



1.25

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000203074

Geographische
Vierteljahrsschrift

der Schweizer Anstalt

für die geographische Wissenschaft

in Zürich

Verlag von Schulthess



537a
13a

xx
323

Trollhättans Vattenkraft

^{postskrift}
Preliminär utredning

på uppdrag af Kongl. Maj:t

Verkställd af

J. Gust. Richert.

Sten
De följande ark som
Prof. J. Gust. Richert
lämnat till Arkivstyrelsen
för bevarande vid
Trollhättans no. 30/12.
1902.

F. No. 26695





III 33907

Akc. Nr. 2833/51

Till KONUNGEN.

I anledning af väckt fråga om tillgodogörande af Kronan tillhörig vattenkraft i Göta elf vid Trollhättan, har Eders Kongl. Maj:t genom nådigt bref den 6 sistlidne Juni

uppdragit åt mig att verkställa undersökning, huruvida icke vattenkraften vid Trollhättan, äfven under förutsättning att ifrågasatt ombyggnad af Trollhätte kanal

komme till stånd, kunde ändamålsenligt tillgodogöras genom kraftuttagningens förläggande till elfvens östra strand, äfvensom att till Eders Kongl. Maj:t afgifva det yttrande och förslag i berörda hänseende, hvartill undersökningen kunde gifva anledning; hvarjämte Eders Kongl. Maj:t bemyndigat mig dels att anlita Eders Kongl. Maj:ts Befallningshafvande i Elfsborgs län, Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen samt Vattenfallskommittén om upplysningar och bistånd, som för uppdraget kunde erfordras, dels att, för den händelse mark för dylik anläggning erfordrades från af Nya Trollhätte Kanalbolag disponerad jord, å kronans vägnar preliminärt förhandla med kanalbolaget om förvärfvande för kronans räkning af denna mark.

Rörande förloppet och resultatet af de undersökningar och andra åtgärder, som Eders Kongl. Maj:t sålunda af mig äskat, samt till fullgörande af det mig i öfrigt lämnade uppdrag, får jag i underdånighet anföra följande:

Program för undersökningar och förslag.

För bedömande af den fråga, hvarom mitt utlåtande inforrats, måste först och främst den östra strandens topografiska och geologiska beskaffenhet noggrant undersökas. Jag har därför, med biträde af Ingeniörerna v. Greyerz och Westerlind, uppmätt och nivellerat ett område af 12 kvadratkilometer, som blifvit inlagdt i skala 1 : 2 000 på bifogade planritningar, där terrängens höjd öfver hafvet angifvits genom nivåkurvor med 1 meters ekvidistans.* För beredande af en bättre öfversikt hafva dessa kartor blifvit sammanfogade och förminskade till en karta i skala 1 : 10 000, med nivåkurvor för hvarje femte meters höjd. Med tillhjälp af detta material torde såväl de här framlagda förslagen kunna prövas och kontrolleras som nya alternativförslag uppgöras.

Frågan om vattenkraftens tillgodogörande på östra elfstranden står i intimt samband med den icke mindre viktiga frågan om kanaltrafikens ordnande. Dessa båda intressen kunna förenas eller åtskiljas: antingen användas trafikkanalerna äfven för framsläppande af drifvatten, eller byggas för hvardera ändamålet särskilda kanaler eller tunnlar. I hvilket fall som helst är det för frågans allsidiga bedömande absolut nödvändigt, att den eller de blifvande trafikkanalernas *ungefärliga* lägen bestämmas, så att icke till äfventyrs de för kraftuttagning erforderliga byggnaderna framdeles försvåra eller till och med omöjliggöra trafikproblemets ändamålsenliga lösning. Jag har rörande dessa frågor konfererat med Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsens chef, herr generaldirektören m. m. L. Berg, som i enlighet med nådig befallning med största intresse och vänlighet stått mig bi såväl genom besök vid Trollhättan som genom granskning af de framlagda planerna. Likaledes hafva upplysningar välvilligt tillhandahållits från Eders Kongl. Maj:ts Befallningshafvande i Elfsborgs län samt verkställande direktören vid Nya Trollhätte Kanalbolag, herr kaptenen m. m. W. Hansen, med hvilken senare jag enligt uppdrag konfererat.

Den knappa tid, som varit anslagen till utredning af dessa viktiga frågor, har icke medgifvit utarbetande af fullständiga konstruktionsritningar och beräkningar, hvarför de här framlagda kostnadsuppgifterna endast kunna betraktas såsom ungefärliga. Då emellertid samma konstruktiva principer blifvit tillämpade som vid den likaledes

approximativa beräkningen af kostnaderna för vattenkraftens tillgodogörande på vestra elfstranden, så torde resultatet åtminstone medgifva en rättvis jämförelse mellan de olika alternativen.

Trollhättefallen och deras omgifningar.

Göta elf, Sveriges mest betydande vattendrag, sänker sig under sitt lopp från Venern till hafvet c:a 43 meter, vid lågvattenstånd räknadt. Vid och ofvanför *Hufvudnäsön* bildas några mindre forsar och vattenfall af sammanlagdt 5 meters höjd, delvis tillgodogjorda för Vargöns fabriker, därefter följa de storartade *Trollhättefallen*, med en sammanlagd höjd af 32 meter, sedan ett 1 meters fall vid *Åkerström* samt slutligen fallet vid *Lilla Edet*, som vid lågvattenstånd i hafvet uppnår en höjd af 3 meter. Summan af dessa siffror understiger med 2 meter höjdskillnaden mellan Venern och hafvet; sistnämnda siffra representerar den fallhöjd, som åtgår för öfvervinnande af friktionsförlusten i strömmen mellan fallen.

Trollhättefallens belägenhet visas å pl. 9, där de nuvarande lågvattenstånden äro angifna med svarta höjdsiffror. Det första egentliga fallet, 18 meter högt, kringflyter först Gullön och sedan Toppön, hvarför dess öfre del brukar benämnas *Gullöfallet*, dess nedre *Toppöfallet*; sedan följa *Stampeströmsfallet* (4 meter), *Helvetesfallet* (9 meter) och slutligen *Flottbergsströmmen* (1 meter). Mellan Stampeströmsfallet och Helvetesfallen bildas en lugnbassäng, *Højums varp*, och mellan Helvetesfallen och Flottbergsströmmen bildar den östra stranden en bukt, *Olidhålan*.

Öster om Gullön ligger *Malgön*, där en obetydlig del af Gullöfallets energi tillgodogöres för drifvande af *Stridsberg & Biörcks* fabriker samt för kanalbolagets underanläggning varande kraft- och ljusstation. Ön genomskäres af en kort kanal med öfre slussportar, »Ekeblads sluss», fordom afsedd att ingå i Polhems kanalled. I norr sammanhänga ön genom en smal bergrygg med *Spikön*, i öster förenas den med östra stranden genom *Kafveldammen*, hvars luckor medgifva en viss om också otillfredsställande reglering af vattenståndet ofvanför inloppet till *Trollhätte kanal*. Nedanför Kafveldammen tillgodogöres en del af Toppöfallets energi för drifvande af *Önans* och *Pappersbrukets* turbiner.

Kanalens öfre del, mellan inloppet och *Åkersjö*, benämnes *Bergkanalen*. Från Åkersjö utgå två slussleder, den äldre med 7, den nyare med 11 slussar, hvilka korsa hvarandra i en liten bassäng på ungefär halfva sänkningshöjden.

Ofvanför inloppet till Bergkanalen är elfven ganska grund och svärtrafikabel längs östra stranden, så att den måst genom konst fördjupas genom den s. k. *Stallbackakanalen*. Vid vestra stranden bildar bottnen en grund »tröskel» på den plats, där Gullöfallet börjar, men sänker sig uppåt på en sträcka af c:a 2 kilometers längd, bildande en djup och relativt lugn strömfåra; längre upp är elfven äfven på denna sida grund och strid med talrika små holmar.

Nedanför slussarnes utlopp är elfvens yta visserligen lugn, men Åkerströmsfallets närhet gifver sig tillkänna genom stark ström och hvirflar. Fallet kringgås med en låg sluss, hvars inlopp af nyss nämnda anledning ofta är ganska svårt att trafikera.

* Å här bifogade pl. omland med 5 m. ekv. dist.

Strändernas beskaffenhet.

Vestra stranden tillhör Trollhättans Elektriska Kraftbolag, den östra disponeras af Nya Trollhätte Kanalbolag. Dispositions-rätt till vattnet har tilldömts svenska staten.

Längs vattenfallen bestå båda stränderna af fast berg, hvilket på östra stranden fortsätter långt nedanför Åkerström. På den vestra stranden åter sjunker berggrunden nedanför Flottbergsströmmen djupt under marken och täckes af lera.

Beträffande berggrundens beskaffenhet tillåter jag mig att citera ett föredrag, hållet i Svenska Teknologföreningen, December 1897.

»Hvar och en, som besökt Trollhättan, har säkerligen lagt märke till den stora olikheten mellan landskapen å ömse sidor om Göta elf: på den vestra stranden branta ättestupor, såsom »Kopparklinten» m. fl., och på den östra en jämförelsevis låg och jämn bergplåtå. Denna olikhet beror af terrängens egendomliga geologiska byggnad, som kan förtjäna att i korthet beröras.

»Den skandinaviska halfön är, för att begagna *De Geers* uttryck, »ett urgammalt höjningsområde», som i följd af jordskorpans sammankrympning blifvit underkastadt många nivåförändringar. Under urbergets omväxlande höjningar och sänkningar inträffade s. k. förkastningar eller dislokationer, hvarvid vissa områden nedsjönko under de närliggande. I gränsen mellan ett nedsjunket och ett orubbadt bergsparti kvarstår en lodrät vägg, som representerar den brottyta, längs hvilken berggrunden brustit. Geologerna hafva påvisat ett stort antal sådana brott- eller förkastningslinier, hvilka framgå i längder af tiotals mil. Bland de mera kända må erinras om de stora förkastningslinier, hvilka begränsa Mälardalen, som ju bevisligen är ett genom berggrundens sänkning bildadt bäcken. *De Geer* har utlagt dessa linier på topografiska kartor i syfte att tydliggöra förkastningarnas märkliga inflytande på jordskorpans beskaffenhet ännu efter tusentals år. Man kan ofta redan vid en blick på kartan öfvertyga sig om, att de områden, som blifvit nedsänkta, äro mera fria från sjöar och fördjupningar än de upplyftade partierna. Sjöarna hafva i allmänhet uppstått genom förvittring af berggrunden: de nedsänkta partierna synas således hafva varit mindre än de öfriga utsatta för förvittring.

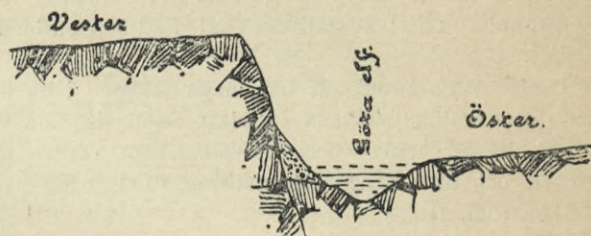
»Detta förklarar *De Geer* så, att under den geologiska period, då förkastningarna inträffade, låg Skandinavien urberg täckt af sedimentära siluriska bildningar, kalkstens-, sandstens- och skifferberg. Af dessa återstå numera endast enstaka »horstar», under det att för öfrigt hela formationen blifvit utplånad genom förvittring och erosion, så att urberget ligger blottadt öfver snart sagdt hela Skandinavien och nu i sin ordning börjat undergå en långsam men säker förstöring under påverkan af samma geologiska krafter, hvilka intet material i längden kan motstå. Ju längre tid som förflutit, sedan urberget blifvit blottadt, i desto högre grad har naturligtvis dess yta blifvit angripen. Nu är det klart, att de genom förkastningar nedsänkta partierna under längre tid förblifvit skyddade af sedimentbetäckningen, under det att de upplyftade blifvit förr denuderade, och på detta sätt förklara geologerna olikheten i berggrundens beskaffenhet på båda sidor om en sådan förkastningslinie.

