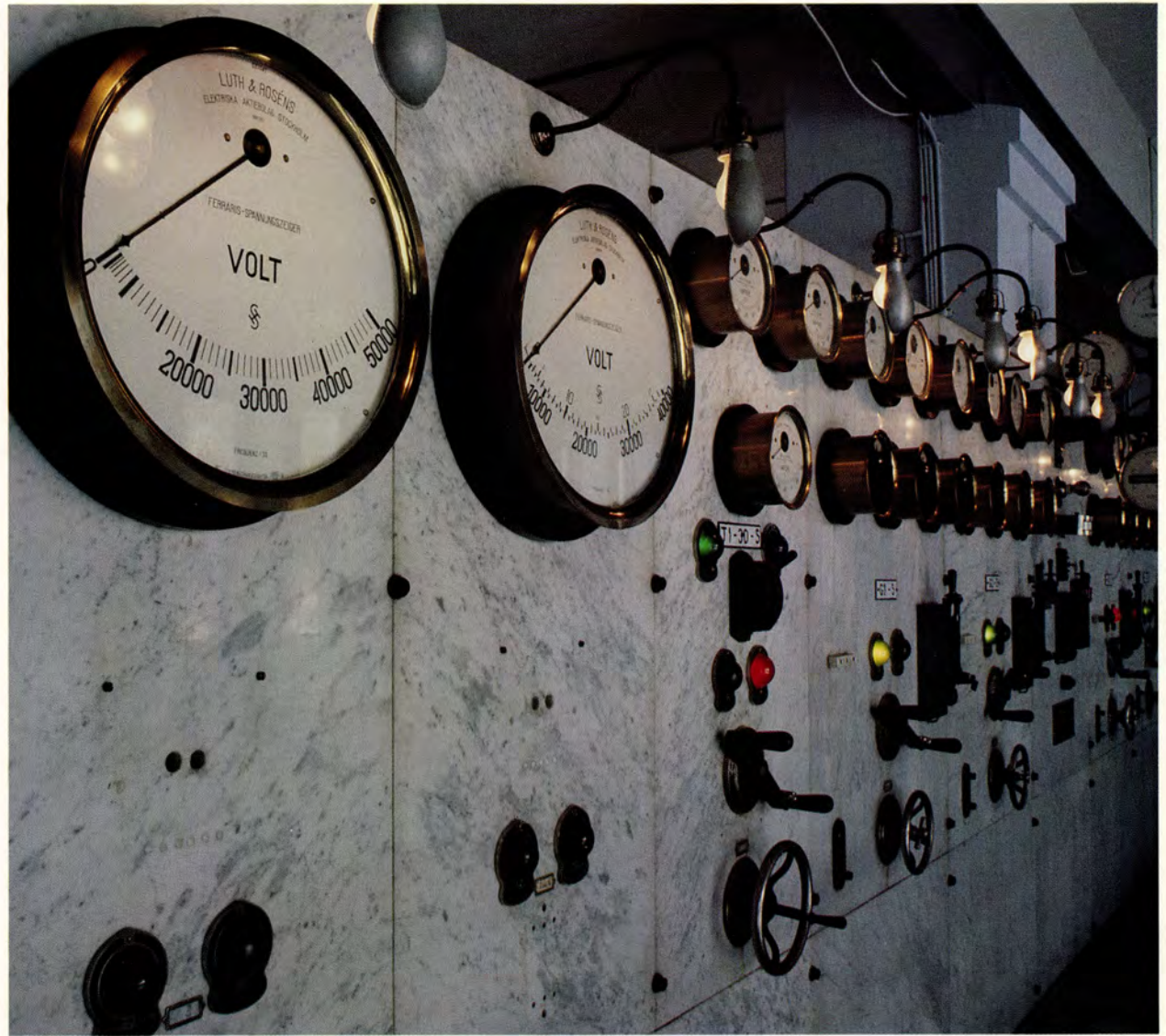


# västerbotten ●



*Elkraft & kraftverk*

**3·92**

## I detta nummer



Utgivningen av detta elkraftshistoriska nummer sker med anledning av att det i år är hundra år sedan Umeå fick sin första kraftstation och därmed elektrisk belysning i staden. Skriften inleds med en allmän historisk översikt som ger en industrihistorisk bakgrund till vad som drev på utbyggnaden av de västerbottniska älvarna. Elkraftutvecklingen skildras sedan genom presentationer av nio kraftverk, vart och ett representativt för ett visst utvecklingsstadium när det gäller de större vattenkraftverken i Västerbotten.

Författare är Lasse Brunnström, arkitekturhistoriker och docent vid Umeå universitet samt ingenjör Bengt Spade, teknikhistoriker och kraftverksspecialist. Vid sidan av det projekt Brunnström och Spade bedriver på uppdrag av Riksantikvarieämbetet (se presentationen i förordet), arbetar de också med ett större bokverk om svenska vattenkraftverk.

Detta specialnummer av **västerbotten** har tillkommit genom ett samarbete mellan Västerbottens museum som svarat för produktionen, Umeå Energi AB och Vattenfall Mellersta Norrland Energi AB som arvoderat författarna samt Skellefteå Kraft som tillskjutit medel för färgbilder.



## västerbotten ●

Redigeras av tjänstemännen vid Västerbottens museum i samarbete med tjänstemännen vid Skellefteå museum.

Ansvarig utgivare: Anders Huggert.

Redaktör och grafisk formgivare: Bo Sundin.

Prenumeration och distribution: Hjördis Boman och Gun-Amy Zakrisson.

Redaktionens adress: Tidskriften Västerbotten, Västerbottens museum, Gammlia, 903 42 Umeå. Telefon 090/11 86 35.

Rekvisioner och prenumeration: Västerbottens läns hembygdsförbund, postgiro 6 26 22 - 6.

Offsettryck: UTAB, Umeå 1992. ISSN 0346-4938.

## Elkraft & kraftverk

---

Lasse Brunnström och Bengt Spade

<i>Förord</i>	2	Lättöverskådligt kraftverksmuseum	51
<i>Västerbotten elektrifieras</i>	4	<i>Norrfors kraftverk</i>	52
<i>Umeå stads ångkraftverk</i>	14	Långaxelstation à la Niagara	52
Medeltida borgkarakter	15	En kraftstation i nordisk klassicism	60
Av Bolinders fabrikan	17	Byggnadsarbetet	63
Bländande vitt	18	<i>Krångfors kraftverk</i>	65
<i>Bruksforsens kraftverk</i>	19	Elegant utformade vattenvägar	65
<i>Klabböle kraftverk</i>	23	Modernistiskt genombrott inom arkitekturen	69
Qvist & Gjers konstruerade	25	Senare tillbyggnader	72
Moderna ASEA-generatorer	28	<i>Bjurfors övre kraftverk</i>	73
Överföringen till staden	30	Typiskt svenskt lågfallhöjdsverk	74
Med bönhuset som förebild	30	Förspänd betong	76
Det nya verket	33	Elegant visningsstation	78
Arkitekten Axel R. Bergman	33	<i>Stornorrfors kraftverk</i>	80
Monumentalt romerska drag	35	Kraftverkets tekniska utformning	84
Byggnadsarbetet	37	Världens största generator	87
Kraftverkets senare öden	38	Konstverk i underjorden	88
<i>Finnfors kraftverk</i>	39	Senare utbyggnad	91
Uppbyggnaden	41	<i>Stormyrforsens kraftverk</i>	92
Amerikainspirerat verk	41	Minikraftverken	92
Maskinerna	43	Prototyp med dålig hållbarhet	92
Utformningen av en kraftstation	46	Den tekniska utformningen	94
Storavanregleringen	49		
1934–35 års utbyggnad	50	<i>Mer att läsa</i>	95

# Förord

Det är i år hundra år sedan det första elektricitetsverket i Västerbotten togs i drift. Det var ångdrivet och det låg nere vid älven intill Rådhusparken i Umeå. Den särpräglade lilla tegelbyggnaden finns fortfarande kvar som ett viktigt minnesmärke över en omvälvande, men ganska anonym brytningstid i svensk historia. För att kunna förklara och tydliggöra de språng samhällsutvecklingen plötsligt tycks ta, exempelvis i ett sådant här fall när en stad börjar bygga upp sitt elektriska ledningsnät, fordras kompetens både på det humanistiska och det tekniska planet och detta har inte underlättat forskningen.

Att stadens stolthet, det nya ångkraftverket, låg nere vid hamnen var naturligt. Det behövdes förstas vatten för driften, men vi ska minnas att stadens ansikte var vänt mot vattnet. Det var vid och kring vattnet allt hände; här fanns kommunikationsmöjligheterna, älven var ju vägen ut mot omvärlden, här skedde omlastningen av varor, här fanns fartygen och med fartygen kom ofta tekniken. Att för belysningsändamål låta en ångmaskin driva en generator hade t.ex. tidigare tillämpats på ångbåtarna. I älven fanns också kraften, utnyttjad i sekler genom vattenhjul och mekanik. Att använda vattenkraften för att alstra elektricitet var däremot något oprövat, tillämpat i Sverige första gången 1882, här i Umeå genom Klabböle kraftverk som startade 1899, sju år efter att ångkraftverket tagits i drift.

Dessa två kraftverk är milstolparna som bildar upptakten till Västerbottens omfattande kraftverksindustri. De norrländska kraftverksbyggena utvecklades senare till att bli bland de största och mest komplicerade anläggningsarbeten som överhuvudtaget har genomförts i Sverige.

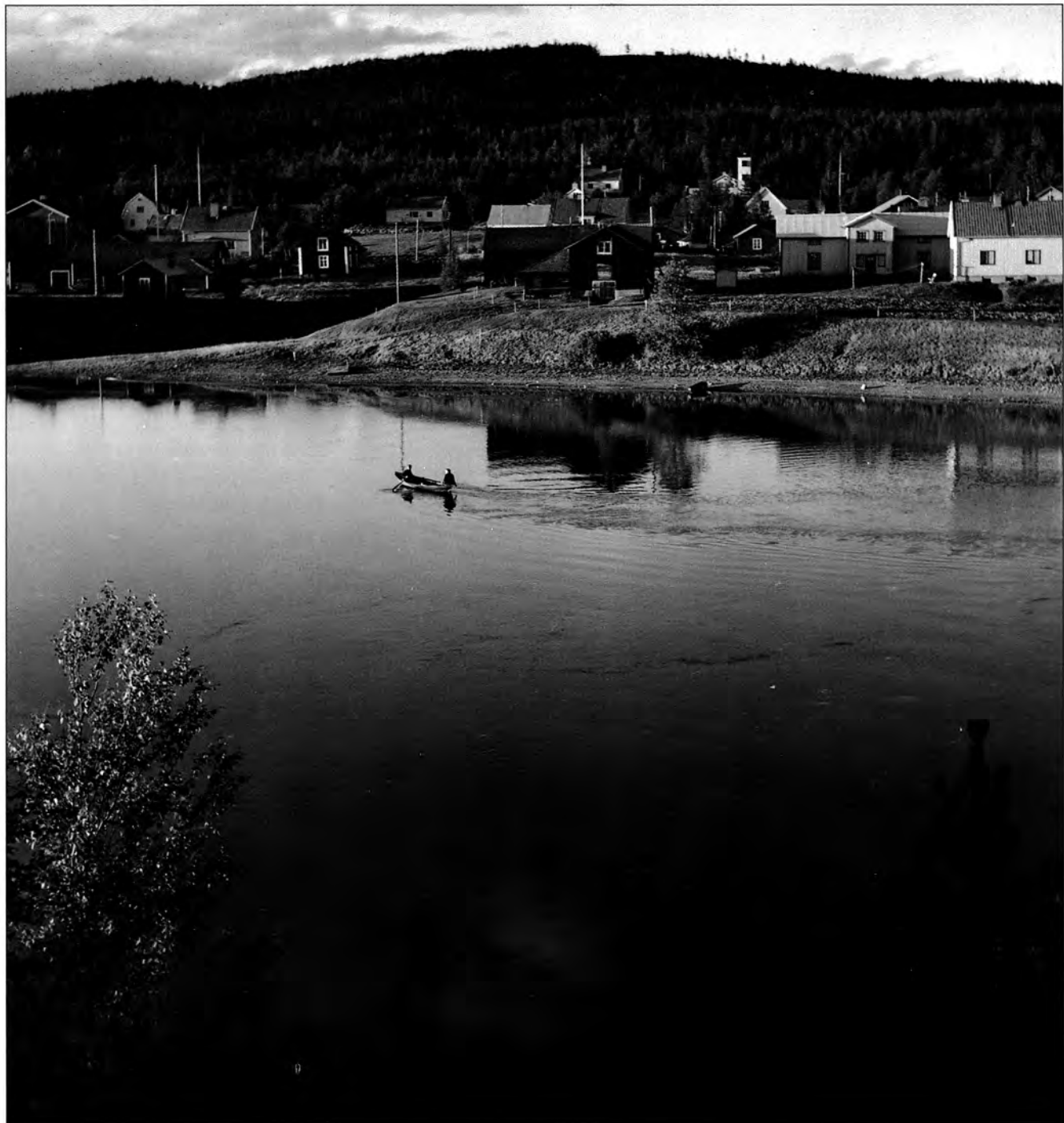
Forskningen om svenska kraftverk och i synnerhet de norrländska är mycket eftersatt. Inför pro-

duktionen av denna jubileumsskrift har vi engagerat Lasse Brunnström, arkitekturhistoriker och docent vid Umeå universitet, samt Bengt Spade, ingenjör och teknikhistoriker med kraftverk som specialitet. De bedriver på uppdrag av Riksantikvarieämbetet i Stockholm en landsomfattande inventering av svenska kraftverk bl.a. med syfte att bevara de kulturhistoriskt mest värdefulla anläggningarna och fördjupa kunskapen om vattenkraftverken.

Framställningen är här teknik- och arkitekturhistoriskt inriktad och det är de större anläggningarna som behandlas. Alla små bykraftverk har vi tvingats lämna åt sidan. Kraftverken kan naturligtvis skildras ur många andra aspekter. T.ex. väcker de unika arbetsbilder som finns med från bygget av kraftstationen i Norrfors i början av 1920-talet frågor om hur uppbyggnadsarbetena egentligen gick till och hur det var möjligt att överhuvudtaget genomföra dessa mastodontprojekt. Det finns också mängder av opublicerat och obearbetat material att studera, däribland tusentals fotografier som togs före, under och efter utbyggnaderna. Många etnologiska och arkeologiska undersökningar genomfördes i de projekterade kraftverkens närmiljöer under 1950-talet. Undersökningarna utfördes i Riksantikvarieämbetets regi innan kraftverksbyggena påbörjades. Rapporterna är idag viktiga kulturhistoriska dokument, men också idylliska skildringar från ett samhälle som man då inte trodde kunde försvinna. Idag tror man knappt att det har funnits.

*Bo Sundin*

*Bebyggelse i Granön norr om östra brofästet. Från Riksantikvarieämbetets dokumentation inför bygget av Bjurfors övre kraftverk i Umeälven. Foto i juli 1959.*



# Elkraft & kraftverk 1892–1992

Lasse Brunnström och Bengt Spade

---

## Västerbotten elektrifieras

För precis hundra år sedan gjorde det elektriska ljuset sin entré i Västerbotten. Den 18 november 1892 kunde nämligen elektriska lampor tändas i residensstaden Umeå för första gången. Händelsen symboliserar inledningen till en märklig epok i människans konstruktiva iver. En ny tjänare hade stigit fram, den alltid villiga men samtidigt tysta och hemlighetsfulla elektriciteten.

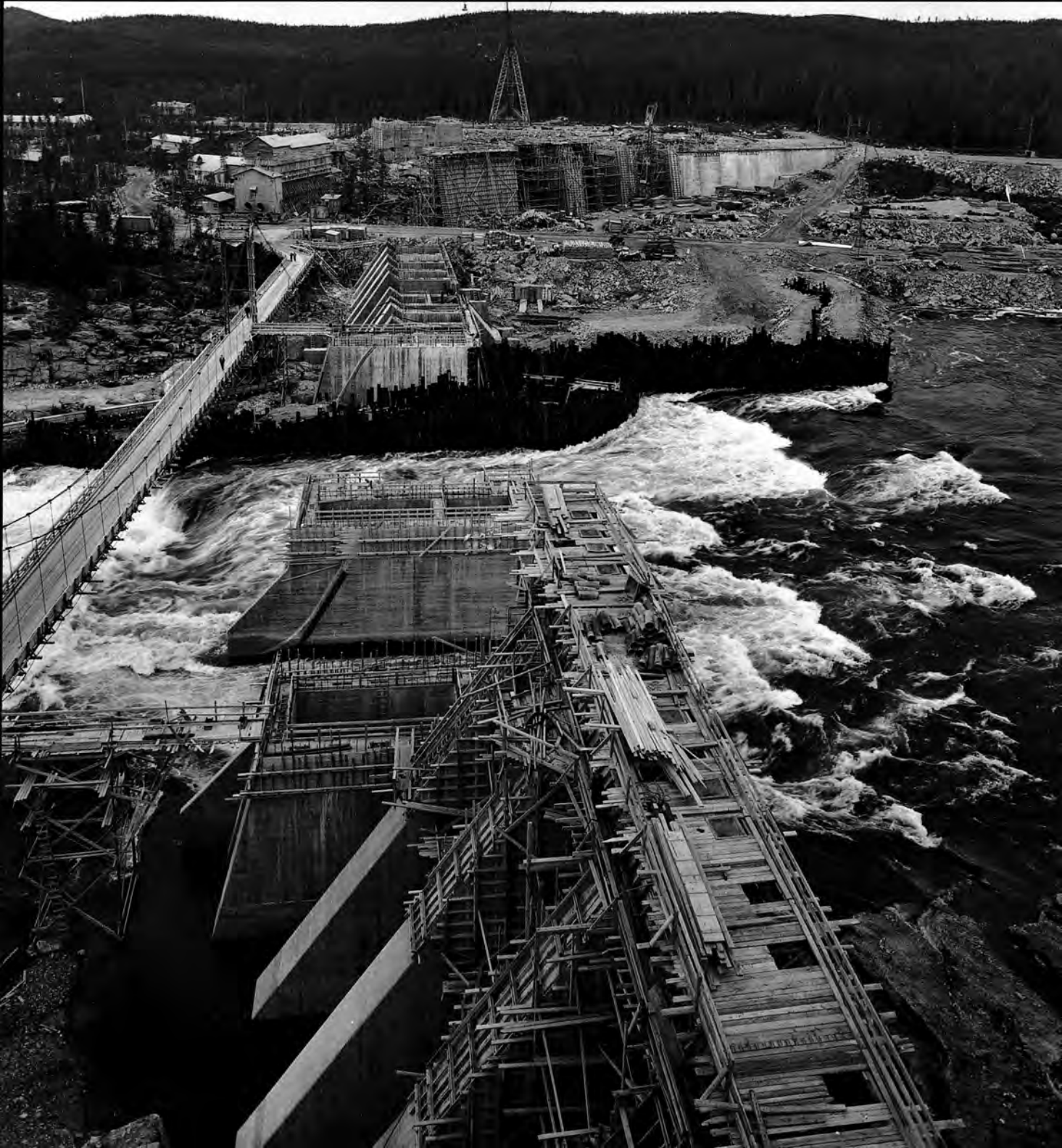
Den nye tjänaren lät sig dock inte omgående helt inordnas i människans liv. Uppfinnare och ingenjörer fick därför strida med honom under hela förra seklet. Revolutionerande rön inom elektricitets domäner blev därför nästan en vardagsföreteelse, särskilt under seklets sista decennium. Den elektriske tjänaren kunde således till att börja med endast sprida ljus över gator och torg, på arbetsplatser och i hemmen. Strax före sekelskiftet hade han emellertid disciplinerats så mycket att han också kunde uträtta arbete, transportera, överföra röster och utvinna eller skapa begärliga ämnen. Från att ha varit till

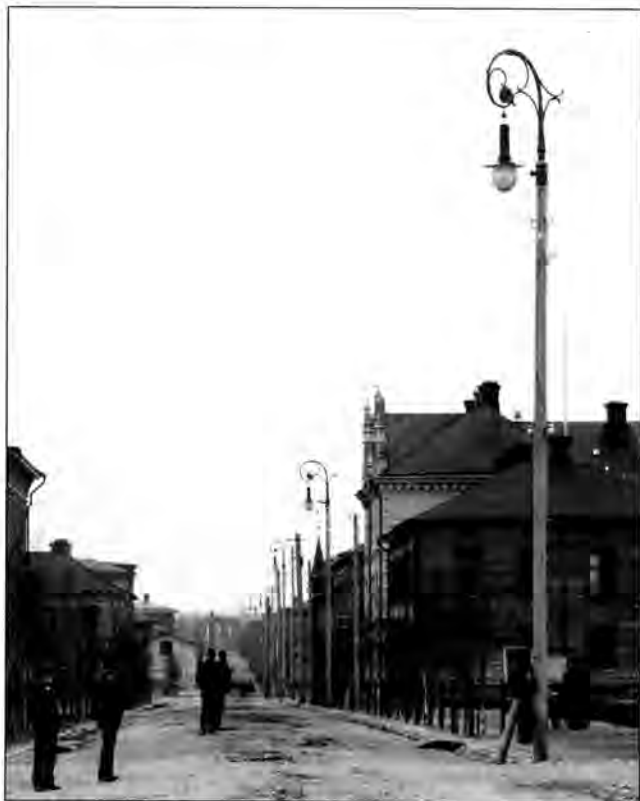
glädje för några få år 1892, blev han så populär efter blott några årtionden att han fick betjäna de flesta av Västerbottensborna.

De första försiktiga elektriska stegen i länet togs alltså av Umeborna 1892. Initiativet följdes redan året därpå av Robertsfors bruk som lät installera elektrisk belysning på sina arbetsplatser. Pionjärerna Umeå och Robertsfors vilade emellertid inte länge på lagrarna. I Umeå hade efterfrågan på belysningsström blivit större än vad man vågat tro. 1898 togs det då djärva steget att betvinga den mäktiga Ume älv med en kraftanläggning vid Klabböle, en fem gånger så stor investering som det gamla ångkraftverket i Umeå. Året därpå togs kraftverket i drift och en sju kilometer lång ledning förde verkets högspända växelström in till staden; något som medförde att elektrisk belysning infördes "snart sagt öfver allt i staden" som landshövdingen uttryckte det i sin femårsberättelse.

I Robertsfors tog den orädda bruksledningen ett ännu djärvare initiativ. Här nöjde man sig inte bara med att använda elektriciteten för att få ljus på

*Bygget av Bålforsens kraftverk får stå som ett representativt exempel för allt vad 1900-talets kraftverksbyggande innebar av teknisk utveckling, problem, storlagenhet och svårartade ingrepp i naturen. Foto: Bertil Ekholtz 14 juli 1956.*





*Korsningen Västra Kyrkogatan / Kungsgatan mot väster i Umeå. Norra trottoaren kantas av belysningsstolpar för båggluslampor som sattes upp 1892. Foto: Jonas Nordstrand ca 1895, Västerbottens museum.*

arbetsplatserna. Inspirerade av de senaste rönen inom elektrotekniken lät man vid sekelskiftet t.o.m. elektrifiera bruksdriften. Kraften i Rickleåns forsar kunde nu användas för att driva nya energikrävande industriprocesser eller för att befria bruksarbetarna från de tyngsta sysslorna. Samtidigt elektrifierades den smalspåriga bruksjärnvägen som byggdes i slutet av 1870-talet ner till hamnen i Sikeå och år 1900 rullade här det första elektriska tåget i Norrland.

Ytterligare ett betydelsefullt initiativ togs 1904 i Robertsfors då man började driften vid Västerbottens första trämassfabrik, en sulfitfabrik. Händel-

sen kom att bli inledningen till att ett antal energikrävande större industrier byggdes i länet för tillverkning av pappersmassa.

En mycket speciell yttring av konsumtionssamhällets framväxt var att behovet av tidningspapper ökade kraftigt. Dagstidningarna som normalt endast är aktuella en eller ett par dagar hade länge ansetts vara för förgängliga för att tryckas på det dyra men beständiga papper som tillverkades av cellulosamassa (kemiskt framställd massa). Man hade istället nöjt sig med den billigare och enklare "trähaltiga" mekaniska slipmassan. På flera håll i landet insåg man att den rikliga tillgången på skog och vattenkraft möjliggjorde tillverkning av slipmassa till låg kostnad. Massasliperier hade därför byggts i rask takt vid vattendrag i södra och mellersta Sverige med det första på Önan i Trollhättan 1857.

Vid den starka efterfrågeökning på slipmassa som uppkom efter sekelskiftet orkade de syd- och mellansvenska sliperierna inte längre själva tillgodose marknaden. Mycket stora exportsliperier började därför uppföras i Norrland och särskilt i Övre Norrlands kustland. Åren 1900–1910 blev också slipmassaindustrins starkaste utvecklingsperiod med en fördubbling av produktionskapaciteten från 300.000 till 600.000 årston.

I Norrland fanns vad man då trodde var nästintill outtömliga resurser av skog och vattenkraft. Under intryck av de gynnsamma förutsättningarna togs 1908–1911 tre stora massasliperier i drift i Västerbotten, alla uppförda på initiativ av den i Umeå verksamme Egil Unander-Scharin. De tre sliperierna Ytterstfors (Byske), Umeå och Klemensnäs hade en sammanlagd produktionskapacitet av inte mindre än 75.000 årston.

En av de viktigaste förutsättningarna för sliperiernas existens var att mycket stora mängder billig kraft kunde erhållas. Byskesliperiet var det enda av de tre som hade ett eget vattenfall men det gav inte tillräcklig kraft för den planerade produktionen. Unander-Scharin lät därför andra intressenter stå för de stora investeringar som vattenkraftutbyggnaderna krävde och köpte istället kraften från dessa på



långtidskontrakt. För Klemensnäs och Byske lyckades han få Skellefteå stad att bygga ett stort kraftverk vid Finnfors i Skellefteälven. Därifrån drogs också en linje till den nyanlagda sulfitfabriken i Örviken vars ägare Bure AB därmed slapp bygga ett redan projekterat kraftverk på över 1.000 hk i Bureälven. I Umeå där man inte ville vara sämre än i grannstaden erbjöd man sig att göra en kompletterande utbyggnad i Klabböle för ett planerat sliperi i staden.

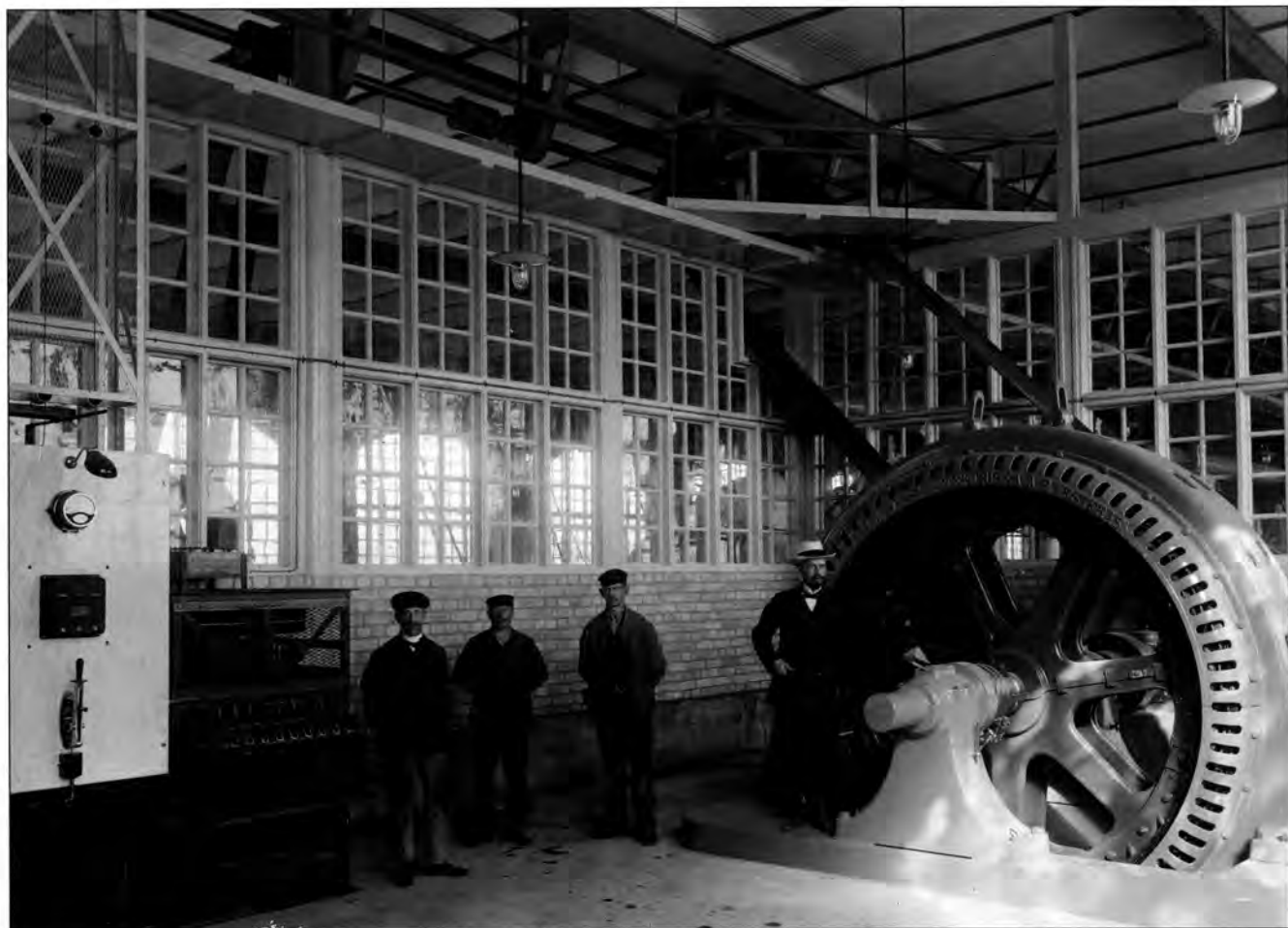
Någon elektrokemisk eller elektrometallurgisk industri i stil med de väldiga satsningar som exem-

pelvis gjordes under 1910-talet i Porjus har aldrig funnits i Västerbotten. Däremot hade Kraftaktiebolaget Gullspång-Munkfors i samarbete med Svenska Aktiebolaget Gasaccumulator vid denna tid planer på att förvärva vattenkraften vid Norrfors i Umeälven. Båda bolagen var nämligen i behov av en billig vattenkraftsreserv för att i en framtid kunna flytta hit sin tillverkning av kiseljärn respektive karbid.

Det kommunala samarbete som kom till stånd med storindustrin för att tillgodose dennas kraftbehov var en nyhet för landet som naturligtvis inte genomfördes utan stor försiktighet och osäkerhet

*Scharinska träsliperiet i Umeå omkring 1920. Foto: Tor Ekholtz.*





*Interiör från Scharinska träsliperiet i Umeå med en av de två ASEA-tillverkade huvudmotorerna på 1.250 hk. Den avbildade motorn inrymdes i sliperiets västra del och drev ursprungligen tre av de sex slipverken vilka stod i samma linje som motoraxeln. Remtransmissioner och axelledning var avsedd för drift av sliperiets hjälpmaskiner. I bildens vänstra del syns den stora motorns kontrollutrustning och apparaten med alla spakarna är startpådraget. Bilden är tagen ca 1910. Foto: Amedé i Västerbottens museums arkiv.*

från de bägge städernas fäder. På sikt visade sig dock lösningarna bli en god affär för städerna och i all synnerhet för Skellefteå där man senare fortsatte en ytterligare utbyggnad i Skellefte älv. De båda städernas medverkan medförde också att de s.a.s. på köpet kunde erbjuda sina invånare billig elkraft. En omfattande elektrifiering med växelström genomför-

des tidigt i städerna för bland annat "elektrisk kokning" och eluppvärmning.

På den västerbottniska landsbygden var förhållandena i seklets början ungefär som i övriga Sverige. Man levde fortfarande i stor utsträckning kvar i ett självhushåll där kraftbehovet täcktes av människors och djurs kroppsarbete. Före elektrifie-

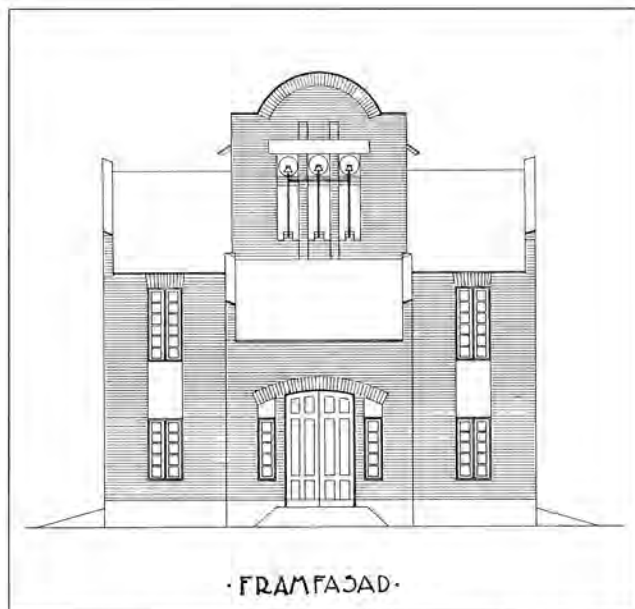
ringen fanns överallt små vattendrivna kraftanläggningar: sågar, kvarnar, benstampar m.m. Många finns fortfarande kvar och körs i nostalgisk glädje under hembygdsdagar (Torvsjö kvarnar är vår mest spektakulära exempel på en sådan anläggning).

Till belysning i hemmen användes fotogenlampor i slutet av 1800-talet. Fotogenlamporna hade blivit särskilt populära eftersom de gav ett gott ljusutbyte och osade mindre än de oljelampor som tidigare dominerade. Fotogenbelysningen var emellertid beroende av bränsle som måste importeras från Amerika eller Ryssland.

En följd av landets begynnande industrialisering hade blivit att levnadsstandarden ökade i framförallt tätorterna. Landsbygdens folk ville naturligtvis att standardhöjningen även skulle komma dem till godo och då bland annat genom en bygdeelektrifiering. Efter påtryckningar i riksdagen beslöt statsmakterna 1915 att tillsätta en särskilt kommitté för att utreda frågan. Denna kom till stånd 1917 i form av Kungliga Elektrifieringskommittén. Kommittén blev färdig med sitt arbete först sex år senare. Man hade då kartlagt landets behov länsvis och föreslog tämligen detaljerat hur en elektrifiering av landsbygden skulle ske. Kommittén rekommenderade även några generella åtgärder för att stimulera elektrifieringen.

Under elektrifieringskommitténs arbete utvecklade sig dock förhållandena på ett oväntat sätt. Första världskriget bröt ut och fred hann dessutom slutas innan kommittén hade funderat färdigt. Paradoxalt nog kom kriget med alla sina fasor och lidanden att tvinga fram en snabb svensk bygdeelektrifiering utan att statsmakterna behövde engagera sig något nämnvärt. Den begärliga fotogenen och de nödvändiga smörjoljorna tog nämligen slut eftersom krigshandlingarna starkt försvårade landets import över havet.

I samma takt som mörkret sänkte sig över de svenska landsbygdshemmen började man ta saken i egna händer. Med hjälp av inhemsk materiel infördes istället elektrisk belysning. Överallt i vårt avlånga land växte små kraftverk och distributionsnät upp som svampar ur jorden. Under krisåren 1914 –



Fasadritning av arkitekten Axel R. Bergman till Finnforsverkets transformatorstation (sekundärstation) för Örvikens sulfittfabrik.

1919 byggdes enbart i Västerbotten 127 vattenkraftverk! Effekterna i dessa varierade mellan 0,2 och 400 kW och 60 av verken utfördes för likström, ett för enfas växelström och de övriga för trefas växelström. På den västerbottniska landsbygden etablerades under samma period 149 enskilda distributörer, elföreningar och kraftbolag. Det har uppskattats att drygt hälften av länets landsbygdsbefolkning hade fått elektrisk belysning när kriget var slut. På många håll hade dessutom elektrisk drift införts för tröskning och vedsågning.

En viktig pådrivande och påtryckande kraft i detta sammanhang var Västerbottens läns elektriska förening som bildades 1917. Föreningens ändamål var att förmedla förmånliga inköp av elektrisk materiel och att hjälpa medlemmarna med lån och att utarbeta förslag till nyanläggningar. Man lät också trycka upp normalstadgar som hjälp för bildandet av ekonomiska föreningar. 1920 var 86 landsbygdsföretag och ett mindre antal enskilda per-

soner anslutna till föreningen vars fast anställda "elektriske ingenjör" huvudsakligen fick ägna sig åt allehanda rådgivningsverksamhet. Efter det att den värsta belysningshungern stillats fick han även tid till rådgivning och besiktning ute i fält, ofta tillsammans med statsinspektören vid Statens elektriska inspektion. Tillsammans utförde de ett viktigt arbete för att förbättra tillståndet för småkraftverken och distributionsanläggningarna inom det vidsträckta länet.

