

## Ludvika Kraftstation ur ett historiskt perspektiv

Av Tommy Hjort, som under 21 år arbetade med kraftstationer och dammar numera tillhörande Västerbergslagens Kraft AB (2018-09-26)

### Inledning

Att gå tillbaka i tiden och täcka in en period om mer än hundra år utgör en utmaning. Det har visat sig att vid varje ägarbyte eller flytt till andra lokaler försvinner ett antal dokument av historisk betydelse. En hel del information, som aldrig dokumenterades utan existerade endast i medarbetares huvuden har till stor del följt dessa människor i graven. Därför är den bild, som tecknas nedan till rätt stor del fragmenterad. Baserat på ovan är det svårt att ange vetenskapligt korrekta referenser och valet har därför gjorts att utelämna sådana helt och hållet.

### Bakgrund

Industriellt brukande av naturkraften i Kolbäcksåns vatten sträcker flera hundra år tillbaka i tiden, i vart fall till under 1400-talet. Man byggde dammar och lät vattnet driva blåsbälgar i hyttor, stånghammare i smedjor, kvarnar, sågar, pumpar samt för flottning och annat. På de nybildade stränderna till många av dessa dammar finns sedan dess bebyggelse. I den mån kraften behövdes en bit från dammen användes stånggångar. Gemensamt för dessa mekaniska överföringar är att verkningsgraden är mycket låg, ca 10 %. Det möjliggjorde därför endast korta stånggångar, 1 - 2 km som längst.

Ån var mycket viktig för transporter, men omlastningar av godset fick ofta ske från en sjönivå till nästa. Det var först under andra halvan av 1700-talet som slussar byggdes förbi Norrström och Söderström mellan Mälaren och Saltsjön i Stockholm och i Strömsholms Kanal mellan Smedjebacken och Mälaren för att effektivisera transporter av främst stångjärn och liknande.

Med elkraftens intåg i slutet av 1800-talet ställdes större krav på dammarna. Byggnad och drift av kraftstationer och dammar hade sin lagliga grund i häradsrättsdomar där ersättningar till bl. a. sakägare fastslås liksom dämningens gränser och regleringsamplitud. I vissa av dessa föranstaltas om vattenhushållning för att säkerställa leverans av el under hela året utom under enstaka år med extremt liten nederbörd. Detta gjorde att några enstaka nya dammar anlades för främst kraftstationer, men också för uppströms liggande magasin. I huvudsak användes de, sedan tidigare sekler, etablerade dammarna.

Sammantaget kan man konstatera enligt ovan att vandringsfisk därmed har haft problem i sin framfart under flera hundra år och således har nya ekosystem bildats.

### Överföringen Hellsjöns Kraftstation - Grängesbergs gruvor

Det var år 1893 som överföringen från den nybyggda vattenkraftstationen i Hellsjön till gruvorna i Grängesberg 11 km därifrån togs i drift. Man hade valt trefas växelström för första gången i världen för en kommersiell överföring. Den visade sig motsvara förväntningarna och därmed startade en ny epok i elektricitetens historia. Nu byggdes en mängd trefassystem under slutet av 1800-talet med fortsättning i 1900-talet från mer eller mindre avlägsna vattenkraftstationer. Det är två aspekter som gjorde växelström med tre faser intressant. Lättheten att transformera upp spänningen vid kraftstation och sedan ned vid förbrukaren och därmed små överföringsförluster eftersom strömmen var låg vid den höga spänningen. Dessutom roterar trefasfältet och det medförde att enkla robusta motorer för pumpar, kranar och hissar kunde användas. Överföringen använde 70 Hz.

Hellsjööverföringen bedöms ha haft en verkningsgrad om 60 - 70 % från vattenmagasin till motorns arbete i gruvan. Detta överstiger vida de 10 % som kunde uppnås i mekanisk överföring, som dessutom var begränsad till mycket korta överföringssträckor p g a överföringsförluster.

I sammanhanget kan nämnas att det första kommersiella trefassystemet i USA togs i drift år 1895 i Kalifornien mellan den nya vattenkraftstationen i Folsom och huvudstaden Sacramento 35 km bort. Där använde man 60 Hz. Damm och station byggdes till mycket stor del av fångarna i det närbelägna, av Johnny Cash omsjungna, Folsom Prison.

## **Nätfrekvens**

Idag är i stora områden elnäten sammankopplade och håller samma frekvens, vanligen 50 Hz eller 60 Hz. Andra frekvenser används för tågtrafik och i några få fall, av historiska skäl, i industrier. I slutet av 1800-talet och början av 1900-talet var de flesta system nät i ö-drift. Ö-drift betecknar drift av eget elnät utan kontakt med något annat större nät. I ö-drift är nätoperatören ensam ansvarig för att korrekt reglera frekvens och spänning. Detta låter sig inte göras utan ansevärd roterande massa i kraftstationsaggregaten.

Hellsjööverföringen hade när den kompletterades med vattenkraftstationerna Enkullen år 1897 och Lernbo år 1899 fortfarande frekvensen 70 Hz. När man skulle bygga kraftstationen i Mockfjärd tillsammans med bolaget Stora Kopparberg och önskade koppla samman Hellsjööverföringen med Mockfjärd och anlägga en överföring till Stora Kopparbergs befintliga kraftsystem i nedre Dalälven valdes det senare systemets frekvens om 60 Hz. Därför byggdes Hellsjösystemet om runt år 1910 till att passa 60 Hz.

För Ludvika Kraftstation valdes 40 Hz, förmodligen för att kunderna inte skulle kunna spela ut kraftbolagen mot varandra. Frekvensen 40 Hz är bra eftersom den ger högre startmoment hos motorer än högre frekvenser, men ger upphov till flimmar i båggljuslampor. Dessa användes i början av 1900-talet för belysning i publika, kommersiella och industriella sammanhang. För detta ändamål valde man därför en belysningsmaskin som gav 100 Hz. I bostäder använde man från början glödlampor och dessa fungerar bra vid 40 Hz. Till 40 Hz-systemet byggdes och anslöts sedermera Loforsen, Nyhammar, Vännbo och Sunnansjö vattenkraftstationer.

I slutet av 1920-talet hade byggandet av det nationella nätet, som hade frekvensen 50 Hz, nått våra trakter. Kraftbolagen valde då att fasa in mot det eftersom det erbjöd såväl haveri- som torrårsreserv. Vissa ombyggnader erfordrades i det korta perspektivet och efterhand byttes aggregat ut till sådana som var optimerade för drift vid 50 Hz.

