 m. m. diam. och 17.8 m. djup under marken.						
Profbrunn af 5 cm. rör samt utförande af själfva rörbrunnen inkl. materialkostnad, muddring och klarpumpning	4,307	83				
Betongbrunn till 7 m. djup, inkl. schaktnings- och sänkningskostnader, diam. 2.50 m.	2,804	—				
Öfverbyggnad af trä	247	50				
Båttransporter och förrådskostnader.....	200	—	7,559	33	8,041	75
<i>Sugledning</i>						
från brunnarna till pumpstationen för grundvatten					5,920	49
<i>Tryckledning</i>						
af 30 cm. diam. 923 lm.....					16,371	63
<i>Pumpstation för grundvatten.</i>						
Maskinhusbyggnaden			6,061	06		
2 st. Zeta-centrifugalpumpar å 30 sek.-lit. vid 17.5 m. uppfodringshöjd samt en mindre hushållspump för länshållning, jämte instrumentering ...			7,837	04	13,898	10
<i>Kraftledning</i>						
till grundvattensmaskinhuset					5,047	51
Transport					49,279	48

¹⁾ Kostnaden för själfva rörbrunnen är bokförd under titeln undersökningar för nytt vattenledningsverk vid Norsborg och uppgick till 14,197: 31 kronor.

		K r o n o r	
	Transport		49,279 48
<i>Luftningsanstalt.</i>			
Jordschaktning.....	137 55		
Betong med utvändig afslamning 141 m ³ à 2.48 ...	3,503 36		
Järninlägg	540 —		
Stålslipad cementputs 232 m ² à 2.44	568 10		
Sockel med bakmur 25 m ² à 47.00.....	1,175 43		
Asfaltisolering 25 m ² à 3.96	99 —		
Sandstensmur med listverk, bakmur af tegel.....	7,888 48		
Invändig puts på sandstensmuren 193 m ² à 1.28...	495 38		
» portomfattning	213 45		
Järnkonstruktion för takets och duschplätens bärande	2,316 45		
Duschplåten 56 m ² à 7.34.....	411 45		
Träarbete på yttertak och lanternin.....	1,557 81		
Plåtslageriarbete på d:o d:o.....	943 92		
Golfbeläggning med terrazzo 7.22 m ² à 10.00.....	72 20		
Durkar och stege	296 38		
Fönster, dörrar och diverse.....	959 87		
Målning	640 80		
Glasarbete.....	164 56		
Filter, silbädd och samlingskanal	738 58		
Ledningar inomhus och till renvattenbrunnen	874 —		
Båttransporter och förrädskostnader.....	600 —		
		24,196	77
		Summa	73,476 25

Bornsjöledningen.

Bornsjön har en yta af 6,979,600 m² och ett synligt uppland af 46.7 km², sjöns yta inberäknad. Dess djup är naturligtvis växlande, men i allmänhet ganska afsevärdt. I dess nordöstra del, där verkets intag är förlagdt, når djupet 14 meter. Genom tvänne mot hvarandra framspringande näs delas sjön i ett nordligt och ett sydligt bäcken. I det förras västra ända var dess förutvarande utlopp beläget. Vattnets fallhöjd tillgodogjordes här i den s. k. Vällinge kvarn, hvilken genom eldsvåda år 1900 helt och hållet förstördes, i alldeles lagom tid för att lämna plats för den provisoriska kraftstation, som inrättades för alstrande af elektrisk energi till tunnelarbetena mellan Bornsjön och Norsborg. Genom denna eldsvåda erhöll staden en brandskadeersättning af 54,257:57 kronor och undgick de kostnader, som kvarnens nedrifning annars skulle medfört. I det sydliga bäckenets västra ända utmynnar ett mindre vattendrag; annars förekomma inga samlade till-

flöden. Å stränderna, hvilka åtminstone i norr och öster äro branta och skogbeväxta, finnes endast ett mycket ringa antal byggnader eller anläggningar, hvilka kunde tänkas medföra fara för vattnets förorening. För att förekomma alla misstankar i sådant afseende hafva 3:ne lägenheter vid sjöns nordöstra del utdömts och dessutom öfverenskommelse träffats med Salems församling om förflyttning af dess f. n. intill kyrkan vid sjöns sydöstra hörn befintliga begravningsplats till annat ställe, hvarifrån äfven den mest kinkige kritiker icke kan befara någon förorening i sjön. Dessutom kommer, från och med den 14 mars 1907, den å halfön Bornö liggande egendomen med samma namn att nedläggas, och skall den till 50 har uppgående åkerjorden



Fig. 9. Vy af Bornsjön.

förvandlas till skogsmark. I samtliga arrendekontrakt hafva för öfrigt mycket stränga förbud mot badning och tvättning i Bornsjön, olämplig gödsling af strandfälten m. m. intagits. Dessa försiktighetsåtgärder tillsammans med den omsorgsfulla filtrering, som Bornsjövattnet trots sin naturliga renhet underkastas, borde aflägsna hvarje tvifvel om vattnets hygieniska lämplighet. Dess organoleptiska egenskaper äro förstklassiga, till följd hvaraf det äfven af de kringboende ständigt användts till dryck och andra förbrukningsändamål. Vattnets utmärkta beskaffenhet beror dels på upplandets ringa kultur, dels i hög grad på de rika grundvattensflöden, som sjön emottager från Ekeröåsen, hvilken såsom förut antydts bildar en del af dess norra och hufvudparten af dess östra strand.

Bornsjöns vatten har under åtskilliga år varit föremål för ingående undersökningar i afseende på temperatur, klarhet och färg samt kemisk och

bakteriologisk beskaffenhet. I nedanstående tabell äro några af dessa undersökningars resultat sammanställda.

Tabellen innehåller uppgifter från 6 bestämningar för hvarje år.

Datum	Bakterie- kolonier pr kbc.	Temperatur		Datum	Bakterie- kolonier pr kbc.	Temperatur		Datum	Bakterie- kolonier pr kbc.	Temperatur	
		ytan	botten			ytan	botten			ytan	botten
1899 ^{30/1}	55	—	3.3°	1901 ^{31/5}	18	—	—	1903 ^{29/9}	14	13.7°	13.4°
13/3	264	2.0°	2.6°	26/7	16	—	—	24/11	38	3.7°	3.8°
15/5	29	5.8°	9.1°	30/9	79	15.0°	15.0°	1904 ^{19/1}	41	1.2°	3.2°
28/7	13	—	—	29/11	5	1.3°	1.2°	29/3	22	1.2°	1.8°
22/9	14	13.8°	10.8°	1902 ^{21/1}	16	1.1°	2.4°	24/5	16	9.1°	8.2°
17/11	42	5.6°	7.6°	17/3	8	1.1°	2.3°	19/7	48	17.3°	15.2°
1900 ^{19/1}	6	0.5°	3.0°	21/5	44	9.2°	6.5°	27/9	12	13.5°	13.4°
23/3	32	1.0°	3.6°	29/7	90	16.7°	12.6°	22/11	16	2.4°	3.5°
18/5	25	7.2°	6.5°	25/9	38	12.2°	11.5°	1905 ^{31/1}	65	1.9°	3.6°
27/7	24	—	—	21/11	40	—	—	28/3	1	3.1°	4.2°
21/9	32	—	—	1903 ^{27/1}	115	1.2°	2.8°	29/5	12	14.0°	7.8°
30/11	36	5.2°	4.8°	30/4	34	3.2°	2.9°	26/7	27	11.4°	—
1901 ^{25/1}	60	0.6°	2.4°	26/5	18	12.9°	8.6°	29/9	34	12.8°	12.6°
22/3	36	1.7°	2.5°	21/7	24	18.1°	15.8°	21/11	27	2.2°	2.9°

För fastställande af den vattenmängd, som sjön förmår lämna, har dels vattenafrintningen uppmätts i Vällinge kvarnränna och sedermera äfven i den nya Bornsjöledningens mättningsbrunn, dels nederbörden iakttagits i en vid sjöstranden anordnad meteorologisk observationsanstalt. (Se tab.)

Den afrunna och uppsamlade vattenmängden har uppmätts till

Å r	Under året uppsamladt och afrunnet i kbm.	Summa nederbörd under året i mm.	Uppsamladt och afrunnet vatten i procent af nederbörden på hela om- rådet.
1900	10,394,000	580	38.3
1901 *)	3,669,000	396	19.9
1902	9,892,000	519	41.0
1903	16,025,000	661	52.0
1904	9,888,000	414	51.1
1905	7,390,000	533	30.0

Till jämförelse må antecknas, att hufvudstadens vattenförbrukning år 1905 utgjorde sammanlagt 11,436,644 m³.

I detta sammanhang må antecknas, att jämväl Ekeröfjärdens vatten på olika djup varit och är föremål för liknande kvalitativa undersökningar

*) Sjön hölls afstängd större delen af den ovanligt varma och torra sommaren.

som de ofvan anförda, hvarjämte dagliga klorbestämningar i detsamma utföras för utrönande af uppsjöns inverkan. Här är emellertid ej platsen att framlägga de vunna resultat, af hvilka en del återfinnes i vattenledningschefens årsberättelser.

Vattenintaget i Bornsjön (fig. 10) är såsom förut nämnts förlagdt i sjöns nordöstra hörn och på den enda punkt, där berget skjuter ut genom grusåsen, som annars går ända fram till vattnet. Vid undersökningen hade man sin uppmärksamhet äfven riktad på en punkt längre västerut, där grusåsen är smalast och tunneln således skulle blifva kortast, men sedan de förut

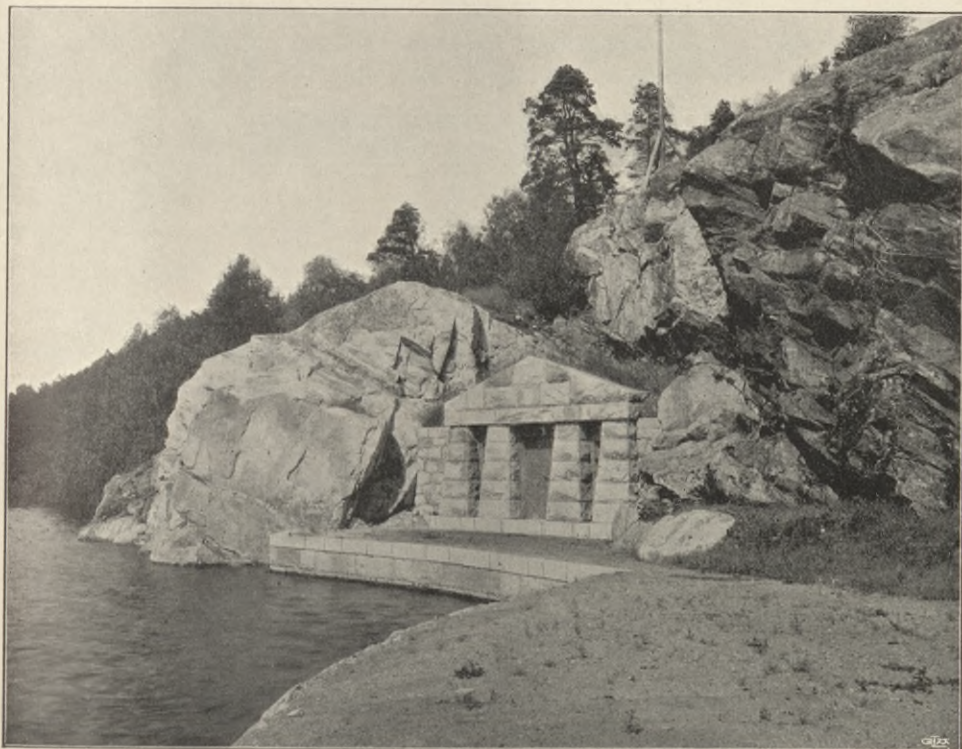


Fig. 10.

under »grundvattenledning» omnämnda borringarna visat, att tunneln här hade måst på afsevärd sträcka dragas genom vattenfyllda knaperstenslager, i hvilka arbetet hade blifvit oerhördt besvärligt och kostsamt, öfvergafs denna linje.

Anordningarna för vattenintaget (fig. 11) bestå af en i stranden utsprängd silkammare och 2:ne intagsledningar.

Det ena intaget utgöres af en ledning af 1 meters diameter, hvars inlopps mynning är förlagd så långt ut i sjön, att ett vattendjup af 9.3 meter under Bornsjöns m. v. y. (= + 14.30) erhålles ofvanför inloppskanten, som ligger c:a 1 meter öfver sjöbotten. Inloppsmynningen är skyddad af en horisontal skärm. Vid mynningen i silkammaren finnes en slusslucka samt mellan

densamma och rörmynningen en sättfals för anbringande af en sätt vid reparation af luckan.

Det andra intaget afser att taga vatten strax under sjöns yta och består

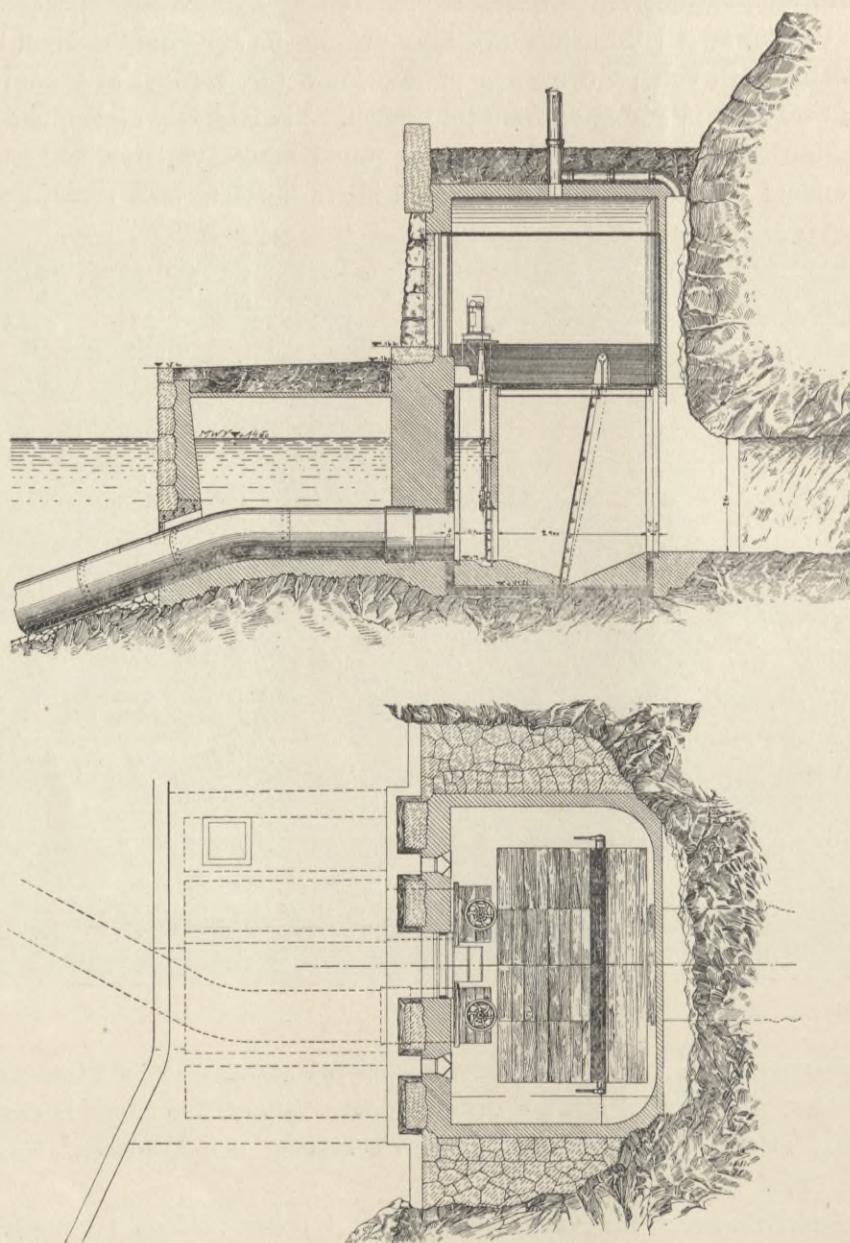


Fig. 11.

helt enkelt af en öppning i kammarens vägg, hvilken kan afstängas med en slusslucka. Utrymmet emellan den egentliga kammaren och en utanför densamma uppförd kajmur har öfverhvälfits med betonghvalf och försetts med en jordbetäckning samt bildar ett slags förkammare, till hvilken vattnet ledes

genom ett under isbildningsdjupet liggande inlopp, så att ej någon is medföljer vid tappning genom ytintaget.

Inloppskammaren kan medels sätt afstängas från tunneln samt länsas.

De båda intagens olika anordning betingas af deras olika ändamål. Den på djupet nedförda ledningen är afsedd att användas under normala förhållanden och att upphämta vatten, som under sommaren är svalare, under vintern varmare än ytvattnet (se temperaturobservationerna här ofvan). Det andra intaget har till uppgift att i framtiden tillföra tunneln den ökade vattenmängd, som kräfvades, då vid uppsjötider Bornsjön skall ersätta Ekeröfjärden. Då emellertid uppsjöperioderna vanligtvis inträffa under de tider af året, då sjövattnet icke är särdeles uppvärmdt på ytan, har man ansett en särskild ledning från djupet för detta intag onödig.

Sedan arbetena med bottenrensning och murning i tunnelns södra ända afslutats, påbörjades den 7 maj 1903 arbetena på silkammaren, i första hand bergsprängning ned till 11.10 meter öfver slusströskeln, d. v. s. 2.20 meter under Bornsjöns blifvande l. v. y. (+ 13.30 meter öfver slusströskeln).

Det visade sig dock snart, att berget var synnerligen rikt på släppor, som kommunicerade med sjön på sidorna af och under en framför mynningen lagd fångdamm. Man måste därför öfvergå till sprängning under vatten med tillhjälp af dykare. Af samma skäl måste man söka en konstruktion för själfva kammaren, som gaf nöjaktig täthet i händelse densamma behöfde länsas för reparation o. d. af den däri varande silinrättningen. Kammarens inre gjordes därför i form af en betongkasun, cementslipad både ut- och invändigt samt armerad för fullt vattentryck vid tom kammare.

Sedan berget i schaktets botten afjämnats med cementbruk, sänktes kasunen. Mellan utjämnningen på bergbotten samt kasunens botten lade sig ett slamlager, som, hoppresadt af kasunens tyngd, gaf synnerligen god täthet, hvilken dock ytterligare befastes genom rundt om kasunens kant inslagna träkilar samt inpressning af cementvälling under botten.

Öfverbyggnaden visar på frontsidan en kolonnad af råhuggen granit med fälten mellan kolonnerna af spritputsad betong. Frontmurens bakmur samt sido- och bakväggarna äro af betong af 20 cm:s tjocklek samt fristående från berget. Väggarna bära ej taket, utan är detta bildadt af ett hvalf, inspändt mellan bergets sidor. Hvalfvets öfversida är belagd med asfalt och därofvån på hvilat en jordbetäckning. Invändigt äro väggarna beklädda med glaceradt tegel.

Silarna utgöras af 4 st. ändlösa bälten af förtent koppartrådsduk, lagda omkring gutjärnsvalsar, en öfver intagskammarens golf och en vid dess botten. Den förra kringrides genom en vef med spärr, hvarvid bältenas alla delar blifva tillgängliga för rengöring. Konstruktionen är utförd af byggmästare P. A. Johansson, Hofors, som har patent på densamma. Den

har visat sig lätt manövrerbar och fyller väl sitt ändamål att medgifva rensning af silarna, utan att fisk eller dylikt kan smyga sig fram, såsom t. ex. lätt sker vid skiftning af tvänne skjutluckor.

I kammaren är uppställd en själfregistrerande vattenståndsmätare, levererad af Otto Behm, Karlsruhe, för att visa Bornsjöns vattenståndsvariationer.

Den för intag af vatten från djupet afsedda ledningen är gjord af sammannittade plåtrör af 8 mm:s tjocklek och 30 meter sammanlagd längd



Fig. 12.

samt hvilar på en af sprängsten från tunneln utfylld bädd, afjämnad genom muddring. Ledningen nedlades i tvänne längder, hvaraf den ena, inre, afslutades med en rymlig sko innanför dammen. Den andra, som var 26 meter lång, sammannittades på isen, hvarefter den sänktes från tvänne stöd, det ena bestående af en fast bock på fångdammen, i hvars midt spåntplanken borttagits, det andra af en på flytande stöd hvilande bock (fig. 12). Diktningen gjordes med kallt bly och utfördes jämte rörets underpallning af dykare.

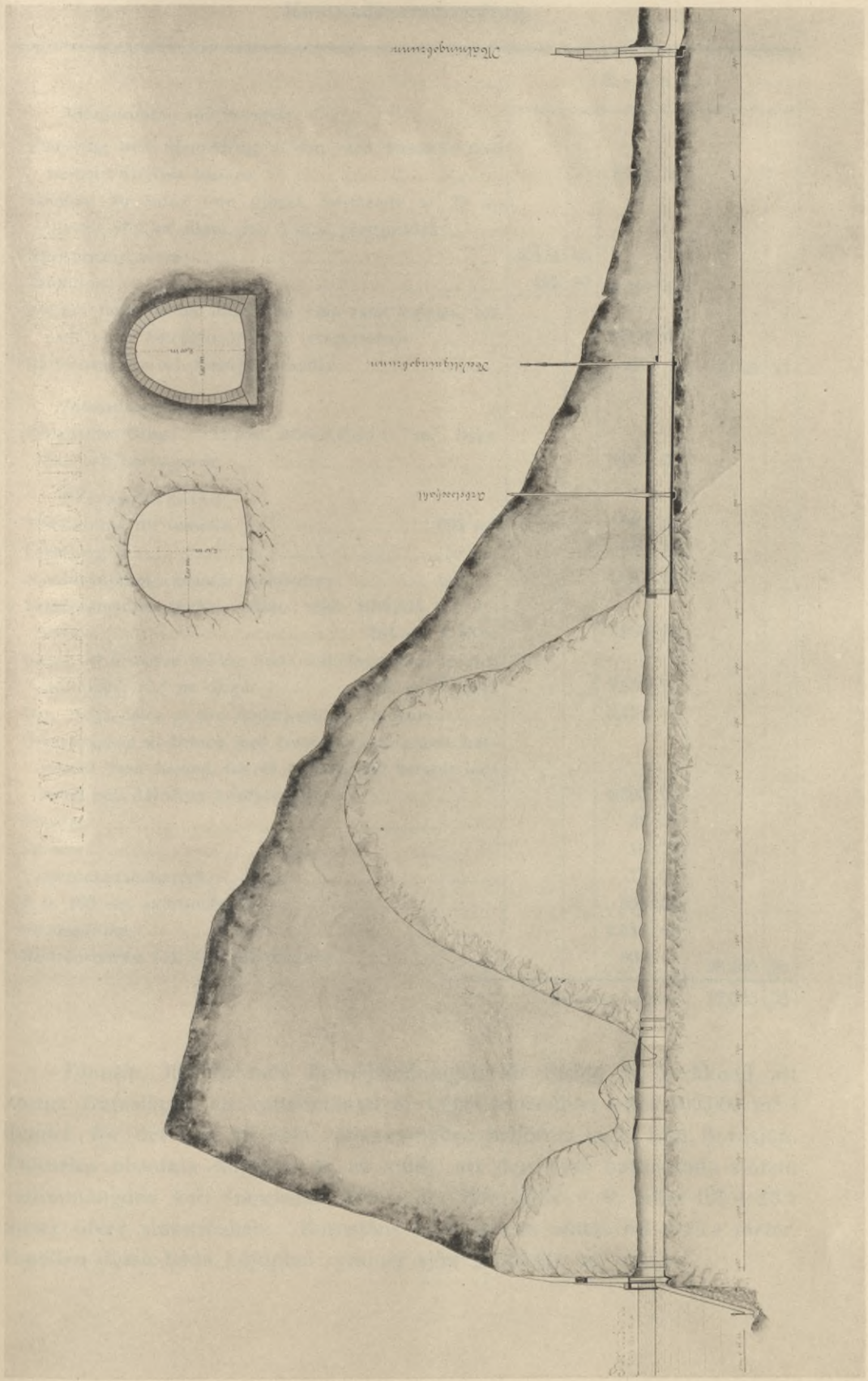


Fig. 13.

Kostnadssammandrag.

	K r o n o r			
<i>Intagsledning vid Bornsjön.</i>				
Planering och afmuddring af den med stenskärf från tunneln utfyllda banken			1,931	21
Ledning för intag från djupet, bestående af 29 m. plåtrör af 1 m. diam. och 8 mm. plåttjocklek:				
Rörleverans m. m.	3,874	60		
Sänkning.....	455	89	4,330	49
Kajmur med hål för intag från ytan samt kajplan, bildadt af ett betonghvalf öfver intagsgrafven			2,054	67
Båttransporter och förrådskostnader			250	—
			8,566	37
<i>Intagsbrunn med silar.</i>				
Fångdamm (längd = 15.5 m., största djup = 7 m.). Byggnad och borttagande			3,613	53
<i>Bergsprängning:</i>				
Förskärning till tunneln	393	m. ³	982	50
Öfverberg	155	>	232	50
Schaktsänkning innanför fångdamm	140	>	1,697	54
Bergsprängning under vatten med tillhjälp af dykare	184	m. ³ à 43.25	7,986	32
Kasun af armerad betong inkl. sänkningskostnader och ställningar (2,5 m, djup)	66	m. ³ à 35.40	2,336	55
Den öfriga delen af den underjordiska kammaren.....			3,134	78
Öfverbyggnad af betong med frontmur i rå granit, bakmurad med betong, tak af betonghvalf, belagdt med asfalt och därofvän jordfyllning			4,352	04
Fönster			38	50
Diverse			16	90
Vattenståndsmätararör			75	83
2 st. 100 cm. skjutluckor			855	36
Silanordning			2,346	63
Båttransporter och förrådskostnader			800	—
			28,468	98
	Summa kronor		37,035	35

Tunneln, liksom hela Bornsjöledningen för öfrigt, är beräknad att kunna framsläppa en vattenmängd af 1,156 sekundliter eller 100,000 m³ i dygnet, för det fall, att hela vattenmängden behöfver tagas från Bornsjön. Tunnelns absoluta höjdläge är så valdt, att den nyss omnämnda största vattenmängden kan framledas, äfven om Bornsjöns v. y. faller till + 13.3 meter öfver slusströskeln. Bornsjöns h. v. y. kan sättas till + 15.0 meter. Emellan dessa båda höjdlägen rymmer sjön 11,865,000 m³ vatten.

Undersökningen hade gifvit vid handen, att tunneln från norr räknadt skulle komma att genomskära först jord- sedan berglager, och hade de första beräkningarna visat, att det vore lämpligt att tillgripa tunnel, när djupet öfverstege 7.5 meter från marken till rörbotten. Sedan man vid arbetets utförande fått till hjälp en i det följande beskrifven flyttbar linbana, fann man det fördelaktigare att först vid ett schaktningsdjup af c:a 9.0 meter öfvergå till jordtunnel. Genom denna ändring blef den sammanlagda tunnel-längden 836.7 meter, hvaraf 210.5 jordtunnel.

Profil af hela tunnelsträckan samt sektioner af såväl jord- som berg-tunnel framställas på fig. 13.

Den mellan Bornsjön och arbetsschaktet belägna tunnelsträckan angreps dels från Bornsjön och dels från arbetsschaktet i norra ändan. Sträckan



Fig. 14.

mellan arbetsschaktet och nedstigningsbrunnen bearbetades från denna senare, när cementledningen nedanför tunneln var färdiglagd till sistnämnda punkt, och gjordes färdig under tiden från den 6 juni till den 25 november 1902.

till den tid, då verket i öfrigt blef färdigt, äfven om det endast drefs från ett håll, nedlades tunnelarbetet i den till följd af vattentillströmning mera svårarbetade södra ändan den 17 december 1902 och uppehölls endast från norra sidan. Den 19 september 1903 skedde genomslaget på denna del af tunneln.

Då inslaget vid Bornsjön låg på mark, som ej genast disponerades, tog arbetet sin början i maj 1901 med neddrifning af arbetsschaktet i norra ändan. Den 26 september voro alla förberedelser färdiga, så att man på denna sida kunde öfvergå till själfva tunneldrifningen. Vid Bornsjö-(södra) ändan börjades med utsprängning af förskärningen den 28 juni 1901 och med tunneldrifningen den 28 oktober samma år. Sedan man fått förvissning om, att arbetet skulle medhinnas

På grund af bergtunnelns längd hade i planen för arbetet bestämts, att bormaskiner skulle komma till användning, och med ledning af erfarenhet vunnin vid andra liknande tunnelarbeten, hade man beslutat sig för bormaskiner, drifna med komprimerad luft (fig. 14). Dessa bormaskiner besitta fördelen af att vara driftsäkra och lätta att reparera, så att den vid arbetet engagerade borrhmeden kunde utföra alla reparationer. De bidraga dessutom alltid i någon mån till luftomsättningen i tunneln, hvarjämte deras största fel, att förbruka mycket kraft (12—13 hästkrafter per maskin), för detta fall

hade mindre betydelse, då kraften, såsom af nedanstående framgår, erhöles från ett vattenfall. De tänkbara konkurrenterna, de elektriska bormaskinerna, ansågos vid tiden för arbetets påbörjande kräva omständiga reparationer, till hvilka erfordrades en reparationsverkstad med goda resurser, och besutto äfven andra för en liten provisorisk anläggning olämpliga egenskaper.

Den erforderliga drifkraften togs från kvarnfallet vid Vällinge. Vid fallet uppsattes en 40 hästkrafters turbin, levererad af Arboga Mekaniska Verkstad, i ett litet provisoriskt maskinhus af trä. I byggnaden insattes dessutom en generator för generering af 3-fasig växelström af 1,700 volts

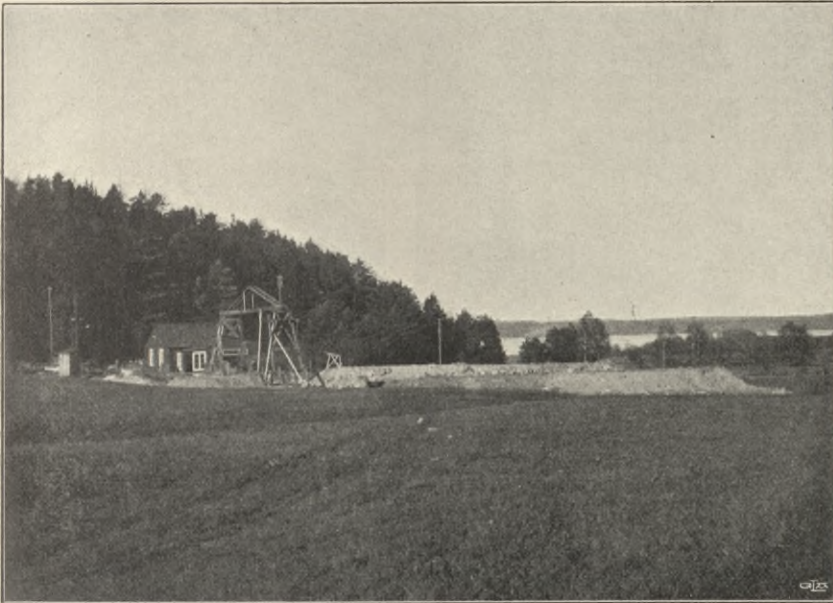


Fig. 15.

hufvudspänning, magnetiseringsmaskin samt nödig instrumentering för öfverföring af kraften genom en 5 km. lång kraftledning till en motorstation, uppförd invid arbetsschaktet (fig. 15).

Under arbetets gång svälde denna motorstation ut till rätt stora dimensioner. Från motorn öfverfördes kraften med rem till en axelledning och från denna drefvos kompressorn (se fig. 16) för komprimering af luft till bormaskinerna, en vinsch för upphissning af i tunneln urschaktade massor samt en fläkt för ventilation af den norrifrån drifna delen af tunneln. Vidare en likströmgenerator för alstring af elektrisk ström af 110 volts spänning till belysning nere i tunneln och för en nere i arbetsschaktet stående elektromotorpump för uppfordring af den ringa mängd grundvatten, som samlade sig i tunnelns norra inslag, samt till en mindre motor för drifvande af blästern i smedjan m. m. Slutligen var plats reserverad för till-

koppling af en ånglokomobil, om något fel skulle uppstå på kraftledningen, hvilket dess bättre aldrig blef fallet.

Kompressorn lämnade 0.85 kbm. luft af 4 atm. tryck per minut, eller luftbehovet för 2 bormaskiner, men var konstruerad för att lämna luft till 4 maskiner vid dubbel hastighet. Från kompressorn gick luften till en luftklocka af plåt och c:a 3 kbm. rymd, hvarefter den i ledning af 2" galvaniserade smidda rör leddes dels ned i arbetschaktet, dels öfver åsen till arbetsplatsen i södra ändan. Den elektriska utrustningen levererades af Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget och kompressorn med klocka af Holmens Mekaniska Verkstad i Torshälla, hvilken ock lämnade den

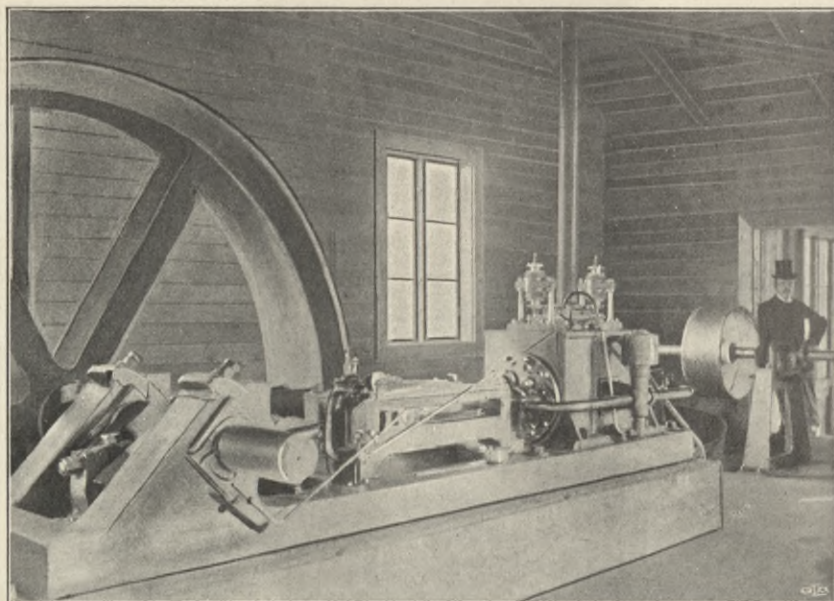
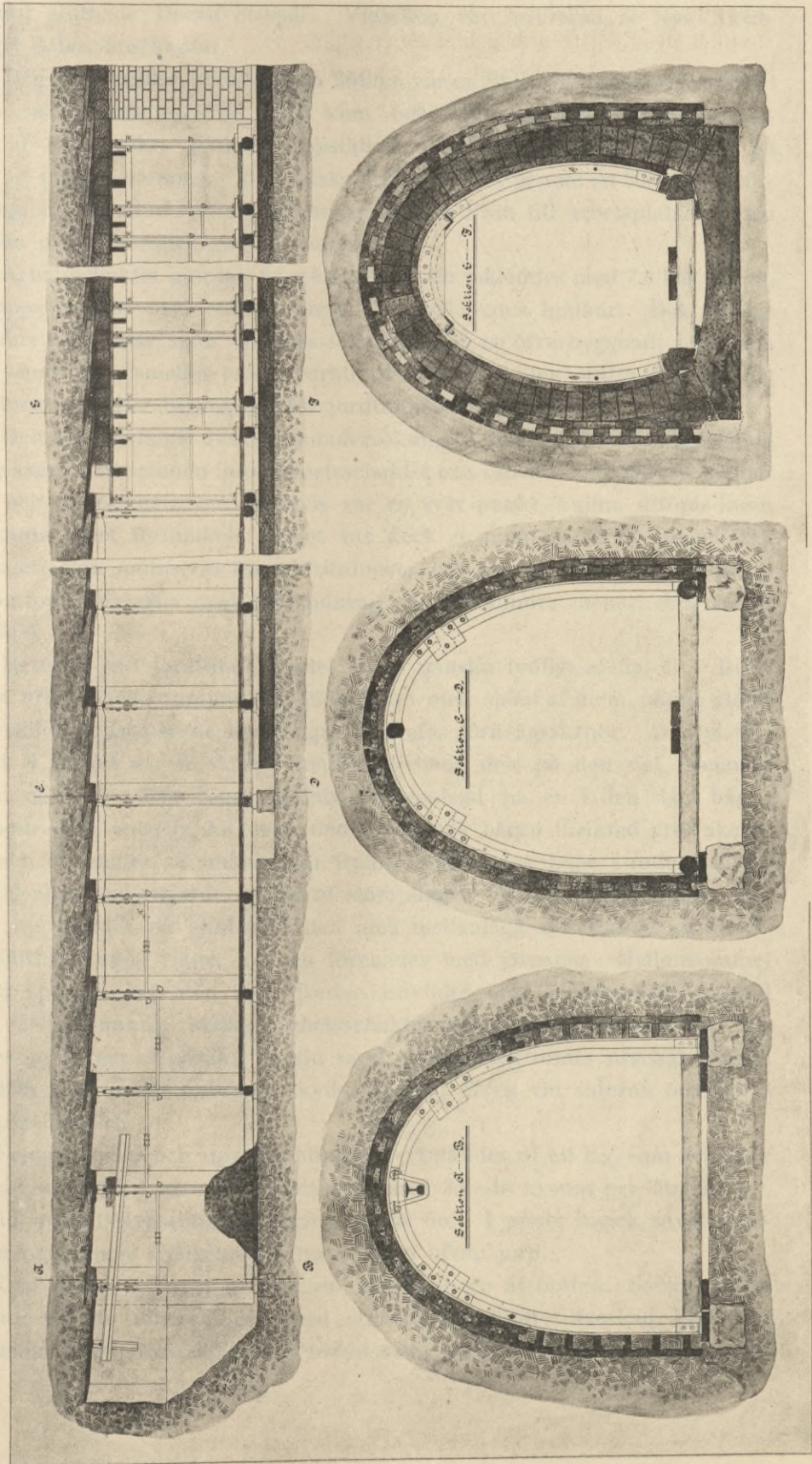


Fig. 16.

första uppsättningen bormaskiner med uppspanningsanordningar. Sedermera inköptes äfven genom Graham Brothers i Stockholm tvänne bormaskiner från The Ingersoll—Sergeant Drill Company i New-York. De förra kostade 500 kronor, de senare 960 kronor per maskin. Den egentliga skillnaden syntes vara, att den amerikanska maskinen har en slidanordning, som medgifver bättre tillgodogörande af luften, samt en ändamålsenligare mekanism för borrens kringvridning. I fråga om hållbarhet var den amerikanska maskinen något öfverlägsen, men äfven den svenska måste i förhållande till sitt pris anses vara en god maskin.

Vinschen var försedd med spel för två rörelser, dels en rörelse i vertikal led, dels en horizontal rörelse längs en öfver hiss-schaktet på en bro upplagd löpbana, så att vagnskorgen kunde ställas ned öfver ett invid



schaktet slutande Decaivillespår. Vinschen var levererad af Nya Aktiebolaget Atlas, Stockholm.

Den för ventilationen afsedda fläkten var en Sturtevants Monogramfläkt N:r 5, som kunde omsätta 3,240 kbm. luft i timmen och kräfde en drifkraft af $1\frac{1}{2}$ hästkr. Fläkten uppställdes i en liten särskild lanternin på taket af maskinstationen. Den friska luften leddes genom en 300 mm:s rörledning, tillverkad af 1 mm:s galvaniserad plåt, fram till arbetsplatsen. Den skämnda luften bortgick genom tunneln.

Arbetschaktet gjordes 8.5×4.5 meter och inkläddes med 7.5 cm. plank, väl uppstämplad med starka ramar af 20×23 cm:s bjälkar. Det försågs sedermera på ömse sidor om hiss-schaktet med en öfverbyggnad; i den ena delen inrymdes smedja och reparationsverkstad, i den andra tillverkning af betongtegel eller betongsten för jordtunnelns utmurning.

Den förberedande borrningsundersökningen hade visat, att bergprofilen skulle skära balanslinien inom arbetschaktet och således öfvergången mellan jord- och bergtunnel, som gifvetvis var en svår punkt, kunna utföras inom detsamma. Det förmodade berget var dock ej annat än stora stenar, och det lager, som mötte vid tunneldrifningens begynnande, utgjordes af hårdt sammanpressadt grus med inblandning af dels mindre stenar, dels större stenblock.

Metoden vid jordtunnelarbetet synes ganska tydligt af fig. 17. Det i jorden urschaktade rummet uppstämplades med spånt af 5 cm. plank, stödd af särskildt konstruerade hvalfbågar af grofva järnvägsskenor. Arbetet försiggick i skydd af en skärm, hvilken hvilade dels på den sist inspända bågen, dels på nästa båges hjasstycke, upplagd på en i den sista bågen hängande och medels kil mot den näst sista bågen inriktad grof skena. Skärmen arbetades så småningom fram, så att en ny båge kunde insättas hvarvid skärmen utgjorde en del af stämplingen för detta bågaafstånd. Bågarna uppställdes på plintar af sten med mellanlägg af stålkilar, så att de med lätthet kunde riktas in, och förenades med järnstag. Mellanrummet mellan spånten och den fasta jorden utfylldes med omsorgsfullt packad sten. I jordtunneln mellan arbetschaktet och nedstigningsbrunnen utgjordes jordarten af ganska lös fin sand, så att man under urschaktningen för nästa båge måste anbringa skyddsskärmar äfven vid sidorna och framför tunnelbröset.

Schaktningen och uppstämplingen verkställdes af ett lag, som arbetade i 2 skift af 3 till 4 man, och betalades med 35—45 kronor per längdmeter, hvarvid medeltimpenningen uppgick till 52 öre. I priset ingick såväl jordmassans transport i dagen som transporten ofvan jord.

Den nästa fasen af arbetet var betoneringen af botten. Sedan denna hårdnat, skedde utmurningen med ett skift särskildt tillverkad kilformig betongsten af 20 cm:s längd och bredd samt c:a 10 cm:s tjocklek på minsta

Storvågen.

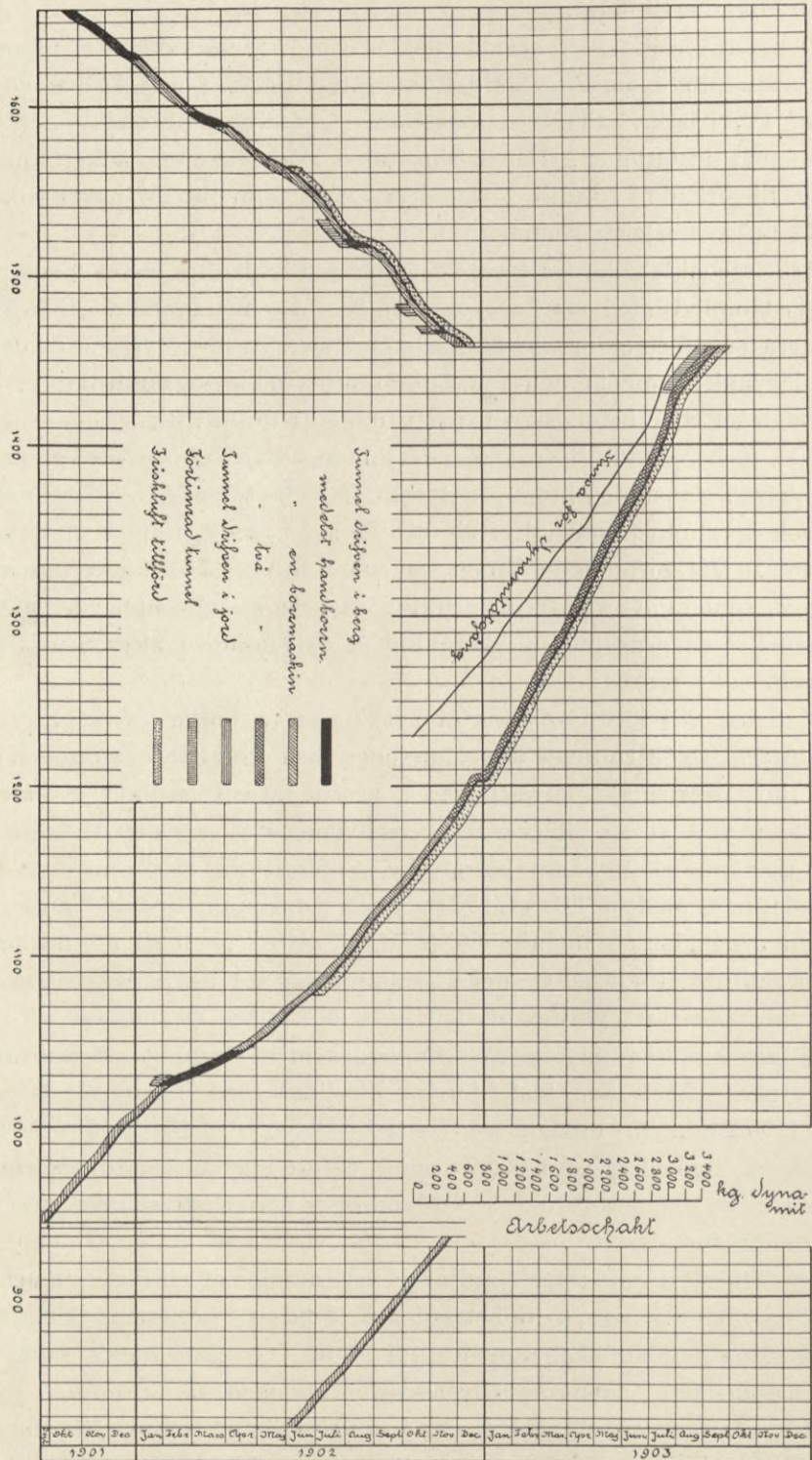


Fig. 18.

sidan. Till hvalfstommen användes stödbågar af räls. Murningen utfördes af 2 st. murare jämte handtlangare med en arbetstid af 10 timmar i dygnet. Mellan jordschaktningen och murningen var i allmänhet 11 bågaftånd. Botten och den murade tunnelns innersida bekläddes med cementputs, i botten stålslipad.

På c:a 30 meters afstånd från inslaget började berg sticka upp ur tunnelbotten för att 87 meter från samma punkt nå en sådan höjd, att ett be-tryggande bergtak öfver tunneln var för handen, och tunneln således kunde fortsättas i berg. Närmast bergtunneln inträdde ganska stora takras, hvarför jordtunnelns hvalf på denna sträcka förstärktes med bågar af 14 kg. räls på 0.5 meters inbördes afstånd.

På den första sträckan af bergtunneln användes borring för hand, men efter midten af april 1902 skedde så godt som all borring med maskiner, till en början med en, men, sedan tunneldriften i södra ändan upphört, med 2 bormaskiner.