Många av kristidsanläggningarna hade nämligen ett ytterst provisoriskt utförande, särskilt de som var avsedda för likström. De levde därför inte kvar många år efter fredsslutet utan köptes in och rustades upp eller lades ner av större och livskraftigare elföreningar och bolag. Många hade dessutom brunnit ner på grund av alltför bristfälliga installationer. Landsbygdens folk hade emellertid uppskattat de många fördelar elkraften förde med sig. Bygdeelektrifieringen fullföljdes därför i Västerbotten

*Äglunds kraftstation i Rickleån var en av de kortlivade kristidsstationer som byggdes upp under 1910- och 20-talen. Äglund togs i drift 1920 och brann redan den 30 april 1926, troligen till följd av kortslutning i en transformator. Maskinisten, som står bredvid regulatorn, heter Robert Lindgren. Foto: Elof Olofsson, Västerbottens museums arkiv.*



under de följande decennierna, om än i ett lugnare tempo.

Åren närmast efter första världskriget inträdde en stagnation i hela näringslivet, något som även påverkade elektrifieringsarbetet och elkonsumention. Vid mitten av 1920-talet vände åter konjunkturen och i Västerbotten avspeglades detta bl.a. i etableringen av ytterligare energislukande storindustrier. I Umeå önskade AB Scharins söner bygga ett nytt mycket stort sliperi för 75.000 årston och i Skellefteområdet planerades ett sliperi i Bureå för 35.000 ton samt omfattande utvidgningar av de äldre sliperierna. Vidare hade Skellefteå Gruv AB, som bildats 1925, för avsikt att utvinna metaller ur malmer som skulle brytas i Boliden. Både gruvdrift och smältverk behövde stora mängder energi.

De planerade industriernas kraftbehov kunde emellertid inte tillgodoses med de befintliga kraftverken. Visserligen fanns ett betydande kraftöverkott uppe i Porjus men än så länge saknades en sammanbindande kraftledning ner till Skellefte- och Umeområdena. En utbyggnad av ytterligare vattenkraft blev därför nödvändig i Västerbotten och valet föll på de lämpligt avgränsade forssträckorna i Norrfors i Umeälven respektive Krångfors i Skellefteälven. Norrfors kraftverk togs i bruk 1927 och Krångfors året därpå. Som ägare till Norrfors uppträdde nu också staten för första gången som kraftleverantör i Västerbotten.

Från Krångfors fann all kraft avsättning inom Skellefteområdet medan Norrfors till att börja med hade överkapacitet trots det utökade effektbehovet i Umeområdet. Överföringslinjer byggdes därför från Norrfors upp till Robertsfors där bruket behövde ett tillskott samt ner till Ådalen där en omfattande trämassaindusti behövde mer kraft. Den södra Norrforslinjen nådde redan 1932 ända ner till Sillre vid Indalsälven där Vattenfall uppfört landets första pumpkraftverk.

*Dalasjö kraftverk utanför Vilhelmina togs i drift år 1923 och är fortfarande i drift. Den nedre bilden visar den brant lutande tillloppstuben för drivvattnet. Foto i Västerbottens museums arkiv.*



Vattenfalls önskan att låta överskottet i Norrbotten få avsättning utmed norrlandskusten förverkligades 1938 då Porjus i Stora Lule älv förbands med Norrfors i Ume älv och Stadsforsen/Sillre i Indalsälven. Samma år togs även en linje mellan Stadsforsen och Västerås i drift och detta innebar att kraft från Vattenfalls verk i Övre Norrland för första gången kunde överföras och användas för distribution i mellersta Sverige.

Under 1930-talet hade elkraft således börjat överföras till södra Sverige där en tilltagande kraftbrist uppkommit inte bara hos Vattenfall utan framförallt hos Sydkraft. Den nya situationen innebar att den norrländska vattenkraftens primära uppgift, att täcka landsdelens eget behov, nu inte längre ansågs lika självklar. Sedan nya möjligheter till långväga överföring av mycket stora kraftmängder utvecklats under senare delen av 1940-talet, stod dörren öppen för ett obegränsat kraftutbyte mellan de olika landsdelarna, något som även Västerbotten fick känna av. En utbyggnad av så gott som hela kraftpotentialen i länets båda huvudälvar och en överföring av kraften söderut skedde sålunda under perioden 1950–1980.

## Effektenheter

*Ursprungligen angavs både turbiners och generatorers effekter med enheten hästkrafter (hk). Ungefär 1910 införde ASEA enheten kilowatt (kW) för sina generatorer. Enheten är korrekt för likströmsmaskiner men oftast missvisande för växelströmgeneratorer eftersom växelströmsnäten normalt åstadkommer en s.k. fasförskjutning. Effektenheten kilovoltampère (kVA) infördes därför omkring 1920 för växelströmgeneratorer. Turbintillverkarna började uppge sina turbiners effekt i kilowatt ungefär 1950.*

## Höger och vänster

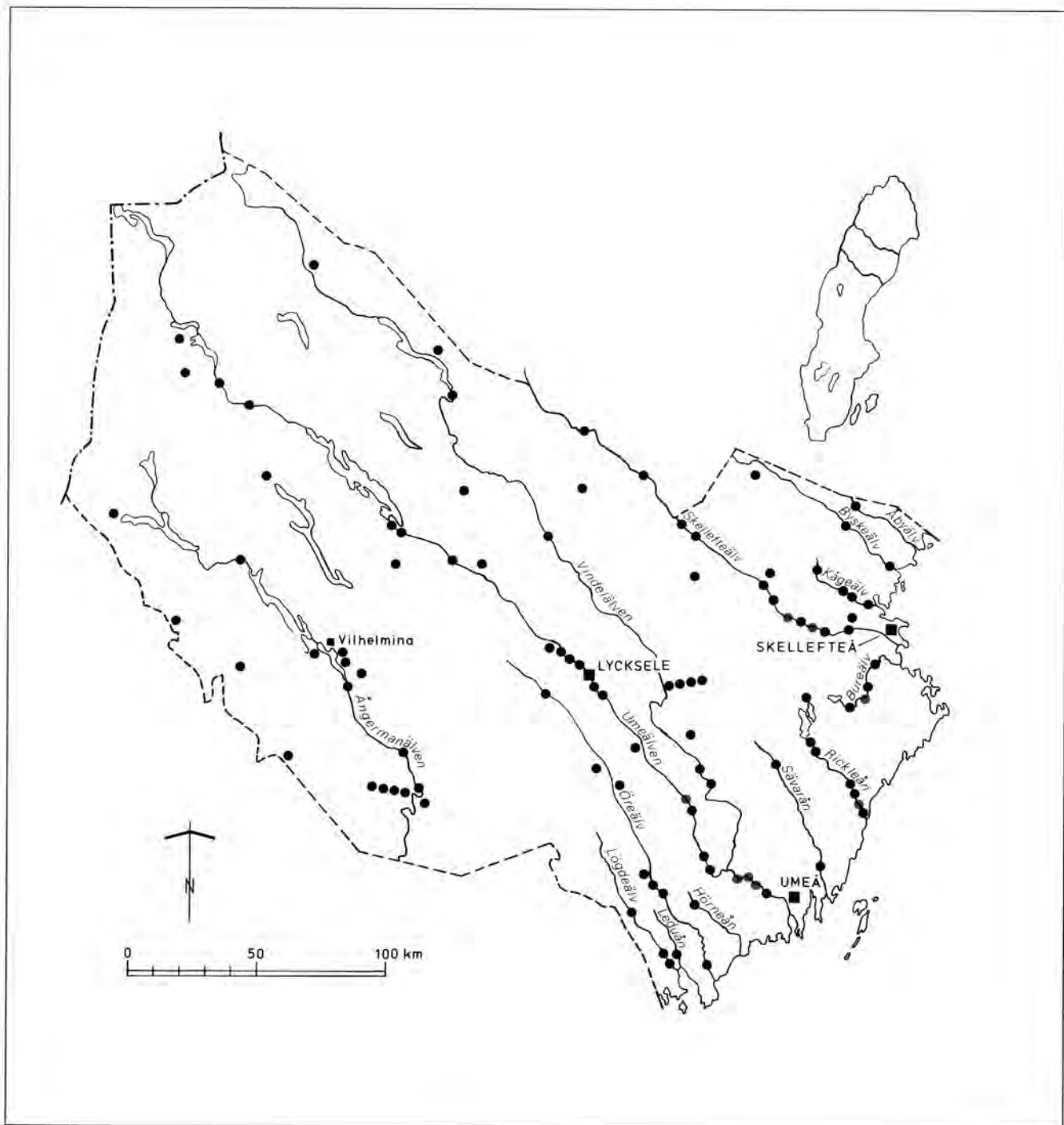
*I den följande texten träffar vi på formuleringar som: "på älvens högra strand" etc. I vattenbyggnadssammanhang anges alltid höger respektive vänster utifrån att man står och tittar i vattendragets riktning, dvs. nedströms.*

Idag producerar de två älvarnas kraftverk ca 11,5 miljarder kilowattimmar per år eller nästan 20 % av den svenska vattenkraftproduktionen.

Även om intresset för de västerbottniska krafttillgångarna medfört att vidsträckta arealer inom länet kom att sättas under vatten fick utbyggnaden ändå den effekten att den västerbottniska landsbygden elektrifierades tidigare än landet som helhet. Enligt en beräkning av Livsmedelskommissionen från 1944, grundad på antalet utdelade stearinljuskort till icke elektrifierade hushåll, beräknades 89% av hushållen på den västerbottniska landsbygden ha tillgång till el mot 85% för riket i sin helhet. Sämst till låg Gotlands och Kalmar län med mindre än hälften så hög elektrifieringsgrad.

I en verksamhet av den omfattning som 1900-talets vattenkraftsexploatering utgör finns det naturligtvis både ett plus- och ett minuskonto. Med risk för att häftet skulle spränga sina ramar har vi medvetet valt att inte ge oss in i en sådan diskussion. I den fortsatta framställningen vill vi i stället visa på vad som kan möta dagens resenär ute i fält i form av svensk teknik- och arkitekturhistoria. Västerbotten utgör i detta avseende ett utmärkt tvärsnitt av svenskt kraftverksbyggande.

*Karta utvisande befintliga kraftverk över 50 kW i Västerbotten. De kraftverk som behandlas i den följande texten är markerade med rött. (Kartan ritad av Rune Kjelsson.)*



# Umeå stads ångkraftverk

Nymodigheten att åstadkomma ljus med elektrisk ström hade under slutet av förra seklet även väckt intresse i Umeå. Tack vare en privatdonation från borgmästare J. G. Rothoff kunde redan den 18 november 1892 ett litet kommunalt elektricitetsverk tas i drift. Verket lämnade ström till såväl allmän gatubelysning som innerbelysning i bostäder och butiker. I Norrland hade elektricitetsverk för belys-

ning inrättats några år tidigare i bl.a. Gävle, Östersund, Härnösand, Bollnäs och Sundsvall. De norrländska elektricitetsverkens tillkomst förefaller ha följt järnvägsnätets utbredning.

Umeås centralt placerade elektricitetsverk drevs av ångmaskiner och man producerade likström som distribuerades i två skilda system. Det ena hade en driftspänning av 750 volt och var avsett för gatube-

*Utsikt över Ume älv, hamnområdet och bron över till bryggeriet på södra sidan år 1894. I förgrunden Umeå stads ångkraftverk, som togs i drift 18 november 1892 och på kajen tre belysningsstolpar med båggljuslampor. På bilden syns också att bygget av Handelsbankens nuvarande hus, Stora Hotellet och terrassen nedanför pågår. Vid kajen ligger ångslupen Duncker som trafikerade älven mellan Umeå och Djupvik. Ett par km uppströms i älven skymtar Nyhults sorteringsverk nedanför Klabböle. Foto i Västerbottens museum.*





Ångkraftverket från sydväst omkring år 1898. Det vita huset i det borte kvarteret inrymde den badinrättning som aldrig kom till utförande i kraftstationsbyggnaden. Foto i Västerbottens museum.



lysningens bågglampor medan det andra med spänningen 110 volt var avsett för abonnenternas innerbelysning.

De tidiga stadselektrifieringarna var uteslutande avsedda för enskild och allmän belysning. Elverken hade därför tämligen blygsamma effekter; umeåverkets ångmaskiner hade t.ex. 1892 en sammanlagd effekt av bara 70 hk (50 kW).

1800-talets stadselverk var så gott som uteslutande ångdrivna. Vattenkraften hade före sekelskiftet ännu inte fått någon större betydelse i belysningssammanhang eftersom det med få undantag inte fanns lämpliga vattenfall centralt placerade i städerna. Före trefasssystemets entré 1893 kunde nämligen elektrisk kraft endast med svårighet överföras längre sträckor. Jämfört med vattenkraftverken var ångkraftverken dessutom billiga att anlägga både vad beträffar själva kraftcentralen som distributionsnätet. Förhållandet vägde säkerligen tungt i en tid då städerna inte hade samma möjligheter som nu att finansiera offentliga investeringar. Verken

driftkostnader blev däremot höga eftersom de krävde mycket personal och ofta eldades med dyrbar importerad stenkol. Elströmmen från de små ångdrivna elektricitetsverken blev därför mycket dyr och elektriskt ljus betraktades länge som en lyx som endast de välbärgade i städerna kunde unna sig.

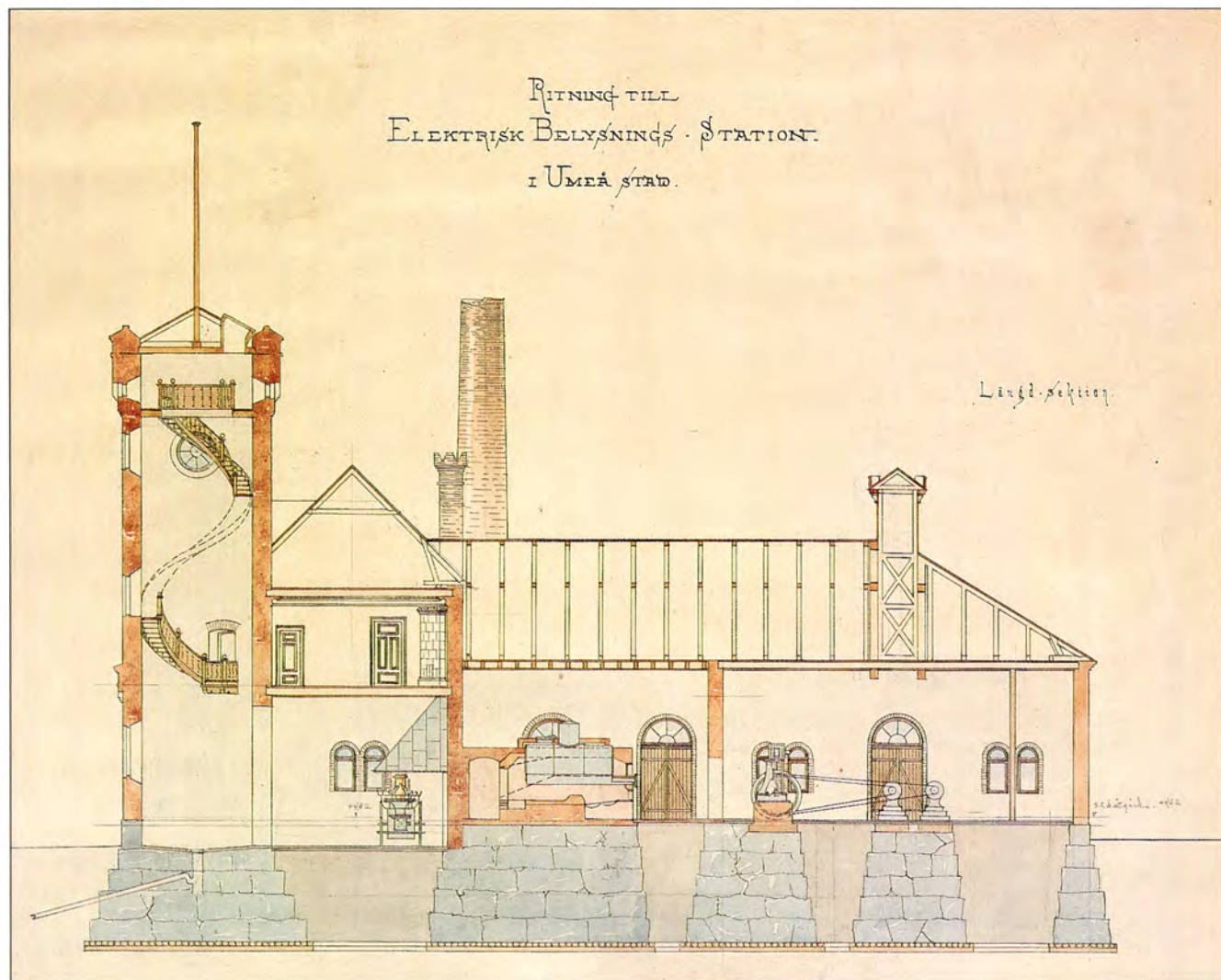
## Medeltida borgkaraktär

Det formella beslutet att bygga ångkraftverket fattades av stadsfullmäktige den 13 november 1891 på grundval av den s.k. Elektriska kommitténs beredningsarbete. Då beslöts också ”att i samma byggnad som maskinhuset måtte inrymmas rum för ångspruta med slangtorn samt lokal för en enkel badinrättning” (badet kom dock aldrig till utförande här). Byggnaden skulle uppföras intill Rådhusparken nere vid älvstranden (kv. Ägir) vilket var det enda logiska med tanke på behovet av vatten och att minimera ledningsdragningarna.

Ritningarna till den nya byggnaden utfördes av Umeås förste stadsingenjör, överstelöjtnanten Wilhelm Stolpe. Han hade fått det ansvarsfulla uppdraget att leda schaktnings- och dräneringsarbetet efter 1888 års storbrand och var vid denna tiden också

brandchef. Om än det på sätt och vis handlade om ett prestigefyllt arkitektuppdrag föll det sig naturligt att just Stolpe fick ta på sig ritningsarbetet. Dels satt han med i Elektriska kommittén, dels hade kommittén påpassligt föreslagit att en på platsen boende

Wilhelm Stolpes färglagda ritning till ångkraftverket, eller belysningsstationen, som den kallades. Den vänstra delen av byggnaden användes som brandstation. I tornet hängdes slangar på tork. T.h. om tornet ligger spruthuset med ångsprutan under rökhuven. Där-  
ovan maskinistbostaden om rum, kök, skafferier och garderober. T.h. om spruthuset ångpannerummet med den 27 m höga skorstenen samt därefter maskinrummet och de remdrivna dynamomaskinerna. Ritning i Umeå byggnadsnämnds arkiv.



person borde få upprätta ritningarna vilka sedan skulle granskas av firman Luth & Rosén som svarade för idéerna till själva planlösningen.

Umeås första kommunaltekniska byggnad blev heller inte ur arkitektonisk synvinkel någon märkvärdig byggnad utan Stolpe adderade helt enkelt de olika delarna, eventuellt med en tysk mönsterritning som förebild. För att det inte bara skulle bli ett skal kring de olika funktionerna (slangtorn, spruthus, ångpannerum och maskinrum) såg han till att ge hela byggnaden en gemensam medeltidsinspirerad borgkaraktär. Slangtornets och skorstenskrönets associationer till försvarsanläggningar från armborsttiden tilltalade säkert en gammal militär som Stolpe men det var också en form som gärna användes för byggnader av industrikaraktär under det sena 1800-talet. Utmärkande drag förutom det krenelerade hörntornet är de kopplade rundbågiga fönstren, mönstermurningens s.k. lombardiska band och andra effektfulla tegelbehandlingar.

Redan innan byggnadslovets beviljades den 17 juni 1892 hade byggnadsarbetet utannonserats för anbudsgivning. Jakobsson & Eriksson som fick uppdraget var inte billigast med sina 39.500 kr, men hade gott anseende som Umeås storbyggmästare. Firman hade just tecknat ett annat kontrakt med staden om byggandet av den nya kyrkan. Trots besvärliga grundläggningsförhållanden där undergrunden måste förstärkas med en rustbädd i form av dubbla lager husbyggnadstimmer gick uppförandet med rekordfart. Två och en halv månad efter entreprenadkontraktets undertecknande ska byggnaden ha varit under tak, två månader senare slutbesiktigad och den 18 november ha tagits i drift.

## Av Bolinders fabrikat

Det lilla ångkraftverket i Umeå fick en konventionell teknisk utformning med ångpannor, ångmaskiner och likströmsgeneratorer samt ett ackumulatorbatteri i reserv.

Ångpannorna och ångmaskinerna tillverkades vid J & C. G. Bolinders Mekaniska Verkstads AB på

Kungsholmen i Stockholm. Bolinders hade grundats 1844 och var en av landets namnkunnigaste mekaniska verkstäder vid sidan av Munktells i Eskilstuna, Motala Werkstad, Nydqvist & Holm i Trollhättan och Bergsunds i Stockholm. En av Bolinders specialiteter var ångmaskiner och ångpannor.

De två pannorna till Umeå utfördes som inmurade tubpannor där de heta rökgaserna från eldstaden dels till viss del beströk pannans yttre cylindriska del (rundpannan), dels leddes genom en mängd rör (tuberna) som passerade pannans vattenrum. Varje pannas normala effekt uppgavs till 40 hk (ca 30 kW).

Ångan från pannorna leddes genom isolerade rör till ett intilliggande maskinrum med två ångmaskiner och generatorer samt elektrisk kontrollutrustning. Ångmaskinerna om vardera 35 hk (ca 25 kW) var vertikala compoundmaskiner vilket innebar att varje maskin hade två stående cylindrar med olika diametrar. Ångan från pannorna styrdes först in i den mindre cylindern. Innan den hade expanderat färdigt där leddes den över till den grövre cylindern varifrån den fördes bort från maskinen. Det är oklart om ångan därefter kondenserats och återletts till pannorna (kondensanläggning) eller om den avletts direkt till det fria (mottrycksanläggning).

Pannorna eldades första tiden uteslutande med ved, senare också med kol. Under sista året som anläggningen var i bruk gick det åt hela 3.000 hl kol och 200 famnar ved. För att kunna förvara allt bränsle fick Stolpe redan 1894 rita till en större uthusbyggnad som uppfördes vid östra tomtgränsen.

Likströmsgeneratorerna (dynamoerna) drevs från de långsamtgående ångmaskinerna med långa läderremmar. Genom att ångmaskinernas remskivor hade stor diameter och dynamoernas liten, erhöles en nödvändig varvtalsuppväxling. Varje ångmaskin drev två dynamos, en serielindad för 750 volt och en shuntlindad för 110 volt, avsedda för ytterrespektive innerbelysningsnäten. Det är oklart om båda 110-voltsmaskinerna installerades från början; möjligen kan den ena ha levererats 1892 och den andra vid en stationsutvidgning 1894.

I stationen fanns även ett större ackumulatorbatteri för att jämna ut variationer i belastningen och

som reserv. All elektrisk manöver- och övervakningsutrustning var samlad till en stor panel i maskinhallen.

Precis som det föreskrevs i donationen levererades hela den elektriska anläggningen i staden med kraftstation och belysningsinstallationer, av Luth & Roséns Elektriska AB i Stockholm.

## Bländande vitt

På rekommendation av Luth & Rosén hade för den yttre belysningen anskaffats 36 st bågglampor, uppdelade på två serier, en väster och en öster om rådhuset. Bortskämda som vi är med obegränsad tillgång på ljus har vi kanske lite svårt att sätta oss in i den entusiasm som uppammades inför det iskalda båggljuset. Men det berodde naturligtvis på kontrasten mot det "rödaktiga, sömniga oljeljuset" som tidigare hade använts på Umeås gator. Även om de nya bågglamporna var lätthanterliga var de långt ifrån underhållsfria. Sloknade en sloknade alla i samma serie. Dessutom fick en s.k. kolare anställas som hade till uppgift att mer eller mindre dagligen hissa ner lamporna från stolparnas gjutjärnsarmar och byta elektrodkol.

När stadens vattenkraftverk ute vid Klabböle snurrade igång den 6 december 1899 lades driften ner i ångkraftverket som således endast fick gå i sju år. Redan den 22 december hade man monterat ner all mekanisk och elektrisk utrustning. Byggnaden fick därefter andra funktioner och står kvar än idag.



*Interiör från ångkraftverket med de båda ångmaskinerna t.v. och två av de fyra remdrivna generatorerna t.h. (Foto ur Umeå stads elektricitetsverk 1892 - 1899 - 1929. Umeå 1929.)*

Enligt tarifföreningens register över elektriska anläggningar för 1896 var följande installationer för innerbelysning godkända i Umeå. Samtliga hade utförts av Luth & Rosén.

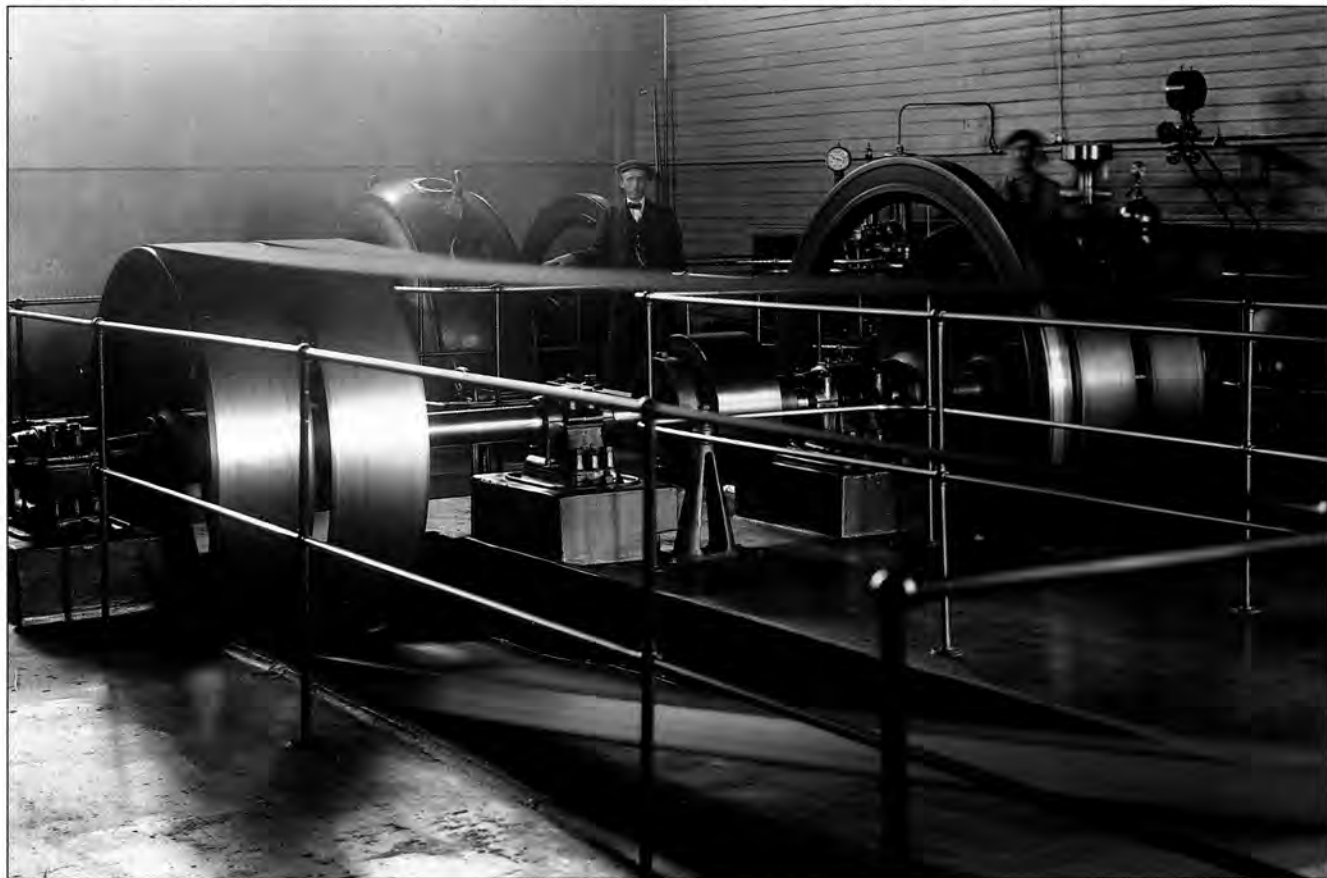
- 1892 Apotekare Petterson, kv. Ägir
- 1893 Handlande Carl Saedén, kv. Forsete
- 1893 Herr J. Ullberg, kv. Balder
- 1893 Rådhuset
- 1893 Gymnastikhuset
- 1894 Allmänna Läroverket
- 1894 Umeå Nya Kyrka
- 1895 Elementärläroverkets gymnastikhus
- 1896 Westerbottens Enskilda Bank

# Bruksforsens kraftverk

Robertsfors bruk fick elektrisk belysning nästan lika tidigt som Umeå stad. Redan 1893 installerades en tio hästkrafters turbin av egen tillverkning i anslutning till sågverket. Turbiner och före det vattenhjul hade visserligen funnits tidigare vid bruket intill Rickleåns strand. Dessa var inrymda i särskilda med produktionsbyggnaderna sammanbyggda s.k. tur-

binhus (tidigare hjulhus). Det nya var att kraften nu inte överfördes med lindrift utan att turbinen drev en enfas växelströmgenerator på 1.000 volt. Den elektriska utrustningen hade levererats av Luth & Roséns Elektriska AB i Stockholm och försåg arbetsplatserna i sågen, kvarnen och verkstaden med elektrisk kraft. Idéerna till anläggningen ska ha häm-

*Interiör från Bruksforsens kraftstation 1920. Längst bort växelströmgenerator av märket Luth & Rosén från 1914 (står fortfarande kvar). Närmast turbinaxel med svänghjul och fyra remtransmissioner till fyra likströmgeneratorer från år 1900. Remskivorna ersattes av ny likströmgenerator (avsedd för järnvägen) och ny växelströmgenerator 1927. Foto i Västerbottens museums arkiv.*





*Elektriskt tåg med sågat virke på den stora bangården i Robertsfors år 1920. Foto i Västerbottens museums arkiv.*

tats från det privata Gefle Elektriska Belysningsbolag som bildats året innan för leverens av ström till Gefle-Dala järnväg.

När Seth M. Kempe övertog bruket i december 1897 var elkraftsfrågan en av de högst prioriterade. Han ville veta hur mycket kraft som fanns kvar att disponera vid det s.k. verkstadsfallet beläget intill gjuteriet och den mekanska verkstaden. I ett brev till sin förvaltare skriver han: "Jag har tänkt att elektrisk belysning borde införas i alla bostäder på bruket och i ladugården och mejeriet och undan för undan i de nya arbetarebostäder som skola byggas." Allra mest hägrade dock en elektrifiering av den smalspåriga järnväg som redan i slutet av 1870-talet börjat byggas mellan bruket och utskeppningshamnen i Sikeå. Transporterna av råvaror till bruket och i andra riktningen färdiga produkter till hamnen hade sedan 1889 skötts med ett vedeldat ånglok. När

nu brädgården i Sikeå byggdes om blev det nödvändigt att elektrifiera järnvägen. Brandrisken var nämligen alltför stor om man på ett rationellt sätt skulle leda in ångloket med vagnarna ända fram till brädstaplarna.

Vad Kempe direkt behövde var 150 effektiva hästkrafter. Efter att ha konsulterat J. G. Richerts konstruktionsbyrå för vattenbyggnader i Stockholm (sedermera VBB) fick man det nedslående beskedet att kraften vid verkstadsfallet "inte var mycket att hurra för". Men efter att på Richerts inrådan ha byggt om tilloppskanalen och rensat forsen nedanför dammen fick man ändå den ökning av fallhöjden som behövdes för att kunna installera tre något större turbiner. Under 1899 var byggnadsarbetena i full gång och en ny kraftstationsbyggnad uppfördes med överbyggnaden till stora delar utförd i trä. Stilmässigt anslöt den dock till den intilliggande vackra

verkstadsbyggnaden i putsad slaggsten från 1860-talet. Från ett elegant utformat utledningstorn på taket leddes de nya likströmsledningarna ut till både järnväg och belysning. Turbinerna hade man tillverkat själva och enligt platschefen hade de blivit betydligt billigare än om man köpt dem från annat håll. Modellerna var man noga med att spara "ifall någon af turbinerna i en framtid skulle gå sönder". För den elektriska utrustningen ansvarade åter Luth & Rosén i Stockholm.

I samband med planerna på en ny sulfitfabrik i Robertsfors 1901 aktualiserades elkraftsfrågan åter. 475 hk behövdes och för att klara detta diskuterades två olika alternativ: Isakfäbodaforsen, knappa 4 km uppströms Robertsfors eller det närmare belägna Fredriksfors. Lösna planer verkar även ha funnits att anlägga ett kraftverk vid det stora Bygdeträsket ett par mil ovanför bruket. Richert kontaktades ännu en gång och lade fram två något olika förslag för uttagande av 1.180 respektive 1.280 hk vid ett kraftverk i Isakfäboda. Utbyggnaden skulle bli förhållandevis billig (i det förra fallet 255.000 kr). Men sedan Överklintens byamän motsatt sig planerna beslöt man i stället att lägga in ännu en turbin i Verkstadsfallet, vilket åtminstone skulle räcka till belysning av fabriken. I den år 1904 anlagda sulfitfabriken användes istället ångkraft.

Kraftbehovet blev dock snart åter akut. "Öfverallt klagas nu på för klen drift, äfven om vatten finnes till och med. Arbetet ställer sig dyrt om kraften skall vara sådan att verken måste afstanna flera gånger per dag, dervid folk blir sysslolösa" rapporterade platschefen till sin uppdragsgivare. Efter att ännu en gång ha vägt mellan Isakfäboda och Fredriksfors bestämde man sig 1909 till slut för det senare. Av ursprungligen planerade två aggregat installerades bara ett. Arbetena påbörjades men Kempe oroade sig för kostnaderna och övervägde in i det sista en ångmaskinläggning. En månad senare, i juni 1909, beställde man maskinutrustning

hos Luth & Rosén men åter igen, 14 dagar senare, fördes ännu ett alternativ på tal – Nedre Siknäs omkring 6 km uppströms Fredriksfors. Men nu hade arbetena framskridit för långt och i maj 1910 kunde Fredriksfors kraftverk på 600 hk tas i drift.

Kraften i Fredriksfors visade sig emellertid också den vara otillräcklig, speciellt med tanke på den sulfatfabrik man hoppades kunna bygga i Robertsfors. Kempe tycks ha velat undvika ännu ett kraftverksbygge genom att t.ex. ta kraft från Skellefteå stad även om det, som han uttryckte det, vore tråkigt att "vara beroende af främmande anläggningar". Dammläget vid nedre Siknäs undersöktes åter. Sulfatfabriken skulle behöva 550 hk. Om man till detta lade kraftbristen i övrigt behövdes vid lågvatten hela 1.085 hk. En utbyggnad vid Siknäs, för 12 meters fall och 15 kbm vatten, skulle lämna 1.790 hk så det hade räckt ett tag. Men fabriksprojektet bordlades och i avvaktan koncentrerade man sig på en ombyggnad av kraftstationen vid bruket. Två nya turbiner på 250 hk respektive 200 hk skulle ersätta de tre gamla aggregaten. I oktober 1913 hade dessa beställts från



Interiör från kraftstationen i Fredriksfors år 1920. Foto i Västerbottens museum.



*Bruksforsens kraftverk i maj 1992. Maskinhuset i typisk "funkisstil" till vänster och den öppna turbinsumpen till höger. Foto: Bengt Spade.*

Verkstaden, Kristinehamn (KMW) men arbetena kom igång först året efter. Den större turbinen var tänkt att driva samtliga gamla likströmsmaskiner medan den mindre skulle kopplas till en ny trefas växelströmgenerator och dela ledningar med Fredriksforsgeneratoren. Effekten kunde nu höjas med 20% med samma kvantitet vatten, vilket var av största betydelse vid lågvatten.

Någon sulfatfabrik blev det aldrig i Robertsfors varför utbyggnadsplanerna lades på hyllan trots ständig kraftbrist. Verkstadsfallets kraftstation bytte namn till Bruksforsen; den kallades så när man för första gången rapporterade in verksamheten till Sveriges Officiella Statistik 1916. Från mitten av 20-talet förändrades situationen på kraftområdet. Det fanns nu möjlighet att abonnera på billig kraft både från Vattenfalls nya kraftverk vid Norrfors i Ume älv och inte minst från Skellefteå som redan hade en linje framdragen till Ultervattnet, 6 à 7 km fågelvä-

gen från Robertsfors. Segdragna förhandlingar inleddes innan Norrforskraften kunde fasa in på nätet den 5 januari 1927.

Men redan innan dess hade man insett att något måste göras åt kraftstationen vid Bruksforsen. Man hade ständiga problem med överslag på en av likströmgeneratorerna för järnvägsdriften och byggnaden ansågs brandfarlig och i dåligt skick. Helst önskade man bygga om hela stationen i sten. Detta skedde också, men först 1934 efter det att situationen förvärrats och man hade fått in vatten genom den timrade sumpväggen. Den gamla stilenliga bruksbyggnaden förvandlades då i ett slag till en "funkisstation" med platt betongtak och typiska invändiga stuprör.