## **Ö-drift vid 60 Hz till ASEA**

Från 1964 börjande ASEA få beställningar på transformatorer till USA där nätfrekvensen nästan överallt är 60 Hz. Transformatorer utsätts för omfattande prov innan leverans. De flesta av dessa prov kan göras vid 50 Hz med användande av omräkningar. Mätning av förluster måste dock utföras vid korrekt frekvens. Därför ingicks ett avtal med AB Ludvika Kraftverk vilket ledde till att aggregaten i Ludvika Kraftstation försågs med kontrollutrustning, som kunde hålla frekvensen vid 60 Hz i ö-drift. En för ändamålet dedikerad jordkabel ledde från kraftstationen till transformatorprovrummet. Den nyttjades normalt för drift vid 50 Hz i det övriga nätet. Mellanspänningsställverket vid 10 kV i kraftstationen hade två skenor och därför kunde en del av ställverket köras vid 60 Hz medan resterande del betjänade 50 Hz lasterna som vanligt.

Aggregaten som var i drift 1930/1941 till 2007 hade stora svänghjul. Dessa svänghjul ger, i tillägg till rotorernas massa, vid rotation tillskott till, den för kraftsystems stabilitet så fundamentala, rörelseenergin. Vid drift vid 60 Hz har axeln 20 % högre rotationshastighet än vid 50 Hz. Det medför att rörelseenergin vid denna drift då var 44 % högre än vid normal drift. Detta faktum i tillägg att lasten för transformatorns prov var "snäll" borgade för problemfri ö-drift.

Efterhand installerade ASEA en omformare, som levererade 60 Hz. Därefter levererades kraft vid 60 Hz från Ludvika Kraftstation endast när flera transformatorer behövde provas samtidigt eller att omformaren var ur drift. Den sista leveransen skedde vid ett tillfälle vintern 1995/96 när omformaren var under reparation.

Inför den omfattande ombyggnaden av kraftstationen år 2007 tillfrågades ABB om eventuellt behov av kraft vid 60 Hz från det nya aggregatet. Då inget sådant intresse fanns kapades kabeln i bägge ändar, men ligger fortsatt kvar i sidan av Fredgatan.

### **Byggnadsarbeten**

En erfaren markentreprenör beskriver jordarten i området: "Fast, lagrad, stenbunden morän utsatt för tryck under istiden, ej permeabel". Det är uttryckt på annat sätt en jordart, som är svår att gräva i även med grävmaskin, samtidigt som den inte släpper igenom i stort sett något vatten.

Byggnadsarbetena med intagskanal, tunnel, svallhus, trycktuber, station och utloppskanal pågick från i november 1900 och var i huvudsak avslutade i slutet av oktober 1901. Arbetsstyrkan varierade över tid i spannet 200 - 300 arbetare. Arbetena bedrevs i tre skift, med hjälp av elektrisk belysning. Strömmen kom från en ånglokomobil försedd med elgenerator.

I och med att jordarten är så fast kunde schakten för tunneln utföras med i stort sett vertikala schaktväggar. Med andra lösare jordarter måste man ha rasvinklar om ca 45 grader och schaktområdet blir då betydligt mera vidsträckt. Dynamiten var uppfunnen vid denna tid så förmodligen användes sådan till viss del. De lösjordmassorna hissades upp till marknivå för bortforsling med hjälp av en ångmaskindriven kran. Bild 1 visar tunnelschakt och Bild 2 visar bl. a. lyftkranen.

Tunnelns normalsektion är visad i Bild 3 och har en bredd om 5 m till höjden 3 m och ett valv över det. Totala tvärsnittsarean är strax under 17 m<sup>2</sup>. Tunneln har betonggolvet medan väggar och tak består av murade slaggstenar från någon eller några hyttor, som var i drift runt år 1900.

### **Förstärkningsarbeten**

Det är av visst intresse att studera förstärkningarna ur tidsperspektiv. Sålunda kan man konstatera att BJ-banan mot Falun existerade när vattentunneln skulle byggas. Bergslagens Jernvägar kunde därvid föranstalta att korsningen skulle ske 90 grader mot järnvägens längdriktning för att säkerställa gott stöd för järnvägen samt att minska olägenheterna för järnvägsdriften under byggnationerna. Sålunda uppvisar korsningen en uppdelning av tunneln i två deltunnlar med ett stöd emellan, allt gjutet i armerad betong. Därför är det tre vertikala betongmurar såsom stöd till järnvägen i själva korsningen. Deltunnlar och en "knyck" i vattenmassornas färdriktning medför sämre effektivitet, men uppenbarligen accepterade kraftbolaget dessa fallförluster. Bild 4 visar korsningen under förstärkningsarbetena.

SWB banan, Stockholm-Westerås-Bergslagens Jernvägsaktiebolag, förlängdes mot Björbo/Vansbro efter tunnelns tillkomst. Den uppvisar därför snedkorsning. Jernvägsbolaget fick här svara för erforderliga förstärkningar av tunneln i form av en sektion i armerad betong och då utan negativ inverkan på vattenflödet. Eftersom "Björbobanan" var en ny bandel fanns ingen tågtrafik att ta hänsyn till.

Över tunneln finns två begravningsbroar, ägda av Trafikverket, som skyddar tunneln mot krafter från tung trafik. Dessas sträckning är där Rv 50 korsar tunneln med broyta om 148 m<sup>2</sup>, byggd 1961 och där Rv 66 korsar tunneln med broyta om 526 m<sup>2</sup>, byggd 1964. Genom åren har rätt många

nyanställda ingenjörer blivit sända till Ludvika för att inspektera broarna. I och med att de är helt begravda har de inte lyckats finna dem utan varit nödgade att återvända till kontoret i oförättat värv. Några har nog känt sig lurade, men med en erfarenhet rikare.