»Längs Göta elfs vestra strand framgår en kraftig förkastningslinie, som från trakten af Venersborg sträcker

sig ända ned mot Kungelf. Söder om sistnämnda stad, synnerligast i närheten af Göteborg, finna vi återigen på den östra stranden en af tvärbranta bergväggar karakteriserad brottlinie. Förkastningen har således ej här försiggått likformigt, utan den östra sidan har sänkt sig vid Trollhättan och blifvit upplyftad vid Göteborg. Men öfverallt besannas regeln, att de nedsänkta områdena äro långt mindre vittrade än de öfriga.

En tvärsektion genom Trollhättefallen får då i allmänhet det utseende, som antydes å nedanstående skiss.

Fig. 1.



»På den vestra sidan finna vi det starkt förvittrade, skogbevuxna berget, där äfven den obetydligaste bäck i tidernas längd lyckats utgräfvat en bred och djup dalgång, och där den utsprängda stenen redan efter några få år visar sig vara på god väg att upplösas till kaolin, under det att den östra sidans berggrund är af utmärktaste beskaffenhet, hvarom man lätt kan öfvertyga sig genom besiktning af bergkanalens väggar. Det är just i förkastningssprickan, som Göta elf förlagt sitt lopp, och den har där så småningom urholkat den erosionsdal, som å figuren antydes under den prickade linien. Dessa förhållanden, hvilka måhända synas ligga utanför dagens fråga, blifva emellertid af den största betydelse för den ifrågasatta vattenkraftanläggningens konstruktion och utförande, såsom längre fram skall närmare påvisas.» (Teknisk Tidskrift, Afd. för Byggnadskonst, 19 Mars 1898.)

Föregående förslag till vattenkraftens uttagande.

År 1897 uppgjorde undertecknad, på uppdrag af egaren till vestra stranden, ett förslag till vattenkraftanläggning med regleringsdamm ofvanför Gullöfallet och tunnel till en kraftstation, belägen vid Flottbergsströmmen (pl. 9). Detta förslag må betecknas med alt. I.

Samma år framlades ett modifieradt förslag (alt. II), enligt hvilket kraftstationen skulle bibehållas enligt alt. I, men vattenintaget förläggas nedanför Toppöfallet.

År 1899 upprättades, på uppdrag af Vattenfallskommittén och Kraftbolaget, ett förslag till tvenne, för Kronan och bolaget afsedda, kraftstationer med gemensam tunnel och regleringsdamm (alt. III). Då utgången af processen rörande vattenrätten ännu ansågs osäker, anordnades de båda kraftstationerna så, att den vinnande parten framdeles skulle kunna tillgodogöra den största delen af vattentillgången, Kronan genom stationens förlängning nedåt stranden, och bolaget genom förlängning uppåt.

År 1901, sedan Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen framhållit fördelen af att fördela vattenkraften på två stationer, den ena belägen ofvanför och den andra nedanför den af Styrelsen föreslagna kanaldammen i Flottbergsströmmen, uppdrog Vattenfallskommittén åt undertecknad att

i öfverensstämmelse därmed inkomma med nytt förslag. Detta utarbetades i två alternativ (nr:is IV och V). Enligt alt. IV förlägges den öfre kraftstationen vid den uppdämda vattenytan nedanför Kung Oskars bro med tilloppstunnel från vattenytan ofvanför Gullöfallet, där en regleringsdamm uppföres, hvaremot den nedre stationen bygges ofvanför kanaldammen, med afloppstunnel till nedre vattenytan. Enligt alt. V tillämpas sistnämnda konstruktionsprincip äfven vid den öfre anläggningen, där således kraftstationen bygges ofvanför regleringsdammen med en afloppstunnel till nedre vattenytan.

Samma år förordade öfverstelöjtnant *Laurell* i ett till Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen afgifvet utlåtande två tilloppstunnlar till två stationer vid Flottbergsströmmen (alt. VI).

Under innevarande år har major *Nerman* i en broschyr om »Trollhättefrågan» framlagt ett förslag (alt. VII) till kombinerad trafik- och kraftkanal från Venern med 5 slussar och lika många kraftstationer i dalgången ofvanför Åkerström.

Slutligen har ett förslag till kraftuttagning på *östra stranden* blifvit framlagdt af trafikchefen *Magnell* (alt. VIII), som förordar vattenkraftens delning på två stationer, den ena ofvanför och den andra nedanför kanaldammen.

Det kraftbelopp, som kan uttagas på endera eller båda stränderna, bestämmes af två faktorer: *vattentillgången* och *fallhöjden*.

Vattentillgång.

I den till Vattenfallskommittén lämnade utredning, som åtföljde alternativförslagen IV och V, gjordes ett försök att direkt beräkna Gullöfallets vattenmängd. Den ofvan omnämnda »tröskel», öfver hvilken vattnet nedstörtar, betraktades såsom en öfverfallsdamm, och de mot olika vattenstånd svarande vattenmängderna beräknades, enligt en åtminstone approximativt riktig formel, utgöra:

vid lägsta vattenstånd	283	km.	i sek.
» medelvattenstånd	485	»	»
» högsta vattenstånd	856	»	»

Med tillägg för de kvantiteter, som passera genom de Stridsbergiska verken, Trollhätte kanal och den otäta Kafveldammen, kan den totala afrinningen i afrundade tal uppskattas till

minimum	320	m. ³	i sek.
medium	510	»	»
maximum	870	»	»

Dessa siffror, hvilka naturligtvis icke kunna anses tillförlitliga, förete emellertid en anmärkningsvärd öfverensstämmelse med de resultat, hvartill *Laurell* kommit i sitt nyligen fullbordade förslag till reglering af Venerns vatten-afrinning. Genom att direkt uppmäta Göta elfs vattenmängd vid flera olika vattenstånd har han erhållit en s. k. afrinningskurva, enligt hvilken den mot hvarje särskildt vattenstånd svarande kvantiteten kan med ganska stor noggrannhet beräknas. Genom att vidare tillämpa dessa beräkningar på de sedan år 1819 dagligen observerade vattenstånden i Venern, har han kunnat beräkna den för hvarje dag under 80 års tid afrinnande vattenmängden, som då befunnits utgöra:

vid lägsta vattenstånd	344	m. ³	i sek.
i medeltal	576	»	»
vid högsta	870	»	»

Nerman har visserligen i sin förenämnda broschyr »antagit» afrinningen under April 1902 till endast 132 m.³ i sek., och den 13 Augusti s. å. till 170 m.³ i sek., men då det förra antagandet är grundadt endast på observationer af vattenytans sänkning i Venern, samtidigt med afdunstningen från Hjelmaren jämte ett alldeles godtyckligt antagande af tillströmningen, och det senare på en »efter ögonmått» gjord uppskattning af elfvens ström-hastighet, kan intetdera anses egnadt att rubba förtroendet till *Laurells* på direkta mätningar grundade beräkningar.

Om vi således utgå från det af *Laurell* angifna värdet på Göta elfs minimivattenmängd, 344 eller afrundadt 340 kubikmeter i sekunden så blir nästa fråga: Huru stor del däraf får disponeras för kraftändamål?

Under nuvarande förhållanden afledes från Göta elf ofvanför Gullön till Stridsbergs verk högst 25 m.³ i sek. till Kanalbolagets under anläggning varande

kraftstation	15	»	»
till kanalen (inberäknadt läckning)	15	»	»
eller tillsammans 55 m. ³ i sek.			

Om kanalen ombygges med större slussar — hvarvid naturligtvis Kafveldammen tätas —, ökas framdeles dess vattenförbrukning till högst 20 m.³ i sek. (jfr. följ.), eller med endast 5 m.³, följaktligen totala vattenafledningen ofvanför fallen till 60 m.³ i sek.

Under nuvarande förhållanden skulle således minst 280 m.³ i sek. kunna uttagas för kraftändamål. Men det är ju tänkbart, att, utom den nu föreslagna nya kanalen, ytterligare en sådan visar sig behöflig redan innan Göta elfs minimiafrinning blifvit ökad genom Venerns reglering. Såsom längre fram skall visas, beräknas för en sådan kanal med dubbla slussar en vattenförbrukning af 30 m.³ i sek. (jfr. följ.).

Innehålles denna kvantitet såsom reserv, återstår för kraftuttagning 250 m.³ i sek.

Därvid har intet afseende blifvit fästadt vid *kungsådran*, som ju enligt gällande lag skall hållas öppen, för så vidt icke tillstånd till dess öfverbyggande lämnas af Eders Kongl. Maj:t. I föreliggande fall torde ett sådant medgifvande med säkerhet kunna påräknas, ty intet af de intressen, som kungsådran afser att skydda, har här någon olägenhet af, att vattendraget afstänges. Trafiken uppehålls genom kanalen, flottning kan ej ske utför fallen, och fisk ej gå uppför fallen.

Det finnes dock ett annat intresse, som ej kan skyddas genom lag, men möjligen genom opinion, nämligen det estetiska. Trollhättan är en af världens vackraste platser och har verksamt bidragit till att göra vårt land besökt och omtyckt. Ehuru gifvetvis dess naturskönhet delvis måste uppoffras genom anläggning af dammar och kraftstationer, vore det dock beklagligt, om de vackra Gullö- och Toppöfallen skulle fullständigt torrläggas. Af detta skäl hade jag i den till alt. IV och V hörande regleringsdammen anordnat en öppen »kungsådra», som vid lägsta vattenstånd skulle fritt afbörda 60 kubikmeter vatten i sekunden.

Om således 50 kubikmeter reserveras för kanaltrafikens behof, 60 för kungsådran, 25 för Stridsbergs fabriker och 15 för kanalbolagets kraftstation, hvilken ju möjligen kommer att bibehållas äfven sedan staten inlöst bolagets egendom, så kan icke före Venerns reglering vid lägsta vattenstånd beräknas en större drifvattenmängd än

340 — (50 + 60 + 25 + 15) = 190 m.³ i sek.

Då emellertid, att döma af den uppfattning, som i allmänhet gör sig gällande rörande värdet af Trollhättans vattenkraft, kungsådrans bibehållande torde blifva räknad till de fromma önskningarna, och då goda skäl finnas för det antagandet, att den nu föreslagna stora trafikkanalen kommer att räcka, tills Venern hunnit regleras, samt att således de för nästa kanal erforderliga 30 kubikmeter tills vidare kunna lämnas ur räkningen, så räddas åt industrien ytterligare 90 kubikmeter i sekunden, och kraftanläggningen kan disponera öfver 280 m.³ i sek.

Med afseende därpå, att genom Venerns reglering den disponibla vattentillgången beräknas kunna ökas till 500 m.³ i sek., som lämpligast fördelas på två anläggningar (se nedan), torde den första kraftanläggningen lämpligast böra konstrueras för en vattenmängd af

250 kubikmeter i sekunden.