Arbetets fortgång är grafiskt framställd på fig. 18. C:a 220 meter från inslaget utsprängdes en skjutkoja att tjäna till uppehållsplats för tunnelarbetarne under skottlossning. Berget utgjordes i allmänhet af hård och fast granit, men förändrade natur, när man började nalkas mötespunkten med den söderifrån drifna orten, så att utstämpling måste tillgripas. I första hand uppsattes bockar af rundtimmer (på c:a 10 meters sträcka), men då på ungefär 495 meters afstånd från det norra inslaget egentligt berg upphörde att finnas öfver tunneltaket och man måste arbeta sig fram i ett konglomerat af sten och grus, tog man åter till de i jordtunneln använda järnbågarna. För att undvika strypning af bredden omformades dock bå-garna, och för att få full höjd ställdes de på fasta pallar af berget, så att bergtunnelsektionen nära nog oförändrad kunde framdragas genom dem. Till skydd vid arbetet användes en skärm, anordnad på samma sätt som vid jordtunneln omförmälts.

Transporten försiggick på Decauvillespår med 0.5 kbm. vanliga tippvagnar, som skötos för hand. Ett mötesspår utlades i en för ändamålet gjord utvidgning af tunneln.

Belysningen var, som nämndt, på denna (norra) arbetsplats elektrisk. Den elektriska strömmen tillfördes dels i en fast ledning för fastsittande glödlampor på hvar 20 meter, dels i en isolerad kabel, som lämnade ström till 5 st. handlampor framme vid bormaskinerna, och som kunde upplindas på en trumma för att vid skottlossningen bringas i säkerhet.

I södra ändan, där tunnelns botten ligger c:a 2.1 meter under Bornsjöns vanliga v. y., infångades, sedan förskärningen var utsprängd, inloppet till tunneln med en damm (fig. 19), hvarjämte vid schaktsänkningen till tunnelns botten kvarlämnades en bergdamm till ytterligare skydd mot in-strömmande af vatten från Bornsjön. Oaktadt dessa skyddsanordningar

tillströmmade dock genom sprickor i berget dels vatten från Bornsjön, dels kraftiga grundvattenflöden så ymnigt, att det blef nödvändigt att uppställa en centrifugalpump med en uppfordringsförmåga af 5—6,000 minutliter. Pumpen drefs af en ånglokomobil, som dessutom lämnade drifkraft till en friskluftfläkt, lika med den i norra ändan uppställda, samt ånga till en ångvinsch för upptransport af den i tunneln erhållna sprängstenen.

Då tunneln i denna ända måste sprängas med botten i »motfall», upptogs i ena sidan af tunnelsektionen en ränna, hvarigenom vattnet leddes till en vid inslaget under tunnelns botten nedsprängd pumpgrop.

Borrningen skedde till en början för hand, men från och med januari 1902 med maskin. Berget var på vissa sträckor mindre fast och uppstämpling med bockar af rundtimmer måste tillgripas på sammanlagdt 40 meters längd. När man med tunnelhjässan mötte det ofvan, vid skildring



Fig. 19.

af förhållandena vid norra ändan omtalade jordlagret, där mötet mellan de båda tunnelsträckorna skedde, öfvergick man till den för motsvarande fall omnämnda metoden med järnbågar, men inträngde endast 4—5 meter i detta jordlager till en c:a 200 meter från södra inslaget belägen punkt. Därefter öfvergafs med hänsyn till den dyra vattenuppfordringen allt arbete från södra sidan.

Transporten fram till Bornsjömyningen, fig. 19, skedde med Decaullévagnar. Sedan uppdrogos vagnarna medels ångvinschen på en öfver vattnet utspringande brygga, hvarefter sprängstenen tippades i en mindre pråm, inrättad för stenens direkta tippning i sjön genom lätt manövrerade sidoluckor.

Till belysning användes rofolja.

Tunnelsprängningen i båda ändar utlämnades på ackord till samma lag, en anordning, som hade sin egentliga fördel däri, att vid hinder på det ena stället kunde folket placeras på det andra. Med själfva bergsprängningen arbetades i 3 skift à 8 timmar.

För hvarje bormaskin erfordrades per skift 1 maskinskötare och 1 handtlangare. Uttransporten af de i båda ändar uttagna massorna medhans till en början af 2 man på 10 timmar, men när arbetet koncentrerades till norra ändan och transportvägen blef betydlig, kräfdes 4 man i 10 timmar. Till laget hörde också en smed med handtlangare, och det hela stod under ledning af en bas.

Ackordet omfattade tunnelns utsprängning till full sektion, alla erforderliga sprängämnen samt massornas uttransport och betalades med:

vid handborrning.....	kr. 85: —	pr m. tunnel
» maskinborrning och 1 maskin i stollen	» 85: —	» » »
» maskinborrning och 2 maskiner i stollen	» 95: —	» » »

I alla fallen med tillägg af kr. 1: 25 per längdmeter vid hvarje ökning af transportvägen med 100 meter.

Det är att märka, att handborrning endast kom till användning vid mynningarna, där berget är lättare att arbeta sig igenom, så att en rättvis jämförelse mellan handborrning och maskinborrning ej kan erhållas ur dessa siffror.

Medelförtjänsten per skift har varit:

för basen	kr. 7: 73
» borrhmaskinskötare (8 t. skift).....	» 5: 76
» borrhandtlangare (8 » »).....	» 5: 07
» transportarbetare (10 » »).....	» 4: —
» borrsmed (10 » »).....	» 5: —
» borrsmedshandtlangare (10 t. skift).....	» 2: 20

Framdriften per dygn har varit:

vid handborrning.....	0.3—0.5 m.
» maskinborrning och 1 borrhmaskin i stollen.....	0.75 »
» » » 2 » » »	1.2—1.5 »

Borrhmaskinerna monterades på en vertikalt inspänd pelare. När två borrhmaskiner användes på samma ställe, sattes hvarje maskin på en på pelaren fästad horizontal arm eller ock direkt på pelaren, som då spändes in horisontalt. I regel utsprängdes hela sektionen samtidigt, hvarvid slogos 14—16 st. hål af 1.2—1.4 meters djup. Hålen skötes i en salva och gáfvo en indrift af 0,7—1 meter. Till hvarje salva förbrukades 11—14 kg. dynamit. I början gjordes försök med elektrisk antändning, men, då den använda tändapparaten var för svag, råkade metoden i misskredit hos arbetarna och tillämpades sedan ej mer. Att dynamitförbrukningen, som i medeltal pr längdmeter bergtunnel uppgick till 13.8 kg. (pr kbm. c:a 2.8 kg.*), blifvit jämförelsevis stor, beror nog till en del på detta, men också därpå, att större delen af tunneln framdrifvits genom ovanligt tätt och hårdt berg.

*) Till jämförelse meddelas, att dynamitåtgången i riktstollen i Gravehalstunneln i Norge var c:a 3 kg. pr kbm.

Såsom nämnt skedde genomslaget för tunneln mellan Bornsjön och arbetsschaktet, den 19 september 1903 efter c:a 23 månaders tunneldrift på en sträcka af 712.3 meter. Vid kontrollering af riktningen uppmättes afståndet mellan stakningslinjerna i norra och södra ändan i genomslagsplanet till endast 10 mm. Riktlinien utsattes vid arbetets början och kontrollerades en gång under arbetstiden genom stadsingeniörskontorets försorg.

Sedan den egentliga tunneln sålunda var färdigsprängd, företogs en noggrann rensning af väggar, tak och botten samt utmurning af de partier, där berget var svagt.

Murningen har gjorts med betongsten af samma slag som i jordtunneln, dock med något ökade dimensioner, hvilket visat sig vara ändamålsenligt, samt med i regel 1-stens hvalf. Tomrummet mellan betonghvalfvet och bergtaket har fyllts med omsorgsfullt lagd sprängsten. Vid de svagaste punkterna har takhvalfvet murats af 2-stens tjocklek, och vid öfvergången mellan jord och berg, där ansemliga hål uppstått i jordlagret ofvanför taket, hafva järnbågar af 14 kg:s räls insatts med 0.5 meters inbördes afstånd. Till hvalfbågar för murningen användes de järnbågar, som tjänstgjort som stödbågar för ytterspånten i jordtunneln. Tunnelmurningens sidor och hvalf bekläddes invändigt med puts. Någon afputsning af botten i bergtunneln har däremot ej visat sig erforderlig, utan hafva befintliga ojämnheter igenslammats af med strömmen följande grus.

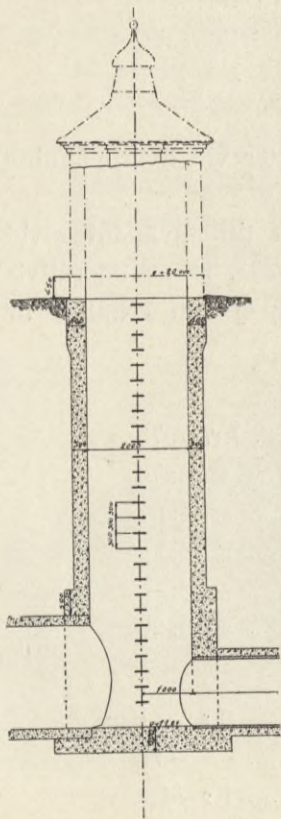


Fig. 20.

Utmurning af bergtunneln har utförts på en sammanlagd längd af 79.7 m.

I det s. k. *arbetsschaktet* uppmurades ett betonschakt. Som schaktet är afsedt att vid blifvande rensningar af tunneln förmedla transporten från denna, försågs det med ett enkelt, plåtbeslaget trätak, hvilket med lätthet kan aflyftas.

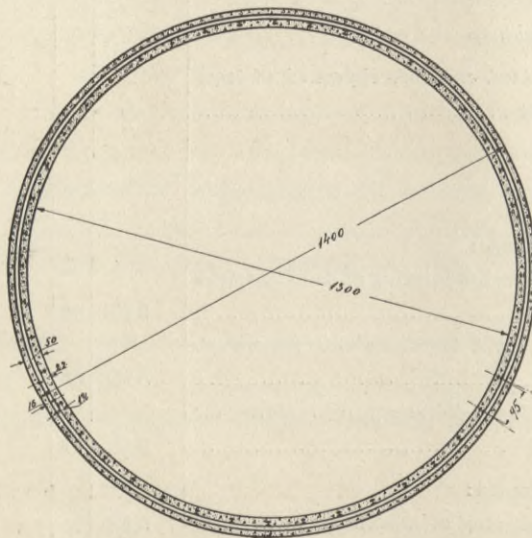
Vid öfvergången mellan jordtunneln och den därefter vidtagande cementledningen har utförts en nedstigningsbrunn (fig. 20), som försetts med en öfverbyggnad af tegel och en öppen lanternin för tunnelns ventilation.

Kostnadssammandrag.

	K r o n o r.			
<i>Jordtunneln.</i>				
Total längd, inkl. längd af schakt = 210.5 m.				
Jordschaktning och stämpling, kostnaderna för järnbågar och virke samt andel i kostnaden för norra tunnelstationen, 201.5 lm à 111.23			22,413	25
Betonggjutning i botten, där det icke varit berg, 150 lm à 11.27			1,734	62
Hvalfmurning, 205.5 lm				
Tillverkning af hvalfsten	6,602			
Murning och bruk	6,171	19		
Öfvergången mellan jord och berg	520	62	*) 13,293	81
Cementputs med slipning i botten, 150 lm à 9.75 ...			1,467	06
Belysning, vattenlänsning och div.			1,148	29
Båttransporter och förrådskostnader			1,000	—
Totalpris pr längdmeter kr. 199: 80.			41,057	03
<i>Arbetsschakt.</i>				
Jordschaktning, 540 m ² à 2.36			1,273	69
Spåntning, 340 m ² 1.34			3,604	78
Provisorisk öfverbyggnad			663	53
Betongschakt med öfverbyggnad af trä samt igenfyllning och upptagning af spånt			2,616	85
Båttransporter och förrådskostnader			200	—
			8,358	85
<i>Nedstigningsschakt,</i>				
af 2 m. invändig diam. med öfverbyggnad af tegel på sockel af granit				
			2,420	04
<i>Bergtunneln.</i>				
Total längd 626.2 m.				
Kraftstation vid Vällinge:				
Byggnad, turbin samt montering af den elektriska utrustningen	3,201	44		
Drift af d:o exkl. hyra för den elektriska utrustningen	5,958	03		
Kraftledning Vällinge—Norsborg med afdrag för försåld materiel	2,985	99		
Motorstation vid tunneln:				
Byggnad och montering af maskiner	5,987	21		
Ångreserv	1,638	99		
Transport	19,771	66	51,835	92

*) 64.69 pr längdmeter murning.

		K r o n o r.				
	Transport	19,771	66		51,835	92
Driftkostnader samt hyra för den elektriska utrustningen såväl i denna station som i den vid Vällinge, med afdrag för de driftkostnader, som debiterats jordtunneln						
		9,465	10			
Borrmaskiner och luftledningar						
		4,919	95			
(Kostnaden för de maskinella anordningarna pr lm = 55:02 kr.)						
Arbete med bergsprängning, transport och rensning af tak, väggar och botten samt afskrifning på transportmateriel						
		52,809	85			
Sprängämnen						
		14,444	53			
Borrskärpning och borrstål						
		3,124	87			
Ventilation: fläkt och fläktrör med afdrag för försäld materiel.....						
		2,005	21			
Belysning (utom kraft till den elektriska belysningen)						
		2,243	13			
Diverse kostnader						
		1,054	03			
Summa 626.2 lm à 175.88		—	—	109,838	33	
Utmurning i bergtunneln 79.7 lm à 117 25		9,406	29			
Stämpling i d:o		2,289	29	11,695	58	
Vattenlänsning i södra tunneln				23,244	24	
				144,778	15	
				Summa	196,614	07



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Fig. 21.

Ledningen i fortsättning af jordtunneln är utförd af armerade cementrör af 1.8 meters inre diameter, tillverkade af en fransk entreprenör, ingenjör J. Bordenave, enligt ett af honom patenteradt system, som närmare belyses af fig. 21.

Patentets egentliga kärna är järnskelettet. Detta är bildadt af ett efter en skruflinje bockadt I-järn, hvars stigning regleras medels longitudinella järn af samma profil. Stigningen bestämmes med hänsyn till hållfastheten. Med användning af styf sektion på järnarmeringen vinnes den fördelen, att

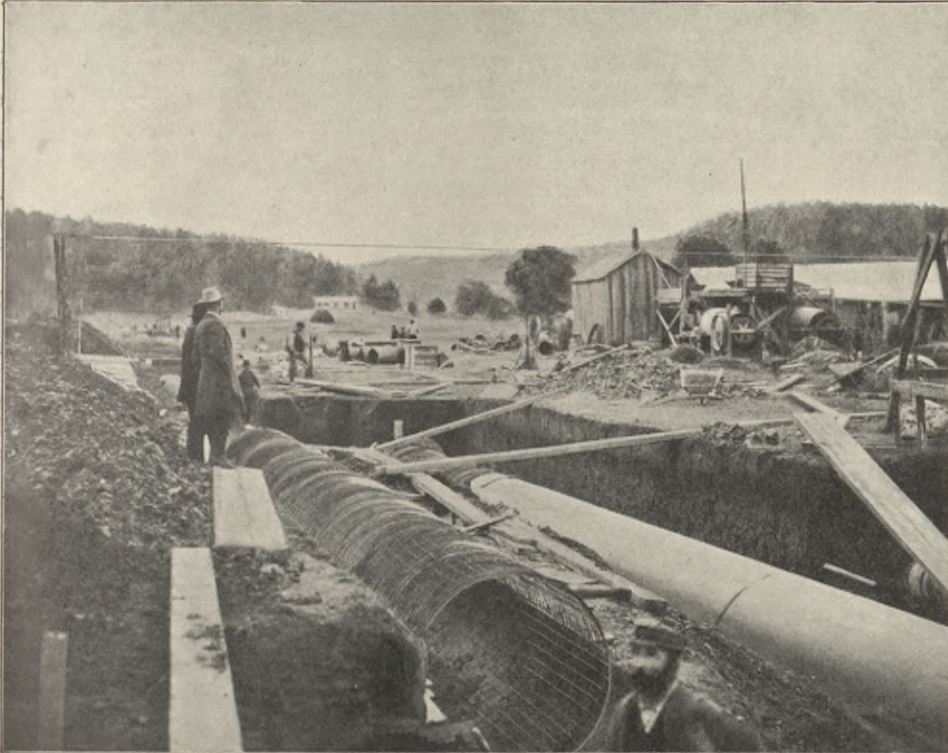


Fig. 22.

röret, jämfördt med rör, armerade med mjukt järn af lika vikt, blir styfvare mot yttre tryck, samt att adhesionsytan för cementbruket blir relativt stor. Den här ifrågavarande ledningen är beräknad för ett inre vattentryck af 5 meter och har 5 cm:s vägg tjocklek. En dylik armerad cementledning är betydligt billigare än en järnrörsledning samt har dessutom längre lifslängd.

Ledningens utförande (fig. 22) gynnades af de goda lokala förhållandena. Jordarten, i hvilken själfva röret ligger, utgöres nämligen antingen af fast brun lera eller lindrigt fuktig, mycket fin, men något lerblandad sand, så att grafvens botten kunde utformas noggrannt efter cementrörets yttre diameter och användas till form vid rörgjutningen. På den så bildade ytterformen

anbragtes ett putslager af erforderlig tjocklek och i detta nedlades de färdiga järnstommarna, som tillverkades på en särskild arbetsplats i längder om 3 meter. Järnstommarna förenades medels små I-järn af 30 cm:s längd, som med järntråd fastbundos vid stommarnas longitudinella järn. Därefter anbragtes och slipades den invändiga putsen på rörets nedre del. Sedan denna puts torkat, insattes hvalfstommar, på hvilka rörets öfre del göts. Härvid ägnades särskild omsorg åt skarfvén med den färdiga underdelen. Öfverdelens yttersida cementslipades, hvarefter slutligen hvalfstommarna bort-



Fig. 23.

togs och den öfre halfcyllindern slipades invändigt. Till rören användes plastiskt bruk, sammansatt efter en norm af 800 kg. cement pr kbm. sand. I allmänhet användes svenskt Ölands-cement. Endast när botten var något upplöst af regn, togs från Frankrike medfördt, hastigt bindande cement.

Midt på ledningen gjordes en muff, i hvilken ledningen, som eljes är helt och hållet sammanhängande, eventuellt kunde expandera, men hafva några tecken till expansion ej visat sig. Närmast tunneln har ledningen med hänsyn till det stora yttre trycket på en sträcka af 7.5 meter omgifvits med en förstärkningsring af betong.

För att underlätta gräfningen i rörgraven, hvars djup växlade mellan 4—9 meter, användes en rörlig kabelbana enligt amerikansk förebild, upp-

spänd öfver grafven mellan tvänne på spår flyttbara bockar, samt väl förankrad i båda ändar (fig. 23). På den ena bocken stod en ångvinsch för både vertikal rörelse samt rörelse längs banan. Korgarna voro inrättade för automatisk tippning mot en längs kabeln flyttbar tippapparat. Maximilasten för banan utgjorde 4 ton, och afståndet mellan bockarna var 80—90 meter. Transportören är tillverkad af Aktiebolaget Atlas till ett pris af 11,840 kronor. Med en sådan transportör vinnes utom den direkta vinsten i arbete och tid den fördelen, att upplag vid sidan af grafven undvikas, så att påkänningen på stämpligen i grafven blir mindre. Sedan ledningen i öppen graf var färdig, användes transportören för tunnelarbetet mellan arbetschaktet och nedstigningsbrunnen samt flyttades därefter till sprängningsarbetena för hufvudledningen till staden. Ledningens längd till mätningsbrunnen är 288.5 meter.

Kostnadssammandrag.

	K r o n o r .			
<i>1.3 m. ledning af armerad cement, sträckan tunneln — mätningsbrunnen.</i>				
Jordschaktning och späntning:				
Linbanetransportörens skötsel och drift	4,402	29		
Schaktning och fyllning, 4,204 m ³ à 1.33.....	5,586	06		
Späntning, 1,850 m ² à 3.10	5,720	—		
Rörsträng, 278.5 lm à 68.37	19,041	54		
Båttransporter och förräds-kostnader	1,000	—	35,749	89
	Summa		35,749	89

I *mätningsbrunnen* (fig. 24) regleras i första hand tillströmningen från Bornsjön samt mätes den framströmmande vattenmängden. Den består af en underjordisk kammare af betong i fyra afdelningar. Den första afdelningen är med en, ända till öfverbyggnadens kant gående vägg skild ifrån de öfriga och vattnet kan här intaga samma höjdläge som i Bornsjön. Genom två för hand manövrerade slussluckor inkommer vattnet i nästa två afdelningar, som ligga bredvid hvarandra, för att därifrån passera öfver två skarpkantiga, medels justeringsskrufvar höj- och sänkbara skibord af messing till den sista afdelningen, från hvilken tilloppsledningen till filterna utgår. I den sista afdelningen finnas bräddaflopp och en kontrollapparat, som meddelar till maskinhuset, när vattnet rinner öfver detsamma. Vattenhöjden öfver skiborden registreras automatiskt af en vattenståndsmätare, levererad af Otto Behm, Karlsruhe. Skjutluckorna kunna genom insättning af sättar oberoende af hvarandra öfverses. Öfverbyggnaden är af vanligt tegel med kalkstensornering. Invändigt är anbragt en beklädnad af glaceradt tegel.

Det nyssnämnda bräddafloppet har till ändamål att förekomma, att råvattenledningen kommer under för starkt tryck, i händelse de på dess utlopp i filtrerna anbragta själfstängande ventilerna skulle stänga sig. För

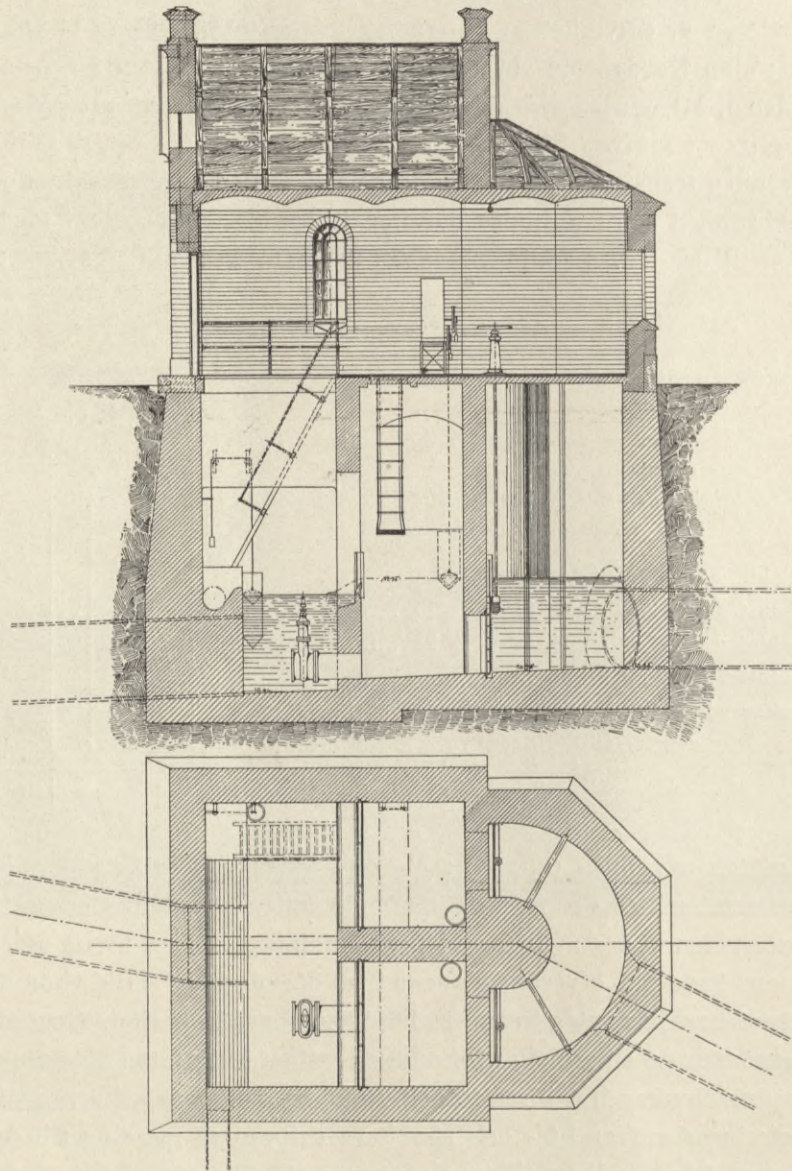


Fig. 24.

samma ändamål är råvattenledningen utrustad med bräddaflopp, af hvilka dock alla ej ännu äro förbundna med aflöpsledningen. Bräddafloppen äro beräknade att tillsammans kunna afbörda den största vattenmängden, 1,156 sekundliter, som Bornsjöledningen skall lämna.

Kostnadssammandrag.

	K r o n o r.			
<i>Mättningsbrunnen.</i>				
Jordschaktning 305 m ³ à 1.44	439	89		
Betong i grundmursväggar, golf och tak inkl. järninlägg 187 m ³ à 25.53	4,764	02		
Cementputs 289 m ² à 3.04.....	878	80		
Sockel 15 m ² à 41.80.....	627	05		
Asfaltisolering	52	—		
Tegelmur med yttre fogstrykning 85 m ³ à 24.92.....	2,118	48		
Kalkstenslister m. m.....	630	—		
Glaseradt tegel 67.14 m ² à 17.50... ..	1,170	—		
Yttertak, fönster, dörrar och diverse inredning.....	1,304	94		
Golfbeläggning med Terazzo 19.36 m ² à 10.53	203	81		
Durkar och trappor af järn.....	660	—		
1 st. 38 cm. afstängningsventil, 2 st. 100 cm. skjutluckor, 2 st. reglerbara skibord, 1 st. vattenståndssignaleringsapparat samt montering af Behms mätare.....	2,044	74		
Båttransporter och förrådkostnader	300	—	15,193	73
<i>Bräddaflopsledning,</i>				
bestående af 60 m. 0.4 × 0.5 kulvert, 1 st. vattenlåsbrunn samt ett öppet dike			1,627	68
	Summa		16,821	41

Råvattenledning.

Råvattenledningen utgår från mättningsbrunnen, är förlagd i filtrergruppens »midtgata» och slutar i den strax norr om denna belägna s. k. Mälarevattenbrunnen, hvilken jämväl är utrustad med bräddaflopp. Till denna senare brunn skall Mälarevattnet i framtiden uppfordras för att genom den gemensamma råvattenledningen fördelas på filtrerna. Denna ledning skall således tjäna två herrar. Då emellertid Bornsjövattnet i allmänhet kan nöjaktigt renas med användande af en större filtrerhastighet än Mälarevattnet, och det äfven ur andra synpunkter kan vara lämpligt att låta de båda olika vattnen passera skilda filtrerbäddar, har råvattenledningen försetts med brunnar, i hvilkas falsar plåtsätt kan anbringas. Härigenom kan Bornsjövattnet ledas till ett valfritt antal filter i södra delen af filtergruppen, under det att Mälarevattnet samtidigt föres till de öfriga. På sådant sätt har anläggning af dubbla råvattenledningar inbesparats.

Råvattenledningen har cirkulär genomskärning med en inre diameter af 1.3 meter och en längd af 476.3 meter samt är utförd af armerad cement-

betong enligt nyss beskrifna system Bordenave. Den är beräknad för ett inre vattentryck af 3.8 meter och har fått en vägg tjocklek af 5 cm.

Afstängningsbrunnar af ofvan antydd art äro så anordnade, att ledningen kan stängas hvar som helst mellan två af verkets blifvande 22 filtrerbassänger. Åtta st. äro enbart afsedda för sättar, tre st. hafva dessutom bräddaflopp.

Från råvattenledningen utgå biledningar af gjutna järnrör (diameter = 605 mm.) till filtrerbassängerna, där de sluta med vid högsta tillåtna vattenstånd själfstängande flottörventiler.

Kostnadssammandrag.

	K r o n o r .			
1.3 m. ledning af armerad cement mellan mätnings- och fördelningsbrunnen för Mälarevatten.				
Jordschaktning och fyllning:				
Linbanetransportörens skötsel och drift	2,358	28		
Schaktning, stämpling och fyllning 2.520 m ³ à 1.77	4,463	21	6,821	49
Rörsträng 476.3 lm à 57.88			27,571	74
Transporter och diverse			2,153	05
Fördelningsbrunn, afstängnings- och bräddafloppsbrunnar samt grenrör			10,327	09
Trumma öfver ledningen			446	75
Båttransporter och förräds-kostnader			1,200	—
			Summa	48,520 12

Filtrerbassänger.

Dessa äro till antalet tre, hvardera mätande 65.5 × 24.9 meter invändigt. Den förefintliga filterytan är 3 × 1,556 = 4,668 m².

Filterytans beräkning har grundats på den förutsättningen, att filtreringshastigheten kunde bestämmas till högst 150 mm i timmen, ett mått som för Årstaviksvattnet befunnits lämpligt, och som därför äfven för det långt lättare renade vatten, som Norsborgsverket har att behandla, måste anses väl tillåtligt. 100,000 m³ i dygnet fordra sålunda en filteryta af $\frac{100,000}{24 \times 0.15} = 27,777$ m², om filtreringen pågår jämt dygnet rundt. Enligt

vunnen erfarenhet kräfvades för rensningars och sandpåfyllningars bekvämare verkställande en reservyta af 20 %. Göres motsvarande tillägg fås den behöfliga filterytan vid Norsborg till omkring 33,000 m², då verket är fullt utbyggt. Härvid har för all säkerhets skull från den vattenmängd, som skall filtreras, ej afdragits det tillskott, som grundvattenledningen förmår

lämna. Vid bedömande af på huru många bassänger den sålunda beräknade filterytan lämpligen bör fördelas har man tagit hänsyn dels å ena sidan till den mindre anläggningskostnad ett färre antal filter medför, dels å andra till filtrernas bekvämare och snabbare rensning, påfyllning o. d., om hvar och ett af dem icke göres allt för stort. Vidare har medtagits i beräkningen att, då verket endast småningom skall fullbordas, en afsevärd ränteförlust uppstår, därest hvarje enskildt filter tages stort, emedan härigenom den erforderliga reservytan i motsvarande mån ökas. Resultatet har blifvit, att sammanlagda filterytan delats på 22 bassänger, af hvilka 4 bilda reserv. Af dessa bassänger äro trenne hittills anlagda. Då ett renvattenspumpverk om 16,670 m³ effekt per dygn hålles i gång och alla de tre filtrerna arbeta, blir filtreringshastigheten 150 tim-millimeter. Afstänges ett filter för rensning eller påfyllning ökas hastigheten till 225 mm, hvilket emellertid för det rena Bornsjövattnet ansågs fullt tillfredsställande, i synnerhet som hastigheten nedsattes i samma mån som grundvatten tillföres pumpverken. De hittills erhållna resultaten bekräfta detta till fullo.

Bassängernas form är bestämd med hänsyn till möjligheten att på billigaste sätt öfvertäcka och sköta dem. Det ansågs nämligen lämpligt, att för de nya filtren vid Norsborg öfvergifva den hittills i Stockholm använda öppna typen. Verkställda beräkningar hafva visserligen gifvit vid handen, att den årliga kostnaden för isning och annan skötsel vintertid af de öppna filtren, kapitaliserad, icke uppgår till kostnaden för deras öfverbyggande. Ej heller har någon olägenhet i afseende på filtreringen uppstått vid de öppna Årstaviksfiltren, hvilka ligga jämförelsevis skyddade mot snöstormar, och för hvilkas betjänande när som helst finnes tillgänglig snart sagdt obegränsad tillgång på arbetskraft. Annorlunda ställer sig saken vid Norsborg, där filtren äro förlagda på ett för alla vindar öppet fält, tillgången på arbetskraft är ytterst begränsad och förbindelsen med staden vintertiden ganska besvärlig. Filtrerna hafva därför försetts med öfverbyggnader af järn, uppbarande tak af trådglas och försedda med borttagbara väggar af trä. Denna typ har framför de från Tyskland införda tunga, hvälfda öfverbyggnaderna den fördelen att, på samma gång som den lämnar lika fullständigt skydd mot snön, filtrets värsta fiende vintertid, och ett nära lika godt skydd mot isbildning, kräver den betydligt mindre kostnad samt ger tillträde åt solljuset och vid behof åt luften. Solljuset är nämligen en viktig hjälp vid filtrering af sådana ytvatten, som i likhet med våra innehålla en jämförelsevis afsevärd mängd organiska ämnen, enär det befördrar bildning af de syrefafsöndrande algerna ofvanpå filterbädden och på sådant sätt befördrar vattnets syrsättning och rening.

Då filtren sålunda skulle öfverbyggas, valdes deras bredd till omkring 25 meter, ett mått som är lämpligt med hänsyn till erhållandet af en billig takkonstruktion. Längden gaf sig därefter själf.

De valda planmåttan äro jämväl fördelaktiga i afseende på filtrernas skötsel. Genom de takkonstruktionerna uppbärande midtpelarna delas hvarje filter i 2 längsgående afdelningar af 12.45 meters bredd. För transport af filtersanden på mekanisk väg är i hvar och en af dessa afdelningar och i dess midt upphängd en längsgående järnbalk fästad i öfverbyggnadens takstolar. På balken löper sandtransportören. Transportören består af en på balken rörlig löpvagn, i hvilken sandkorgarna upphängas. Korgen, som utgöres af skrofvat till en Decauvillevagn, kan höjas och sänkas och denna rörelse liksom löpvagnens horisontala åstadkommes medels ställinor af en elektrisk vinsch, hvilken åter är flyttbar längs »filtergatan» på där utlagdt spår, och hvilken kan inställas och inkopplas midt för hvarje transportbalk inom hela filtergruppen. Spårvägar för sandens transport från och till uppdrag och tvättanstalt äro likaledes anordnade på båda sidor om filtergatan, och transportören kan sålunda hämta den smutsiga sanden från filtret till de å nämnda spårvägar uppställda vagnarna, eller från dem föra ren sand till filtren. Då korgarna nedfiras till filtrets sandyta, komma de på grund af transportbalkens läge i de ofvan omtalade afdelningarnas midtlinie, som är belägen omkring 6 meter från filtrets sidomurar eller midtpelare. Då detta mått utgör det största, vid hvilket en karl bekvämt kan med skyffel kasta sanden i korgen, är filtrernas valda bredd äfven i nu berörda hänseende lämplig. Sandtransportören är levererad af Aktiebolaget Atlas, Stockholm, till ett pris af 12,411 kronor för de rörliga delarna.

Filtrerbassängernas h. v. y. är förlagd på + 12, hvarigenom, äfven om Bornsjöns v. y. sänkes till + 13.30, från denna sjö till filtren kan framledas den största beräknade vattenmängden eller 1,158 sekundliter. De ligga därjämte tillräckligt högt öfver Mälaren för att godt bottenaflopp dit kunnat åstadkommas. Bassängernas byggnadssätt framgår af pl. 4. Sidomurarnas form liksom konstruktionen i öfrigt har betingats af bärförmågan hos det lager af brun lera, på hvilket bassängerna anlagts. Denna bärförmåga har genom direkta belastningsprof utrönt vara omkring 1 atm., en belastning, som med den valda konstruktionen ingenstädes öfverskrides.

Botten och väggar äro af cementbetong med järninlägg. Då såväl till dessa arbeten som till öfriga vid Norsborg utförda, cementbetong användes i betydlig utsträckning, torde det vara lämpligt att här nedan redogöra för betongtillverkningens anordning och de principer, som därvid varit bestämmande.

Då man på Norsborgs egendom anträffade för betonggjutning lämpligt grus, och då öfver hufvud taget godt betonggrus ställde sig afsevärdt billigare på platsen än makadam, var en af de första åtgärderna att experimentera fram och fastställa en skala för olika betongblandningar, som var lämpad efter de tillgängliga materialerna. Nedanstående tabell upptager

de blandningar, som kommit till användning för arbeten i grof betong samt hållfasthetsproff, erhållna genom böjningsprof, utförda vid Norsborg med profplattor af 600 mm:s längd, 500 mm:s bredd och 100 mm:s tjocklek, fritt upplagda på stöd med 500 mm:s mellanrum, För att mäta värdet af dessa siffror äro äfven i tabellen införda resultat af tvänne prof utförda af Tekniska Högskolans materialprofningsanstalt med profplattor, tillverkade vid Norsborg.

	Blandning				Bindetid i dagar	Påkänning i den ytter- sta dragna fibern vid brott för böjning i kg.cm ²	Anmärkningar
	cement	sand	grus	mak.			
Prof, gjordt vid Norsborg	1	2	4	6	8	3.92	Grus och sand ej tvättadt.
» » » »	1	2	6	8	8	3.85	»
» » » »	1	2	4	6	17	12.4	»
» » » »	1	2	6	8	18	8.6	»
» » » »	1	2	4	6	36	9.5	»
» » » »	1	2	6	8	31	8.6	»
» från profningsanstalt.	1	—	8	8	38	8.97	»
» » » »	1	2	3	6	39	19.2	»

Af tabellen synes, att blandningarna äfven innehålla en tillsats af sand, för att därigenom få större täthet på betongen. Äfven sanden hämtades från ett på Norsborg beläget sandtag. Profven äro utförda med otvättadt grus, men vid arbetenas utförande underkastades det dock en gröfre tvättningssprocedur. Därvid tippades gruset på ett tämligen starkt lutande bord och spolades ned på ett under stående bord med mindre brant lutning, på hvilket gruset stannade och rakades ner i kärrorna, under det att det smutsiga vattnet afrann bakåt.

Makadamen har delvis erhållits ifrån tvångsarbetsanstalten på Svartsjö, dels krossats med maskin af den vid tunnelarbetet utsprängda sten-skärfven. Cementsorten har nästan uteslutande varit Ölands-cement.

Största delen af den för filter och maskinhus använda betongen har blandats med en af en ånglokomobil dragen blandningsmaskin. Denna af firman Stothert & Pitt i England levererade blandningsmaskin är af kontinuerlig typ och utgöres helt enkelt af en öppen, omkring en i lutning anlagd axel roterande plåtcylinder af 1.2 meters genomskärning, längs hvilken inre periferi finnas 4 radiella skifvor af 0.30 m höjd. De materialier, som ej under vintern på slåde framforslades till vid blandningsplatsen förlagda upplag, ditfördes på ett från lossningsbryggan vid Mälaren anordnad spår medels ett elektriskt lokomotiv.

Innan det permanenta elektricitetsverket i maskinstationen blef färdigt, genererades den för driften af den lilla elektriska järnvägen erforderliga

kraften i en provisorisk elektrisk station, belägen intill ångbåtsbryggan vid Mälaren, och drifven af en större ånglokomobil. Från samma elektriska station levererades också ström till elektromotorpumparna för grundvattnets uppföring, och detta vatten distribuerades sedan i ett öfver hela arbetsfältet utlagdt rörnät till alla de många platser, där vatten för arbetet förbrukades.

På berget invid administrationsbyggnaden byggdes den i det föregående omnämnda lågtrycksbehållaren med en rymd af 150 kbm. Den är delvis nedsprängd i berget och öfvertäckt med jord på betonghvalf samt gjorde



Fig. 25. Filter utvändigt.

tjänst som utjämningsbehållare för den provisoriska vattenledningen under byggnadstiden.

Den för driften af betongblandaren uppställda ånglokomobilen lämnade äfven drifkraft till en ångvinsch, använd för att upptransportera jord ur schaktet för filter n:r 2.

Filtrerbassängernas botten, normalt 0.5 m tjock, stampades direkt på lerbotten i schakten i blandning 1:2:6:8. En afvikelse härifrån gjordes dock vid filter n:r 2. Detta byggdes under sommaren 1903, som var rik på nederbörd, hvarför först på leran utbreddes ett 10 cm. tjockt underlag af grus, på hvilket bassängbotten stampades med en tjocklek af 0.4 meter i blandning 1:2:4:6. Filter n:r 1 betonerades år 1901, filter n:r 3 år 1902.

I botten ligger på $\frac{1}{3}$ af höjden, räknadt från underkanten, en armering af 12.5 mm □-järn i kvadratiske rutor med 25 cm:s sidor. Under de plintar, som uppbära takkonstruktionens midtpelare, och under omfattningsmurarna är armeringen förstärkt. Armeringen är inbäddad i ett 5 cm:s tjockt lager fetare betong (1 : 2 : 3).

Omfattningsmurarna äro af betong i blandningen 1 : 2 : 4 : 6, i filtterna n:r 1 och n:r 3 armerade på samma sätt som botten. I det sist byggda filtret n:r 2 är omfattningsmurarnas armering delad i 2 nät med maskor af 0.5 m vidd samt liggande c:a 15 cm innanför murens sidor. För undvikande af genom temperaturväxlingar föranledda sprickor, som



Fig. 26. Filter invändigt.

skulle kunna förorsaka otäthet, finnas genomgående fogar i omfattningsmurarna.

Hvarje fog tätas med en veckad förtent blyplåt, som är fastlödd vid 2 på ömse sidor om fogen i betongmurarna förankrade L-järn. Vid murens längdförändring öppnas eller slutes blyvecket, utan att otäthet uppstår.

Omfattningsmurarna krönas med en 20 cm hög betäckningslist af granit.

Öfverbyggnaderna utgöras af stommar af järn, som på långsidorna uppbära löstagbara dubbla luckor af 2 lager 2.5 cm:s perlspåntade bräder. På kortsidorna är träbeklädningen fast. Taket är af 3.7 cm:s bräder med betäckning af vanlig målad svartplåt. I takytan på hvarje filter äro inlagda 704 st. rutor af 6—7 mm tjockt trådglass med en sammanlagd glasyta af

690 kvm per filter. Järnölfverbyggnaderna äro levererade af Bergsunds Mekaniska Verkstads Aktiebolag och konstruerade af ingenjör C. Frænell.

Filtrer- och silbäddarna äro af den bepröfvade Stockholmstypen, d. v. s. under det omsorgsfullt sållade och tvättade sandlagret ligger ett 10 cm tjockt lager af finare och därunder ett 10 cm tjockt lager af gröfre singel. Det senare hvilar i sin tur på 2 lager vanliga murtegel, löst lagda på flatsidan, af hvilka det undre är utlagdt i rader med 15 cm mellanrum, bildande ett stort antal till den större, längs filtret anordnade midtkanalen ledande småkanaler, täckta af det öfre lagrets tätt lagda stenar. Midtkanalen är anbragt ofvanpå betongbotten samt har sidoväggar af tegel och betäckningshallar af armerad betong. Den mynnar i regleringskammaren.

Sandbädden har ett djup af 1.2 meter, hvilket är något mindre än vid Årstavikens nyare filter, där den är 1.45 meter. Noggranna vid dessa senare utförda bakteriologiska prof ha motiverat denna minskning, hvilken naturligtvis medför en icke obetydlig besparing i anläggningskostnaden.

Då den behöfliga filtersandmängden var anseelig och skulle hafva betingat en betydlig kostnad, om man nödgats anlita sandleverantörer, gjordes omfattande undersökningar för att på de för vattenverket inköpta egendomarna uppsåra en fyndort för den önskade sandsorten, och lyckades man finna det man sökte på Nibbla gårds mark på Ekerö. Där byggdes en lastningsbrygga och vidtogos öfriga för sandtagets bearbetande nödvändiga anordningar. Tillsammans hafva där uttagits 5,390 kbm filtersand, mätt i filtrerna, och torde i och med besittningen af detta sandtag tillgången på filtersand för Norsborgsverket för lång tid framåt vara tryggad. Sanden fraktades till Norsborg i prämar, hvilka bogserades af den för verkets räkning anskaffade bogserångaren »Norsborg». Den lossades med en längre fram fullständigare omnämnd elektrisk svängkran och transporterades på den elektriska järnvägen upp till sandtvättningsanstalten, hvarom mera framdeles.

Regleringskamrarna, fig. 27, inrymma en afdelning för råvatten samt en afdelning för renvatten, fullständigt isolerade från hvarandra. Från råvattenledningen inträder vattnet i råvattenafdelningen genom ett inlopp med själfstängande flottörventil och rinner därefter genom en i betongväggen upptagen öppning in i filtret. Vid aftappningen af ett filter för rensning tappas större delen af vattnet raskt och bekvämt genom samma öppning. Denna kan medels sätt afstängas, så att revision af i kammarens råvattenafdelning befintliga ventiler kan ske, utan att filtret behöfver aftappas. För att begränsa vattnets stighöjd i filtret, om flottörventilen ej skulle göra tjänst, finnes i ett afskildt rum inom råvattenafdelningen ett bräddaflopp, anordnad i form af en horisontal längsgående öppning i muren.

Regleringskammarens renvattenafdelning är inrättad efter samma mönster som de vid Årstaviksverkens nyaste filter befintliga. Den afrinnande

vattenmängden regleras medels ett rörligt skibord, hvars ställning jämte filtertryck m. m. afläsas å för ändamålet anbragta tydliga skalor. För bestämmande af den öfver det rörliga skibordet framrinnande vattenmängden har utförts en serie experiment och meddelas i nedanstående tabell de erhållna värdena på μ i formeln:

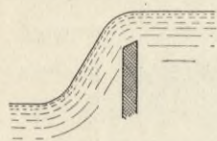


Fig. 28.

$$^{2/3} \mu bh \sqrt{2 gh}$$

Skibordet är 1.0 meter bredt och har öfverfallskanten formad i enlighet med vidstående fig. 28.

Skibordshöjden i cm.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
μ	0.637	0.637	0.638	0.638	0.639	0.639	0.640	0.640	0.641	0.642
Skibordshöjden i cm.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
μ	0.643	0.644	0.645	0.646	0.647	0.648	0.649	0.650	0.651	0.652

Regleringskamrarnas öfverbyggnader äro af sandsten med invändig beklädnad af glaceradt tegel. Mellan rå- och renvattenafdelningarna är en tät skiljevägg af scagliol. Taket är af betong med asfaltbetäckning.

Kostnadssammandrag.