Bruksforsens kraftstation, som 1979 övergick i Skellefteå Krafts ägo, måste trots alla omständigheter betraktas som inte bara länets utan en av landets äldsta anläggningar i drift.

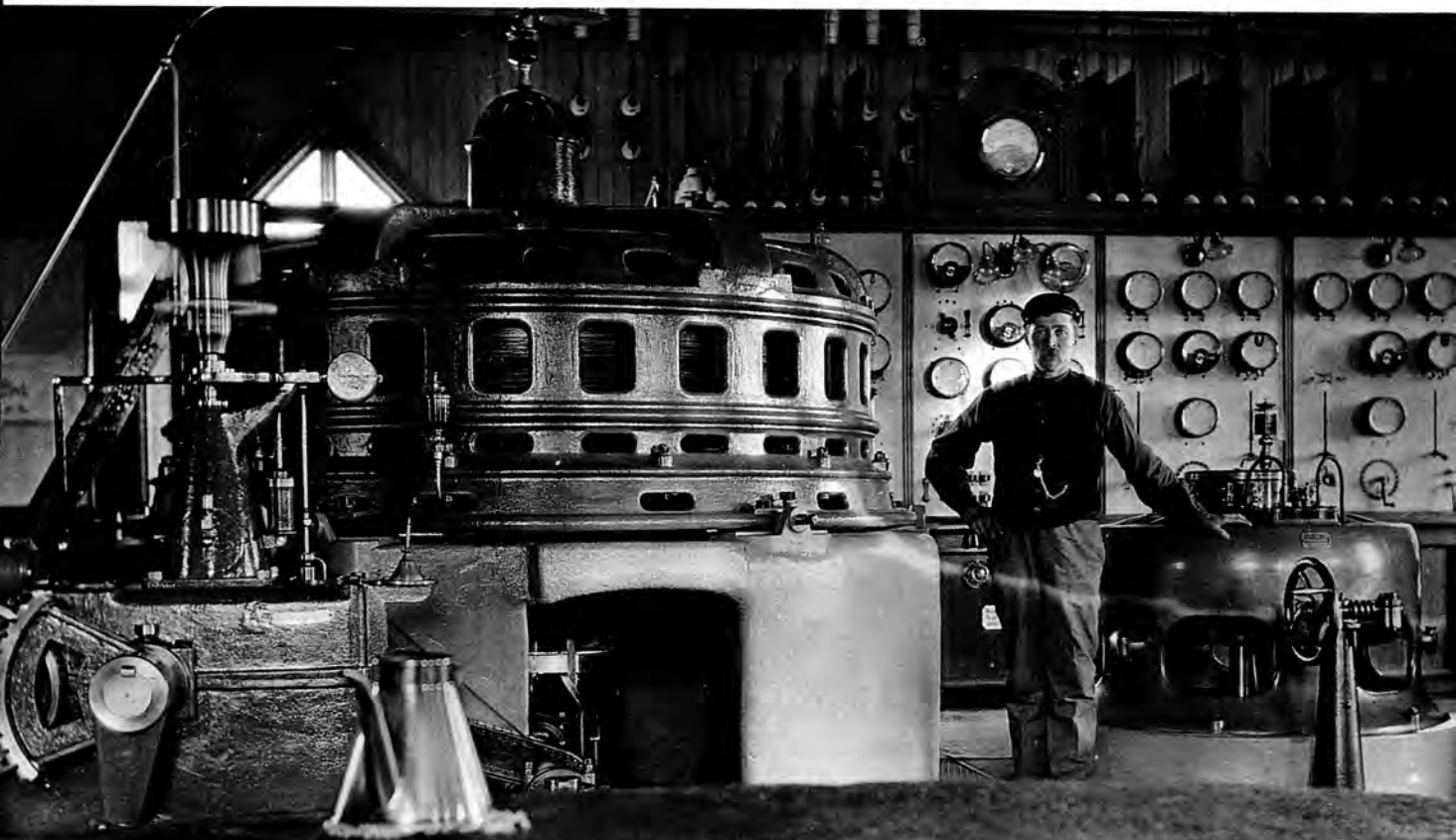


# Klabböle kraftverk

Det lilla likströmsverket, ångkraftverket nedanför torget i Umeå, som uppfördes och drevs i stadens egen regi blev redan 1894 fullbelastat och utvidgades därför samma år. Anläggningen som orsakade en del ekonomiska bekymmer kallades snart i folkmun för "stadens undergång".

Det hade emellertid tidigt uttryckts önskemål i Umeå om att kunna utnyttja något av den väldiga kraftpotential som Klabböleforsen i Umeälven utgjorde. Redan 1891 dryftades frågan men man valde då att bygga ångkraftverket. Tre år senare togs saken åter upp och under trycket av den ökande

*Interiör från Klabböle kraftverk med maskinisten Johannes Bäckman omkring 1905. Bäckman vilar handen på matarmaskinen, t.v. 1904 års generator och omedelbart framför denna regulatorn. I förgrunden en betongring avsedd som fundament för en fjärde, aldrig installerad maskin. På denna ställdes smörjkannor och dylikt. Foto i Västerbottens museums arkiv.*





*Interiör från maskinhuset i Klabböle år 1900 med originalmaskineriet och de säregna regulatorerna mellan generatorerna. I bakgrunden syns murade nischer med kaminer. Foto i Västerbottens museums arkiv.*

efterfrågan på elkraft köpte staden slutligen in fallrätten på högra sidan av det väldiga forskomplexets nedersta del. Det var den åtta meter höga Klabböleforsen som låg ca 8 km från centrum. Året därpå beslutade stadsfullmäktige att ett kraftverk skulle byggas i den nyinköpta forsen i enlighet med ett förslag från Elektriska kommittén. Verket planerades för fyra maskinaggregat på vardera 250 hk (200 kW) och skulle vara driftfärdigt senast hösten 1899. Till att börja med skulle endast två av aggregaten monteras, plats skulle dock förberedas för de övriga två.

I juni 1898 började man bygga och något försenat, den 6 december 1899, kunde verket för första gången förse staden med elkraft. Ångkraftverket hade därmed gjort sitt och den dyrbara driften av detta inställdes omgående.

Den nya kraftanläggningen hade bjudit på flera fördyrande överraskningar under byggtiden. Detta resulterade i att kostnaderna för hela verket inklusive överföringsledningarna in till staden blev 500.000 kr istället för som kalkylerat 280.000 kr, en fördyring med 78%! Missbedömningen var dock på intet sätt unik, än idag kan kraftverksbyggen bjuda på liknande överraskningar.

I Klabböleverket utnyttjades blott en mindre del av den kraftresurs som älven kunde erbjuda. Drivvattenföringen vid högsta effekten i verket, 400 kW, har beräknats till blygsamma 10 kbm/s vilket ska jämföras med älvens medelvattenföring som är 430 kbm/s! Det fanns således åtskilligt mer kraft att hämta ur Klabböleforsen.

Under 1904 utökades effekten vid kraftverket genom att ett tredje maskinaggregat om 200 kW



*Maskinhuset i Klabböle fotograferat 1989. Byggnaden har fortfarande kvar sitt ursprungliga utseende. T.h. skymtar resterna av det s.k. nya verket. Foto: Lasse Brunnström.*

monterades in i stationen som redan från början förberetts för detta.

## **Qvist & Gjers konstruerade**

Att bygga i vatten var och är fortfarande en konst som inte särskilt många behärskar. Att tämja det fallande och strömmande vattnets kraft för att generera elektricitet är ännu i vår tid den kanske besvärligaste delen av vattenbyggnadskonsten. Förhållandena var på intet sätt annorlunda 1898 när det första kraftverket vid Klabböle skulle projekteras.

I Sverige har vattenbyggnadskonsten länge varit högtstående. En särskilt betydelsefull förutsättning var bergshanteringens snabba utveckling under

1800-talet vilken frambringade flera namnkunniga vattenbyggare. Att bygga för bergshanteringen innebar inte bara att byggmästaren, eller bruksbyggmästaren som han här kallades, var en gruvornas och hyttornas byggare. Han skulle vara minst lika förfaren i den för bergshanteringen nödvändiga vattenbyggnadskonsten.

Den snabba industriella expansionen under andra hälften av 1800-talet ledde dock till att bruksbyggmästaren inte längre förmådde greppa över hela bruksbyggarkonsten. Hans uppgifter kom därför successivt att till att börja med delas upp på två olika yrkeskategorier. Den ena av dessa företrädades av den oftast teoretiskt skolade konstruktören som för byggherrens räkning åstadkom ritningar och anvisningar och även kunde övervaka anläggningsarbetet som kontrollant. Den andra blev den praktiskt

erfarne byggmästaren som på platsen fick uppföra anläggningarna efter konstruktörens underlag.

De båda ingenjörerna Leonard Qvist och Samuel Gjers hade 1875 i Arboga startat en konstruktionsbyrå som ägnade sig åt att konstruera alla slags anläggningar för bergshantering. Byrån specialiserade sig så småningom på vattenkraft och blev under seklets sista decennier landets främsta inom facket. När byggandet av de första elektriska kraftverken började vid slutet av 1880-talet var byrån väl förberedd och fram till sekelskiftet fick man förtroendet att utforma de flesta av landets vattenkraftverk. Den kända Arbogabyrån fick uppdraget att projektera och konstruera även Klabböle kraftverk. Byrån hade inte tidigare arbetat med ett projekt som låg så långt norrut eller som skulle utföras vid ett så stort vattendrag som Ume älv.

De olika förslag som Qvist & Gjers lämnade till Umeå stad avsåg anläggningar med låg fallhöjd och de var utformade efter byråns gängse standard. Förslaget som staden slutligen antog avsåg ett kraftverk för 1.000 hk med fyra vertikalexlade maskinaggregat, placerade två och två i tvenne öppna turbinsumpar. Turbinerna av francistyp hade fem löphjul vardera och var direkt kopplade till generatorer för trefas växelström.

När de större vattendragen i landet började byggas ut med kraftverk behövde man oftast inte utnyttja hela den till buds stående vattenmängden. Verksdammarna överbryggade därför inte älvarnas hela bredd utan utfördes som enkla ledarmar. Armarna sträckte sig en bit ut i strömfåran och avledde den vattenmängd som behövdes till verket. Det var emellertid inte bara det begränsade kraftbehovet som avgjorde dammarnas utseende. Av både anläggnings- och hanteringsskäl ansåg man sig ofta inte vilja bära de kostnader eller ha det besvär som en hel damm skulle fört med sig.

Ett annat viktigt skäl till att dammöverbyggning ej skedde var kungsådrebegreppet. Sedan urminnes tider hade kronan nämligen hävdatt att den mellersta tredjedelen av de större vattendragens bredd, kungsådran, tillhörde det allmänna. Kungsådran fick inte överbryggas med dammar även om

man hade rätt till vatten och grund i vattendraget, något som man senare kom att få mycket bekymmer med vid vattenkraftens utbyggnad. Avsikten med att hålla kungsådran öppen var att man inte ville störa fiskens vandringar eller de allmänna intressena med samfärdsel och flottning.

Alla de här nämnda förhållandena gällde vid Klabböleverkets tillkomst och någon damm i egentlig bemärkelse uppfördes därför inte i älven. Vid den breda forsacken byggdes istället en ledarm vid högra stranden som åstadkom en kanal fram till kraftstationens turbinsumpar. Från stationen återfördes turbinernas drivvatten till älven i en sprängd utloppskanal.

Kraftverkets placering och vattenvägarnas utformning blev en källa till ett ständigt upprepat problem under de båda Klabböleverkens hela drifttid. Verken hade olyckligtvis placerats vid nedersta delen av älvens stora forskomplex. Under vintern när det var låg vattenföring i älven och ordentligt kallt, kylde vattnet ofta av så kraftigt vid sin våldsamma färd genom forsarna att det blev underkylt. När vattnet närmade sig nedre delen av forsarna kunde stora vattenmassor därför frysa till på några ögonblick. Detta var just vad som ofta skedde när vattnet länkades av till färden genom kraftverkets intagskanal och passagen genom turbinerna. Förhållandet kunde skapa väldiga problem i kraftverksdriften vintertid och ibland kunde verket stå stilla flera dagar i följd. Många försök gjordes under årens lopp för att minska risken för iskravning (kräppning, issörpning, issörjebildning), bland annat byggdes en mängd ledarmar och länsor i intagskanalen. Man lät även leda ner ånga i turbinerna för att undvika fastfrysning av dessa.

Problemet med iskravningen nådde till slut sådana proportioner att ett dieselgeneratoraggregat på 385 kW köptes in 1914 för att användas i reserv när de två vattenkraftverken stod stilla.

Iskravning är ett välkänt problem i kraftverksdrift över hela landet men mest känt har det nog varit vid Klabböle!

Qvist & Gjers hade under 1890-talet utvecklat några standardtyper för sina vattenkraftverk. Vid

låga fallhöjder som vid Klabböle använde man sig av vertikal maskinuppställning med turbiner och generatorer direkt kopplade till varandra. Turbinerna var då placerade rakt under generatorerna i öppna sumpar under maskinhallsgolvet.

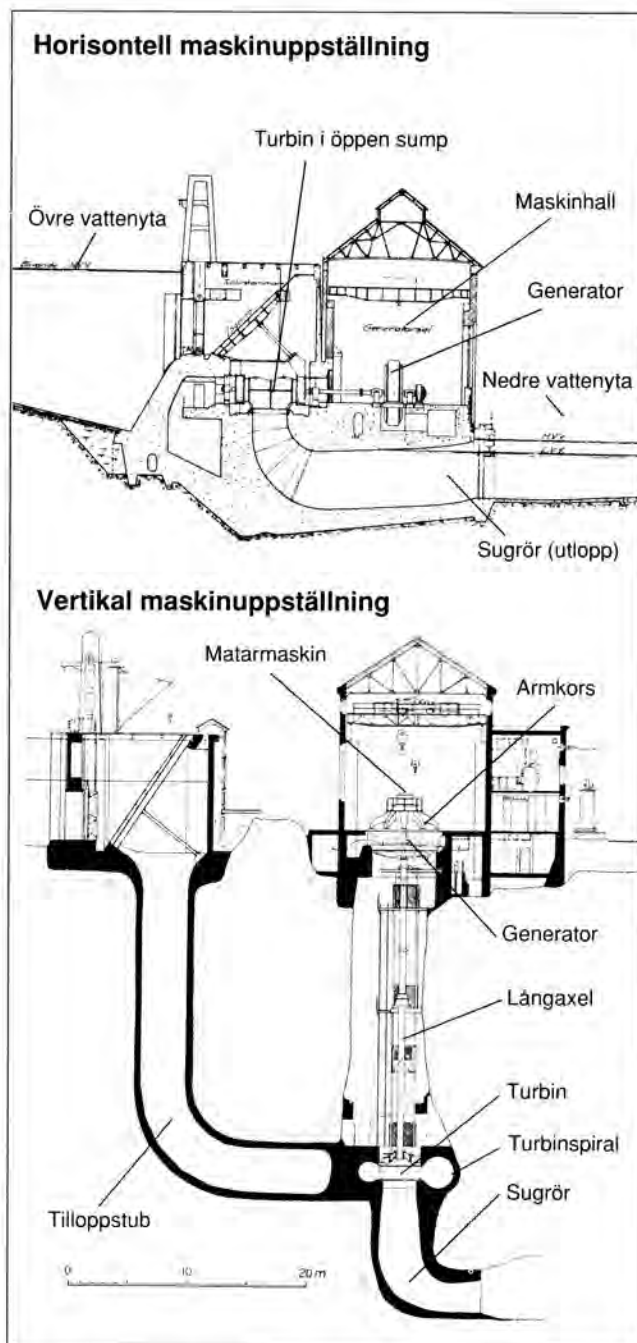
Den vertikala uppställningen hade sådana fördelar som att den var utrymmesbesparande och att man slapp ensidigt vattentryck mot väggen mellan turbinsumpen och maskinhallen. Man behövde därför inte heller några underhållskrävande tätningar vid axelgenomföringarna i väggen.

Uppställningen med vertikala aggregat hade emellertid också de två stora nackdelarna att det var svårt att arrangera sugrören vid turbiner med flera löphjul samt att hela den rörliga delen av aggregatet med turbinens vattenlast, normalt skulle bäras upp av ett enda axiallager. När maskinstorlekarna ökade efter sekelskiftet tvingades man därför gå över till horisontell aggregatuppställning.

En av Qvist & Gjers specialiteter var att man sedan länge även konstruerade turbiner som licens-tillverkades vid några av landets turbinverkstäder. Med tanke på den låga fallhöjden, åtta meter, som skulle utnyttjas vid Klabböle, valdes här turbiner av francistyp, en relativt snabbgående turbintyp. För att ändå få ett tillräckligt högt generatorvarvtal utfördes turbinerna med inte mindre än fem löphjul på varje axel. Klabböleturbinerna fick därigenom ett besynnerligt bläckfiskliknande utseende med en mängd sugrörskrökar och sugrör från varje löphjul. Arrangemanget medförde att man i praktiken fick en tämligen svårhanterlig maskin.

Några år efter Klabböle övergavs tillverkningen av de klumpiga Qvist & Gjersturbinerna med sina ålderdomliga galleripådrag. I de flesta kraftverken byttes de ut mot modernare maskiner efter blott något eller några tiotal år. Så skedde även i Klabböle 1920. Det enda idag kända kraftverket som har kvar sina ursprungliga, femhjuliga, vertikala Qvist & Gjersturbiner är Västanfors kraftstation i Kolbäck-ån vid Fagersta.

De två kraftturbinerna vid Klabböle tillverkades vid Brevens Bruk i sydöstra Närke och utvecklade 250 hk (ca 200 kW) vardera samt roterade med 214



Principsektioner för horisontell respektive vertikal maskinuppställning i kraftverk.

varv/min. Vid en provning som gjordes 1919 visade det sig att de bägge åldringarna från 1899 hade en verkningsgrad av endast 52–53%, medan den tredje kraftturbinen som installerats blott fem år senare hade hela 79%! Brefvensturbinerna byttes därför 1920 mot nya enhjuliga francisturbiner tillverkade vid Finshyttans Bruk i Värmland. Trots att de nya turbinerna bara hade ett löphjul kunde de prestera en effekt av 400 hk (ca 300 kW).

Turbinerna monterades innanför intagsluckor och vrakgrindar i två öppna sumpar med plats för två kraftturbiner och en magnetiseringsturbin i varje sump. Sumparnas sidoväggar och nedströmsvägg uppfördes med massivt murverk av natursten. Nedströmsväggens utsida formades av hållfasthetsskäl med en tjocklek som ökade mot foten. Eftersom ökningen skedde skiftvis har väggen fått ett egendommeligt trappstegsliknande utseende. Över varje turbin-sump slogs betonggjutna valv och direkt på dessa göts ett plant maskinhallsgolv. Valven som var oarmerade spändes in mot sumparnas sidoväggar vilka sinsemellan förbands med dragstänger. De stabilt byggda sumparna blev en utmärkt underbyggnad till maskinhuset.

Sumparna utfördes på ett ålderdomligt sätt med sina grova naturstensmurar. Man vågade ännu inte använda betong i direkt kontakt mot vattnet eftersom man ännu var osäker på dess beständighet. Inte heller kunde man utnyttja betong i konstruktioner med dragspänningar eftersom man ännu inte tillägnat sig konsten att använda "järnbetong", d.v.s. armerad betong. Den lätt formbara betongens goda förmåga att ta upp tryckspänningar utnyttjades däremot i valven över turbinsumparna.

## Moderna ASEA-generatorer

Till skillnad från turbinutrustningen var Klabböleverkets ASEA-tillverkade generatorer av modernaste snitt. Det är till och med frestande att påstå att sedan dessa konstruerades har generatorutvecklingen inte tagit så särskilt stora steg! De trefasiga växelströmgeneratorerna var redan från början i

princip så fulländade och enkla att den efterföljande utvecklingen endast inneburit en förfining och förstorning. Vid uppskalningen blev man dock strax före sekelskiftet tvungen att börja ta ut generatoreffekten ur statorn och inte som tidigare ur rotern. Från början hade man byggt generatorerna med "roterande armatur och stillastående fält". Eftersom effektuttaget då skedde med hjälp av underhållskrävande släpningar och borstar medförde detta problem när strömstyrkor och spänningar ökade.

Generatorerna till Klabböle byggdes direkt för linjespänningen 5.200 volt och med effekten 200 kW per maskin samt utfördes som öppet ventilerade trefasmaskiner med "roterande fält". Maskinerna lagrades radiellt i ett styrlager på ett armkors under rotern och axiellt i turbinernas vattensmorda bärlager av pockenholz. Placeringen av generatorernas styrlager kallades för paraplyuppställning, ett arrangemang som fortfarande då och då används. Vid turbinbytet 1920 visade det sig att effekthöjningen från 200 till 300 kW inte beredde några bekymmer. De rikligt dimensionerade generatorerna klarade den femtiprocentiga höjningen enbart med hjälp av en förbättrad ventilation!

Under normala betingelser är växelströmgeneratorer inte självmagnetiserande. Med detta menas att det magnetfält som skall inducera växelströmmen inte kan åstadkommas av generatoren själv eftersom fältet måste alstras av en likström. I ett kraftverk krävs därför hjälputrustning med likströmsförsörjning till varje växelströmgenerator. Likströmmen kan åstadkommas på många olika sätt såsom med likriktare, roterande omformare med växelströmsmotor och likströmgenerator (dynamo) eller turbindriven dynamo. Turbinen kan vara avsedd enbart för dynamon eller vara kraftturbinen som driver dynamon direkt eller över en transmission.

Under tiden fram till ca 1910 utrustades de elektriska vattenkraftverken vanligtvis med särskilda magnetiseringsaggregat bestående av en liten turbin och en direktkopplad dynamo. I Klabböle monterades ett sådant vertikalaxlat aggregat i varje turbin-sump. Eftersom effekten hos en enda dynamo

räckte för att magnetisera ("mata") båda generatorerna stod ett av aggregaten i reserv. Turbinerna hade tre löphjul på varje axel och påminde om de stora turbinerna. Varje turbin hade en effekt av 25 hk (ca 20 kW) och roterade med 500 varv/min.

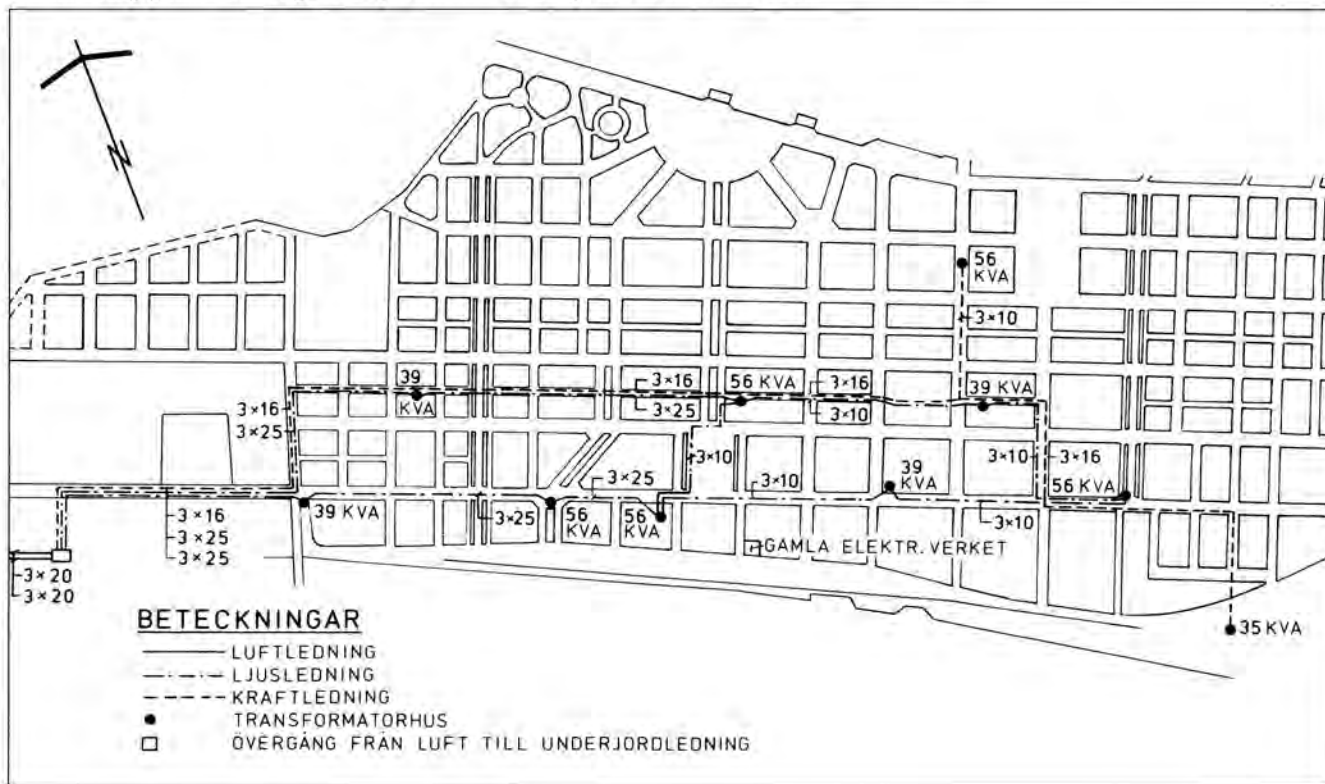
Den ena magnetiseringsturbinen byttes vid det stora turbinbytet 1920 och ersattes av en enhjulig francisturbin. Den andra turbinen står fortfarande kvar i oförändrat skick och är således det enda som återstår av den ursprungliga turbinuppsättningen i Klabböle.

En viktig komponent i ett kraftverks hjälputrustning är turbinens hastighetsregulator. Vid skiftande belastning på kraftnätet är det nödvändigt att generatormotorn ändå kan hålla ett konstant varvtal. Varv-

## På ständig vakt

*Inför elektrifieringens 50-års jubileum 1942 berättade Klabböle-maskinisten J. Johansson: "Så fort någon större motor i stan började köra, gav det utslag hos oss och vi fick släppa på mera vatten i turbinerna. –Nu, kunde vi säga för oss själva, nu startar tidningarna sina tryckpressar, alltså mera vatten! Och nu, nu släpper Jakobsson & Eriksson på strömmen, och nu, nu går en stock genom klingan. Mera vatten! Så satt vi i tio år på ständig vakt."*

Umeå stads elnät år 1900. Luftledningen från Klabböle kommer in vid vänstra kanten och övergår till underjordsledning vid fyrkanten, belägen alldeles väster om gamla lasarettet. Huvudledningsnätet är sedan draget i brandgatan som då gick genom kvarteren mellan Kungsgatan och Skolgatan. Efter Teknisk Tidskrift den 10 november 1900.



talshållningen sker vanligen genom att man reglerar effekten med turbinen genom att öka eller minska vattenflödet genom denna.

Ursprungligen skedde flödesregleringen genom turbinen manuellt, en uppgift som krävde ständig övervakning. Turbinfirmorna utvecklade därför under 1890-talet automatiska regulatorer efter ett otal olika principer. I Klabböle monterades redan från början en turbinregulator för varje kraftturbin. Regulatorerna arbetade med en förvånansvärt snillrik servoanordning i ett hydraulsystem. De ersattes dock vid turbinbytet 1920 av modernare oljehydrauliska regulatorer med pendelstyrning.

## Överföringen till staden

Den höga generatorspänningen 5.200 volt hade valts så att överföring in till staden skulle kunna ske utan upptransformering för att spara transformatorkostnaden. Kontroll- och säkerhetsutrustningen i kraftstationen blev därför minimal och kunde samlas till en enda överskådlig kontrolltavla med de högspända säkerhetsapparaterna på baksidan. Personsäkerheten i den elektriska anläggningen var det dock inte särskilt mycket bevänt med eftersom i stort sett all högspänd utrustning var oskyddad. Under den stora ombyggnaden 1920 flyttades kontroll- och ställverksutrustningen över till den nya kraftstationen och en förbindelsegång byggdes mellan de två stationerna.

För överföringen av den elektriska energin in till staden byggdes en sju kilometer lång dubbellinje på trästolpar fram till stadsgränsen. Där övergick luftlinjen till ett jordkabelnät med åtta strategiskt placerade sekundärstationer i särskilda transformatorhus. I husen transformerades spänningen ner till abonnentspänningen 110/190 volt.

I eldistributionen använde man ursprungligen två nät. Dessa var helt skilda från varandra, ett för belysning och ett för motorkraft och där endera av generatorerna fick betjäna varsitt nät. Uppdelningen var inte ovanlig under de första åren av landets elektrifiering. Den hade sin orsak i att man inte ville

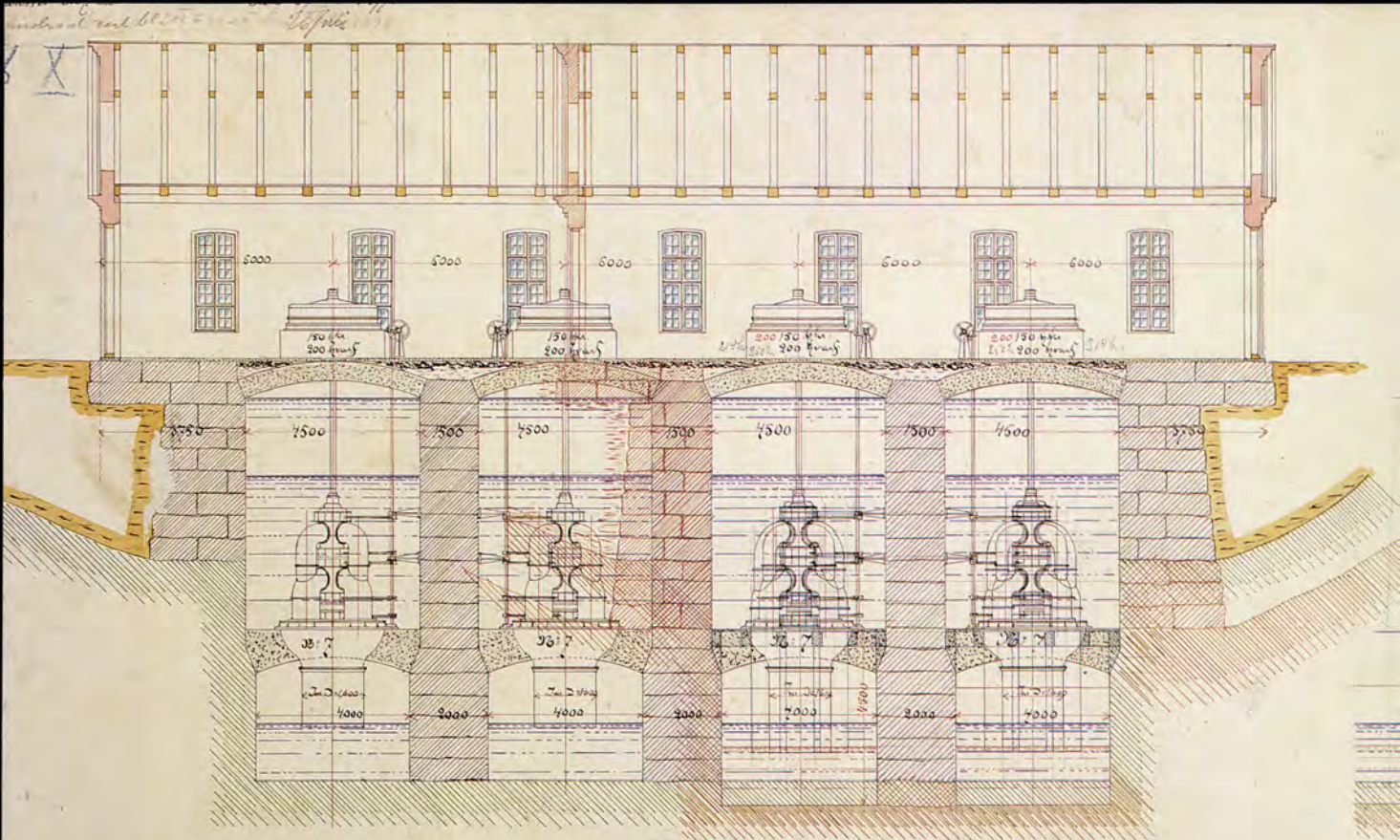
att motorernas ofta starkt varierande drift med åtföljande spänningsförändringar skulle störa lamplyset och i all synnerhet inte det känsliga båglyset i gatubelysningen.

## Med bönhuset som förebild

När vi idag kommer ut till Klabböle Energicentrum så är det i första hand för en sak: den röda lilla stugan på det jättehöga granitfundamentet. Det går inte att komma ifrån att allt annat därute, hur än påkostat och väl det har arrangerats, är kringaktiviteter. Det ska med en gång också sägas att det inte finns någon annan kraftstation som ser ut som den i Klabböle – det är en särling i svenskt kraftverksbyggande. Ingenjörerna Qvist & Gjers brukade i samband med sina uppdrag även tillhandahålla egenhändigt utförda typritningar. Ungefär som när det gällde tidens bankbyggande krävde digniteten på byggnadsuppgiften en byggnad av sten. Runt om i Sverige finns också bevarade ett femtontal ganska snarlika tegelstationer, alla signerade Qvist & Gjers. Det var ett sådant förslag som låg till grund för utbyggandet av Klabböleforsen. Och det är dessa ritningar till en 18 m lång verkstadsliknande byggnad av tegel som brukar figurera i samband med presentationer av Klabböle kraftstation.

Men vad som inte har uppmärksammats är att Qvist & Gjers redan till ett möte i Umeå i december 1896 hade ritat en hela 30 m lång kraftstation för åtta aggregat och 1.200 hk. Att få projektera ett kraftverk i den mäktiga Umeälven sågs säkert som en utmaning för Arbogafirman och som inkörsporten till de verkligt stora jobben i samband med en exploatering av de väldiga norrländska krafttillgångarna. Men för umeborna, som vid denna tiden inte verkar ha haft några som helst industriella ambitioner utan bara behövde billig belysningsström, måste förslaget ha tett sig som ett utslag av gigantomani. I de fortsatta diskussionerna och i de nya ritningsförslagen som presenterades under 1897 och 1898 handlar det också hela tiden om en 18 m lång station för fyra aggregat.





Quist & Gjers förslag från december 1896 till en 30 m lång kraftstation för åtta aggregat om vardera 150 hk i Klabböle. Tekniska museets arkiv, Stockholm.

Men varför blev det inte ens en 18 m lång tegelstation med fyra fönsteraxlar som på ritningarna utan en två meter kortare timrad och rödmålad stuga med bara tre fönster på nedströmsfasaden? Helt säkert vet vi inte eftersom vissa centrala delar saknas i Umeå Energis källmaterial. Men det mest sannolika är ändå att det var av besparingsskäl och för att bättre passa det nedbantade projektet från fyra aggregat till två (med en senare utbyggnad av ytterligare ett). Kraftverksbygget i Klabböle blev som tidigare nämnts mycket dyrare än beräknat. Ett

sätt att spara in på slutet var utan tvekan att avstå från murare och tegel och i stället låta Klabböle byamän timra upp maskinhuset. Av samma ekonomiska skäl avstod man från den sedvanliga traversen och kunde på detta sätt också hålla nere höjden på stationen; faktum är att man inte ens brydde sig om att släthugga granitfundamentet. Den nuvarande trappstegspyramidabla formen är nämligen olämplig ur byggnadsteknisk synpunkt.

Fönstren då, undrar den uppmärksammade betraktaren av den gamla kraftstationen! Så byggde



man inga traditionella rödmålade hus på 1890-talet. Nej, det är sant, men man hade heller aldrig i dessa trakter tidigare uppfört en byggnad med ett så abstrakt, låt oss kalla det övermänskligt innehåll; en arbetsplats förvisso, men knappast en industri av denna världen, för det som producerades i lokalen förblev dolt för alla mänskliga sinnen. Det ligger nära till hands att tänka sig kraftstationen som metafor för en annan byggnadstyp som vid denna tid började uppföras i västerbottensbygderna: bönhuset. Där kraftstationen tronar på sitt överdrivet höga naturstensfundament med nygotiska korspostfönster och torn känns den på något sätt besläktad med det enkla men värdiga bönhuset. För även utledningstornet, som användes för att leda ut ström och överskottsvärme, kom till på sluttampen. Så hade ingenjörerna aldrig tänkt sig; på tegelstationerna drogs ledningarna vanligen direkt ut från väggen.

Att driva liknelsen vidare om ljuset, kraften, renheten är möjligt men knappast givande i detta sammanhang. I stället kan man bara konstatera att kraftstationen med kyrkan som förebild blir ett kärt motiv när arkitekterna på 1910-talet nästan helt tar över formgivningsarbetet.

## Det nya verket

Det nya seklets första år förde bland annat med sig en kraftigt ökad efterfrågan på pappersmassa. I Umeå hade Egil Unander-Scharin som ledare för Ytterstfors Trävaru AB börjat intressera sig för slipmassatillverkning och bolaget hade 1906–1908 uppfört ett större sliperi i Byske norr om Skellefteå. Inom det scharinska bolaget fanns det också tidigt planer på massatillverkning även i Umeå. Tanken var då att ett sådant sliperi skulle utnyttja delar av de betydande skogstillgångar som fanns inom Ume älvs avrinningsområde och som kunde flottas ner till staden.