Laurells förslag till reglering af Venerns vattenstånd och afrinning är, såsom förut påpekats, grundadt dels på direkta vattenmängdsmätningar vid olika vattenstånd och dels på dagliga vattenståndsuppgifter från en tidsperiod af icke mindre än 80 år. Med tillhjälp af detta rika material har förslagsställaren pröfvat olika program för hushållningen med Venerns vattenmagasin och därvid kommit till följande resultat:

Venerns lågvattenyta (+ 42,9) bibehålles, dess högvattenyta (+ 45,9) sänkes till + 44,9. Sjöns vattenvariation blir då 2 meter i stället för nuvarande 3 meter. Aftappningen bör *tills vidare* ordnas så, att minst 435 kubikmeter i sekunden aftappas, hvilken kvantitet kan med magasinets tillhjälp erhållas under de vattenfattigaste år. Sedan denna konstanta vattentillgång blifvit fullständigt tillgodogjord för kanaltrafikens och kraftstationernas behof, förändras regleringen så, att under vattenrikare år aftappas ända upp till 550 m.³, under vattenfattiga ända ned till 350 m.³. Till förekommande af vattenytans stigning öfver + 44,9 anordnas dammluckor, genom hvilka kan utsläppas ända till 1 000 m.³ i sek.

För kanaltrafikens behof anser *Laurell* tillräckligt att reservera en kvantitet af 50 kubikmeter i sekunden. För kraftändamål kan således disponeras en konstant kvantitet af 385 m.³, så länge det första regleringsprogrammet följes, samt sedermera, 300 m.³ under torra år och 500 m.³ under vattenrika.

För att nu denna för drifkraft disponibla vattenmängd skall kunna på bästa möjliga sätt tillgodogöras, förutsätter *Laurell*, att aftappningen varieras äfven under olika delar af hvarje dygn, så att mera vatten kan lämnas under dagen, då kraftbehofvet är större, än under natten. I stället för en jämn aftappning af 385 m.³ beräknas under dagen 535, och under natten endast 235; och i stället för en jämn aftappning af 500 m.³ får man 700 m.³ under dagen och 300 under natten.

På grund häraf kommer således *Laurell* till det resultat, att planen för tillgodogörande af Trollhättans vattenkraft bör ordnas så, att utrymme beredes för användande af 700 kubikmeter i sekunden.

Med allt erkännande af den utmärakta skicklighet, hvarmed det svåra regleringsproblemet behandlats, tror jag dock, att dess lösning påverkats af en alltför långt drifven hänsyn till vattenkraftens intressen. Att framdeles förändra en konstant afrinning af 385 kubikmeter till en variabel aftappning af 300—500 m.³ torde, med hänsyn

till äldre abonenters intressen, blifva svår att genomföra, och för nya abonnenter ligger ej stor lockelse i en uppgörelse, som måste förutsätta vattenbrist under ett eller annat år i följd. Att vidare fördela dygnets aftappning så, att mer än dubbelt så mycket vatten utsläppes under dagen än under natten, är knappast utförbart med vattenmassor om hundratals kubikmeter i sekunden. Det är för öfrigt endast den s. k. mindre industrien, som bedrifves uteslutande under dagen, och dess kraftbehof uppgår kanske ej till tiotusen hästkrafter inom den del af landet, som behärskas af Trollhättans elektricitetsnät. Den verkliga storindustrien hvilar på sin höjd under söndagarne, och elektrisk järnvägsdrift måste för erhållande af billig drift ordnas så, att kraftförbrukningens variationer reduceras till de minsta möjliga. Då vattnet skall användas först vid Vargön, sedan vid Trollhättan och slutligen vid Röda berget, blir det svårt att ordna en variabel aftappning, som i tillfredsställande grad uppfyller de olika stationernas olika anspråk. Slutligen vore det i flera afseenden en olägenhet, om hvarje morgon elfvens vattenmängd plötsligt skulle ökas med 400 kubikmeter i sekunden. Navigationen försvåras mera af en hastigt växlande ström- hastighet än af en jämn om ock stark ström, och på de af lös lera bestående stränderna nedanför Röda berget skulle dylika växlingar verka ganska ofördelaktigt.

Det vore därför enligt min uppfattning fördelaktigare, om aftappningen från Venern kunde hållas mera konstant, än *Laurell* förutsatt. Genom att därjämte sänka sjöns högvattenyta något mera skulle man visserligen nödgas uppoffra några kubikmeter vatten i sekunden, men i stället vinna en högst afsevärd höjning af vidsträckt strandområdets värde och en gifven förbättring af hamnstädernas sanitära förhållanden.

I betraktande af dels de fördelar, som skulle vinnas genom en möjligast jämn aftappning från Venern, dels den ofantliga tillgång på vattenkraft, som står industrien till buds i landets öfriga vattenfall, och dels slutligen Trollhättans betydelse såsom turistort, skulle det enligt min öfvertygelse vara tillräckligt att för kraft- och trafikbehof afse en konstant vattenmängd af *400 kubikmeter i sekunden* samt att låta öfverskottet komma vattenfallen till godo. Därigenom skulle den erforderliga vattenvariationen kunna minskas, hvilket innebär en sänkning af Venerns högvattenyta, och aftappningen kunde lättare afpassas efter årets medeltillströmning.

Om nu af dessa 400 kubikmeter trafikkanalernas vattenförbrukning beräknas till 50 m.³, så återstår för kraftbehof 350 m.³. Så länge Stridsbergs fabriker och Kanalbolagets kraftstation bibehållas, kunna ofvanför fallen afledas 310 m.³, således endast 30 m.³ mer än under nuvarande förhållanden. Den egentliga vinsten af Venerns reglering skulle då bestå däri, att en ny kanalleds behof kunde fyllas, och sjöns högvattenyta sänkas, hvarjämte »kungsådran» skulle förse fallen med en vattenmängd, tillräcklig åtminstone för att underhålla minnet af hvad Trollhättan en gång varit.

I stället för att *Laurell* ansett nödvändigt att planera kraftanläggningarna för 700 m.³ pr sek., anser jag att det vore lyckligast, om endast 300 m.³ användes för detta ändamål. »In medio consistit virtus»; det torde därför vara fullt tillräckligt, om kraftanläggningarna beräknas för ett framtida tillgodogörande af

500 kubikmeter i sekunden.

Då, såsom framdeles skall visas, flera olika lösningar äro möjliga, finnes intet hinder för att i en aflägsen framtid tillgodogöra ytterligare 200 m.³. Men det är knappast nödvändigt att gå den tidens ingenjörer i förväg.

I sin förenämnda broschyr har *Nerman* sökt visa, att Venerns afrinning äfven efter regleringen icke uppgår till de af *Laurell* beräknade kvantiteterna, utan att endast 317 m.³ i sek. kan med säkerhet påräknas.* Beviset härför hämtas dock icke från någon saklig kritik af *Laurells* beräkningar utan från jämförelse med *Hjelmarens* afrinningsförhållanden. Samma siffror, som gälla för sistnämnda sjö, kunna enligt *Nermans* åsikt utan vidare tillämpas på *Venern*.

Vore denna metod lika riktig som den är enkel, skulle många tids- och penningödande undersökningar kunna inbesparas. Tyvärr visar dock erfarenheten, att äfven närbelägna vattenområden förete stora olikheter i afseende å såväl nederbörd som afdunstning och afrinning. *Venern* har 12 gånger större nederbördsområde än *Hjelmaren* och mottager tillflöden från vidt skilda landsdelar, där helt andra förhållanden äro rådande än i det koncentrerade *Hjelmareområdet*. *Nermans* antaganden torde således icke heller i detta afseende kunna rubba förtroendet till *Laurells* på rationella grunder byggda mätningar och beräkningar.

Fallhöjd.

Vattenståndet ofvanför fallen bestämmas af den vattenmängd, som strömmar öfver tröskeln mellan *Malgön* och *vestra stranden*, och varierar mellan + 38,0 vid normalt lågvattenstånd och + 39,5. På denna plats måste uppföras en damm, som då kan anordnas antingen så, att samma vattenstånd hålles, som motsvarar den fria naturliga genomströmningen, eller så, att vattenståndets variationer minskas. I sistnämnda fall bör man söka höja lågvattenytan så mycket som möjligt, icke för erhållande af ökad fallhöjd utan för beredande af större sektionsarea i elfven, som på vissa ställen är grund och strid (jfr följ.) En höjning af lågvattenytan, förenad med sänkning af högvattenytan, bör icke medföra några större olägenheter för strandegarne, och äfven en eventuel skadeersättning torde mer än väl uppvägas genom den reducerade kostnaden för elfvens upprensning; men den åstadkommer en ganska kännbar minskning af den redan förut otillräckliga fallhöjden vid *Vargön* och kan därför svårigen genomföras under nuvarande förhållanden. Om däremot *Venern* regleras medels en damm, som förlägges i omedelbar närhet af *Vargöns* kraftstation och ökar dess fallhöjd med de indämda forsarnes höjd, vinnas såväl härigenom som genom vattenmängdens jämnare fördelning så stora fördelar för denna kraftanläggning, att en uppgörelse i ofvan antydda riktning lätt torde kunna träffas.

Dammen mellan *Malgön* och *vestra stranden* bör därför ordnas så, att framdeles vattenytan kan hållas på möjligast konstanta nivå, t. ex. + 38,5; men med afseende å sannolikheten för att en sådan förändring ej kan genomföras förr än i samband med *Venerns* reglering, bör den nuvarande lågvattenytan läggas till grund för beräkning af kraftstationernas effekt.

* Icke desto mindre beräknar *Nerman* för den af honom förordade kraftstationen vid *Lilla Edet* utom kanalens behof en disponibel vattentillgång af 400 m.³ sek.

Nedanför fallen ligger lågvattenytan + 5,0, högvattenytan + 6,5. Enligt *Laurells* förslag höjes den förstnämnda nivån medels dammen vid *Röda berget* till + 7,0 (jfr följ.) Det nuvarande vattenståndet bör blifva bestämmande för kraftstationernas konstruktion, det blifvande för beräkning af deras effekt.

Höjdskillnaden mellan öfre och nedre vattenytorna beräknas således till

31 meter.

Den effektiva fallhöjden är lika med höjdskillnaden, minskad med fallförlusten, hvilken i det följande angifves för hvarje särskildt alternativ.

Såsom förut framhållits, blifva anläggningarna för vattenkraftens uttagande i hög grad beroende af kanallederna, hvilkas lägen således måste vara åtminstone ungefärligen bestämda.

Nya Trafikkanaler.

Laurells förslag (alt. I) i vissa delar modifieradt af *Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen*, omfattar 4 slussar, 2 ofvanför och 2 nedanför kanaldammen i *Flottbergsströmen*. Den nedre vattenytan höjes något mer än en meter genom en kanaldamm vid »*Röda berget*», och fallen vid *Åkerström* och *Lilla Edet* komma således att försvinna. Ofvanför fallen, mellan *Malgön* och *vestra stranden*, uppföres en regleringsdamm, och för undvikande af alltför stor hastighet i den fördjupade segelrännan längs östra stranden bygges en långsgående skiljedamm ända upp till *Stallbackakanalen*.

Magnells förslag (alt. II) skiljer sig från det föregående hufvudsakligen däri, att den öfre slussleden erhållit en vridning från den östra stranden till den djupare *vestra strömfåran*.

Nermans förslag (alt. III) afser att förlägga såväl kanaltrafiken som kraftuttagningen på *vestra elfstranden*. Den gemensamma trafik- och kraftkanalen utgår från *Vasabotten*, en vik af *Venern*, och utmynnar i elfven nedanför *Åkerström* (jfr kraftförslaget, alt. VII).

Alt. I och II torde medföra ungefär lika stora kostnader. Det förstnämnda är utarbetadt, det andra föreligger endast i planskiss. Det samma är förhållandet med alt. III. I betraktande af det sistnämnda alternativets betydelse för både trafik- och kraftintressena har jag försökt att beräkna dess ungefärliga kostnader.