	K r o n o r.	
<i>Tre filter för ytvatten.</i>		
Jordschaktning, 14,957 m ³ à 1.44	21,670	85
Jordfyllning	947	47
Grusfyllning för filter nr 2	1,027	59
Betong i botten, väggar och pelare, 3,969 m ³ à 19.40	76,493	61
Järninläggning i d:o med inbäddning i puts, 72,460 kg	21,271	61
Putts med slipning, 6,414 m ² à 2.27	14,596	44
Sträcksten, 528 lm à 17.35	9,161	92
Betonghallar, 181.5 lm à 5.80	1,051	30
Tegel i tegelkanaler och däck, 148,000 st.	8,522	93
Singel, 885 m ³ à 15.22	13,435	13
Filtersand, 5,390 m ³ à 8.42	45,465	17
Järnkonstruktion	75,169	05
Yttertak af 37 mm bräder på sparrar samt plåtbläckning med målning, 3,417 m ² à 6.49	22,186	47
Trädglas med spröjsar af T-järn, 2,070 m ² à 11.64	24,147	94
Väggar och gångbanor	22,916	87
Målning	10,625	14
		368,689 49
Transport		368,689 49

	K r o n o r.		
Transport			368,689 49
<i>Regleringskamrarna:</i>			
Betong och puts, 250.8 m ³ à 20.70	5,193	69	
Sockel, 74 m ² à 24.50	1,828	43	
Isolering med asfalt	296	—	
Sandstensmur med listverk, 249 m ² à 33.30	8,594	65	
Tak af betong med asfaltbeläggning, 116.4 m ² à 16.41	1,902	34	
Golf af Hennebique-konstruktion med Terrazzobeläggning, 52 m ² à 28.20	1,468	19	
Durkar	620	—	
Scagliolväggar	404	28	
Fönster och dörrar samt öfrig inredning	1,948	28	
Glaceradt tegel, 244 m ² à 17.40	4,236	09	
Porslinsbeklädnad i bassängerna till n:r 2, 22 m ²	331	38	26,823 33
Apparater för vattnets reglering samt flottörventiler på inloppen			5,158 63
Ledningar och afstängningsventiler			8,552 36
Anordningar för mek. rensning			446 13
Diverse kostnader			3,744 20
Båttransporter och förråds-kostnader.....			15,500 —
	Summa		428,914 14

Renvattenledning.

Renvattenledningen är utlagd i filtergatan förbi de nuvarande filtrerna och i krökning fram till renvattenbehållaren samt utgöres af en 99.6 meter lång ledning med 1.3 meter cirkulär genomskärning och af samma konstruktion som råvattenledningen.

Den slutar med gjutna järnrör af 1 m. diameter. Strax invid inloppet till renvattenbehållaren sitter en afstängningsventil. För inlopp till den i framtiden tillkommande afdelningen af renvattenbrunnen är ett grenrör bildadt genom ingjutning i ledningen af 1 st. kortbit af 1 meters gjutjärnrör.

Kostnadssammandrag.

	Kronor.	
<i>Renvattenledning af 1.3 m. armerade cementrör.</i>		
Jordarbete, 99.6 lm à 8.72.....	871	36
Rörsträngen, 99.6 lm à 66.15	6,610	55
Insättning af en 102 cm gren- och en 100 cm afstängningsventil jämte krok- rör och förbindelserör.....	2,153	90
Båttransporter och förråds-kostnader	300	—
	Summa	9,935 81
		8

Renvattenbehållaren.

Genom beröringen med den franska firma, som utförde de stora ledningarna af armerad cement, stärktes intresset för de moderna järnbetongkonstruktionerna. I denna firmas tjänst samt under ledning af dess franska verkmästare och 4 franska cementarbetare gafs tillfälle till skola för och inöfning af svenska arbetare. Den armerade betongen fann äfven i det följande flitig användning och det första större själfständiga arbetet var renvattenbehållaren (fig. 29), som ligger längs maskinhusets södra långsida.

Denna är formad som en låda med väggar af armerad betong, sammanhållna genom ok af samma material. Taket utgöres af en plan armerad betongplatta på bjälkar af armerad betong samt hvilar helt och hållet på ett skikt naturlig asfalt, utbredt på väggarnas öfverplan. Taket är dessutom deladt i 5 från hvarandra helt skilda delar med mellanliggande fogar, hvilka täckas med naturlig asfalt, så att takets utvidgning skall kunna ske fullkomligt oberoende af väggarnas. Behållaren har en invändig längd af 25.30 meter, en bredd af 5 meter och ett djup af 2.0 m. samt rymmer sålunda c:a 250 m³. Denna rymd är tillräcklig vid användning af de pumpverk, hvilka den nu utförda maskinstationen kan komma att inrymma. En längd af 25 meter skulle i en rak sammanhängande mur gifva ganska betydande temperaturspänningar i långväggarna. För undvikande häraf äro 2 par vertikala, armerade betonghvalf om 10 cm:s tjocklek och 5 meters spännvidd insatta i långväggarna. Vid utförandet gjordes först oken, sedan botten, därefter väggarna, hvarvid man gick med gjutningen längs perimetern i 0.5 meter höga skift, samt sist taket. Genom en flottör, hvars rörelser mekaniskt öfverföras till en visartafva i maskinrummet, afläses där vattenståndet.

Behållarens tak är öfverfyllt med ett gräsbesådt matjordslager och försedt med en nedgångsöppning samt tvänne ventilationsrör. Anordningar för en framtida tillkoppling till en intill den nu utförda delen förlagd utvidgning af renvattenbehållaren äro utförda.

Behållaren har vid profning för vattentryck befunnits tät och några sprickor till följd af temperaturväxlingar hafva ej spårats. Räkenskaperna gifva vid handen, att konstruktionssättet för detta fall äfven gifvit godt ekonomiskt resultat.

Kostnadssammandrag.

<i>Renvattenbrunnen.</i>	K r o n o r.			
Jordschaktning och fyllning, 531 m ³			1,005	70
Betong, 146 m ³ à 42.40				
Arbete med formar.....	1,095	26		
Virke till d:o	455	—		
Betonggjutning och materiel till d:o	4,652	23	6,202	49
Transport			7,208	19

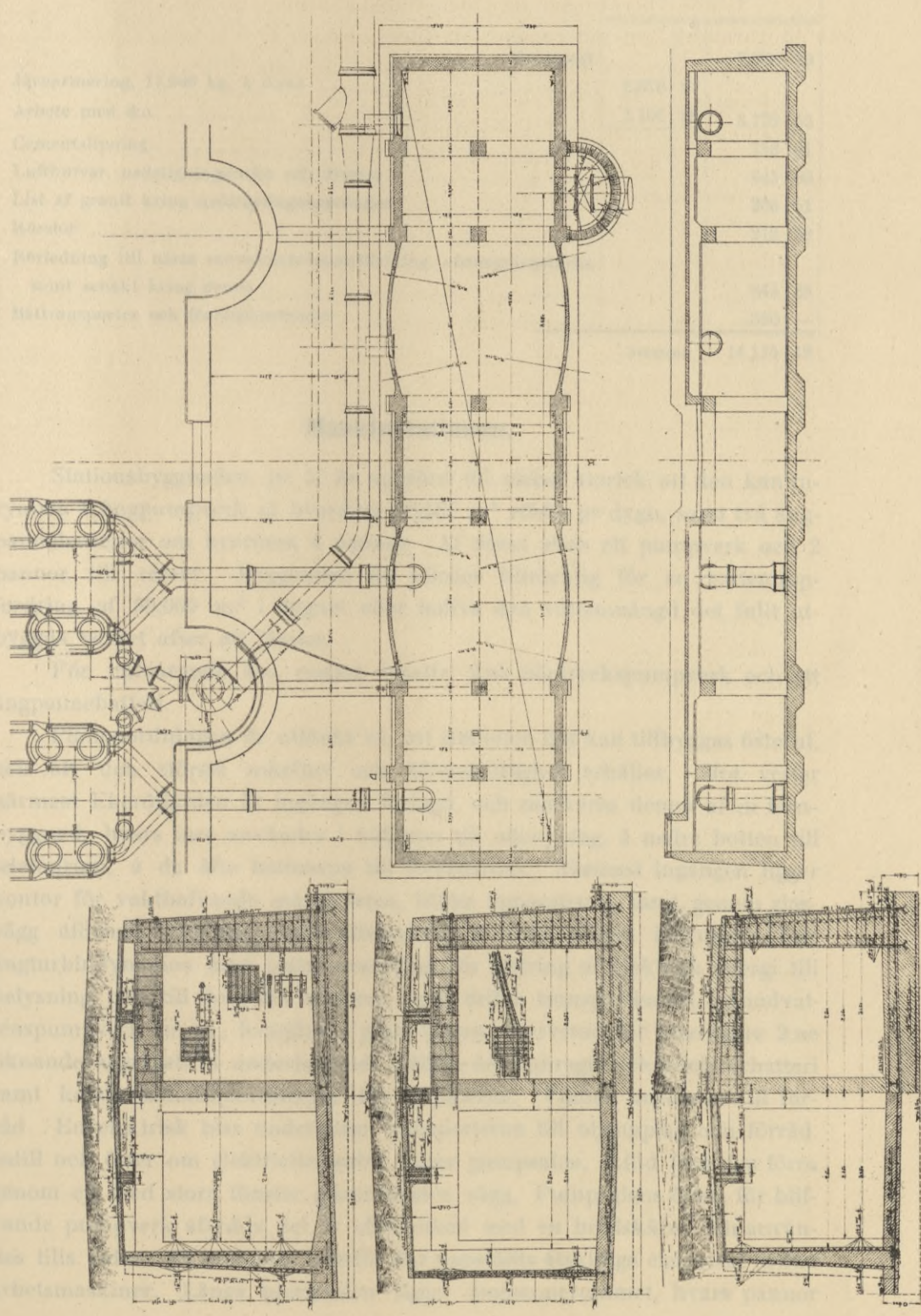


Fig. 29.

	K r o n o r.			
Transport			7.208	19
Järnarmering, 17,300 kg. à 0.155	2.678	27		
Arbete med d:o	1.101	28	3.779	55
Cementslipning.....			716	61
Lufthufvar, nedstigningslucka och diverse			645	83
List af granit kring nedstigningsöppningen.....			206	51
Körslor			212	92
Rörledning till nästa renvattenbrunnsafdelning, afstängningslucka samt schakt kring denna			845	88
Båttransporter och förrådskostnader.....			500	—
	Summa		14.115	49

Maskinstationen.

Stationsbyggnaden, pl. 5, är uppförd till sådan storlek att den kan inrymma 4 ångpumpverk af hvardera 16,667 m³ effekt pr dygn, samt två ångpannebatterier om hvardera 4 pannor. Af dessa afses ett pumpverk och 2 pannor till reserv. Byggnaden är således tillräcklig för en vattenuppföring af 50,000 m³ i dygnet eller halfva den vattenmängd det fullt utbyggda verket afser att lämna.

För närvarande äro endast insatta 2:ne högtryckspumpverk och ett ångpannebatteri.

Plananordningen är uttänkt så, att stationen lätt kan tillbyggas österut, och att den största enkelhet och öfverskådlighet erhålles. Mot vester närmast Ekeröfjärden är ingången förlagd, och markeras denna af en tornbyggnad, hvars inre användes i källaren till oljeupplag, å nedre botten till telefonrum, å de öfre bottarna till förrådsrum. Närmast ingången ligger kontor för vakthafvande maskinisten, tillika apparatrum, samt, genom glasvägg afdeladt därifrån, elektricitetssalen, hvilken senare inrymmer 2:ne ångturbindynamos med instrumentering för alstring af elektrisk energi till belysning och till de olika motorer, som drifva transportbanor, grundvattpumpverk m. m., hvarjämte plats finnes reserverad för ytterligare 2:ne liknande aggregat. I underliggande källare äro anbragta ackumulatorbatteri samt kondensationsanordningar för turbinerna. Vinden användes till förråd. En elektrisk hiss underlättar transporter till oljeupplag och förråd. Intill och öster om elektricitetssalen ligger pumphuset, skild från den förra genom en med stora fönster genombruten vägg. Pumphusets östra, för blifvande pumpverk afsedda del är afskrankad med en bränskärm och användes tills vidare till verkstad, hvarför där uppställts åtskilliga elektriskt drifna arbetsmaskiner. Längs pumphuset ligger ångpannerummet, hvars pannor

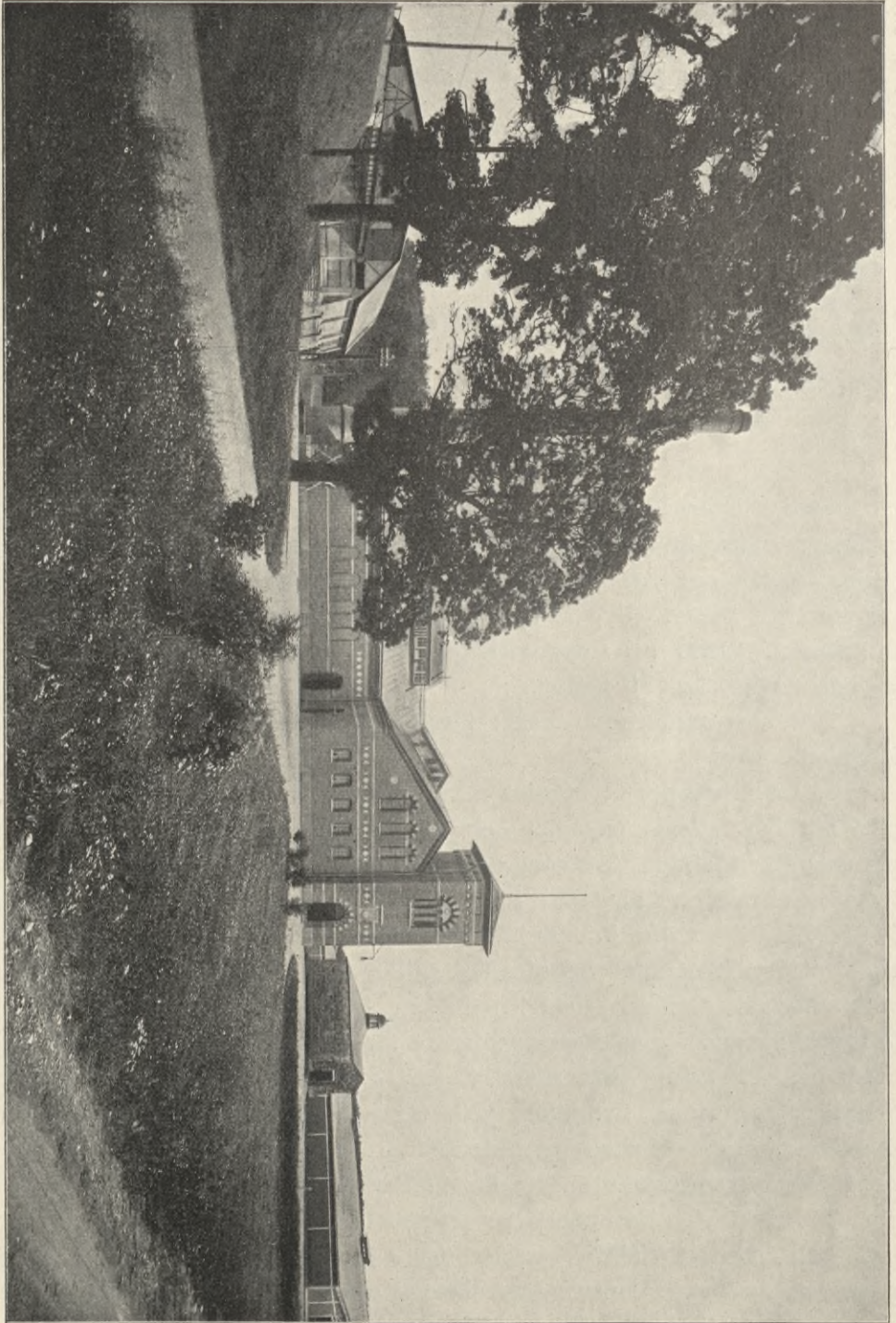


Fig. 30.

hafva sina eldstäder vända mot pumpsalen. Väggen mellan maskin- och ångpannerummet är försedd med stora fönster, hvarigenom den vakthafvande maskinisten bekvämt kan öfvervaka arbetet på alla punkter i maskinstationen. I pannrummets östra del, där nästa pannbatteri sedermera skall uppställas, äro tillsvidare anordnade badanstalt och bekvämlighetsinrättningar för maskinpersonalen. Badanstalten innehåller duschar samt 2 st. karbad.

I samma del af pannrummet finnes en vinsch för uppfordring å en lutande spårväg af slaggvagnarna, hvilka kunna inställas under hvart och ett af ångpannornas askrum, då slagging sker.

I nordvestra hörnet inmyunnar en tunnel, hvilken förbinder kolboden med ångpannerummet, och genom hvilken en bält-transportör för kolens förande till pannorna löper. Intill ångpannerummets norra vägg står den för 2:ne pannbatterier afsedda ångskorstenen, hvilken har en höjd ofvan marken af 45 m. och en inre toppdiameter af 1.60 m. Skorstenen är utförd i rödt tegel med orneringar af svart glaseradt tegel och täckt med en gjutjärnshuf. På hvarannan meter i höjd äro inlagda förankringar af vågräta plattjärnsringar. Den är på entreprenad byggd af byggmästaren N. Lundgren i Gefle. Å densamma är anbragt åskledare.

Stationsbyggnaden är på sockel af Vätögranit från stadens stenhuggerier uppförd i rohbau med enkla lister och orneringar af kalksten efter ritning af arkitekten Erik Josephson. Det med svartplåt täckta trätaket öfver pumpsal- och ångpannerum uppbäres af järntakstolar, konstruerade af civilingenjören Fritz Söderbergh i Stockholm och levererade af Bergsunds Mekaniska Verkstads Aktiebolag. Stora lanterniner äro anbragta å dessa tak, så att riklig belysning och ventilation åstadkommas. Elektricitetssalen har innertak af Hennebique konstruktion. Golfven äro i elektricitetssal, ingång, kontor och den del af pumpsalen som är färdigmonterad, af terrazzo på betong. I verkstaden är provisoriskt trägolf inlagdt, framför pannorna golf af kalksten. För öfrigt äro golfven af cementbetong. Innerväggarna i pumpsal, elektricitetssal, ingång och kontor äro till 4.6 meters höjd klädda med glaceradt tegel i elfenbenshvitt och grönt samt däröfver oljemålade. Ångpannerummets tegelväggar äro endast fogstrukna. Öfriga väggar i källare och förråd äro hvitslammade.

Grundläggningen erbjuder åtskilligt intresse. Den terräng, på hvilken byggnaden är uppförd, består af ett 4—5 m. mäktigt lerlager, därunder 5—8 m. flytsand samt slutligen pinnmoartadt grus ned till berget, som ligger 15—17 m. under markytan. Grunden har därför förstärkts med pålar under murar, pumpgrunder och skorsten, hvaremot ångpannorna ligga på en betongbotten, som hvilar direkt på leran.

Grundmurarna bestå af pelare samt mellan dem slagna hvalf. Från källarebotten till pålafskärningen är 4.1 meter och denna del af jordschaktningen verkställdes i inspantade brunnar. Från pålafskärningen till fast

botten var 6—8 meter. Då den på senaste tid i utlandet försökta metoden med pålar af armerad betong, hvarigenom man blir oberoende af grundvattenytans läge, kunde tänkas fördelaktig, förfärdigades och nedslogs en betongpåle med kvadratisk genomskärning (22×22 cm). Pålen uppdrogs därefter och befanns oskadad. Det ekonomiska resultatet visade emellertid, att det i allmänhet var fördelaktigare att använda träpålar, och att begagna betongpålar endast under de järnpelare, som uppbära pannhustaket.

Pålarna ingötos i en 0.6 meter tjock kaka af betong i blandning 1 : 2 : 4 : 6. Däröfvan och upp till källarbotten uppfördes pelarna antingen af granitmur i bruk, hvilket särskildt är fallet med alla pumpgrunder, eller, till vinnande af tid, af betong i blandning 1 : 2 : 6 : 8 inom en innanför spånten uppmurad krans af stenskärf.

För ett hastigt bedrivande af grundläggningsarbetet uppställdes i maskinhusschaktet 1 st. 6 tons ångkran och 1 elektrisk kran för 1,500 kg:s last. Ångkranen löpte på ett midt i schakten i jämnhöjd med markytan anordnad spår, som hvilade på pålar. Dessa kranar användes såväl för schaktning som grundläggning.

För pålningen arbetade 3 st. pålkranar, drifna med linor från ett centralt kranmaskineri, hvartil kraften erhöles från en ånglokomobil.

För att slippa vatten i schakten sänkte man grundvattenytan genom kontinuerlig pumpning i en större rörbrunn midt på arbetsplatsen. Pumpningen utfördes med en pulsometer, drifven med ånga från nämnda lokomobil.

Öfvanför källarebotten äro pelarna utförda af betong i blandning 1 : 2 : 4 : 6. Mellan pelarna äro i allmänhet slagna hvalf af betong i blandningen $1 : 1\frac{1}{2} : 2\frac{1}{2} : 5$; endast på ett fåtal ställen äro hvalfven af särskilda anledningar utbytta mot I-balkar af järn. Spännvidden på hvalfven är ganska växlande, men alla hvalf äro konstruerade med omkring 20,000 kg:s horisontaltryck samt en konstant maximipåkänning i hvalfvets alla snitt (s. k. jämnstarka hvalf). I källaren äro hvalföppningarna igensatta med tunna armerade väggar af beton. Utom de för hvalfven erforderliga förankringarna är en förankring af 2 st. 25 mm:s □-järn inlagdt rund om huset i höjd med källargolfvet.

Som ingen pålning förekommer under pannorna, har den betongplatta, på hvilken de stå, armerats, så att den förmår jämnt fördela trycket öfver hela den underliggande jordytan. Belastningen utgör här 0.5 kg pr cm^2 .

Den 3.9 meter höga stödmuren mellan den stora för en blifvande Mälaresugledning afsedda rörgravven under eldningsrummet och den af pannorna belastade marken förtjänar ett särskildt omnämmande. Som jordens naturliga lutningsvinkel ej kunde bestämmas, och den för öfrigt i hög grad var beroende af, huruvida man lyckades förebygga sättning, räknade man dels med jordtryck efter 37° lutningsvinkel, dels efter ett jordtryck $= 0$.

För ernående af stabilitet insattes i muren bockar af 14 kg räls på hvarannan meter. Omkring bockarnas öfre ändar lades öglor af 25 mm:s □-järn, och från dessa öglor indrogos förankringsjärn i betongbotten under pannorna. Genom rörkanalens betongbotten erhåller murens fot stöd mot mellanmurens grund. Den nämnda belastningen gaf ett större tryck på jorden i murens framkant, än som var önskligt, och nedsattes därför en påle på hvarannan meter. För att undvika schaktning till grundvattenytan för dessa enstaka pålar — ett arbete som för öfrigt skulle medföra fara för sättning — användes pålar med den nedre, mellan fasta botten och pålafskärningen liggande delen af trä och den öfre af betong, gjuten i ett med träpålen fastspikadt plåtrör. Rälsbockarnes främre ben ingjötos i ofvannämnda pålar och deras bakre nedsattes i korta betongpålar. Öfver de främre pålarna lades längs muren en 28 kg:s järnvägsskena för öfverförande af murens tryck på pålarna, hvarjämte murens öfver pålarna framdragna näbb stärktes med järnarmering.

För grundläggning af ångskorstenen sänktes en cylindrisk brunn af 5.2 meters inre diameter ned ett stycke under pålafskärningen. Brunnen murades af tegel med 1 1/2 stens väggjocklek på en krans af 2 lager 7.5 cm:s plank, skodd i kanten af ett ringformadt T-järn. I tegelmuren inmurades i nyssnämnda T-järn fästade ankarjärn och dessutom 2:ne horizontala ringar af järn. Sänkningen befordrades genom påläggning af extra belastning och genom anbringande af rör för vattenspolning utefter brunnens yttersida. Inuti brunnen nedslogos, sedan densamma kommit på sin plats, pålar, som på grund af den fasta botten stigning ej voro mer än 3.5—4.5 meter långa. Brunnens uppgift var dels att ersätta träspånten och medgifva ett tryggare arbete genom flytsanden under det höga jordtryck, som rådde vid detta schakt, dels att stötta mot sidotryck. Pålarna ingötos i en betongkaka, från hvilken grunden uppmurades i form af en ihålig betongcylinder.

Pumpverk och ångpannor med tillhörande rörledningar och hjälpmaskiner äro levererade af Nydqvist & Holms verkstad i Trollhättan.

Den 3 juli 1901 beslöt drätselnämndens andra afdelning att genom annons infordra anbud på pumpmaskineriet enligt ett af byggnadskontoret upprättadt program. Då detta program är belysande för pumpanläggningens hufvuddrag anföres härnedan utdrag ur detsamma.

»Vattenverket skall använda:

- 1:o grundvatten,
- 2:o vatten ur Bornsjön,
- 3:o » ur Mälaren.

Allmän beskrifning.

Vattenverkets höjdläge och anordning äro sådana, att grundvattnet och Bornsjövattnet efter genomgången filtrering af sig själfv rinner till den s. k.

renvattenbehållaren, hvarifrån det medels pumpverk, här kallade *högtrycks-pumpverk*, skall uppfordras till en reservoar vid Trekanten intill stadens södra gräns. Mälarevattnet måste däremot först medels särskilda pumpverk, här kallade *filterpumpverk*, uppfordras till filterbassängerna för att från dessa sedermera rinna till nyss nämnda renvattenbehållare och därifrån af högtryckspumparne sändas till reservoaren. För närvarande kommer emellertid endast grundvatten och Bornsjövatten till användning.

Uppfordringshöjder.

Uppfordringshöjderna framgå af följande uppgifter:

Stigröret i högreservoaren ligger på	+ 62 m. *)
Friktion i hufvudledningen mellan vattenverket och reservoaren är i vanliga fall	15.9 m.
Summa	77.9 m.

vanliga vattenytan i renvattenbehållaren är belägen på + 10.8 m.

Alltså *vanlig uppfordringshöjd* + 67.1 m.

vid hvilken *pumpverken* bör arbeta med *största ekonomi*.

Undantagsvis kunna förhållandena vara sådana, att, medan stigrörets höjd fortfarande är	+ 62.0 m.
friktionen i hufvudledningen ökas till	+ 25.7 m.
Summa	87.7 m.

och att vattenytan i renvattenbrunnen faller till sitt *lägsta läge* + 9.0 m.
i hvilket fall erhålles en *maximal uppfordringshöjd* af 78.7 m.

Ett dylikt fall torde emellertid sällan inträffa.

Filterpumpverk.

Högsta vattenytan i den fördelningsbrunn, som utdelar vattnet till filterbassinerna, ligger på	+ 12.3 m.
Motståndet i yttre ledningen från pumpverken till fördelnings- brunnen är.....	0.7 m.
Summa	13.0 m.

Mälarens lägsta vattenyta är	+ 3.8 m.
Motståndet i ledningarne från Mälaren till pumpverkens sugbrunn beräknas till högst	1.0 m.
hvaraf erhålles lägsta vattenytan i sugbrunnen till	2.8 m.
och uppfordringshöjd i maximum =	10.2 m.

Växlingen i motstånden äro här af ringa betydelse.

*) Alla mått öfver Stockholms slusströskel.

Vattenmängd.

Hvarje *högtryckspumpverk* skall uppfordra 193 sekundliter vatten.

Hvarje *filterpumpverk*, skall om det kopplas till motsvarande högtrycks-pumpverk, uppfordra 193 sekundliter vatten + den vattenmängd, som kräf- ves för ångmaskineriets kondenseringsbehof. Kondenseringsvatten tillföres tills vidare från Bornsjön och kan tagas från renvattenbehållaren eller direkt från Bornsjöledningen. Sedermera skall det uppfordras från Mälare- ledningens sugbrunn, hvars lägsta vattenyta ligger på + 2.8 m.

Leveransens omfattning.

Nu ifrågavarande leverans omfattar:

A. Två högtryckspumpverk med ångmaskiner, kondensorer etc.

Filterpumparnas effekt anges i detta program blott på den grund, att anläggningen från början måste så konstrueras, att de sedermera kunna på lämpligt sätt anordnas.

B. Ångpannor hvilka skola konstrueras så att de förmå lämna ånga till

- 1) 2 högtryckspumpverk om vardera 193 sekundliters effekt,
- 2) filterpumpverk med en uppfodringsförmåga af tillsammans 386 sekundliter + kondensationsvatten,
- 3) en elektrisk kraft- och belysningsstation om 100 effektiva hästkrafter, hvilken pr timme kräfver 1,250 kg ånga af 10 atmosferers tryck.

Tillräcklig reserv skall vid ångpanneanläggningen anordnas.

C. *Takkran* med längs hela maskinsalen räckande skenor och even- tuellt konsoler; kranen tillräckligt stark för att de tyngsta af de leveransen tillhörande delar med densamma lätt kunna handhafvas.

D. Alla *rörledningar* och ventiler för vatten och ånga inom maskin- och ångpannehus, de senare väl isolerade och anordnade så, att hvilken som helst af ångpannorna kan lämna ånga till hvilket som helst af pump- verken.

E. *Tryckklocka* af stålplåt gemensam för de 2:ne pumpverken, för- sedd med anordning för lufttillförsel.

F. *Durkar, trappor* och räcken, grundbultar och plattor,

allt i fullständigt skick med säkerhetsventiler, regulatorer, manometrar, slagväljare, smörjanordningar, reservdelar, eldningsredskap, spjäll, ångpanne- armatur enligt yrkesinspektionens föreskrifter, med vederbörliga delar fint målade; utfördt på bästa sätt och af bästa materialier, fullt färdigt och igångsatt.

Undantag från leveransen.

I leveransen ingå icke några murningsarbeten såsom grundmurning för pumpverk och maskiner, inmurning af ångpannor m. m., ej heller för-

sökte för sådant ändamål Stockholm under december månad. I januari 1902 afgaf han ett vidlyftigt utlåtande, ur hvilket följande må citeras.

»I anbuden begärda pris och garanterad kolåtgång kunna icke utan vidare gifva vid handen, hvilket anbud som är ekonomiskt fördelaktigast, och det är därför af nöden, att för åstadkommande af en likartad grundval för deras bedömande först göra klart för sig, hvad $\frac{1}{100}$ kg ökad kolåtgång pr effektiv pumphästkraft och timme betyder, och hvilka kostnader betingas för maskin- och ångpannehus enligt de olika förslagen.

Beträffande den förstnämnda punkten förutsattes efter samråd med chefen för Stockholms stads vattenledning, Herr Kapten F. Vilh. Hansen, att hvarje högtryckspump under årets 365 dygn i medeltal är i drift 21 $\frac{1}{2}$ timme, att anläggningens lifslängd blir 30 år och att enligt medeltalen för de senaste åren man har att räkna med ett stenkolspris som, inbegripet transporten till Norsborg, lossning med kran därstädes och vidare befordran in i kolskjulet och från detta till pannorna bör uppskattas till 22 kronor pr 1,000 kg.

Ett högtryckspumpverks normala effekt är:

$$\frac{193 \text{ sekundliter} \times 67.1}{75 \text{ kgm}} = 173 \text{ effektiva pumphästkrafter,}$$

och sålunda blir den staden till last fallande årliga kostnaden vid öfverskridandet af garantien för $\frac{1}{100}$ kg. ökad kolförbrukning per effektiv pumphästkraft och timme

$$\frac{\text{hk.} \quad \text{tim.} \quad \text{dygn}}{173 \times 21.5 \times 365 \times 22}{100 \times 1,000} = \text{i rundt tal 300 kronor för hvarje maskin.}$$

Betraktar man detta belopp som en årlig ränta, hvilken skall tagas med i räkningen för den tidrymd, under hvilken anläggningen är i arbetsdugligt skick (30 år), och antager man att den räntefot, efter hvilken Stockholms stad f. n. kan upptaga lån, är 4.35 procent, så låter det kapital K , med hvilket en årsränta af $r = 300$ kronor under de 30 följande åren nu kan köpas, beräkna sig enligt formeln

$$K = \frac{r (p^n - 1)}{p^n (p - 1)}$$

i hvilket $p = 1 + \frac{4.35}{100} = 1.0435$ betyder den årliga diskontofaktorn.

I denna formel är

$$\frac{p^n - 1}{p^n (p - 1)} = \frac{1.0435^{30} - 1}{1.0435^{30} (1.0435 - 1)} = 16.6$$

och kapitalet blir för ifrågavarande årsränta

$$K = 300 \times 16.6 = \text{i rundt tal 5,000 kronor.}$$

I enlighet härmed stegras alla de anbudsgifvares pris, hvilka i sina anbud hafva uppgifvit en högre kolåtgång än den firma, som garanterat den lägsta kolåtgången per effektiv pumphästkraft och timme, för hvarje $\frac{1}{100}$ kg, skillnad och för hvarje högtryckspumpverk med 5,000 kronor; eller för båda högtryckspumpverken för hvarje $\frac{1}{100}$ kg högre kolåtgång med 10,000 kronor.»

För beräkning af kostnaden för maskinhuset hade lagts till grund det behof af utrymme, som framgått af de till de olika anbudena hörande ritningar. Med utgångspunkt från det anbud, hvars maskinerier kräfdes den lägsta kostnaden för byggnaderna, borde till de öfrigas pris läggas ett belopp, som i hvarje fall motsvarade den ökade kostnaden. I enlighet med dessa synpunkter hade herr Schröder uppgjort en sammanställning, hvori, genom förut omnämnda tillägg, erhållits verkliga jämförelsetal. De tre anbud, hvilkas jämförelsetal sålunda befunnits lägst, underkastades i utlåtandet en ingående teknisk kritik, hvilken utmynnade i en tillstyrkan för af firman Nydqvist & Holm i Trollhättan afgifvit alternativt anbud, slutande på ett pris af 245,000 kronor och afseende liggande pumpmaskinerier och 4 ångpannor af Lancashiretypen jämte öfverhettare. Sedan byggnadskontoret förenat sig i denna tillstyrkan, antog drätselnämnden den 22 januari ifrågavarande anbud. I det därefter upprättade leveranskontraktet intogs en bestämmelse om, att leverantören mot en särskild ersättning af 16,500 kronor skulle vid ångpannorna anordna automatiska eldningsmaskiner s. k. underfeed stokers, därest drätselnämnden före den 1 juni 1903 därom gjorde tillsägelse. Prof med dylika apparater pågingo nämligen vid Årstaviksverken, och man önskade afvakta de där vunna resultaten, innan saken fastslogs. Sedan dessa prof utfallit gynnsamt, beslöt drätselnämnden att låta anbringa stokers vid Norsborgs ångpannor.

Det torde vara lämpligt att, med benäget tillstånd af firman Nydqvist & Holm, här meddela ett fritt utdrag af den redogörelse öfver maskinläggningen, hvilken nämnde firma år 1905 utgifvit, hvarvid må nämnas att motsvarande clichéer af firman ställts till förfogande.

Ångpannorna, som äro af Lancashire-typen, hafva hvardera en eldyta af 90 m², samt äro konstruerade för ett ångtryck af 10 kg per kvcm. De hafva en längd af 10.55 meter och en diameter af 2.24 meter. De båda eldrören äro utförda enligt Morrisons system med diametrarna 750 × 850 mm och hafva en godstjocklek af 10 mm. Eldrörens längdskarfvar äro svetsade, tvärskarfvorne äro nitade. Plåtar och nitar äro af prima mjuk martin, all nitning är i största möjliga grad utförd med hydrauliskt tryck. Inmurning af pannor och öfverhettare framgår af fig. 31.

Öfverhettarne, som äro inmurade bakom pannorna, äro af Szamatolskis patent, hvardera med en eldyta af 58 kv.-meter. I dessa apparater kan ångans temperatur höjas ända till 350°. Öfverhettaren består af en ång-

kammare af plåt och de däri insatta helvalsade öfverhettarörören, hvilka äro så anordnade (fig. 32), att de kunna fritt utvidga sig, utan att hvarken de själfva eller ångkammaren taga skada af den höga temperaturen. I ång-

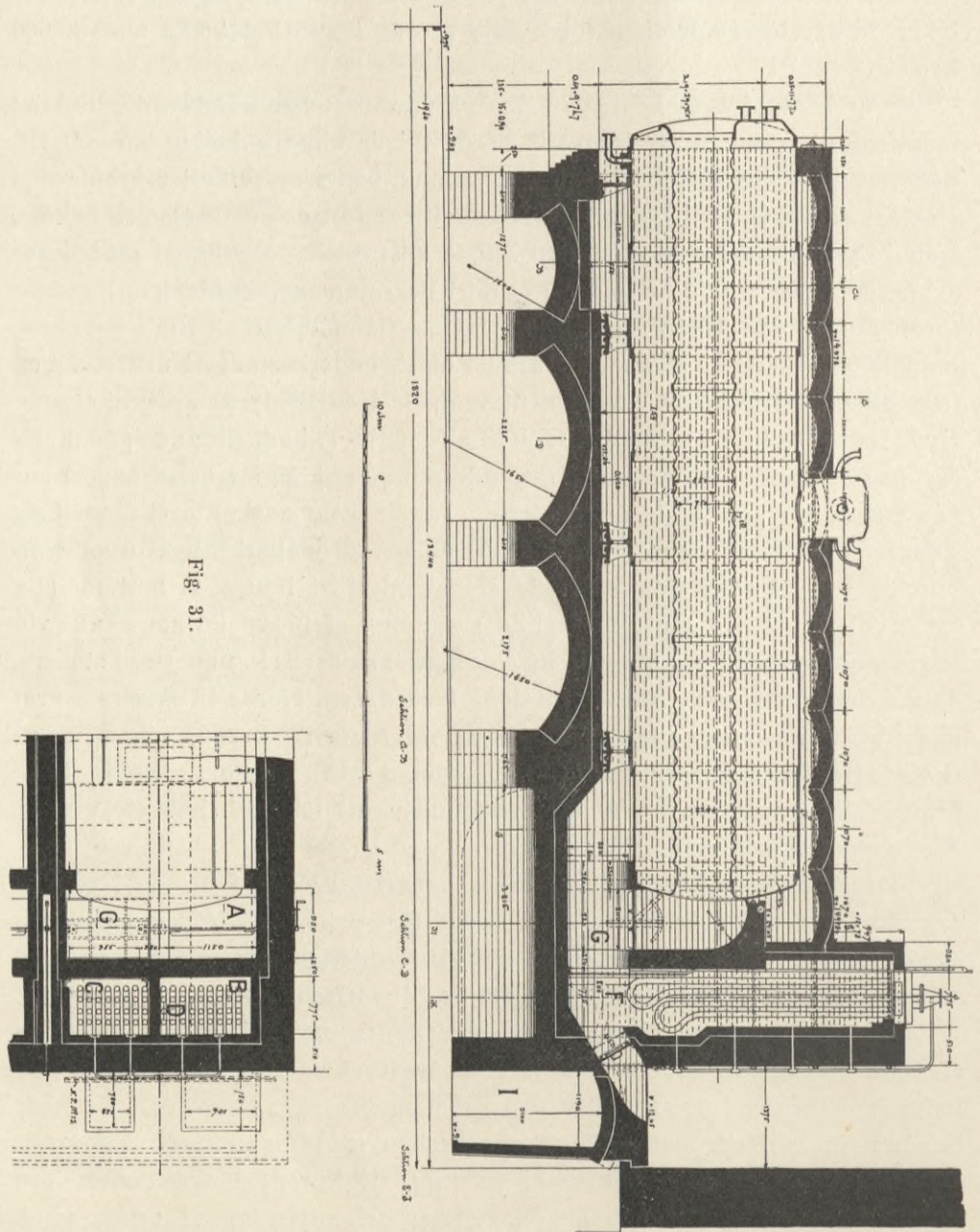


Fig. 31.

kammarens tak äro små manhål anbragta, genom hvilka samtliga rör kunna omses. Manluckorna täta mot kammarens tak utan packning och fasthållas af ångtrycket. För att erhålla en fullt effektiv och successiv öfverhettning äro rören medelst kåpor af pressad plåt förenade i grupper, så anordnade,

att den area, som gifves ångan att genomströmma, minskas ju högre öfverhettningen blir.

Ångan erhåller härigenom en lång väg att passera genom rökgaserna, hvarjämte genom de ständiga riktningförändringarna ångpartiklarne så grundligt blandas, att en fullt likformig öfverhettning erhålles. Som ångkammaren ständigt står full med ånga af samma tryck som ångan i öfverhettarörerna, behöfva de pressade kåporna ej täta absolut emot kammarens botten. Rökgaserna strömma genom öfverhettaren på så sätt, att gaserna först komma i beröring med de rörgrupper, där ångan har den största hastigheten och den högsta temperaturen, hvarigenom deras värme på bästa sätt tillgodogöres, och effektiv öfverhettning erhålles. Det i öfverhettaren fastnade sotet afblåses medels öfverhettad ånga genom en strålapparat, som är inmurad bakom öfverhettaren.

Som framgår af inmurningsritningen, är mellan pannan och öfverhettaren i murverket anbragt ett höj- och sänkbart spjäll »F», hvilket tjänar till att vid efter-syn och reparation alldeles kunna frånkoppla öfverhettaren. Framför detta spjäll ligger ett vinkelspjäll »G», med hvars hjälp graden af öfverhettning kan regleras. Ritningen visar spjällens ställning då öfverhettaren är inkopplad, och gaserna gå då ned genom öppningen »A» och genom ett hål i murverket in i öfverhettarorummet »B». De strömma här först rätt upp, gå därpå öfver muren »D» alldeles under ångkammaren, ändra sedan ånyo riktning och gå rätt ned genom »C», hvarpå de genom spjället »F» och under spjället »G» komma ut i de själfva pannan omgifvande röckkanalerna. Här strömma de först framåt efter dennas högra sida, sedan bakåt efter venstra sidan och därefter genom en kanal »I» ut i skorstenen.

Skall öfverhettaren utkopplas, vrides vinkelspjället ett kvarts hvarf. Härigenom afstänges rummet »A» och sålunda ingången till öfverhettaren, hvarigenom gaserna tvingas att genast cirkulera omkring rundpannan.

Pannorna eldas med s. k. »Underfeed Stokers» af »Underfeed Stoker Co:s» tillverkning, hvilkas hufvudanordning och utseende framgår af fig. 33. »A» är en tratt, i hvilken kolen stjälpas ned. I botten af tratten är en skruf, hvilken går utefter stokerns hela längd i rännan »B». Med hjälp af en i kapseln »C» befintlig ångmaskin vrides skrufven, och matas då kolet

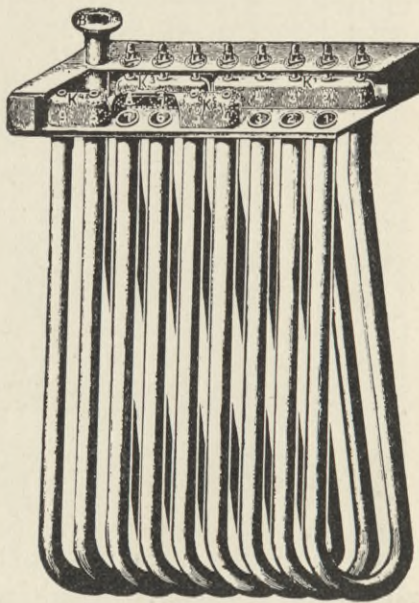


Fig. 32.

omkring 2 m³ vatten och är försedd med vattenståndsglas, termometer och flottör, som automatiskt reglerar vattentiloppet från förvärmarna.

Rörledningarna, hvilkas anordning framgår af planskissen å pl. 5, äro så utförda, att man efter behag kan drifva hvilken maskin som hälst från hvilken panna som hälst. Där ångledningarna utgå från domerna, äro anbragta aflastade expansionsboxar, som tillåta rörledningarna att fritt utvidga sig. Dessa boxar såväl som alla öfriga fason-stycken i ångledningen äro af martingjutgods. Hufvudångledningarne, afsedda för öfverhettad

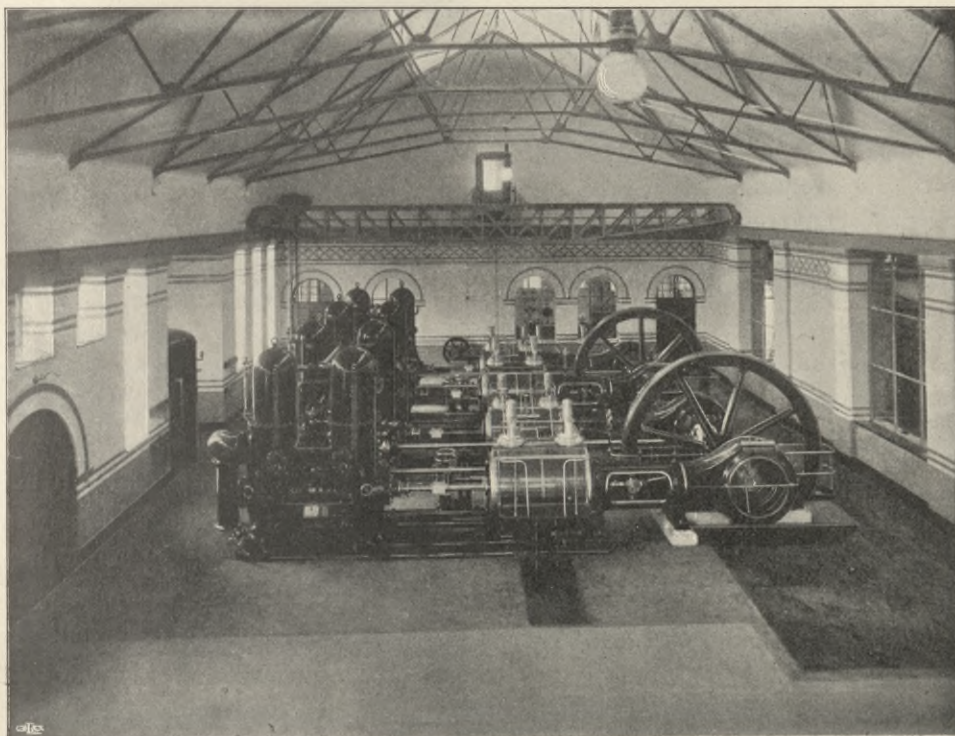


Fig. 34.

ånga, äro utförda af helvållda smidesjärnsrör med lösa flänsar och påvållda tätningaringar.

Ångledningarna från ångpannorna till ångmaskinerna äro anordnade så, att de kunna gifva endera mättad ånga, öfverhettad ånga eller en efter behovet modererad blandning.

På pannmuren finnes en ångsamlare, som kan sättas i förbindelse med hvilken panna som hälst. Från denna samlare ledes ångan till en ventillåda, som fördelar ångan till de olika hjälpmaskinerna. Till injektorerna lämnas ånga från en å hvarje panna anbragt särskild ledning. Alla tilloppsledningar för mättad ånga äro af koppar, och ligga dessa såväl som alla öfriga ledningar för vatten och ånga under pann- och maskinhusens golf, lätt åtkomliga från källarevåningen.

Samtliga ångledningarna äro isolerade med kiselgur, hvilket visat sig synnerligen effektivt. Omkring alla flänsförbindningar äro anbragta kåpor af bleck, hvarigenom man kan komma åt att se öfver och draga samtliga skarfvar samt vid behof taga isär ledningarna, utan att skada isoleringen. Rören äro inuti kåporna lindade med asbestsnodd, hvilket lätt kan aflindas, om man vill undersöka flänsarna. Rören äro ofvanpå isoleringen öfverklädda med linneduk samt spacklade och målade.