## **Kraftstationen**

Från svallhuset vid nuvarande Rv 50 ledde två grövre trycktuber och mellan dem en grannare tub ner till stationshuset. I änden av de grövre tuberna fanns två turbiner en på vardera sidan respektive tub. Dessa var i form av dubbelturbiner d v s med två Francis-hjul på samma axel, som sedan ledde till tillhörande generator. Francis-hjulens utformning var sådan att axialkrafterna från de två turbinhjulena i allt väsentligt tog ut varandra. De fyra turbinerna avgav till sin generator vardera 500 hkr, dvs totalt 2 000 hkr eller 1 470 kW. Belysningsmaskinen mitt mellan de andra avgav 300 hkr. I Bild 5 kan man klart se var den högra ursprungliga grova tuben gick genom väggen och även den granna till belysningsmaskinen medan det är svårt att urskilja exakt var den vänstra grova tuben passerade väggen. De två andra med svart bleckplåt visar var tuberna, som var i drift 1930/1941 till 2007, gick genom väggen. Tuben till nuvarande aggregat går genom väggen helt under jord. De vedertagna beteckningarna vänster/höger är i strömningsriktningen. Bild 6 och Bild 7 visar maskinsalen från 1901. Invigningen avslutades med middag på Jernvägshotellet i Ludvika lördagen den 21 december 1901 klockan 17:30.

Anledningen till att man byggde en kraftstation var att leverera el till den framväxande industrin. Tiden för lönsam hyttverksamhet var förbi och det gällde att ordna till andra verksamheter som kunde uppvisa lönsamhet och därmed erbjuda arbetstillfällen. Elen var primärt avsedd för den elektrotekniska industrin, som sedermera bär namnet ABB, samt ett antal gruvor i trakten. Såsom bieffekt kom elektrifiering av bland annat bostadshus där elljus välkomnades då detta inte osade såsom fotogenlyktor och karbidlampor.

## **Ombyggd kraftstation I**

I och med byte av nätfrekvens till 50 Hz från 40 Hz i slutet av 1920-talet hade de befintliga maskinerna lägre än den ursprungliga verkningsgraden och större kavitation. Kavitation är det fenomen som sliter på turbinhjul när vatten i turbulenta strömningar bildar små ångbubblor som sedan slår mot turbinens metall likt miljardtals kärnslag och långsamt gröper ur materialet. Detta fenomen försiggår betydligt snabbare när varvtalet inte är det som turbinen konstruerades för. Därför byttes det ena aggregatet ut 1930 och det andra 1941, men också för att nå bättre verkningsgrad. Bild 8 visar maskinsalen med dessa aggregat. Det har inte gått att utröna när belysningsmaskinen försvann. De nya turbinerna var också av typen Francis. Tuberna hade diametrar 2,5 m resp. 3,0 m. Den lämpligaste turbinen för låga fallhöjder är Kaplanturbinen, som uppfanns sent. Sveriges första togs i drift 1926 i Lilla Edet och det dröjde innan turbintypen blev vanlig.

Fjärrkontrollutrustning installerades 1982 och därefter behövde inte längre maskinister arbeta skift för att köra stationen.

## **Ombyggd kraftstation II**

Senaste ombyggnaden ägde fysiskt rum under 2007. Uppe vid Väsman gjordes utskovet om så att nu finns tre motordrivna luckor i rostfritt stål i stället för de tio tidigare spettluckorna. För intaget har två motordrivna luckor i rostfritt stål ersatt sex tidigare spettluckor. I tunneln företogs lagning av betongväggar under järnväg, lagning av murfogar mellan slaggstenar och pågjutning av betonggolv. De två tuberna med diametrar 2,5 m resp. 3,0 m ersattes av en med diameter 3,75 m. De två aggregaten med Francis-turbiner ersattes med ett med Kaplanturbin. För låga fallhöjder, här 17 m, är en Kaplanturbin lämpligast. Den har en löphjulsdiameter om 2,12 m. Generatoren med sitt svänghjul

är en direktkopplad synkrongenerator med borstlös roterande magnetisering och utspänning, 10,5 kV, utan transformator kopplad direkt till mellanspänningsnätet. Bild 9 visar det nya aggregatet i perspektivmodell.

Hydraulolje- och smörjoljeaggregat har egna tråg för uppsamling av eventuellt läckage och turbinens löphjulsnav är helt fritt från olja, som annars skulle kunna rinna ut i recipienten. Tidigare leddes det obetydliga avloppet från stationen till recipienten, men nu pumpas fekalier och annat till kommunens avloppssystem. Del av generatorns förlustvärme används till att värma maskinsalen, som har oisolerade väggar. Detta sker genom ett glykolvattensystem med ackumulator. Givetvis är skydd mot beröring av bl. a. rörliga delar på plats och det är god åtkomst för underhåll. Härvid kan genom att halva löphjuskammaren kan lyftas bort ergonomiskt bra arbetsställningar uppnås vid arbete på löphjulet och utan att vatten riskerar att komma in bakvägen, se Bild 10. Motordrivna flod- respektive intagsluckor vid Väsman innebär bättre arbetsmiljö. Den förmodligen viktigaste miljöaspekten är att ingreppet, som gjordes i naturen för flera hundra år sedan, numera genererar grön el till samhället genom att tillvarata ca 90 % av vattnets naturkraft när det passerar genom stationen.

Den lämpligaste turbintypen för låga fallhöjder är Kaplanturbinen. Den kräver dock negativ sughöjd för att undvika annat än liten kavitation. I anbudsförfrågan fanns uppgift om schaktkostnadens beroende av schaktdjup och anbudsgivarna hade att optimera dimensionering av turbin för att nå totaloptimering för projektet. Detta ledde till att den framgångsrike aggregatleverantören valde en turbin med stor löphjulsdiameter för att kunna placera aggregatet förhållandevis högt. Det i sin tur medför lågt varvtal och därmed stor generator och alltså dyrare aggregat än om en suboptimering hade gjorts. Vidare fanns i förfrågan en bilaga där samtliga gränssnitt av hydraulisk, mekanisk och elektrisk natur var definierade. Detta ledde till den snabbaste och smidigaste igångkörning, som aggregatleverantören Kössler hade varit med om under sin 80-åriga verksamhet. Bild 11 visar maskinsalen efter ombyggnaden 2007

## Reglering

Flödet genom stationen är 2,1 miljoner m<sup>3</sup>/dygn om aggregatet körs vid maximalt pådrag. Det är 24 m<sup>3</sup>/s och det flödet samt sidoflödet från Haggen om ca 5 m<sup>3</sup>/s gör att det passar slukförmågan om 30 m<sup>3</sup>/s hos Lernbo Kraftstation samt Morgårdshammar och Smedjebacken kraftstationer. Således påverkas inte nivån i Hillen eller Leran. Vid helt utebliven tillrinning till sjön Väsman, vilket aldrig inträffar, sjunker då vattenytan 45 mm. Påverkan på återregleringsmagasinet sjön Barken är i samma storleksordning som på sjön Väsman. Det är endast när det kommer så mycket vatten från avrinningsområdet att man måste spilla vatten i Ludvika Ström som aggregatet i Ludvika körs för fullt dygnet runt. På samma sätt som under tidigare decennier körs aggregatet endast när samhällets behov är som störst, d. v. s. på dagtid under vardagar och då vid bästa verkningsgrad som är vid 19 - 20 m<sup>3</sup>/s, se Bild 12. Aggregatet är därför dimensionerat för minst 200 start+stopp per år.