Nerman anser, i motsats till *Laurell*, en kanal för 4 meters djupgående fartyg fullt tillräcklig för trafikens behof. En sådan kanal har i bergskärning en area af 75 kvadratmeter, under lågvattenytan räknadt, och kan äfven med den af *Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen* i öppen flod tillåtna maximihastigheten af 1,2 meter ej framsläppa mer än 90 kubikmeter i sekunden. Beräknas vid den öfversta slussens fyllning en maximaftappning af 30 kubikmeter i sekunden, kan för kraftändamål uttagas 60 kubikmeter. *Nerman* föreslår emellertid att genom 5 kraftstationer, anordnade ofvanför hvarandra parallelt med slussarna, uttaga 200 kubikmeter i sekunden, och härför erfordras tydligen en kanal af afsevärdt större dimensioner. Vi vilja emellertid tillsvidare lämna kraftfrågan för att söka utreda kostnaden för en kanal, afsedd uteslutande för trafik med 4 meter djupgående fartyg.

Borringar i *Nermans* kanallinie, verkställda i samband med undersökningarna å östra elfstranden, visa, att bergets

yta på långa sträckor ligger på ansenlig höjd öfver kanalens bottenplan, så att den djupaste skärningen uppgår ända till 25 meter. På andra ställen nedgår berggrunden så djupt, att kanalen måste nedschaktas minst 20 meter i lera. På den nedersta, starkt sluttande sträckan, där förslagsställaren tänkt sig slussar, kraftstationer och utfyllda höljar, och där således fast grund företrädesvis erfordras har borrhningsdjupet uppgått ända till 17 meter.

Med samma enhetspriser, som *Laurell* antagit, och under antagande att slussarne kunna utföras på samma kostnad som på den östra bergstranden — hvilket naturligtvis icke är möjligt —, uppskattas kostnaden sålunda:

Muddring, broar, vägar etc.....	500 000:—
Jordschaktning, (å 1 kr. pr m. ³)	7 000 000:—
Bergsprängning, (» 5 » » »)	12 000 000:—
Slussbyggnader	3 000 000:—
Diverse	2 500 000:—
eller tillsammans Summa Kronor	25 000 000:—

Jordlösen oberäknadt.

Enligt <i>Laurells</i> förslag kostar en 4 meters trafikkanal:	
Mellan Venern och Trollhättan	3 600 000:—
» Trollhättan och Åkerström	7 300 000:—
Tillägg för diverse	1 100 000:—
Inlösen af Trollhätte kanal	4 000 000:—
eller tillsammans Summa Kronor	16 000,000:—

Någon ekonomisk fördel af att leda kanaltrafiken på vestra elfstranden synes sålunda icke föreligga.

I tekniskt afseende är det afgjort olämpligt att bygga en kanal i lös lera med skärningar af 15 meters höjd öfver vattenytan. Erfarenheten från statsbanebyggnaden genom Bohuslän bör verka afskräckande i detta afseende. Från slutningen ofvanför Åkerström hafva fordom stora lermassor glidit ned i elfven. I denna terräng, som knappast kan stå för sig själf, vill förslagsställaren icke blott bygga slussar och kraftstationer, utan äfven genom utfyllning af de för kanalen utschaktade jordmassorna bilda bassänger, hvilka skola fyllas med vatten. Jag befarar, att dessa anläggningar snart nog skulle medföra en betänkelig ökning af kostnaderna för elfvens uppuddring.

Många andra och icke mindre viktiga skäl skulle kunna framdragas mot det Nermanska förslaget, men de här framlagda torde vara tillräckliga för att visa dess olämplighet för såväl kanaltrafik som kraftuttagning.

Jag utgår därför från den förutsättningen, att den förestående kanalbyggnaden kommer att utföras enligt alt. I, d. v. s. enligt *Laurells* plan, med den af *Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen* föreslagna dammen öfver Flottbergströmmen. Frågan blir då att bestämma det ungefärliga läget af den eller de kanaler, som i en aflägsen framtid möjligen ytterligare erfordras.

Det lämpligaste läget för nästa trafikkanal synes mig vara någon af de linier, som å pl. 6—9 betecknas såsom alt. IV och V.

Enligt alt. IV utvidgas och rätas den nuvarande Bergkanalen, som nedanför Åkersjö fortsattes genom en ny slussled.

I afseende å denna kanals konstruktion har jag utgått från den förutsättningen, att den bör tilltagas för 6 meter djupgående fartyg samt byggas »dubbelspårig» d. v. s. med tillräcklig bredd för två hvarandra mötande fartyg,

hvilket äfven blifvit förutsatt för alt. I. Därtill erfordras äfven dubbla slussleder, så att endera alltid kan begagnas af uppgående fartyg, under det den andra samtidigt användes för nedgående. Slushhöjden, som enligt alt. I är 7,75 meter (en fjärdedel af hela sänkingen) föreslås här till 15,5 meter, hvarigenom antalet slussar i hvarje led reduceras till två i stället för fyra. Mellan de båda slussparen anordnas en hölja, som, då fartygen ej behöfva mötas, erhåller betydligt mindre längd än höljarne i alt. I, hvilka tjänstgöra såsom mötesplatser.

En sådan kanal får 35 meters bottenbredd och 6,5 meters djup, vid lågvattenstånd räknadt.

Kanalens öfre mynning måste läggas så långt ifrån den öfversta slussen i kanalen I, att ett fartyg, som passerar genom nämnda sluss, får tillräcklig tid att hinna förändra sin hastighet. Om nämligen, hvilket man ju här måste förutsätta, kanalen IV skall användas äfven för kraftändamål och således genomsläppa några hundra kubikmeter vatten i sekunden, uppstår i inloppet en ström, som ett förbipasserande fartyg endast kan öfvervinna genom att framgå med en viss hastighet, hvilken i närheten af slussen måste reduceras till noll. Om återigen planen för vattenkraftens tillgodogörande vore definitivt afgjord i motsatt riktning, d. v. s. så att kanalen IV endast skulle genomsläppa slussvatten, så kunde inloppet förläggas närmare kanalen I och därigenom en mindre del af strandområdet behöfva bortsprängas.

Mellan inloppet och Åkersjö bildar kanalen en kort kurva med 2 000 meters radie. Trollhättans Mekaniska Verkstads område genomskäres, och byggnaderna öfverflyttas till kanalens motsatta strand, som redan börjat tagas i anspråk för verkstadens utvidgning. Från Åkersjö fortsätter kanalen i sydlig riktning med en 2 000 meters kurva ofvanför slussarne och går sedan i rak linie ut i elfven.

Vattenförbrukningen i en sådan dubbelkanal beräknas på följande sätt. Vid fyllning af en sluss inströmmar under den första sekunden 80 kubikmeter, under den sista 0, således i medeltal 40 kubikmeter; vid dess tömning, som varar lika lång tid som fyllningen, är vattenförbrukningen 0. Under förutsättning att fyllning och tömning följa omedelbart på hvarandra, förbrukar hvarje slussled i medeltal 20 kubikmeter i sekunden. Om nu båda fyllas eller tömmas samtidigt, förbrukar en dubbel slussled 40 kubikmeter; om däremot den ena fylles, när den andra tömmas, kan den förra mottaga hälften af den senares innehåll. Med afseende å sistnämnda möjlighet torde det vara tillräckligt att för dubbelkanalen i dess helhet beräkna en maximiförbrukning af 80 och en medelförbrukning af 30 kubikmeter i sekunden.

Den *ungefärliga* kostnaden för denna dubbelkanal, jordlösen oberäknadt, beräknas sålunda:

Kanal ofvanför Åkersjö.

Upprensning af elfven	100 000:—
Bergsprängning, (å 5 kr.)	4 000 000:—
Murverk (» 25 »)	500 000:—
Bro- och vägbyggnader ...	400 000:—
	5 000 000:—

Kanal mellan Åkersjö och slussarne.

Bergsprängning	3 000 000:—
Murverk	300 000:—
Jordschaktn., (å 1 kr. 50 öre)	700 000:—
	4 000 000:—

Slussar och hölja.

Bergsprängning.....	3 000 000:—	
Murverk	2 000 000:—	
Portar och maskinerier.....	1 000 000:—	6 000 000:—

Kanal nedanför slussarne.

Bergsprängning	500 000:—	
Oförutsedda utgifter och diverse	1 500 000:—	
Summa Kronor	17 000 000:—	

Enligt alt. V utgår kanalen från elfven ofvanför Stallbacka, går först genom en svagt utpräglad dalgång öster om järnvägsstationen och köpingen och sedan genom Rysbäckens dalgång samt utmynnar åter i elfven nedanför Åkerström. Den är i likhet med alt. IV »dubbelspårig» med 6,3 meters vattendjup; men i stället för 2 trappsteg af 15,5 meters höjd föreslås här en enda afsats af 31 meters höjd med ett s. k. lyftverk. Denna konstruktion är redan nu tillämpad i stor skala, och många framstående ingenjörer arbeta på dess utveckling och förbättring, hvarför den väl torde vara tillräckligt fullkomnad vid den tid, då denna kanal kommer till utförande. Lyftverkets största företrädare framför en sluss är, att dess vattenförbrukning praktiskt taget är 0.

Kostnaden beräknas approximativt sålunda: (excl. jordlösen)

Kanal ofvan- och nedanför lyftverket.

Jordschaktning, (å 1 kr. pr 3 m. ³)	1 800 000:—	
Bergsprängn. (å 5 kr. prm. ³)	23 600 000:—	
Järnvägs- o. landsvägsbroar	600 000:—	26 000 000:—

Lyftverk.

Bergsprängning	800 000:—	
Järnkonstruktion	5 000 000:—	5 800 000:—
Oförutsedda utgifter och diverse	3 200 000:—	
Summa Kronor	35 000 000:—	

Jämförelsen mellan dessa båda alternativ utfaller till fördel för alt. IV, hvilket därför antages angifva det ungefärliga läget för den trafikkanal, som kommer att utföras efter den nu föreslagna Laurellska linien. I hvarje fall förutsättes, att åtminstone den ena af de nuvarande slusslederna nedanför Åkersjö bibehålles för mindre fartyg.

Förslag till vattenkraftanläggningar å östra elfstranden.

Sedan nu planen för trafikkanalernas framtida anordning blifvit i sina hufvuddrag bestämd, kan programmet för kraftfrågans behandling uppställas. Kanalen I (eller II) lämpar sig ej för direkt kombination med kraftkanaler, emedan längdprofilen sänker sig redan från utgångspunkten ofvanför fallen, kanalen III är utförbar och kanalen V tillhör en alltför aflägsen framtid. Det blir således endast kanalen IV, som kan ifrågasättas att användas för framledande af drifvatten.

För att emellertid kunna afgöra, huruvida en sådan kombination verkligen är fördelaktig, måste man för erhållande af en jämförelse utreda kostnaderna för drifvattnets framförande genom särskilda kanaler eller tunnlar. Och i sistnämnda fall bör undersökas, huruvida vattenkraften bör uttagas genom tillgodogörande af hela fallhöjden eller genom dess delning i två afsatser ofvan- och nedanför den till trafikkanalen I hörande dammen öfver Flottbergsströmmen.

De nya förslag, som enligt ofvanstående program utarbetats i allmänna drag, äro följande:

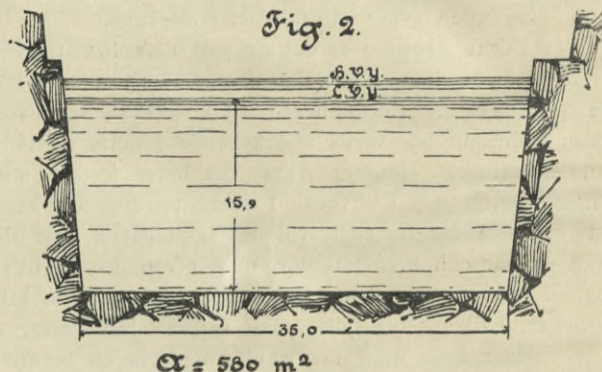
Alternativ IX. (Pl. 1—4.)