*Tor Ekholtz bild av nedströmsfasaden på nya verket i Klabböle omkring 1925. Fotot tillhör Umeå Energi AB.*



*Bygget av nya verket med det timrade intagshuset ännu utan panel. Fotot tillhör Kraftverksföreningen i Stockholm.*

För slipmassaproduktionen behövdes dock stora mängder kraft och därför lämnade Unander-Scharin 1907 ett förslag till stadens fäder där han erbjöd sig att köpa stora mängder elkraft till sitt planerade sliperi. Två år senare godkände stadsfullmäktige ett kontrakt om leverans från en utökad anläggning vid Klabböle och samma år började man bygga ett nytt kraftverk där. Detta blev färdigt under 1910 och hade uppförts strax intill det gamla. Staden förfogade nu över två kraftverk med en sammanlagd effekt av ca 3.000 kW. Vid gynnsamma förhållanden kunde dessa tillgodogöra sig 58 kbm/s av älvens vatten.

## Arkitekten Axel R. Bergman

Tillbyggnaden av Klabböle kraftverk förvandlade det gamla "bönhuset" till ett storkraftverk av senaste snitt. Som huvudansvariga fungerade Ingenjör-firma Unander & Jonson i Stockholm men den som hade en väl så viktig del i denna förvandling var arkitekten Axel R. Bergman (1877–1965) som svarade för byggnadens utformning. Bergman har visserligen inte gått till historien som någon av våra

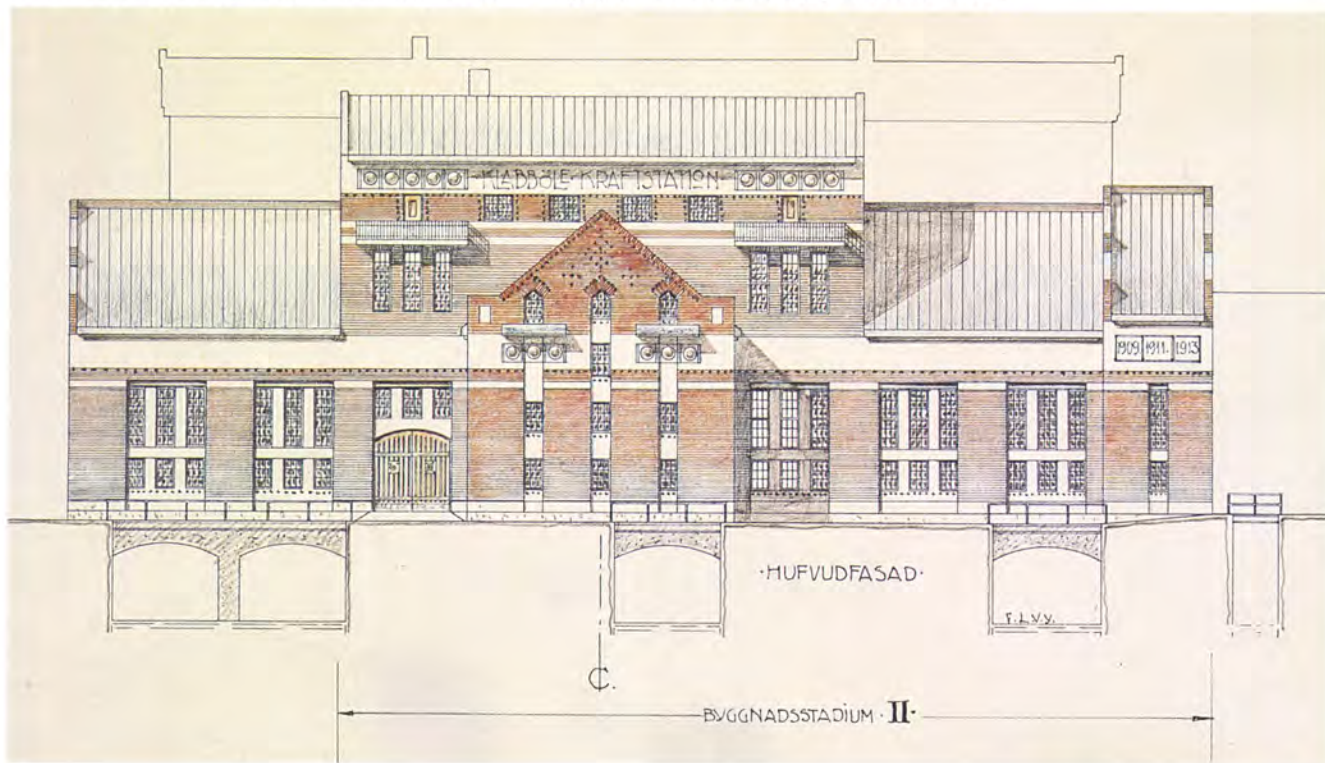
stjärnarkitekter, men om ödet velat annorlunda så kunde hans namn och byggnader nämnts med samma respekt som generationskamraterna Ivar Tengboms och Carl Bergstens.

Bergman hade 1898 antagits till Akademin för de fria konsterna som en av de yngsta arkitekteleverna. Han var verkmästarson och praktiskt skolad som både murare och ritare. När han 1901 utexaminerades från akademien så var det med lovord och penningbidrag i bagaget. Inte minst visade han sig ha en suverän formkänsla och vara en styv tecknare.

Ändå var det som stadsplanarkitekt Bergman slog igenom. Tillsammans med civilingenjören Nils Gellerstedt tog han hem andra respektive första pris i två mycket prestigefyllda internationella stadsplanetävlingar gällande en utvidgning av Göteborg

1901 respektive Helsingborg 1906. Som relativt nyutexaminerad fick han också det ansvarsfulla uppdraget att biträda professor Isak Gustaf Clason med sekelskiftets största byggnadsuppgift, Nordiska museet. Bergman blev föreståndare för det ritkontor som svarade för projekteringen. Och efter att ha kommit hem från en längre studieresa (1904–05) i Europa och Afrika upplevde Bergman några verkligt framgångsrika år som arkitekt. Beställarna avlöste varandra och särskilt givande verkar det fleråriga samarbetet med ingenjörerna Unander & Jonson ha varit. Han hjälpte firman i olika stadsplanefrågor men snart nog även att designa deras många kraftstationer. Det var förmodligen via dessa som han också fick ritningsuppdrag för olika västerbottensindustrier, i Ytterstfors, Sandvik och Robertsfors.

Arkitekten Axel R. Bergmans fasadritning till en fullt utbyggd Klabbölestation (byggnadsstadium III).



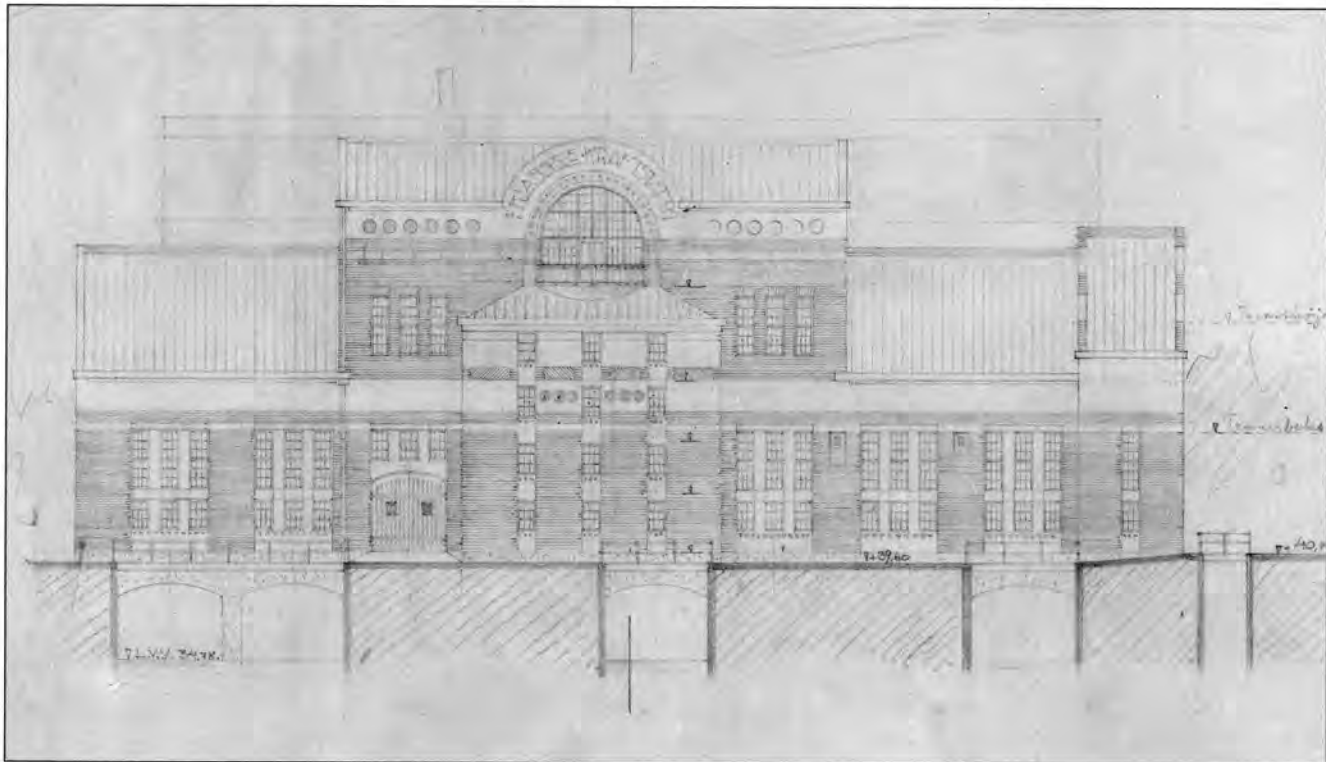
Men Bergmans storhetstid som arkitekt tog slut någonstans mellan 1908 och 1910. En av hans vänner säger att han drabbades av tuberkulos och fick svårt att röra sig och att han med åren blev överdrivet självkritisk. Kanske kände han sig, som vissa andra arkitekter vid den här tiden, träffad av den nationalistiska kritiken mot den experimentella och friskt fabulerande jugendstilen. I alla fall så tog han redan 1908 anställning vid Stockholms stads brandkontor och blev kvar där som värderingsman ända till pensioneringen 1942. Att arkitekter vikarierade eller tog lönsamma halvtidstjänster i form av värderingsuppdrag var förvisso inte ovanligt. Det gjorde till och med en firad arkitekt som Ivar Tengbom, men för Bergmans arkitektgärning skulle det bli förödande. Han fortsatte visserligen att rita i mindre skala

fram till mitten av 20-talet men inget han gjorde senare nådde upp till genombrottsverkens konstnärliga nivå.

## Monumentalt romerska drag

Axel R. Bergman var en passionerad samlare av japanska träsnitt och inte minst ritningar av romerska gamla byggnader och byggnadsdetaljer. Även på akademien tränades han i att överföra de romerska monumentens storvulna formspråk till moderna byggnadsuppdrag. Just romarnas förkärlek till det beständiga och monumentala lockade de nya seklets unga arkitekter. Dessa egenskaper hos en byggnad var också något som sekelskiftets sam-

*Blyertsskiss av Axel R. Bergman till alternativ fasadgestaltning av en fullt utbyggd Klabbölestation (22.000 hk).*

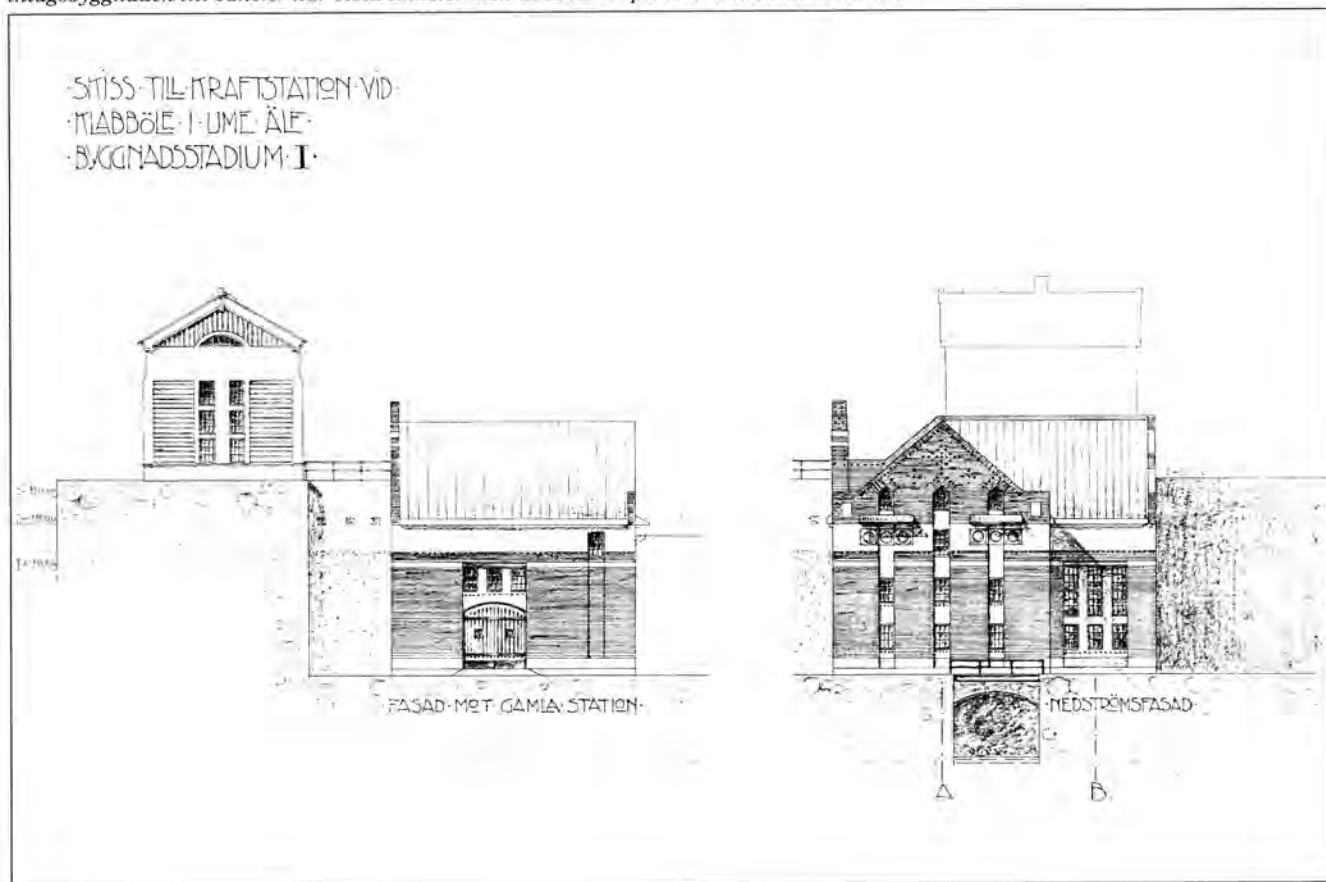


lande arkitektgestalt Isak Gustaf Clason alltid brukade framhäva. Det var Clasons adepter som i granit, stål och betong skulle gestalta 1900-talets nya arkitektur och tampas med stora rum och strukturer i t.ex. vattentorn, broar och kraftverk. Och på samma sätt som de utan tvekan sneglade på romarnas akvedukter i broarkitekturen gav de romerska termerna tacksamma motiv för kraftstationsritandet.

Bergman har lämnat efter sig en hel del skisser och förslagsritningar som rör olika tillbyggnader av Klabböle kraftstation. Skisserna är inte alltid daterade men man kan ana sig till att han periodvis varit

sysselsatt med olika alternativ under större delen av år 1909. In i det sista rådde oklarheter om storleken på den blivande tillbyggnaden beroende på utfallet av diskussionerna om ett eventuellt samgående med Holmsunds AB som ägde den på andra sidan älven liggande Baggböleforsen. Bergman skissade därför på förslag till en utbyggnad i tre olika stadier: 1909, 1911 och 1913. Fördelen med att angripa problemet på detta sättet var att han hela tiden hade kontroll över helheten. Han var beredd att kunna erbjuda en byggnadskropp för en utbyggnad av allt ifrån 3.000 hk ända upp till 22.000 hk.

*Några av Axel R. Bergmans skisser till Klabböle kraftstation, byggnadsstadium 1. Detta är ett tidigt förslag från 21 maj 1909 där intagsbyggnaden till vänster har vissa likheter med 1980-talets postmodernistiska arkitektur.*



De monumentalt romerska dragen framträder allra bäst i två snarlika förslag till en fullt utbyggd station, över 50 m lång och nära 25 m hög (se bilderna s. 34 och 35). Om stationen byggts i detta skick hade det i ett slag blivit Sveriges näst största kraftverk, endast överträffat av vårt första nationalkraftverk som höll på att byggas i Trollhättan.

Hur byggnadens yttre var tänkt är värt några egna rader. Ritningarna visar en verkligt kraftfull och imponerande anläggning med de tre olika byggnadsstadierna elegant sammanvävda. Bottenvåningens höga, luftiga maskinsal tar in dagern genom stora raka fönster och det högsträckta ställverket ger ett nästan skrämmande intryck med sina symmetriskt anlagda isolatorer som skjuter ut kraftledningarna likt luftvärnsbatterier. För att ge liv och variation åt den väldiga tegelbyggnaden har arkitekten delat in tegelytorna med hjälp av vita slätputsade blindingar och även försett fasaden med dekorativa kakelplattor och tidstypiska inskriptioner. I ena förslaget finns också ett par praktiska och omsorgsfullt utformade detaljer: skyddande skärmtak över isolatorer och utgående ledningar liksom servicebalkonger till dessa.

Nu blev det inget storkraftverk i Klabböle. Sedan staden ensam fått driva utbyggnadsplanerna vidare och nöjt sig med det minsta alternativet bearbetade Bergman sina förslagsritningar ytterligare till färdiga byggnadsritningar. Det var framför allt väggpartiet i den övre distributionsvåningen som förändrades och gavs en tydligare ornamentik. Bland annat ritade han runt isolatorerna symboliska energivågor som skulle framställas i relief på keramiska plattor. Med en ornamentik som avspeglade byggnadens innehåll uppnåddes den uttrycksfulla arkitektur som var så typisk för jugendepoken. Den verkliga virtuosen på området var Ferdinand Boberg som inte bara fyllde sina kraftverk och transformatorstationer med stiliserade energivågor och blixtpilar utan t.o.m. naturtrogna generatorer, batterier, glödlampor och ledningar.

Bergman ritade också en separat smal och drygt 10 m hög skyddande träbyggnad över intaget, d.v.s. luckspel och isgrindar. Eftersom den sköt upp ovan-

för kraftverket och annonserade sig hade Bergman gjort något extra av exteriören genom att förse den med lanternin och eleganta snickerier. Enligt ritningarna skulle panelen trätjöras, snickerierna vitfärgas och ett raffinerat emblem med bokstäverna KK (Klabböle kraftstation) målas i orange på grön botten. Det är dock tveksamt om emblemet som skulle lövsågas i trä någonsin blev uppspikat.

## Byggnadsarbetet

Byggandet av Klabböle var ett pionjärarbete. Egentligen var det inte så konstigt att vattenbyggnadskostnaderna därför väsentligt överskred de skisserade ramarna. I brevväxlingen mellan umeborna, representerade av läroverksadjunkten Oskar Lundquist, och firma Qvist & Gjers framkommer också hur man hela tiden oroas för kostnaderna. Man prutar och man förhalar betalningarna.

Direkt ansvarig för anläggningsarbetena var majoren och chefen för övre norra väg- och vattenbyggnadsdistriktet Fridolf Wijnblad (1856–1943). Han kom att avverka hela sin befordringsgång här uppe och utnämndes bara några år efter Klabbölebygget till överdirektör och chef för väg- och vattenbyggnadsstyrelsen i Stockholm. Wijnblad verkar ha lett arbetet på traditionellt järnvägsbyggarmanér med militär organisation och inhyrt folk vilket säkert hade sina problem när det gällde mer vanskliga vattenbyggnadsarbeten.

Kraftverksbygget engagerade många och orsakade som alltid liv och rörelse i bygden. Natursten till ledarmar och turbinsumpar togs från det närbelägna Klabberget där den tinades loss med hjälp av ånga. Den 6 december 1899 kunde Klabböle kraftverk inleda sin produktion av elektrisk kraft för stadens behov.

Uppförandet av "det nya verket", som tillbyggnaden kallades, sköttes med andra erfarenheter än premiärbygget tio år tidigare. För de olika momenten i bygget engagerades olika byggmästare på entreprenad och anläggningen kontrollerades hela tiden av en representant för projektörerna Unander &

Jonson. Vid idrifttagandet den 28 maj 1910 uttryckte man från stadens sida också en betydligt större belåtenhet med kostnadsutveckling och arbetets utförande.

Det nyare verket hade byggts omedelbart intill det gamla från 1899 och båda stationerna utnyttjade samma fallhöjd och huvudvattenvägar. I den nya stationen installerades dock en betydligt större effekt och den fick också ett annorlunda maskinellt utförande med två horisontalaxlade aggregat.

Varje turbin i den nya stationen hade en effekt av 1.850 hk (ca 1.350 kW) och var placerad i en öppen sump (kammare) samt hade fyra löphjul, parvis ordnade i tvillinguppställning. Turbinaxlarna var dragna genom sumparnas nedströmsväggar in till en maskinhall med generatorer samt hjälp- och kontrollutrustning. Utloppsvattnet från turbinerna som tillverkats av Verkstaden, Kristinehamn, leddes från sugrören genom maskinhallens underbyggnad ut till utloppskanalen. Turbinsumparna var helt byggda av armerad betong. De ASEA-tillverkade generatorerna var stora, direktkopplade, öppet ventilerade trefasmaskiner och de matades från en separat turbindriven dynamo.

## Kraftverkets senare öden

Under första världskriget ökade behovet av elkraft i Umeå och de två Klabböleverken blev fullbelastade. En kapacitetsökning var därför nödvändig och denna åstadkoms 1920 genom att ersätta de två ursprungliga turbinerna från 1899 med nya vilket gav ett effekttillskott av några hundra kilowatt.

Till följd av det ytterligare ökande kraftbehovet i Umeåområdet hade efterfrågan på elenergi i början av 1930-talet blivit så stor att kraftverkens kapacitetstak åter hade nåtts. Vattenfall hade 1924–1927 byggt ett större kraftverk i Norrforsen uppströms Klabböle och avtalat med staden om stora kraftleveranser. Norrforsverkets hela effekt blev dock snart intecknad, i all synnerhet sedan man börjat överföra kraft från detta ner mot Ådalen och Indalsälven. En utbyggnad i Klabböle av 1910 års verk med ytterliga-

re 3.100 kW beslutades därför 1931 och året därpå var den genomförd.

Under 1926 tog Vattenfall sin nya kraftstation vid Norrforsen i bruk och elverket behövde inte längre vara beroende av enbart de båda Klabböleverken för sin kraftförsörjning. Dessa kunde därför ställas av under en längre tid 1927 för välbehövliga underhållsarbeten. Det visade sig därvid att det var särskilt illa ställt med det nya verkets turbinsumpar som hade omfattande betongskador. De båda hårt slitna turbinerna byttes samtidigt ut mot nya och modernare.

Vid den kompletterande utbyggnaden 1932 installerades ett liknande aggregat som de två äldre. Den nya KMW-turbinen som monterades i en öppen sump, tillbyggd mot älven, hade en effekt av 4.200 hk (ca 3.100 kW). Erforderlig plats för den nya ASEA-generatorn med effekten 4.400 kVA erhöles i en förlängning av maskinhallen. Maskinen var den första av ASEA:s horisontalaxlade generatorer som utfördes av svetsad plåt och stålgjutgods istället för gjutjärn. Tillbyggnaden projekterades av Svenska Kraftkontoret i Stockholm och utfördes av Skånska Cementgjuteriet.

De båda kraftverken i Klabböle drevs därefter utan några större förändringar fram till den 18 december 1958 då driften inställdes för gott eftersom Stornorrfors kraftverk tagits i drift. Den gamla tanken på en gemensam utbyggnad av alla forsarna i nedersta delen av Ume älv hade därmed förverkligats. Stornorrfors kraftverk ersatte inte bara de två Klabböleverken. Även Baggböle kraftverk på motsatta sidan av älven och Norrfors kraftverk blev överflödiga och lades ner.

Året före denna händelse hade elverksstyrelsen beslutat att 1899 års verk vid Klabböle skulle bevaras för framtiden som ett kraftverksmuseum. Så skedde också och idag kan den sentida besökaren få en god bild av hur ett vattenkraftverk från elkraftens barndom tedde sig. Tyvärr revs däremot 1910 års verk men paradoxalt nog inte i sin helhet. De osköna turbinsumparna av betong står fortfarande kvar som ett intetsägande minne av detta en gång så magnifika verk!



# Finnfors kraftverk

Under 1908 togs kraftverket vid Finnforsen i Skellefteälven i drift. Verket hade byggts ute i ödemarken 30 km från Skellefteå. Med den installerade effekten 3.200 kW var Finnfors kraftverk då landets största norr om Ljungan, en ställning som det behöll till 1915 då Porjus kraftverk i Stora Lule älv togs i drift.

Finnfors kraftverk uppfördes av Skellefteå stad och verket blev det första i en lång rad kraftverk i

Skellefte älv, byggda åren 1906–1989 av staden själv eller i gemensamt bolag med Statens Vattenfallsverk.

I Skellefteå hade tidigare planer på ett ångkraftverk förfallit och staden förvärvade istället 1906 betydande fallrättigheter i Skellefteälven, däribland Finnforsen. Samma år fick staden en förfrågan från Bure AB om man kunde leverera elektrisk kraft med

*Finnfors kraftverk, nedströmsfasaden i maj 1992. Foto: Lasse Brunnström.*



en effekt av 800 hk (ca 600 kW) till en planerad cellulosafabrik vid Örviken ca 15 km sydost om staden. Staden bestämde sig snabbt och redan samma år började man bygga ett kraftverk för 20 meters fallhöjd vid Finnforsen.

Finnfors kraftverk hade ännu inte tagits i drift när staden avtalade om ytterligare en leverans av elektrisk kraft, nu med effekten 2.000 hk (ca 1.500 kW). Denna gång var det Ytterstfors Trävaru AB som planerade att bygga en större slipmassafabrik

*Finnfors kraftstation efter första byggnadsetappens genomförande 1908. Foto i Skellefteå museums arkiv.*



vid Ytterstforsen i Byske ca 30 km norr om staden. Ytterstforsbolaget som 1906 hade träffat ett förmånligt avtal med Domänstyrelsen om leverans av massaved kunde således få sin kraftfråga löst redan året därpå. Fabriken togs i drift 1908 och var då världens nordligaste trämassafabrik.

Vid projekteringen av Finnfors kraftverk avsåg man till att börja med att installera endast tre av fyra planerade maskinaggregat varav ett skulle användas i reserv för de två andra. När emellertid Ytterstforsbolaget uppträdde som kraftköpare redan under byggnadstiden innebar detta att man genast skulle kunna få avsättning även för det fullt utbyggda kraftverkets hela effekt och det fjärde aggregatet monterades därför redan från början. Trots detta var kraftverket fullbelastat vid drifttagningen som skedde den 1 juli 1908.

Redan 1909 önskade Ytterstforsbolaget utöka sitt kraftabonnemang. Dessutom uppträdde en ny kraftköpare, AB Skellefteå trämassafabrik, som bildats 1910 med avsikt att anlägga ett sliperi vid Klemensnäs ca 10 km sydost om Skellefteå. Den oväntade efterfrågan på ytterligare elkraft gjorde att kraftverkets kapacitet redan efter två år blev otillräcklig. En utbyggnad med ytterligare 4.400 kW beslutades därför 1910 sedan man skrivit nya kontrakt med de två slipmassabolagen. I början av 1912 var den andra utbyggnadsetappen avslutad i Finnfors och verket hade då en installerad effekt av 7.600 kW.

## Uppbyggnaden

Kraftstationen byggdes i stadens egen regi under ledning av byggmästaren P. Åström. För de större betongarbetena anlätades dock Nya Aktiebolaget Beton i Stockholm. Cementen hade man emellertid anskaffat själva, från svenska fabriker som på alla sätt försökte slå in en kil mot de tyska och danska tillverkare som dittills dominerat marknaden. Problemet var bara att svensk cement ansågs brinna alldeles för snabbt.

Byggnadsarbetet beskrivs som mycket krävande eftersom det försiggick i en nästan obebyggd trakt på

tre mils avstånd från såväl järnväg som sjöförbindelse och dessutom ca en mil från landsväg. Den 4 augusti 1908 avsynades stationen med Skelleftebladets reporter på plats. I det efterföljande reportaget flödade berömmet. Anläggningen var "vacker och storartad och alla ska ha känt sig rent av förtjusta över den egendomligt vackra platsen". Avsyningsförrättare var sedermera ordföranden i ingenjörsvetenskapsakademien Axel F. Enström.

## Amerikainspirerat verk

Den i Stockholm verksamma konsulterande ingenjörfirman Unander & Jonson fick uppdraget att projektera vattenbyggnader och mekanisk utrustning för Finnfors kraftverk. Den ene av firmans grundare, Fredrik Jonson, hade 1901–1903 gjort en studieresa i USA och där grundligt tillägnat sig framförallt den högtstående vattenbyggnadstekniken.

Jonsons kunskaper kom nu till användning – på gott och ont – när ett efter dåtida förhållanden så stort kraftverk som Finnfors skulle projekteras och byggas under klimatiska förhållanden som svenska vattenbyggare dittills i stort sett saknade erfarenheter av. Vid projekteringen av kraftverket ägnades därför vattenbyggnader och vattenvägar särskild uppmärksamhet. Några av de speciella problem som här mötte både projektör, byggare och driftpersonal var risken för sönderfrysning, iskravning, fastfrysning av rörliga delar i dammöppningar, isgång vid islossning samt våldsamma vårflooder vid snabb snösmältning. Härtill kom att stora mängder flottgods skulle passera varje år samt svårigheten att under vintern utföra byggnads- och underhållsarbeten utomhus.

Vid den starkt förträngda Finnforsen gör älven en krök runt ett bergparti. I övre delen av forsen anlades en regleringsdamm med öppningar för is, flottgods och flodvatten. Med dammen indämdes även ca fem meter av forsens övre del vilket åstadkom en mindre dammsjö. Drivvattnet till kraftverket avleddes inte vid dammen. Istället anlades en

vattenväg rakt över näset vid forskröken ner till kraftstationen vid forsens fot. Ett intag byggdes ca 100 meter till vänster om dammen och från detta fördes vattnet först genom en 90 meter lång bergtunnel med arean 30 kvm fram till en i dagen öppen fördelningsbassäng. I denna fördelades vattnet till fyra ståltuber med en längd av 50 meter vilka ledde vattnet ner till varsin turbin i kraftstationen. För att undvika frysning vintertid täcktes tuberna över med isolerande jordmassor. Eftersom kraftstationen placerades omedelbart intill älven kunde utloppsvattnet från turbinerna ledas direkt ut till älvfåran.

Regleringsdammen i älven försågs med fyra huvudöppningar eller utskov, skilda åt av tre mellanelare. Öppningen närmast södra stranden stängdes av med traditionella fasta gåtar och smala spettluckor. De övriga öppningarna utrustades med luckor som i öppet läge skulle kunna lämna hela utskovet fritt så att flott- och vrakgods samt is obehindrat skulle kunna passera dammen.

Till den andra och fjärde öppningen med en bredd av 20,5 meter vardera valdes avstängning med staffiluckor (Chanoineluckor), en lucktyp som här troligtvis användes för första gången i landet. Staffli-



*Finnforsdammen år 1936. Dammöppningarna är från vänster till höger avstängda med spettluckor, staffiluckor, Bear-trapluckan samt staffiluckor. Foto i Skellefteå museums arkiv.*

luckan har fått sitt namn av att den i stängt läge påminner om ett målarstativ.

I den tredje öppningen med 15,2 meters bredd monterades en stor lucka av en typ som kallades för



*Reparation av Bear-trapluckan på isen. Foto i Skellefteå museums arkiv.*

Bear-trap. Den har aldrig fått något svenskt namn (på tyska kallades den för Bärenfalle- eller Dachwehr) men den var mycket populär i USA under 1800-talet där den för första gången byggdes 1819. Flera misslyckade försök gjordes att introducera den i Europa. I Sverige har den såvitt känt är endast använts vid Finnfors kraftverk. Det egendomliga namnet Bear-trap (björnfälla) påstås ha uppkommit då den första luckan byggdes 1819. För att avspisa nyfikna åskådare upplästes dessa om att man byggde en björnfälla! Bear-trapluckan utmärkte sig teoretiskt för en stor enkelhet men i praktiken visade den sig tämligen opålitlig särskilt om den skulle stängas vid hög vattenföring.

Valet av Bear-trap- och staffiluckorna vid Finnfors får tillskrivas Fredrik Jonson som under sin USA-resa tagit starka intryck av dessa. Intresset för dem svalnade dock efter Finnfors vilket berodde på att de var dyrbara och tungarbetade och särskilt beträffande Bear-trapluckan även saknade tillförlitlig funktion. Vid projektering av efterföljande kraftverk ersattes därför lucktyperna av antingen fasta skibord, valsdammar eller stora planluckor (Stoneyluckor). Under 1920- och 30-talen introducerades sektor- och segmentluckorna vilka numera så gott som uteslutande används i de större vattendragen.

Över dammen byggdes även en vägbro med fyra spann vilka vilade på dammens mellanpelare. Spannen utfördes som fritt upplagda balkar med andra och fjärde spannet utformade som stående parabelfackverk och de övriga som plåtbalkar. Dammen ersattes i sin helhet 1955 av en ny damm med tre segmentluckor och en sektorlucka för flottningen.

## Maskinerna

Den maskintekniska utvecklingen hade gått mycket snabbt sedan det trefasiga växelströmssystemet introducerats 1893 och gjort det möjligt att överföra elektrisk kraft långa sträckor. Under slutet av 1800-talet hade kraftverkens maskinaggregat monterats med vertikal axel. När kraven växte på större effekter och högre varvtal tvingades man gå över till

horisontalaxlade aggregat vilket skedde vid sekelskiftet. Varvtalshöjande åtgärder kunde nu enkelt ske genom att flera löphjul monterades på samma axel samtidigt som lagringen av de allt tyngre roterande delarna underlättades.

Vid fallhöjder över 10–15 meter är det av byggnadstekniska skäl olämpligt att ha turbinerna uppställda i öppna sumpar och man går då över till trycksumpar eller tryckskåp. Vid måttliga fallhöjder (10–30 meter) började man strax efter sekelskiftet montera två- eller flerhjuliga turbiner i horisontella cylindriska tryckskåp av plåt med hela turbinen uppställd inne i skåpet. Det cylindriska tryckskåpet användes av allt att döma för första gången i Sverige år 1900 i Ludvika kraftverk i Kolbäcksån.

Maskineffekterna steg snabbt efter sekelskiftet och vid tiden för projekteringen av Finnfors kraftverk fanns sedan 1903 landets största turbin med en effekt av 2.000 hk (ca 1.500 kW) i Brattfors kraftverk i Svartälven.

Även på generatorsidan hade utvecklingen av de trefasiga växelströmgeneratorerna gått snabbt, i all synnerhet sedan man strax före sekelskiftet insett att vid ökande effekter borde dessa tas ut ur statorn och inte som tidigare ur rotern. Även utvecklingen mot att använda högre generatorspänningar hade gått snabbt. Den kulminerade redan 1903 då man i Brattfors installerade maskiner med den extremt höga spänningen 20.000 volt, en spänning som inte ens idag gärna används.