## Verkningsgrad

I Bild 12 visas uppmätt verkningsgrad = svart, garanterad verkningsgrad = rött, och mätonoggrannhetsmarginalen runt den uppmätta kurvan. Kurvan är typisk för ett aggregat med Kaplanturbin. Det kan noteras att verkningsgrad för detta aggregat, från rinnande vatten till el ut på nätet, är hela 89 % som bäst. I Bild 13 ser man jämförelse av verkningsgrad uppmätt före ombyggnaden med två Francisaggregat och efter ombyggnaden 2007. Förbättringen är av storleken 8 - 9 procentenheter, vilket bara den betalar ombyggnaden mycket långt innan livstiden om 60 - 70 år har nåtts.

## Elkontrakt av 1918-12-16

I Bild 14 visas utdrag från kontrakt mellan Ludvig Hjort (min farfar) och AB Ludwika Bruksegare om leverans av el; 64 W vid 110 V och 40 Hz, till ett årligt pris om 17,75 kr. Av allt att döma var själva anslutningsavgiften inkluderad i den årliga avgiften. S. k. strömbegränsare var installerad för att hindra överuttag av kraft. Förmodligen räckte 64 W till att driva maximalt tre glödlampor. Farfar och Farmor hade med stor sannolikhet inte ljuset på dygnet runt eftersom de var sparsamma och den tidens glödlampor hade rätt kort livslängd och var rätt dyra. För att få en grov uppfattning om vilken prisnivå som Farfar och Farmor fick vidkännas för elen kan man indexera priset, lägga till energiskatt och moms samt göra en bedömning av energiförbrukning. I penningvärde år 2015 skulle genomsnittlig förbrukning av 64 W om 2 timmar/dygn motsvara 9,36 kr/kWh, om 3 timmar/dygn motsvara 6,30 kr/kWh och om 4 timmar/dygn motsvara 4,77 kr/kWh.

### **Framtida ö-drift**

Rapporten "Ett Utvecklingsprojekt för Privat och Offentlig Samverkan i Ludvika Kommun" betald av Energimyndigheten visar hur sårbart dagens samhälle är vid längre strömavbrott. Det visas i rapporten att det går att hjälpligt åstadkomma elkraft i lokal ö-drift till de allra mest nödvändiga behoven med hjälp av traktens vattenkraftstationer om dessa modifieras. De befintliga vindkraftverken i trakten av Grängesberg/Saxdalen har ingen svängmassa och kan därför inte delta i ö-drift annat än eventuellt med säg ett verk och verket måste då vara modifierat en hel del. Aggregatet i Ludvika Kraftstation har viss nödvändig svängmassa samt mekaniska reglerkretsar dimensionerade för erforderlig snabbhet i ö-drift. Reglersnabbheten i magnetiseringen kan ökas till belåtenhet genom ombyggnad med teknik framtagna år 2013 av Voith Hydro i Västerås. Styrsystemet måste programmeras om liksom vissa reläskydd. Dessutom måste nätägaren aktivt vara med och företa rätt många förändringar hos främst reläskydden och fjärrkontrollsystemet för att det mycket svagt stabila systemet ska fungera.