I maskinsalen, fig. 34, äro de två pumpmaskinerna uppställda. De bestå hvardera af 2 dubbelverkande pumpar, drifna af horisontala compound-kondenserings-ångmaskiner, hvilkas genomgående kolfstänger äro direkt kopplade till pump-plungarna. Ångmaskinerna, hvilka äro försedda med Riedler-Stumpfs pressionsventilstyrning, hafva följande hufvuddimensioner och arbeta normalt med 60 slag i minuten.

Högtryckscylinderns diameter	540 mm
Lågtryckscylinderns »	840 mm
Slag	800 mm
Admissionstryck.....	9.5 kg pr cm ² .

Hög- och lågtryckscylindrarnas lock samt lågtryckscylindrarna äro försedda med ångmantlar, hvarjämte i receivevrarna äro inlagda värmelement.

Ångfördelningen sker medelst dubbelsitsiga ventiler af gjutjärn, hvilka äro nära nog aflastade, och som täta med breda koniska tätningsytor, hvarigenom erhålles stor täthet mot läckning, ringa afnötning samt ringa kraft för ventilens lyftande. Anordningarna för reglerandet af ångans till- och aflopp från cylindern framgår af fig. 35, och består det principiellt nya i denna reglering i följande tre anordningar: införande af oljekatarakt, förbättrad regleringsanordning och anbringande af en axelregulator.

Oljekatarakten, som verkar genom en s. k. vaccuumbuffer, är inbyggd i ventilstyrningens öfversta del och arbetar på följande sätt. När ventilen genom regleringen höjes, uppstår å undre sidan af kolfven »G» ett vacuum, hvarjämte en del olja från rummet »L» rinner ned till »M». Efter utryckning af regleringshaken »A» sluter atmosferycket ventilen, hvarvid oljan ånyo utpressas till kolfvens öfre sida genom den strypta öppningen vid »B», hvarvid åsyftad buffertverkan å kolfven erhålles. I oljekatarakten finnas å vacuumkolfven 2 st. cylindriska, med insvarfvade spår försedda tätningsytor, hvilka med hjälp af den i den öfre oljebehållaren stående oljan åstadkomma en god tätning mot luftläckning. Denna vacuum-oljekatarakt har den stora fördelen, att den vid andra konstruktioner för ventilens slutande brukliga fjädern, hvilken lätt går sönder och föranleder många obehag, helt och hållet bortfaller. Vaccuumbufferen har dessutom följande fördelar framför fjädern.

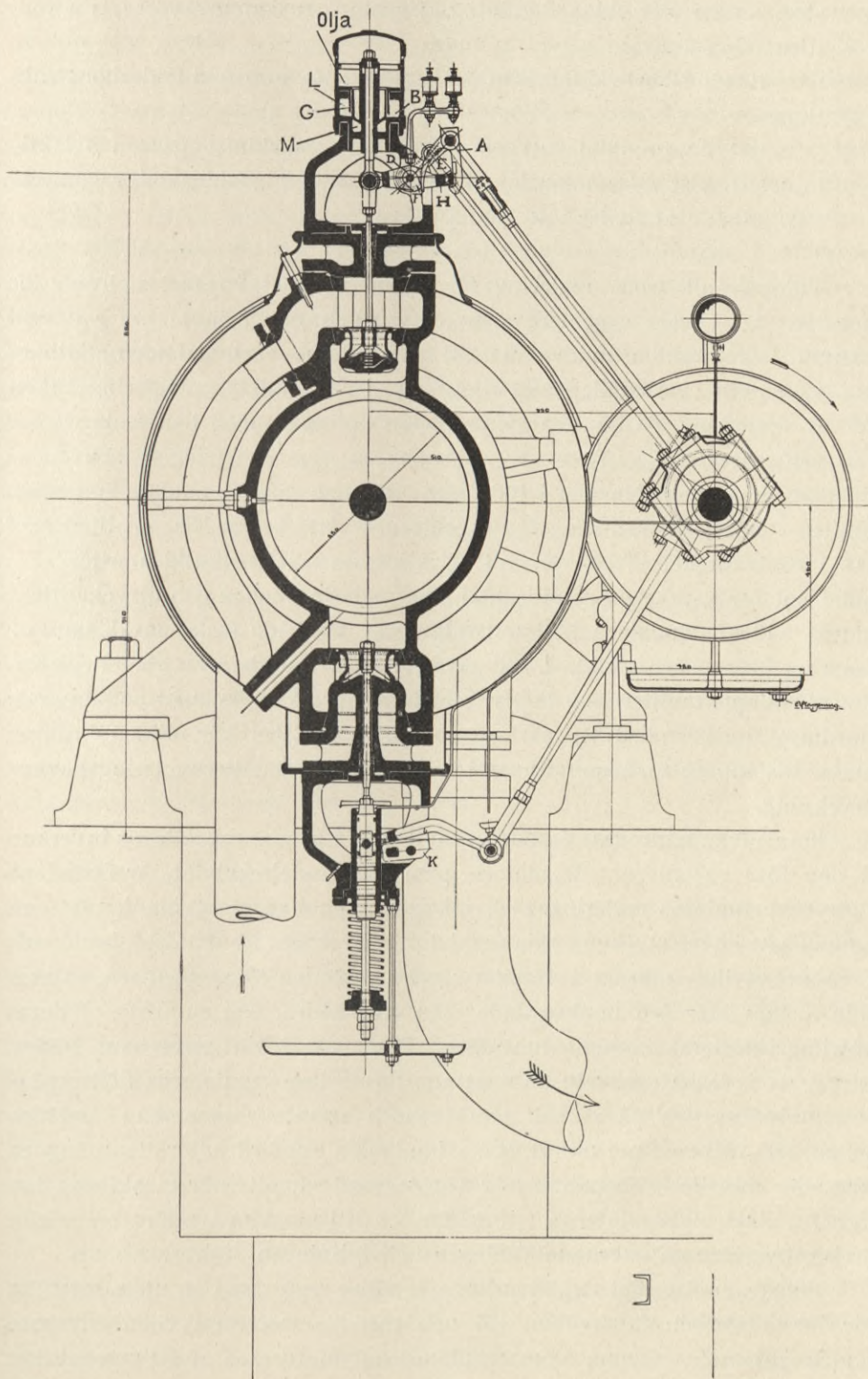


Fig. 35.

Den stängande kraften är alltid och under alla förhållanden lika stor, under det vid användning af fjäder densamma ändras, då ventilens slag ändras.

Huset för oljekatarakten är betydligt lägre än vid fjäderkonstruktionen.

Det är omöjligt, att en oförständig maskinist genom felaktig injustering af densamma kan förorsaka sådana maskinskador, som vid användande af fjäder lätt kunna uppstå.

Tilloppsventilernas reglering förmedlas medelst en fast och en lös excenter. Den fasta excentern öppnar ventilen och åstadkommer därvid vacuum i katarakten, under det att den genom axelregulatorn ställbara lösa excentern verkställer regleringshakens uttryckning. Regleringshaken »A» är upphängd på den å uppbyggnaden anbragta, från den fasta excentern drifna regleringsvefven »E» och har en upp- och nedgående rörelse. Vid nedgång griper den fast i lyftarmen »H» och öppnar med dennas hjälp ventilen. Rörelsen från den lösa excentern öfverföres medelst en liten axel »D» i centrum af vefven »E» till en å denna axel befintlig knaster »F», som i sin tur verkar på den förutnämnda regleringshaken och uttrycker densamma vid af regulatorn bestämd tidpunkt. De båda fasta såväl som de lösa excentrarna äro ställda i 180 graders vinkel mot hvarandra. Regleringen af tillloppsventilerna å lågtryckscyldern verkställas med en liknande anordning med endast en fast excenter, men erhållas här olika fyllningar genom inställning för hand af knastern »F», som verkställer regleringshakens uttryckning.

Som ofvan nämndes, bestämmes fyllningen genom regulatorns inverkan på den lösa excentern. Regulatorn, som är en axelregulator, är fästad på högtryckscylderns regleringsaxel, inbyggd i en kapsel af blank plåt och sammansatt af två stycken enkla regulatorer, hvardera i hufvudsak bestående af en svängvikt, anbragt i samma stycke som den lösa excentern. Dessa båda svängvikter äro hopkopplade med hvarandra, och summan af deras centrifugalkrafters moment motväges af en för båda gemensam fjäder. Genom en å regleringsaxeln anbragt anordning kan regulatorns fjäderspänning förändras och på så sätt maskinens hvarfantal under gång förställas mellan 45—75 hvarf per minut, och sålunda den uppfordrade vattenmängden ökas eller minskas. Regulatorn är konstruerad så, att, när maskinens hastighet ändras, svängvikterna i förhållanden till maskinen utföra en relativ rörelse, hvarigenom excenterställningen och fyllningen ändras.

Konstruerad enligt denna princip, erhåller regulatorn en utomordentlig stor förställningskraft, hvilken till och med är större än vid de tyngsta pendelregulatorer. Denna stora regulatorkraft motverkas af ett mycket litet motstånd från regleringsmekanismen, på grund af att den förut omnämnda

knastern »F» endast har att öfvervinna friktionsmotståndet mellan regleringshaken »A» och stålplattan å lyftarmen »H», hvarvid detta motstånd, som ungefär går genom axelns midt, verkar på en mycket liten häfarm. Som motståndet är obetydligt och dess häfarm liten, blir regleringens motståndsmoment nära lika noll, hvarför någon återverkan från regleringen på regulatorn är omöjlig. Stänger m. m. mellan den lösa excentern och regleringsmekanismen »F» kunna äfven göras mycket klena och lätta. Dessa regulatorer hafva dessutom en mycket stor fördel framför andra konstruktioner därigenom, att de vid inträffade belastningsändringar å maskinen ögonblickligen inträda i verksamhet. Detta är till och med fallet, när regleringen är i ingrepp med ventilen, i hvilket ögonblick vid nästan alla andra regleringssystem en inverkan af regulatorn på grund af de då uppträdande stora motstånden är omöjlig. Utförda maskiner hafva visat, att dessa regulatorer utan användande af oljebroms eller dylikt arbeta snabbt och exakt och ej på minsta sätt råka i svängningar, hvilket dessutom förhindras därigenom att de två enkelregulatorerna äro hopkopplade i 180 graders vinkel, hvarigenom en fullständig utbalansering vid alla hvarfantal uppnås.

Aflopsventilerna å såväl hög- som lågtryckscylindern regleras från samma axel som inloppsventilerna medelst fasta excentrar och s. k. »Wälzhebel». Denna består af en i vinkel böjd häfarm, hvars arbetande plan »a-b» är cylindriskt, hvarigenom en mjuk rörelse erhålles, då ventilen lyftes, därigenom att häfarmen rullar öfver klossen »K». Vid excenterstångens nedgående rörelse öppnas ventilen, vid dess uppgående stänges den. Ventilen är stängd, innan häfarmens kontakt med klossen upphör, hvarför den aldrig kan slå emot sätet och sålunda skadas.

Det maskinens rörelse utjämnande svänghjulet är placeradt midt på hufvudaxeln och väger omkring 6 ton.

Sedan ångan arbetat i såväl hög- som lågtryckscylindern, inkommer den i en matarevattenfövärmare, som består af ett vertikalt, cylindriskt kärl med två invändiga bottnar. I dessa bottnar finnas tvänne tubsatser, af hvilka de i den öfre botten koncentriskt omsluta de i den undre insatta. Ångan inkommer i förvärmarens nedersta del och stiger upp i den inre tubsatzen, går ned genom mellanrummet mellan tuberna och kommer mellan de båda bottnarna, hvarifrån den strömmar till kondensorn. Matarevattnet inkommer ofvan den öfre botten, omspolar tuberna och afgår vid förvärmarens topp till den i pannhuset uppställda varmvattencisternen. Vid normal drift erhåller matarevattnet i förvärmarene en temperatur omkr. c:a 80 gr.

Kondensorn är placerad i källaren vid sidan af lågtryckscylindern och så djupt ned, att den kan suga det erforderliga kondensationsvattnet från den blifvande Mälareledningens sugbrunn. Tills vidare tillföres kondensationsvattnet från Bornsjöledningen. Kondensorn är en s. k. insprutningskondensator och är sammanbyggd med luftpumpen, som erhåller sin rörelse

från vef tappen förmedelst vefstake och vinkelvef. Denna rörelse är så anordnad, att de blifvande filterpumparna här lätt kunna inkopplas. (Se pl. 5). Den kondenserade ångan och kondensationsvattnet afgå till kloaken.

Ångcylindrar, receivrar och förvärmare äro isolerade med kiselgur. Dessutom äro de klädda med plåt, hvilken å ångcylindrarne är occiderad.

Bakom ångcylindrarna och förenade med ångmaskinen medelst kraftiga balkar af gjutjärn äro de dubbelverkande pumparna uppställda. Pumpkolfvarna, som äro af gjutjärn, hafva en diameter af 290 mm och ett slag af 800 mm. De gå i metallfoder, som i båda ändar täta medels packningar i de som vertikala cylindrar utbildade ventilhusen. Vid normal drift, d. v. s. 60 hvarf, lämna pumparna 198,3 sek. liter.

Ventilerna äro utbildade såsom ringventiler och lyftas medelst vattnets tryck. Å spindeln, på hvilken ventilen rör sig, är anbragt ett anslag, kombineradt med buffer, hvilket begränsar ventilens slag. För att erhålla en hög volymetrisk verkningsgrad äro pumparna försedda med ventilstyrningsanordning enligt Riedlers patent.

Ventilstyrningen erhåller sin rörelse från ångmaskinens regleringsaxel, hvilken är utdragen till pumpen. På regleringsaxeln är fästadt ett kamhjul, hvilket drifver ett system af stänger och vefvar å pumpens utsida fram och åter och därvid gifver en vid hvarje ventil anbragt klo en upp- och nedgående rörelse. Med hjälp af denna klo nedföres ventilen med en hastighet, afpassad efter den framströmmande vattenmängden, mot sätet, men lämnas fritt sväfvande i vattnet obetydligt öfver detsamma, på det att tätningssystemen ej skola skadas, när kolfven ändrar rörelseriktning. De rörelsen reglerande stängerna äro försedda med spiralfjädrar, hvilka hafva till uppgift att skydda styrningen, i händelse något föremål vid ventilens stängning skulle komma mellan denna och sätet. Den sista delen af stängningsrörelsen, hvilken blott är en bråkdel af en millimeter, utför ventilen själf, och erhålles på detta sätt en jämn och stötfri gång.

Under sugventilerna är ett stort rum, hvilket tjänstgör som sugklocka. Båda pumparnas sugrum äro förbundna med ett rör, hvilket bidrager till att utjämna vattnets rörelse i sugledningen. Sugröret från renvattenbehållaren, hvilket har en diameter af 550 mm, delar sig inuti maskinsalen i två 400 mm grenledningar, en till hvarje pump. För att hindra luften i sugklockan att inkomma i pumpen äro under sugventilerna inbyggda trattar, hvilka nedgå i vattnet. Från sugrummet går en ledning till kondensorn, hvilken ledning har till ändamål att med hjälp af det i den senare förefintliga vacuum, uppsuga vattnet från renvattenbrunnen till pumpen, om vattenståndet i brunnen skulle vara så lågt, att pumpen vid igångsättning ej själf skulle kunna suga detsamma.

Öfver tryckventilerna äro anbragta tryckklockor, en öfver hvarje ventil. För att förbättra deras verkan äro de sins emellan förbundna med vida

gjutjärnsrör. Från tryckrummet utgår tryckledningen, hvilken vid hvarje pump är 350 mm i diameter. Rören gå ned genom golfvet och förena sig där till en för hvarje pump-par gemensam ledning med 500 mm diameter, hvilken inmynnar i tryckklockan. Hvarje pumpmaskin kan medelst en slussventil afstängas från den stora, för båda pumpmaskinerna gemensamma tryckklockan, som är utförd af stålplåt. Denna har en volym af ej mindre än 5.5 kub.-meter. Från denna klocka utgår den för båda pumpmaskinerna gemensamma tryckledningen, hvilken har en diameter af 1,016 mm.

Pump- och tryckrummen äro förenade medelst s. k. omloppsventiler, hvilka vid igångsättningen öppnas, då pumpen därigenom aflastas.

Pådragsanordningar för vatten och ånga, utblåsningar, direkt påsläppning och hjälpinsprutning för kondensorn manövreras från ett gemensamt stativ, placeradt mellan ångcylindrarna, och kan maskinisten från detta ställe bekvämt iakttaga de, på ett särskildt stativ bakom svänghjulet monterade mano- och vacuummetrarna.

Ångmaskinens smörjning sker från tre centralsmörjkoppar, så konstruerade, att oljetillflödet till hvarje ställe kan efter behof regleras. Cylindrar och pistonboxar smörjas med Mollerups-apparater, af hvilka den som smörjer högtryckscylindern är försedd med grafitblandare, hvilken visat sig mycket effektiv. Pumprörelsen smörjes öfverallt med konsistensfett genom s. k. Staufferkoppar.

Luftklockorna äro försedda med tilloppsledningar för luft, hvilken lämnas från en ångkompressor af Riedler-Stumpfs system. Denna kan per timme leverera omkr. 40 kub.-meter luft, komprimerad till det tryck, som råder i klockorna. Genom att drifva kompressorn oberoende af pumparna erhålles den stora fördelen, att luftklockorna, äfven då pumparne äro ur drift, kunna förses med erforderlig luft.

Kompressorn har endast en cylinder. På ena sidan om den i denna cylinder gående kannan arbetar ångan, på den andra komprimeras luften. Ångfördelningen verkställes af en corliss-slid, som erhåller sin rörelse från en å maskinens axel anbragt excenterskifva. Lufttilloppet regleras äfven af en corliss-slid, genom hvilken luften inkommer i cylindern utan riktningsförändringar och strypningar. Härigenom reduceras förlusterna vid luftens insugande till det minsta möjliga. Luften bortledes genom en tryckventil, hvilken öppnar sig automatiskt, så snart trycket i kompressorn något öfverstiger trycket i luftledningen. Ventilen stänges af kolfven, och är den därför alltid säkert stängd, då kolfvens rörelseriktning ändras, så att komprimerad luft icke kan strömma tillbaka till cylindern. Ventilen öppnar sig utan något fladdrande mot en luftbuffer, hvarför dess rörelse försiggår alldeles tyst, oaktadt kompressorn drifves med en hastighet af 150—240 hvarf per minut.

I maskinsalen är anordnad en rörlig takkran för 8 tons nyttig vikt, hvilken drifves för hand och är tillgänglig från det öfver elektricitetssalen varande förrådet.

Den första ångpannan levererades våren 1902 och tjänstgjorde sedan för drifvande af det permanenta elektricitetsverket. I dec. 1903 voro alla hufvudsakliga delar levererade vid Norsborg, och uppsättningen kunde där-efter taga sin början. I augusti månad 1904 sattes pumpverken för första gången i gång.

Sedan Nydqvist & Holm anmält leveransen till vederbörlig besiktning, utfördes de i kontraktet föreskrifna profven den 21—25 nov. 1904. Såsom stadens besiktningsman närvor ingenjör W. Hök, såsom leverantörens lektor A. H. Lindfors och såsom tredje, af öfverståthållareämbetet utsedd, marin-öfverdirektören H. H. Lilliehöök. De föreskrifna profven voro synnerligen stränga. Hvarje pumpverk skulle underkastas kontinuerlig profning under c:a 24 timmars tid för utrönande af kolåtgången.

Här nedan lämnas en sammanställning af en del af de utförda profven:

Pumpverk.	Profvid.	Panntryck.	Temp. å matarevatten.		Kol i tim.	Afgående gasernas temp.		Admissionstryck.	Ångans temp.	Receivertryck.	Ångans temp.		Vacuum.	Hvarf pr min.	Tryck i klockan.	Afst. mellan v. y. i brunn och klocka.	Total uppfodringshöjd.	Kolåtgång pr hkr. o. tim.	Anmärkningar.
			Ångans temp.	C°		C°	C°				atm.	C°							
1	21	9.96	288	94	121	155	9.46	232	0.7	127	67.5	61.29	68.0	0.84	68.84	0.652	Öfverhettad ånga		
2	22	9.93	284	94	123	163	9.47	228.5	0.65	123.6	69.4	62.25	66.5	1.01	67.51	0.677	d:o	d:o	
2	4	9.9	—	91	144	198	9.49	—	0.9	—	68.5	61.63	66.8	0.94	67.74	0.735	Mättad	d:o	

Kolåtgången var af leverantören garanterad icke öfverstiga 0.89 kg 1:ma Waleska kol vid användande af mättad och 0.75 kg vid öfverhettad ånga, allt per pumphästkraft och timme och vid uppfodrning af 193 sekundliter till 67.1 meters höjd, vattenmängden uppmätt i mottagningsreservoaren vid Trekanten.

Såsom synes har den af leverantören garanterade kolförbrukningen ganska afsevärdt underskridits: med 17.4 % för mättad och 13.2 % för öfverhettad ånga. De volumetriska profven, vid hvilka vattenmängden mättes i reservoaren vid Trekanten, visade, att uppfodringsmängden vid normal hastighet utgjorde i medeltal 198,3 sek.-liter. Då dessutom, hvilket äfven

af besiktningsnämnden vitsordats, det hela utförts på ett synnerligen omsorgsfullt och prydligt sätt och, så vidt möjligt, är af inhemsk tillverkning, har Stockholms stad allt skäl att vara belåten med denna leverans.

Elektricitetsverkets maskinella utrustning är utförd af Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget i Västerås, hvars anbud antogs bland sju inlämnade. Leveransen betingade ett pris af sammanlagdt 31,390 kronor och omfattade två de Lavals ångturbindynamos om vardera 50 hästkrafter med tillhörande Körtings ejektor-kondensorer, kondensationsvattenspumpar af Z-typ, ventiler, rörledning, ackumulatorbatteri, instrumentering jämte instrumenttafla med plats för de apparater, som kunna erfordras vid uppsättning af ytterligare tvänne maskinaggregat, samt alla elektriska ledningar mellan maskiner, instrument och batteri. Maskintypen valdes efter en omsorgsfull pröfning med hänsyn till det ringa utrymme den kräver, hvarigenom kostnaden för byggnaden nedbringades mer, än som motsvarade kapitaliserade värdet af den meråtgång i kol, de roterande ångmaskinerna fordra gentemot de vanliga. Leveransen besiktigades den 8 september 1903 af Elektriska Pröfningsanstaltens föreståndare, ingenjör T. Holmgren, hvarvid ångturbindynamos belastades under $3\frac{1}{2}$ timme med 35 kilowatt vid en hastighet af 1,500 hvarf per minut, utan att temperaturstegringen öfverskred 20° C. Ackumulatorbatteriet af Tudortypen underkastades ett 3 timmars urladdningsprof, hvilket angaf en kapacitet af 483.4 amp. timmar. Vid besiktningen anmärktes, att ledningarna mellan instrumenttaflan och batteriet voro utförda af 9 mm:s kopparbult, ehuru väl de enligt Kungl. Maj:ts nådiga stadga om elektriska anläggningar för belysning och arbetsöfverföring den 31 december 1902 borde ha haft en genomskärning af 9.75 mm, för att icke belastningen må öfverskrida det i stadgan föreskrifna mått 2 ampère pr mm^2 . Med anledning af denna anmärkning, hvilken praktiskt taget var af ringa betydelse, sökte och erhöll leverantören (11 april 1904) Kungl. Maj:ts tillstånd till bibehållande af ledningarna sådana de utförts.

Som ångpanneanläggningens öfverhettare vid nyssnämnda besiktning icke voro uppsatta, kunde elektricitetsverkets ångförbrukning då icke pröfvas. Denna blef därför föremål för senare prof af en besiktningsnämnd, i hvilken staden inkallade ingenjören, fil. lic. A. Enström, leverantören ingenjör G. Oscar Olsson och dessa båda ingenjör Oscar Nycander. Ur det den 27 maj 1904 daterade besiktningsutlåtandet må följande siffror anföras.

Den af leverantören garanterade ångförbrukningen i kg. per kw.-timme var för mättad ånga 17, för ånga med 100° öfverhettning 15.3. Vid profvet uppgick ångförbrukningen till 14.35 kg. per kw.-timme, då ångans temperatur vid pannan var 315° .

Ånggarantien innehålles sålunda väl. Äfven i öfrigt utföll besiktningen på ett mycket tillfredsställande sätt.

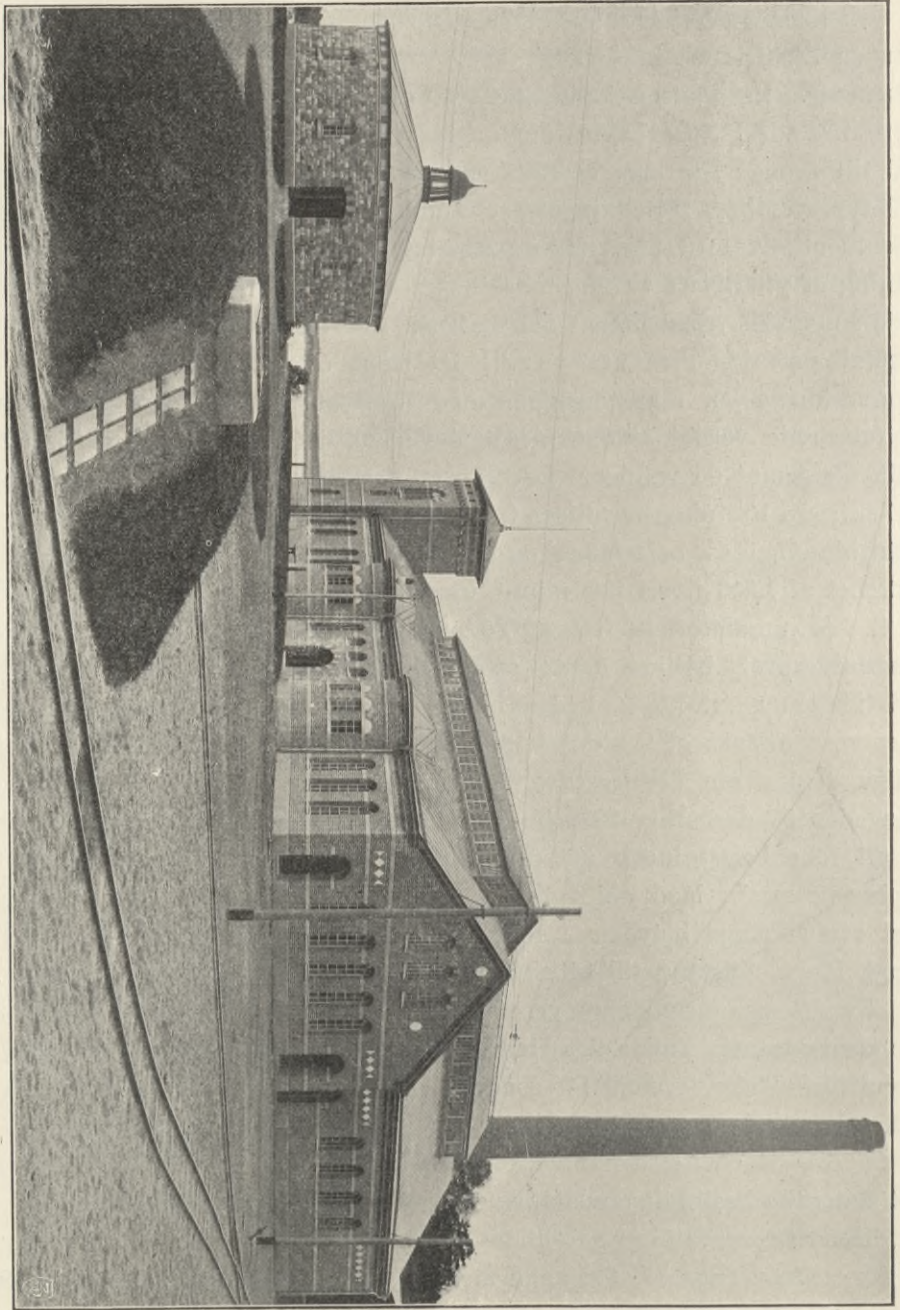


Fig. 36.

Kostnadssammandrag.

	K r o n o r.			
Maskinstationen.				
Maskinhus och ångpanneskorsten.				
Undersökningar			629	11
<i>Jordarbeten:</i>				
Gräfnig i öppet schakt, 5,738 m ³ à 1.11			6,383	85
Återfyllning			1,037	12
<i>Jordschaktning inom spånt och inom skorstensbrunnen:</i>				
Arbete med gräfnig, 3,696 m ³ à 2.06.....	7,644	16		
» » spåntning	4,786	67		
Materiel till spåntning	5,159	78		
Andel i kostnaden för ångkranen.....	1,719	75		
Kostnad för den elektriska kranen	2,496	60	21,806	96
Pålning med träpålar, 1,675 st. à 12.05	20,197	25		
Betongpålar à 10 m längd, 6 st. à 106.89	641	36		
Pålar under stödmuren i pannhuset, 30 st. à 24.36...	730	84	21,569	45
<i>Granitmur i bruk:</i>				
Arbete och bruk, 1,012 m ³ à 4.94	8,325	92		
Andel i kostnaden för ångkranen	5,000	—	13,325	92
<i>Betongarbeten:</i>				
Betong omkring pålar samt i källaregolfven och grundmurspelarne under dessa, 1,264 m ³ à 20.70.....	26,203	97		
Betong i pelare ofvanför källarebotten, hvalf, pumpfundament, rör- och rökkanaler med yttre afslamning, 1,002 m ³ à 29.10	29,167	24	55,371	21
Stålslipad cementputs på källaregolfven, asfalt i ackumulatorkällaren	1,451	51		
Invändig puts på källarmurarna	2,500	54	3,952	05
Järninlägg och förankringar i grundmurar, stödmuren för rörkanalen samt i betongbotten under pannorna jämte järnbalkar i grundmuren.....			6,018	67
Länshållning			3,455	59
Diverse transporter för grundläggningen.....			3,275	60
<i>Sockel och yttertrappor:</i>				
Leverans, 130 m ² à 25.29.....	3,288	59		
Sättning » » » 16.07.....	2,089	41	5,378	—
Asfaltisolering, 380 m ² à 3.88.....			1,478	08
Transport			143,681	61

		K r o n o r.			
	Transport			143,681	61
<i>Tegelmurning, 1,196 m³ à 21.59:</i>					
Arbete med sortering af tegel, ställningar och murning	10,699	31			
Tegelkostnad, inkl. lossning och transporter	11,699	50			
Brukskostnad	2,867	30			
Belysning under arbetet	445	79	25,711	90	
Utvändig fogstrykning			1,617	24	
Kalkstenslister och solbänkar			2,803	39	
<i>Invändig beklädnad med glaceradt tegel, 697 m² à 22.50:</i>					
Leverans och räkning af teglet	8,059	99			
Inmurning, inkl. ställningar, fogstrykning m. m.	7,605	54	15,665	53	
Invändig fogstrykning i pannsalen			993	49	
Invändig beklädnad med puts			924	79	
Järnkonstruktion i murar, diverse pelare m. m.			3,043	30	
<i>Golf:</i>					
Hennebiquegolf öfver den elektriska salen, 100 m ² à 21.44			2,144	84	
Golf af betonghvalf på järnbalkar i elektriska salen och tornet, 129 m ² à 21.10	2,733	33			
Golfbeläggning i d:o med terrazzo, 105 m ² à 14.00	1,274	05	4,007	38	
Golf i pumpsalen af betonghvalf på I-balk., 78 m ² à 12.60	1,095	02			
Beläggning med terazzo i d:o, 103.9 m ² à 10.00	1,039	20	2,134	22	
Golf af trä i pumpsalen			955	51	
Golf i pannsalen: extra durkar utöfver maskinleveransen	1,700	—			
Betonghvalf, 153 m ² à 10.63	1,631	09			
Järnkonstruktion af I-balkar med pelarestöd	1,800	—			
Golfbeläggning med kalkstensplattor	1,523	24	6,654	33	
<i>Yllertak:</i>					
Öfver pump- och pannsal inkl. lanterniner:					
Järnkonstruktion	8,719	40			
Träarbete och diverse	4,884	48			
Materialier till d:o	4,970	62	18,574	50	
Tak öfver elektricitetsverket, torn och klockhus			1,636	36	
Plåtarbete, stuprännor, rännal af koppar			6,758	30	
Målning			5,394	58	
Glasarbeten			2,697	64	
Hiss-schakt			1,120	60	
Trappor			1,173	93	
Dörrar med beslag samt öfriga snickerier			4,555	70	
Järnfönster, inkl. gjutjärnsplattor			4,655	39	
	Transport		256,904	53	

	K r o n o r.			
Transport			256,904	53
Diverse seagliolväggar i källaren samt omkring akkumulatorbatteriet			512	88
Inredning af verkstaden och maskinistrummet			1,279	35
Ljusbrunnar i källaren			834	33
Järndörrar 3 st.			502	—
Järnkonstruktion till vägg mellan maskinistrummet och elektriska salen			470	—
Väggdekoration i porslin			623	47
Badinrättning			3,469	88
Järntrappor			2,180	—
Uppsättning af elektriska ur; balkong, asktransportanordningar, rengöring och diverse arbeten			6,636	04
<i>Skorsten med rökkanal:</i>				
Sänkbrunn	1,448	03		
Sockel.....	254	17		
Tegelmur i rökkanal och skorsten, hatt af gjutjärn till den senare samt åskledare.....	6,401	25	8,103	45
Båttransporter och förräds-kostnader m. m.			8,138	93
				289,654 86
Maskinutrustning.				
Maskinleverans enligt kontrakt			225,000	—
Diverse omkostnader såsom fastgjutning af maskinerna, profning, igångsättning m. m.			8,454	19
Inmurning af ångpannorna och öfverhettarna samt pannmurens beklädnad			13,410	71
Diverse omkostnader för ångpanneafdelningen			2,153	26
Kondensationsvattenledning.....			878	18
Vatten- och aflopsledningar			2,304	57
Båttransporter och förräds-kostnader			2,000	—
				254,200 91
Elektrisk kraftcentral.				
Leverans, enligt kontrakt, af generatorer med kondensationsanordning, akkumulatorbatteri, instrumenttafla och ledningar.....			31,390	—
Fundament, isoleringsfilt, diverse rörledning, komplettering af instrumenttafla med ampèremätare, profning samt diverse kostnader			2,697	49
				34,087 49
			Summa	577,943 26

Kolbod

med kollossningsanordningar och transportbanor.

Kolen lossas ur pråmar vid en för ändamålet anlagd 25.5 meter lång lastkaj vid Mälaren (fig. 37). Denna kaj är byggd för ett framtida vattendjup af 6 meter, för den händelse Mälarens inlopp skulle få detta djup och sjögående fartyg således kunna direkt lossa vid kajen. Tillsvidare har den af lös lera bestående botten dock endast uppmuddrats till — 0.3, motsvarande ett vattendjup vid lågvatten af 4.16 meter. Kajmuren är utförd af betong på i

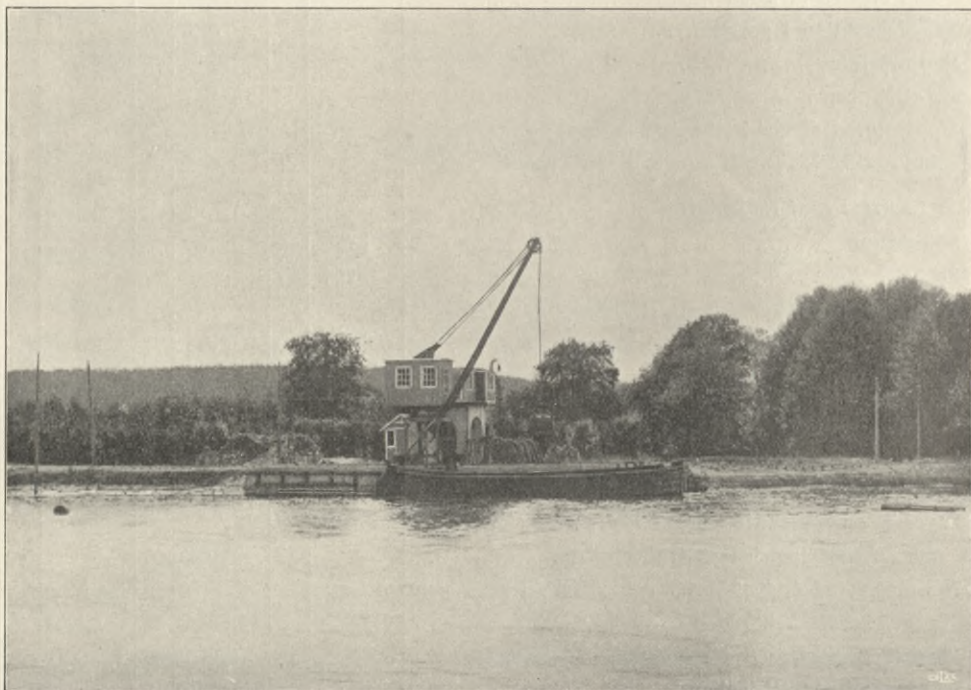


Fig. 37.

utfylld grusbank nedslagna träpålar. Vid v. y. är till skydd mot isgång inmuradt ett skift af granit. En betäckningslist af samma material kröner kajens öfverkant, som förlagts på + 6 meter.

Kollossningen sker medelst en på kajen uppsatt elektrisk portalsvängkran, flyttbar för hand på ett å kajplanet utlagdt spår. Kranen, hvilken levererats af firman Mannheimer Maschinenfabrik, Mohr & Federhoff, till ett pris af 13,720 kronor, är konstruerad för en nyttig last af $2\frac{1}{2}$ ton och utrustad med automatisk gripskopa för lossning af kol, sand o. d. samt med vanlig krok för andra ändamål. Dess lossningskapacitet är 20—30 ton kol i timmen.

Kolen tippas i en elektriskt drifven kolkross med samma kapacitet, samt falla från krossen ned i en underliggande konisk plåtbehållare af 10

m³ rymd, genom hvars bottenlucka de på ett 60 cm:s spår löpande kolvagnarna fyllas. Efter erhållen last passera kolvagnarna en i spåret inbyggd Stathmos-våg och föras medels elektriskt lokomotiv tågvis in i kolboden, där de automatiskt lossas. Kolkross och kolbehållare uppbäras af ett omkring 4 meter högt betongfundament, bestående af 4 hvalfbågar på pelare, hvilka åter äro uppställda på påladt underlag. Krossen drifves af en 16 hästkrafters elektromotor och är liksom behållaren levererad af Nya A. B. Atlas. Kolkrossningen är anordnad med hänsyn därtill, att den mellan kolboden och ångpannehuset ledande transportbanan liksom pannornas automateldare ej arbeta med kol i större stycken. Skulle det befinnas ekonomiskt att i framtiden inköpa mera finfördelade kolsorter, kunna krossens tänder uttagas och vagnslastningen likaväl ske på nyss beskrifvet sätt.

Kolvagnarna äro likaledes levererade af Atlas och kosta per st. 430 kronor. De rymma hvardera omkring 2 ton kol samt äro konstruerade enligt Hunts-typen, d. v. s. deras sidoväggar äro rörligt upphängda i vagnskrofvets öfverkant och kvarhållas i underkanten genom en regelrättning. Då regelns häfstång stöter mot en kloss, som inlägges på det ställe, där kolen skola tippas, öppnas regeln och kolen störta ut åt båda sidor glidande utefter vagnens sadelformiga botten.

Till kolens lossning och upptransport samt tippning i kolskjulet erfordras förutom kranmaskinisten 3—4 man i pråmen, 3 man för vagnarnas växling, fyllning och vägning samt 1 lokförare och 1 bromsare. Transportspåret leder dels till kolboden, dels till den norr om maskinhuset belägna »filtergatan» och sandtvättningsanstalten. Hela spårlängden är 946 meter.

Det för banans drift använda elektriska lokomotivet är levererad af Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget i Västerås till ett pris af 6,300 kronor och är utrustadt med 2:ne motorer.

Den nu utförda kolboden (fig. 38) är 22 meter lång och 20 meter bred samt rymmer med en höjd på kollagret af 5 meter 1,540 ton stenkol. Boden är afsedd att i mån af behof förlängas parallelt med ångpannehuset. Utbyggd till samma längd som detta senare nu har, rymmer kolboden 2,450 ton. Under kolbodens botten finnas anordnade två längsgående betongtunnlar, hvilka mynna i en tvärs under boden vid dess västra gafvel anlagd tunnel. Denna fortsätter fram till ångpannehusets vägg. Tunnlarna äro afsedda för koltransporten till ångpannehuset. För sådant ändamål äro inbyggda två längsgående och en tvärgående s. k. »belt conveyors», ändlösa på rullar löpande transportband af gummi, drifna af elektromotorer om tillsammans 16 hästkrafter. Genom afstängbara öppningar i kolbodens botten falla kolen på transportbanden, af hvilka det sista aflämnar dem till en i ångpannehusets sydvästra hörn uppsatt konisk plåtbehållare af 20 m³ rymd. Den största lutningen på transportbandet in i ångpannehuset är ej mindre

än 25°. Från kolbehållarens bottenöppning uttagas kolen i mån af behof och falla då ned i en liten vagn, hvilken är upphängd på och rörlig längs ett efter ångpannemurens framkant anbragt spår. Vagnen passerar först en Stathmos-våg och inställes därefter öfver tratten till den eldningsapparat, som för tillfället erfordrar påfyllning. Vagnens rörelse åstadkommes tillsvidare för hand. Sedan flera pannbatterier inbyggts och transportlängden blifvit större, kan det måhända befinnas ändamålsenligt att drifva vagnen elektriskt.

Belt-conveyorns band, rullar och andra patenterade inrättningar äro inköpta från Robins Conveying Belt C:o i Newyork till ett pris af 10,469 kronor. Öfriga delar jämte uppsättning ha utförts här.

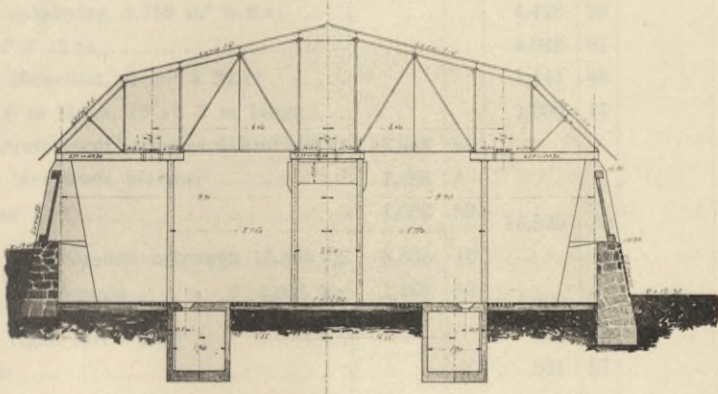
Kolboden är uppförd uteslutande af sten, betong och järn. Alla bärande konstruktionsdelar, som stå i kollagret, äro af betong eller järnbetong och ej af blottadt järn, hvilket materiel anfrättes af kolet. Omfattningsmurarnas nedre delar äro af grof gråstensmur i cementbruk med kopytan af nubbssten. De öfre delarna äro bildade af 11 cm tjocka armerade betongplattor, stödda af betongkontreforter. Järnkonstruktionen för tak och spår hvilar på dessa kontreforter samt mellan dem på armerade betongbockar utan diagonalförsträffning.

Sådan har sorgfälligt undvikits, då under diagonalerna lätt bilda sig luftkanaler, som kunna göra tjänst som skorstenar vid fall af själfantändning i kollagret. Man har sökt förebygga lufttillförsel till detta, men anordnat god ventilation af tunnarna under kolskjulets botten.

För betonggjutningen uppsattes en s. k. gravitationsblandare, för hvilken terrängen här lämpade sig, och hvilken visade sig synnerligen användbar för blandningar af det slag, som ifrågakommer vid armerad betong, där kornstorleken är någorlunda jämn.

Kolskjulets omfattningsmurar och kontreforter hafva i allmänhet kunnat grundläggas direkt på leran eller sanden, som här går ganska nära markytan. Där omfattningsmuren skär öfver kolskjulstunneln, och för den västra gafvelmurens kontreforter ansågs emellertid en förstärkning behöflig och gjordes detta medels ett slags betongpålar, åstadkomna på följande enkla sätt. Med ett stolpsättningsborr upptogos 20 cm:s hål ned till fastare botten (2.5—3 meters djup). I hålen insattes en järnarmering, hvarefter betonggjutmassa ifylldes. Detta tillvägagångssätt förutsätter naturligtvis gynnsam jordart. De fristående betongbockarna, som stå öfver tunnelväggarna, bäras af dessa. De öfriga stå på vanliga betongpålar. Pålarnas längd är 6 meter. Tunnelväggarna äro af armerad betong. Kolskjulets botten är belagd med gatsten, där nötningen blir störst, i öfrigt med tegel. Taket är täckt med korrugerad plåt. Järnkonstruktionen är ritad af verkets ingenjörbyrå och levererad af Bergsunds Mekaniska Verkstads Aktiebolag.

Svårsektion.



Längd-sektion.

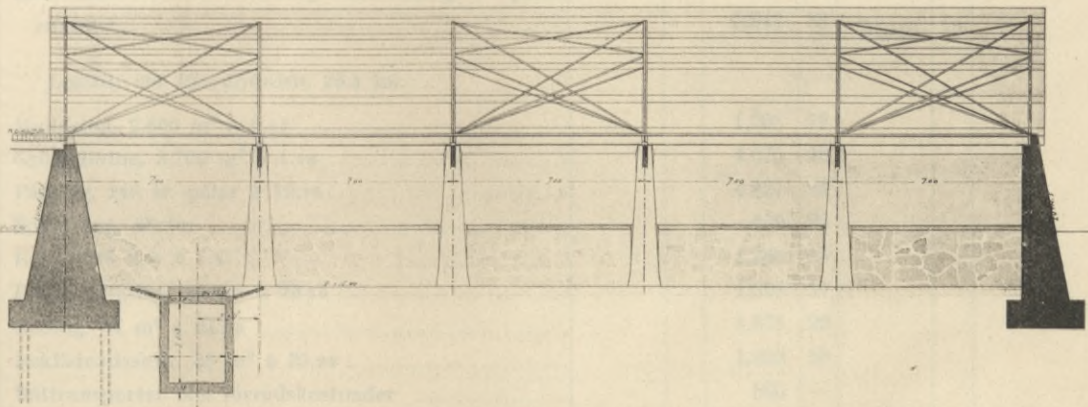


Fig. 38.

Kostnadssammandrag.