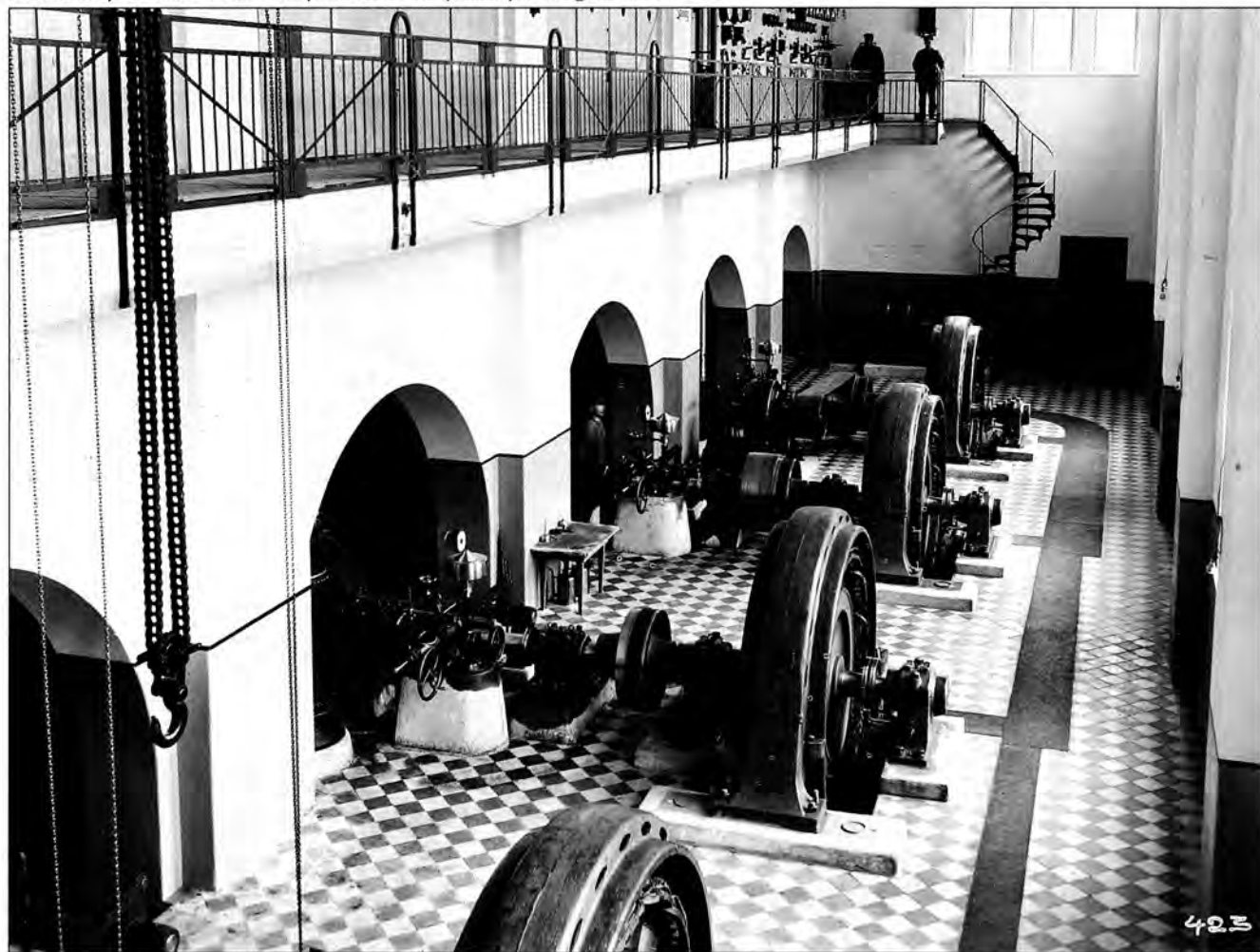
Vattenbyggnader, turbiner och generatorer är normalt de delar av ett kraftverk som är lättillgängliga, även för utomstående. Dessa får då också ofta oförtjänt stor uppmärksamhet, mycket tack vare sin inneboende dynamik. I ett kraftverk är det dock en viktig process som ofta sker i det fördolda, den elektriska strömmens hantering mellan generator och utgående kraftlinje. Här finns anordningar för övervakning, manövrering, larm, transformering samt skydd mot inre och yttre störningar. Utvecklingen inom området skall här bara beröras i ett avseende, det öppna cellställverket. Detta hade tvingats fram av säkerhetsskäl för att skydda både personal och anläggningar när strömmar och spänningar börjat

bli stora och linjenäten omfattande. I cellställverket skilde man högspänningsdelarnas faser åt genom uppdelning och med tunna väggar emellan vilket minskade risken för beröring och överslag. Det första cellställverket i landet byggdes 1906 vid Dejefors kraftverk i Klarälven.

Den ursprungliga maskinella utrustningen i Finnfors fördelades på fyra lika stora kraftagregat.

Både turbiner, generatorer, högspänningsutrustning och hjälputrustning utformades under intryck av bland annat de tekniska landvinningar som redovisats här. Den mekaniska och elektriska utrustningen visade sig bli en utmärkt förening av det bästa som tekniken då kunde erbjuda. Detta bekräftas inte minst av att när staten något senare projekterade sitt tio gånger större kraftverk vid Trollhät-

*Maskinhallen i den äldsta delen av Finnfors kraftverk med generatorerna från 1908 samt regulatorerna. Turbinerna står i valven till vänster. Upp på balkongen syns t.v. transformatorcellerna och därefter den stora manövertavlan. Denna byggnadsdel fungerar numera som kraftverksmuseum. Foto före 1910 i Kraftverksföreningens arkiv.*



tan i Göta älv, fick detta en allmän utformning som var så gott som identisk med Finnfors kraftverk. Under tiden fram till 1920-talet byggdes sedan åtskilliga kraftverk efter samma principer, bland andra Finnfors egen tillbyggnad 1910–1912.

Turbinerna i Finnfors utfördes som tvillingturbiner av francistyp, monterade i cylindriska, nitade plåtskåp. Varje turbin kunde avge en maximal effekt av 1.150 hk (ca 850 kW). Turbinregleringen skedde med pendelregulatorer som drevs från turbinaxlarna. Pendlarna arbetade i ett hydrauliskt servosystem som med olja från en gemensam tryckpump påverkade turbinernas ledskenor via kraftiga hydraulcylindrar.

Turbinutrustningen köptes från Ingenjörsfirma Fritz Egnell i Stockholm som var återförsäljare för turbintillverkaren Brevvens Bruk i sydöstra Närke. Detta torde ha förvånat många tekniker i kraftindustrin eftersom Brevvens varken förr eller senare tillverkat så stora turbiner. Egnells lämnade dock lägsta pris vid offertgivningen.

För den elektriska utrustningen lämnades lägsta offerten av Luth & Roséns Elektriska AB i Stockholm. Företaget tillverkade elektriska maskiner på licens från Siemens-Schuckert Werke i Tyskland och var även återförsäljare i Sverige för SSW:s produkter. Generatorerna utfördes som direkt till generatorerna kopplade, öppet ventilerade, stålagrade maskiner av konventionell typ. De var byggda för effekten 800 kW och spänningen 2.200 volt. All övrig elektrisk utrustning i Finnfors var av SSW:s tillverkning.

Kraftverkets kontrollutrustning placerades på vedertaget sätt inne i maskinhallen på en balkong över turbinerna och med överblick över generatorer och regulatorer. Utrustningen var översködligt monterad på stora isolerande tavlor av ljus marmor. Även transformatorerna som tog upp generatorernas spänning till linjespänningen 33.000 volt ställdes upp på balkongen i brandsäkra celler med järndörrar. Bakom transformatorerna och kontrollpanelen installerades ställverkets säkerhetsapparater och på 33.000-voltsidan placerades utrustningen i öppna celler. De smala cellväggarna murades upp



*Kraftstationens magnifika manövertavla av marmor med visarinstrument och armatur av mässing. Foto: Bengt Spade 1992.*

med frazzitegel på en stomme av profiljárn. Dåtídens transformatorer var alltid uppstállda inomhus och större transformatorer hade oljan vattenkyld. Av rädsla för sönderfrysning vintertid vågade man inte kyla Finnfors' transformatorer med vatten. Transformatorcellerna försågs ístället med separat ventilation (luftkylning) vilken dock stundom visade sig otíllräcklig varma sommandagar.

Vid tiden för Finnfors kraftverks projektering hade man ännu inte riktigt funnit den lämpligaste formen för hur generatorernas magnetiseringsmaskiner skulle arrangeras. Vanligen lät man magnetiseringsdynamon drivas av en särskild turbin och fick således ett separat aggregat. I Finnfors var man emellertid rädd för att den lilla turbinens vattenvägar skulle frysa under sträng kyla. Istället försågs verket med ett omformaraggregat bestående av en likströmsdynamo och en trefasmotor som av praktiska skäl hade samma driftspänning som kraftgeneratorerna. Som reserv för omformaren installerades

dels ett ackumulatorbatteri, dels en dynamo som kunde drivas med rem från endera av två kraftturbiner. Arrangemanget är intressant eftersom det förbådar det kommande systemet med magnetiseringsdynamon direkt kopplad till varje kraftaggregat.

Vid tillbyggnaden som skedde 1910–1912 tillkom ett aggregat som hade samma utformning som de äldre men var betydligt större. Från fördelningsbasängen lades en ny grov ståltub ner till den nya turbinen som placerades i en tillbyggnad mot norr. Turbinen tillverkades av Verkstaden, Kristinehamn (KMW) och utvecklade 5.500 hk (ca 4.000 kW). Direkt till turbinen kopplades en trefasgenerator med effekten 5.500 kVA och spänningen 2.200 volt. Den här gången vågade man installera en turbindriven magnetiseringsmaskin. Turbinen till denna fick sitt drivvatten genom en kort tub från ett påstick till den nya kraftturbinens tub.

## Utformningen av en kraftstation

Liksom vid 1909 års tillbyggnad i Klabböle kopplade Unander & Jonson in stockholmsarkitekten Axel R. Bergman för att formge kraftstationen i Finnfors. Större och mer påkostade anläggningar började nu byggas runt om i landet. Nästan varje nytt kraftverk som byggdes överträffade kapacitetsmässigt de föregående. I takt med att byggnadskropparna blev allt större och mer komplicerade till sitt innehåll blev det också allt vanligare att den estetiska utformningen anförtroddes åt arkitekter i stället för som tidigare åt konstruktörer och ingenjörer. Därmed tog utvecklingen på byggnadssidan ett rejält kliv framåt. Som en helt ny byggnadstyp blev kraftstationen mer än de flesta andra utsatt för formexperimenterande. Och det är just under perioden 1905–1910 som denna utveckling nådde sitt klimax, som kraftstationerna fick sina mest intressanta och nyskapande former. De blev nu individer och det ena kraftverket liknade sällan det andra.

Axel R. Bergman var en av de arkitekter som flitigast deltog i utvecklingsarbetet. Från 1905 till omkring 1920 ritade han ett 15-tal vattenkraftverk

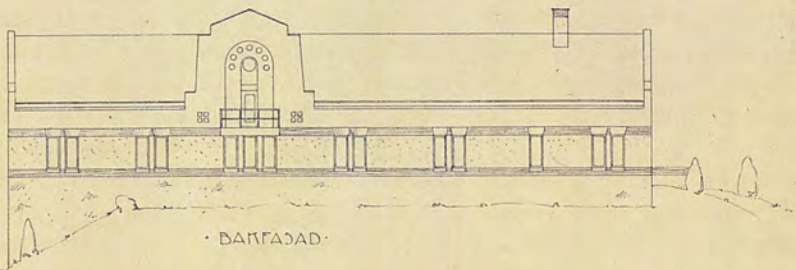
och ett tiotal transformatorstationer, från Småland i söder till Västerbotten i norr. Vål färdig med ritningarna till en kraftstation vid Håveruds bruk nere i Dalsland fick Bergman i början av år 1907 uppdraget att mer eller mindre parallellt rita två nya storstationer. Den ena var Gullspång nere vid Vänern som han ritade tillsammans med den blivande konsultjätten VBB, den andra således Finnfors tillsammans med Unander & Jonson. Båda stationerna är utformade i Bergmans karakteristiska wienjugendstil med Gullspång som den mer radikala och Finnfors som den något mer raffinerade. Men Gullspång är riven sedan flera år och av samtliga de kraftstationer som Bergman ritat är det Finnfors som idag är den bäst bevarade. Det finns därför anledning att studera utformningen av denna station lite närmare.

Det var i augusti 1906 som byggherrens brevväxling med "herrar Unander & Jonson" inleddes för att utröna vilka arbeten som firman dels utfört, dels kontrollerat. Varför just denna firma kontaktades och inte andra mer kända vattenbyggnadskonsulter som exempelvis Qvist & Gjers eller VBB kan man bara spekulera kring. Men säkert betydde det en hel del att en av delägarna, ingenjören Hjalmar Unander, var bror till den störste kraftköparen Egil Unander-Scharin, ägare till AB Skellefteå Trämassefabrik och Ytterstfors Trävaru AB.

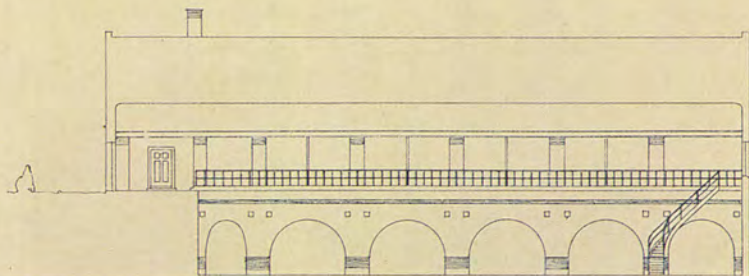
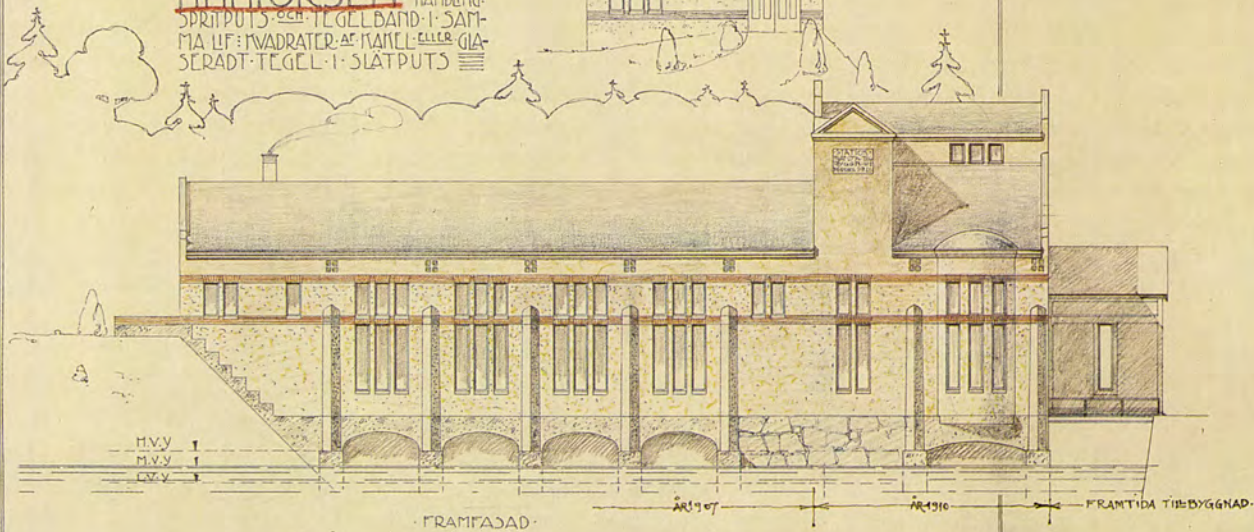
Vad man kan förstå av korrespondensen i Skellefteå Krafts arkiv kom firma Unander & Jonson att fungera som det blivande kraftbolagets förlängda arm och hjälpte till med det mesta. Förutom själva vattenbyggnadsprojekteringen svarade man bl.a. för sammanställningar och utvärderingar av inkomna anbud. Likaså tillhandahöll man arkitekttjänsterna, även om beställarna ibland kunde tveka om nödvändigheten av att koppla in ytterligare konsulter: "Beklagar att arkitekt ej skall användas, och skola vi försöka att göra förslaget något så när skap-

*Fasadritning över Finnfors kraftstation utförd av arkitekten Axel R. Bergman.*





ESKISS: TIL SKE  
 LEFTE A · STADS-  
 KRAFTSTATION · VID  
 FINNFÖRSEN: FASADBE-  
 HÄNDLING: SPRITPUTS OCH  
 TEGELBAND I SAM-  
 MA LF: KVADRATER AF KANEL-  
 ELLER GLASERADT-  
 TEGEL I SLÄTPUTS



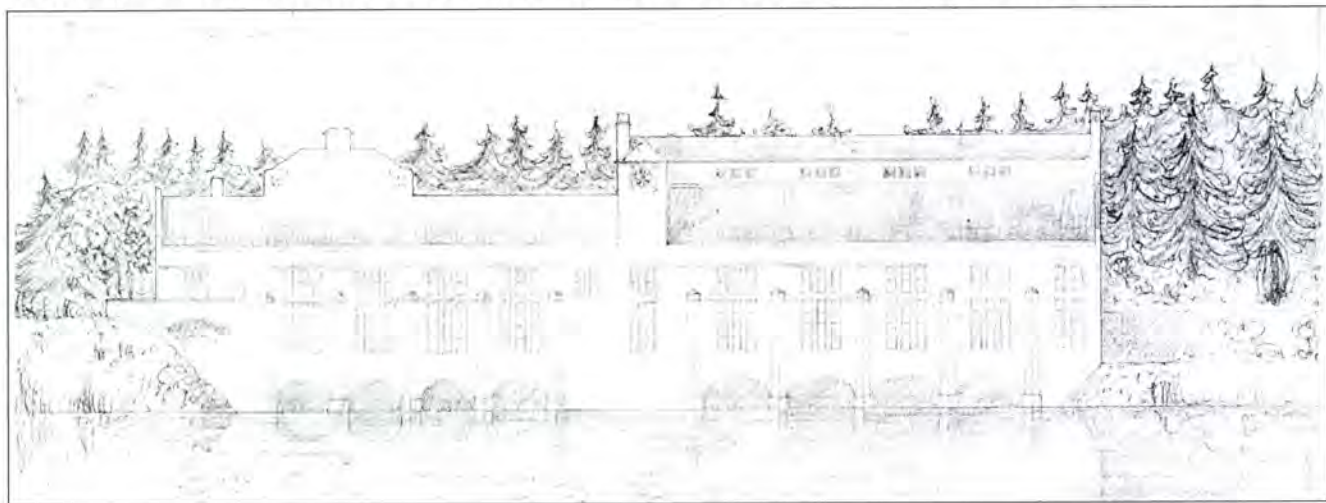
ligt, ehuru väg- och vattenbyggare icke äro kända för att hafva någon vidare arkitektsmak". (Fredrik Jonson till Alarik Dahlqvist 1.2.1907.) Men tydligen ändrade sig skellefteborna på den punkten för bara 18 dagar senare signerade Axel R. Bergman de första arkitekturritningarna.

Som alltid när det gällde utformningen av en kraftstation så begränsades de arkitektoniska insatserna framför allt till fasader och olika detaljlösningar. Layouten (som var den för tiden gängse benämningen) av maskinaggregaten satte sina begränsningar när det gällde rummets mått och disposition. En vanlig inställning bland beställarna, men faktiskt inte bland ingenjörerna, var att betrakta arkitekten som umbärlig i kraftverkssammanhang. Fackfolket, likt Fredrik Jonson, insåg i regel sin begränsning. De betraktade det visserligen som arkitektens uppgift att finna den för ögats undfägnande slutliga finishen på byggnaden. Men de var samtidigt införstådda med att fasadgestaltning är så mycket mer än att smycka och välja material. Byggnadens tak, väggar, fönster och dörrar kan utformas och grupperas så att de ger uttryck för helt olika

volymgestaltningar. Med andra ord, en kraftstation i början av 1900-talet kan se ut som ett bönhus, men lika gärna som en borg eller ett slott. Men det kan också, som i Bergmans och några andra arkitekters fall, fullkomna bilden av just ett vattenkraftverk.

Till skillnad mot ingenjörskonsulterna som mer eller mindre varit inkopplade under ett halvt års tid fick Bergman nu ett par veckor på sig att försöka hitta helhetsgreppet på Finnfors kraftstation. Att döma av presentationsskisserna lyckades han med detta, åtminstone när det gällde den ur formgivningssynpunkt så tacksamma nedströmsfasaden. Denna kom nu att domineras av en serie mycket höga och smala fönster grupperade tre och tre vid varje maskinaggregat. Förutom att man lätt kan avläsa kraftstationens bestyckning avslöjar de majestätiska fönsterpartierna också digniteten på maskinerna. De sekundära utrymmena för instrumentering, överföring och underhåll, som också krävde lägre takhöjd, försågs med betydligt mindre fönsteröppningar. De vackert avrundade kontreforterna (stödpelarna) mellan varje fönsterparti förstärker bilden av ett vattenkraftverk. De finns där som yttre

*Axel R. Bergmans förslag till dubblering av Finnforsverket. (Originalritningen förvaras i Skellefteå Kraft AB:s arkiv, Skellefteå.*



murförstärkningar till de inre traverspelarna men är snarare en symbolisk markering, en motkraft till de framrusande vattenmassorna.

Alla fasader fick en livfull behandling genom olika strukturförändringar i muren. Grundmurarnas grova ytor övergår i bottenvåningens spritputs och högre upp i övervåningens fina slätputs. Insprängda, som dekorativa övergångar löper två horisontella tegelfriser. Gavlarnas väggar höjer sig ovanför sadeltaket och bildar dekorativa skärmfasader, ett vanligt motiv i kraftverksarkitekturen. Från uppströmsfasaden reser sig också en sirligt utformad ställverksvägg med tillhörande balkong och ledningsutgångar. Den senare ersattes dock av ett sidotorn när ritningarna lades fast den 10 september 1907.

Ornamentiken är kanske inte lika väl genomarbetad i Finnfors som i Klabböle II. "Kvadrater af kakel eller glaseradt tegel i slätputs" står det visserligen präntat på den sirliga kritfärglagda skissen. Men dessa bortrationaliserades i samband med bygget. Däremot utfördes enligt Bergmans detaljritningar ett elegant räcke i fyrkantjärn längs hela instrumentbalkongen och den monomaniskt upprepade stående rektangelornamentiken på dörrarna. Allt är inspirerat av den centraleuropeiska jugendarkitektur som Bergman kommit i kontakt med på sina studieresor och via de många tyska och österrikiska arkitekturtidskrifter som han sparade på. Likadant är det med sättet att texta och signera, både på ritningar och på husväggar.

Bergman svarade även för ritningarna till den förlängning av byggnaden som ägde rum i samband med att ytterligare ett aggregat installerades 1911. Detta femte aggregat var betydligt kraftfullare och mer platskrävande än de tidigare. Två alternativ stod tills bud: att bredda tillbyggnaden eller att hålla fasadlivet intakt och förse det med burspråk. Bergman skissar på båda alternativen men valde att lösa utrymmesfrågan med ett elegant halvcirkelformat burspråk. Bland hans bevarade skisser finns även några blad som visar en dubblering av stationens storlek. Innan beslutet togs om det stora femte aggregatet lekte man nämligen med tanken att pre-

cis som i Trollhättans nybyggda nationalkraftverk komplettera anläggningen med lika många mindre maskiner av äldre modell (se bild föregående sida).

## Storavanregleringen

Under de följande 20 åren fortsatte framförallt industrins elkraftbehov att öka inom elverkets distributionsområde. Eftersom Finnfors kapacitet utnyttjats redan från början tvingades staden söka sig andra vägar för att öka kraftproduktionen.

Ett generellt problem som begränsade kraftproduktionen i Skellefteälven och även i övriga norrländska älvar var den ojämna vattenföringen med en ofta mycket blygsam avrinning till vattendragen vintertid. Eftersom vinternederbörden till följd av det stränga klimatet föll som snö kunde denna av naturliga skäl inte tillgodogöras i kraftverken under vintern då kraftbehovet var som störst. Älvens vattenföring sjönk därför vintertid till mycket låga värden för att dramatiskt öka under snösmältningen. Under perioden 1910–1933 var vattenföringen vid Finnfors som lägst 18 kbm/s vid ett tillfälle 1917. Under perioden var genomsnittet för de lägsta årsvärdena 27 kbm/s att jämföras med älvens medelvattenföring som är 159 kbm/s. Vidare var medelvattenföringen under de sex vintermånaderna november–april inte mer än 68 kbm/s och under mars månad endast 43 kbm/s. Eftersom Finnfors redan 1912 var utbyggt för maximalt 60 kbm/s innebar detta att verkets fulleffekt ibland inte kunde utnyttjas när den som bäst behövdes. Vid 18 kbm/s torde effekten exempelvis ha gått ner till ca 2.000 kW att jämföras med den installerade 7.600 kW.

Tidigt hade tanken uppkommit att använda de stora sjöarna Storavan och Uddjaur i älvens avrinningsområde som utjämningsmagasin. Man började därför redan 1921 undersöka möjligheten av att ackumulera vatten i Storavan från flödesrika perioder för att ge tillskott under lågvattentider.

Att genomföra en vattenreglering i större sjöar är normalt ett företag som tar mycket lång tid eftersom alla intressen måste tillgodoses, något som bekrä-

tades även i Storavan. Inte förrän efter 17 år fick man vattendomstolens tillstånd till den begärda regleringen. En stor regleringsdamm hade börjat anläggas 1934 vid sjöns utlopp vid Bergnäs och två år senare var den färdig.

## 1934–35 års utbyggnad

Maskineriet i Finnfors kraftverk hade i början av 1930-talet blivit slitet efter att ha varit så gott som fullbelastat i över 20 år. Istället för att riva ut detta beslöt staden 1933 att bygga en ny kraftstation med effekten 10.000 kW bredvid den gamla samt att låta denna få stå som reserv. Arbetet sattes igång 1934 och var slutfört året därpå.

Vid tiden för tillbyggnaden hade maskintekniken utvecklats avsevärt och börjat nå optimala former. Nu installerades blott ett aggregat med ett turbinlöphjul, men med effekten 13.600 hk (10.000 kW).

Med ett löphjul alstrades således en effekt som med 35 % överskred vad som åstadkommits 25 år tidigare med tio löphjul! Vid provning av turbinen visade den sig dessutom ha en bästa verkningsgrad av inte mindre än 92,7 %.

Den nya stationen fick en egen vattenväg som byggdes bredvid den gamla. Istället för en öppen fördelningsbassäng utfördes nu ett övertäckt cylindriskt svallschakt av betong, delvis nedgrävt till skydd mot frysning. Tilloppstuben av stål med den stora diametern 6,0 meter fylldes över även denna gång. Maskinaggregatet fick i takt med tiden vertikal uppställning (som man faktiskt en gång började med, t.ex. i Klabböle) och turbinen av francistyp tillfördes drivvattnet från en omgärdande plåt-snäcka som gjutits in i betong. Generatorn monterades ovanpå en inverterad betongkon som avlastades mot turbinens staging. Av byggnadstekniska skäl fick maskinhallens golv inte samma nivå som generatorns, det lades istället strax över turbinsnäckan. Arrangemanget är ovanligt och för betraktaren som



*Tillbyggnaden 1934 med gamla byggnaden i bakgrunden. Foto i Kraftverksföreningens arkiv i Stockholm.*

kommer in i maskinhallen ter sig generatorn som ett majestät uppe på sin tron.

Projekteringen för den nya stationen hade gjorts av Vattenbyggnadsbyrån (VBB) i Stockholm. Unander & Jonson hade dock redan 1924 föreslagit två alternativ för en utbyggnad med en 10.000 hk turbin. Det ena av dessa är intressant såtillvida att det avser en enhjuling vertikal francisturbin placerad i ett schakt som sprängts ur berget uppe vid intagsdammen. Det radikala förslaget har stora likheter med det påbörjade men 1921 avbrutna Harsprånget-projektet samt den 1924 beslutade utbyggnaden av Norrfors kraftverk.

Maskinhuset till detta sjätte aggregat i Finnfors ritades med all sannolikhet av arkitekten Osvald Almquist i samarbete med VBB:s ingenjörer. Även om det i både färg och form mycket väl ansluter till det gamla verket utgör det ingen direkt fortsättning på det Bergmanska formspråket. Den asketiska och från ornament renrakade byggnaden ansluter i stället till den "funkisstil" som Almquist utvecklar i början av 30-talet efter sina uppmärksammade kraftverksinsatser i Hammarfors och Krångfors (se vidare under Krångfors kraftverk).

## Lättöverskådligt kraftverksmuseum

Finnfors gamla kraftverk har idag ett stort kulturhistoriskt värde mycket tack vare att den äldsta delen under sin långa livslängd är så lite berörd av förändringar. Kraftverket illustrerar dessutom med alla sina till- och utbyggnader på ett utmärkt sätt den tekniska och arkitektoniska utvecklingen inom branschen.

Efterkrigstidens goda konjunkturer med en stor efterfrågan på elkraft förde bland annat med sig att



*Finnfors kraftverk år 1936. T.h. syns intagshuset, även de ritade av Axel. R. Bergman. Foto i Kraftverksföreningens arkiv.*

ett nytt kraftverk byggdes 1955 vid Finnforsen. Till skillnad från det äldre verket placerades det nya uppe vid regleringsdammen och det fick en effekt av 20.000 kW, 1979 utökad med ytterligare 21.000 kW. När det nya kraftverket blivit färdigt kunde driften läggas ner 1955 vid de två äldsta delarna från 1908 och 1912. Kraftstationen från 1935 behölls dock och är fortfarande i drift.

Redan vid nedläggningen av det gamla kraftverket vid Finnfors för snart 40 år sedan insåg den framsynta kraftverksstyrelsen att framförallt 1908 års verk hade ett sådant kulturhistoriskt värde att det borde bevaras för framtiden. Med Finnfors gamla kraftverk har man nu gjort ett lättöverskådligt och välhållt museum av ett av de äldsta kraftverken i den svenska kraftindustrins historia. Tyvärr har dock den ursprungliga mycket intressanta regleringsdammen i sin helhet ersatts av en ny damm.

# Norrfors kraftverk

I Ume älv bildas forsar med en sammanlagd fallhöjd av 75 meter på en sträcka av 13 km i älvens nedre lopp. Stridast av dessa är Norrforsen och Klabbölforsen/Baggbölforsen vilket också tidigt ledde till att de blev föremål för kraftintressen. I andra avsnitt har utbyggnaden av Klabbölforsen/Baggbölforsen beskrivits. Norr- och Sörforsarna hade sedan sekelskiftet föreslagits till kraftutbyggnad av ett särskilt bolag, AB Umeå Vattenfall. Bolaget erhöll också tillstånd till olika projekt men lyckades aldrig genomföra något av dessa.

Sedan staten blivit ägare till Norr- och Sörforsarna ställdes dessa 1917 under Kungliga Vattenfallsstyrelsens (Vattenfall) förvaltning. Under intryck av den uppskruvade krigskonjunkturen lade Vattenfall omgående fram fyra huvudförslag till forsarnas utbyggnad. Innan man bestämde sig för något av alternativen hann dock världskriget ta slut och högkonjunkturen som varat några år byttes snart i fredsdepressionen. Utbyggnadsplanerna i Ume älv fick därför vila tills vidare, bland annat till följd av de olyckliga erfarenheter Vattenfall gjorde i Harsprånget i Stora Lule älv. Där hade man påverkats av de goda åren och projekterat och 1919 börjat bygga ett mycket stort kraftverk. Under den starka depressionen beslöt dock statsmakterna 1921 att ställa in alla arbeten vid Harsprånget.

Sedan konjunkturen förbättrats strax före 1920-talets mitt med bland annat en ökad efterfrågan på slipmassa, önskade AB Scharins Söner kraftigt öka sin produktion i Umeå. Scharins kraftleverantör, Umeå Stads Elektricitetsverk som inte själva kunde producera den önskade effekten, skrev därför kontrakt 1924 med Vattenfall om leverans av en elektrisk effekt om 7.500 kW från ett kraftverk vid Norrfors. Vattenfall som var väl förberett tog snabbt fram ett alternativ med ett kraftverk för 12.000 kW och byggnadsarbetena kunde börja redan

våren 1924. Därmed kunde Scharins genomföra en sedan länge önskad produktionshöjning, Elektricitetsverket behövde inte riskera att förlora sin bästa kund och Vattenfall kunde realisera sina utbyggnadsplaner i Ume älv.

Under sommaren och hösten 1924 hade emellertid Vattenfall varit så framgångsrikt i sina avtal om kraftleveranser från det planerade verket att effekten 12.000 kW blivit fulltecknad. En begäran om att öka verkets effekt till 15.000 kW och om ett högre byggnadsanslag bifölls av riksdagen året därpå. Norrfors kraftverk togs slutligen i drift under 1927.

Det nytänkande som hade karakteriserat Vattenfalls tidigare anläggningar fortsatte i Norrfors med flera mycket avancerade konstruktioner. Men Norrfors kraftverk har inte fått berättigad uppmärksamhet varken i samtida eller efterföljande beskrivningar. Tillkomsten av Stornorrfors kraftverk innebar dessutom att Norrfors kraftverk måste läggas ner. Sedan maskineriet tagits ut och sålts till Norge samt anläggningen i viss utsträckning raserats, överdämdes och dränktes dammar och stationsbyggnad 1958 av de nya Stornorrfordammarna.

## Långaxelstation à la Niagara

Det utbyggnadsförslag som man till sist bestämde sig för vid Norrfors kraftverk innebar att en regleringsdamm anlades i älvens huvudfåra vid Norrforsens nacke och med högra landfästet mot Tvärön. Tvärön var en ö som omslöt av älvens huvudfåra till vänster och en sidofåra – Tvärån – till höger. Sidofå-

*forts. sidan 57*

*Lastningsarbete (handlastning i skopor) i tunneln från sänke 1 vid bygget av Norrfors kraftverk. Foto: Tor Ekholtz 12 juli 1926.*





*Ovan: panorama över kraftverksbygget i Norrfors, sett från Tvärön. I bakgrunden Sörfors by. Foto: Tor Ekholtz 6 april 1925.*

*T.h.: samma vy som ovan innan arbetena påbörjades. Foto: Tor Ekholtz 1924.*



*T.v.: Betongförstärkningsarbeten i skölpartiet, sänke 3. Foto: Tor Ekholtz 25 september 1926.*





6.4.1925





Ovan: Gruppbild av Norrforsbyggets tjänstemän framför verkmästarebostaden, f.d. Wännmanska gården. Nedan t.h.: transport av bergmassor med motorvagn i tunneln från sänke 2. Nedan t.v.: Handlastning av bergmassor i tunneln från sänke 1. Samtliga foton: Tor Ekholtz 1926.



ran utnyttjades för att leda drivvattnet till kraftstationens vattenintag vilket placerades i Tvärån vid öns sydöstra del. Vid intaget uppfördes en damm som dels hindrade vattnet i dess fortsatta färd genom Tvärån, dels förde drivvattnet vidare till kraftstationens turbiner. Med dammbyggnaden erhöles en mindre dammsjö.

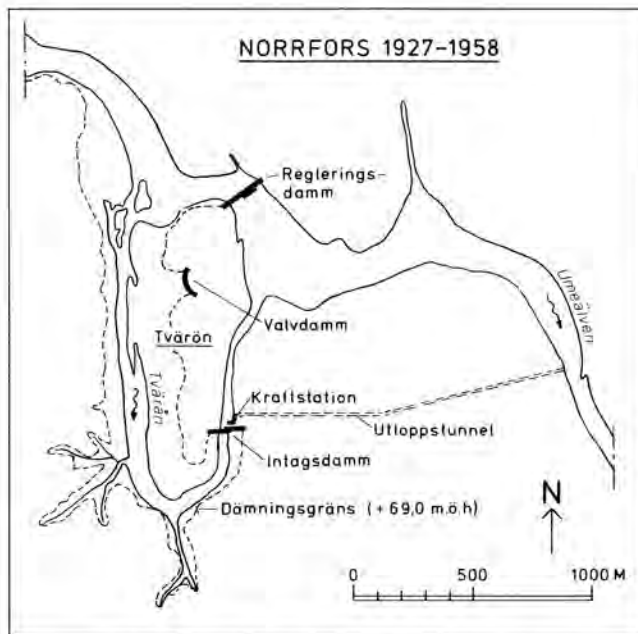
Till följd av den ansenliga fallhöjden och den stora drivvattenmängden fördes vattnet inte som brukligt var ner till turbinerna vid forsens fot genom tuber ovan mark. Turbinerna placerades istället i botten av ett bergschakt under själva maskinhuset

strax bredvid intagsdammen. Från intaget fördes vattnet rakt ned till turbinerna genom två vertikala trycktuber av plåt som gjutits in i betong i varsitt schakt i berget. Generatorerna som var placerade i maskinhuset ovan mark förenades med turbinerna genom långa axlar. När vattnet omsatt sin energi i turbinerna återfördes det till älven genom en 1,5 km lång horisontell utloppstunnel. Tunneln mynnade strax uppströms Sörforsbrons högra landfäste och är det enda som idag är synligt av Norrfors kraftverk.

Fallhöjden som utnyttjades i Norrfors kraftverk varierade starkt med vattenföringen i älven. Vid

*Arbetsplatsen för regleringsdammen, sedd från Norrfors. I förgrunden syns en tippvagn med betong färdig att tippas i en på marken stående ficka som sedan med kabelkran transporteras till gjutningsplatsen för luckpelarna på Tvärösidan. Foto 27 april 1925. (Vattenfall Mellersta Norrlands arkiv i Umeå)*





Karta över Norrfors kraftverks utsträckning 1927-1958. Den streckade linjen visar den nya strandlinje som erhöles vid upp-dämningen 1927. Kartan ritad av Rune Kjelsson.

lågwaterföring uppgick den till 39,0 meter och vid flod till 28,3 meter. Medelfallhöjden uppgick till ca 35 meter. Turbinerna kunde maximalt sluka 90 kbm/s.

Till Norrfors kraftverk hörde tre från varandra skilda dammar. Förutom de tidigare nämnda reglerings- och intagsdammarna fanns även en spärrdamm över en ravin på Tvärån. Alla tre dammarna var mer eller mindre märkliga i tekniskt avseende.