Foto: Ludvika Hembygdsförening 5823  
Bild 1 Tunnelschakt och byggnation

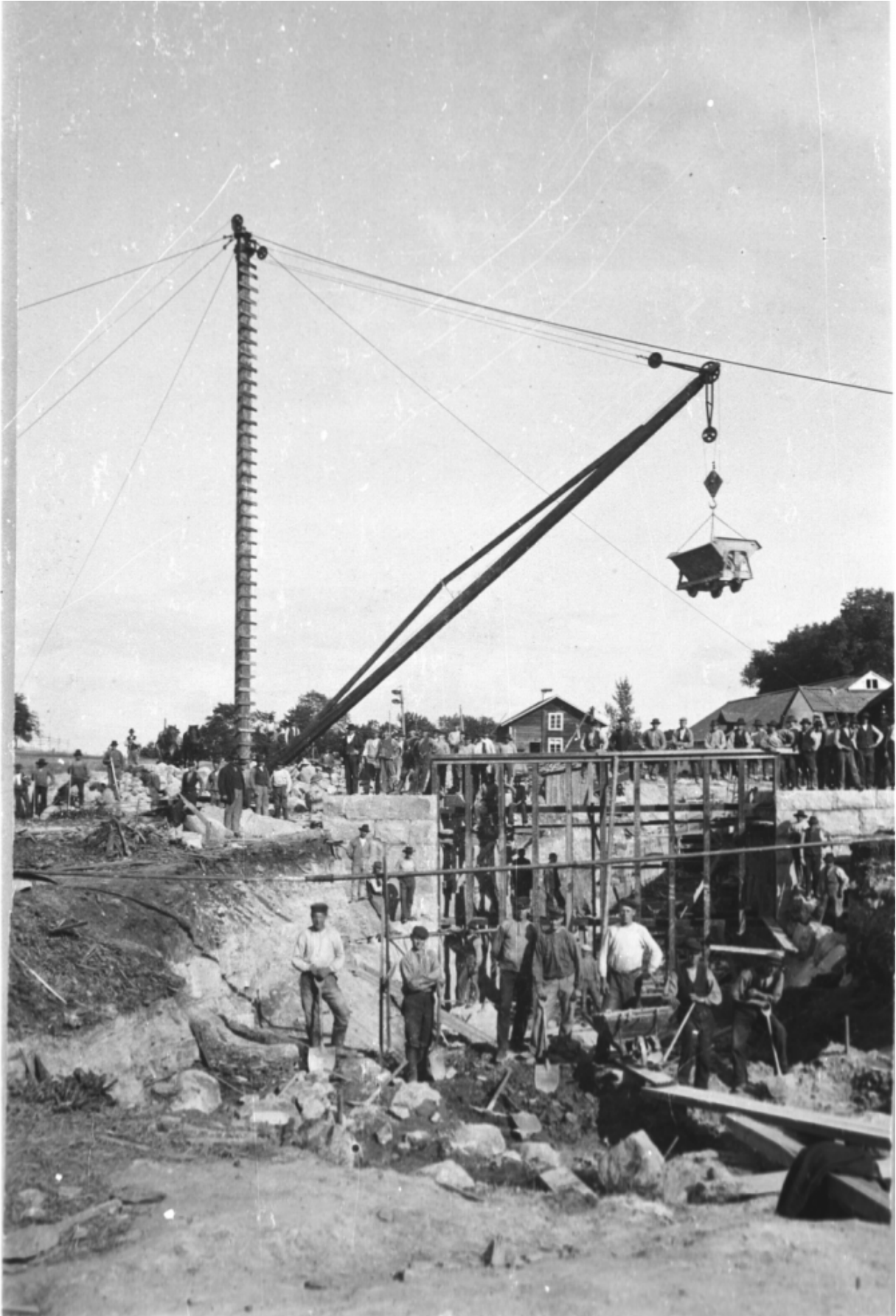


Foto: Ludvika Hembyggsförening 5844  
Bild 2 Ångmaskindrivna lyftkranen i drift vid utskovet





Foto: Bengt Bäcklin Västerbergslagens Kraft AB  
Bild 3 Normalsektion av slaggstenstunneln

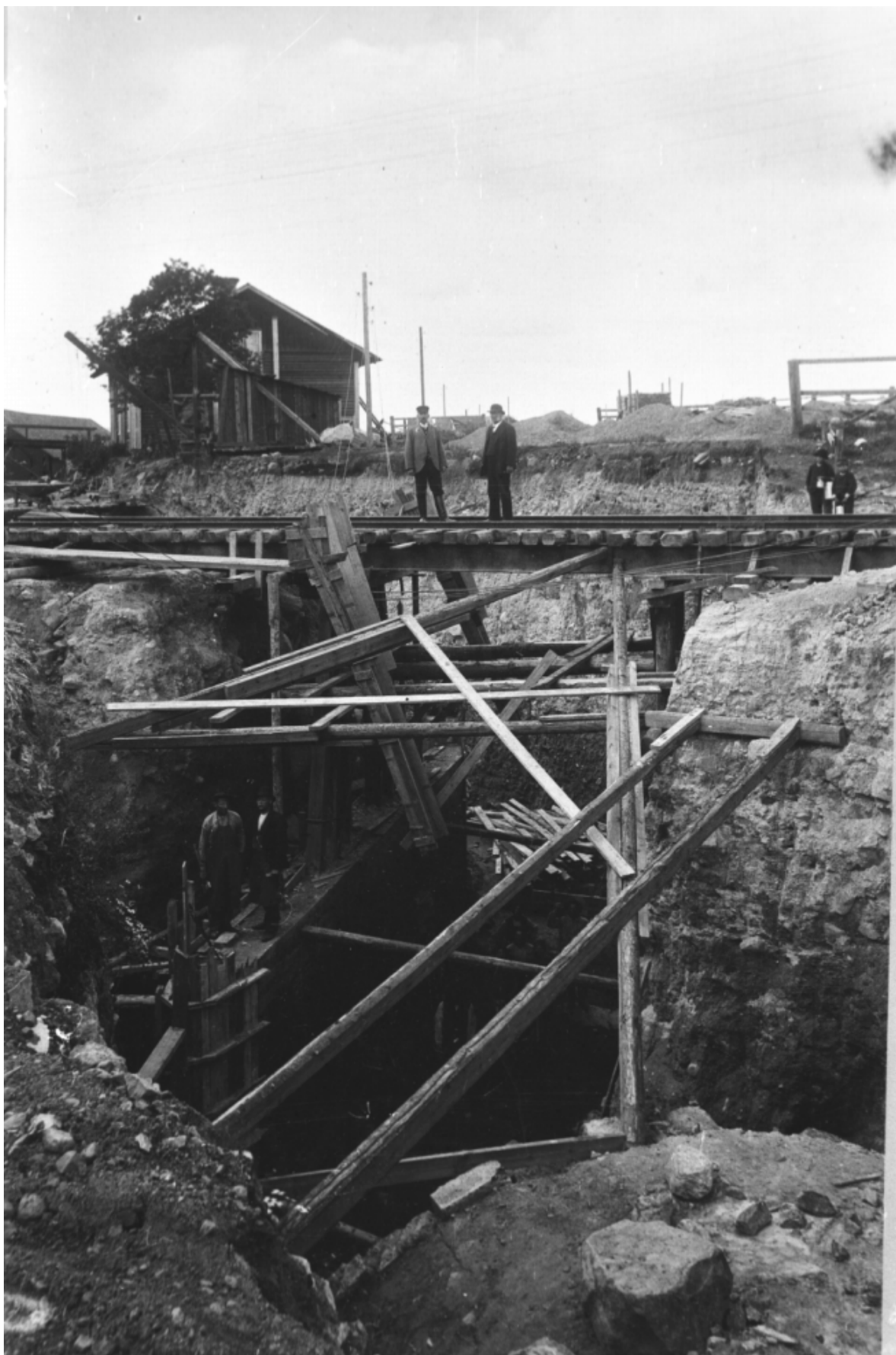


Foto: Ludvika Hembygdsförening 5824  
Bild 4 Tunnelkorsning med BJ-banan under uppförande