	K r o n o r.			
<i>Kolskjul och förbindelse-tunnel.</i>				
Jordschaktning och spåntning, 1,756 m ³ à 2.51			4,418	38
Gråstensmur, 330 m ³ à 12.24			4,048	81
Nubbstensfasad och sockellist, 65 m ² à 22.17			1,441	48
Betongpålar: 12 st. 6 m långa, 19 st. 3 m långa.....			1,000	17
Betonggjutning, i kontreforter och tunnlar, 412 m ³ à 33.04	13,616	21		
I omfattningsväggar (armerade plattor)	1,286	—		
Puts, äfven i tunnlar	1,622	89	16,525	10
Järnarmering i den förstnämnda betongen 15,863 kg.	3,538	13		
» » » sistnämnda » 4,005 kg.	1,268	62	4,806	75
Golf af gatsten och tegel, satt i grus			700	46
Ljusbrunn i tunneln			531	57
Järnkonstruktion för tak och brobanor samt taktäckning med korrugerad plåt enligt kontrakt.....	12,600	—		
Intäckning af gaffarna, insättning af portar samt iordninggörande af spår och gångbanor	1,842	10	14,442	10
Diverse utgifter			451	69
			48,366	51
<i>Koltransportanordningar.</i>				
Understödskonstruktion under bälttransportören samt dennas och elektromotorernas montering	3,844	36		
Inmatningstrattar	954	08	4,798	44
Kolbehållare samt koltransportanordningar i pannrummet.....			5,242	33
			10,040	77
<i>Lastkaj vid Ekeröfjärden, 25.5 lm.</i>				
Muddring, 2,800 m ³ à 0.43			1,208	79
Grüs-fyllning, 3,700 m ³ à 1.10			4,075	48
Pålning, 245 st. pålar à 19.70.....			4,827	94
Spåntning, 28 lm			469	22
Kasun (26 × 3 × 1.5).....			1,236	15
Betäckningslist, 35 lm à 29.10			1,018	51
Betong, 64 m ³ à 24.55			1,571	22
Beklädnadsskift, 35 m ² à 35.98			1,259	58
Båttransporter och förråds-kostnader			500	—
Planering och diverse			1,277	12
			17,444	01
Fundament och öfverbyggnad för kolkross och våg samt montering af desamma			3,304	10
Spår för den elektriska kollossningskranen			776	—
Transport			79,931	39

		K r o n o r.			
	Transport			79,931	39
<i>Permanenta spåranordningar.</i>					
Terasseringsarbeten		2,878	89		
Viadukten närmast sjön af 130.5 m total längd eller 7 spann träviadukt à c:a 4 m vidd, 11 spann d:o à c:a 8—9 m vidd, 1 spann järnviadukt à c:a 10.6 m vidd.					
Grundgräfnig	437	45			
Pålning (virke fritt), 95 st.	622	86			
Stenarbete	4,109	81			
Betong, 62 m ³ à 22.15	1,373	53			
Trä- och målningsarbete, inkl. materiel	3,346	68			
Smide till d:o	540	—			
Ett spann af I-balkar	425	38	10,855	71	
Viadukt vid kolskjulet af 6 spann järnviadukt à c:a 7 m med landfäste af sten samt pelare af betong, försedda med socklar af nubbssten					
Grundgräfnig	60	—			
Gråstensmur, 38 m ³ à 10.00 = 380, 60 m ³ à 20.00 = 1,200, 16 m ³ à 30.00 = 480, lister 250 kr.....	2,310	—			
Nubbstensasader med bakmur, 20 m ³ à 15.75	315	—			
Betong, 17.4 m ³ à 20.70	360	—			
Järnarbete med målning	960	—	4,005	—	
Öfverbyggnad bestående af räls, syllar, ballast samt stationsanordningar med växlar och signaler			6,274	39	
Anordningar för elektrisk drift			8,747	40	
Sänkning af vägar och diverse omkostnader			1,265	31	
Båttransporter och förräds-kostnader			600	—	
				34,626	70
			Summa	114,558	09

Aflopssystem.

Fem skilda system af aflopplledningar äro anordnade.

System I. Ej förorenadt vatten. Från bräddafloppen i filtrerna, luftningsanstalten och den s. k. fördelningsbrunnen för Mälarevatten gå aflopplledningar, som förena sig med aftappningsledningar från samma anläggningar samt med afloppen från renvattenbehållaren och från hufvudtryckledningen, till ett system. Till detsamma höra äfven några regnvattenbrunnar på maskinhusets södra sida. Hufvudledningen för systemet utgöres af en 150 meter lång 0.6 m × 0.8 m betongkulvert, som har en afbördningsförmåga af c:a 500 sekundliter och som, efter att ha passerat en vattenlås-

brunn, väster om vägen fortsättes af ett öppet dike till Mälaren. Kulverten är beräknad endast för de 6 första filtrerna. Vid utvidgning därutöfver måste en ny hufvudledning läggas och väljes då lämpligen en sträckning, som mynnar ut i gränsdikedet mellan Norsborg och Sturehof.

System II. Förorenadt vatten. Afloppsledningarna från alla inom verket belägna bostäder, från sandtvättarna samt ledningarna från utslagsställen för ur sanitär synpunkt misstänkt vatten i maskinstationen äro sammanförda med de ledningar, som afleda kondensationsvattnet från såväl pumpverk som elektricitetsverk, till ett system. Till systemet höra också regnvattenbrunnarna på maskinstationens västra, norra och östra sidor, hvilka af kostnadshänsyn tillkopplats detta system.

Hufvudledningen för systemet utgöres af en 0.4 m \times 0.5 m betongkulvert, som ligger i lutning 1 : 125, hvilket gifver en afbördningsförmåga af 205 sekundliter. Kulverten börjar vid den punkt, där ledningen för bostäderna förenar sig med ledningen från sandtvättarna, och är 396.7 meter lång. På sträckan från nyssnämnda punkt och nedåt är skillnaden mellan max.- och min.-vattenmängd nämligen högst betydlig och ovalformen af hänsyn till själfrensning nödvändig.

Max.-vattenmängden är:

från 5 sandtvättar i gång	81 sek.-liter
kondensationsvatten från 6 pumpar	84 »
» » » 4 ångturb. dynam.	40 »
	205 sek.-liter

Om ett störtregn skulle komma till, blefve ökningen 28 sekundliter. Därför är i den vattenlösbrunn, som de förenade kondensationsvattenledningarna från pumpverk och elektricitetsverk passera, innan de förenas med kulverten, anbragt ett bräddaflopp, hvaröfver 30 sekundliter afbördas till ledningen i system III, när maximivattenmängden växer till 233 sekundliter.

Kulverten mynnar nu ut i en brunn, från hvilken en 85 meter lång 38 cm:s rörledning med cirkulär sektion leder den kortaste vägen ut i Mälaren. 38 cm:s ledningen är äfven utlopp för system III och ligger på ett därefter lämpadt djup. I framtiden, när Ekeröfjärden skall användas till vattentäkt, bör kulverten fortsättas med en 0.6 m \times 0.8 m ovaltrumma i lutning 1 : 300 till en punkt i Mälaren nedströms om Tornudden (ungefär vid den s. k. parkbryggan i Norsborgs park).

System III. Detta system utgöres af en enda 23 cm:s ledning i lutning 1 : 200, som egentligen är afsedd att göra tjänst som dräneringsledning för den djupa rörgrafven i maskinstationen. Den mottager dessutom vatten från ett par utslagsställen för skäligen oskadligt vatten i maskinstationen, aftappningar från kondensationspumparna och från några ångledningar. Rörledningen passerar igenom den förut under system II omnämnda vatten-

låsbrunnen, där äfven för denna ledning ett vattenlås är inrättadt, och där den, som ofvan nämnts, understundom kan få mottaga tillflöde från system II, samt mynnar ut i samma brunn som kulverten i system II. Den från sistnämnda brunn gående 38 cm:s ledningen kommer i framtiden att göra tjänst hufvudsakligast som fortsättning af 23 cm:s ledningen, möjligen äfven som regnaflopp för system II.

System IV. Från bräddafloppet i mättingsbrunnen är lagd en 60 meter lång kulvert, 0.4 m \times 0.5 m, som slutar i en vattenlåsbrunn med direkt utlopp i ett större dike.

System V utgöres af en 370 meter lång 15 cm:s ledning från arbetarebostäderna vid Draget ned i sjön Aspen.

Beträffande arbetet med kloakledningarna göras endast följande erinringar.

Alla kulvertrör hafva tillverkats vid Norsborg. Af 23 cm:s ledningen i system III och kulverten i system II hafva de partier, som lågo 4.5 meter eller djupare under marken, tillsammans omkr. 150 meter, utförts i ort, för hvilket arbetsätt den förhanden varande jordarten, torr och fin lerblandad sand, särdeles väl lämpade sig. Mellan dagöppningarna togos 8—15 meter. Orten gjordes c:a 0.4 meter i toppen, 0.8 meter i botten och af 1.5 meters höjd, samt stämplades med bockar af 7.5 cm:s plank på ungefär 1 meters afstånd, inklädda med 25—37 mm:s bräder.

Kostnadssammandrag.

	K r o n o r.			
<i>Afloopssystem för ej förorenadt vatten.</i>				
Kulvert 0.6 m \times 0.8 m af 150 m längd.				
Rörkostnad	1,956	68		
Nedläggning och grusbädd under rören	1,000	85		
Gräfnig, spåntning och återfyllning, 1,005 m ³	1,554	56		
Manhål och vattenlåsbrunnar	894	98		
Båttransporter och förrådskostnader	150	—		
Grenledningar, aftappningar från luftningsfiltret och hufvudledningen	961	76	6,518	83
Öppet afloppsdike med vägtrumma			898	26
				7,417 09
<i>Afloopssystem för förorenadt vatten och dränering.</i>				
0.4 m \times 0.5 m kulvert af 397 m:s längd.				
Rörkostnad	2,518	81		
Läggning	1,165	27	3,684	08
Transport			3,684	08
				7,417 09

	K r o n o r.			
Transport	3,684	08	7,417	09
23 cm dräneringsledning, rörkostnad och läggning 235 lm	764	02		
38 cm provisoriskt utlopp, 85 lm.....	549	08		
Schaktning och fyllning för dessa tre ledningar, 4,372 m ³	5,929	41		
Trätrumma inkl. sänkning, 50 lm	368	—		
Stenfyllning därofvånå	238	46		
Manhål och betongbrunnar, 8 st.....	1,168	81		
38 cm ledning från sandtvätten inkl. gräfnig, 46.5 lm	610	42		
15 cm:s ledning från arbetarebostäderna (gräfnig ge- mensam med vattenledning), 414 lm	1,425	99		
Dagvattensbrunnar och 15 cm:s grenledningar.....	1,752	05		
Båttransporter och förräds-kostnader	350	—	16,840	32
<i>Aflopsledning till sjön Aspen</i>				
af 15 cm:s diam. 370 lm		—	1,277	48
	Summa		25,534	89

Vattenledningsnät.

Ledningar i förbindelse med hufvudledningen till staden äro utlagda till diverse brand- och spolposter omkring maskinhuset och filterna, till serviserna vid maskinhuset samt till administrationsbyggnaden, hvilken sistnämnda ledning är vidare framdragen till »Villan å Holmen».

Dessutom hafva framdragits vattenledningar till arbetarebostadshusen vid »Draget» och vid »Hundhamra» till den i närheten af de förra byggda nya skolan, till maskinistbostadshuset, till Norsborgs hufvudbyggnad, men har kostnaden härför ansetts böra rättvisligen föras under rubrik vattenledningens utsträckning.

Den förut omnämnda lågtrycksreservoaren på berget nordväst om maskinstationen, hvilken reservoar tjänstgjorde under byggnadstiden och fortfarande tjänar till reservförråd, i händelse hufvudledningen behöfver afstängas, har kostat kronor 5,547: 69. Den rymmer 150 m³, är nedsprängd i berget samt inklädd och täckt med betong.

Sandtvättningsanstalt.

För tvättning af den från Nibbla hämtade filtersanden anordnades en vattenstråselevator-tvätt, bestående af elfva Körtings ejektorer, anbragta efter hvarandra. Sällningen skedde på så sätt, att sanden med vattenstrålar pressades genom en vid tvättens inmatningsöppning anbragt sållduk.

Som erfarenheten från Årstaviksverken gifvit vid handen, att den i filtren använda sanden endast med svårighet, och i allt fall med högre kostnad, tvättas medels de Körtingska ejektorerna, inköptes för den permanenta sandtvätten en roterande tvättrumma af samma slag som länge med synnerligen godt resultat användts vid Årstaviksverken. Då drifkraften där är ånga, är den åter vid Norsborg vatten ur rörnätet. Öfver trumman är uppsatt ett Peltonhjul, som är förbundet med ledningsnätet och medels remutväxling drifver trummans axel. Afloppsvattnet från turbinen användes till tvättningen. På sådant sätt utnyttjas en del af den energi, som det för tvätten behöfliga vattnet besitter, hvarigenom billig drift erhålles. Apparaten är öfverbyggd med ett träskjul.

Kostnaden för den först omnämnda ejektortvätten samt för den permanenta tvättens montering och öfverbyggnad utgör kronor 4,620: 08. Själfva apparaterna äro påförda inventarietkontot.

Husbyggnader.

På en vacker höjd mellan maskinstationen och lossningskajen är *administrationsbyggnaden* förlagd. Den är utförd af vanligt fogstruket Hagategel med enkla kalkstenslister och orneringar samt inrymmer på nedra botten ett större kontor, ritsal, reservrum och 2 laboratorierum jämte brandfritt kassahvalf och arkiv samt fotografiskt mörkrum och toalett. En och två tr. upp finnas en lägenhet för verkets föreståndare samt en dublett för biträdande ingenjör. Byggnaden, som är försedd med vatten- och afloppsledning samt elektrisk belysning, är utförd på entreprenad af byggmästaren Adolf Johansson i Södertälge och kostar fullt färdig 64,961: 95 kronor.

Nordost om maskinstationen hafva uppförts dels en *maskinistbyggnad* af tegel i 2 våningar, inrymmande 2 lägenheter om vardera 3 rum och kök, dels 2:ne *eldarebostadshus* af trä^{*)}, fig. 39, vardera innehållande 4 lägenheter om ett rum och kök. Alla lägenheter hafva egna ingångar och äro försedda med förstugukvistar, tamburer, garderober m. m.

Till bostäder åt sådana förmän och arbetare, hvilka icke med nödvändighet måste bo i omedelbar närhet af maskinstationen, äro uppförda 2:ne byggnader af alldeles lika beskaffenhet som de sistnämnda vid »Draget», i närheten af Norsborgs gräns mot Hammarby. Härifrån hafva afloppsledning dragits till sjön Aspen.

Kostnaden för maskinistbostaden utgör 21,062: 03 kronor samt för de fyra arbetarebostäderna tillsammans 46,093: 18 kronor.

För beredande af bostäder åt ytterligare en förman och en maskinist är en vid Ekeröfjärdens strand i närheten af ångbåtsbryggan belägen trä-

^{*)} Ett ytterligare dylikt är sedermera uppfördt.

villa, å »Holmen», omändrad och inredd till 2 lägenheter om 3 rum och kök vardera. Denna villa användes under byggnadstiden till bostad för arbetsbefälet. Ändringen har kostat 1,040: 62 kronor.

Samtliga hus äro försedda med invändiga vatten- och afloppsledningar och för hvarje familj äro afdelade trädgårdstäppa och potatisland.

Bland mera tillfälliga husbyggnader, som utförts, må nämnas en marketenteribyggnad vid vägskälet mellan Sturehofs- och Norsborgsvägarna, inrymmande en större matsal, kök samt ett mindre rum, hvilken byggnad numera äfven användes till handelsbod; vidare fyra af Hellefors bruk levererade flyttbara baracker, vardera innehållande 1 större rum för 16 man,



Fig. 39.

samt ett mindre rum för gift förman, uppsatta i skogen intill »Draget»; dessutom åtskilliga provisoriska baracker öster om marketenteriet, samt förrådshus, smedjor, virkesskjul m. m.

Lufttorn på Tomtberget.

Denna anläggning, som består af ett på hufvudledningen till staden anbragt groft ståndrör af järnplåt, omslutet af en tornbyggnad, fig. 40, har till uppgift, dels att från början afleda den i vattnet inmängda luften, hvilken eljes i den långa, terrängens höjdförhållanden följande hufvudledningen kunde åstadkomma farliga stötar, dels att tjäna som bräddaflopp och säkerhetsapparat, därest hufvudledningen afstänges närmare staden, utan att pumpverken förut hunnit stoppas, dels ock att kontrollera ledningens ostörda

funktionerande. Hvarje abnorm ändring i höjdläget hos stånrörets v. y. tyder nämligen på en rubbning i vattenströmmens normala rörelse och manar till en undersökning af förhållandena. För att följa vattenståndets växlingar är anbringad en elektrisk vattenstandsvisareapparat med ledning till och visaretafla i maskinstationen. Bräddafloppet åstadkommes förmedels en vid stånrörets öfverkant anordnad plåtlåda och en därifrån dragen rörledning, hvilken utmynnar i sprängstensfyllningen utanför tornet. Vattnet uppsamlas och afledes af ett nedanför berget beläget lämpligt dike. Luft-

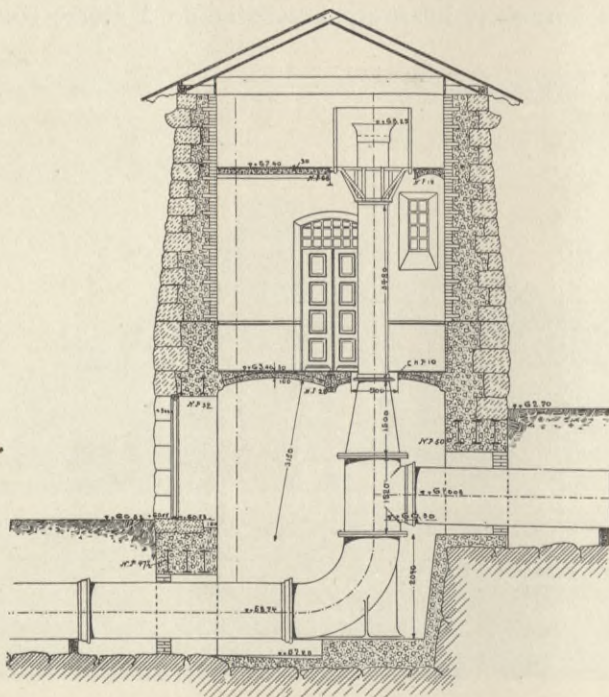


Fig. 40.

tornets placering har skett så, att lägsta anläggningskostnad erhållits. Därför är det icke förlagdt närmare bergets topp, ett läge som vid en flyktig granskning måhända kan synas mera berättigadt. Stånröret har sin öfverkant på 68.25 m ö. sl.-tr. eller 6.15 öfver hufvudledningens inloppsmynning i Trekantsreservoaren. Denna höjdskillnad utgör något mer än motståndet i hufvudledningen på motsvarande sträcka, då 579 sek.-liter vatten gå genom ledningen, d. v. s. då 3 st. pumpverk äro i arbete. Då i framtiden större vattenmängd skall frampressas eller då, efter anläggning af en ytterligare ledning, någon sektion af den ena ledningen afstänges, blir motståndet större och stånröret måste då förhöjas. Detta är vid konstruktionen af tornet och dess inredning förutsedt, liksom plats äfvenledes finnes reserverad för en andra ledning och därtill hörande stånrör.

Tornets bas är utförd af gråsten i cementbruk med tätt hophuggna fogar på den synliga delens koppsidor. Ofvanpå denna del har utlagts ett isoleringsskikt af naturlig asfalt. Den öfre delen är utförd med yttersidan af nubbssten, fogstruken tegelmur invändigt samt betong däremellan. Ankarjärn af 25 mm:s □-järn hafva inlagts i tornets väggar ofvanför fönster och dörrar. Murverket krönes med en finhuggen list, och ett provisoriskt trätak, beklädt med »Ruberoid-papp», afslutar tornet. Med undantag af den finhuggna listen, har all sten uttagits från ett några steg från tornet befintligt stembrott samt bearbetats på platsen.

Kostnadssammandrag.

	K r o n o r.			
<i>Torn på Tomtberget.</i>				
Mur i tornets bas af 1.2 m tjocklek, till stor del med synlig fasadyta i råkopp, med bakmur dels af granit dels af betong, 176 m ³ à 29.85	5,249	31		
Asfaltisolering, 27 m ² à 3.85	104	—		
Granitmur med fasad i råkopp samt två finhuggna lister, bakmur af betong på insidan klädd med fogstruket tegel, nederst glaceradt	6,301	20		
Betong i golf, inkl. slipning	496	72	12,151	23
Järnbalkar och smide i väggar och golf.....	657	95		
Järnbalkar till öfversta golfvet, bräddaflopsreservoar med afloppsledning af plåt inom tornet samt ståndrör.....	1,900	—	2,557	95
Fönster	158	30		
Snickeriarbeten	734	08		
Målning.....	140	85	1,033	23
Yttertak: Arbetet	230	74		
Virke.....	240	—		
Ruberoidpapp, 120 m ² à 1.07.....	128	44	599	18
Trappor			477	18
Flottörrör.....			411	98
Åskledare			185	75
Ställningsbyggnader			643	94
Körslor och transporter			1,263	—
Sjötransporter och förrådkostnader			500	—
Diverse kostnader			1,208	28
	Summa		21,031	72

Gemensamma anläggningar och anordningar.

Elektrisk belysning finnes anordnad i mättningsbrunn, filtrerbassänger, luftningsanstalt, maskinstation, koltransporttunnlar, administrationshus och manöverhytt till den elektriska kajkranen. I maskinsal, elektricitetssal och ångpannerum samt i filtrerbassängernas öfverbyggnader äro anbragta båg-lampor, i de sistnämnda flyttbara på hängbanor för lämplig belysning vid rensning af filtrens olika halfvor. För öfrigt sker innerbelysningen med glödlampor. För ytterbelysningen äro uppsatta 9 båg-lampor. Belysnings-nätet liksom ledningarna för arbetsöfverföring äro utförda af Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget.

Till bekväm förbindelse mellan det i plan vidsträckta verkets olika delar är anordnad ett lokalt telefonnät med genomgående linier, hvarjämte verket står i förbindelse med rikstelefonens och Stockholms Allmänna Telefonaktiebolags nät.

Under hela byggnadstiden hafva utförts kontinuerliga undersökningar af de olika vattnens kemiska och bakteriologiska beskaffenhet.

Arbetsstyrkan uppgick tidtals till 300 man. För ordningens öfvervakande voro 2 schaktmästare samt förrådsskrifvaren beklädda med polismans myndighet. Deras ingripande behöfde dock mera sällan ifrågakomma. Sträng urgallring ur arbetsstyrkan af mindre skötsamma element fortgick alltjämt. I de tillfälliga arbetarebostadshusen, som med hänsyn till ordningens upprätthållande endast inrymde högst 22 man hvardera, hade en förman för hvarje byggnad uppdrag att öfvervaka de öfriga. Förmannen bebodde ett särskildt rum och hans hustru ombestyrde vanligen städning o. d. I ändamål att inrikta folkets intresse på nyttiga tidsfördrif under fristunderna anskaffades med bidrag ur stadens kassa idrottsmateriel och uppläts plats för idrottsöfningar, för hvilka ock visades ett lifligt intresse. I stort sedt kan också ordningen under hela arbetstiden betecknas såsom mycket god.

Sammandrag af kostnaderna

för anläggning af Norsborgsverket till och med den 31 december 1905.

Anläggning för tillgodogörande af grundvatten	73,476: 25
Intagsanordningar	37,035: 35
Tunnel i jord och berg med nedstigningschakt samt 130 cm:s ledning till mättningsbrunnen	232,363: 96
Damm vid Vällinge	6,319: 07
Mättningsbrunn med bräddafloppsledning	16,821: 41
Transport	366,016: 04

	Transport	366,016: 04
Tilloppsledning till filtrerna		48,520: 12
3 st. ytvattensfilter		428,914: 14
Renvattenledning		9,935: 81
Renvattenbehållare		14,115: 49
Maskinstationsbyggnad		289,654: 86
Maskinutrustning		254,200: 91
Elektrisk kraftcentral.....		34,087: 49
Kolskjul och förbindelsetunnel		48,366: 51
Koltransportanordningar		10,040: 77
Lastkaj vid Ekeröfjärden		21,524: 11
Permanenta spårordningar		34,626: 70
Aflopsssystem för ej förorenadt vatten.....		7,417: 09
» » förorenadt vatten samt dränering		16,840: 32
Aflopsledning till sjön Aspen.....		1,277: 48
Lufttorn på Tomtberget		21,031: 72
Sandtvätt		4,742: 40
Lågtrycksreservoar		5,547: 69
Rörnät		5,275: —
Administrationsbyggnad		64,961: 95
Maskinistbostad		21,062: 03
Eldare- och arbetarebostäder		46,093: 18
Iordningställande af maskinistbostaden på Holmen		1,040: 62
Förrådshus		2,865: 89
Reparation och inredning af stall		3,441: 42
Tvättstuga		1,447: 67
Smedja		732: 16
Diverse skjulbyggnader		4,922: 27
Elektrisk belysning och telefoner		12,722: 22
Planering.....		40,490: 60
Kostnader för undersökning af vattnets egenskaper samt åtgärder mot vattnets skydd		2,680: 29
Sjukvård och polis		4,354: 70
Baracker, arbetarebostäders underhåll, renhållning och nattvakter		11,290: 13
Arbetsledning och ritningar, administration, grödesersättningar och diverse		105,281: 72
	Summa Kronor	1,945,521: 50

Då herrar Nydqvist & Holm äga att uppbära ytterligare 16,000 kronor, sedan den kontraherade garantitiden för pumpmaskineriet den 28 november 1906 utlupit, har den för Norsborgsverket beräknade kostnaden, 1,935,000

kronor sålunda öfverskridits med ett mindre belopp: 26,521: 50 kr. Detta beror förnämligast därpå, dels att pumpmaskineriet i och för sig själfvt betingade högre kostnad än den beräknade, dels ock att det kräfdes större mått på maskinhuset än hvad det före leveransanbudens infordrande upprättade förslaget upptog. Riklig ersättning härför har vunnits genom maskineriets bränslebesparande beskaffenhet.





IV.

HUFVUDLEDNINGEN

MELLAN

NORSBORG OCH RESERVOAREN VID TREKANTEN.

Sättet för hufvudledningens anordning gjordes till föremål för noggrann utredning, emedan kostnaden för dess anläggning utgör en betydande del af hela det nya vattenledningsverkets kostnad och i hög grad beror på valet af rörsträngarnas antal och genomskärning. I afseende på rörsträngarnas antal måste man fasthålla, att detsamma bestämdes till minst två, sedan verket blifvit fullt utbyggt, på det att nödig reserv i händelse af rörbrott eller reparationer måtte förefinnas. Så länge Årstaviksverken tjänstgöra och vattenförbrukningen icke afsevärdt öfverskrider den nuvarande, kan däremot *en* rörsträng vara tillfyllest, emedan tillräcklig vattenmängd under sådana förhållanden står till buds från dessa verk, intill en eventuell skada å Norsborgsledningen hinner afhjälpas. Kostnaden för *en* ledning blir lägre än för två eller flera med lika stor sammanlagd ledningsförmåga ty ledningsförmågan ökas i långt större proportion än rörvikten, och kostnaderna för bergsprängning, gräfning, fyllning o. d. blifva jämförelsevis mindre för den enkla ledningen. Då vidare en något ökad genomskärning icke medför afsevärdt ökade kostnader för det sistnämnda slagets arbeten, och då ett framtida större antal rörsträngar skulle kräfva ökade utgifter för skötsel och underhåll, beslöts, med tagen hänsyn till vattenledningsverkets väntade snara tillökning, att anlägga en rörsträng, afsedd för framledande af 50,000 m³ i dygnet eller halfva den vattenmängd, för hvilket Norsborgsverket, fullt ut-

byggdt planlades. Nästa uppgift var att bestämma ledningens genomskärning. Härvid måste afvägas å ena sidan det nödvändiga uppfordringsarbetet vid Norsborg, å andra sidan själfva ledningens anläggningskostnad. Ju mindre genomskärning dess större motstånd, dess dyrare pumpningskostnad, men dess mindre kostnad för ledningen, och tvärtom. Resultatet af åtskilliga profräkningar blef, att den mest ekonomiska hastigheten visade sig vara omkring 0.75 meter i sekunden, i följd hvaraf ledningens genomskärning

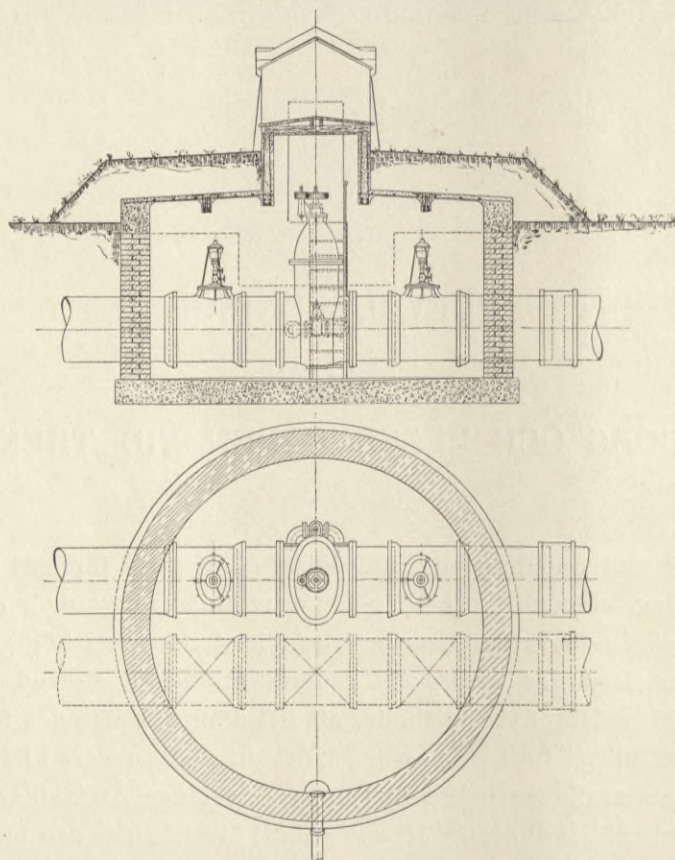


Fig. 41. Enkel afstängningsbrunn.

bestämdes till 40 eng. tum eller 1,016 mm. För 50,000 dygns m^3 eller vid jämn uppfordring under hela dygnet af 579 sekundliter uppstår i en sådan ledning en hastighet af 0.71 meter och ett motstånd på sträckan Norsborg—Trekanten af 14.27 meter, beräknadt efter Hawkleys bepröfvade formel för genom afsättning i någon mån förträngda rör. Så länge endast ett pumpverk vid Norsborg användes vid ordinarie drift, blir hastigheten endast $\frac{1}{3}$ af den nyssnämnda och motståndet blott 1,10 meter, det senare uppmätt i verkligheten.

Den enkla rörsträngen ersättes af 2:ne 1 meters rör vid undervattensledningarna. Det ansågs nämligen förmånligast, att på dessa svårtillgängliga

ställen redan nu skapa reserv, och detta så mycket mer som sänkningen af en andra ledning blef betydligt billigare, om den utfördes i sammanhang med den första, än om den sedermera skulle verkställts för sig.

Ledningens förläggning i plan är vald med hufvudsaklig hänsyn till erhållande af minsta längd och billigaste gräfnings- och bergsprängningskostnad, hvarjämte markens olika värde äfven tagits i betraktande.

För ledningen är i allmänhet en markremsa af 8—10 meters bredd behöflig. Vid denna bredd finnes plats för 3:ne ledningar och för telefonstolpar

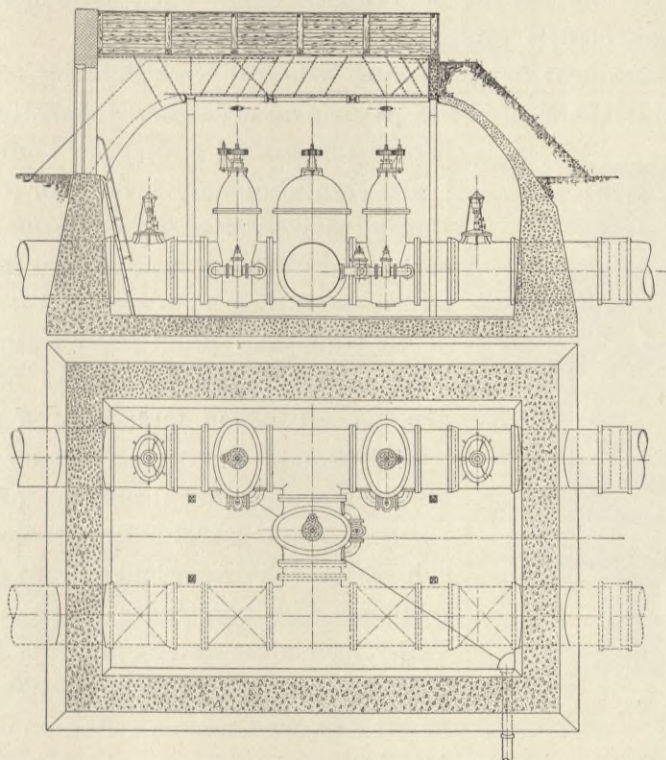


Fig. 42. Växelbrunn.

m. m. I enlighet härmed och med de modifikationer, de lokala förhållanden på olika ställen kräfvat, har expropriation begärts. Denna är ännu ej avslutad. Mellan Norsborg och undervattensledningen vid Fittja är södra ledningen nedlagd, mellan sistnämnda plats och Trekantsreservoaren norra ledningen.

För att vid inträffade rörbrott eller reparationer o. d. ej behöfva af-tappa för stor del af ledningen äro på 14 punkter insatta 1 meters afstängningsventiler. Vid 7 af dessa punkter äro anordnade s. k. växlar, fig. 42, för anknytning till en blifvande andra ledning^{*)}. Efter dennas tillkomst kunna således vissa distrikt af den ena ledningen afstängas, utan att vattentillförseln afbrytes. Hastigheten i vidliggande del af den andra blir endast under afstängningstiden ökad. Växlarna utgöras af ett T-rör med å T-armen an-

^{*)} Se pl. VI.

bragt afstängningsventil eller lock samt en afstängningsventil på hufvudledningen å ömse sidor om T-röret. Intill hvar och en af de sistnämnda är insatt ett s. k. manhålör, genom hvilket ledningen är tillgänglig för inspektion m. m. Dylka manhål äro äfven anordnade på andra lämpliga ställen. Såväl växlarna och de enkla afstängningsventilerna som manhålerna äro kringbyggda med brunnar, så att de ständigt äro lätt tillgängliga. Ventilerna, hvilka samtliga levererats af Bergsunds Mekaniska Verkstads Aktiebolag, kunna manövreras dels inuti brunnarna medels i hvarje ventil anbragt spärrsock dels — för det fall att brunnen skulle blifva fylld af vatten — från brunnarnas tak medels vanlig afstängningsnyckel.

I bergskärningar är sprängning redan nu verkställd för en andra rörsträng till undvikande af skada på den nu nedlagda. Likaledes finnes plats beredd för en andra rörsträng i luftningstornen, i alla ventilbrunnar, i den för öfvergång af Hagatorpsviken byggda betonglådan (se nedan) och i en å Vårby ägor utförd bank mellan km 16 + 132 och 16 + 246 pl. VI.

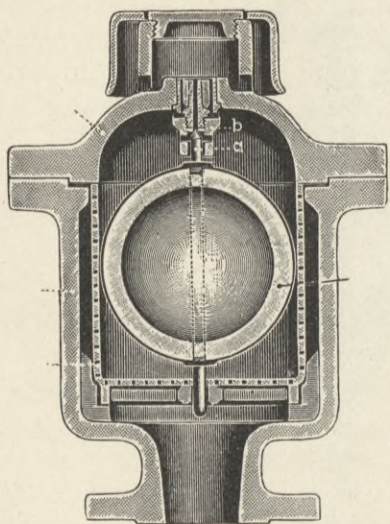


Fig. 43.

Ledningens profil följer i allmänhet, där berg ej förekommer, terrängens höjdförhållanden, så att någon förändring af markens yta icke förekommer. I bergskärningar, där marken oftast är af inpediment natur, har för besparing i bergsprängningskostnaden balanslinien höjts, och nödig isolering åstadkommits genom bankfyllning. Vid korsningen af en höjdsträcka å Vårby ägor strax öster om Fittja bro gafs tillfälle att anordna ett lufttorn af liknande beskaffenhet och med samma syfte som det vid Tomtberga anlagda, hvarigenom bland annat ytterligare säkerhet för luftens afledande åstadkommits. Strax norr om Vårbytorner är ledningen förd öfver en djup inskärning i terrängen på en af sprängsten utfylld bank, som nyss omnämnts. Väster om Fittja bro är ledningen dragen öfver en sank ängsmark och har här måst förläggas i bankfyllning med sin underkant ungefär i den naturliga markens plan. Ungefär på liknande sätt korsas Juringe gårdens sektion 7 + 730 till 8 + 350.

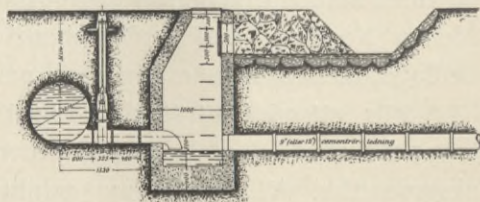


Fig. 44.

Å ledningens uppåt riktade krökar af skarpare natur äro insatta själfverkanande luftventiler af Bopp & Reuthers i Mannheim konstruktion (fig. 43). Å ledningens djupaste ställen äro aftappningar anlagda. Fig. 44 visar typiska anordningar för dylka.

En viktig faktor för kostnaden är naturligtvis bestämmandet af den minsta påfyllning med jord, hvarigenom god isolering mot köld och värme må kunna åstadkommas. Sedan flera år tillbaka hafva utförts fortlöpande undersökningar af markens temperatur på olika djup och för olika slags mark, hvilka undersökningar ske i asfaltrör, nedsatta i olika jordmån och utrustade med termometrar. Luftlagret i rören isoleras från ytans lufttem-

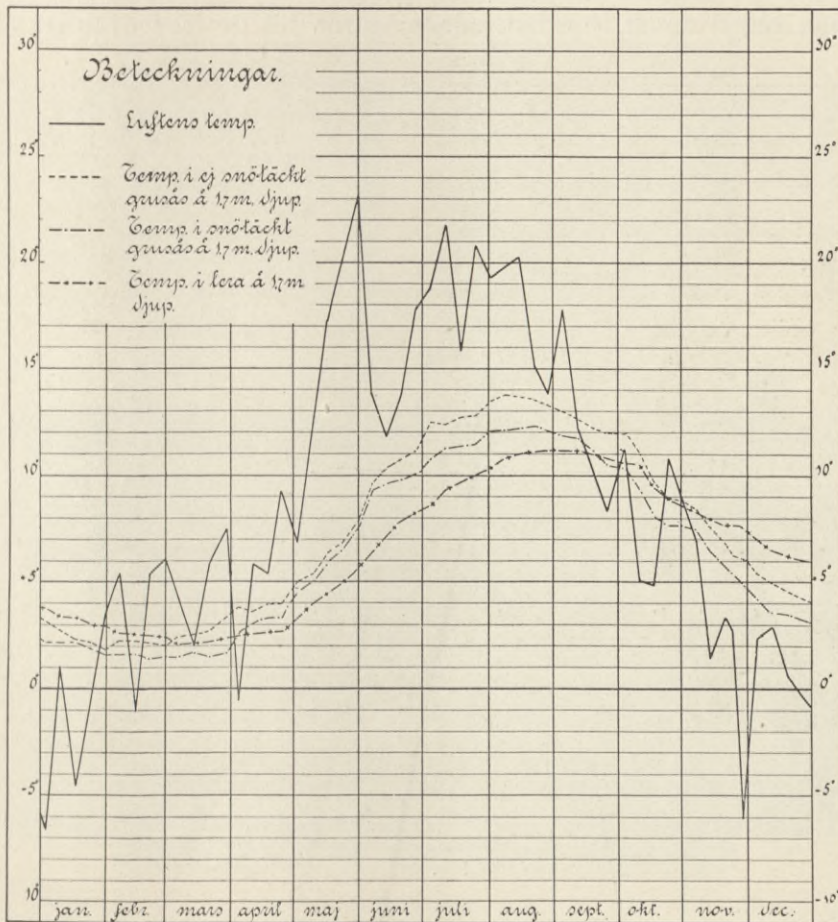


Fig. 45.

peraturväxlingar genom flera i röret insatta tamponer. Med ledning af dessa undersökningar, hvilka visat, att på 1.7 meters djup under jordytan temperaturen, då marken består af lera eller grus, håller sig emellan 1.5° till 14° C, bestämdes ordinarie djupet mellan rörets midt och markens yta till detta mått, motsvarande 1.2 meters påfyllning. Fig. 45 visar en grafisk framställning af de under år 1903 gjorda observationerna.

Rörsträngen i land består af 1,016 mm:s eller 40 engelska tums gjutjärnrör med blydiktade skoförbindningar. Afstängningsventiler och en del formrör hafva dock för lättare utbyte utrustats med flänsskarfvar. Gods-

tjockleken bestämdes i enlighet med tyska normalprofilerna till 24 mm, hvilket är något mindre än vid de inom staden nedlagda 40" ledningarna. Dessa hafva nämligen enligt de engelska normalerna en godstjocklek af 27 mm. Vikten per löpande meter är 608 kg. De raka rörens längd är 3.66 eller 4 meter, allt efter som de tillverkats i England eller icke. Den senare längden är vid samma pris pr viktenhet mera ekonomisk, alldenstund de dyrbara skarfvorna därigenom blifva färre. Den är äfven ur andra synpunkter att föredraga bland annat, emedan anledningarna till de icke ovanliga skarfv-



Fig. 46.

läckorna minskas. Engelmännen ville emellertid icke leverera de längre rören, i följd hvaraf det engelska fabrikatet ej håller kom till användning i andra fall, än när priset därpå var så mycket lägre, att den högre kostnaden för skarfvorna därigenom uppvägdes.

I allt inköptes 10,193,295 kg gjutna järnrör. Af dessa levererade Cochrane Grove & C:o Lim., Middlesbro, genom Wilh. Tesch & C:o, Stockholm, 3,107,993 kg till ett pris växlande mellan kr. 97.64 och 88.33 och Société Anonyme des Hauts Fourneaux et des Fonderies à Pont-à-Mousson genom Fritz Schmidt, Stockholm, 7,085,302 kg till ett pris, växlande mellan kr. 96.48 och 85.56 allt pr 1,000 kg raka rör fritt i präm på anvisade platser i Mälaren. Formrören betingade naturligen högre pris, särskildt de, som voro arbetade.

Rören lossades vid vattenledningsverkets lossningsbryggor dels vid Norsborg, dels vid Vårby, dels vid Liljeholmsviken. Vid Vårby var för ändamålet uppsatt en särskild lossningsanordning, bestående af en löpvagn af ingenjör Edlings patent, löpande på en af bockar uppburen balk, och drifven medels ställinor af en fotogenlokomobil. Vid Liljeholmsviken skedde rörlossningen medels en vridbar kran, äfven den drifven med ställinor af en fotogenlokomobil, hvilken för öfrigt jämväl tjänade till att drifva en öfver sjön Trekanten för



Fig. 47.

reservoarbyggnaden anlagd linbana (se nedan). Efter ankomsten provvades hvarje rör — utom de oregelbundnare krokrören o. d. — i för ändamålet uppställda rörprovningmaskiner (från Dehne i Halle och Bopp & Reuther i Mannheim) med ett vattentryck af 12.0 atm. De spräckta rören afskuros med särskilda maskiner, hvarefter den återstående oskadade delen provvades. Sedermera utkördes rören på särskildt konstruerade fordon till arbetsplatserna. Härvid hade man räknat med att under vintern 1902—03 kunna på slädföre forsla rören ända fram till en del annars svårtillgängliga arbetsplatser. Men denna beräkning slog fel, i det föret nästan helt och hållet uteblef. Följden blef, att åtskilliga väganläggningar och förbätt-

ringar måste företagas, och att en del af rörtransporten måste ske på utlagda Decauvillespår mellan de tillgängliga körvägarna och rörgrafvarna, hvilket afsevärdt ökade kostnaden.

Rörens nedläggning och inriktning underlättades genom bockkranar, löpande på längs rörgrafven utlagda spår (fig. 46). Till stöd för den lervalk, inom hvilken blyskarfven göts, användes en grimma af vinkeljärn, som spändes om röret. Blyet värmdes i lätt flyttbara ugnar medels s. k. primus-

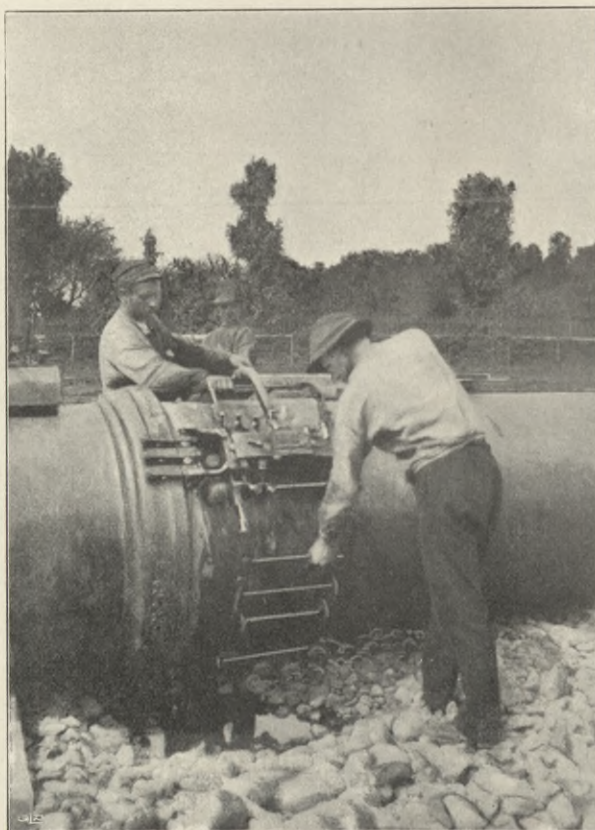


Fig. 48.

kök. Ugnen inställdes öfver hvarje skarf, fig. 47, hvarefter det smälta blyet aftappades ur degeln genom en bottenventil, direkt i skarfven. Modellen till dessa blyugnar erhöles från The Smith Manufacturing Co., Newark; sedermera tillverkades de öfriga å vattenledningsverkets verkstäder. Samma firma levererade äfven de vid hufvudledningens utförande använda rördiktningmaskinerna (fig. 48). Dessa drefvos medels komprimerad luft, hvilken alstrades i kompressorer, drifna af fotogenmotorer och monterade på samma vagn som dessa. Rördiktningmaskinerna, som äfven kunna drifvas medels ånga, bestå af en liten snabbgående hammare rörlig rundt om skarfven och kvarhållen af en om röret lagd grimma samt stödd af friktionsrullar, som löpa

bakom rörskons förhöjda kant. Dessa maskiner hafva gjort synnerligen god tjänst. Visserligen åstadkomma de ingen minskning i kostnaden för diktningens arbetet, men i stället medföra de en högst afsevärd snabbhet i rörläggningen och viktigast af allt, de gifva säkerhet för att skarfvorna, äfven på *undre* sidan af de stora rören, där handdiktningen, särskildt i vattensjuka grafvar, är ytterst besvärlig och svåröfvervakad, blifver fullt tillfredställande. Detta har nog samt gifvit sig tillkänna vid detta arbete. Åtskilliga skarfläckor hafva, sedan ledningen någon tid varit i bruk, yppat sig, men alla på de ställen, där, i brist på tillräckligt antal maskiner, diktning för hand måst tillgripas. Diktningens maskinen har äfven visat sig kunna med fördel användas vid diktning under vatten.