Till följd av förhållandena i älven med besvärlig isgång, starkt varierande waterföring samt timmerflottning, utfördes regleringsdammen i huvudsak som en överfalls- eller skibordsdamm av betong och med en samlad skibordslängd av inte mindre än 195 meter. Detta gjorde den till en av landets längsta skibordsdammar. Själva dammkroppen utformades som en modifierad Ambursendamm, en dammtyp som konstruerats i USA strax efter sekelskiftet och som kan betraktas som en föregångare till den moderna lamelldammen.

Till spärrdamm på Tvärån valdes en enspännig valvdamm av betong. Detta innebar att hela dammen fick ett vertikalt valvs form med den utåt bukande sidan mot vattnet. Dammens spännvidd var 48 meter och radien 30 meter samt dess största höjd 15 meter. Spärrdammen blev Vattenfalls första valvdamm. Inom landet hade dammtypen tidigare endast byggts vid fyra kraftverk.

Intagsdammen vid kraftstationen skulle förutom att ge plats för tubintaget även bilda en dalspärr i Tväråns dalgång. För den avspärrande delen av dammen valdes en serievalvdamm av betong, även denna en dammtyp som endast använts vid ett fåtal kraftverk i landet. Serievalvdammen vid Norrfors bestod av fyra mindre valvdammar placerade bredvid varandra och med stödjande pelare mellan valven. Även serievalvdammen hade utvecklats i USA där den också kallades för Eastwood-damm efter sin konstruktör.

Norrfors kraftverk utfördes som tidigare nämnts med vattenvägar och turbiner under mark i berg. Underjordiska kraftverk hade tidigare i landet endast byggts vid Mockfjärd i Dalälven och Porjus i Stora Lule älv samt påbörjats i Harsprånget.

I Norrfors användes samma typ av vattenvägar som i de tre föregångarna. Sedan dessa projekterats hade dock den maskintekniska utvecklingen fört med sig en förändrad uppställning av turbiner och generatorer. Maskinaggregaten hade sedan sekelskiftet nästan uteslutande monterats med horisontell axel och turbinerna hade ofta två eller flera löphjul på samma axel. Under 1910-talet hade emellertid turbinutvecklingen i USA fört fram den snabbloppande francisturbinen. Med denna kunde man nöja sig med endast ett löphjul och ändå få ett tillräckligt högt varvtal på turbinen. Detta i kombination med att nya axiallager utvecklats i USA gjorde att man kunde återgå till den i flera avseenden bättre vertikala aggregatuppställningen.

I Sverige hade nytänkandet att använda stora vertikala maskinaggregat inletts med kraftverken vid Forshuvudforsen i Dalälven och Lilla Edet i Göta älv, byggda 1919-1921 resp. 1919-1926 och båda avsedda för låg fallhöjd. För sina många fördelar

skull valdes den vertikala uppställningen även i Norrfors. Kraftverket kom därigenom att bli den första bergstationen i landet med enhjuliga vertikala turbiner. De två turbinerna i Norrfors fick dessutom sitt drivvatten genom en snäckformad stålkonstruktion som gjutits in i betong och som omgav ledskenearrangen. På så sätt fördelades vattnet jämnt runt hela löphjulets periferi. Även denna konstruktion var ny i landet för större turbiner. Den turbinuppställning som valdes i Norrfors har därefter genomgående använts vid medelstora och större kraftverk.

Även med de generatorer som installerades i Norrfors kraftverk introducerades ett tekniskt nyänkande. Med förebild från de amerikanska Nia-

garakraftverkens långaxelstationer användes här för första gången långa axlar mellan turbin och generator. Man önskade nämligen vid Norrfors montera generatorer och övrig elutrustning så att de inte skulle bli dränkta vid ett eventuellt haveri i turbinhallen nere i berget. Maskinerna var med stor sannolikhet de största vertikala generatorer som dittills tillverkats eller kommit till användning i landet. De dimensionerades för att normalt kunna avge effekten 12.500 kVA vardera men med möjlighet att vid låg lufttemperatur kunna överbelastas ända till 17.000 kVA vilket ställde särskilda krav på isolering och kylning. Lindningarna försågs därför med ett speciellt behandlat glimmerhaltigt isolermaterial. För att erhålla en effektiv kylning lät man den

*Den färdiga kraftstationen i Norrfors sedd från nordväst. I bakgrunden Sörfors by. Foto Tor Ekholtz 1928. (Vattenfall Mellersta Norrlands arkiv, Umeå.)*





*Ett av spiralskåpen till Norrfor kraftverk under tillverkning vid Verkstaden, Kristinehamn, på 1920-talet. Foto i Kraftverksföreningens arkiv, Stockholm.*

uppvärmda luften, som lämnade generatoren, fångas upp av en särskild kanal av betong som utformats i kraftstationens golv runt om statorn. Arrangemanget medförde att man tvingades montera generatoren med statorn placerad under maskinhallens golv istället för som tidigare över. Av generatoren syntes nu bara toppen med armkors, bärlager och matarmaskin; även detta var en uppställning som tillämpades för första gången i landet.

## **En kraftstation i nordisk klassicism**

Kraftstationsbyggnaden ritades av arkitekten Erik Hahr (1869–1944), under flera decennier firad stadsarkitekt i Västerås. En annan sida av hans verksamhet var den privatpraktik han parallellt drev i Stockholm. Här dominerade kraftverksuppdragen och många var de kraftbolag som traktade efter hans kunskaper inom området. Viktigaste uppdragsgivaren var Vattenfall, där Hahr mot slutet av 1910-talet allt mer började ersätta en sjuklig Erik Josephson som huvudkonsult.



*Led- och löphjul till en av Norrforsturbinerna. Verkstaden, Kristinehamn. Foto i Kraftverksföreningens arkiv, Stockholm.*

Den stil Erik Hahr utvecklade i sina många transformator- och kraftstationsprojekt från tiden strax före 1910-talet till början av 40-talet följer i huvudsak två delvis besläktade utvecklingslinjer. Å ena sidan en amerikainspirerad rå, rationell betongarkitektur som först kom till användning i ett par fabriksbyggnader för AGA på 1910-talet och som kulminerade i några uppmärksammade kraftverksanläggningar på 30-talet. Å andra sidan en tyskinspirerad, men snart nog typisk svensk eller nordisk, saklig och återhållsam klassicism. Norrfor är en representant för den senare liksom Malfors i Motala ström och det mäktiga Krångede i Indalsälven.

Låt oss ta en närmare titt på hur Norrfor kraftstation såg ut. Den så typiska tredelningen med intag, maskinhus och ställverk framgick tydligt även om funktionsuppdelningen inte var lika konsekvent genomförd som i den några år senare uppförda kraftstationen i Krångfors. Av en bild från nordväst, som visar anläggningen där den låg i direkt anslutning till älvfåran, kan vi på ett pedagogiskt sätt få ett grepp om både utseende och funktion; närmast dam-

men den smala inbrädade intagsbyggnaden som skylde luckor med spel till tubintaget, därefter maskinhuset som i princip var en enda sal för de två stora generatorerna och till slut den med maskinhuset sammanbyggda, men betydligt lägre ställverksavdelningen.

Högst reste sig maskinhuset, kraftstationens huvudbyggnad. Maskinhusen hade sedan begynnelsen gjorts spatiösa av flera skäl: Ytor behövdes för omlastning och underhåll av maskindelar, höjden för

traversbanans svängrum, rymden för ventilering av eventuell överskottsvärme men också för att understryka föreställningen om kraftstationen som en statusbyggnad. Karakteristiska var också, som i Norrfors, de höga, smala och tätspröjsade fönstren. Fönstersättningen följde ett svårvarierbart mönster där den jämna rytmen bestämdes av de inne i salen återkommande traverspelarna. Traversens lopp begränsade fönstrens utsträckning i höjddled. För att ändå erhålla tillräckligt med dagsljus inne i maskin-

*Interiör från maskinsalen i Norrforsstationen. Foto Tor Ekholtz 1 juli 1929. (Vattenfall Mellersta Norrlands arkiv, Umeå.)*





*Intagsdammen och maskinsalsbyggnaden sett från sydöst. Foto: Tor Ekkholtz 2 juli 1927. Umeå Energi AB.*

salen försåg arkitekten byggnaden med en rad små, mezzaninliknande fönster ovanför traversbanan strax under innertaket.

Det är inte bara de smäckra fönstren eller den halvvåning som mezzaninfönstren antyder som är typiska klassicerande drag i Norrfors. Det är också de släta murytorna, fönstren i liv med fasaden, det minimala takutsprånget, listverkets tunna profile-ring och inte minst den omsvängda kornischens anspelningar på en klassisk gavelfronton.

Maskinhuset var murat i munkförband med gamla tiders stortegel och breda fogar, ovanpå detta en puts som tillät teglets mönster att lysa igenom. Sanden i bruket hade bytts ut mot stenmjöl vilket gav en varmgrå färgton som harmonierade med byggnadens klassicerande utformning och gav den rätta strama karaktären.

Men i ett kärvt norrlandsklimat krävde den sparsmakade klassicerande estetiken sin tribut. Maskinhuset var täckt av ett sadeltak utan vare sig språng eller hängrännor och kloss inpå låg det lägre ställverket med ett alldeles platt tak. Av bevarat bildmaterial framgår att takvattnet forsade ner på ställverksdelens platta tak, stänkte upp och åstadkom putsskador på fasaden. Även det enkupiga takteglet hade efter bara några år fått frysskador vid takfoten. Det platta taket orsakade också ett annat problem som föranledde stor uppståndelse och mycket skrivrier. Sprickor uppstod i den takbeläggning av gummi-asfalt som hade levererats av Skånska Cementgjuteriet med resultat att vatten sipprade ner och orsakade driftsstörningar. Faktum är att man var livrädd för alla typer av vattenläckage i samband med högspänningsutrustningar.



Som helhet betraktades emellertid Norrfors kraftverk som en lyckad satsning. Vid invigningen den 9 november 1926 ska kraftstationsbyggnaden ha prisats av de närvarande fackmännen "som ett mönster av enkelhet och ändamålsenlighet och allmänt fälldes det omdömet att vattenfallsstyrelsen med denna anläggning överträffat sig själv".

## Byggnadsarbetet

Byggandet av kraftverk är en lång process som inleds med fallrätts- och fastighetsköp och avslutas med uppförandet av själva kraftstationsbyggnaden och driftprover. Det finns exempel på anläggningar som tagit både 10 och 20 år att fullborda. Norrfors var inget sådant, det var som de flesta statliga kraftverksbyggen både välplanerat och välorganiserat.

Maskinhuset uppfördes under vintern 1925–26, av stål och tegel. Först monterades det stålskelett som skulle bära upp traversbalkar och tak. Därefter fylldes mellanrummen i de vertikala ståndarna med tegel och murades väggar i 1 1/2-stens tjocklek. De höga, tunna väggarna hölls ihop av rikligt med ankarjärn. Redan i januari 1926 kunde man få lite

värme i huset sedan yttertaketets träpanel lagts på och täckts med underlagspapp och traversen provbelastats med 82 ton järnskrot.

Norrfors byggdes i huvudsak av arbetsfolk uppträffade från Porjus, där stor arbetslöshet hade rått sedan arbetena avslutats och byggandet av Harsprånget skjutits på framtiden. Även arbetsledaren, byggnadschefen N.K. Sundblad, rekryterades från Porjus och hade tidigare haft ansvaret för anläggandet av det stora nationalkraftverket.

Byggandet av Norrfors var inget litet projekt. Trots detta uppfördes nästan inga bostadsbaracker som var så vanliga i kraftverkssammanhang. Det berodde på att bygden var tätbefolkad och att personalen därför kunde inhysas i de befintliga gårdarna. När arbetsstyrkan var som störst, vintern 1926, sysselsattes 726 man. Men då ska alla inkvarteringsmöjligheter ha utnyttjats inom en radie av 10 km från byggnadsplatsen. Däremot sökte sig många fria entreprenörer ut till Sörfors by, invid den stora arbetsplatsen och slog upp sina mer eller mindre tillfälliga kaféer, matserveringar, handelsbodrar, biografier m.m.; "en fasansfullt ful och anskrämlig liten stad, ett veritabelt Klondyke", skrev man i Västerbottens Kuriren 1925.

*Intagsdammen. Valven under formsättning och armering. Foto Tor Ekholtz 31 oktober 1925.*



*Norrfors kraftverk strax efter överdämningen 1958. Foto: Kurt-Allan Strömgren.*





# Krångfors kraftverk

I Skelleftetrakten hade eldistributionen från Skellefteå stads kraftverk vid Finnfors fått en sådan omfattning vid 1920-talets mitt att verket blivit fullbelastat. Under 1924 kom emellertid en förfrågan om staden skulle kunna leverera avsevärda mängder elkraft till två planerade storindustrier för Skellefteå Gruv AB och Bure AB. Gruvbolaget hade bildats för att utvinna metaller ur Bolidenfältets mineralrika malmer och Bure AB hade för avsikt att bygga ett större massasliperi i Bureå. Inget av de två företagen hade egna krafttillgångar.

Från stadens sida fanns intresse av ytterligare industriell expansion i Skellefteområdet och man var därför angelägen om att tillgodose de planerade industriernas kraftbehov. I det uppkomna läget var emellertid en ytterligare utbyggnad av Finnfors kraftverk inte realistisk. En sådan skulle bara ge mer kraft under sommar och höst eftersom Skellefteälvens vattenföring fortfarande var oregerad. Det blygsamma flödet vintertid uteslöt därför tills vidare en effektökning i Finnfors.

Utöver Finnforsen hade Skellefteå stad 1906 även förvärvat de flesta av Skellefteälvens fallrätter nedströms norra stambanan. Staden ägde således flera betydande vattenfall i sin närhet. Av de aktuella forsarna stod nu Krångforsen på tur, belägen 25 km från Skellefteå. Eftersom Krångforsen betraktades som nästan lika lätt att utvinna kraft ur som Finnforsen hade den i konkurrens med Finnforsen redan 1906 föreslagits till utbyggnad.

Situationen som uppkom 1924 ledde till att stadsfullmäktige i Skellefteå året därpå beslöt att bygga ett kraftverk i Krångforsen. Verket skulle tillgodöra sig 20,5 meters fallhöjd och få en effekt av 8.000

kW. Byggnadsarbetet kom igång 1926. Under byggnadstiden visade det sig emellertid att krafttillskottet från Krångfors kraftverk ändå inte skulle bli tillräckligt. Slipmassaföretaget AB Scharins Söner önskade nämligen öka produktionen kraftigt vid sina sliperier i Skelleftetrakten och behövde därför mera kraft. Dessutom kom en begäran från Bure AB och Gruvbolaget om ännu mer kraft till planerade industrianläggningar. Staden beslöt därför att öka fallhöjden till 24 meter och effekten till 10.800 kW i det nya verket.

Den 25 juli 1928 invigdes Krångfors kraftverk. Det hade då utrustats med ett maskinaggregat men förberetts för ytterligare två, vilka skulle kunna installeras sedan vattenföringen i Skellefteälven blivit reglerad. De översta sex fallmetrarna i Krångforsen hade inte heller blivit indämda. Däremot hade en framtida dämmningshöjning förberetts.

## Elegant utformade vattenvägar

Vid en handfull kraftverksbyggen togs under 1920-talet många och viktiga steg mot vattenkraftteknikens optimering. Åtskilliga av de grundläggande konstruktionselement och -principer som tillämpades vid utbyggnaden av Forshuvudsforsen i Dalälven, Lilla Edet i Göta älv, Norrforsen i Ume älv, Hammarforsen i Indalsälven och Krångforsen i Skellefte älv har blivit bestående och används än idag.

I Sverige hade under 1920-talet den tekniska utvecklingen inom vattenkraftområdet mer och mer kommit att domineras av det statliga Vattenfall och konsultföretaget VBB. Båda stod under skickliga ledningar och hade successivt knutit till sig flera av landets främsta tekniker inom branschen. Vattenfalls verksamhet var kopplad till statens egna kraft-



*Vattenfallet vid Krångforsen i Skellefte älv före utbyggnaden 1928. Foto i Skellefteå museums arkiv.*

utbyggnader medan VBB betjänade enskilda och kommunala kraftföretag.

Skellefteå stad hade sedan 1906 anlitat AB Ingenjörfirma Unander & Jonson i Stockholm för sina vattenkraftprojekt. Byråns bägge ledare, ingenjörerna Hjalmar Unander och Fredrik Jonson, kom dock så småningom att gå skilda vägar varför byrån upplöstes 1927. Uppdraget att projektera Krångforsens kraftutbyggnad gick därför till VBB.

Krångforsens fallkomplex är delat i en nedre brantare del och en övre mer långsträckt del med 24 respektive 6 meters fallhöjd. Den första utbyggnaden 1928 utnyttjade endast den nedre brantare delen. Enligt den ursprungliga planen indämades slutligen 1948 även den övre delen av forsens genom att dammen då höjdes med sex meter.

Av de olika förslagen till kraftverkets utformning valdes alternativet att placera reglerings- och intagsdammen mitt i den brantare delen av forsens. Med dammen indämades på så sätt endast den övre

delen av den aktuella fallhöjden. Forsens nedre starkt förträngda del berördes således inte av dammen. Älvens våldsamma nedfart här kan därför fortfarande beskådas vid tillfällen då flodvatten tappas förbi dammen. Maskinhuset med sitt aggregat placerades i direkt anslutning till dammen. Den resterande delen av fallhöjden togs ut genom att utloppsvattnet från den djupt liggande turbinen återfördes till älven i en bergtunnel som löpte parallellt med den orörda älvfåran och mynnade i lugnvattnet vid forsens fot.

Av byggnadstekniska skäl kom Krångfors kraftverk att bli en anläggning med delar både över och under markytan. Kraftstationen placerades således delvis i ett stort och djupt schakt som sprängts ut i berget omedelbart nedströms dammens drivvattenintag. Schaktet förbands med älven med en 300 meter lång utloppstunnel med arean 40 kvm. I ena delen av schaktet uppfördes kraftstationens underbyggnad med turbinen och med dess sugrör mynnan-

de i den andra öppna delen av schaktet. Detta fick fungera som en svallbassäng mellan turbinen och utloppstunneln. Svallbassänger och svallgallerier är nödvändiga i långa tunnlar för att jämna ut de tryckskillnader som uppstår vid snabba variationer i vattenflödet.

Den eleganta principiella utformning som Krångfors kraftverks vattenvägar fick, tillämpades här för första gången i landet. Senare har den använts vid flera kraftutbyggnader med måttlig fallhöjd i de norrländska älvarna.

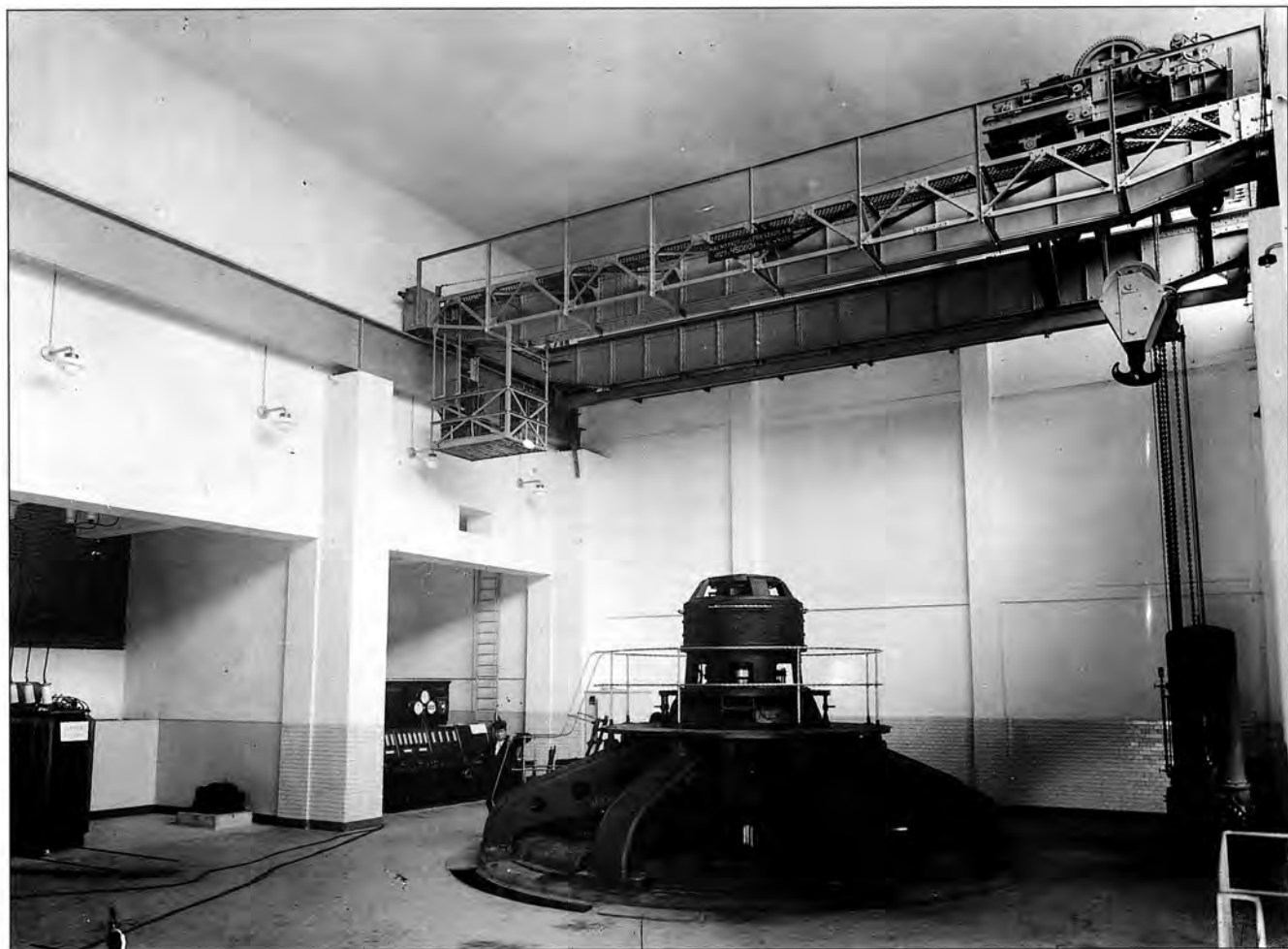
Dammybyggnaden i Krångfors utfördes i sina väsentliga delar som en lamelldamm av Ambursentyp. Eftersom dammkroppen, som uppfördes av armerad betong, placerades ganska långt ner i forsen fick den omfattande dimensioner med en största höjd av inte

mindre än 30 meter. Av den totala längden 235 meter utgjordes 93 meter av lamelldammen.

I dammen fanns öppningar för flodvatten och flottgods (utskov) samt drivvatten till kraftstationen. Dessutom fanns ett bottenutskov. Två av dammens tre stora utskovsöppningar var försedda med nålavstängning, ett ålderdomligt och svårhanterligt system som innebar att träbjälkar, ”nålar”, ställdes tätt intill varandra när dammen skulle stängas. Den tredje stora öppningen försågs däremot med en modern sektorlucka, en ny lucktyp som hade börjat komma till användning i landet. Den hade utvecklats i USA och var enklare och driftsäkrare än äldre avstängningsanordningar. Sektorluckan rördes dessutom nedåt när den skulle öppnas vilket gjorde att den var utomordentligt lämplig för att släppa

*Krångfors kraftverksbygge 1927. Intagsbyggnaden är under uppförande. Foto i Skellefteå museums arkiv.*





*Interiör av maskinsalen i Krångfors kraftverk 1928. Manöverpanelen var vid denna tiden placerad inne i maskinsalen. Foto i Kraftverksföreningens arkiv, Stockholm.*

flottgods förbi dammen. I dammkroppen fanns även tre mindre bottenutskov vilka stängdes med segmentluckor. Segmentluckan är snarlik sektorluckan men har en uppåtgående rörelse.

Vid dämningshöjningen 1948 byggdes hela dammkroppen på med sex meter. De tre stora flodutskovens trösklar höjdes samtidigt och öppningarna försågs med två nya segmentluckor och en sektorlucka.

Från intaget i dammen fördes drivvattnet genom en kort konisk ståltub ner till den vertikalexlade turbinen och anslöt där till en snäcka av stålplåt vilken omgav ledskenearrangen. Arrangemanget med den omgivande plåtsnäcken hade introducerats i landet några år tidigare vid Norrforsens kraftverk i Umeälven. Turbinen som var tillverkad vid Verkstaden, Kristinehamn (KMW) var en enhjulig francisturbin som utvecklade 17.000 hk (12.500 kW) vid

22,0 meters nettofallhöjd. Vid leveransen var den landets starkaste vattenturbin med ett löphjul.

Även generatoren i Krångfors kraftstation var arangerad på samma sätt som i Norrfors. Den hade således hela statorn nedsänkt under maskinhallsgolvet med en omgivande uppsamlingskanal i byggnaden för den varma ventilationsluften. Turbinens och generatorns axellast bars upp av ett axiallager (bärlager) som placerats på ett gjutet armkors över rotorn. Längst upp på generatorn var matar-maskinen monterad på den fria axeländen över bärlagret. Med effekten 15.000 kVA (10.500 kW) var den ASEA-tillverkade maskinen vid leveransen landets största vertikalaxlade generator.

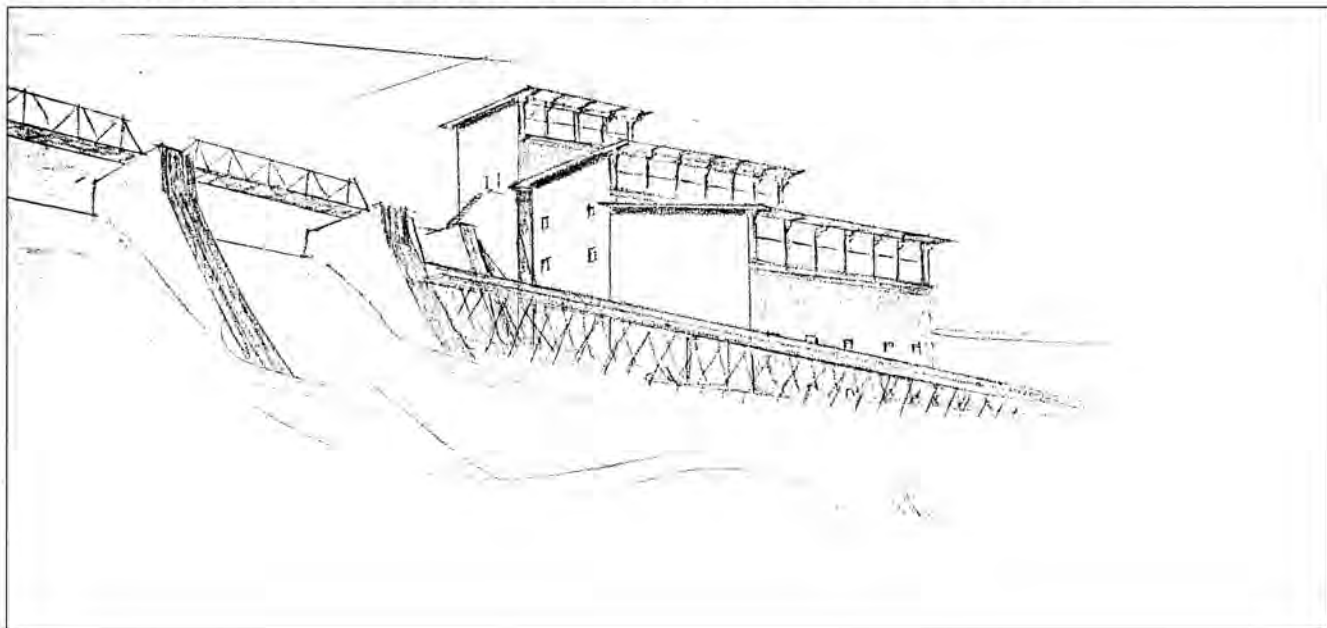
Krångfors kraftverk byggdes av TBB (AB Tekniska Byggnadsbyrån), en gammal Västerås-firma som byggt och i vissa fall också konstruerat ett flertal kraftverk och broar i mellansverige. Krångforsbygget blev deras första engagemang i Övre Norrland

men det följdes snart av flera stora uppdrag, framför allt åt Bolidenbolaget under 1940-talet. Som mest sysselsattes 300 man och lönen varierade mellan en krona och 1:20 per timma beroende på yrkesskicklighet och yrkeskategori. Arbetet var som alltid i kraftverksbyggen forcerat och bedrevs på många fronter samtidigt. När det var som mest bråttom tillämpades treskift vilket innebar att arbetet bedrevs dygnet runt från söndag kväll till lördag eftermiddag.

## Modernistiskt genombrottsverk inom arkitekturen

Krångfors är ett av Sveriges allra mest kända vattenkraftverk. Men det är inte som kraftverk i första hand det är känt utan som ett av modernismens genombrottsverk inom arkitekturen. Och det är pul-

*En av Oswald Almqvists många skisser till Krångfors kraftstation. (Ur Arkitekturmuseets samlingar, Stockholm.)*





*Krångfors kraftverk efter färdigställandet, förmodligen vintern 1928–29. Foto i Kraftverksföreningens arkiv, Stockholm.*

pettaken, fönsterbanden, den ljusa färgsättningen som här skapar den kartongaktiga sparsmakade arkitektur vi i Sverige känner under namnet funktionalism.

Den omisskännliga kraftstationen i Krångfors ritades av Oswald Almqvist (1884–1950), en lika originell som egensinnig arkitekt. Livet igenom bodde han i verklig mening på kontoret, utom de sista

tio, femton åren då han isolerade sig på hotell Wanda vid Klara västra kyrkogata i Stockholm. Han gifte sig aldrig, hade få medarbetare och anställda. Han led uppenbarligen av beslutsångest och fick rykte om sig att vara pedant och senfärdig. Bristande expeditionskapacitet skulle man kunna säga, något som titt och tätt orsakade problem med uppdragsgivarna. Älvsbacka kyrka arbetade han med under 13 år



innan han slutligen skildes från uppdraget och Åtorps vattenkraftverk 17 år innan han lyckades få betalt för ett arbete som uppdragsgivaren på ett tidigt stadium betackat sig för. Under senare halvan av sitt liv led den gänglige och melankoliske Almqvist dessutom av en lungsjukdom som nedsatte arbetsförmågan. Slutet blev närmast patetiskt – den 6 april 1950 dog han med sitt käraste arbetsredskap i handen – en avbruten tumstock.

Men bortsett från de yttre svårigheterna skulle Almqvist med sina tidiga arbeten komma att bli en förebild för flera generationer svenska arkitekter. Framför allt var det kraftverken och hans andra arbeten för industrin som gav honom denna berömmelse. Kontakterna med industrin fick han f.ö. genom sina många bröder, av vilka fyra var ingenjörer. VBB-samarbetet grundlades redan i och med hans första kraftverksprojekt, Forshuvudforsen i Dalälven 1917–21. När Almqvist i oktober 1926 formellt knöts till Krångforsbygget hade han under ett drygt halvår varit sysselsatt med ritningarna till en annan kraftstation, nämligen Hammarforsen i Indalsälven. Med dessa båda stationer arbetade Almqvist delvis parallellt och slutresultaten antyder också den positiva korsbefruktningen.

Intressant är att jämföra VBB:s ingenjörskritningar över Hammarforsens och Krångfors kraftstationer från 1925 med resultatet efter det att Osvald Almqvist kopplades in; med andra ord vad som är ingenjörens insatser kontra arkitektens. Man kan då omedelbart konstatera att flera av kraftstationernas essentiella kännetecken redan finns där och således är ett ingenjörswerk: funktionsuppdelningen med de tre separerade byggnadsdelarna för intag, ställverk och maskinsal, likaså pulpettaken och organisationen av byggnadsdelarna. Skillnaden i utformningen av de båda stationerna beror på fallhöjdsskillnader. Nedtrappningen av byggnadskropparna i Krångforsfallet betingas av de långa vattenvägarna, det höga intagshuset av den planerade framtida dämmningshöjningen.

Funktionalismens funktionsuppdelning är således, som nyare arkitekturforskning visat, ingenting som arkitekterna hittat på själva utan något som de

övertagit och vidareutvecklat. Arkitektens uppgift är här snarast att ge byggnaden en slagkraftig form.

Det är mycket som talar för att Almqvist hade andra intentioner med stilvalet i Krångfors än det ingenjörsmässiga utseende han slutligen fastnade för. Under sommaren 1926 begärde han nämligen in fotografier på kraftverket i Finnfors och på några typiska äldre hus i Skellefteå för att, som han uttryckte det, "kunna avgöra i vad mån dessa byggnader från trakten lämpligen kunna inverka å den nya kraftverksbyggnadens stil". Att som i Forshuvudforsen ta vara på platsens stil hade varit det logiska angreppssättet. Nu valde han i stället att låta de starka rationella tidsströmningarna präglade gestaltungsuppgiften.

Utifrån ingående modellstudier renodlade Almqvist tredelningen och markerade kropparnas volymer med hjälp av pulpettakstemat. Av tre olika takkonstellationer med ett, två respektive tre tak som följde älvens fallinje valde han det första. Resultatet har allra bäst karakteriserats av konsthistorikern Elias Cornell: "Byggnaden tycks i sin komposition liksom följa vattenmassorna från uppdämning och tvekan till nedstörtning och frigörelse." (Cornell 1950. Ny svensk byggnadskonst s. 24). Själv talar Almqvist om en flerhusverkan och är i detta avseende säkert påverkad av nära vännen och kollegan Melchior Wernstedts omskrivna anrikningsverk i Garpenberg. Även i denna enkla produktionsbyggnad, klättrande på en sluttning, handlar det om att bryta ner en stor byggnadsvolym och just skapa en flerhusverkan, en uppreppningens estetik.

Den avskalade ingenjörsmässiga estetiken i Krångfors kraftstation förstärks ytterligare av takfotskonstruktionen där de tunna sparrändarna öppet redovisas. Dagsljuset strömmar in genom långa sammanhängande s.k. bandfönster och reflekteras mot de lutande (tidigare vita) innertaken. Det korrugerade eternittaket (numera som i så många andra kraftstationer ersatt med trapetskorrugerad plåt) underströk ytterligare den tunna profilen. För att få fasaderna att samverka med betongpartiernas ligande formbrädesstruktur har teglet slammats och horisontalfögarna markerats genom indragning.

Ännu månaden innan invigningen var Almqvist sysselsatt med olika detaljritningar för stationen, bl.a. stålöräsräcken och armatur. Senare tillbyggnader (1948 och 1973) har inte på något avgörande sätt förändrat utseendet. Konceptet var också utformat på ett sådant sätt att kraftstationen vid framtida utbyggnader kunde ges den längd som erfordrades, ett önskemål som framförts från beställarna.

Avslutningsvis kan man säga att Krångfors (likom Hammarfors) blev en direkt konkretisering av de tankar som Uno Åhrén, funktionalismens främste teoretiker i Sverige, formulerade första gången 1925. Det handlar om att ett byggnadsverk ska åskådliggöra och inte representera. I kraftverksbyggandets fall går detta tankesätt att tydliggöra så mycket bättre än för andra byggnadskategorier: ett kraftverk ska i själva byggnadskropparna åskådliggöra vattnets rörelse och kraft, inte som tidigare utgöra en symbol för den pågående verksamheten. När Almqvist 1929 summerade sina tankegångar kring utformningen av kraftverksanläggningar berörde han dessa båda förhållningssätt. Han reagerade mot att arkitekterna så subjektivt och irrationellt valde motiv för själva skalet kring verksamheten och han kunde inte förstå den "stämning av slott eller kyrka som fanns mitt uppe i strömmen och bland idel mekanik" när den rationella tekniken erbjöd ett så mycket solidare fotfäste för den forande fantasin.

## Senare tillbyggnader

När Skellefteälvens vattenföring började delregleras 1934 och 1938 var Storavans reglering genomförd. Regleringen medförde att en betydligt högre vintervattenföring erhöles vilket gjorde det möjligt att genomföra den planerade ökningen av effektuttaget i Krångfors. Detta skedde dock inte förrän 1948

då ett liknande aggregat som det första monterades in. Samtidigt skedde också den planerade dämningshöjningen med sex meter.

Under 1950- och 60-talen utbyggdes stadens övriga fallrätter i Skellefteälven. Kedjan av kraftverksdammar gjorde det möjligt att genomföra en korttidsreglering i älvsträckan, något som inte kunnat ske tidigare eftersom naturliga utjämningsmagasin saknades. Med korttidsreglering kunde vattnets kraft användas när det bäst behövdes vilket är under dagtid vardagar. Korttidsregleringen gjorde det också möjligt att installera det tredje maskinaggregatet 1973 i Krångfors. Kraftverket blev därmed stadens största med sina 30 meters fallhöjd och normalårsproduktionen 320 miljoner kilowattimmar.

När det andra maskinaggregatet monterades in 1948 höjdes också dammen. Aggregatet var av liknande konstruktion som det äldre och dess KMW-tillverkade francisturbin utvecklade 21.100 hk (15.500 kW) vid 28,0 meters nettofallhöjd. Turbinen kopplades direkt till en ASEA-generator för 25.000 kVA (15.000 kW). I det äldre aggregatet byttes turbinens löphjul till följd av att fallhöjden ökats och generatoreffekten blev nu 15.000 kW även i detta.