Uttagning af 500 kubikmeter vatten i sekunden genom trafikkanalen IV till Åkersjö samt vidare genom särskild kanal till en kraftstation vid Holmens tegelbruk.

Enligt Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsens program får strömhastigheten i öppen flod för 6 meters djupgående fartyg ej öfverstiga 1 meter i sekunden.* En »dubbelspårig» kanal med 6,5 meters djup och 35 meters bottenbredd får i bergskärning en area af 235 kvadratmeter och kan således med denna hastighet — om den tillåtes — genomsläppa 235 kubikmeter vatten.* Vid fyllning af en sluss aftappas högst 80 m.³ i sek., och för att maximihastigheten ej vid sådana tillfällen skall öfverskridas, får genom kanalen för kraftbehof ej framföras mer än 155 kubikmeter i sekunden; dess sektionensarea måste följaktligen ytterligare ökas med 345 kvadratmeter, alltså till 580 kvadratmeter.

Detta kan ske genom ökning af antingen bredden eller djupet. I det förra fallet måste man utom den nyttiga sektionensarean under vattenytan äfven bortspränga det berg, som ligger öfver vattenytan; vi välja därför den senare metoden, som blir den billigaste, och öka kanalens djup till 15,9 meter.

Kanalen mellan elfven och Åkersjö får då den tvärsektion, som visas å omstående skiss. (Fig. 2.)



I inloppsmynningen är djupet mindre, men bredden så stor, att hastigheten ej öfverstiger en half meter i sekunden. Strax ofvanför inloppet utspränges en förbindelse med den djupare vestra strömfåran med starka länsor för isens afstängande, och med hänsyn till navigationen genom Stallbackakanalen måste äfven högre upp i elfven verkställas rensningar, hvilkas omfång ej kan bestämmas utan mera detaljerade undersökningar. Ännu bättre och förmodligen billigare vore en höjning af lågvattenytan med tillhjälp af dammen mellan Malgön och vestra stranden. (Jfr sid. 6.)

Sistnämnda damm, som ingår i alla trafik- och kraftplaner, var i de förut beskrifna förslagen till vattenkraftens uttagande anordnad så, att dess midtparti skulle bilda en öppen »kungsådra». Om däremot elfvens vattenmängd skall fullständigt tillgodogöras, och dess vattenstånd regleras, måste vid lågvatten hela sektionen afstängas och vid

* Om, hvilket torde vara mer än sannolikt, denna hastighet af Kungl. Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen befinnes vara allt för stor i konstgjord kanal, blifva naturligtvis de beräknade sprängningskostnaderna otillräckliga.

högvatten ökad aflopp beredas, hvilka båda förändringar naturligtvis medföra en betydlig ökning af den förut beräknade kostnaden för dammen (se nedan).

Åkersjö bildar en naturlig regleringsbassäng, där trafik- och kraftkanalerna lämpligen böra åtskiljas. Åt söder går den stora trafikkanalen, hvars djup nu är reduceradt till 6,5 meter, åt vester den nuvarande trafikkanalen, hvars ena slussled bibehålles för smärre fartyg, och mellan dessa kraftkanalen, som bör kunna afstängas och tömmas. Genom lämpligt anordnade leddammar, i förening med den stora bassängens förmåga att utjämna hastigheten, underlättas fartygens öfvergång till den ena eller andra trafikleden.

Äfven kraftkanalens dimensioner minskas, och detta i vida högre grad än trafikkanalens, ty strömhastigheten, som i den gemensamma kanalen varit 1 meter, kan utan olägenhet ökas till 1,5 meter, där grunden utgöres af lera, 2,5 meter i öppen bergskärning och 3,3 meter i tunnel, hvarvid erhållas här nedan angifna sektioner. (Fig. 3—5.)

Fig. 3.

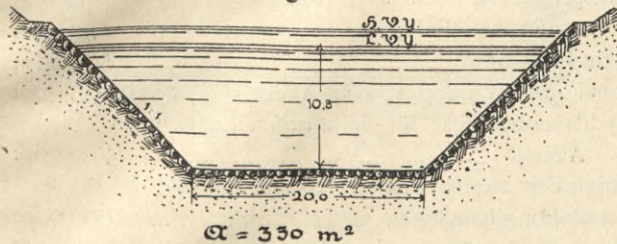


Fig. 4.

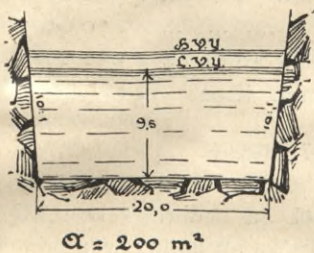
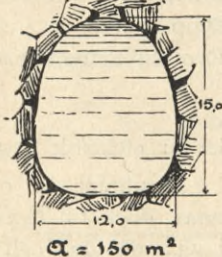


Fig. 5.



Kanalens nedre del öfvergår i en fördelningsbassäng, som på grund af bergkonturens bildning måste krökas i vinkel. Bassängens åt elfven vända sida bildas af en öfver bergytan uppstigande mur, genom hvilken vattnet i trycktuber af stålplåt ledes till turbinerna i den kring bergets fot likaledes i vinkel byggda kraftstationen. Nedanför denna bildas genom schaktning och sprängning breda utloppskanaler, genom hvilka vattnet med ringa hastighet utströmmar i elfven på tillräckligt afstånd från de ofvanför belägna slusslederna för att ett förbipasserande fartyg skall kunna hinna moderera sin hastighet.

Anläggningens effekt beräknas på följande sätt:

Elfvens lågvattenyta ligger ofvanför kanalinnloppet	+ 38,00
I trafik- och kraftkanalen mellan innloppet och Åkersjö förloras en fallhöjd af	m. 0,15
Vattenstånd i Åkersjö	+ 37,85
I kraftkanalen mellan Åkersjö och fördelningsbassängen förloras	m. 1,30
Vattenstånd i fördelningsbassängen	+ 36,55
I trycktuberna förloras	m. 0,85
Tryckhöjd ofvanför turbinerna	+ 35,70
Elfvens lågvattenstånd nedanför kraftstationen	+ 7,00

Hela fallförlusten utgör således 2,3 meter och den på turbinerna verkande fallhöjden $31,0 - 2,3 = 28,7$ meter.

Af den disponibla vattentillgången, 500 kubikmeter i sekunden, antages 3 %, eller 15 kubikmeter åtgå för kraftstationens behof af magnetisering, kraft och ljus. För kraftutveckling återstå då

485 kubikmeter,

motsvarande en naturkraft af

$$\frac{485\ 000 \cdot 28,7}{75} = 185\ 000 \text{ hästkrafter.}$$

Turbinerna antagas tillgodogöra 78 % af naturkraften eller

$$0,78 \cdot 185\ 000 = 145\ 000 \text{ hästkrafter.}$$

Generatorerna tillgodogöra 93 % af turbineffekten eller

134 000 hästkrafter,

och slutligen de för öfverföring på långa afstånd erforderliga transformatorerna 97,5 % af generatorernas effekt eller afrundadt

131 000 elektriska hästkrafter.

För att inom det för kraftstationen tillgängliga, af bergformationen begränsade, utrymmet kunna uttaga ett så betydande kraftbelopp måste man använda betydligt större enheter än i förslagen till kraftanläggningar på vestra elfstranden (alt. III—V), där för de första 6 maskinsystemen antogs 2 000 hästkrafters generatorer och för de därpå följande 4 000 hästkrafters. För den här ifrågasatta kraftstationens södra hälft, som kan utföras före Venerns reglering, föreslås 13 st. generatorer à 5 000 hästkrafter och för den senare hälften 7 generatorer à 10 000 hästkrafter.

Kostnaden för denna anläggning beräknas approximativt sålunda:

Bergsprängning och skyddsanordningar ofvanför kanalinnloppet, förslagsvis	200 000:—
Regleringsdamm	500 000:—
Kanal mellan innloppet och Åkersjö	9 600 000:—
Skyddsanordningar för kanaltrafiken genom Åkersjö	700 000:—
Kanal och tunnel mellan Åkersjö och fördelningsbassängen	1 500 000:—
Fördelningsbassäng med isgrindar och luckor	800 000:—
Trycktuber	750 000:—
Kraftstation	8 750 000:—
Aflopskanaler	100 000:—
Oförutsedda utgifter och diverse	3 100 000:—
Summa Kronor	26 000 000:—

Fördelas denna summa på anläggningens till öfverföring disponibla effekt, 131 000 hästkrafter, blir anläggningens kostnad pr elektrisk hästkraft i rundt tal

200 kronor

Vid den första anläggningen, då endast 250 kubikmeter vatten i sekunden bör uttagas, utelämnas hälften af kraftstationen med tillhörande anordningar inom fördelningsbassängen och utloppet jämte skyddsanordningarna för den blifvande trafikkanalen nedanför Åkersjö, hvarigenom totalkostnaden reduceras till c:a 20 500 000 kronor.

Kraftstationens effekt blir då c:a 69 000 elektriska hästkrafter och kostnaden pr hästkraft c:a 300 kronor.

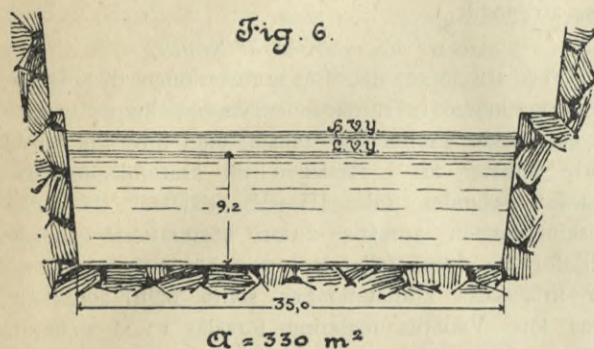
Dessa höga siffror visa tydligt, att den första anläggningen ej bör betungas med kostnaden för trafikkanalens utsprängning för en så stor vattenmängd som

500 kubikmeter i sekunden, hvilkas fullständiga tillgodogörande tillhör en oviss framtid, utan att den bör tilltagas endast för den nu disponibla vattentillgången. Vi vilja därför undersöka kostnaden för en efter samma principer konstruerad anläggning för 250 kubikmeter i sekunden, d. v. s. hälften af den antagna framtida vattentillgången, och antaga att den senare hälften lämpligast bör uttagas genom en särskild anläggning enligt något af de föregående eller följande alternativen.

Alternativ X. (Pl. 1—4.)

Uttagning af 250 kubikmeter vatten i sekunden genom trafikkanalen IV till Åkersjö samt vidare genom särskild kanal till en kraftstation vid Holmens tegelbruk.

Trafikkanalens djup reduceras till 9,2 meter under lågvattenytan, dess tvärsnitt till 330 kvadratmeter (se nedanstående skiss). (Fig. 6.)



Med tillägg af 80 kubikmeter för slussning, kan således kanalen med 1 meters hastighet framsläppa 250 kubikmeter drifvatten i sekunden.

Nedanför Åkersjö erhåller kraftkanalen vidstående tvärsnitt. (Fig. 7—9.)

Fig. 7.