Stor omsorg har nedlagts på de stora rörens säkra underbäddning. I lös mark hafva anbragts rustbäddar, hvilkas sammansättning växla med grundens beskaffenhet och belastningens storlek. På den förut omnämnda sankan ängen väster om Fittja bro har utfyllts en 1 meter mäktig och 8 meter bred bädd af groft knapergrus, på hvilken ledningen sedermera lagts. I berg äro underpallningar af plank anbragta. Det har visat sig att dessa på några ställen sammanpressats af den stora tyngden, så att röret tagit skada mot uppstående bergnabbar. I närheten af Vårby hafva af denna anledning tre rörbrott uppstått. Vid anläggning af en ny ledning bör uppmärksamheten riktas på detta förhållande, och alla uppstående bergpartier noga afjämnas, hvarjämte pallningarnas antal eller höjd måhända torde böra ökas. I de lösare lagren har däremot intet rörbrott uppstått, hvilket anger, att de där utförda grundförstärkningarna varit fullt betryggande.

Vid en så grof ledning som den ifrågavarande måste åtgärder vidtagas jämväl mot de förskjutningar, som vid skarpare, med krokrör åstadkomna böjningar i vertikal eller horizontal led hota att uppstå till följd af den på sådana ställen verkande sidoresultanten af det invändiga vattentrycket. Sålunda hafva plintar af murverk (betong eller gråsten och tegel i cementbruk) anlagts mot samtliga åt sidan eller nedåt riktade krokrör, hvarvid skarfvorna dock i möjligaste mån lämnats åtkomliga genom utsparningar i murverket. För undervattensledningarna vid Fittja bro hafva de krokrör, som förmedla öfvergången mellan de i vattnet nedgående rören och landleddningarna, förankrats medels grofva järnbojor, fästade i murverk.

Där ledningen västerifrån stiger upp mot Tomtberga- och Vårbytornen i lutningar af ända till 1:2, hafva i berggrafvorna på hvar 8:de—15:de meter anlagts tvärmurar, hvilka hafva till syfte dels att hindra fyllningens förskjutning och bortspolning, dels att upptaga en del af rörledningens tyngd, för hvilket senare ändamål kring rören lagda bojor stödja mot murarna.

För att i händelse af rörbrott vid korsningarna af allmänna landsvägen förhindra vägbanans totala förstöring är ledningen på dessa punkter om-

gifven af murar, täckta af betonghvalf, eller midt i vägbanan förbundna med en tvärmur. Denna senare anordning afser att åtminstone skydda ena väghalfvan mot utspolning.

Nödiga anordningar^{*} för de förutvarande vattenafloppens obehindrade korsning af rörlinien äro utförda. På flere ställen har detta betingat anläggning af murade trummor, af hvilka dubbeltrumman vid Vårbybäcken af granit och betong på pålar (km 5 + 620) samt den vid Hökmossen af



Fig. 49.

granit och betong (km 12 + 965) äro de största. På Juringefälten hafva betydande bäckomgräfningar verkställtts för att undvika flera korsningar med den s. k. Juringebäcken. Vid km. 8 + 55 har förbindelsen mellan det söder om den i bank lagda ledningen varande vattenområdet och den norr om densamma omgräfdä Juringebäcken åstadkommits medels en sifonledning, bestående af två armerade betongbrunnar, en på hvardera sidan om rörlinien och däremellan tvänne 40" gjutjärnsrör.

Bland mera anmärkningsvärda arbeten må följande närmare omnämnas.

Undervattensledningarna vid Vättna bea.

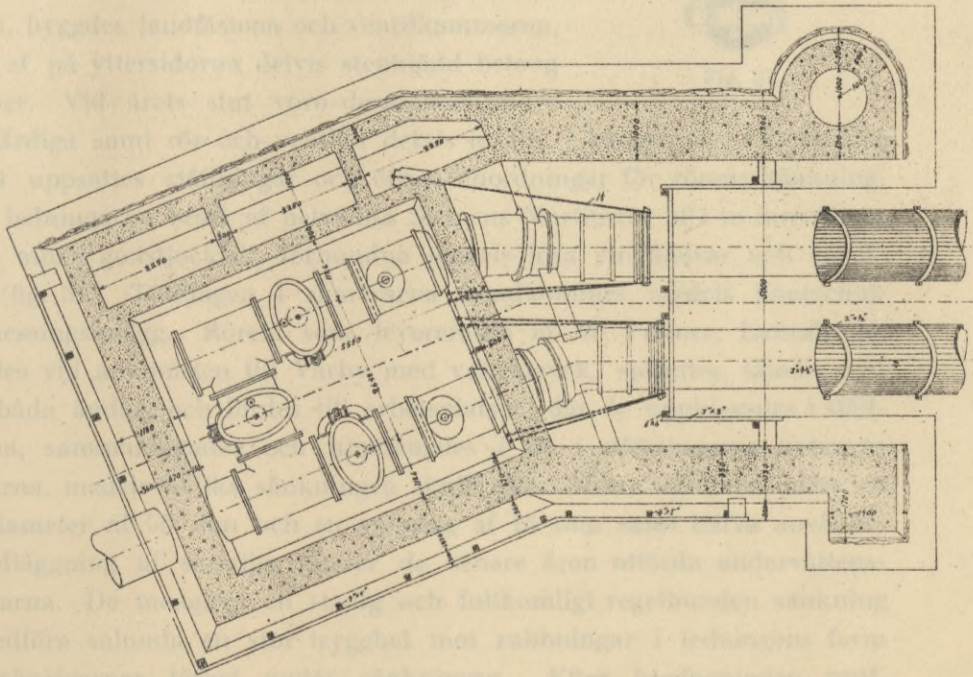
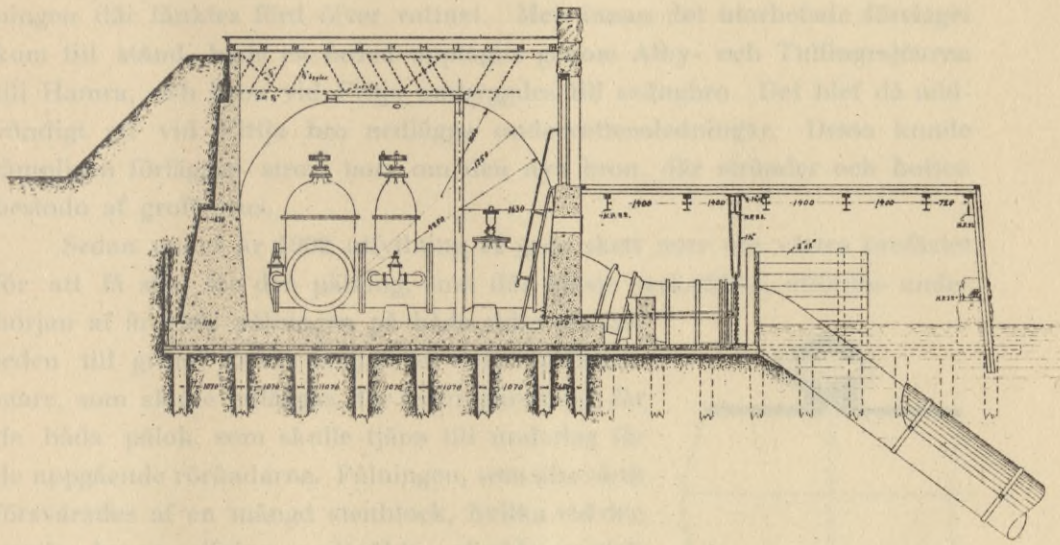


Fig. 50.

Undervattensledningarna vid Fittja bro.

Vid tiden för uppgörande af det förberedande utkastet fanns ännu vid Fittja en fast bro öfver Albysjöns utlopp i Mälaren, till följd hvaraf ledningen där tänktes förd öfver vattnet. Men innan det utarbetade förslaget kom till stånd, hade en farled upptagits genom Alby- och Tullingesjöarna till Hamra, och bron vid Fittja ombyggdes till svängbro. Det blef då nödvändigt att vid Fittja bro nedlägga undervattensledningar. Dessa kunde lämpligen förläggas strax norr om den nya bron, där stränder och botten bestodo af groft grus.

Sedan under år 1902 utfyllning af grus skett norr om västra brofästet för att få stöd för den pålning, som där måste verkställas, utfördes under början af år 1903 pålningen på båda sidor om farleden till grund för de landfästen och ventilkammare, som skulle anläggas, för ledningarna och för de båda pålok, som skulle tjäna till underlag för de uppgående rörändarna. Pålningen, som afsevärdt försvårades af en mängd stenblock, hvilka vid den gamla bron rifning nedvräcks, skedde medels ångkraft. Sedan bottenrännan för ledningarna afjämnats, byggdes landfästen och ventilkammarna, fig. 50, af på yttersidorna delvis stenklädd betong i kasuner. Vid årets slut voro desammas undre delar färdiga samt rör och ventiler delvis insatta i kamrarna. I början af år 1904 uppsattes ställningar och öfriga anordningar för rörens sänkning. De två ledningarna bestå af helvållda Siemens Martin-rör af 1 m inre diam. och 10 mm:s godstjocklek, förbundna medels lösa vingflänsar och skrufbultar (fig. 51). Tätningen i skarfvorna åstadkommes medels kautschuk med messingsinlägg. Rören, som levererades af W. Fitzner, Laurahütte, profvades vid ankomsten till Vårby med vattentryck, sjösattes, tätade med lock i båda ändar, och fördes till arbetsplatsen, där de upphissades i ställningarna, sammanfogades och upphängdes i de i ställningarna anbragta skruvvarna, medels hvilka sänkning skulle ske. Dessa skruvvar hafva en yttre diameter af 55 mm och en stigning af 15 mm samt hafva användts vid nedläggning af samtliga under de senare åren utförda undervattensledningarna. De medgifva en stadig och fullkomligt regelbunden sänkning och medföra sålunda en stor trygghet mot rubbningar i ledningens form och i skarfvornas täthet under sänkning. Efter hopfogningen profvades båda ledningarna med tryckluft af 8 atm. spänning. Detta sätt att profva dylika ledningar har på senare tider användts i Stockholm i stället för den förut brukliga vattenprofningen, hvilken ställde stora fordringar på

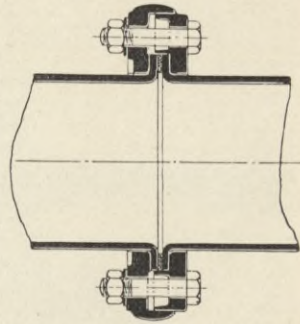


Fig. 51.

ställningarnas styrka till följd af vattenmassans betydliga vikt. Den norra ledningen visade sig fullt tät, men på den södra upptäcktes nu en obetydlig otäthet i godset på det östliga uppgående röret. Då det var omöjligt att inom rimlig tid och före sjöfartens början anskaffa ett nytt rör, och då felet icke var afsevärdt, inlades i röret en otätheten täckande plåtring, hvilken tätades med bly på vanligt sätt. Ett förnyadt tryckprof angaf, att utvägen lyckats och ledningen blifvit fullständigt tät. Sedan rören därefter bestrukits med varm asfalttjära och till skydd mot nedfallande föremål på öfre halfva

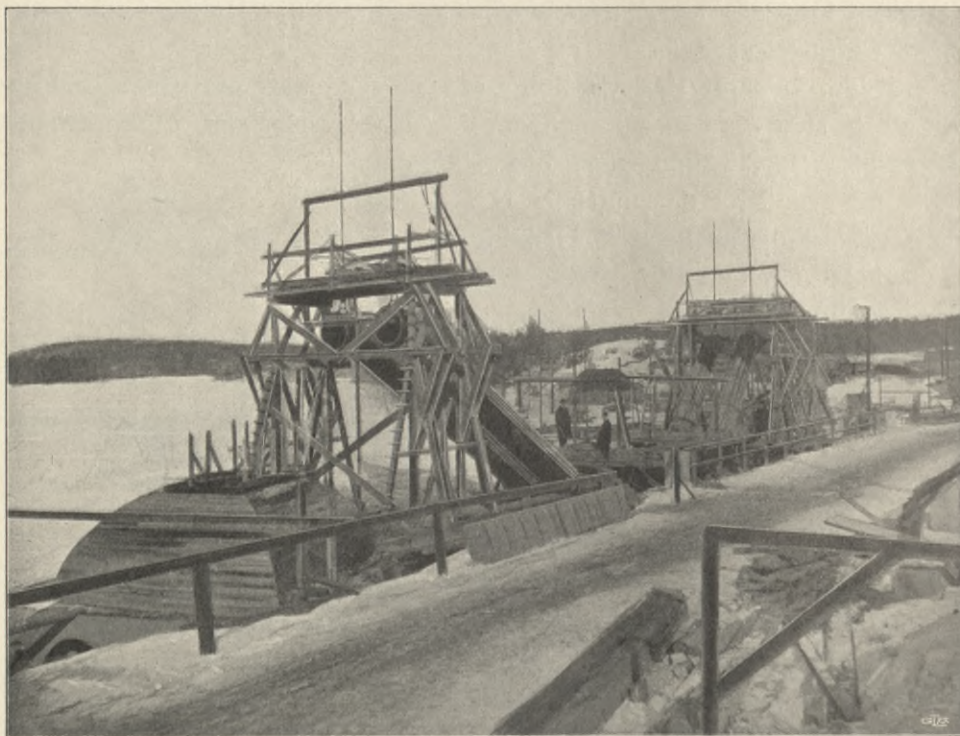


Fig. 52.

ytan försetts med beklädnad af 7.5×10 cm:s sparrar, sänktes båda rören den 18 mars 1904 ned på sin plats (fig. 52), hvarefter de kring- och öfverfylldes med grus. Därpå skedde hopkoppling med landleddningen, komplettering af kamrarnas öfverbyggnader, anläggning af duc d'alber och andra skydd mot trafikerande fartyg m. m., hvilka arbeten voro färdiga under sommaren 1904.

Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen hade först föreslagit, att ledningarna skulle nedläggas på ett djup af 7.0 meter mellan deras öfverkant och lågvattenytan i Mälaren. Då man ansåg, att en sådan föreskrift skulle medföra onödigt stora kostnader och icke kunde motiveras af den sjöfart, som kunde väntas uppstå i ifrågavarande sekundära farled, anhöll man om Kungl.

Maj:ts tillstånd att nedlägga ledningarna på allenast 4.86 meters djup under lågvatten, räknadt från ledningarnas underkant, med förbindelse för Stockholms stad att ändra ledningarna, därest större djup i framtiden skulle erfordras. Detta medgafs ock, men i Kungl. brevet blef föreskriften så formulerad, att måtten hänfördes till ledningarnas öfverkant. Rören blefvo emellertid beställda enligt det förra måttet, men i sista minuten upptäcktes den olika formuleringen i Kungl. brevet. Då detta måste åtlydas, gällde det att med tillgängliga gjutna rördelar åstadkomma det djupare läget, hvilket äfven lyckades. I följd häraf hafva ledningarna fått en form vid landfästena som visserligen praktiskt taget är utan olägenhet, men som annars varit svårförklarlig.

Öfvergången öfver Hagatorpsviken strax öster om Fittja bro.

Förslaget upptog här en grusfyllning i den lösa botten såsom underlag för rören. De detaljerade borringarna visade emellertid under ett mellanliggande något hårdare lager ett så stort djup till fast botten, att nöjaktig säkerhet mot sättning i en utfylld grusbank icke kunde förväntas. Till följd häraf beslöts att draga ledningen öfver viken på en af pålar buren plattform. För vinnande af nödig isolering borde plattformen uppbära en jordfyllning, hvars vikt begränsades genom dess inneslutande inom vertikala väggar (fig. 53 och 54). Dessa väggar utfördes i form af armerade betongsköldar, uppställda på längsgående, å plattform utlagda stenskoningar och anbragta mellan vertikala vinkeljärnståndare, hvilka vid foten fästats i nyssnämnda stenskonig. De sammanhållas i ledningens tvärriktning medels rundjärnstag och U-balkar. Denna konstruktion, i hvilken järn och betongdelarna kunna fritt utvidgas och sammandragas vid temperaturväxlingar, valdes i st. f. en träkonstruktion med hänsyn till dess större motståndskraft ur alla synpunkter. De icke åtkomliga järndelarna äro ingjutna i cement. Pålarna gå ej ned till fast botten, som ligger ända till 52 meter djupt under m. v. y., utan nedslogos med ångkran till dess de sjönko 3 cm för 750 kg:s hejare med 1 meters fallhöjd. Vid öfvergången från den pålade delen till de naturliga stränderna, som äro af tämligen lös beskaffenhet, inlades plankbäddar, skjutande 10 meter innanför strandlinierna och utanför hvilande på

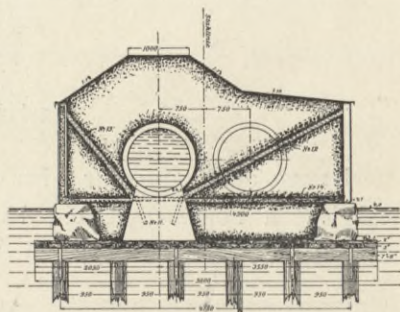


Fig. 53.

pålningen. Vid västra stranden har dock en mindre sättning förmärkts, hvilken dock icke medfört någon fara för ledningen. Fyllningen i lådan utgöres af fin sand, beklädd med grässådd matjord.



Fig. 54.

Lufttorn vid Vårby.

Denna anläggning är i hufvudsak af samma konstruktion som den förut beskrifna å Tomtberget vid Norsborg belägna. Dock hafva de lokala förhållandena föranledt några modifikationer.



Fig. 55.

Vid bergsprängningen för tornets grundläggning fann man, att det kupolformiga bergparti, intill hvilket byggnaden skulle förläggas, var genomskuret af en mot horisontalplanet något lutande sprickgång, som medförde fara för den sålunda lösa kalottens afglidande. Denna kalott befästes därför först med järndubbar, och tornets grundmurar uppfördes sedan med starka kontreforter för att motverka en eventuell påkän-

ning från sidan. Ofvanför grundmuren, som utförts af sprängsten i cementbruk, uppmurades tornet af Vätögranit med bakmur, i bottenvåningen af betong, i öfre våningarna af tegel. Bjälklagen äro af cementbetong. Bräddafloppröret från cisternen vid ståndrörets öfre mynning slutar omedelbart

utanför tornet och fortsattes först af en betongtrumma och sedan af ett utefter den branta bergslutningen mot väster anlagdt stensatt öppet dike, hvilket i sin tur mynnar i ett till Vårbybäcken ledande dike, som endast har en måttlig lutning. I vecket mellan dessa båda diken har byggts en murad skål med öfverfallsdamm för dödande af den stora lefvande kraft, det utför branten störtande vattnet besitter. I tornet är uppsatt en själfregistrerande vattenståndsvisare, som dock icke försetts med fjärrledning. Det har nämligen ansetts lämpligt, att den vid Fittja bro boende vakten dagligen måste vara nödsakad besöka tornet för att ombyta det papper, å hvilket vattenståndsvariationerna upptecknas, hvarigenom samtidigt daglig tillsyn utöfvas.

Vaktstugor.

Vid Fittja bro och intill växeln vid Kråkvik (km 5 och 10) äro uppförda vaktstugor af trä, hvardera inrymmande 2:ne rum och kök, af hvilka det ena rummet afses för telefonapparater och för befälet, i händelse det vid inträffande rörbrott i närheten behöfver vistas någon tid på platsen. Vid Fittja bro äro källare anordnade under byggnaden. Vid Kråkvik har källare anordnats i sammanhang med växelbrunnen. På det förra stället har medtagits ett område vid sjöstranden för upplag af reservrör m. m. och för erhållande af plats till lossning af materialier, som anlända sjövägen.

Fittjavakten har tillsyn öfver ledningen mellan km. 4 och 7, Kråksviksvakten samma åliggande beträffande sträckan mellan sistnämnda punkt och km 14. Ledningens öfriga delar öfvervakas dels från Norsborg dels af reservoarvakten vid Trekanten.

Tillfälliga byggnader och arbetareförhållanden.

Å för ändamålet förhyrdt område vid Vårby anordnades förut omnämnd brygga och lossningsanordning för rör, smedja, förrådshus, rörprof-ningsanstalt med vattenreservoar och pump, rörupplag m. m. Vidare förhyrdes dels stallrum dels ett stenhus intill Fittja bro, i hvilken senare byggnad inrättades kontor, förråd och en del bostadsrum för förmän och arbetare.

För beredande af ytterligare bostäder åt förmän och arbetare förhyrdes dessutom en del af byggnaden vid Snickarekrogen under Vårby, där plats bereddes för 24 man och 1 förman. Vidare uppfördes 2:ne baracker en vid Sadelmakaretorp och en vid Herrängen, hvardera med plats för 32 man och en tillsyningsman. Dessa baracker blefvo efter arbetets slut 1904 försålda. Vid Kämtorp anlades ett marketenteri, där de i närheten arbetande lagen kunde erhålla varm mat.

Ordningen inom arbetsstyrkan, som tidtals uppgick till 325 man var i allmänhet mycket god, men omsättningen var vid dessa arbetsposter ganska liflig.

Arbetena på hufvudledningen togo sin början den 2 januari 1902 och voro afslutade under sommaren 1904. Vid midsommartid sistnämnda år var ledningen fullständigt hopfogad, hvarefter den sektionsvis fylldes med vatten från Trekantsreservoaren och provvades med manometeraflysningar samt upprepade gånger utspolades. Sedan några mindre brister afhjälpts, iaktogs läckningen i och för beräkning af uppfordringsmängden vid pumpverksprofven, och visade sig denna endast utgöra 0.27 liter i sekunden, ett resultat, som för en 15,767 meter lång ledning af 40" genomskärning måste anses vara synnerligen tillfredsställande. Sedermera hafva visserligen några läckor uppstått, men ej flera än hvad för en dylik anläggning måste anses höra till det normala.

Kostnadssammandrag.

Hufvudledningen:	K r o n o r.			
Hela längden inkl. undervattensledningen vid Fittja, 15,766.9 meter.				
Jordschaktning i rörgraf inklusive spåntning och återfyllning, 73,882 m ³ à 2.07	152,742	10		
Jordschaktning i sidotag för återfyllning af rörgraf i berg, 78,546 m ³ à 2.06	162,079	72	314,821	82
Arbete för bergsprängning, 22,258 m ³ à 6.50.....	144,814	30		
Material (dynamit m. m.) för d:o à 1.34.....	29,801	07	174,615	37
Kostnad för rör och rördelar.....	868,619	36		
Lastning, lossning och prämtransport.....	26,161	21		
Tryckprofning af hvarje rör	20,664	52		
Utkörning af rören från lossnings- till arbetsplatsen	45,940	07		
Läggning och diktning.....	70,880	38		
Ställningar och rälsspår	12,155	87		
Transport af materialier	8,086	44		
Vattenlämsning och diverse.....	20,890	03	1,113,103	97
Grundförstärkning med grusbädd eller rust	21,131	08		
Bank vid Vårby, km 16.132 till 16.246	2,664	55		
Stödmur vid Tomtbergstornet	2,397	85		
Murstöd i berggrafvar med stark lutning samt bakom skarpa krökar i plan	5,559	74	30,753	22
Transport			1,633,294	38

		K r o n o r.					
	Transport			1,633,295	38		
Trumma vid sektion 5,674, 0.9 × 0.9	2,908	55					
» » » 13,026, 1.8 × 1.0	3,671	22					
Diverse mindre trummor	3,478	23					
Träskoning af diken	1,720	11					
Sifonledningar i diken	1,734	65	13,512	76			
Vägundergångar			8,524	11			
Omläggning af Juringebäcken			3,759	28			
<i>En växelbrunn för liggande luckor vid Norsborg:</i>							
Brunnen	3,569	81					
Luckor och rördelar	3,621	94	7,191	75			
<i>4 st. växelbrunnar för stående luckor:</i>							
Brunnarna	31,071	75					
Luckor och rördelar	19,709	24	50,780	99			
<i>7 luckbrunnar:</i>							
Brunnarna	32,907	09					
Luckor och rördelar	15,568	14	48,475	23			
<i>Luftventiler med brunnar:</i>							
10 st. brunnar	8,157	29					
Automatiska luftventiler samt trevägskranar	1,624	90	9,782	19			
Diverse aftappningsledningar samt 15 st. aftappningsbrunnar af betong			20,934	87	1,796,255	56	
<i>Undervattensledning vid Fittja med växelbrunnar:</i>							
Muddring och schaktning	3,175	77					
Utfyllning	1,590	84					
Rörkostnad, 66.72 m (enkel längd) à 117 kr.	7,801	47					
Profning, uppläggning af rörsträngarna samt deras sänkning	1,705	59					
Ställningar därför	4,523	92					
Skyddsbeklädnad å rören	1,665	61					
Pålning för växelbrunnar och landfästen	15,014	70					
Betonggjutning för d:o d:o	7,482	77					
Stenskonning och portaler	4,151	03					
Rördelar och afstängningsventiler	16,632	10					
Planering och diverse	1,607	15			65,350	95	
<i>Öfvergång af Hagatorpsviken:</i>							
Pålar	7,093	74					
Transport	7,093	74			1,861,606	51	

		K r o n o r.					
	Transport	7,093	74	—	—	1,861,606	51
	Hammarband och dubbel plankbädd	4,633	07				
	Stenskoning	3,552	88				
	Sköldar af betong	2,183	18				
	Järnkonstruktion	6,131	59				
	Jordfyllning öfver rören	2,535	85				
	Ställningar och diverse.....	2,093	64			28,223	95
<i>Torn på Vårbyberget:</i>							
	Bergsprängning	1,336	57				
	Gråstensmurverk i grund- och stödmurar	3,572	85				
	Betong med järninlägg	885	30				
	Granitmur med facad i råkopp och bakmur af tegel	11,162	78				
	Bjälklag och inredning	2,226	41				
	Registreringsapparat	677	—				
	Rörledning för d:o	1,686	64				
	Bräddafloppsanordningar	5,154	10				
	Terassering och planering	3,377	10				
	Transporter och diverse	7,038	33			37,586	03
	Vaktstuga vid Fittja	6,290	17				
	D:o » Kråkvik	5,885	07			12,175	24
	Baracker och skjul m. m.	—	—	12,011	79		
	Husflyttningar	—	—	896	25		
	Planering och afputsning	—	—	10,323	40		
	Grödesersättningar	—	—	7,555	33		
	Polis och sjukvård	—	—	9,128	13		
	Linien renstakning	—	—	278	10		
	Arbetsledning och diverse	—	—	72,408	98		
	Renspolning af ledningen samt diverse reparatio- ner å densamma m. m.	—	—	16,677	04	129,279	02
	Summa	—	—	—	—	2,068,870	75

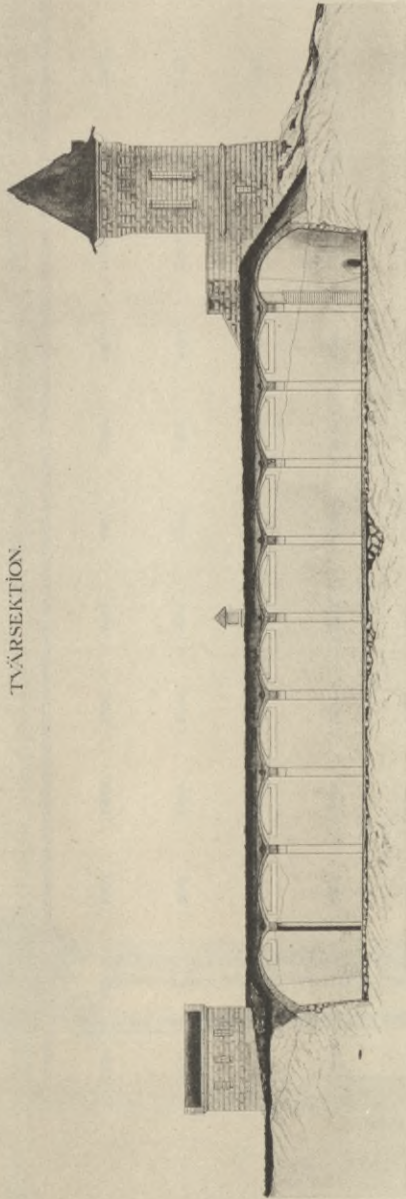
Då kostnadsförslaget slutade på ett belopp af 2,430,000 kronor, har en besparing uppstått af 361,129.25 kronor, hvilken i hufvudsak får tillskrivas den omständigheten, att rörinköpen kunde uppgöras till afsevärdt lägre pris än de beräknade.

Expropriationskostnaderna för den behöfliga marken äro ännu ej fastslagna, men ingå icke i kostnadsberäkningens nyss anförda slutsamma.



RESERVOAR VID TREKANTEN

TVÄRSEKTION.



LÄNGDSEKTION.

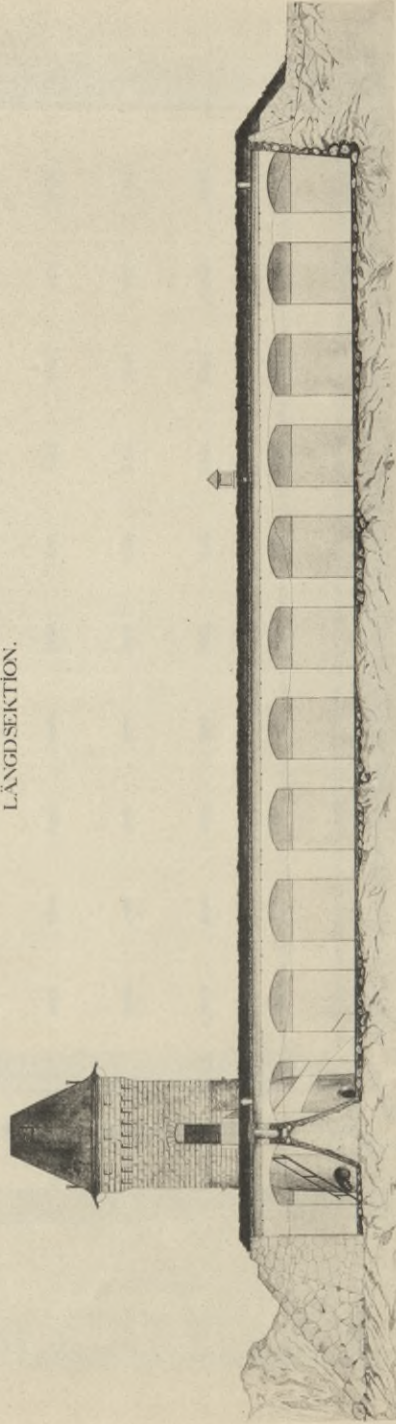


Fig. 56.

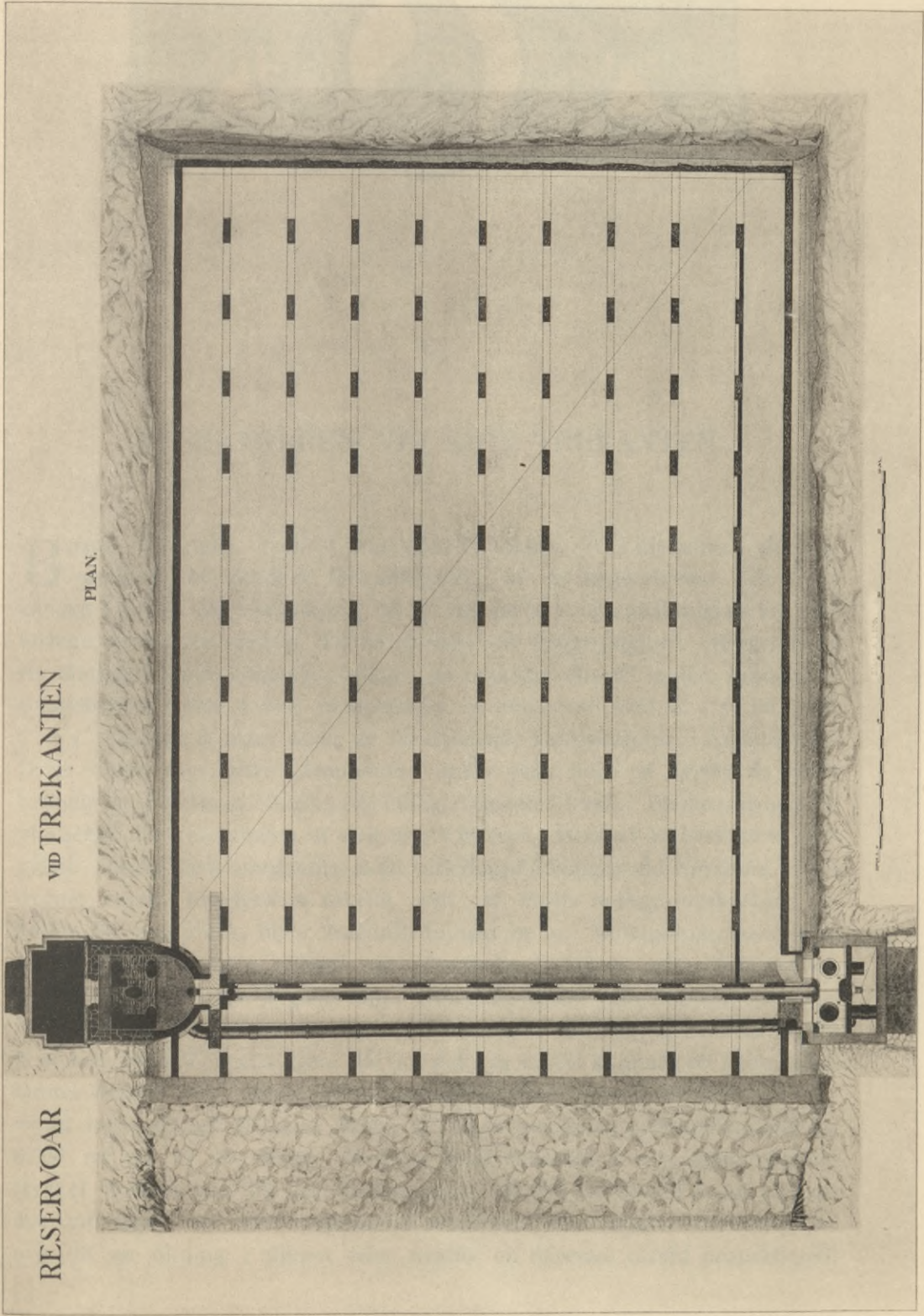


Fig. 57.



V.

RESERVOAREN VID SJÖN TREKANTEN.

Berget »Utsikten», sydväst om sjön Trekanten vid Liljeholmen, är synnerligen väl lämpadt för anläggning af en högreservoar och hade kanske kommit till användning, äfven om det nya vattenledningsverket icke förlagts väster om staden. Då så skedde, var frågan afgjord. Berget hade en tämligen jämn högplatå, belägen på omkring 60—63 meters höjd öfver slusströskeln. Här kunde nedsprängas en reservoar med h. v. y. på + 62, d. v. s. omkring 6 meter öfver de förutvarande reservoarerna, i Årstalunden. Detta högre läge gifver åtminstone under vissa tider på dygnet de högst belägna stadsdelarna ett icke obehöfligt tillskott i tryck. Platån medgaf ett yttnehåll för reservoaren af omkring 6,000 m². Återstod att bestämma dess rymd. Såsom förut omnämnts, skall vattenuppföringen vid Norsborg fortgå dygnet rundt, hvarigenom minsta mått och lägsta anläggningskostnad erhållits för pumpverk, filter, hufvudledningar m. m. Mottagningsreservoaren måste sålunda kunna utjämna de ojämnheter i stadens vattenförbrukning, hvilka äga rum under dygnets lopp. Den reserverade vattenmängd, som här för erfordras, har för Stockholms vidkommande visat sig utgöra omkring 20 % af hela dygnsförbrukningen. Då nu det nya verket kommer att i framtiden lämna 100,000 m³ i dygnet, borde mottagningsreservoaren innehålla en reserverad vattenmängd af minst 20,000 m³, motsvarande en vattenpelarehöjd för 6,000 m² yta af 3.3 meter. Med en dylik sänkning i v. y. faller rörnätstrycket ändock icke till det förutvarande. Då det emellertid är af vikt att äga ytterligare en reserv i händelse af rörbrott eller andra driftstörningar, och då en ökning i djupet icke medför en däremot direkt proportionell

ökning i kostnaden, bestämdes djupet till 6 meter, ett vattendjup vid hvilket vanlig cementputs visat sig hålla väl tätt. Reservoarens hela rymd blef sålunda omkring 36,000 m³. En så stor rymd erfordras emellertid ej från början, så länge Norsborgsverket endast lämnar en del af de 100,000 m³ pr dygn. På denna grund beslöt man att till en början blott fullborda hälften af den blifvande reservoaren, och att sålunda gifva den en nyttig rymd af omkring 18,000 m³, eller, noggrannare beräknad efter utförandet, 18,127.2 m³. Bergsprängningen utfördes dock för hela rymden, på det att vid reservoarens tillbyggnad den äldre delen icke måtte taga skada.

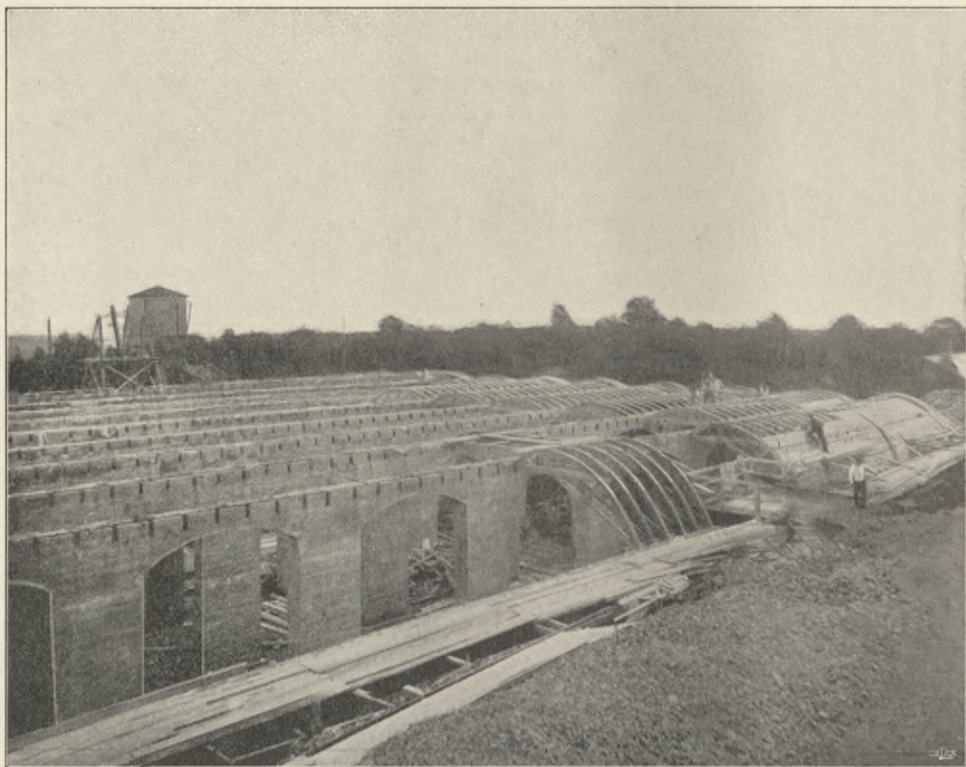


Fig. 58.

Reservoaren (fig. 56 och 57) är, såsom förut antydts, till större delen nedsprängd i berget. Botten och väggar hafva bekläddts med cementbetong med stålslipad innersida. Begränsningen mot den blifvande reservoarhalfvan är åstadkommen af en stenspäckad betongmur med stenkärna, hvilken mur i framtiden blir den stora reservoarens midtvägg och delar den i 2:ne lika stora hälfter. Äfven i väggar och botten har betongen späckats med sten. För att hindra det i bergets sprickor och håligheter befintliga vattnet, som exempelvis vid reservoarens botten står under ganska högt tryck att vid tom reservoar taga sig väg genom betongen in i behållaren, har såväl i väggar som botten inlagts ett dräneringssystem af vanliga täckdikningsrör med utlopp utanför

reservoaren. Denna anordning har visat sig synnerligen lämplig, i det att inga som helst fräthål i betongen upptäckts, och behållaren efter tömning på kort tid blir fullständigt torr. Behållarens vattendränkta omkrets är bestruken med siderosten, hvilken inträngt i och bidrager till tätning af de små sprickor, som vid ett sådant betongarbete som det ifrågavarande äro oundvikliga. Reservoaren är täckt med tunna hvalf af betong, uppburna af med hvalföppningar genombrutna betongväggar. På de med dessa väggar parallela

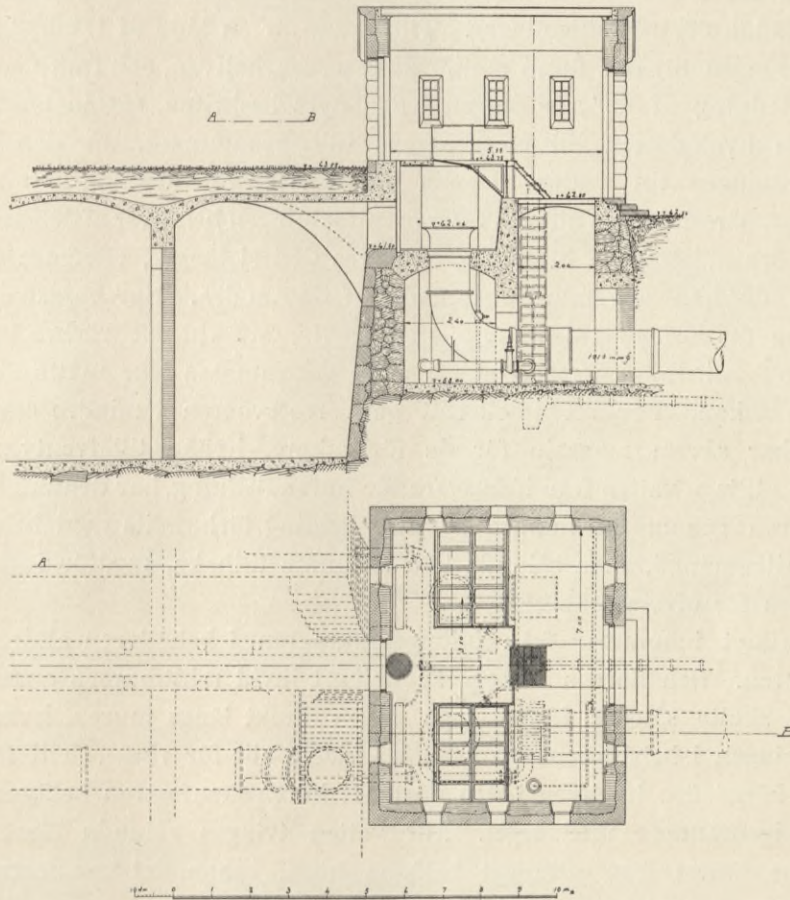


Fig 59.

sidorna äro hvalfanfangen neddragna mot berget. Hvalf och innerväggar inuti behållaren äro afslammade med cementbruk. Hvalfvens öfversidor äro påmurade för erhållande af fall för vattnet och försedda med stålslipad puts. På hvalfven är påfördt först ett dränerande gruslager och sedan matjord om tillsammans 0.7 meters höjd öfver hvalfhjässan. Jorden är gräsbesädd. Med luxferglas försedda ljusöppningar finnas anbragta i hvalfven. Till stöd mot det ensidiga vattentrycket har midtmuren förstärkts på så sätt, att af den andra reservoarhalvan utförts väggar och hvalf till ett afstånd af 6.6 meter från midten. Dessa hvalfgångar, hvilkas öppningar mot bergschaktet

stängts medels en löst lagd sprängstensmur och utanför liggande sprängstensfyllning, tjäna som kontreforter åt midtmuren. Sprängstenen är afsedd till beredning af makadam för den blifvande betonggjutningen i andra reservoarhalfvan.

Hufvudledningen från Norsborg mynnar i höjd med reservoarens h. v. y. i en inloppskammare, fig. 59, förlagd framför midtmurens sydvästra ända. Vattnet utströmmar i en porslinsklädd bassäng och kan med tillhjälp af dammluckor ledas till den ena eller andra af reservoarens afdelningar genom granitklädda öfverfallsöppningar. Tillsvidare är en låda af trä byggd framför öppningen till den ännu ej utförda reservoarhalfvan, och från denna låda är en ledning af 40" rör dragen i den nyss beskrifna, såsom kontreforter tjänande hvalfgången till reservoarens utloppskammare, där den förenats med ledningen till staden. Denna provisoriska förbiledning är afsedd att begagnas, därest den nu utförda reservoarafdelningen behöfver afstängas. Sedan den andra afdelningen tillbyggs, behöfves den ej längre, eftersom den ena halfvan då kan användas oberoende af den andra. Norsborgsledningens mynning är förlagd till h. v. y. i det syfte, att vid ett rörbrott på den långa hufvudledningen reservoarens stora vattenmassa icke måtte finna väg genom läckan. För att emellertid göra reservoaren i mindre omfattning användbar såsom magasin för de förbrukare, hvilka tilläfventyrs kunna komma att taga vatten från ifrågavarande hufvudledning, har denna i inloppskammaren genom en mindre 20 cm. ledning förbundits med behållaren. Den vattenmängd, som sålunda kan strömma tillbaka, medför ingen afsevärd fara för öfversvämning.

Vattnet inkommer från inloppskammaren i behållaren alldeles intill midtmuren. Behållarens utlopp är beläget invid midtmurens andra ända. Vattnet skulle således kunna taga vägen direkt längs muren, hvarigenom omsättningen i behållarens öfriga delar blefve allt för ringa. Till förekommande häraf äro hvalfven i den närmast inloppskammaren belägna innerväggen igenmurade med tegel. Allt vatten tvingas sålunda först till behållarens längst från utloppet belägna hörn, innan det kan fortsätta sin väg genom reservoaren.