Vid den tredje och sista utbyggnaden i Krångfors 1973 försågs stationen med en 36.500 hk (26.800 kW) kaplanturbin och en generator för 30.300 kVA (27.200 kW). Samtidigt sprängdes en planerad andra utloppstunnel från svallbassängen till lugnvatentytan nedströms forsen.

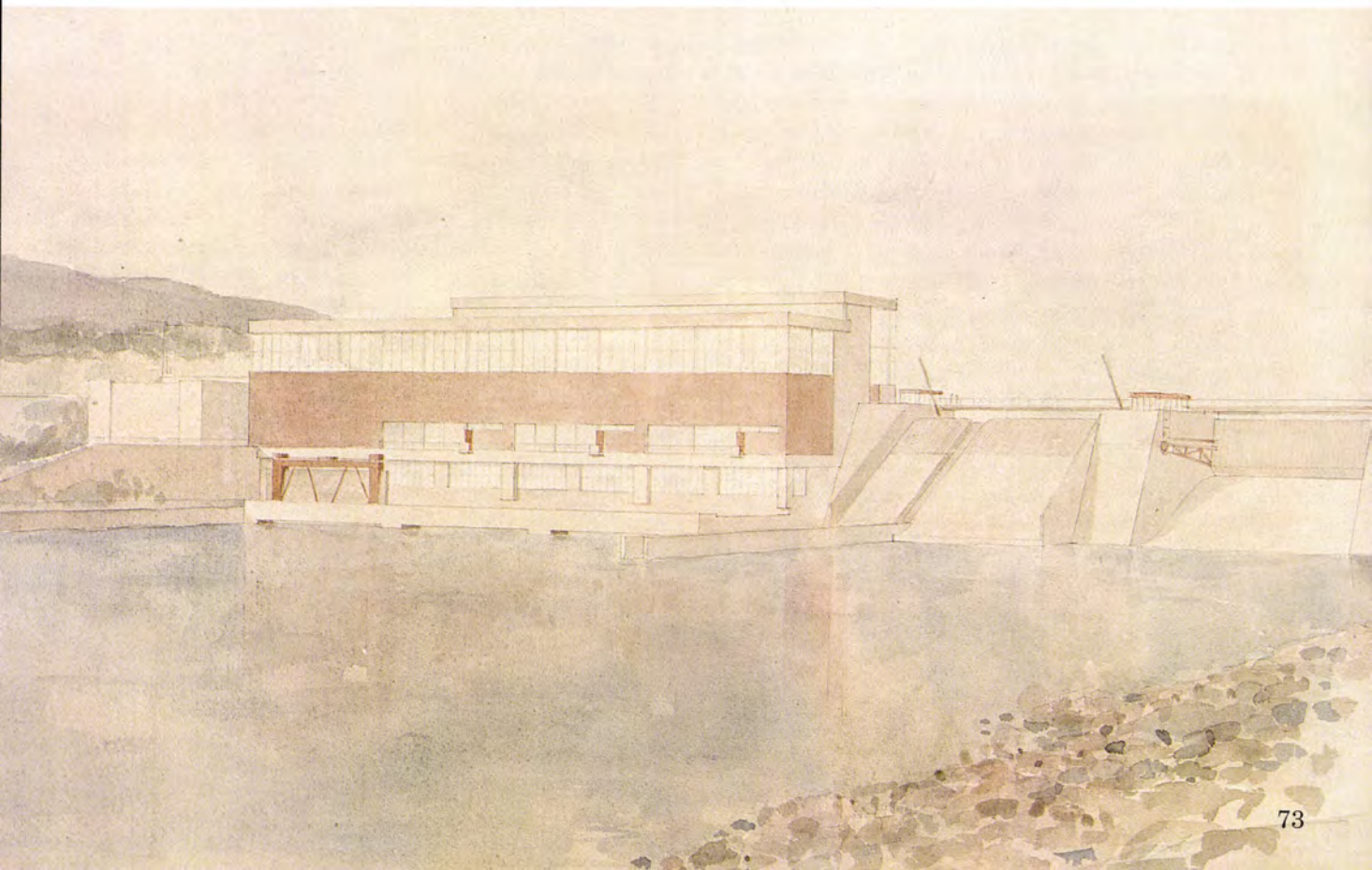
I Krångfors kraftverk kan en intressant iakttagelse göras av vattenturbinteknikens utveckling. Det äldsta aggregatets francisturbin kan efter ombyggnaden 1948 sluka maximalt 60 kbm/s och den har ett varvtal av 125 varv/min. Kaplanturbinen som har nästan samma dimensioner kan sluka nästan dubbelt så mycket vatten eller 110 kbm/s samt kan rotera med 187,5 varv/min, ett varvtal som överstiger den äldre turbinens med 50 %.

# Bjurfors övre kraftverk

I Malmö hade Sydsvenska Kraft AB (Sydkraft) bildats 1906 för att förse några städer i södra Sverige med elkraft. Företaget utvecklades snabbt och så småningom kom dess verksamhet att i stora drag omfatta distribution av elkraft inom Skåne och Blekinge samt södra delarna av Halland och Småland. Kraften producerades huvudsakligen i vattenkraftverk i Lagan, Mörrumsån och Emån. Ångkraftverk för reserv fanns i Malmö och Karlshamn.

Vid mitten av 1930-talet hade efterfrågan på elkraft inom Sydkrafts distributionsområde stigit till en sådan nivå att de egna kraftverkens produktion inte längre räckte. Sydkraft började därför undersöka möjligheten att överföra kraft från norrländska vattenfall. Detta ledde bland annat till att en överenskommelse träffades 1936 med Krångede AB som då hade ett mycket stort vattenkraftverk under byggnad vid Krångede i Indalsälven. Krånge-

*Bjurfors övre kraftverk. Akvarell av arkitekten Sven Ivar Lind. (Original hos Nordkraft Service AB, Harrsele.)*



debolaget förband sig att sälja överskottskraft till Sydskraft. En förutsättning var dock att en överföringslinje kunde byggas mellan Horndal i Dalarna och Nässjö. Detta visade sig dock bli en oväntat hård nöt att knäcka eftersom staten ungefär samtidigt börjat hävda att man borde ha ensamrätt på långväga överföring av elkraft. Linjen kunde dock så småningom byggas och togs i drift 1939 varvid vattenkraft från Norrland för första gången överfördes till konsumenter i södra Sverige. Händelsen inledde en tre decennier lång epok för Sydskraft då man huvudsakligen täckte sitt ökande elkraftbehov genom förvärv och utbyggnader av vattenkraft i Norrland.

Konkurrensen om den norrländska vattenkraften efter andra världskriget gjorde att Sydskraft tvingades flytta sina intressen allt längre norrut. I början av 1950-talet etablerade man sig i Ume älv och blev där delägare i Pengforsen och Harrselefor- sen.

Under 1955 avtalade man med Avesta Järnverk om att bilda ett gemensamt bolag, Bjurfors AB, för att bygga ut forsarna i Ume älv mellan Lillselet och Harrsele. Avtalet innebar att Avesta överlät sina fallrätter i de berörda forsarna till bolaget medan Sydskraft skulle finansiera utbyggnaden samt disponera produktionen av elkraft under en viss tid. Senare förvärvade Sydkraft Avestas andel i bolaget och blev därmed ensam ägare till Bjurfors AB.

Vid projekteringen beslöts att bygga ut fallsträckan i två anläggningar, Bjurfors övre och Bjurfors nedre kraftverk med 11,5 resp 19,9 meters fallhöjd. Eftersom vattenföringen i älven reglerats 1958 valdes för båda verken en utbyggnadsvattenföring av 420 kbm/s vilken motsvarar ungefär dubbla medelvattenföringen vid Bjurfors. Den installerade effekten blev därmed 42.000 kW för det övre verket och 71.000 för det nedre. Utbyggnaden av Bjurfors övre kraftverk var särskilt angelägen eftersom man med detta avsåg att dämna in fallhöjd ända upp till den 4 mil avlägsna Lillselsstryckan. Genom indämningen erhöles ett värdefullt älvmagasin som kunde utnyttjas för korttidsreglering i de bågige Bjurforsverken samt de strax nedströms belägna kraftverken vid Harrsele och Pengfors. Arbetena med Bjurfors

övre och nedre kraftverk påbörjades 1958 resp. 1956 och verken togs i drift 1962 resp. 1960.

## Typiskt svenskt lågfallhöjdsverk

Till följd av Bjurfors övre kraftverks låga fallhöjd, 11,5 meter, behövde inte några särskilda konstarbeten utföras för vattenvägarna till och från kraftstationen. Maskinhuset kunde sammanbyggas med regleringsdammen och utloppet från turbinerna mynnade direkt till älven omedelbart nedströms stationen. Kraftstationen försågs med tre lika stora kaplanturbiner vilka kunde sluka 140 kbm/s vardera. Anläggningens principiella utformning följde därmed en utveckling för kraftverk med låg fallhöjd vilken påbörjats efter första världskriget med Forshuvudforsens och Lilla Edets kraftverk och som under 1940- och 50-talen nått en nivå näst intill fulländning.

Regleringsdammen utfördes huvudsakligen som en lamelldamm av betong med anslutande jorddammar tätade med en betongkärna. I dammens stora utskovsöppningar monterades två segmentluckor och en sektorlucka. För att slippa en särskild öppning för flottgods eller för att undvika onödigt vattenspill vid flottning genom sektorluckan, försågs luckan med en infälld "flottningsränna". Dammens tre intagsöppningar till turbinerna inrymdes i ett intagshus som sammanbyggdes med maskinhuset. Intagshuset utrustades med en enda avstängningslucka vilken vid behov automatiskt kunde förflyttas till valfri intagsöppning.

Under vattenkraftens barndom var ett av tekniker- kernas stora bekymmer hur man skulle kunna få turbinerna att gå fortare och sluka mer vatten i kraftverk med låga fallhöjder. Turbinmaskineriet delades därför oftast upp i ett flertal enheter för att inte generatorerna skulle bli för otypliga och kost-

*Bjurfors övre kraftverk. Foto: Lasse Brunnström 1992.*



samma. Detta gav visserligen generatorerna acceptabla dimensioner men i gengäld fick man fler aggregat att underhålla och en större byggnadsvolym. Om de aktuella kraftverken kunde förses med färre, enklare och mer snabblöpande aggregat skulle de också bli billigare att bygga.

Turbinproblemet var på intet sätt unikt för Sverige. Särskilt i Nordamerika och på kontinenten ansågs detta vara av sådan vikt att teknikerna vid sekelskiftet börjat studera turbinen från en mer teoretisk synvinkel. Resultaten lät inte heller vänta på sig, redan under 1910-talet kunde mycket tillfredsställande lösningar presenteras i både USA och Österrike. Genomgående för utvecklingen var att man ville ha vertikalaxlade aggregat med ett enda stort löphjul samt att detta skulle vara så snabbt att en generator med måttliga dimensioner kunde tillkopplas utan mellanuppväxling.

Samtidigt med den snabba turbinutvecklingen hade den formgjutna betongen på allvar börjat komma till användning, i all synnerhet sedan man lärt sig konsten att armera. De stora enhjuliga vertikala turbinerna kunde nu utan alltför höga kostnader förses med strömningsriktigt utformade spiral- eller snäckliknande tillopp av armerad betong. Drivvattnets strömningsförluster minimerades och verkningsgraderna steg i motsvarande omfattning.

Utvecklingen av turbiner för de låga fallhöjderna kröntes omkring 1920 med österrikaren Viktor Kaplans konstruktion. Han lyckades tillverka en turbin med ett varvtal som var mångdubbelt högre än de snabbaste francisturbinerna och som också med samma inbyggnadsmått som dessa kunde sluka betydligt mer vatten. Kaplans turbin hade dessutom en högre verkningsgrad över hela belastningsregistret än vad någon annan turbintyp kunde uppvisa.

Dätidens mycket aktiva svenska vattenbyggnadstekniker var inte sena att ta till sig de amerikanska och österrikiska nyheterna. Redan när lågfallhöjdsanläggningen vid Forshuvudsforsen i Dalälven byggdes 1917–1921, installerades för första gången i landet stora enhjuliga, vertikala, snabblöpande francisturbiner med snäckformad vattentillförsel.

Det avgörande steget togs emellertid i kraftverket vid Lilla Edet i Göta älv vilket byggdes av staten åren 1918–1926. Verket skulle tillgodogöra sig inte mindre än 600 kbm/s vid 6,5 meters fallhöjd, ett krav som till att börja med betraktades som nästintill omöjligt att uppfylla. Beslut om turbinval hade därför inte tagits när byggnadsarbetena påbörjades. I flera av alla de tidiga förslagen förespråkades att tre turbinaggregat med vardera sex löphjul skulle användas. Utvecklingen gick emellertid just då mycket snabbt på turbinfronten och slutresultatet blev att tre stora enhjuliga vertikala turbiner installerades med ett lysande resultat. Av de tre maskinerna var en av Kaplans typ och de två övriga propellerturbiner av Lawaczecks typ.

Mest uppmärksamhet i Lilla Edet ådrog sig kaplanturbinen både till följd av sin utomordentligt goda verkningsgrad och sin oväntade överbelastningstålighet. Maskinen var den första riktigt stora som byggts av typen. Framgångarna i Lilla Edet kunde förutom uppfinnaren även tillskrivas beställaren Vattenfall och tillverkaren KMW i Kristinehamn, vilka vågat ta ett initiativ som från flera håll sågs med stor skepsis. Efter kaplanturbinens genombrott i Lilla Edet har konstruktionen fått ett sådant anseende att den blivit så gott som allena rådande vid utbyggnad av låga fallhöjder med stora vattenmängder.

## Förspänd betong

Vattentillförseln till turbinerna i Bjurfors Övre kraftverk utfördes i likhet med övriga lågfallhöjdsverk med betonggjutna snäckformade tillopp som omgav turbinerna. Av formnings- och gjuttekniska skäl gavs så stora snäckor som det här var fråga om ett rektangulärt tvärsnitt. För att snäckornas sidor skulle tåla vattentrycket, krympspänningarna från

*Bjurfors övre kraftverk, maskinhallen med generatortopparna med armkors och matarmaskiner för två av aggregaten. Travers av halvportaltyp i bakgrunden. Foto: Bengt Spade 1992.*



betongens stelning samt spänningar till följd av temperaturväxlingar hade sidorna dittills fått grova dimensioner. Vid mycket stora snäckor blev betongarbetena därför omfattande och kostsamma.

I Bjurfors Övre kraftverk prövades för första gången i landet att utföra betongsnäckornas nedströmsväggar (snäckvalven) med spännbetong för att öka spricksäkerheten och bringa ner valvens dimensioner.

Tekniken att använda spännbetong eller initialspänd betong som den först kallades för, hade utformats av den franske arkitekten och byggnadskonstruktören Eugène Freyssinet som publicerade sina teorier 1936. Spännbetongen har särskilt använts för att åstadkomma långa och smäckra spann vid bygge av betongbroar.

Kraftverkets maskinella utrustning fick en konventionell utformning med tre likadana aggregat. Matarmaskinerna på generatortopparna har dock nyligen tagits bort och ersatts med statiska likrikta-re.

Maskinhallens travers fick en ovanlig utformning. För att inte störa den lättbyggda nedströmsväggens konstruktion och utseende flyttades traversbanan här ner till hallgolvet. Traversen har istället utformats som en halvportalkran.

Kraftverket projekterades av VBB vars ingenjörer även utarbetade spännbetongkonstruktionerna. Turbinerna levererades av KMW i Kristinehamn och generatorerna av ASEA.

## Elegant visningsstation

Bygandet av Bjurfors Övre kraftverk föregicks av segdragna förhandlingar i Vattendomstolen. Utbyggnaden av Bjurforsbolagets fallsträcka skulle nämligen komma att påverka fem mil av Umeälvens dalgång. Längre fanns det planer på att utnyttja de ca 30 metrarna fallhöjd i en enda anläggning men förslaget stoppades eftersom det skulle ha orsakat alltför stora markskador och olägenheter i bygden. En viktig roll i detta sammanhang spelade Samfundet för Hembygdsvård vars ordförande John Nihlén och

sakkunnige trädgårdsarkitekt H. Segerros lade ner ett omfattande arbete i frågan.

Även sedan man hade beslutat sig för att dela fallhöjden på en övre och en nedre station bevakade Samfundet noga de hembygds- och landskapsvårdande intressena. När det gällde Bjurfors Övre innefattade detta också rent arkitektoniska spörsmål på grund av stationens öppna, exponerade läge (invid nuvarande europaväg 12, f.d. E79). Ett yttrande till Kammarkollegiet den 17 december 1957 antyder att man ställde sig kritisk till utformningen av de tre tidigare byggda kraftverken Pengfors, Harrsele och Bjurfors Nedre. De verkade "klossiga och tunga, föga anpassade till övriga anläggningar i trakten. Man har en känsla av en betonglåda, som utlagts i älvda-len utan större känsla för estetiska krav". I ett fall som detta borde den estetiska utformningen ägnas stor uppmärksamhet, byggnadselementen lösas upp och en lämplig färgsättning göra kraftstationen tilltalande. Jämförelser görs bl.a. med kraftstationer i lätta betongkonstruktioner och glasväggar i Schweiz. Det finns också en elegant passus i skrivel-sen som måste vara ägnad att sätta lite press på både Bjurforsbolaget och arkitekten till de fyra sydkraftsdominerade kraftverksbyggena i Umeälven, Sven Ivar Lind: "I fråga om Bjurfors övre kraftverk anser Samfundet det lämpligt att kontakt i god tid tas med arkitekt som har möjlighet att påverka utformning-en av stationen".

Kritiken måste ha fallit i god jord för när bygg-nadsarbetet inleddes något år senare gjordes Bjurfors Övre till visningsstation och bolagets ansikte utåt. Stationens uppglasning, varma tegelytor och allmänna elegans står också i skarp kontrast till de råa, tunga och mörka ytorna hos stationerna i Pengfors, Harrsele och Bjurfors Nedre.

Arkitekten till dem alla, Sven Ivar Lind (1902–1980), var professor och i all sin exklusivitet en betydande gestalt i svenskt arkitektliv under 1950- och 60-talet. Åt en annan av intressenterna i ume-älvsbyggena hade han tidigare ritat Hjälda kraftsta-tion i Faxälven och Skallböle kraftstation i Ljungan, båda tagna i drift 1949. Karriären började annars på ett märkligt sätt genom att han redan som 26-åring



placerades i Paris för att förverkliga Ivar Kreugers många vittomfamnande byggnadsprojekt. Inkörsporten för norrlandsjobben var en serie cellulosafabriker som Sven Ivar Lind fick ta itu med under tidigt 40-tal. En viktig förmedlingslänk i många av jobben var Linds svåger Ragnar Ahlström, erfaren kraftbyggare sedan mitten på 20-talet.

Om än i större och mäktigare skala finns det i Bjurfors Övre idéer och detaljer från Osvald Almqvists många kraftstationer. Det är framför allt i sin flerhusverkan, de kubistiska formerna och det långa bandfönstret strax under takfoten som släktskapet med Almquist känns igen. Även maskinsalens interiöra uppläggning påminner t.ex. om den i Krångforsverket där det indirekta överljuset når ända in till kontrollrummet på den motstående slutna uppströmsväggen. Naturligtvis finns det också detaljer som skiljer; i synnerhet den nästan överdrivet kraftiga betongtaklisten som ligger som ett tungt lock ovanpå den i övrigt så smäckra byggnaden. Linds medhjälpare, arkitekten Ove Hidemark, hävdar efteråt att den stora uppglasningen krävde en kraftfullare avslutning än vad ett skärmtak kunde erbjuda. Det är lätt att tänka sig att just denna detaljen drevs mot sin perfektionism på ett liknande sätt som Osvald Almquist ägnade sig åt Krångforstakens olika lutningar.

Sven Ivar Lind var som arkitekt f.ö. väldigt noga med detaljarbetet och hans föreskrifter var minutiö-

sa. Formsättningen av utvändiga betongytor skulle t.ex. ha stående bräddriktning (120x50 cm luckor) utom taklisten där han ville ha de vertikala delarna i stående riktning och de horisontala delarna i lig-gande bräddriktning. Inne i maskinsalen skulle uppströmsväggen gjutas mot släta formluckor (120x120 cm) liksom kontrollrumsdelen och trapphuset. Under arbetets gång kontaktades han ideligen av arbetsledningen som var mycket noga med att höra hans åsikter i olika arkitektoniska spörsmål.

Lind ägde också en ingående kännedom om olika byggnadstekniker och var mycket noga med materialvalet. För maskinsalens brunflammiga klinkergolv kontaktades t.ex. flera tillverkare i Finland för att hitta den rätta typen som han hade sett som fasadbeklädnad på Kansallisteatteris lilla scen i Helsingfors. Fasadteglet beställdes från Sala tegelbruk som tidigare levererat tegel till flera byggnader inne i Umeå, bl.a. Thulehuset, stadsbiblioteket och sporthallen. För att få en så levande yta som möjligt såg han till att beställa sintrade och askfläckade stenar, t.o.m. "krympta och något deformerade". Man kan förstå hans omsorg; till maskinsalens tak, gavlar och nedströmsvägg användes nämligen lättbetongelement varför den halvstens tjocka tegelfasaden enbart murades upp i dekorativt syfte. Tegelmuren har dessutom erhållit en vacker reliefverkan genom rytmiskt återkommande indragna stenar.

● **västerbotten** 1–2/91 ägnas uteslutande åt fotografen Bertil Ekholtz fotografiska gärning. På sidorna 63–85 visas ett urval av de många fantastiska bilder Ekholtz tog under de stora kraftverksbyggena på framförallt 1950-talet. Bil-

derna är hämtade från Hjalta kraftverksbygge i Faxälven, Pengfors-, Bålforsen-, Harrsele-, Stornorrfors- och Bjurfors nedre kraftverksbyggen. Bertil Ekholtz har totalt omkring 5000 kraftverksbilder i sitt arkiv.

# Stornorrfors kraftverk

I början av 1950-talet stod det klart att en ökad utbyggnad av landets vattenkrafttillgångar var nödvändig för att kunna möta den prognoserade efterfrågan på elkraft. Krafttillgångarna i södra Sverige var då utnyttjade sedan länge. Norrlands väldiga vattenkraftpotential hade däremot endast tillgodogjorts i obetydlig utsträckning eftersom möjligheten att överföra kraften till landets södra och mellersta delar var starkt begränsad. När det mycket stora kraftverket vid Harsprånget i Stora Lule älv skulle uppföras i slutet av 1940-talet tvingades man därför att samtidigt åstadkomma ett helt nytt system för långväga kraftöverföring. Detta utformades för 380.000 volt (380 kV) trefas växelström och därmed lades grunden till det svenska storkraftnätet. Dörren stod nu öppen för utbyggnad av de avlägsna kraftkällorna i norr.

En samlad utbyggnad av Ume älv hade tidigt aktualiserats med tanke på älvens relativa närhet till kraftkonsumenterna. I älven fanns i början av 1950-talet endast de fyra kraftverken vid Harrsele, Norrfors, Baggböle och Klabböle. Dessa var dessutom bara dimensionerade för vintertida lågvattenföring och utnyttjade således långt ifrån den möjliga kraftpotentialen. En förutsättning för en mer omfattande kraftutbyggnad i Umeälven var därför i likhet med övriga norrländska vattendrag att en omfördelning och utjämning av vattenföringen kunde ske. Det blev således nödvändigt att genomföra omfattande sjöregleringar i älvens avrinningsområde. Den första av dessa utfördes med den stora sjön Storuman där ett regleringsmagasin med 1.100 miljoner kbm vatten erhöles 1958.

Samtidigt som 380 kV-systemet introducerats hade också tekniken utvecklats att bygga vattenkraftverk för mycket stora effekter med höga vatten-

*Stornorrfors. Avloppstunneln i mars 1955. Foto: Vimar Ericson / Vattenfall.*



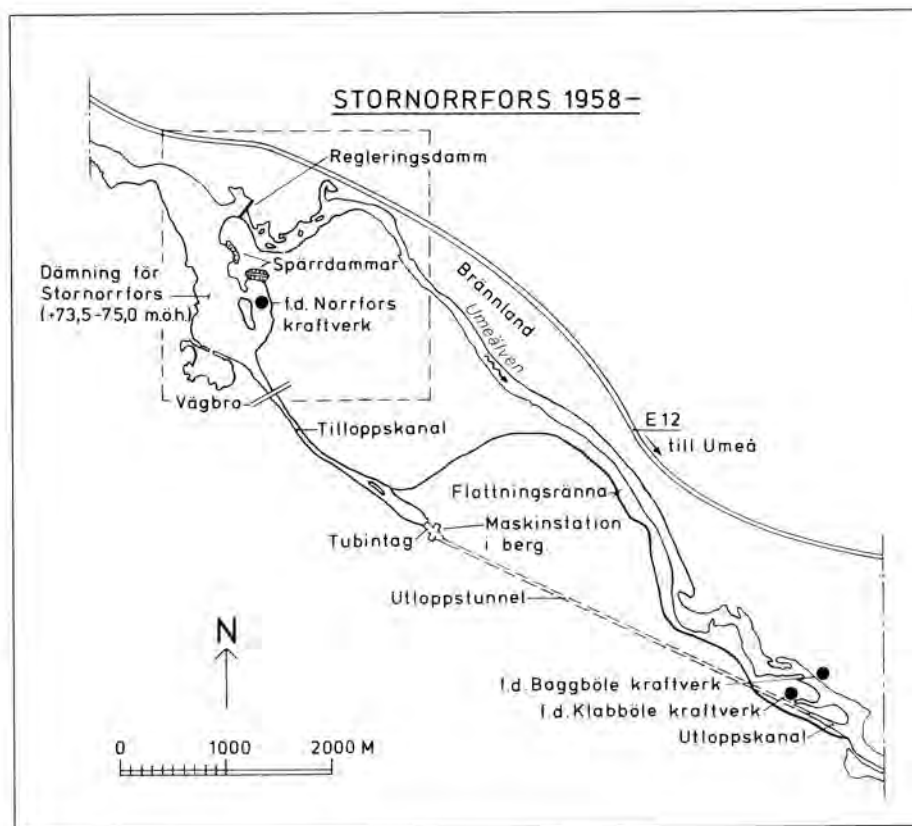


föringar och fallhöjder. Maskintillverkarna kunde nu med förbättrade materialkvaliteter och förfinade beräkningsmetoder skala upp redan optimerade tekniska lösningar. På byggsidan hade nya effektiva tunnelsprängnings- och transportmetoder tagits fram. Den gamla tanken på en samlad utbyggnad i ett enda kraftverk av det stora fallkomplexet i Umeälvens nedersta del var således nu tekniskt möjlig och 1953 beslutade Vattenfall som var huvudägare av de aktuella fallrätterna att ett kraftverk skulle byggas. Verket gavs namnet Stornorrfors (arbetsnamn under projekteringstiden var "kraftverket Norrfors-havet") och skulle utnyttja drivvattenmängden 600 kbm/s och fallhöjden 74,5 meter. Med effekten 375.000 kW beräknades det producera

1.950 milj kilowattimmar per år. Arbetena med det nya kraftverket påbörjades samma år och 1958/1959 togs det i drift. Stornorrfors kraftverk var då det till effekten största vattenkraftverket i landet.

Den slutgiltiga utbyggnaden av Stornorrfors hade föregåtts av många delprojekt varav de flesta stannat på pappret. I tidigare avsnitt har historien berörts kring Umeå stads två kraftverk vid Klabböle och Vattenfalls kraftverk vid Norrfors, alla belägna inom den nu för utbyggnad aktuella fallsträckan.

Klabböleverken låg längst ner i forscomplexet och utnyttjade älvens vatten vid den breda forsens högra strand. Mitt emot Klabböle låg Baggböle där Holmsunds AB byggt ett kraftverk 1916 på 1.100 kW. Forsen utnyttjades således av två från varandra



*Karta över vattenkraftanläggningarna Stornorrfors (1958), Norrfors (1926), Baggböle (1916, ej behandlat i texten) och Klabböle (1899). Kartan ritad av Rune Kjelsson.*



*Schaktningsarbeten ovan jord för tillloppskanalen i Stornorrfors. Foto: Lennart Nilsson / Vattenfall 1958.*

helt skilda kraftverk, ett förhållande som förr i tiden var vanligt i de större vattendragen. Umeå stad hade dock tidigt låtit utarbeta olika förslag till en gemensam utbyggnad av den ca 11 meter höga Klabböle/Baggböleforsen med dammar från strand till strand och med effekter upp till 22.000 hk (ca 16.000 kW). Planerna hade dock fått vila tills vidare eftersom ett ökande kraftbehov i distributionsområdet kunnat täckas med förmånliga inköp av råkraft från andra kraftverk.

Efter andra världskriget började situationen för Umeås elförsörjning bli mer akut. Ett förnyat intres-

se uppkom för Klabböle/Baggböleforsen och ett första steg mot en utbyggnad togs därför 1947 då Baggböle kraftverk förvärvades. Umeå stad behärskade nu hela forsens och denna kom därför att kallas för Umeforsen. Samtidigt framförde Vattenfall ett förslag till en gemensam utbyggnad av "Ume kraftverk" med påföljd att ett bolag, AB Umeforsen, bildades 1947 med Umeå stad och Vattenfall som ägare.

I fallkomplexets övre del hade Norrforsen byggts ut av Vattenfall 1924–1927 med ett efter dåtida förhållanden ganska stort kraftverk som utnyttjade en medelfallhöjd av 35 meter. Utbyggnaden hade

## Kraftverkets tekniska utformning

Det nya kraftverket fick en allmän utformning som i många avseenden påminde om den 30 år äldre men betydligt mindre företrädaren Norrfors kraftverk. Uppre vid fallnacken byggdes en ny regleringsdamm som dämde in ytterligare sex meter av forsarnas övre del utöver de fem som tidigare indämts med Norrfors kraftverks damm. Drivvattnet avlänkades även nu in mot Tvärån på högra stranden. Från Tvärån anlades en lång tilloppskanal fram till Klabbbergets västra sida där intaget placerades. Från detta ledde vattnet till den djupt ner i berget belägna maskinstationens tre turbiner. Vattnet återfördes därefter till älven i en gigantisk utloppstunnel som mynnade strax nedströms det gamla kraftverket vid Klabböle. Vid arbetena med den nya vattenvägen, som blev 6,4 km lång och dimensionerades för en drivvattenföring av 800 kbm/s, utsprängdes och schaktades inte mindre än 5,7 miljoner kbm berg- och jordmassor.

Till följd av dämmningshöjningen för det nya kraftverket fick man förutom en utökad invallning utmed älvens båda stränder även uppföra en ny regleringsdamm och två nya spärrdammar på Tvärön. Den nya regleringsdammen byggdes strax nedströms den gamla samt utformades huvudsakligen som en jord- och stendamm. Närmast dammens lucköppningar utfördes dock ett ca 100 meter långt parti med en lamelldamm av betong grundlagd direkt på berget. I dammens lucköppningar monterades en både upp- och nedåtgående lucka (vagglucka) och två segmentluckor. På Tvärön placerades den ena av de två spärrdammarerna nedströms den gamla valvdammen medan den andra fick bli dalspärr i Tvärån nedanför Norrfors kraftstation. Vid dämmningsupptagningen 1958 för det nya verket överdämades det gamla Norrfors kraftverks dammar och maskinhus helt och hållet av det 14 gånger större Stornorrforverket. Ett märkligt öde för ett kraftverk efter 31 år men samtidigt betecknande för storleksutvecklingen inom vattenbyggnadstekniken.

Från Tvärån anlades en 2,4 km lång tilloppskanal fram till den nya stationens tubintag som placerades inne i berget. Kanalen fick avsevärda dimensi-



*Djupsprängning och utschaktning för ett av de tre intagen. Foto: Vimar Ericsson / Vattenfall i november 1959.*

dock förgåtts av flera planer på betydligt större kraftverk och med Norr- och Sörforsarna samslagna. Inte minst hade det spekulativt lagda AB Umeå Vattenfall i början av seklet gjort några fruktlösa försök att få en kraftutbyggnad till stånd.

I början av 1950-talet var dock, som tidigare nämnts, tiden mogen att utnyttja hela den 75 meter höga och 13 km långa forssträckan i ett enda kraftverk. Under februari 1953 avtalades slutligen mellan Vattenfall och Umeå stad om utbyggnad av Stornorrfor kraftverk som alltså även skulle inkludera Umeforsens fallhöjd. I utbyte mot Umeås andel i AB Umeforsen skulle staden erhålla ersättningskraft från Stornorrfor. Till skillnad mot sina många föregångare avvecklades inte intresseföretaget AB Umeforsen sedan projektet genomförts utan levde kvar som förmedlare av ersättningskraften.

oner för att kunna leda fram den stora drivvattenmängden utan alltför besvärande fallförluster. Dess mellanparti gick huvudsakligen fram i berg och erhöjll där tvärsnittsarean 410 kvm medan den övriga delen som gick i lösa massor fick en area av 1.350 kvm. Vid kanalens intag korsades en allmän landsväg och här byggdes en bågbro av betong med 48 meters fri spännvidd.

Från intaget sprängdes tre schakt för tilloppstubererna rakt ner i berget till maskinstationen. Tub-schakten som kläddes in med betong för att en slät yta skulle erhållas, anslöts vid turbinerna till spiral-

formade tryckskåp av stålplåt som omgav turbinernas ledskenearranger. Spiralskåpen har nyligen gjutits in helt i betong för att dämpa det snabbt strömmande vattnets buller.

De tre turbinerna tillverkades av NOHAB i Trollhättan och vid leveransen var de med sina 135.000 kW bland de starkaste vattenturbinerna i världen. Maskinerna utfördes som enhjuliga francisturbiner med vertikal axel. Till följd av turbinernas storlek kunde inte delarna gjutas i ett stycke som brukligt var utan fick svetsas tillsammans av mindre komponenter.



*Schakt för en av de tre vertikala tuberna till turbinerna i Stornorrfors. Schaktet är ca 70 m djupt och har en diameter av 8 m. Foto: Arne Persson / Vattenfall 1956.*

Enbart löphjulen hade ytterdiametern 5,2 meter och höjden 3,0 meter samt vägde 70 ton styck. Materialet i hjulen var rostfritt stål med 13 % krom och 1 % nickel. För att NOHAB skulle kunna utföra de nödvändiga avspänningsglödningarna efter svetsoperationerna blev man tvungen att bygga en ny ugn som rymde de stora turbindelarna.

De stora krafter som krävdes för att vrida turbinernas ledskenor (reglermomentet) gjorde att man placerade de oljehydrauliska servomotorerna direkt på turbinlocken. Alla reglerkrafter kom således att överföras inom själva turbinaggregatet och de omgi-

vande betongkonstruktionerna behövde därför inte dimensioneras för detta.

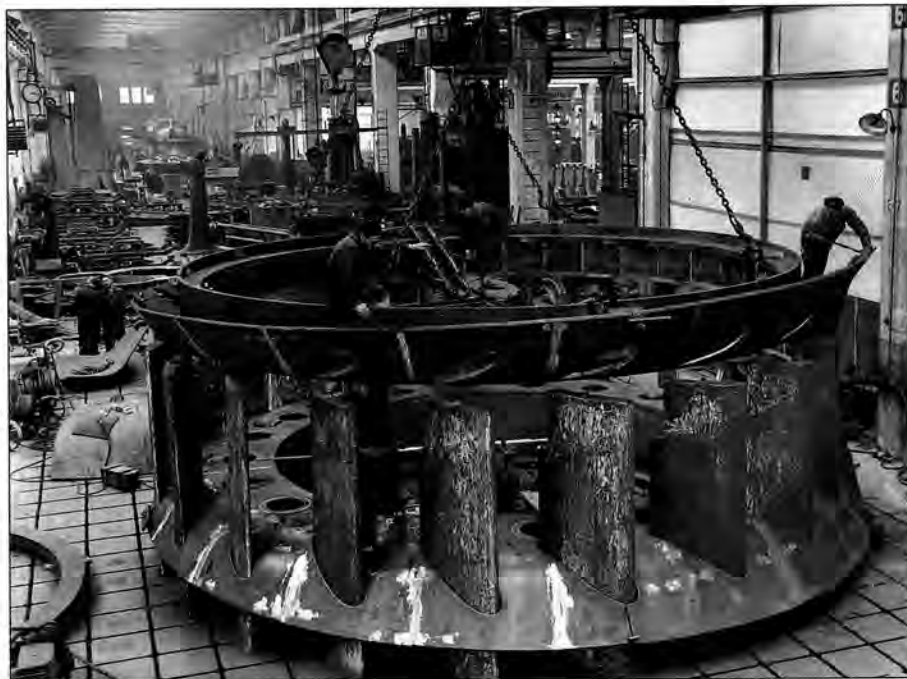
När man skulle välja turbintyp för Stornorr-fors stod valet länge mellan kaplan- och francisturbiner. Beräkningar visade att med kaplanturbiner skulle både högre effekt och större energiproduktion bli möjliga tack vare turbintypens högre verkningsgrad. De skulle dock bli dyrare än francisturbiner. En ekonomisk jämförelse gav därför ej något klart utslag. Istället kom en annan synpunkt att väga tungt vid valet. Till följd av sin storlek, läge och goda nivåregleringsmöjligheter ansågs nämligen Stor-



*Rotorgropen för aggregat 1 i Stornorr-fors fotograferad uppifrån före montage av armkorset med bärlager samt rotorn. Nere i gropen syns turbinspiralen och turbinlocket med den ännu ej färdigmonterade ledskenustrustningen. Foto: Lennart Nilsson / Vattenfall 1958.*



*Stagring till turbin för Stornorrfors under tillverkning vid NOHAB i Trollhättan. Placering av stagpelare och ringar i rätta lägen före hopsvetsningen. Man ser de i ringarna uppskurna runda hålen genom vilka stagpelarna införes samt de runda hålen för ledskenespindlarna. Foto: NOHAB | Vattenfall.*



norrfors kraftverk lämpligt att användas som frekvensstyrande verk i det svenska elkraftsystemet. I ett sådant kraftverk måste dock varvtalsjusteringar kunna ske snabbt. Francisturbiner är därvid lämpligare eftersom kaplanturbinernas vridbara löphjuls-skovlar inte kan ställas om lika snabbt som de båda turbintypernas ledskenor. Detta i kombination med att kaplanturbiner av den aktuella storleken aldrig tidigare byggts för så stor fallhöjd gjorde att man till slut valde francisturbiner i Stornorrfors.