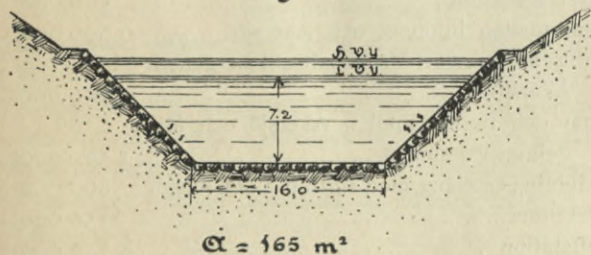


Fig. 8.

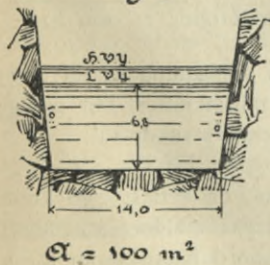
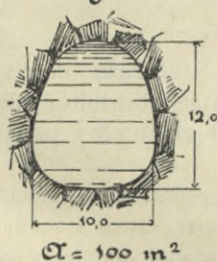


Fig. 9.



Fördelningsbassängen erhåller samma ytförm som enligt alt. IX, men något mindre djup, och kraftstationen samma längd, hvarigenom det blir möjligt att genomföra kraftens fördelning på maskinsystem om 5 000 hästkrafter, hvilka äro att föredraga framför de ändå större enheter, som på grund af otillräckligt utrymme måste föreslås för alt. IX.

Fallförlusten blir:

Mellan inloppet och Åkersjö.....	0,20 meter
» Åkersjö » fördelningsb.	1,20 »
» trycktuberna.....	0,60 »

alltså tillsammans 2,00 meter

således den effektiva fallhöjden 29,0 meter.

Med afdrag af 8 kubikmeter för magnetisering m. m. blir den nyttiga vattenmängden

242 kubikmeter i sekunden,

motsvarande en naturkraft af

$$\frac{242\ 000 \cdot 29,0}{75} = 94\ 000 \text{ hästkrafter,}$$

hvaraf turbinerna tillgodogöra 78 %, eller

73 000 hästkrafter,

generatorerna 93 %, eller

67 800 hästkrafter,

transformatorerna 97,5 %, eller

66 000 elektriska hästkrafter.

Kostnaderna blifva:

Bergsprängning och skyddsanordning ofvanför kanalinloppet.....	150 000:—
Regleringsdamm	500 000:—
Kanal mellan inloppet och Åkersjö	6 300 000:—
Skyddsanordningar för kanaltrafiken genom Åkersjö	700 000:—
Kanal och tunnel mellan Åkersjö och fördelningsbassängen	600 000:—
Fördelningsbassäng med isgrindar och luckor	350 000:—
Trycktuber.....	400 000:—
Kraftstation	4 500 000:—
Aflopskanal	70 000:—
Oförutsedda utgifter och diverse, 15 % ...	2 030 000:—
Summa Kronor	15 600 000:—

eller pr elektrisk hästkraft 237 kronor.

Resultatet är onekligen bättre än i alt. IX, men manar dock till fortsatta försök att nedbringa kostnaden. Vi vilja då först och främst försöka att finna någon mindre aflägsen plats för kraftstationen. Stranden mellan Holmens tegelbruk och den nuvarande kanalen är afgjordt olämplig, dels emedan berget stupar brant ned i elfven, dels med afseende å navigationen, som fordrar lugn rörelse i vattnet framför kanalmynningen. Samma förhållande är rådande längre norrut ända fram till den nedersta slussen i kanalen I. Mellan denna punkt och kanaldammen kan drifvattnet utan olägenhet för navigationen utsläppas nästan hvar som helst, men stranden är för brant för anläggning af en kraftstation utanför kanalen.

Ofvanför kanaldammen, längs den s. k. Olidehålan, finnes däremot en jämförelsevis jämn strandremsa, där en kraftstation med fördel kan anläggas. Denna plats ligger endast 180 meter från den lilla hambassängen vid verkstaden och kan därifrån erhålla vatten genom en öppen kanal. Frågan blir sedan, om vattnet bör utsläppas direkt i elfven eller afledas nedanför kanaldammen. Den förstnämnda anordningen förutsätter fallhöjdens uppdelning i två afsatser, hvarvid den öfre lämpligare och billigare kan uttagas längre upp, där samma höjdskillnad blir rådande, och då kan med vida större fördel en kraftstation vid Olidehålan anläggas för den nedre afsatsen, d. v. med inlopp direkt från elfven och utlopp nedanför kanaldam-

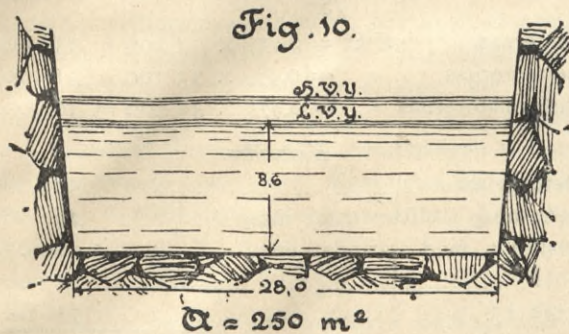
men (se nedan under alt. XIV). För att emellertid så fullständigt som möjligt undersöka möjligheterna för hela fallhöjdens uttagande, vilja vi såsom ett följande alternativ uppställa en anläggning med tilloppstunnel från den öfre vattenytan och afloppstunnel till den nedre, alltså

Alternativ XI. (Pl. 1—4.)

Uttagning af 250 kubikmeter vatten i sekunden genom trafikkanalen IV till hamnbassängen vid verkstaden samt därifrån genom öppen kanal till en kraftstation vid Olidehålan med afloppstunnel till elfven nedanför kanaldammen.

Trafikkanalen erhåller då ofvanför hamnbassängen samma djup som i alt. X, eller 9,2 meter, och nedanför hamnbassängen sitt normala djup eller 6,5 meter.

Från trafikkanalen ledes vattnet genom en öppen kanal med tvärsektion enligt fig. 10 till en fördelnings-



bassäng, samt därifrån genom trycktuber till turbinerna, som äro anordnade med vertikala axlar under generatorsalens golf, och hvilkas sugrör inmyrna i den under nedre vattenytan utsprängda afloppstunneln.

Anläggningen bör utföras före elfvens uppdamning, hvarefter afloppstunneln med fördel kan användas för vattnets afledande under kanaldammens byggande.

Fallförlust:

I trafikkanalen IV.....	0,15 meter
» kraftkanalen	0,10 »
» trycktuberna	0,30 »
» afloppstunneln.....	0,45 »

eller tillsammans 1,00 meter

således effektiv fallhöjd

$$31 - 1 = 30 \text{ meter.}$$

Vattenmängd, med afdrag af 8 kubikmeter för magnetisering etc.,

242 kubikmeter i sekunden.

$$\text{Naturkraft} = \frac{242 \ 000 \cdot 30}{75} = 97 \ 000 \text{ hästkrafter.}$$

Turbinernas effekt = 0,78 × 97 000 = 75 600 hkr.
Generatorernas » = 0,93 × 75 600 = 70 100 »
Transformatorernas » = 0,975 × 70 100 = 68 300 »

Kostnader.

Regleringsdamm	500 000:—
Upprensning och skyddsåtgärder i elfven...	150 000:—
Trafikkanalen IV ofvanför bassängen	3 300 000:—
Kraftkanal	150 000:—
Fördelningsbassäng	350 000:—
Trycktuber	300 000:—
Kraftstation	4 650 000:—
Afloppstunnel	500 000:—
Diverse	1 600 000:—

Summa Kronor 11 500 000:—

eller pr elektrisk hästkraft 169 kronor.

Samtliga dessa förslag hafva varit baserade på kombination mellan trafik- och kraftkanaler. Vi öfvergå nu till behandling af kraftproblemet utan kombination med kanaltrafiken, tillsvidare liksom hittills med tillgodogörande af hela fallhöjden.

Hvad då först beträffar vattenintaget från elfven, så är det gifvet att man bör undvika att tvinga elfvens hufvudmassa in i trafikkanalerna. Den af Laurell föreslagna skyddsmuren mellan kanalen I och den djupare vestra strömfåran, som i de föregående alternativen måste genombrytas för insläppande af drifvatten i kanalen IV, bör således bibehållas, och drifvattnet från vestra strömfåran ledas i tunnel under den förstnämnda kanalen. Denna tunnel kan sedermera ledas antingen till den i alt. X föreslagna kraftstationen vid Holmens tegelbruk, eller till den i alt. XI föreslagna kraftstationen vid Olidehålan.

Alternativ XII. (Pl. 1—4.)

Uttagning af 250 kubikmeter vatten i sekunden från vestra strömfåran genom tunnel och öppen kraftkanal till kraftstationen vid Holmens tegelbruk.

Bergryggen mellan Malgön och Spikön genomspränges, och den öster därom befintliga viken fördjupas, så att en rymlig förbindelse erhålles med vestra strömfåran. Omedelbart ofvanför intaget till kanalbolagets kraftstation ledes vattnet genom isgrindar och luckor ned i tunneln, som korsar trafikkanalen I på tillräckligt djup för att vara skyddad för läckning ofvanifrån, går i öppen kanal till Åkersjö och sedan i tunnel fram till samma kanal som tillhör alt. X.

Fallförlust:

I tunnlar och öppna kanaler.....	3,8 meter
» trycktuber	0,3 »

Summa 4,1 meter

Effektiv fallhöjd

$$= 31 - 4,1 = 26,9 \text{ meter.}$$

Nyttig vattenmängd

$$= 250 - 8 = 442 \text{ m}^3 \text{ i sek.}$$

$$\text{Naturkraft} = \frac{242 \ 000 \cdot 26,9}{75} = 87 \ 000 \text{ hästkrafter.}$$

Turbinernas effekt = 0,78 × 87 000 = 67 800 hkr.
Generatorernas » = 0,93 × 87 800 = 63 000 »
Transformatorernas » = 0,975 × 63 000 = 61 400 »

Kostnader.

Regleringsdamm	500 000:—
Upprensningar i elfven och intag	200 000:—
Tunnel under trafikkanalen	150 000:—
Öppen kanal till Åkersjö.....	2 050 000:—
Tunnel under Åkersjö	350 000:—
Öppen kanal.....	600 000:—
Fördelningsbassäng	350 000:—
Trycktuber	400 000:—
Kraftstation	4 500 000:—
Afloppskanaler	70 000:—
Diverse	1 330 000:—

Summa Kronor 10 500 000:—

eller pr elektrisk hästkraft 171 kronor.

Om samma intagsanordningar bibehållas, men kraftkanalen afslutas vid den till alt. XI hörande fördelningsbassängen, erhålles

Alternativ XIII. (Pl. 1—4.)

Uttagning af 250 kubikmeter vatten i sekunden genom tunnel under kanalleden I och vidare genom öppen kanal till kraftstation vid Olidehålan med afloppstunnel till Flottbergsströmmen nedanför kanaldammen.

Fallförlust:

I tunneln och kanalen	2,00 meter
» trycktuberna	0,50 »
	<u>Summa 2,5 meter</u>

Effektiv fallhöjd

$$31 - 2,5 = 28,5 \text{ meter.}$$

Nyttig vattenmängd

$$250 - 8 = 242 \text{ kubikmeter.}$$

$$\text{Naturkraft} = \frac{242\ 000 \times 28,5}{75} = 92\ 000 \text{ hästkrafter.}$$

Turbinernas effekt =	0,78 × 92 000 =	71 700 hkr.
Generatorernas » =	0,93 × 71 700 =	66 700 »
Transformatorernas » =	0,975 × 66 700 =	65 000 »

Kostnader.