Utloppet, fig. 60, består af ett i väggen ingjutet järnrör inlagdt strax ofvan behållarens botten. Det fortsätter till utloppskammaren, där det är förbundet med motsvarande från andra reservoarhalfvan kommande ledning och med ledningen till staden. Afstängningsventiler af 1 meters diameter äro här insatta för båda afdelningarna och anordnade så, att hvilken som hälst af dessa kan tillkopplas eller afstängas. Särskilda aftappningsledningar utgå från behållarens botten, så att det smutsiga vattnet efter rengöring o. d. genom dem kan utspolas. De äro hopkopplade och försedda med i kammaren anbragta ventiler samt leda till en gemensam afloppsledning, hvilken i sin tur mynnar i ett till sjön Trekanten anordnadtt dike. Till detta aftapp-

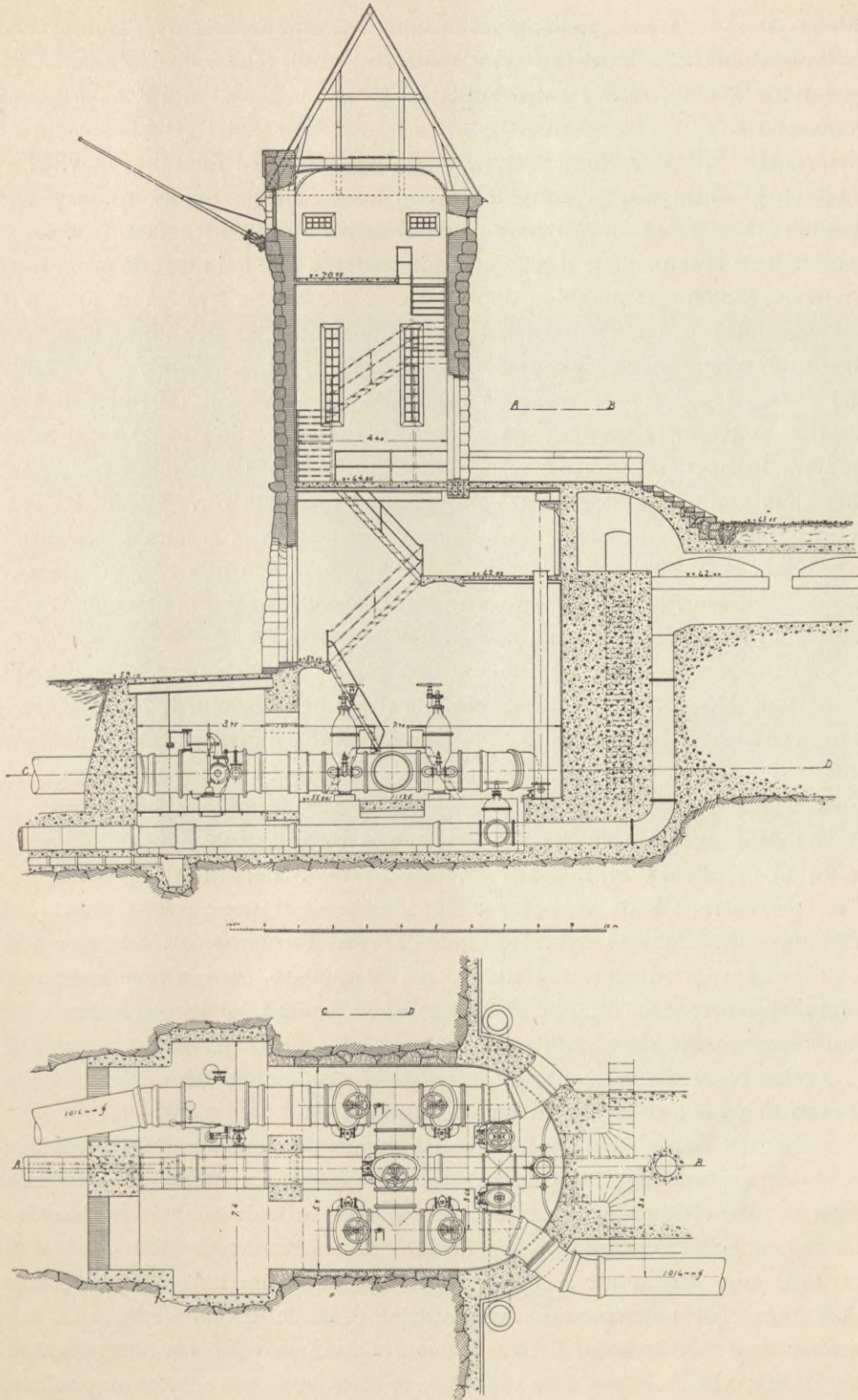


Fig. 60.

ningssystem är äfven bräddafloppet koppladt. Då uppfordringsverket ligger på betydligt afstånd, och det mycket väl kan tänkas, att telefon- och signalledningar äro afbrutna, samt att underrättelse sålunda ej genast kan lämnas pumpverken, när reservoaren blifvit fylld, var det nödvändigt att konstruera ett synnerligen effektivt bräddaflopp, som utan afsevärd dämning af v. y. — hvilken ju alltid medför större höjd och kostnad för murverk m. m. — förmådde afbörda de från Norsborg kommande betydliga vattenmassorna. Detta problem är löst på sådant sätt, att i midtmurens öfre del utsparts en kulvert, hvilken genom granitklädda öppningar, en för hvarje hvalfgång, kan mottaga bräddafloppsvattnet från behållaren, och afbördar detsamma genom en till utloppskammarens aftappningsrör dragen ledning. På sådant sätt har erhållits en betydande längd på bräddafloppets öfverfallskant och därmed stor effektivitet. Kulverten tjänar jämväl till ventilation af de intill midtmuren belägna delarna af reservoaren, i det luften kan cirkulera genom bräddafloppsöppningarna och i kulverttakets anbragta rör. För öfrigt sker ventilationen genom särskilda i reservoarens takhvalf insatta rör. Såsom synes har man sökt att från behållarens inre aflägsna alla rör, ventiler och andra järndelar, hvilka där äro utsatta för stark förrostning och endast med svårighet kunna nöjaktigt underhållas.

Utloppskammaren inrymmer utom förut beskrifna anordningar bland annat ett stånrör för den elektriska vattenståndsvisaren, hvilket stånrör står i afstängbar förbindelse med båda reservoarhalfvorna. Vattenståndsvisarens växlingar anges på en mottagningsapparat i den intill reservoaren anlagda vaktstugan. I en underjordisk kammare framför utloppsbyggnaden är på ledningen till staden anbragt en vid rörbrott automatiskt stängande ventil af Glenfield Co:s, Kilmarnock, konstruktion. Genom utloppskammaren äro reservoarens båda afdelningar tillgängliga på trappor, hvilka utförts helt i betong. Kammarens öfverbyggnad har fått tornform och erbjuder å de öfre bottnarna en storartad utsikt. Såväl utlopps- som inloppskammarnas öfverbyggnader äro utförda af med tegel bakmurad Vätögranit. Invändigt äro väggarna klädda med glaceradt tegel.

Reservoaren med sin vaktstuga, hvilken är byggd af trä och innehåller 2 rum och kök, är inhägnad med stängsel af trä.

Arbetet påbörjades i juli månad 1900 med bergsprängning och utläggning af uppfartsväg längs bergets södra sluttning. Dessutom uppfördes smedja, förrådshus, marketenteri, provisorisk vattenledning från sjön Trekanten m. m. Bergsprängningen fortgick jämväl under år 1901 och en del af 1902 och skedde för hand men med vidsträckt användning af elektrisk tändning. Till sprängstenens uppfordring tjänade 2:ne amerikanska ångkranar med fällbar bom, hvilka sedermera kommo till fördelaktig användning såväl vid Norsborg som vid större sprängnings- och schaktningsarbeten för hufvudledningen. Sprängstenen transporterades på decauillespår och

utfylldes omkring reservoaren. Af en del tillverkades medels af lokomobil drifven kross omkring 4,000 m³ makadam för betongarbetet. Då det skulle blifvit hardt när omöjligt att på axel uppforsla alla för reservoarbyggnaden nödiga materialier, anlades en 1 km. lång linbana från Liljeholmsviken, där strandplats förhyrdes och lossningsbrygga m. m. byggdes. Linbanan, som var konstruerad för 300 kg:s nettolast och levererades af herr E. Nordström i Falun, korsade sjön Trekanten medels ett fritt spann af ej mindre än 390 meters längd. Drifkraften lämnades af en vid Liljeholmsviken uppställd



Fig. 61.

fotogenlokomobil, hvilken jämväl dref den förut omtalade lossningskranen samt pumpade vatten för rörprofning m. m.

Betonggjutningen vidtog i maj 1902 och fortgick så, att allt betongarbete med undantag för in- och utloppskamrarna var fullbordadt i början af november och taket slipadt samt försedt med jordfyllning före samma års utgång. Betongen tillverkades medels maskiner dels af den roterande kontinuerliga typ, som förut under »Norsborgsverket» omnämmts, dels af den s. k. »tyngdkrafts»-typen. Denna senare var för betonering af botten synnerligen bekväm, då den endast behöfde upphängas på schaktets kant, hvarefter, sedan materialier inkastats i öfverändan, den färdiga betongen uttogs vid botten.

Betongens blandningsförhållanden voro följande.

	Cement	Sand	Makadam
Det understa lagret i botten	1	7	10
Det öfre lagret i botten.....	1	5	7
Väggar och pelare	1	5	7
Hvalfven.....	1	3	5

Cementet var Ölands-cement, gruset togs i pråmar från Ekerön, makadamen tillverkades såsom förut nämnts på platsen. Under år 1903 färdigslipades reservoaren invändigt och uppfördes in- och utloppsbyggnaderna. I början af 1904 var reservoaren färdig till användning samt fylldes från stadens rörnät, så fort ledningen dit hunnit fullbordas. Därefter fick den lämna vatten till hufvudledningens profning.

Kostnadssammandrag.

	K r o n o r.			
<i>Bergsprängning.</i>				
Sammanlagdt 38,968 m ³ berg hafva utsprängts från båda reservoarhalvorna samt in- och utloppskammare å kr. 4,12 pr m ³ .				
Transportmateriel såsom kranar, spår och vagnar med drift	46,451	71		
Arbetskostnad	80,422	56		
Dynamit, stubin m. m.....	11,958	22		
Rensning af väggar och botten	9,311	19		
Vatten till 2 st. ångkranar, del i drift- och anläggningskostnad af provisorisk vattenledning från sjön Trekanten	5,687	69		
Diverse kostnader	6,739	60	160,570	97
<i>Betong:</i>				
Botten 2,070 m ³ å kr. 15.57:				
Cement inkl. lossning och transporter.....	12,341	81		
Sand » » » »	2,048	08		
Makadam	4,601	61		
Blandning med maskin	612	44		
Framkörning och stampning	5,368	71		
Formar och landgångar	578	77		
Del i provisorisk vattenledning.....	2,070	—		
Diverse kostnader	4,605	75	32,227	17
Transport			192,798	14

		K r o n o r.			
	Transport			192,798	14
Väggar och pelare 2,231 m ³ à kr. 28.68:					
Cement inkl. lossning och transporter		17,990	63		
Sand » » » »		3,478	51		
Makadam		4,390	24		
Blandning medelst maskin		1,034	56		
Framkörning och stampning		15,969	66		
Formar och landgångar		13,325	65		
Del i provisorisk vattenledning.....		2,035	20		
Diverse kostnader		4,528	32	62,752	77
Tak 1,300 m ³ à kr. 32.15:					
Cement inkl. lossning och transporter.....		17,590	43		
Sand » » » »		2,015	—		
Makadam		3,779	10		
Blandning medelst maskin		793	—		
Framkörning och stampning		5,818	28		
Formar och landgångar		6,978	98		
Del i provisorisk vattenledning.....		1,560	—		
Diverse kostnader		3,371	—	41,905	79
Slipning af botten, väggar samt taket utvändigt, slamning af pelare och takets innersida:					
Materialier		8,333	78		
Arbete		16,138	27	24,472	05
Tegelmur i reservoaren				3,237	08
<i>Inloppsbyggnad:</i>					
Undre våningen, botten, väggar, hvalf etc.		5,294	31		
Öfverbyggnad		8,840	15		
Inredning		6,886	29		
Rörledning, elektriska apparater och ventiler		3,405	61		
Granitbeklädning å väggar i vattenloppet		2,803	33	27,229	69
<i>Utloppsbyggnad:</i>					
Undre våningen		14,444	01		
Öfverbyggnad		23,876	40		
Inredning		18,818	51		
Tegel		3,190	47		
Rör och rördelar		15,745	81		
Bräddaflopp och afloppsledningar.....		11,587	99	87,663	19
<i>Diverse:</i>					
Bräddaflopp i granit i själfva reservoaren		1,829	65		
Stödmur i norra reservoarhalvan.....		3,331	18		
Transport		5,160	83	440,058	71

	K r o n o r.			
Transport	5,160	83	440,058	71
Provisorisk hopkoppling af hufvudledningen.....	4,838	73		
Jordfyllning ofvanpå reservoaren, 3,600 m ³ à 7.47 kr.....	26,897	32		
Vaktstuga	10,159	—		
Planering.....	5,617	24		
Stängsel.....	2,479	59		
Tillsyn och ingenjörsarvoden ..	18,935	67		
Takfönster	860	22		
Uppfartsväg från landsvägen	4,942	05		
Lossningsbrygga	2,951	71		
Provisoriska byggnader.....	4,500	62	87,342	98
Summa			527,401	69

Kostnadsberäkningen slutade på 545,000 kronor, hvadan en besparing af 17,598: 31 kronor här uppstått.





VI.

HUFVUDLEDNING MELLAN RESERVOAREN VID TREKANTEN OCH LILJEHOLMSVIKEN.

Under det ledningen mellan Norsborg och mottagningsreservoaren endast behöfver dimensioneras för en under hela dygnet jämnt fördelad vattenmängd, måste ledningen mellan reservoaren och staden kunna med måttlig tryckförlust framleda den största förbrukningen för en viss tidsenhet, exempelvis på en timme. Största timförbrukningen är i Stockholm omkring 6 % af hela dygnets förbrukning, i följd hvaraf ledningen borde beräknas för $0.06 \times 50,000 \text{ m}^3$ eller för $3,000 \text{ m}^3$ i timmen, under förutsättning att ytterligare en lika stor ledning kommer till utförande, sedan Norborgsverket utbyggt till en leveransförmåga af $100,000 \text{ m}^3$ i dygnet. Med hänsyn härtill bestämdes ledningens genomsärning till 48 eng. tum eller 1,216 mm, hvarigenom tryckförlusten för nyss nämnda vattenmängd mellan Trekantsreservoaren och Rosenlundsgatans skärning med Hornsgatan blir omkring 2 meter. Utloppsventilerna från reservoaren hafva dock endast 1 meters genomsärning, emedan dylika ventiler ej gerna tillverkas af större mått, och en liten lokal förträngning af ledningen ej stort inverkar på tryckförlusten. Ledningen är utförd af vanliga gjutna blydiktade järnrör i längder af 3.66 och 4 meter, vägande resp. 875 och 860 kg pr löpande meter. Den är dragen utför bergets norra sluttning i sprängd berggraf. För rörens påfyllning å denna sträcka uppforslades fyllnadsämnen medels linbanan. Sprängstenen fördes på utlagda spår till sjön Trekanten, där den utfylldes till en bank, å hvilken ledningen, utan att väsentligt inkräkta på ett närbeläget

industriområde, kunde föras längs sjöns strand till dess östra ända. För att förekomma framtida, för rörledningen farliga sättningar i banken, underhjälpes dess nedträngande till fast botten genom afskjutning af dynamitladdningar, hvilka nedfördes i järnrör under och på sidan om bankfyllningen. Detta har visat sig vara effektivt. Ledningen fortsätter öfver KATRINEBERGS ägor och är sedan förlagd i allmänna landsvägen på den sträcka, som, enligt hvad i inledningen närmare omnämmts, för ändamålet blifvit utvidgad. Därefter skär den äfven statens järnvägars mark vid Liljeholmsvikens strand, där den är hopkopplad med undervattensledningen.

Kostnadssammandrag.

	K r o n o r.			
<i>Bergsprängning: 4,141 kbm. à 6.93:</i>				
Transportanordningar, kranar, spår m. m.....	2,595	52		
Arbetskostnad	23,291	90		
Dynamit, stubin och annan materiel	2,850	23	28,737	65
<i>Rörsträngen:</i>				
1,187 m. 122 cm:s raka rör samt rördelar och afstängningsventiler	95,324	32		
Lastning, lossning och pråmning	2,052	62		
Tryckprofning	2,905	33		
Utkörning	6,389	89		
Bly, diktgarn m. m.	4,572	16		
Rörläggning och diktning m. m.	6,967	31		
Aftappningsledningar	256	43	118,468	06
<i>Jordschaktning och återfyllning</i>			31,105	63
<i>Stödjemurar</i>			4,072	82
<i>Stenbank i sjön Trekanten</i>			11,048	66
<i>Grödes- och andra skadeersättningar</i>			3,604	50
<i>Tillsyn</i>			2,273	75
<i>Sjukvård och vakter</i>			1,044	27
<i>Diverse kostnad</i>			4,888	84
			Summa	205,244 18

Kostnadsförslaget upptog 270,000 kronor. Skillnaden beror väsentligen på billigt inköp af rör.





VII.

UNDERVATTENSLEDNINGAR I LILJEHOLMSVIKEN.

I likhet med hvad som ägt rum vid Fittja bro äro i Liljeholmsviken redan nu nedlagda *tvänne* ledningar, hvar och en tillräckligt stor för framledande af halfva den framtida vattenmängden. Så har skett för vinnande af trygghet mot afbrott i vattentillförseln på denna svåröfvervakade del af linien och med hänsyn därtill, att kostnaden för den andra ledningens anbringande blir väsentligt lägre, om båda utföras i ett sammanhang. Ledningarna hafva erhållit 1 meters genomskärning i st. f. 1.2, såsom angränsande ledningar i land, emedan ventiler o. d. ej gerna böra tagas större, och emedan den sålunda något ökade tryckförlusten på sträckan under Liljeholmsviken icke har någon afsevärd betydelse. Rören äro helvållda af 10 mm:s Siemens-Martinplåt och levererade af firman »Ferrum» i Kattowitz i längder upp till 12 meter. Skarfvorna sammanhållas af lösa vingflänsar och skrufbultar samt äro tätade med kautschuk med messingsinlägg. Flänsarna hafva försetts med kanter, hvilka vid sammanskruvningen stöta ihop och sålunda förhindra flänsarnas böjning mot hvarandra. Denna konstruktion har tillämpats, emedan det vid förut utförda ledningar af liknande slag visat sig, att flänsarna vid hopskrufningen undergått icke obetydliga formförändringar, hvilka i sin mån inverkat böjande på bultarna. Rören äro i varmt tillstånd öfverdragna med 1:ma Trinidad Goudron, tillsatt med något parafinolja för att göra bestrykningen elastisk äfven i kallt tillstånd. Då detta öfverdrag på sina ställen lossnat, beströkos rören före sänkningen öfverallt med varm asfaltjära.

Enligt den förberedande planen skulle i den ytterst lösa lerbotten till underlag för rören utfyllas en tryckbank, hvilken ensamt för sig beräknades

kosta ej mindre än 42,000 kronor. Sedan emellertid noggrannare undersökningar hunnit utföras, fann man att billigare underlag för rören kunde åstadkommas genom anordnande af enstaka stöd till ett antal af 6 st. i det 180 meter breda vattendraget, fig. 63.

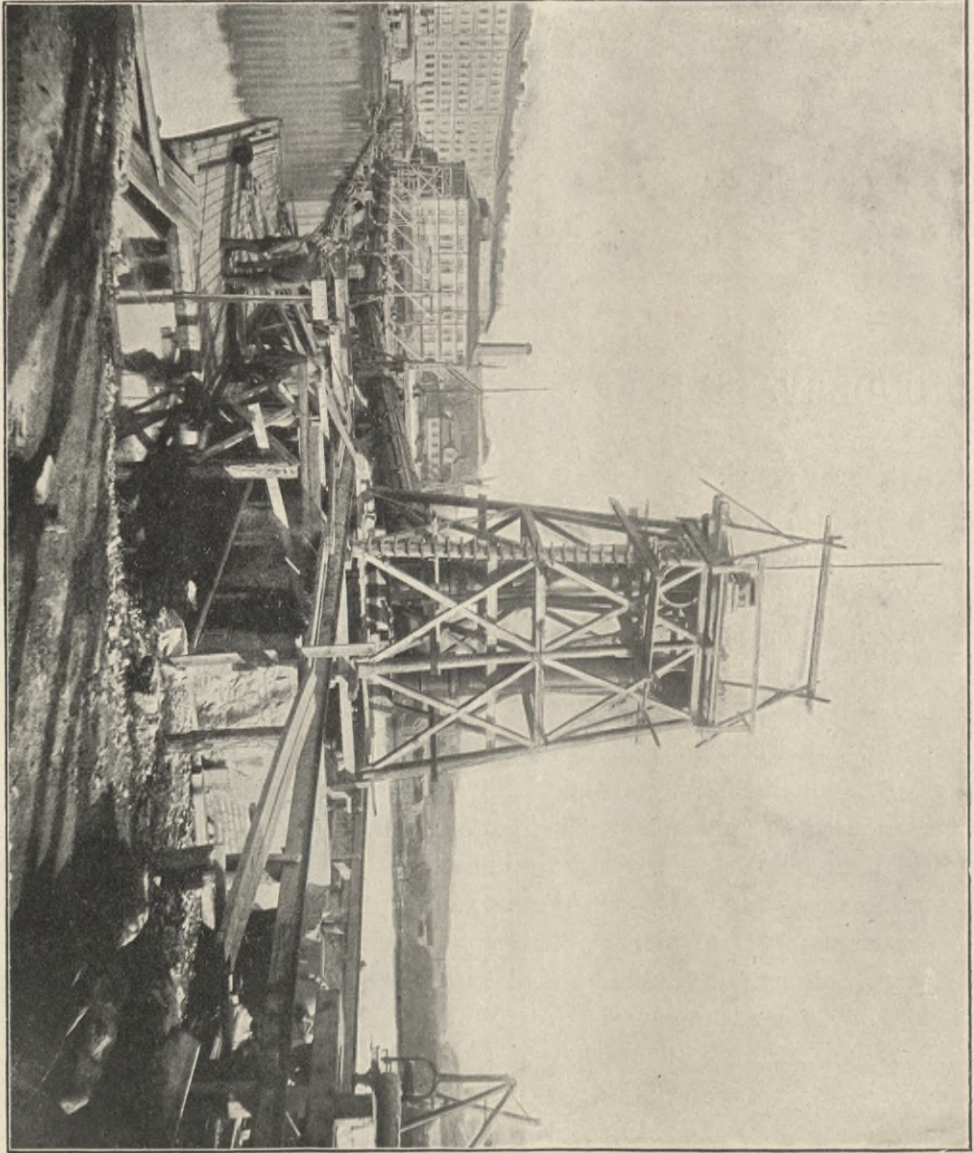


Fig. 62.

På södra sidan af viken, där närmast berget finnes ett litet gruslager, i hvilket påspetsar kunna få fäste, voro dylika stöd i form af pålbockar lätta att anbringa. På norra sidan går däremot den lösa leran nästan ända ned till berget, hvarför man här måste välja en annan utväg. Motsvarande stöd utgöres hvar och ett af 2:ne till fast botten nedförda betongpelare af 1.75 meters genomskärning och en öfver dessa lagd armerad betongbalk, gjuten

Undervattensledning, Liljeholmsviken.

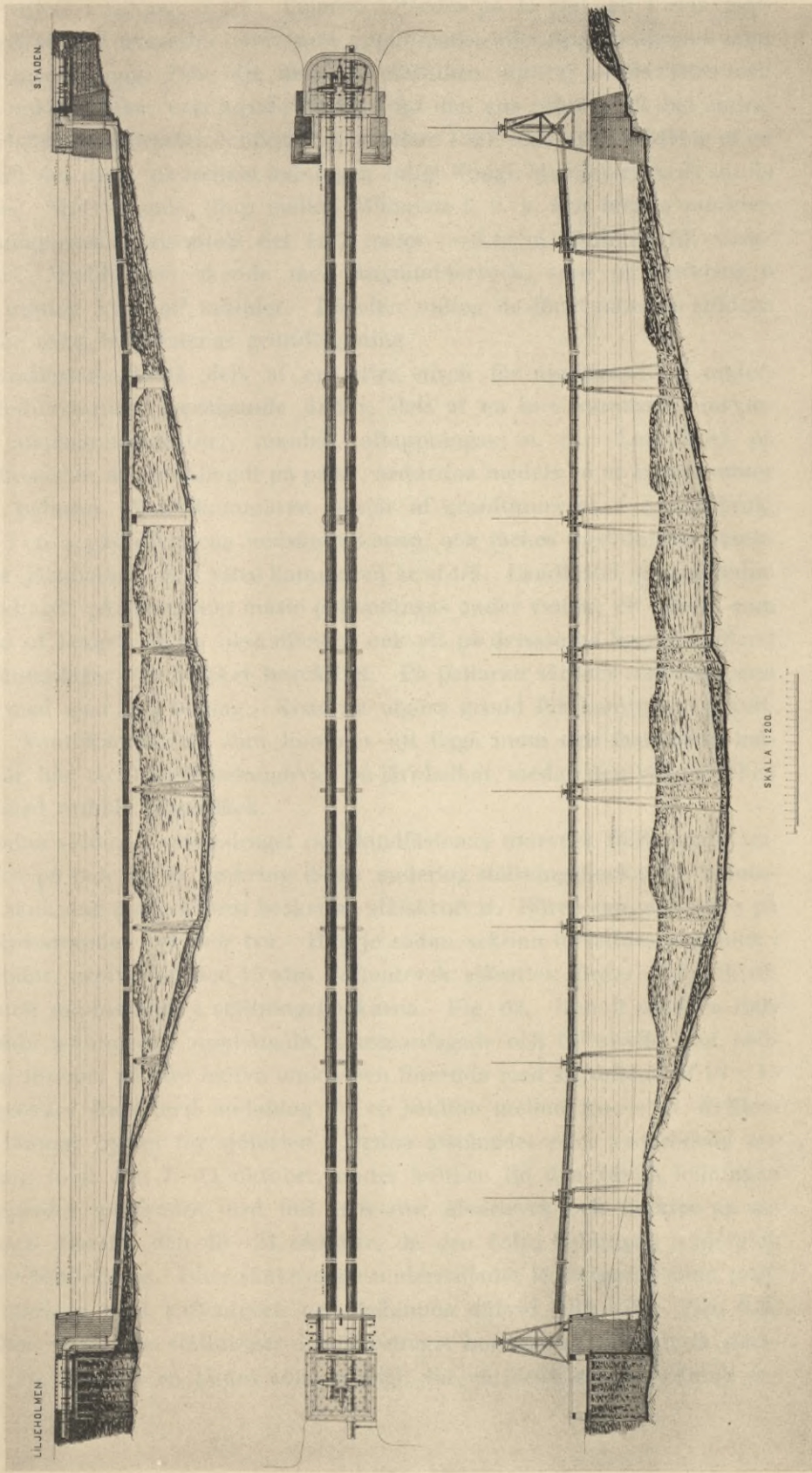


Fig. 63.

under vatten i formar af trä. Pelarna utfördes på så sätt, att tunna plåt-tuber nedsänktes, hvarefter leran inuti uppumpades eller uppmuddrades samt ersattes med betong. Den öfre delen af plåttuben, som ej skulle fyllas med betong, var löstagbar och kunde flyttas från den ena pelaren till den andra.

Arbetena påbörjades i början af oktober 1901 med uppmuddring af en ränna till det djup, på hvilket ledningen enligt Kongl. Maj:ts föreskrift skulle förläggas. Motsvarande djup mellan Mälarens l. v. y. och högsta punkten på ledningarnas horisontela del är 7 meter (-3.10 m hänfördt till sluss-tröskeln). Muddringen skedde med ångmudderverk, som på omkring 6 veckor upptog $5,900$ m³ mudder. Härefter vidtog de förut nämnda stödens byggande samt landfästenas grundläggning.

Landfästena bestå dels af en yttre nisch för upptagande af under-vattensledningarnas uppstigande ändar, dels af en inre kammare, inrymmande afstängningsventiler, manhål, aftappningar m. m. Landfästet på Liljeholmssidan är grundlagdt på pålar, neddrifna medels en af fotogenmotor drifven påkran. Ventilkammaren består af granitmurverk i cementbruk, utfördt i en å pålhufvudena nedsänkt kasun, och täckes med dubbla plankdäck på järnbalkar, den yttre kammaren är af trä. Landfästet på stadssidan är grundlagdt på berg, som måste pallsprängas under vatten; ett arbete, som till följd af bergets sköra beskaffenhet och ett på detsamma liggande ytterst segt pinnmolager var mycket besvärligt. På pallarna sänktes träkistor, som fylldes med sten och betong. Kistorna utgöra grund för kamrarnas granitmurar. Ventilkammaren, som kommer att ligga inom den fastställda kajlinien, är här täckt med betonghvalf på järnbalkar, medan den yttre nischen täckts med dubbla plankdäck.

Sedan stöden i vattendraget och landfästenas murverk fullbordats, anordnades på och delvis omkring dessa underlag ställningsbockar för ledningarnas sänkning medels förut beskrifna stålskrufvar. Rören sammansattes på Liljeholmsstranden två och två. Hvarje sådan sektion förseddes med lock i båda ändar, profvades med 15 atm. vattentryck, sjösattes, fördes under skrufvarna och upphissades i ställningsbockarna. Fig. 62. Den 2 oktober 1902 voro båda ledningarna upphängda, sammanfogade och till skydd mot nedfallande föremål på öfre halfva omkretsen försedda med skyddshuf af 13×15 cm:s sparrar; dock med undantag för en sektion mellan 2:ne stöd, hvilken måste lämnas öppen för sjöfarten. Denna afstängdes efter vederbörlig annonsering först den 7—11 oktober, under hvilken tid den västra ledningen hopkopplades, profvades med luft af 8 atm. öfvertryck och sänktes på sin plats, och därefter den 20—24 oktober, då den östra ledningen undergick liknande behandling. Efter sänkningen underpallades ledningarna samt profvades återigen med vattentryck och befunnos därvid fullt täta. Den 8:de november voro alla ställningar i vattendraget borttagna. För att få sänkningen att försiggå så jämnt som möjligt, var en elektrisk ringledning an-

ordnad längs bockarna med en klocka på hvarje. För hvarje signal fördes stålskrufvarnas med skänklar försedda muttrar 2 hvarf rundt. Då skrufvarnas längd icke kunde motsvara det till 9.5 meter uppgående sänkningsdjupet, måste ledningen en gång under sänkningen provisoriskt upphängas i bockarna, medan skrufvarna återfördes till utgångsläget, samt därefter åter angöras i skrufvarnas bärkrokar. Detta skedde mycket lätt medels å ledningen anbragta reservgrimmor med kettingstroppar af lämplig längd, på sätt i vattenledningschefens årsberättelse för år 1899 vid beskrifning af undervattensledningen i Norrström närmare utvecklats.

Hvarje ledning har en sammanlagd längd af 174 meter och ett vågrätt afstånd mellan ändflänsarna af 162 meter. De båda rörledningarnas sammanlagda vikt utgör 97 ton, betingande ett pris inkl. tull af kronor 40,705: 35 i Stockholms hamn. Detta motsvarar kronor 411: 50 pr ton.

Vid öfvergången mellan den nära horizontela landleddningen och undervattensledningens vertikalt öfver vattnet uppskjutande ändar verkar naturligtvis en resultant af ledningens inre vattentryck i riktning mot vattendraget; en resultant, som med hänsyn till det starka trycket representerar en högst betydande kraft, sträfvande att slita det i öfvergången anbragta krokröret och därmed fast förbundna rördelar från den iland liggande delen af ledningen. Till motvägande häraf anbringades från början omkring krokrören starka bojor, hvilka förankrades i landfästenas murverk. Icke desto mindre yppade sig en tendens till förskjutning i landleddningens blyskarvar. Bojans förankringar hafva därför måst fortsättas in till stranden och fästas i berget.

Till följd af den sålunda vunna erfarenheten hafva motsvarande säkerhetsåtgärder jämväl vidtagits vid de förut utförda stora undervattensledningarna i Norrström och Riddarhusfjärden.

I detta sammanhang må det vara tillåtet att gifva offentligt erkännande åt det synnerligen nitiska, noggranna och framgångsrika arbete, som utförts af arbetsförmannen O. Andersson, hvilken bland annat haft närmaste tillsynen vid utförande af samtliga de på sista åren utförda stora undervattensledningarna i Stockholm och genom sin pålitlighet och skicklighet i väsentlig mån bidragit till dessa ganska kinkiga arbetens lyckliga fullbordande.

Kostnadssammandrag.

	K r o n o r.	
<i>Muddring</i>	9,124	79
<i>Undervattenssprängning för ledningen</i>	2,280	79
<i>Grusfyllning för afplaning af rörgrafven</i>	705	29
Transport	12,110	87

		K r o n o r.			
	Transport			12,110	87
<i>Norra landfästet:</i>					
Pallsprängning under vatten		8,172	49		
Träkistor med sten och betongfyllning		11,125	14		
Murning af kammare öfver kistorna		5,298	51	24,596	14
<i>Södra landfästet:</i>					
Pålning och kasun		4,943	24		
Murning af kammare samt träkaj		5,001	27	9,944	51
<i>Mellanstöd för ledningar:</i>					
2 stöd, hvardera bestående af 2 med betong fyllda plåttuber med betongöfverliggare		9,412	60		
4 st. pålstöd		6,861	88	16,274	48
<i>Rörledningar:</i>					
Inköp och tull		40,705	35		
Lossnings- och transportkostnader		995	50		
Ställningar och anordningar för sänkningen.....		6,598	29		
Skyddsbeklädnad af sparrar å rören		2,495	62		
Uppläggning, profning och nedsänkning		5,491	89	56,286	65
Rördelar och ventiler vid landförbindningarna.....				17,100	08
Tillsyn				3,968	30
Vakthållning, sjukvård och diverse				4,800	97
	Summa			145,082	—

Då kostnadsförslaget upptog 235,000 kronor, har sålunda en besparing af ej mindre än 89,918 kronor uppstått. Detta fördelaktiga resultat beror dels på lägre pris för rören, dels och hufvudsakligast på den förut omnämnda ändringen i arbetsplanen.





VIII.

TELEFON- OCH SIGNALLEDNINGAR.

En dubbeltrådig enskild telefonledning är uppsatt emellan Norsborgsverket och staden och följer hufvudledningen till hela dess längd. I staden är den framdragen dels till Årstaviksverken, dels till vattenledningsverkets afdelningskontor vid David Bagares gata. Utanför staden äro apparater insatta i samtliga vaktstugor samt i Norsborgs maskinstation och administrationsbyggnad. Medels en s. k. militärtelefon kan förbindelse åstadkommas hvar som helst på linien, hvilket är af betydelse vid reparationer och andra arbeten å hufvudledningen. Ledningen var sålunda äfven till stor nytta under arbetsåren. Telefonstolparna hafva försetts med nummer och inmätts i förhållande till rörledningens midt, hvarjämte afståndet från Norsborg uppmätts. Härigenom tjäna de såsom vägvisare vid ledningens inspektion.

I reservoaren vid Trekanten har förutom den förut ofvan omnämnda uppsatts en vattenståndsvisareapparat med ledning till Årstaviksverken, där reservoarens vattenstånd i hvarje ögonblick automatiskt inritas på en roterande papprensa. Denna anordning har vidtagits, emedan Årstaviksverken, så länge de äro i bruk, måste anpassa sin vattenuppfordring under dygnets olika tider med hänsyn till Trekantsreservoarens vattenstånd. Trekantsreservoaren, hvars h. v. y. ligger på + 62 m och hvars vattenstånd under normala förhållanden sällan kommer att nedgå under + 58.7 m, är nämligen numera ensam bestämmande för vattenutdelningen, så länge icke genom stor förbrukning eller af andra skäl trycket i rörnätet faller under det mått, som för olika stadsdelar motsvaras af de respektive äldre reservoarnas högvattenstånd, hvilka äro för reservoarerna i Årstalunden + 56.9 och för

reservoarerna i Vanadislunden och Stadshagen + 50.48 m. I senare fallet öppna sig klaffventilerna från sistnämnda reservoarer, och dessa få då medverka till fyllande af det rådande vattenbehofvet.

Ofvanberörda ledningar kosta 9,780:85 kronor. Anslaget var 10,000 kronor.





IX.

SAMMANDRAG AF KOSTNADERNA FÖR DET NYA VATTENLEDNINGSVÄRKET.

Anläggningen vid Norsborg	1,945,521: 50
Ledningen Norsborg—Trekanten	2,068,870: 75
Reservoaren vid Trekanten	527,401: 69
Ledningen Trekanten—Liljeholmsviken.....	205,244: 18
Undervattensledningarna vid Liljeholmsviken	145,082: —
Telefon- och signalledningarna	9,780: 85

Summa kronor 4,901,900: 97

emot förslagsvis beräknade kronor 5,435,000: —.

I nyssnämnda summor ingår icke kostnaden för expropriation af mark för hufvudledningar och reservoar utanför staden, hvilken kostnad ännu icke fastslagits.

Egendomsköpen vid Bornsjön, Mälaren och Rönninge medförde en utgift af sammanlagdt kronor 1,713,208: 36, på hvilken summa staden dock genom arrenden har en afkastning af inemot 2 %. Lägges härtill, att staden genom berörda egendomsköp betryggat sig en god, riklig och väl skyddad vattentäkt samt erhållit tillgång på välbelägna grusförekomster och — å de utom Bornsjöns vattenområde belägna delarna — lämpliga områden för byggnader och anläggningar af kommunal natur, torde det kunna påstås, att god valuta för de visserligen betydliga utgifterna bekommit.





X.

ARBETEN INOM STADEN.

Inom staden har alltsedan år 1898 anlagts ett helt system nya hufvudpulsådror för vattenutdelningen, hvilka visserligen i hufvudsak måst komma till utförande oberoende af det nya Norsborgsverket, men hvilkas anordning och dimensioner lämpats efter detta och till följd däraf hafva tillräckligt sammanhang med det nya verket för att i denna redogörelse för tjäna ett kort omnämnande.

Sålunda nedlades år 1898 i sammanhang med andra arbeten i motsvarande gator en ny 1,182 meter lång hufvudledning af 48 cm:s (19") genomskärning i Vasagatan och Upplandsgatan mellan Gamla Kungsholmsbrogatan och Karlbergsvägen för en kostnad af kr. 55,090: 96

Följande år fortsattes denna ledning med en 838 meter lång ledning af 61 cm:s (24") rör i Vasagatan till Norrström vid Rosenbad för » 64,399: 50

samt nedlades i Norrström öster om Vasabron en 147 meter lång undervattensledning af 1 meters helsvetsade Siemens-Martinrör för en kostnad af » 55,855: 74

Denna anläggning, som vid denna tidpunkt var för våra förhållanden af fullständigt ny konstruktion, finnes närmare beskrifven i 1899 års vattenledningsberättelse.

Åren 1898—99 fortsattes ledningen med 285 meter 102 cm:s (40") rör i kajen rundt Riddarhuset till Munkbron vid Gråmunkegränden och utgåfvos härför » 171,794: 91

Transport kr. 347,141: 11

Under 1900—1902 nedlades från Gråmunkegränden i Munkbron, Munkbrogatan, Mälaretorget och Kornhamnstorg 602 meter 102 cm:s (40") ledning; i Riddarefjärden (år 1901) en 125 meter lång 1 meters undervattenledning (närmare beskrifven i 1901 års berättelse); i Söder Mälarstrand, södra uppfartsvägen och Hornsgatan 829 meter 102 cm:s (40") ledning samt i Rosenlundsgatan och i nya bron öfver järnvägen fram till Årstalunden en 1,019 meter lång 71 cm:s (28") ledning, hvilken medels en själfstängande ventil sammankopplades med en ifrån reservoarerna kommande ledning.

Kostnaden för dessa ledningar utgjorde » 444,192: 78

Summa kronor 791,333: 89



Fig. 64. Läggnig af 122 cm:s ledning i Hornsgatan.

Härmed var en helt ny hufvudåder åstadkommen mellan reservoarerna i Årstalunden och de norra stadsdelarna.

Under åren 1901—1904 utfördes i Hornsgatan förbindelsen mellan detta rörsystem och de nya undervattensledningarna i Liljeholmsviken genom nedläggning af en 1,401 meter lång ledning af 122 cm:s (48") rör för en kostnad af kr. 227,501: 10.





XI.

ARBETSLEDNING.

Samtliga ofvan beskrifna arbeten hafva utförts af Stockholms stads byggnadskontor under högsta ledning af byggnadschefen A. O. Alrutz. Kontorets närmaste öfverordnade myndighet, drätselnämndens andra afdelning, handlade alla viktigare anslags- och leveransfrågor. Till lättnad af behandlingen af sådana frågor rörande Norsborgsverkets anläggning, hvilka icke voro af natur att behöfva framläggas inför hela afdelningen eller voro af särskildt brådskande art, och hvilka till följd af sitt stora antal i afsevärd mån skulle belastat föredragningslistorna vid dess sammanträden, tillsatte afdelningen särskilda delegerade, och utsågos härtill afdelningens ordförande, byråchefen A. W. Feychting och direktören J. M. Redtz med direktören A. N. Andersson såsom suppleant. Dessa herrar hafva i följd häraf i särskildt afsevärd grad haft bestyr med anläggningen i fråga.

Närmaste ledningen af undersökningarna, förslagens uppgörande och arbetenas utförande utöfvade undertecknad såsom förste ingenjör vid vattenledningsverket, härvid biträdd af ordinarie ingenjören vid verket, numera kaptenen O. Nordenstrahl. Såsom arbetschef för anläggningarna vid Norsborg och af närmast därtill belägna del af hufvudledningen samt såsom föreståndare för konstruktionskontoret, tjänstgjorde löjtnanten i Väg- och Vattenbyggnadskåren G. Malm. Under honom voro såsom posthafvande eller konstruktörer anställda civilingenjörerna V. Bjurelius, N. Fröman och C. Meurling samt under en del af anläggningstiden civilingenjörerna T. Kempe, K. Fröman, E. Åberg, ingenjören G. Ekelöf och civilingenjör A. Hummel. Den sistnämnde fick dock ej upplefva den egentliga

anläggningen. Utsänd att öfvervaka rifning af den brunna Vällinge kvarns vägg, råkade han, till följd af sitt tjänstenit, att komma under en nedrasande mur och ljöt en ögonblicklig död. Heder åt den lofvande unge mannens minne!

Hufvudledningens anläggning mellan sektion 2 + 400 och sektion 13 + 900 leddes af civilingenjören K. Öhrström med biträde under vissa tider af civilingenjören E. Åberg och ingenjören G. Ekelöf.

Såsom arbetschef vid reservoarbyggnaden vid Trekanten och därtill varande ledningar tjänstgjorde kapten Nordenstrahl med ingenjören E. Alrutz såsom posthafvande. Kapten Nordenstrahl hade äfven tillsynen vid utförande af undervattensledningarna och af de stora rörledningsarbetena inom staden, öfver hvilka rörnätsingenjören J. Bergström för öfrigt hade närmaste ledningen. Denne senare hade äfven hand om de stora rörleveransernas mottagande och transport.

Arkitekten Erik Josephson har upprättat alla ritningar till de olika byggnadernas fasader och inre utstyrelse samt till administrations- och bostadshusen i deras helhet.

Det är min plikt och min rätt att avsluta denna redogörelse med ett vitsord åt det outtröttliga nit och intresse samt den skicklighet, hvilka mina medarbetare under arbetet lagt i dagen. Endast härigenom hafva de för våra förhållanden stora arbetena kunnat fullbordas på så kort tid och på så lyckligt sätt som nu skett.

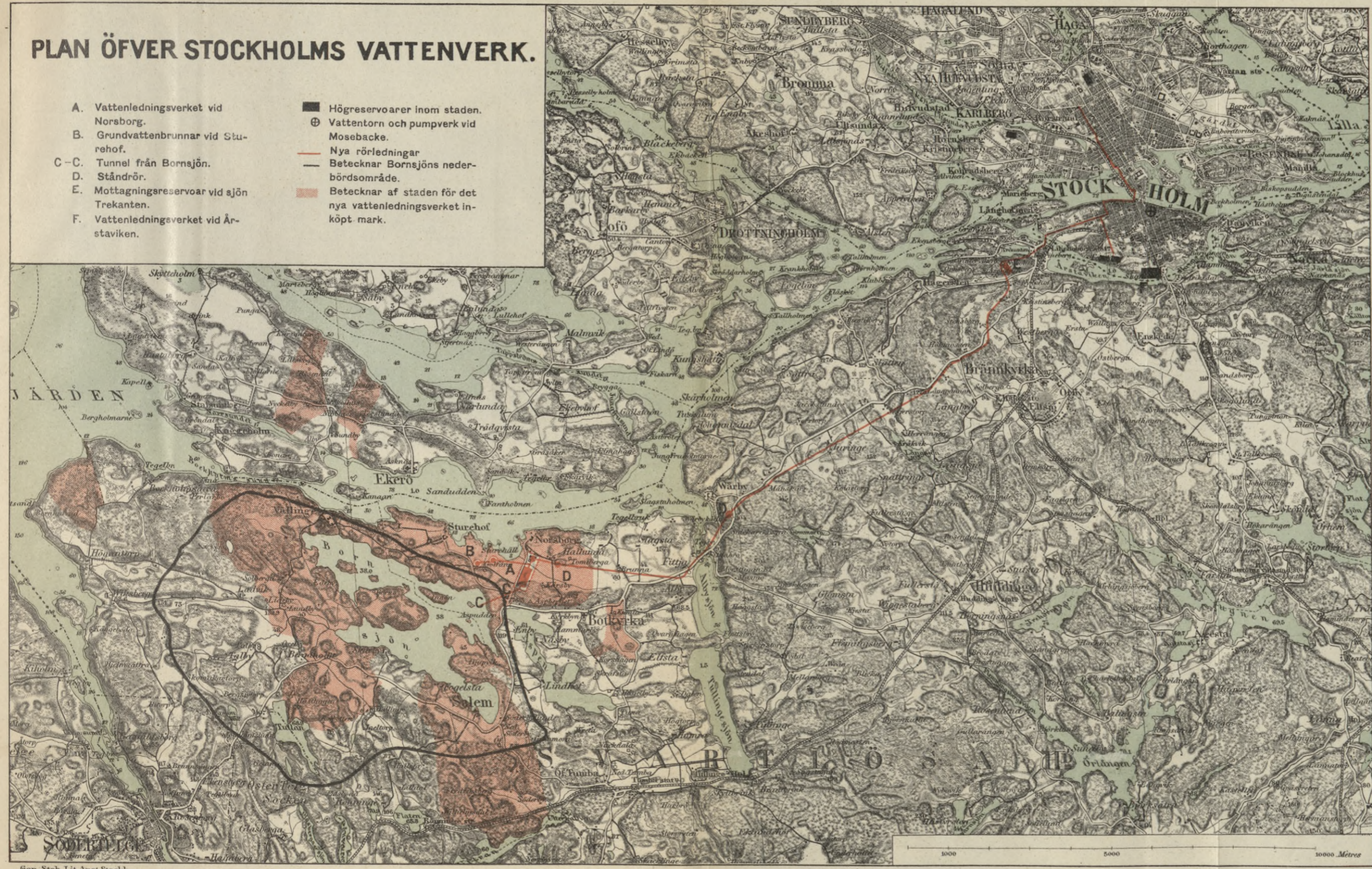
Trollhättan i april 1906.