## **Världens största generatorer**

Kraftverkets tre generatorer med effekten 150.000 kVA (135.000 kW) tillverkades av ASEA och vid leveransen ansågs de vara världens största vattenturbindrivna generatorer. Maskinerna utfördes för 18.000 volt och med samma principiella uppbyggnad

som Harsprångets generatorer vilka levererats några år tidigare. Generatoraxlarna kopplades direkt till turbinaxlarna och bärlagren placerades i paraplyuppställning under generatorernas rotor. Varje lagers belastning uppgick till inte mindre än 960 ton och utgjordes av generatorns och turbinens roterande delars tyngd samt turbinlöphjulets vattenlast.

De successivt ökande maskinstorlekarna i vattenkraftverken medförde att konstruktionsarbetet mer och mer kom att inriktas mot att göra hantering möjlig av de stora och tunga maskinerna. Detta fick till följd att tillverkarna tvingades leverera sina maskiner i delar som inte fick vara större än att de kunde transporteras på de ofta besvärliga vägarna till kraftverksbyggena. Delarna fick inte heller vara tyngre än att de kunde lyftas utan att alltför dyrbara lyftanordningar måste installeras. Slutmontering skedde därefter i kraftverken antingen direkt på plats eller på särskilda monteringsplan i maskinhal-



*Rotorn till generator 2 (vikt 445 ton) sedd från undersidan när den sänks ned i statorn. Axeln, som är 1.150 mm i diameter, infettas för att hindra skärning när navet träds på axeln. Sedan rotorn nått sitt ändläge värms den 4 ton tunga krympringen (som montörerna står på) med gaslägor från rörrampen under ringen. När krympringen utvidgat sig tillräckligt placeras den runt den på bilden synliga nedre delen av rotornavet, där den får kallna och pressa fast rotorn på axeln. En motsvarande krympring monteras även på rotorns översida. Foto: Bertil Ekholtz, 6 november 1958.*

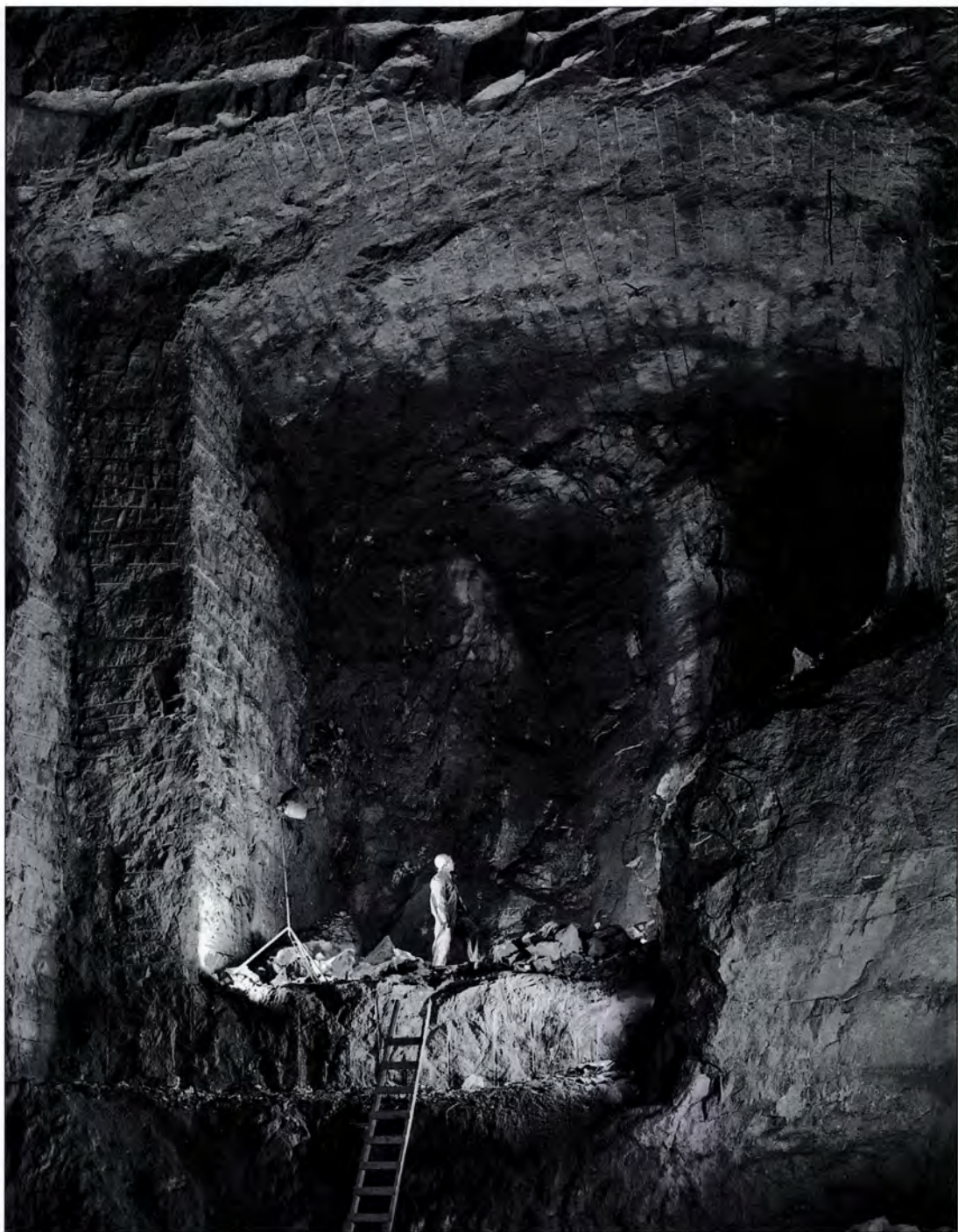
*Bilden t.h.: Utsprängning för den blivande maskinsalen i Stornorrfors. Foto: Bertil Ekholtz.*

larna och då till enheter som fortfarande inte fick vara tyngre än att traverserna orkade lyfta dem. De tyngsta pjäserna som måste lyftas blev vanligen generatorernas rotorerna eftersom de inte kunde sättas ihop på sin plats inne i statorerna. I Stornorrfors vägde varje rotor 445 ton när den förutom sin axel var färdigmonterad. Detta blev också avgörande för lyftförmågan hos maskinhallens traverser.

## Konstverk i underjorden

Maskinhallen blev ”en i berget utsprängd sal med en katedralvolym”. Den mäter på längden 124 meter, på bredden knappt 19 meter och är 29 meter hög. Stora delar av bergväggen lämnades i princip som den var men har senare delvis klätts in med akustik-

plattor. I hallens ena ände placerades kontrollrummet med glasvägg ut mot stationen som kördes härifrån tills man gick över till fjärrstyrning från Vattenfalls driftcentral i Umeå. Maskinhallen fick förutom sina stora dimensioner en utformning som i ett speciellt avseende avvek från vad som i stort sett varit standard i svenska kraftverk sedan Norrfors byggdes. Eftersom generatorerna försågs med slutna kylsystem med vattenkylare runt statorerna kunde stationens golvplan förläggas till generatorernas underkant istället för till deras överkant. En balkong placerad utmed maskinhallens nedströmsvägg och i höjd med generatorernas överkant underlättade dock tillträdet till generatorernas övre delar. Frånvaron av ett högt beläget golv på maskinhallens uppströmssida medförde att man med traverserna nu kunde komma åt att lyfta tyngre delar av statio-



nens hjälputrustning vilken i stor utsträckning placerats nere på maskinhallsgolvet vid generatorernas underkant.

För många underjordsstationer av den generation som Stornorrfors representerar gavs det aldrig särskilt mycket spelrum för några estetiska överväganden. Visserligen lades det ner stora belopp på olika landskapsvårdande åtgärder och här fanns

också en någorlunda logisk relation mellan åverkan och åtgärd. Men någon kraftstation i ordets egentliga mening fanns inte att utforma. I många fall existerade bara en underjordisk maskinhall med fixerade mått där arkitektens insatser blev ytterst begränsade. På sätt och vis har detta säkert uppfattats som ett problem; i alla tider har estetiken nämligen varit ett hjälpmedel för kraftbolagen att något kompanse-



*Helge Lindens målning "Vårbrytning" från 1959 i kontrollrummet till Stornorrfors kraftverk. Foto: Lasse Brunnström.*

ra de oundvikliga ingrepp i naturen som exploateringen alltid innebär. Det är ingen tillfällighet att man finner så många utsmyckningar av offentlig karaktär och även stafflikonst som i efterkrigstidens storkraftverk. Materialet utgör ett viktigt men ännu ganska okänt kapitel i svensk konsthistoria.

Den viktigaste konstnärliga insatsen i Stornorr-fors utgörs därför av en väldig oljemålning på duk inne i kontrollrummet. Den muralliknande målningen, 12 m bred och mellan två och en halv och sex meter hög, fyller hela den ena sluttande kortväggen. Målningen som var umekonstnären Helge Lindens (1897–1961) sista stora arbete, blev en frisk kontrast till den i övrigt så sterila miljön. Han hade fått uppdraget av Vattenfall efter att 1959 ha vunnit en utsmyckningstävling. Lindens förslag ska bäst ha svarat mot den speciella arbetsplatsens förutsättningar: inte störa maskinisterna för mycket i arbetet men samtidigt vara livgivande under trötta och lugna nattimmar! Motivet (Vårbrytning) är typiskt i kraftverkssammanhang, ett härligt optimistiskt älvslandskap med himmel, träd och porlande vatten. Men det intressanta är att den abstrakta och geometriska väggdekorationen är noga inkomponerad i rummet med en trappa och en taggig taksilhuett som medaktörer i kompositionen. Tyvärr har förutsättningarna att uppleva målningen förändrats efter en senare ombyggnad då innertaket sänktes och glasväggen sattes igen.

## Senare utbyggnad

Från turbinerna återfördes drivvattnet till älven i en 4 km lång utloppstunnel. Med tanke på att ett framtida fjärde aggregat skulle kunna installeras dimensionerades tunneln från början för 800 kbm/s. Vid projekteringen diskuterades först att anlägga två tunnlar eftersom erfarenhet då saknades av att

spränga en enda tunnel med de stora dimensioner denna skulle få. Det visade sig dock vid kostnadskalkyleringen att tvåtunnelalternativet skulle bli 25 % dyrare. Sedan geologisk expertis konstaterat att berget troligtvis hade så god kvalitet att det skulle hålla, valdes alternativet med en tunnel. Denna fick en tvärsnittsarea av 390 kvm och med höjden 26 meter och största bredden 16 meter betraktades tunneln 1958 som världens största.

Stornorr-fors kraftverks vattenvägar och maskinhall förbereddes redan från början för ett kompletterande fjärde aggregat. Detta skulle monteras när den planerade regleringen av Vindelälvens vattenföring genomförts. Vindelälven undantogs dock senare från kraft- och regleringsutbyggnader. Istället kom landets utbyggnad av kärnkraft att föranleda tillkomsten av Stornorr-fors fjärde aggregat. Som bekant täcks en mycket stor del av det svenska elkraftbehovet sedan 1970-talet av kärnkraft. Kärnkraftproduktionen är emellertid mycket svår att effektreglera varför den fått utgöra en tämligen konstant bas i elproduktionen. Kraftnätets effektreglering har istället påförts den lätthanterliga vattenkraften som därigenom har fått vidkännas mycket kritik för de oftast hårdhänta sjöregleringar som blivit följderna. Allra hårdast har sjöarna i Lule älvs avrinningsområde reglerats men även Ume älvs sjöar har påverkats kraftigt. Effektregleringarna har även medfört kompletterande effektutbyggnader av kraftverken i de hårdast reglerade älvarna.

I Umeälven har utöver Storuman senare tillkommit ytterligare reglermagasin och numera kan 3,3 miljarder kbm vatten lagras i älvens sjöar. Sedan regleringarna genomförts, påbörjades 1982 en effektutbyggnad i Stornorr-fors där ett fjärde aggregat togs i drift 1985. Detta är i stort sett av samma typ som de tre äldre men något större. Den nya turbinen kan sluka 275 kbm/s och generatoreffekten är 206.000 kVA (185.000 kW). Maskinerna har samma tillverkare som de äldre.

# Stormyrforsens kraftverk

I de norrländska älvarna påbörjades under 1940-talet en kraftutbyggnad i stor skala som har avslutats först i våra dagar. Under de aktuella decennierna fokuserades allt intresse för vattenkraft på storkraftverken vilket ledde till att äldre kraftverk med blygsamma effekter oftast inte ansågs som lönsamma. De lades därför ner vid haverier eller när de behövde förnyas till följd av slitage. Förhållandet förde med sig att det tekniska kunnandet i landet för att utveckla, projektera, bygga och driva små kraftverk nästan helt och hållet försvann.

Inför riksdagsvalet 1976 kom valdebatten huvudsakligen att handla om miljöfrågor och energiförsörjning. Centerpartiet som var tongivande i debatten gick till val med ett program i vilket bland annat ingick satsning på förnyelsebar energiproduktion. Denna skulle vara ett alternativ till fortsatt utbyggnad av kärnkraften. Det borgerliga blocket vann valet och en koalitionsregering med centern i spetsen bildades.

## Minikraftverken

Ett av de centerpartistiska energialternativen blev den "småskaliga" vattenkraften. Detta ledde till att generösa investeringsbidrag inrättades och en översyn gjordes av tariffsystemet för små kraftverk. En effektgräns för bidragen sattes vid 1.500 kW och begreppet "minikraftverk" myntades. Stimulansåtgärderna medförde att intresset återkom för att driva, rusta upp eller nybygga små vattenkraftverk.

Under storkraftverkens epok hade den tekniska utvecklingen som rörde de små kraftverken i det närmaste helt förtvinat. Det blev därför angeläget i det nymornade intresse som uppkom att finna lämp-

liga former för hur anläggningarna skulle utformas för att ge ett gott utbyte, vara enkla att sköta samt framförallt vara billiga att bygga. Intresset riktades av naturliga skäl särskilt mot minikraftverkens hjärtan, turbinerna. Frågan togs upp i Svenska Kraftverksföreningens utvecklingsavdelning (VA-ST) och i samråd med turbintillverkarna NOHAB och KMW utformades några olika maskinkoncept som förmodades skulle vara lämpliga.

Gemensamt för nytänkandet kring maskinaggren var att turbiner av propellertyp med fasta eller vridbara löphjulsskovlar skulle användas. Flödesregleringen genom turbinerna skulle helst inte ske med vridbara ledskenor som ansågs för dyrbara. I de turbiner som hade ställbara löphjul ("semi-kaplan") skulle en viss flödesreglering tillämpas medan de fasta hjulen endast skulle gå i intermitterent drift med antingen fullt pådrag eller stopp ("On-Off"). Vidare skulle turbinerna kopplas till högvirviga asynkrongeneratorer (konverterade trefasmotorer) av standardtyp. Transmissionen som därmed blev nödvändig mellan den långsamgående turbinen och den snabbgående generatoren skulle utgöras av likaledes standardiserade raka kugghjulsväxlar.

## Prototyp med dålig hållbarhet

Några prototypanläggningar utfördes under senare delen av 1970-talet. Med de ovan redovisade maskinkoncepten blev verken ganska billiga att bygga men de fick i gengäld några egenskaper som var mindre goda. I de fall där en flödesanpassad turbinreglering helt och hållet undveks, tillämpades en intermitterent drift som i det långa loppet frestade hårt på mekanisk och elektrisk utrustning. Driftformen skapade



*Stormmyrforsens minikraftverk i Bureälven. Foto: Bengt Spade 1992.*

också otillbörliga flödesvariationer i vattendragen nedströms kraftverken vilket störde växt- och djurliv. De standardiserade växellådorna visade sig dessutom ha en begränsad hållbarhet med en livslängd av endast ca tio år. Växellådorna hade också en sådan bullernivå att driftpersonal inte kunde vistas i deras närhet utan hörselskydd. För att maskinbullret inte skulle störa omgivningen fick maskinhusen bullerisoleras.

Det förnyade intresset för minikraftverken ledde dock så småningom till att konstruktioner och över-

vakningssystem förbättrades. Idag kan marknaden erbjuda prisbilliga aggregat med god driftsäkerhet och tillfredsställande livslängd.

Ett av prototypverken för den nya minikrafttekniken blev en anläggning för Skellefteå Kraft vid Stormmyrforsen i Bure älv, ca en mil öster om Burträsk. Här hade redan 1920–1922 byggts ett litet kraftverk på 200 kW som senare kommit i Skellefteå Krafts ägo. Det nya minikraftverket som togs i bruk 1976 ersatte helt det äldre som revs.

## Den tekniska utformningen

För Stormyrforsens minikraftverk tillgodogjordes en fallhöjd av 6,5 meter. Fallhöjden samlades redan i 1922 års verk med en nivåkanal som utnyttjades även för det nya verket. Från kanalen fördes drivvattnet ner till maskinhuset genom en kort tub och sedan det passerat turbinen återfördes det till älven i en utloppskanal.

Regleringsdammens utskovsöppningar försågs med en bakåtlutande stor planlucka och ett reglerbart sättbord. Den ca 300 meter långa nivåkanalen som avlänkades vid regleringsdammen hade grävts utmed forsen på älvens högra strand. Vid kanalens ände nedgrävdes en kort tub som förde vattnet ner till maskinhuset. I maskinhallen installerades en

horisontalaxlad semi-kaplanturbin av KMW:s tillverkning, monterad i ett svetsat plåtskåp. Turbinaxeln utdrogs ur det nedåtböjda sugröret till en rak kuggväxellåda som växlade upp varvtalet från 273 till 765 varv/min. Den ASEA-tillverkade generatormed effekten 400 kW utfördes som en svetsad, lådformig asynkronmaskin, konverterad från en standardiserad trefasmotor.

Eftersom turbinen i avsaknad av vridbara ledskenor vid behov inte själv helt kunde stänga av vattentillförseln, försågs tilloppstuben med en trottelveatil. För att kunna anpassa vattenflödet genom turbinen till älvens vattenföring, utrustades anläggningen med en vattennivåregulator som kände av flödet i älven genom att mäta nivån uppströms verket.

## Epilog

Den typ av minikraftverk som Stormyrforsen representerar markerar ett lågvattenmärke i svenskt kraftverksbyggande.

Sällan har det väl konstruerats och byggts så påvra anläggningar i vårt land. Det var som om 1970- och 80-talens bullrande, könlösa plåt- och betongbunkrar kunde ursäktas med att de var fjärr- eller automatstyrda och därför obemannade. Glädjande nog har det emellertid under de allra senaste åren börjat ske en allmän omvärdering av miljögestaltnings- och kvalitetsfrågor.

Författarna vill slutligen påminna kraftverksbranschen om att det faktiskt finns många äldre vattenkraftverk i vårt land att inspireras av i det fortsatta förnyelsearbetet både beträffande arkitektur och teknik.



# Mer att läsa

Den viktigaste källan till svensk elkraftsproduktion över huvudtaget finns idag ute på fältet. Även om det börjar bli tunnare med bevarade ångkraftsanläggningar finns de allra flesta vattenkraftverk kvar i drift, många dessutom i originalskick. Genom ett ännu ej avslutat inventeringsarbete initierat av riksantikvarieämbetet har författarna haft möjlighet att besöka och på plats studera ett par hundra svenska vattenkraftverk. Det är bl.a. dessa erfarenheter som ligger till grund för framställningen. Tekniska data har hämtats ur interna tillverkningsförteckningar exempelvis över turbiner tillverkade vid Verkstaden, Kristinehamn (KMW); Nydqvist & Holm AB, Trollhättan (NOHAB); Finshyttans Bruk, Filipstad; Arboga Mekaniska Verkstad AB, Arboga.

Avsnittet om **Västerbottens elektrifiering** bygger till viss del på lättillgänglig statistik: *Kort redogörelse för elektrifieringskommitténs arbete* (SOU 1923:72, Stockholm 1923); *Utredning beträffande planmässig elektrifiering av landsbygden i Västerbottens län* (SOU 1924:29, Stockholm 1924) och *Sveriges utbyggda vattenkraft* (SOS, Stockholm 1931). För landsbygdselektrifieringen finns dessutom ett utmärkt källmaterial i Västerbottens läns elektriska förenings arkiv (förvarat i Folkrorelsearkivet, Umeå). Se också Svenska Vattenkraftföreningens publikationer, exempelvis 381, 1945:12 (Norrländska Vattenfalls- och elektrifieringsfrågor). Om de svenska träsliperierna skriver Alf Prydz initierat i *Slipmassaindustrins tekniska utveckling i Sverige 1857-1950*. Stockholm 1952. Av den mängd informativa skrifter som publicerats via Vattenfalls försorg har framför allt använts *Kungl. Vattenfallsstyrelsen 1909-1934*, Stockholm 1934 och *Statens Vattenfallsverk under fyra decennier*, Stockholm 1948. Firma Qvist & Gjers ritade 1905 Burebolagets tänkta vattenkraftverk i Bureälven. Om detta finns mer att studera i Qvist & Gjers arkiv i Stockholm och i Bure Träsliperis arkiv i Bureå.

Uppgifter om **Umeås gamla ångkraftverk** finns framför allt att hämta i två minnesskrifter som getts ut av Elverket i Umeå: *Umeå stads elverk 1892-1899-1929*,

Umeå 1929 och *Elkraften i Umeå 1892-1899-1959*, Umeå 1960. Se vidare källor i *Äldre industrier och industriminnen i Umeälvens nedre del*. Norrländska städer och kulturmiljöer 6, Umeå 1980.

Avsnittet om **Bruksforsens kraftverk** bygger på en omfattande brevväxling mellan Seth M. Kempe, VD i Robertsfors AB och de olika platscheferna stationerade i Robertsfors, allt förvarat i Robertsfors bruksarkiv, Robertsfors. I VBB:s arkiv i Stockholm förvaras de utlåtanden som Vattenbyggnadsbyrån lämnade ifrån sig avseende olika utbyggnadsalternativ i Rickleån; även den korrespondens som ägde rum mellan bruket och VBB. F.d. maskinisten Fred Sundman (f. 1917) i Robertsfors har också lämnat en del värdefulla synpunkter. Två utmärkta men inte alldeles lättillgängliga källor om Robertsfors är Bertil Boëthius klassiska bruksmonografi *Robertsfors bruks historia*, Uppsala 1921 och Per Holmströms avhandling *Bruksmakt och maktbruk. Robertsfors AB 1898-1968* (Umeå Studies in Economic History. 9), Umeå 1988.

**Klabböle kraftverk** presenteras liksom många andra pionjärverk i *Teknisk Tidskrift* (Umeå stads nya elektricitetsverk, avd. M, 1900). Kraftverkets senare öden framskymtar i *Umeå stads elverks årsberättelser 1920-1959* (tryckta i Umeå resp. år och förvarade i Umeå Energis arkiv). Firma Qvist & Gjers ritningar och korrespondens finns idag bevarade i Tekniska museets arkiv i Stockholm. Förutom ett stort antal brev mellan firman och lektor Lundquist respektive major Wijnblad, finns det från åren 1896-1898 fyra olika förslag till utbyggnad av Klabböleforsen och två till Baggböleforsen. Om timringen av den första kraftstationen i Klabböle och kraftverksbyggets betydelse för Klabböle by har Tore Karlsson i Klabböle berättat. I lokalpressen förekommer ett stort antal reportage framför allt i samband med Elverkets 50-årsjubileum 1942.

Arkitekten Axel R. Bergmans ritningssamling förvaras i Arkitekturmuseum i Stockholm utom ett antal kraftverksritningar som för närvarande finns i förf:s förvar. Enstaka Bergmanritningar finns dessutom bevarade i

Umeå Energi AB:s arkiv och hos Skellefteå Kraft. För ytterligare källor rörande Bergman hänvisas till ovan nämnda skrift *Äldre industrier och industriminnen i Umeå-älvens nedre del*. Umeå 1980. Ingeniörsfirman Unander & Jonson i Stockholm gav ca 1908 (u.å.) ut en liten historik över företagets verksamhet (*Ingeniörsfirman Unander & Jonson 1903–1908*)

Skellefteå Krafts och dess föregångares snart 90-åriga historia återstår ännu att skriva. Delar har publicerats genom åren, främst en kortfattad 30-årshistorik som nedtecknades 1936 i samband med invigningen av Finnfors' tillbyggnad (*Skellefteå stads kraftverk 1906–1936*). Överingenjören Thor Björnbom summerade 1951 sin chefsgärning i form av en återblick över Skellefteå stads kraftverk (tryckt föredrag i Svenska Vattenkraftföreningens publikationer 422/1951:7). Se också *Skellefteå stads kraftverk 1906–1936*, SKV publ. nr 297, 1936.

**Finnfors kraftverk** presenterades i Teknisk Tidsskrift, avd. E, 1909 (*Skellefte stads elektriska kraftanläggning*) och året efter i Kungliga Vattenfallsstyrelsens meddelande 2, 1910 (*Die Wasserkraft Schwedens*). Utbyggnaden 1934–35 ägnades ett litet nummer i *Svenska Vattenkraftföreningens publikationer* (N:o 41/ 1936:8). Det mest utförliga som på senare tid skrivits om Finnfors kraftverk är förre kraftverksdirektören Carl-David Bredbergs *Finnfors. Energikälla – kraftstation – kraftverksmuseum i Industriminnen i Skelleftebygden* (Meddelande XLV. 1983). Stationen omnämns också i Ivar Helleders *Vattenkraft i Skellefte socken* (bilaga till Skellefteå Kraftverks årsredovisning för år 1974). I Skellefteå Krafts arkiv förvaras arkitekt- och ingenjörssritningar, korrespondens och fotografier.

Huvudkällan till avsnittet om **Norrfors kraftverk** är ett tekniskt meddelande (Ser. B, nr 17) från Kungl. Vattenfallsstyrelsen som utkom den 1 april 1931 under beteckningen *Redogörelse för arbetena med Norrfors kraftverks första utbyggnad*. Generatorerna omskrivs i ASEA:s Tidning 1926 (*Trefasgeneratorerna i Norrfors kraftverk*). Arkitekten Erik Hahrs person och verksamhet (framför allt i Västerås) tecknas av Sven Drakenberg i *Västerås genom tiderna, Del V:2. Stadens byggnadshistoria från 1800-talets mitt, Västerås 1962*).

Korrespondens mellan Vattenfallsstyrelsens Kraftverksbyrå i Stockholm till husbyggnadskontoret vid de Norrländska Kraftverken i Umeå (som bl.a. visar på diskussionerna kring det platta taket) liksom entreprenadkontrakt och två prydliga fotoalbum över Norrfors kraftverk 1926–1931 förvaras i Vattenfall Mellersta Norrlands

arkiv i Umeå. Västerbottens Kuriren skildrade också kraftverksbygget i flera stora reportage, exempelvis 8.10.1925 och 10.11.1926

**Krångfors kraftverk** behandlas i Svenska Vattenkraftföreningens meddelande nr 15, juli 1928. Se också Bexelius/Björnbom: *Något om Skellefteå stad och dess kraftverk*, Skellefteå 1929 och ovan anförda arbeten rörande Skellefteå Krafts anläggningar. Arkitekten Osvald Almqvists ritningssamling och tillhörande handlingar förvaras på Arkitekturmuseet i Stockholm. Almqvist redogör också för sina tankar kring kraftverksbyggena i Hammarforsen och Krångforsen i en utmärkt liten uppsats med titeln *Den arkitektoniska utformningen av några nyare kraftverksanläggningar*, Svenska Vattenkraftföreningens publikationer 217 (1929:5). Se också Björn Linn: *Osvald Almqvist, en arkitekt och hans arbete* (Stockholm 1967). Vidare har Almqvists insatser i Krångfors avhandlats i en C-uppsats framlagd vid institutionen för konstvetenskap (Mattias Lidén: *Krångfors vattenkraftverk och arkitekten Osvald Almqvist*, Umeå universitet vt 1990). Tekniska Byggnadsbyråns (TBB) historia gavs ut till 50-årsjubileet 1957 (*Vårt byggande under ett halvt sekel*, Stockholm 1957).

Sydkrafts norrlandsengagemang behandlas i minneskriften *Sydkraft-samhälle*, Malmö 1982. De sydkraftsdominerade norrlandskraftverken presenterades 1957 i en liten skrift med titeln *En fyrklöver privata kraftverk i Umeåälven*. Betongarbetena vid **Bjurfors Övre kraftverk** ansågs också så pass intressanta att de publicerades i en längre artikel i den ansedda tidskriften *The Engineer* (Frithiof Hallhagen, Daniel Norén and Bo Löfgren: *Upper Bjurfors Power-station, April 27, 1962*). Se även *Förspänd betong i Bjurfors Övre kraftverk*, VBB information nr 5/ 1963. Arkitekten Sven Ivar Linds efterlämnade ritningar och handlingar (med bl.a. en omfattande korrespondens) förvaras i Arkitekturmuseets arkiv i Stockholm. Linds personalia framgår bl.a. av Svenskt Biografiskt Lexikon och ett par utförliga nekrologer publicerade i *Dagens Nyheter* 12.4. resp. 14.4. 1980.

Om **Stornorrfors kraftverk** finns en rik litteratur, i första hand *Stornorrfors, Tekniska uppgifter*, KVS 1957 och 1989 ; *Stornorrfors kraftstation*, KVS blåvita serien nr 19, 1958; *Vattenkraft i Storuman*, KVS, Stockholm 1989; *Stornorrfors Power Station*, turbinbeskrivning, NOHAB; *Stornorrfors kraftstation och Generatorerna för Stornorrfors*, ASEA:s Tidning 1959. Om Helge Lindens utsmyckning skriver Brita Täljedal i en C-uppsats i konstvetenskap (*Helge Linden*, Umeå universitet vt 1990).

# Höstens och vinterns utställningar och evenemang i Västerbottens museum

25/10 – 22/11

## HÖSTSALONG 92

För första gången arrangeras en större jurybedömd konstsalong. Alla konstnärer med anknytning till länet har inbjudits att lämna in fyra aktuella verk för bedömning av en utomstående tremannajury. Salongen innehåller bildkonst i olika tekniker och samtliga konst verk är till salu.

29/11 – 7/2

## TRANSSIBIRISKA JÄRNVÄGEN TUR & RETUR

En utställning av Mikael Bertmar. Med hjälp av svartvita bilder och färgbilder, texter och specialkomponerad musik blir betraktaren en medresenär på en färd genom Europa och Asien. Resan med transsibiriska järnvägen blir till en stillsam meditation genom två världsdelar där de yttre intrycken blandas med personliga reflexioner.

13/12 – 31/1

## BARBRO BÄCKSTRÖM

Lätthet och luftighet, tyngd och precision, sensualitet och andlighet. Alltsammans ryms i Barbro Bäckströms konstnärliga arbeten. Med nätskulpturer, massivt gjutna skulpturer, teckningar och förarbeten till offentliga utsmyckningar belyses den nyligen bortgångna Barbro Bäckströms arbetsinsats.

## BIO PÅ MUSEET

I höst har Du möjlighet att se barn- och ungdomsfilm i Bio Abelli söndagar kl. 14.30. Biljetterna kostar 20 kr och säljs i anslutning till föreställningarna.

18/10 "Otto är en noshörning"

1/11 "Hunden som log"

15/11 "Rödtottarna och Tyrannus"

29/11 "GummiTarzan"



## JULMARKNAD

5–6 dec

För fjärde året i rad går den stora julmarknaden på Gammlia i Umeå av stapeln med demonstrationer av hantverk, utställningar, tävlingar, försäljning, musik och underhållning med anknytning till julen.

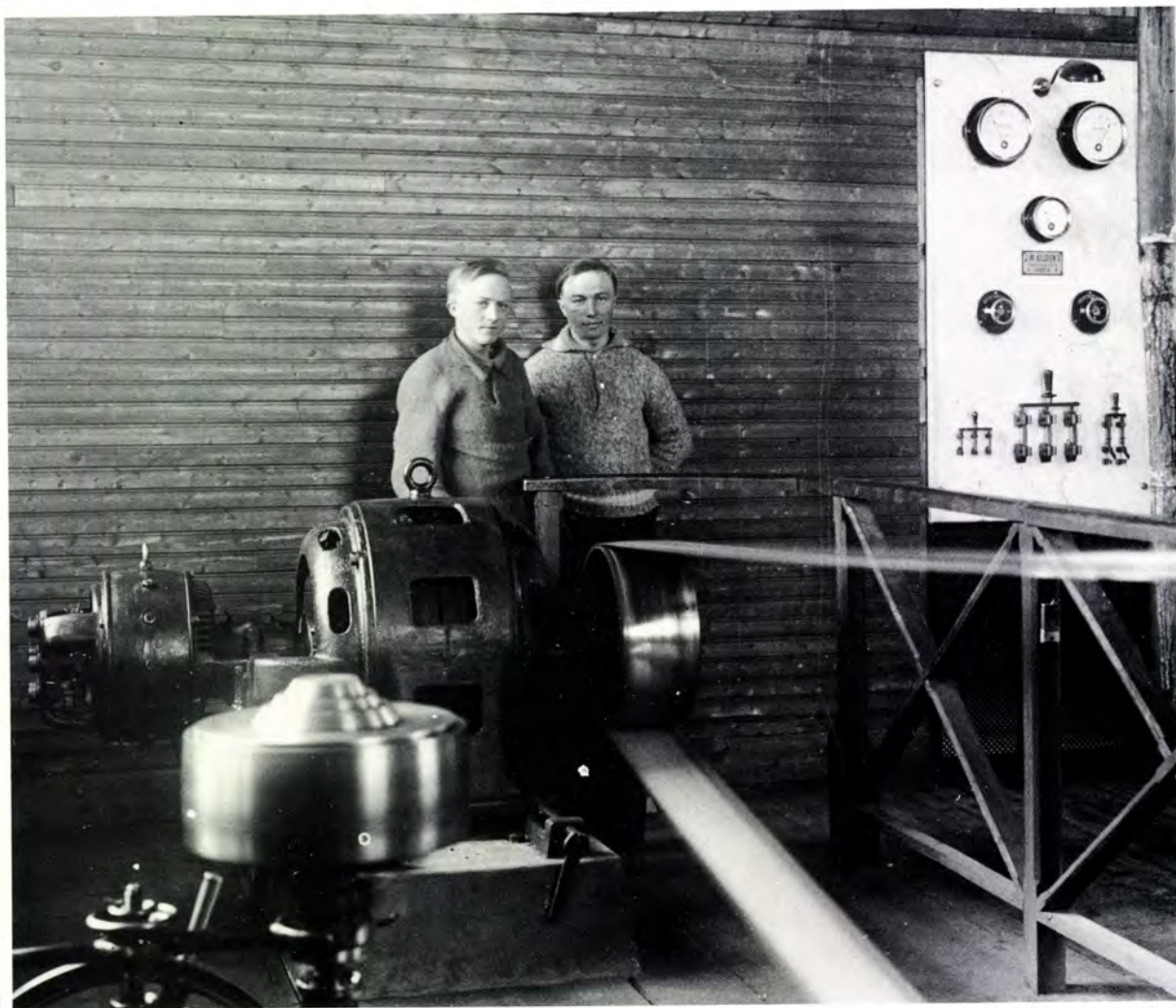
### Omslagsbilderna

*Framsidan: Manövertavlan i Finnfors kraftstation från 1908. Foto: Henry Lundström, Skellefteå museum.*

*Baksidan: Gamla kraftstationen i Gräsmyr, Nordmaling. Foto: Edvin Karlsson omkring 1920, Västerbottens museums bildarkiv. Omslagets insida: Fredriksfors kraftstation fotograferad 1912 av Maja Bodin. Västerbottens museums bildarkiv.*

# västerbotten ●

Tidskriften produceras av Västerbottens museum för Västerbottens läns hembygdsförbund



Tidskriften utkommer med fyra nummer per år.  
Redaktionens adress:  
Västerbottens museum, 903 42 Umeå.  
Tel 090/11 86 35. Fax 090/11 90 00.

Prenumeration:	årets häften	105:-
	häften i en bok	120:-
	häften och bok	190:-
	lösnummer	35:-