Regleringsdamm	500 000:—
Upprensning i elfven samt intag	200 000:—
Tunnel	130 000:—
Kanal	1 170 000:—
Fördelningsbassäng	350 000:—
Trycktuber	300 000:—
Kraftstation	4 650 000:—
Afloppstunnel	500 000:—
Bro- och vägbyggnader	200 000:—
Diverse 15 %	1 200 000:—

Summa Kronor 9 200 000:—

eller pr elektrisk hästkraft 142 kronor.

Det återstår nu att undersöka möjligheterna och kostnaderna för fallhöjdens uppdelning i två afsatser ofvan och nedanför kanaldammen i Flottbergsströmmen.

För den öfre anläggningen finnes intet skäl att förändra det i alt. XII och XIII föreslagna vattenintaget från vestra strömfåran. Kraftstationen kan förläggas antingen vid nedre vattenytan, och erhålla vatten genom en tillloppskanal, såsom i alt. IV föreslagits på vestra elfstranden, eller också vid öfre vattenytan, med afloppstunnel till den nedre, i öfverensstämmelse med alt. V å vestra elfstranden. Den senare anordningen är att föredraga, emedan tunneln under trafikkanalen under alla förhållanden måste nedsprängas på betydligt djup, och en afloppstunnel icke medför några rubbningar af östra elfstrandens trafikförhållanden.

För den nedre anläggningen är det gifvetvis fördelaktigast att förlägga kraftstationen ofvanför dammen vid Olidehålan med afloppstunnel till Flottbergsströmmen. V erhålla då

Alternativ XIV. (Pl. 1—4.)

Uttagning af 250 kubikmeter vatten genom en öfre kraftstation å Malgön, med afloppstunnel till bassängen ofvanför kanaldammen, samt en nedre kraftstation vid Olidehålan med afloppstunnel till Flottbergsströmmen.

Öfre kraftstationen

utbygges delvis utanför Malgöns naturliga strandlinie. Vattnet inströmmar i öppna turbinkammare och går genom sugrören ned i afloppstunneln. Tunneln drages i sned

riktning under den till trafikkanalen I hörande första slussen, går sedan under stranden och utmynnar slutligen under den andra slussen.

Fallförlust:

I turbinkamrarne	0,30 meter
» tunneln	1,30 »
	<u>Summa 1,60 meter.</u>

Höjdskillnaden mellan öfre och nedre lågvattenytorna är:

$$38 - 23 = 15 \text{ meter,}$$

alltså den effektiva fallhöjden

$$15 - 1,6 = 13,4 \text{ meter.}$$

Nyttig vattenmängd

$$250 - 8 = 242 \text{ m.}^3 \text{ i sek.}$$

$$\text{Naturkraft} = \frac{242\ 000 \times 13,4}{75} = 43\ 200 \text{ hästkrafter.}$$

Turbinernas effekt =	0,78 × 43 200 =	33 700 hkr.
Generatorernas » =	0,93 × 33 700 =	31 400 »
Transformatorernas » =	0,975 × 31 400 =	30 600 »

Kostnader.

Regleringsdamm	500 000:—
Upprensning i elfven samt intag	200 000:—
Kraftstation med isgrindar etc.	3 300 000:—
Tunnel	750 000:—
Diverse 15 %	750 000:—

Summa Kronor 5 500 000:—

eller pr elektrisk hästkraft 180 kronor.

Nedre kraftstationen

förlägges ungefär på samma plats som i alt. XI och XIII men mottager här vattnet från den uppdämda bassängen. Anordningen är för öfrigt densamma som vid öfre kraftstationen.

Fallförlust:

I turbinkamrarne	0,30 meter
» tunneln	0,90 »
	<u>Summa 1,20 meter.</u>

Höjdskillnad mellan öfre och nedre lågvattenytorna

$$23 - 7 = 16 \text{ meter.}$$

Effektiv fallhöjd

$$16 - 1,2 = 14,8 \text{ meter.}$$

Nyttig vattenmängd

$$250 - 8 = 242 \text{ m.}^3 \text{ i sek.}$$

$$\text{Naturkraft} = \frac{242\ 000 \times 14,8}{75} = 47\ 700 \text{ hästkrafter.}$$

Turbinernas effekt =	0,78 × 47 700 =	37 200 hkr.
Generatorernas » =	0,93 × 37 200 =	34 600 »
Transformatorernas » =	0,975 × 34 600 =	33 700 »

Kostnaden beräknas under förutsättning, att dammen i Flottbergsströmmen uppföres före kanalbyggnaden och således anses tillhöra den nedre kraftanläggningen.

Kostnader.

Kanaldamm	800 000:—
Kraftstation	3 200 000:—
Tunnel	500 000:—
Diverse	700 000:—

Summa Kronor 5 200 000:—

eller pr elektrisk hästkraft 154 kronor.

Föreslagna kraftanläggningar på vestra elfstranden.

Af de i det föregående omnämnda alternativen I—VII kunna de tre första lämnas ur räkningen, emedan den sedermera föreslagna kanaldammen nödvändiggör vattnets afledande längre nedåt elfven (jfr sid. 159). Likaledes torde alt. IV ej ifrågasättas till utförande, emedan alt. V med bättre ekonomiskt resultat förenar lämpligare tekniska anordningar. Alt. VI medför olägenheter af alltför långa tilloppstunnlar i berg af tvivelaktig beskaffenhet, hvarigenom man kan befara otätheter i den först utförda tunneln, då sprängning skall utföras för den nästa, och alt. VII måste af förut angifna skäl betraktas såsom utförbart. Af de äldre förslagen är det således endast alt. V, som förtjänar att upptagas till jämförelse med de här framlagda förslagen å östra elfstranden och närmast med alt. XIV, som innebär alldeles liknande anordningar.

De båda anläggningarnas effekt och kostnad angifvas här i öfverensstämmelse med mitt till Vattenfallskommittén lämnade utlåtande, dock med den skillnad, att den öfre regleringsdammen beräknas kosta 500 000 kr. i stället för 150 000, hvilken skillnad betingas hufvudsakligen af »kungsådrans» uppoffrande (sid. 172). Kostnaden för den nedre dammen har, i öfverensstämmelse med alt. XIV, blifvit påförd den nedre anläggningen.

Alternativ V. (Pl. 1—4.)

Uttagning af 250 kubikmeter vatten i sekunden genom en öfre kraftstation vid regleringsdammen, med afloppstunnel till bassängen ofvanför kanaldammen, samt en nedre kraftstation vid kanaldammen med afloppstunnel till Flottbergsströmmen.

Öfre anläggningen.

Fallförlust:

I turbinkamrarne	0,30 meter
» tunneln	1,20 »
	Summa 1,50 meter

Effektiv fallhöjd

$$15 - 1,5 = 13,5 \text{ meter}$$

Nyttig vattenmängd

$$250 - 8 = 242 \text{ m.}^3 \text{ i sek.}$$

$$\text{Naturkraft} = \frac{242\,000 \times 13,5}{75} = 43\,600 \text{ hk.}$$

Turbinernas effekt = 0,78 × 43 600 = 34 000 hk.
Generatorernas » = 0,93 × 34 000 = 31 600 »
Transformatorernas » = 0,975 × 31 600 = 30 800 »

Kostnad:

Regleringsdamm	500 000:—
Kraftstation	3 300 000:—
Tunnel	600 000:—
Diverse	700 000:—
	Summa Kronor 5 100 000:—

eller pr elektrisk hästkraft 166 kronor.

Nedre anläggningen.

Fallförlust:

I turbinkamrarne	0,30 meter
» tunneln	0,60 »
	Summa 0,90 meter

Effektiv fallhöjd

$$16 - 0,9 = 15,1 \text{ meter}$$

Nyttig vattenmängd

$$250 - 8 = 242 \text{ m.}^3 \text{ i sek.}$$

$$\text{Naturkraft} = \frac{242\,000 \times 15,1}{75} = 48\,700 \text{ hk.}$$

Turbinernas effekt = 0,78 × 48 700 = 38 000 hk.
Generatorernas » = 0,93 × 38 000 = 35 300 »
Transformatorernas » = 0,975 × 35 300 = 34 400 »

Kostnad:

Kanaldamm	800 000:—
Kraftstation	3 200 000:—
Tunnel	250 000:—
Diverse	650 000:—
	Summa kronor 4 900 000:—

eller pr elektrisk hästkraft 145 kronor.

För att emellertid erhålla en jämförelse äfven med de alternativförslag, hvilka afse hela fallhöjdens tillgodogörande på östra elfstranden, har jag utarbetat ett nytt förslag i öfverensstämmelse med alt. XIII.

Alternativ XV. (Pl. 4.)

Uttagning af 250 kubikmeter vatten i sekunden på vestra elfstranden genom en tunnel från lugnvattenytan ofvanför fallen till en kraftstation ofvanför kanaldammen samt vidare genom en afloppstunnel till Flottbergsströmmen.

Fallförlust:

I tilloppstunneln	2,30 meter
» trycktuberna	0,35 »
» afloppstunneln	0,55 »
	Summa 3,20 meter

Effektiv fallhöjd

$$31 - 3,20 = 27,80 \text{ meter}$$

Nyttig vattenmängd

$$250 - 8 = 242 \text{ m.}^3 \text{ i sek.}$$

$$\text{Naturkraft} = \frac{242\,000 \times 27,8}{75} = 89\,800 \text{ hk.}$$

Turbinernas effekt = 0,78 × 89 800 = 70 000 hk.
Generatorernas » = 0,93 × 70 000 = 65 100 »
Transformatorernas » = 0,975 × 65 100 = 63 400 »

Kostnad:

Regleringsdamm	500 000:—
Vattenintag	250 000:—
Tilloppstunnel	1 700 000:—
Sidotunnlar och tuber	500 000:—
Kraftstation	4 650 000:—
Afloppstunnel	250 000:—
Diverse 15 %	1 150 000:—
	Summa kronor 9 000 000:—

eller pr elektrisk hästkraft 142 kronor.

Sammanfattning och slutsatser.

Ofvan beräknade vattenmängder, fallhöjder, effekter och kostnader äro i nedanstående tabell angifna för alt. IX—XIV på östra elfstranden samt V—XV på den vestra.

Beteckningar:

V = nyttig vattenmängd
H = effektiv fallhöjd
E = kraftstationens effekt
K = kostnad för hela anläggningen
k = kostnad för elektrisk hästkraft.

Alt.	V	H	E	K	k
V öfre	242	13,5	30 800	5 100 000	166
» nedre	242	15,1	34 400	4 900 000	143
IX	485	28,7	131 000	26 000 000	200
»	242	30,4	69 000	20 500 000	300
X	242	28,8	65 800	15 600 000	237
XI	242	30,0	68 300	11 500 000	169
XII	242	26,9	61 400	10 500 000	171
XIII	242	28,5	65 000	9 200 000	142
XIV öfre	242	13,4	30 600	5 500 000	180
» nedre	242	14,8	33 700	5 200 000	154
XV	242	27,8	63 400	8 800 000	142

Beträffande anläggningskostnaderna vill jag ännu en gång framhålla, att för exakta beräkningar erfordras fullständiga konstruktionsritningar. Därjämte är det absolut nödvändigt att genom diamantborrningar närmare undersöka bergets beskaffenhet, särskildt i närheten af tunnarnes ändpunkter.

Kostnadsfrågan i dess helhet kan naturligtvis ej afgöras förr, än uppgörelse blifvit träffad mellan kronan och endera strandägaren. Hvarje möjlighet att bedöma den ena eller andra strandens *ekonomiska* företråde är således tills vidare utesluten.