Foto: Bengt Bäcklin

Västerbergslagens Kraft AB

Bild 5 Uppström tegelvägg med olika generationer av trycktubspenetrationer

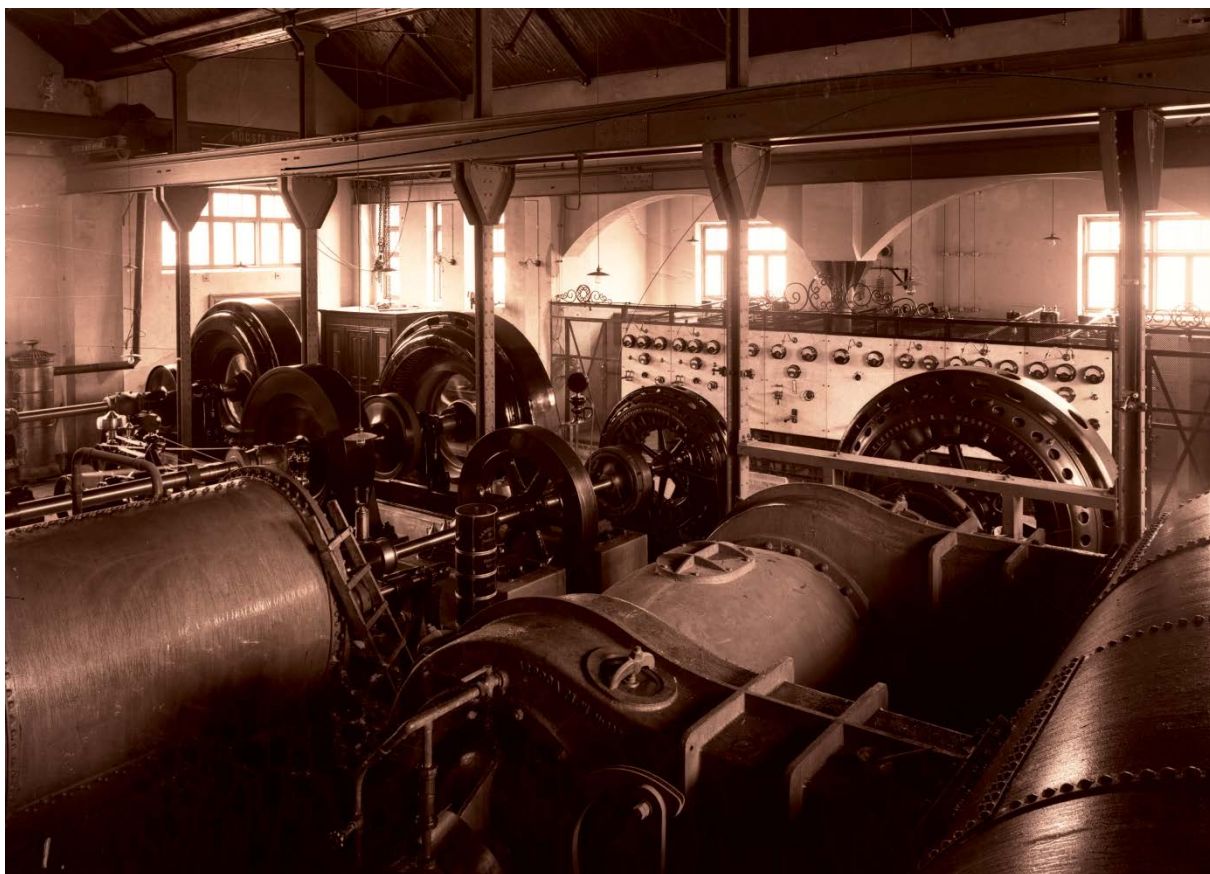


Foto: Elektriska AB Magnet L1

Västmanlands Läns Museum

Bild 6 Vänstra aggregatens generatorer, belysningsaggregatet i mitten och högra aggregatens vänstra del