F. Vilh. Hansen.



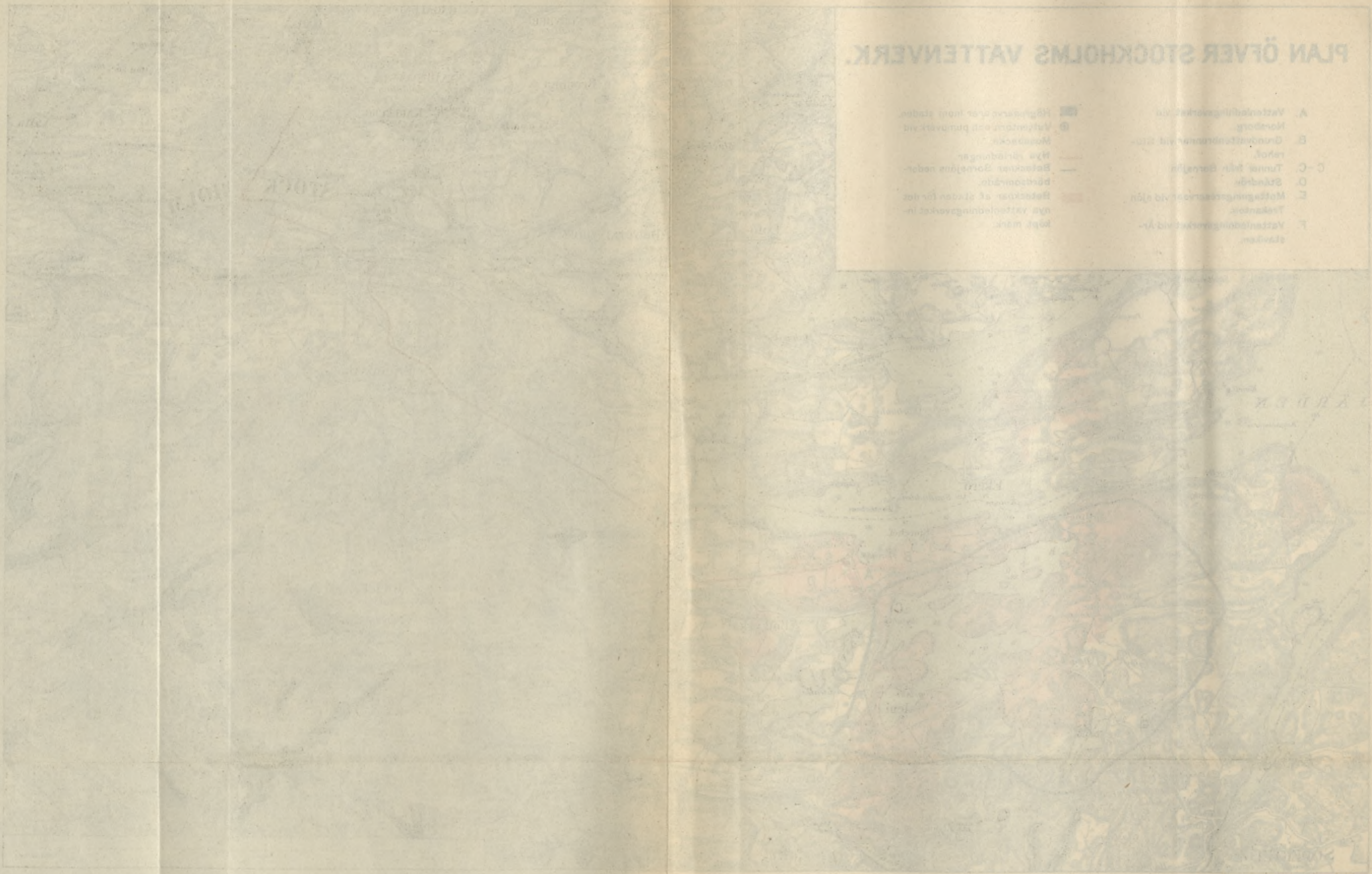
PLAN ÖFVER STOCKHOLMS VATTENVERK.

- A. Vattenledningsverket vid Norsborg.
 - B. Grundvattenbrunnar vid Sturehof.
 - C-C. Tunnel från Bornsjön.
 - D. Ständrör.
 - E. Mottagningsreservoar vid sjön Trekanten.
 - F. Vattenledningsverket vid Årstaviken.
- Högreservoarer inom staden.
 - ⊕ Vattentorn och pumpverk vid Mosebacke.
 - Nya rörlidningar
 - Betecknar Bornsjöns nederbördsområde.
 - Betecknar af staden för det nya vattenledningsverket inköpt mark.



PLAN ÖFVER STOCKHOLMS VATTENVERK.

- A Vattenledningsverket vid Norrbrogården
 - B Grundvattenbrunnar vid Sjötorget
 - C-Tunnar till Bergsjön
 - D Ständigt
 - E Möjligvattenbrunn vid Sjötorget
 - F Vattenledningsverket vid Årstadens gård
- Högrymd för ett stort stadsområde
 - Vattentorn och pumpverk vid Morsbacken
 - Nya vattenledningar
 - Bestående vattensystem
 - Bestående av staden för det nya vattenledningsverket in till staden



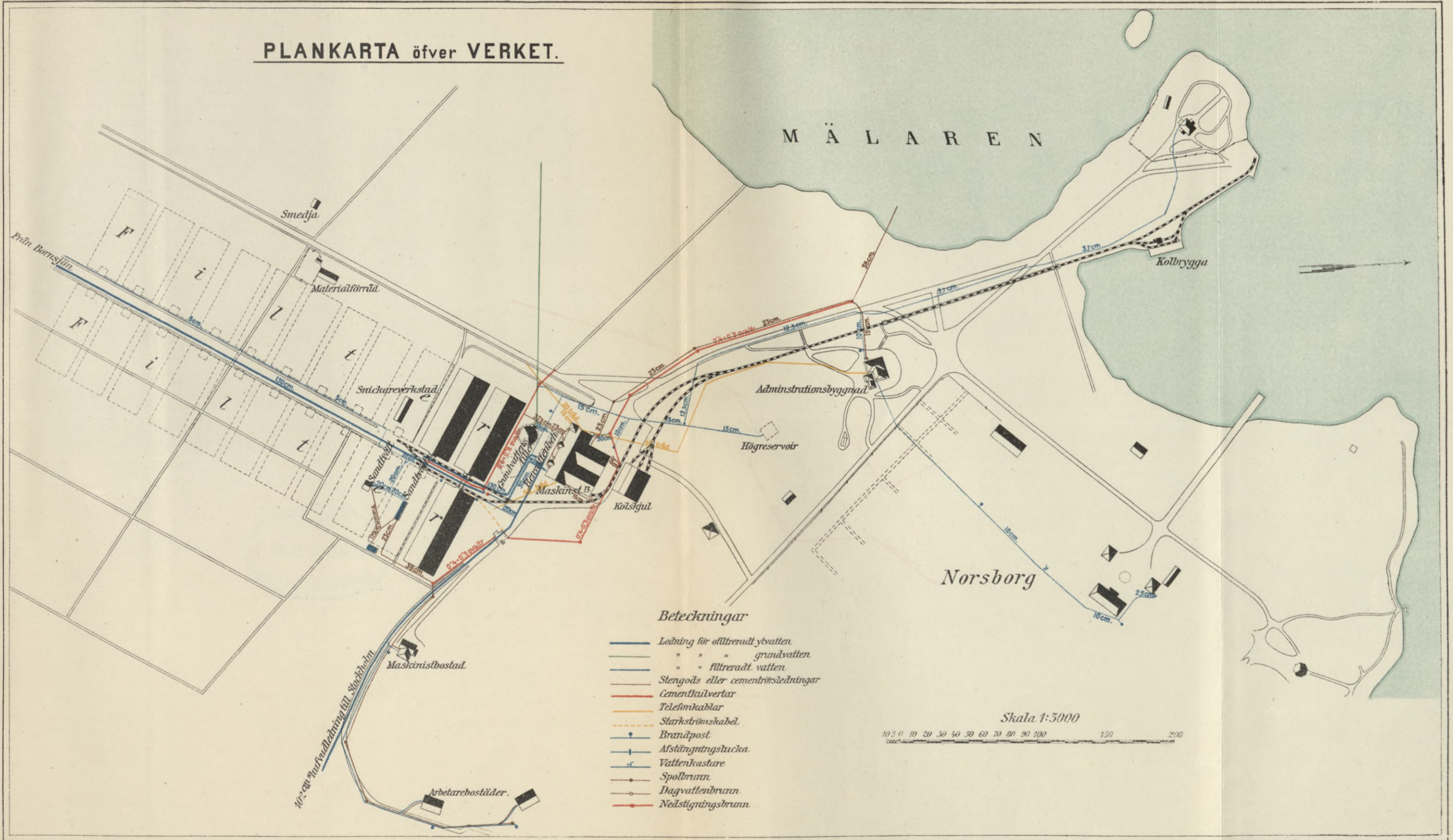


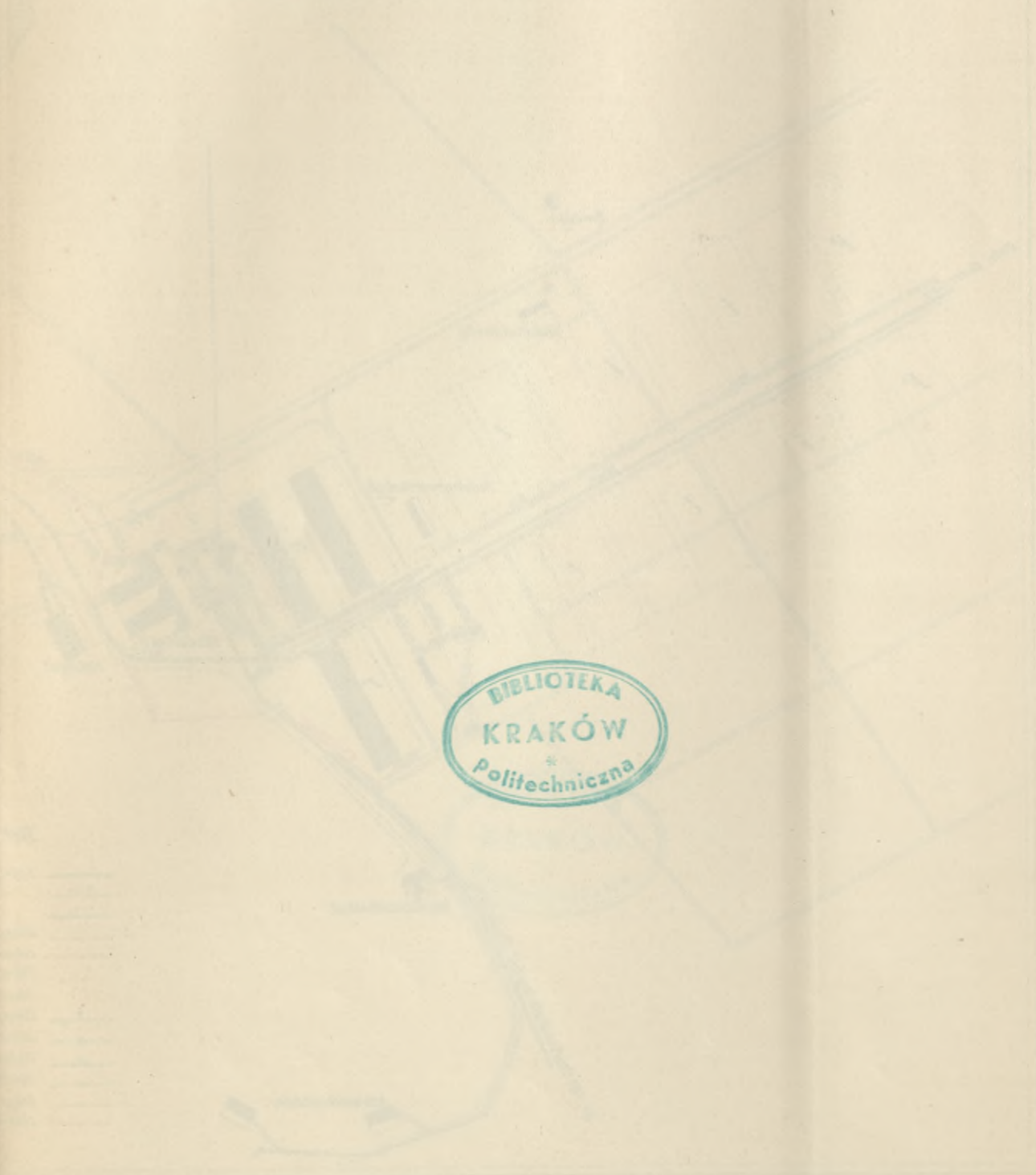
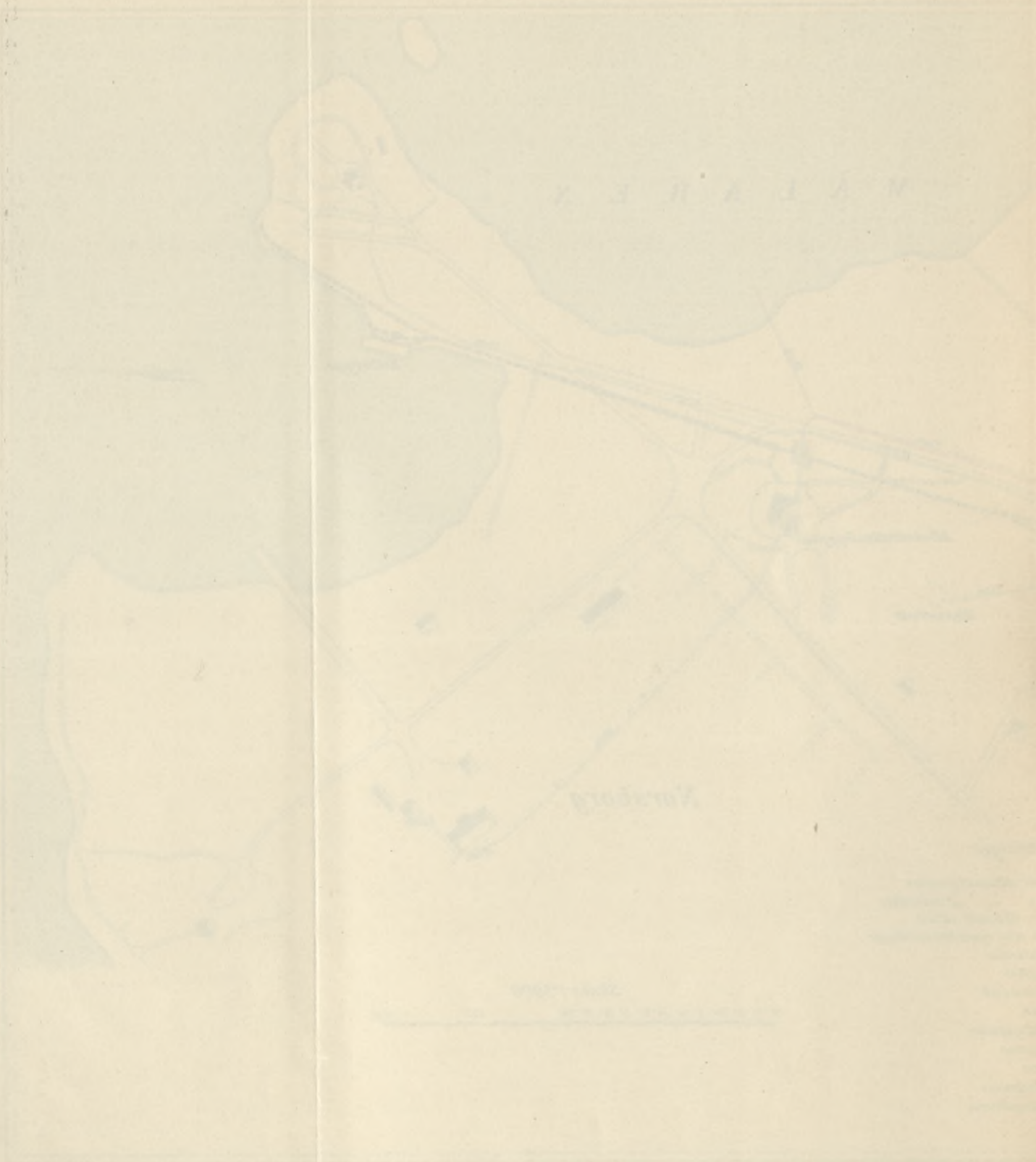
1884

1884



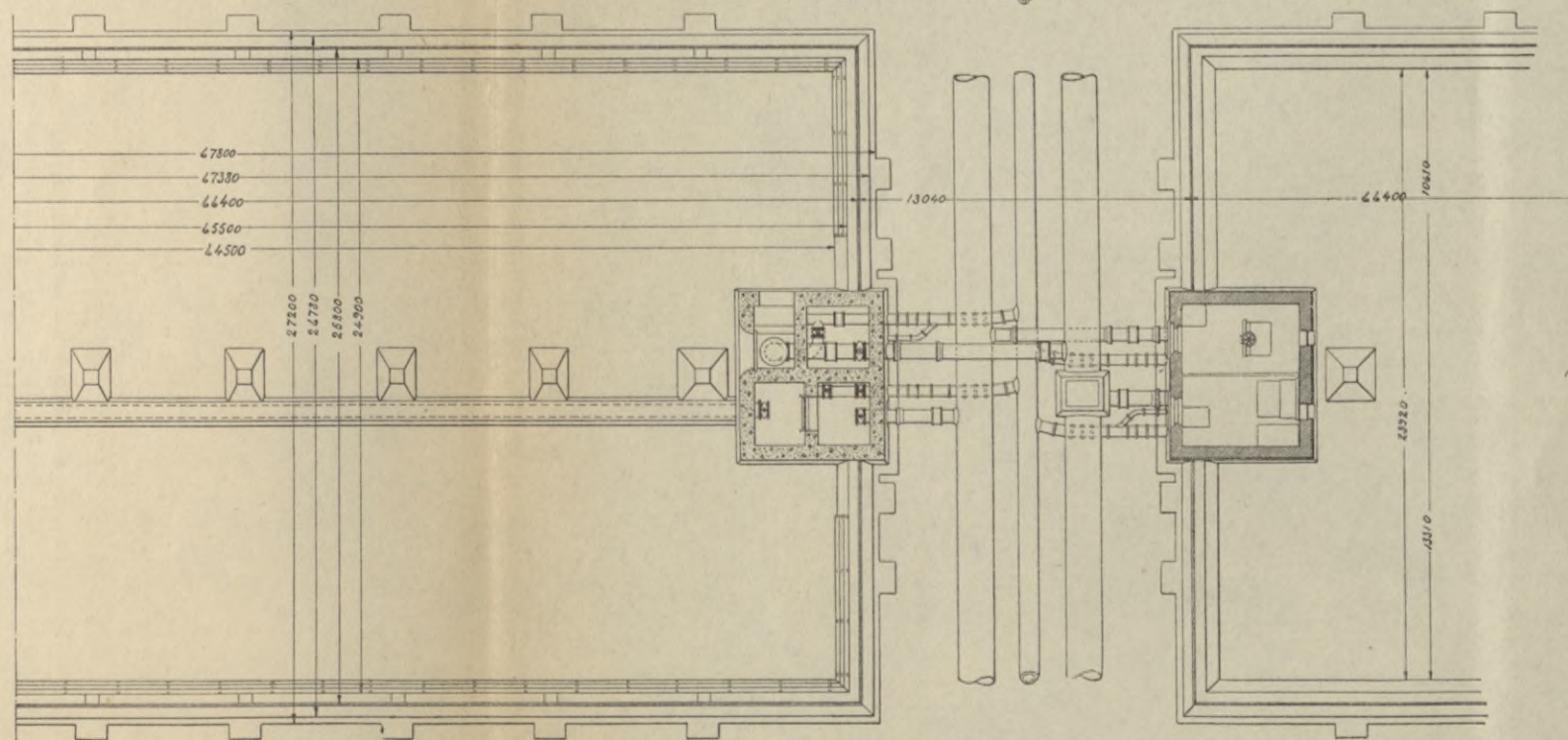
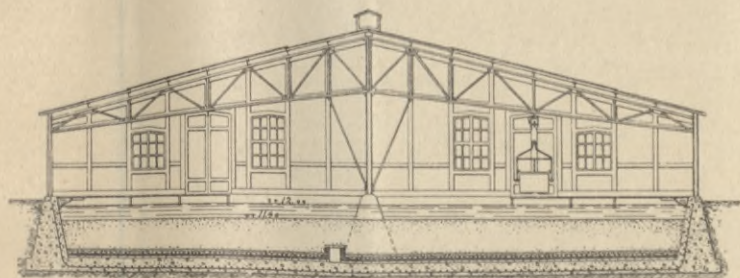
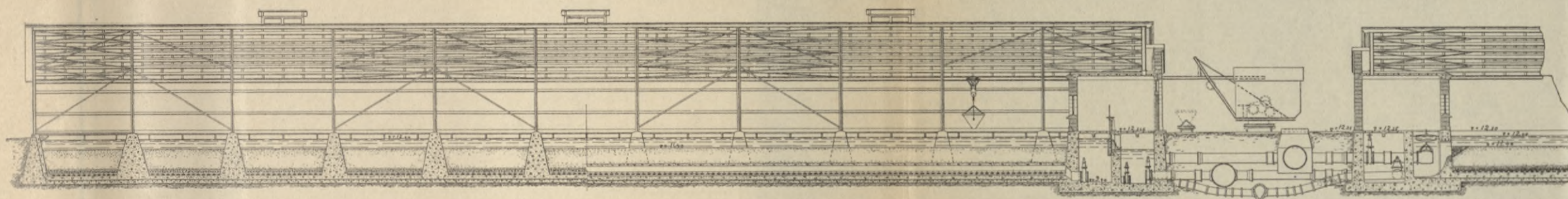
PLANKARTA öfver VERKET.



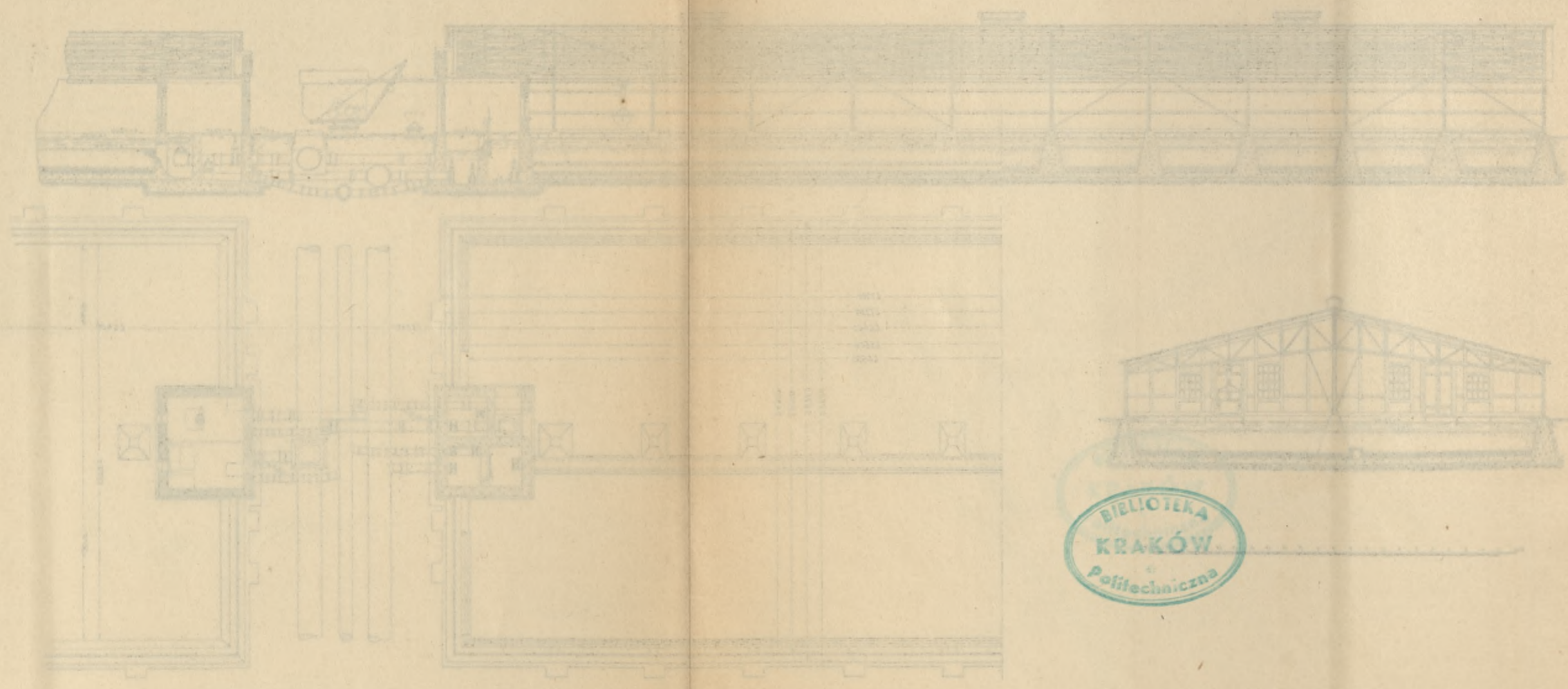


BIBLIOTEKA
KRAKÓW
*
Politechniczna

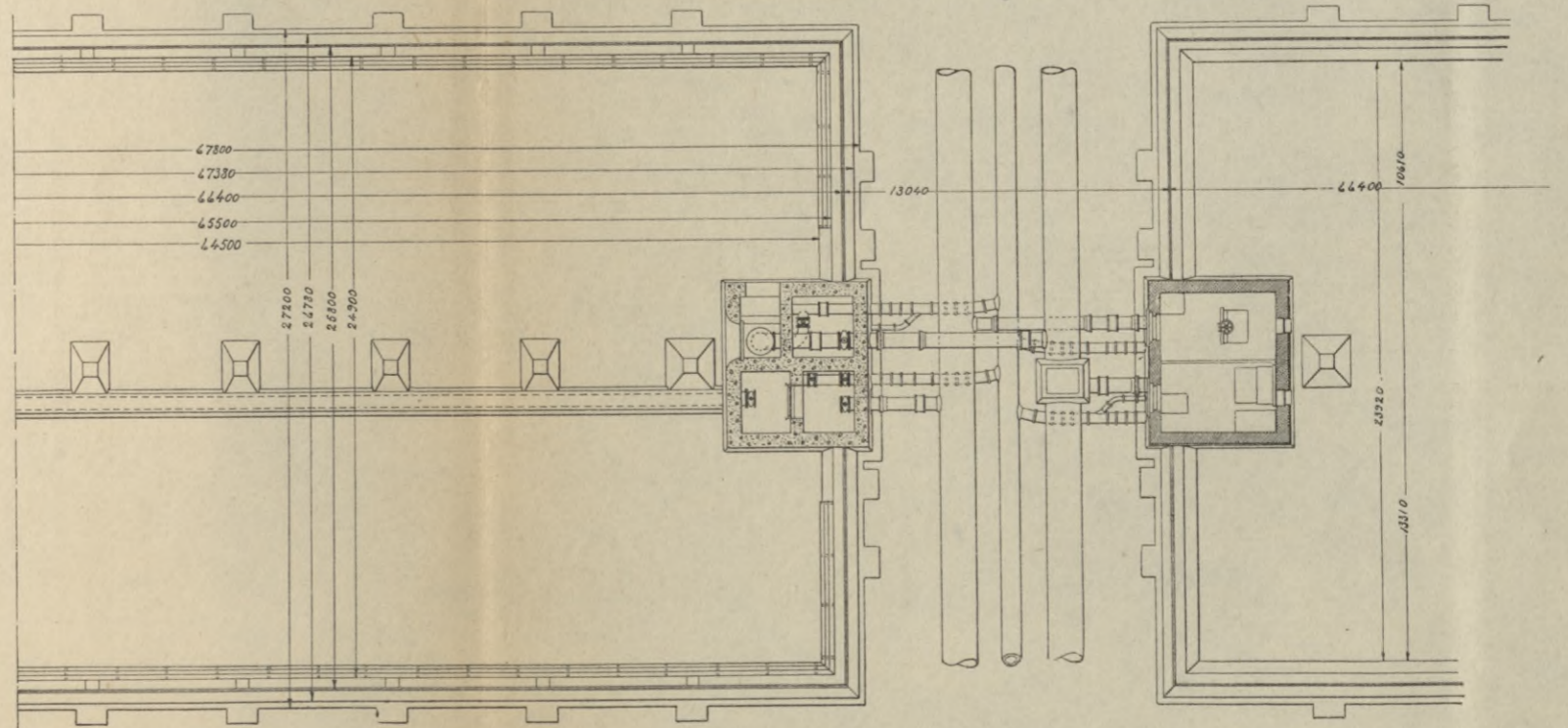
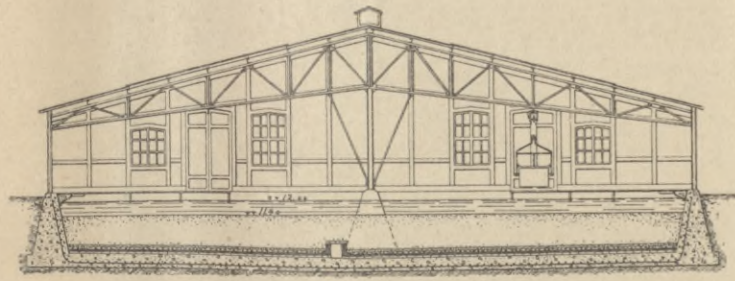
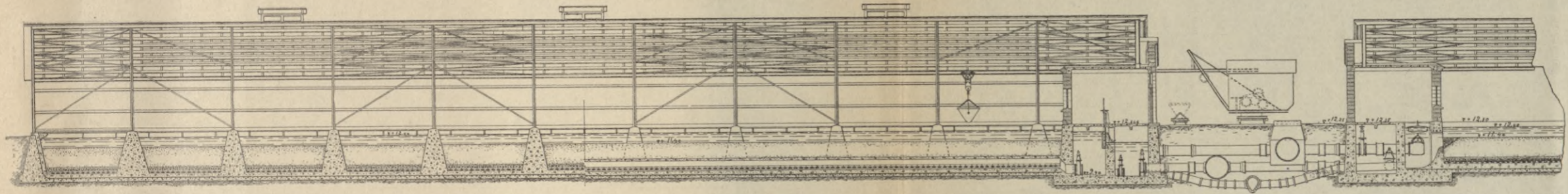
FILTRERBASSÄNGER.



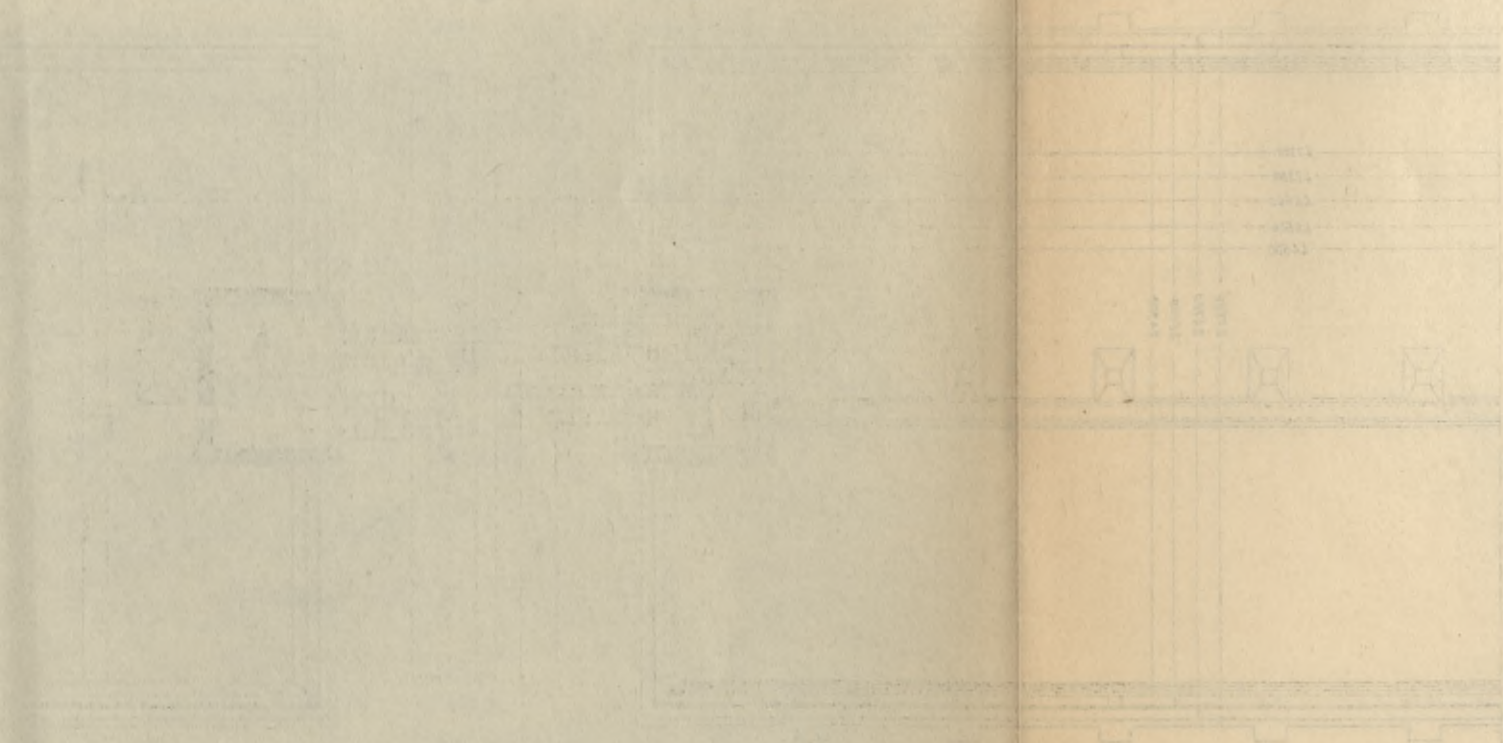
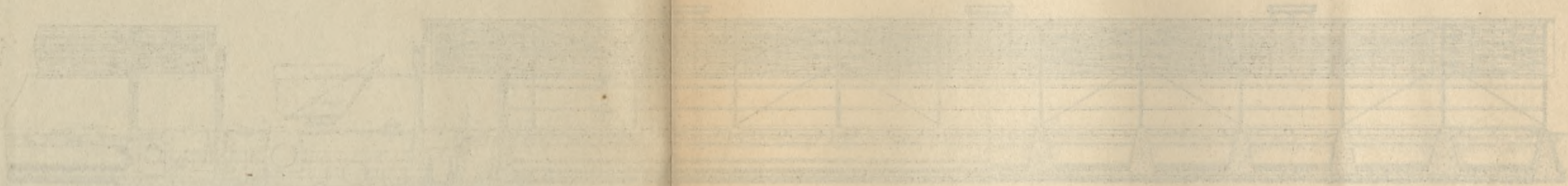
FILTRERBASSÄNGER

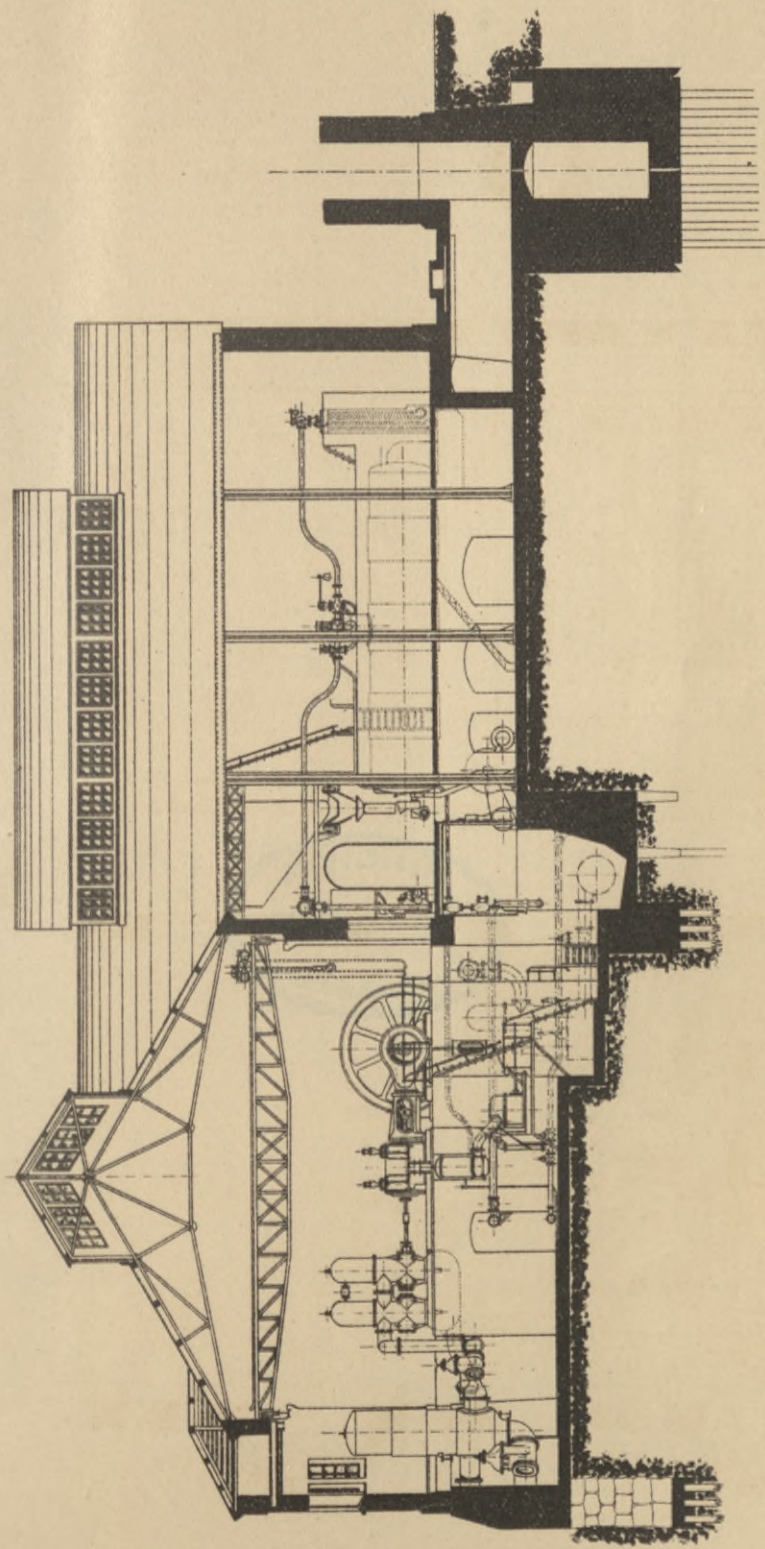


FILTRERBASSÄNGER.

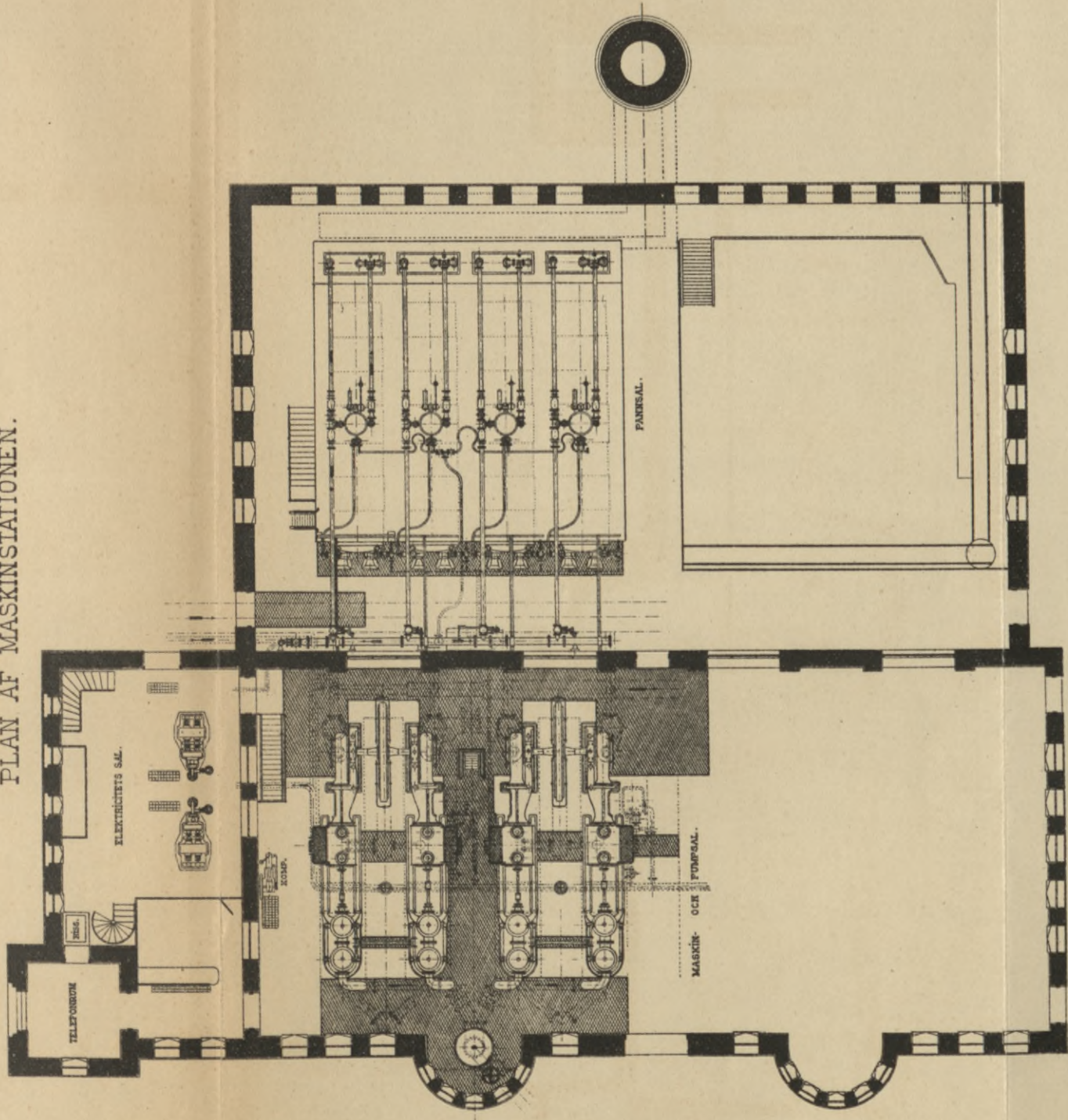


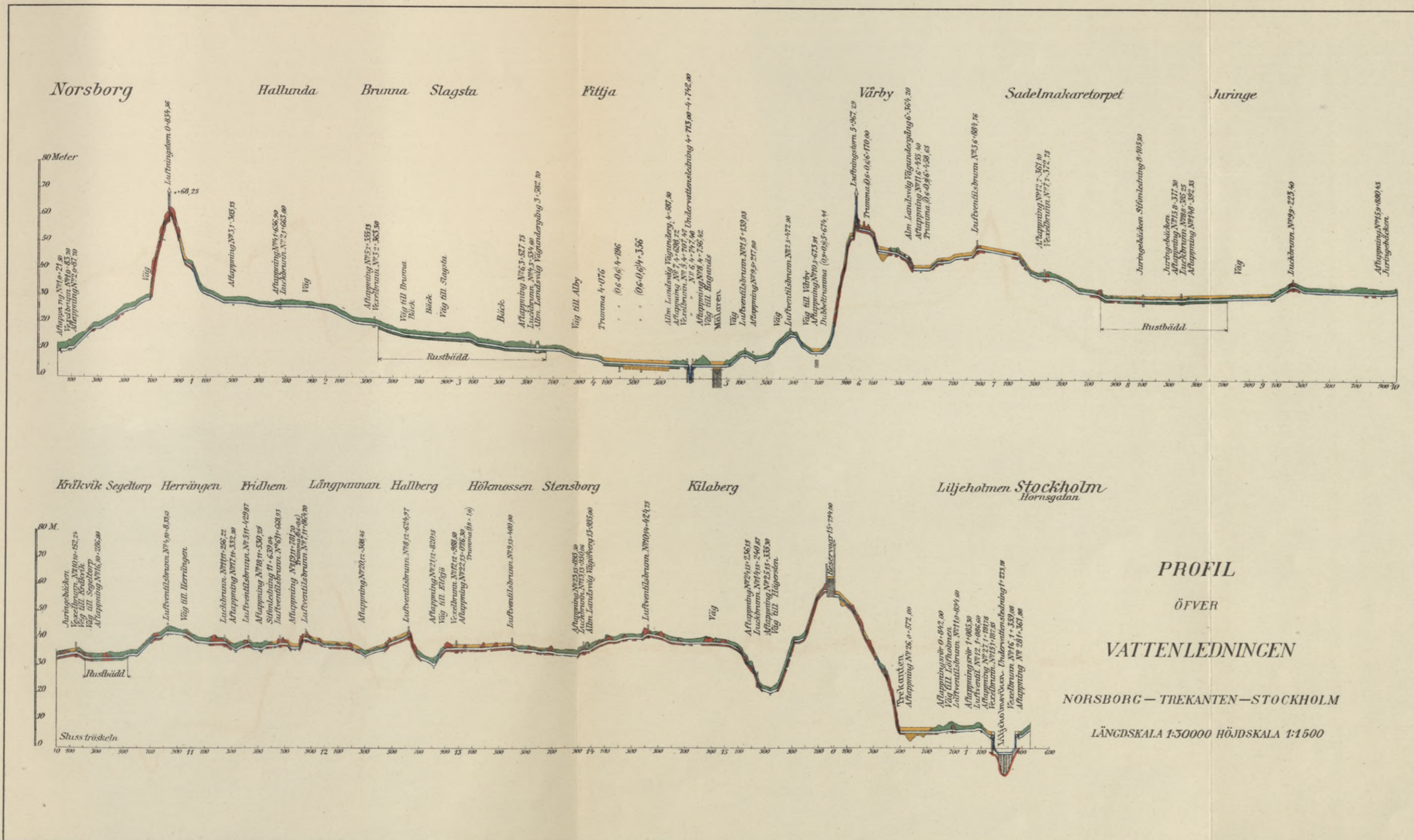
FILTRERBASÄNGER





PLAN AF MASKINSTATIONEN.





BIBLIOTEKA
KRAKÓW
Politechniczna

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-16428

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000301534