Mellan de olika förslagen till vattenkraftens uttagande å östra elfstranden kan redan nu göras en ekonomisk jämförelse. Alt. IX, X och XI, hvilka afse trafik- och kraftintressenas kombination, ställa sig dyrare än de öfriga, där »tvillingbarnen» skiljas åt. Anledningen härtill ligger i de betydande sprängningsarbeten, som måste verkställas för att strömhastigheten skall kunna hållas inom för navigationen tillåtliga gränser.* Till anläggningskostnaden kommer därjämte markinköpet, hvilket för dessa alternativ blir ojämförligt dyrare än för de öfriga.

Då frågan skall ses från teknisk synpunkt, vilja vi först undersöka huru kanaltrafikens intressen tillgodoses genom det ena eller andra förslaget. Det måste då anses vara ofördelaktigare, om elfvens hela vattenmassa genomströmmar trafikkanalen, än om denna mottager endast den vattenmängd, som erfordras för slussarnas fyllning. I alt. IX, X och XI blir ett fartyg, som på väg till trafikkanalen I passerat järnvägsbron, först påverkad af den ström, som uppstår i den utsprängda förbindelsen med vestra strömfåran, och sedan utsatt för risken att indragas i den gemensamma trafik- och kraftkanalen IV. I den sistnämnda har af ekonomiska skäl beräknats en hastighet af *en meter i sekunden*, hvilket enligt det föregående får betraktas såsom ett knappast tillåtligt gränsvärde. Vore hastigheten konstant, skulle den lättare kunna öfvervinnas, men i följd af såväl slussningens som kraftförbrukningens ojämn fördelning på dygnets olika timmar uppstå i vattenmassan plötsliga ryckningar, hvilka i hög grad försvåra navigationen. Dessa tre alternativ äro således ofördelaktigare än de följande. Enligt alt. XIV intages vattnet till den nedre kraftstationen direkt från Olidehålan, hvarvid strömmen korsar trafikens riktning, men i följd af elfvens uppdamning blir hastigheten så obetydlig, att navigationen ej torde i nämnvärd grad försvåras. Icke desto mindre ligger här en svag punkt, som gör detta alternativ mindre

* Om, hvilket torde vara mer än sannolikt, denna hastighet af Kongl. Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen befinnes vara alltför stor i konstgjord kanal, blifva naturligtvis de ofvan beräknade sprängningskostnaderna otillräckliga.

lämpligt än alt. V, där vattnet intages å den motsatta stranden och således på längre afstånd från trafikleden. Utloppen från samtliga kraftstationer äro anordnade på tillräckliga afstånd från slussmynningarna för beredande af trygga inlopp.

Kraftstationernas konstruktiva anordningar förete tre olika typer. I alt. IX, X och XII äro turbiner och generatorer förbundna medels horisontala axlar och anordnade inom en gemensam maskinsal, de förra inneslutna i kåpor af järnplåt, hvori vattnet inledes genom från fördelningsbassängen utgående trycktuber. I alt. XI, XIII (och XV) äro turbinerna med omgifvande plåtkåpor anordnade under maskinsalen och förbundna med generatorerna medels vertikala axlar, i alt. XIV (och V) rotera turbinerna i rymliga betonkammare, i hvilka vattnet inledes direkt från elfven. Den förstnämnda typen är den vackraste, den tredje den enklaste. Hvar och en har för öfrigt sina fördelar och olägenheter, för hvilka här ej kan närmare redogöras. Maskinsystemen äro valda med hänsyn till det i samtliga alternativ begränsade utrymmet; för hela fallhöjden användas 5 000 eller till och med 10 000 hästars enheter, för den delade fallhöjden 2 000—4 000 hästars enheter.

Där drifvattnet framledes genom särskilda kanaler och tunnlar, har maximihastigheten i regeln beräknats till 2,5 meter i sekunden. En så stor hastighet medför en ansevärd fallförlust, men på samma gång en relativt låg anläggningskostnad. Det är dock möjligt, att vid ett definitivt förslags utarbetande någon ändring häri visar sig önskvärd.

I alt. XII—XIV intages vattnet, med hänsyn till navigationen i trafikkanalen, från elfvens vestra strömfåra, d. v. s. från Malgöns motsatta strand. Redan då ingenjör Stridsberg erhöi rättighet att för sina nyanläggningar uttaga 3,6 kubikmeter vatten i sekunden, uppställdes under samma förutsättning, samma villkor, som således torde vara ännu mera oeftergifligt för en afledning af 250 kubikmeter.

Man kan då med skäl fråga: Hvarför leda hela denna vattenmassa först tvärs genom Malgön och sedan under östra strömfåran, då man på den andra stranden har den fasta bergväggen? Vore det icke naturligare att tillgodogöra *vestra strömfårans* vatten på den *vestra* stranden? Vi komma då in på en *teknisk* jämförelse mellan de båda strändernas lämplighet för kraftuttagningen.

Det torde då vara ovedersägligt, att ju längre från segelleden kraftstationernas in- och utlopp kunna förläggas, desto bättre tillgodoses kanaltrafikens intressen, samt att från denna synpunkt vestra stranden bör föredragas framför den östra.

I det föregående har emellertid påpekats, att berggrunden är af sämre beskaffenhet på vestra stranden än på den östra.* Med afseende härpå har det i alt. XV (och III) befunnits nödvändigt att vid vattnets fördelning från tillloppstunneln till kraftstationen använda häfvertformiga trycktuber, anordnade i sidotunnlar öfver vattenytan, hvarigenom hvarje risk för läckning genom sidoutloppen undanröjdes, och i kostnadsförslaget har inberäknats en ganska ansevärd utgiftspost för extra murnings- och tätningensarbeten. Men genom dessa extra arbeten — hvilka icke blifva dyrare än anordningarna för vattnets ledande

* Professor De Geer har dock vid Trollhättefrågans behandling i riksdagens andra kammare uttalat såsom sin åsikt, att någon afsevärd olikhet icke bör antagas föreligga.

under östra strömfåran — är också den af bergets sämre beskaffenhet framkallade olägenheten bragt ur världen.

Detta resonemang gäller för de alternativ, i hvilka vattnet ledes genom *tilloppstunnlar*, anordnade öfver elfvens vattenyta. Där återigen vattnet ledes genom *afloppstunnlar*, utsprängda under elfvens yta, blir bergets beskaffenhet af vida mindre betydelse. Dels har man all anledning att antaga, att berget är bättre under vattenytan, dit luften aldrig fått tillträde, och dels inskränker sig olägenheten af en otäthet därtill, att vatten läcker in i tunneln från elfven. Sådana tunnlar byggas lättare och billigare på den vestra stranden, där de erhålla mindre längd och kunna förläggas helt och hållet i bergsmassivet, än på den

östra, där de delvis måste framdragas under utsprängda kanaler och slussar.

* * *

Genom den ofvan lämnade utredningen torde vara ådagalagdt:

- 1) att Trollhättans vattenkraft bör tillgodogöras medels särskilda kanaler eller tunnlar och icke genom kombination med nuvarande eller blifvande trafikkanaler, samt
- 2) att den östra stranden därtill är fullt användbar, ehuru i tekniskt afseende mindre lämplig än den vestra.

Stockholm den 30 Dec. 1902.



Underdånigst

J. GUST. RICHERT.



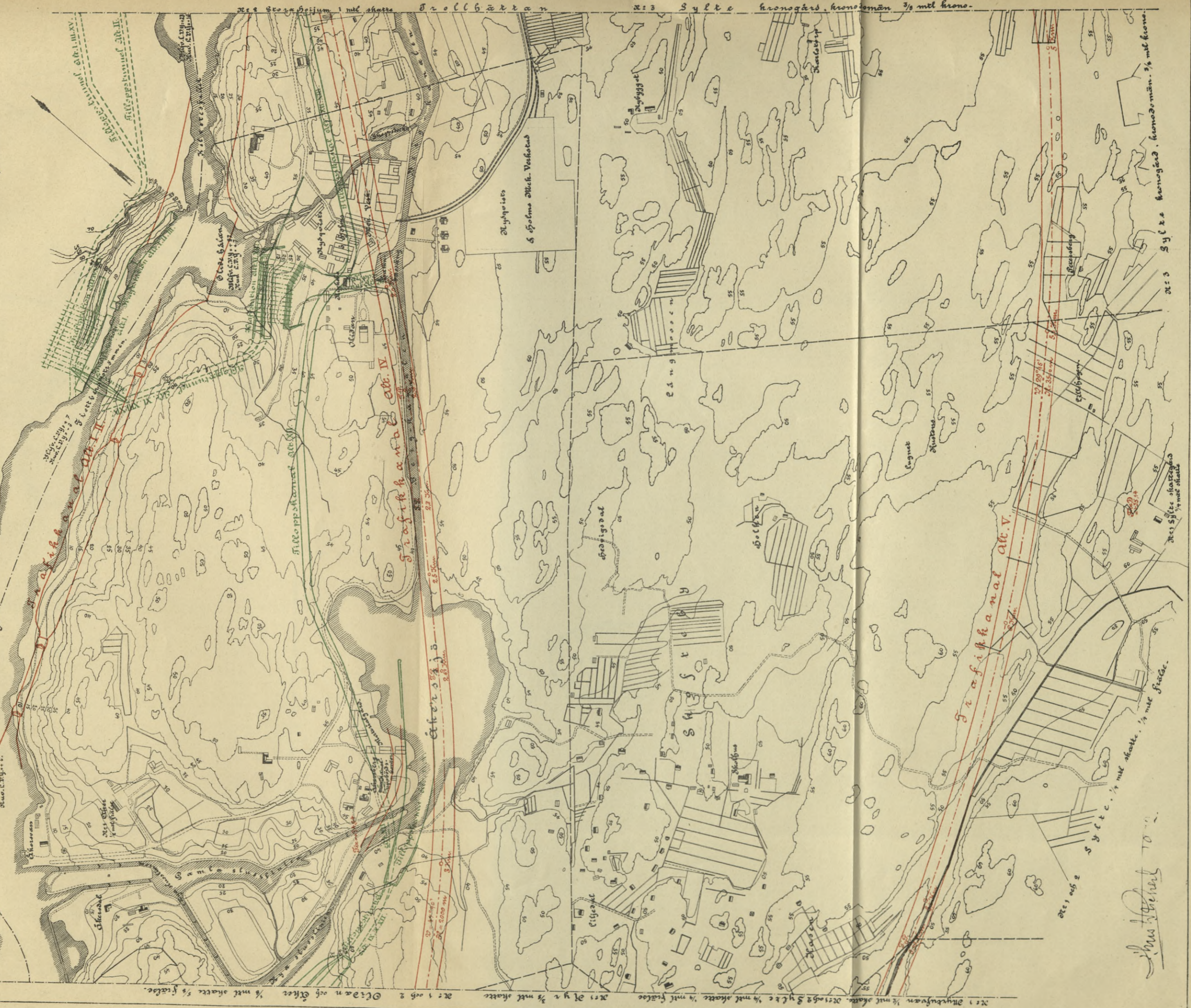
Förslag till trafikkanaler och vattenkraftanläggningar vid Trollhättan & östra älftoranden.



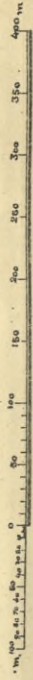
Föreläggning till trafikkanaler och vattenkraftsanläggningar vid Trollskälet och östra älfstranden.



Streckningen.
 1:10000
 1:20000



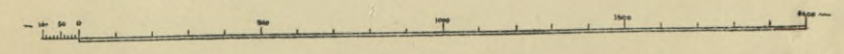
Förslag till trafikkanaler och vattenkraftsläggningar vid Trollhättan & östra älsjöstranden.



1000



1:20000.



S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

33907

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000303974