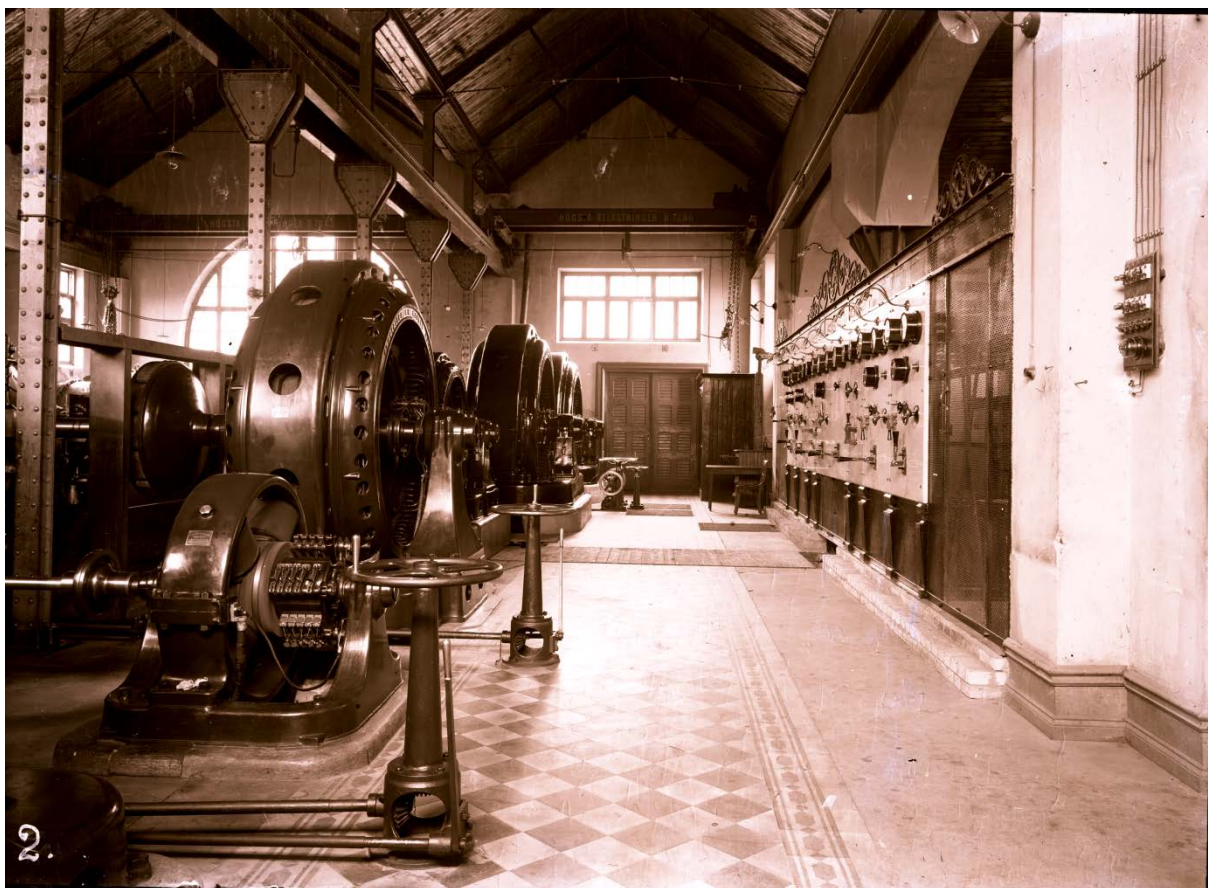


Foto: Elektriska AB Magnet L2

Västmanlands Läns Museum

Bild 7 I förgrunden en matare för magnetiseringsström till generator

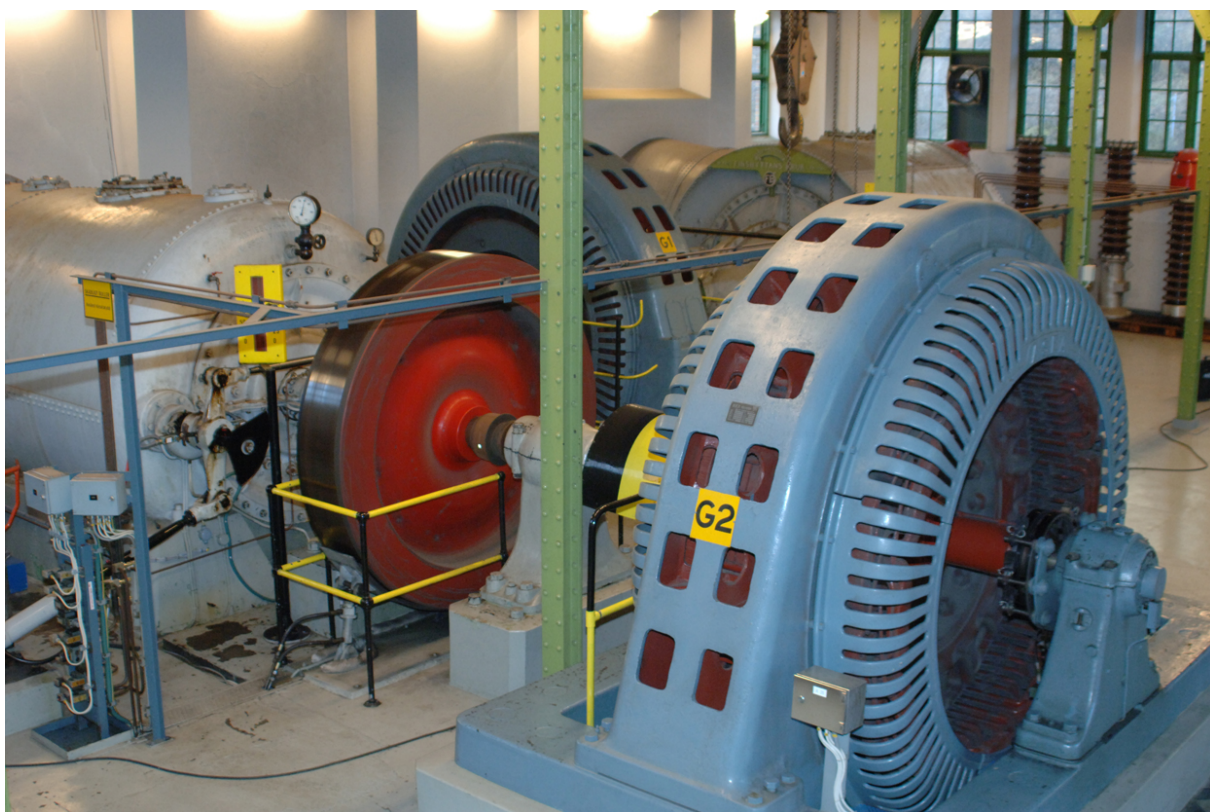
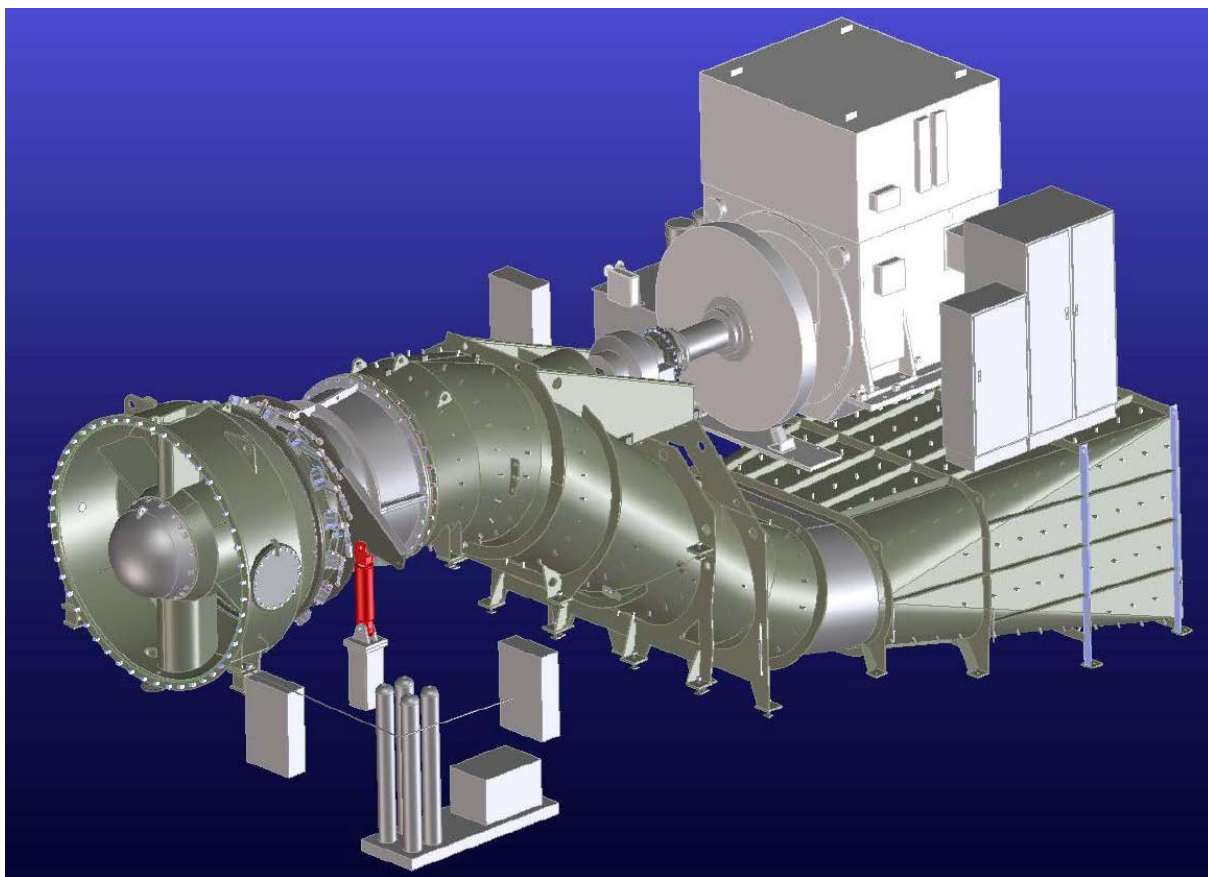


Foto: Bengt Bäcklin      Västerbergslagens Kraft AB  
Bild 8 Francisaggregat 1930/41 - 2007



Figur: Kössler Västerbergslagens Kraft AB  
Bild 9 Kaplanaggregatet med kringutrustning i 3D-modell





Foto: Bengt Bäcklin

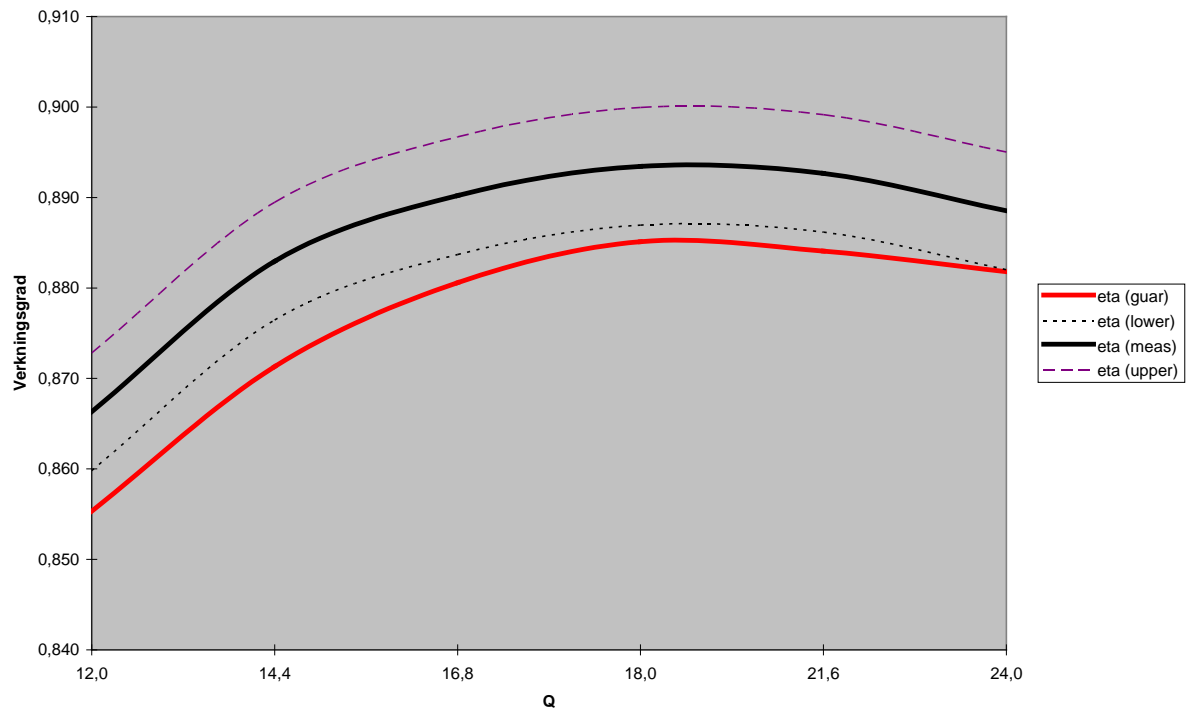
Västerbergslagens Kraft AB

Bild 10 Pådragets ledskenekrans och lättåtkomliga löphjuls-kammaren

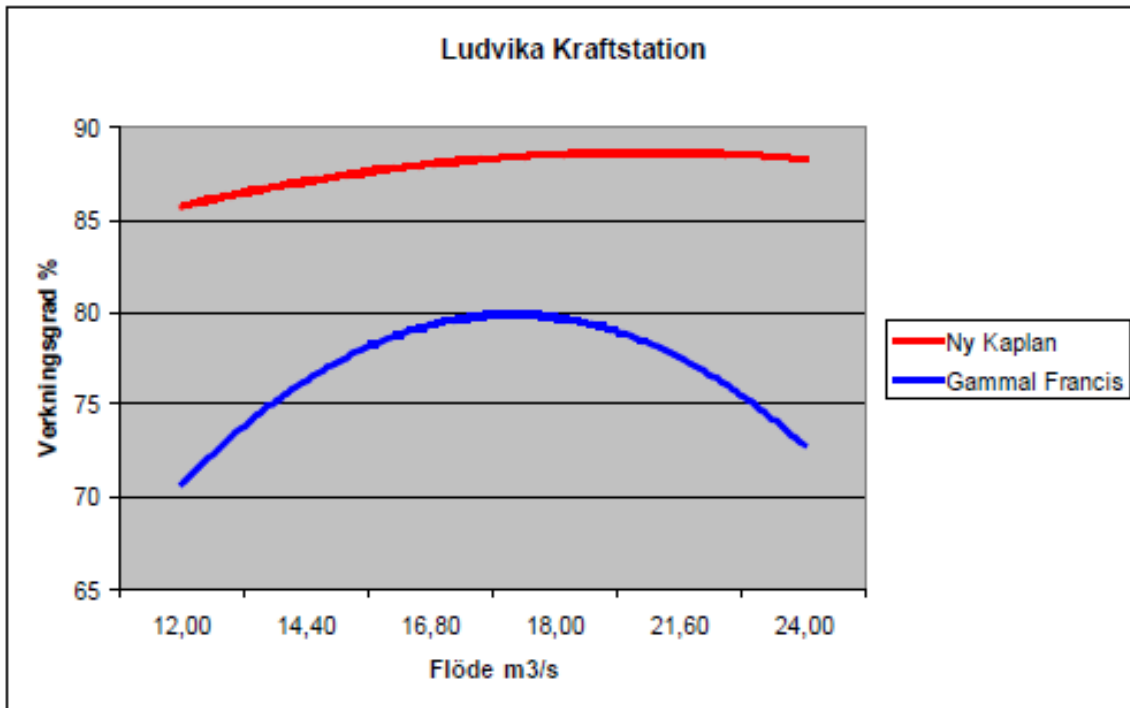




Foto: Bengt Bäcklin      Västerbergslagens Kraft AB  
Bild 11 Kaplanaggregat efter ombyggnaden 2007



Figur: Tommy Hjort Cervus Power AB  
 Bild 12 Kaplanaggregatets absolutverkningsgrad från vatten till el (X-axeln: m³/s)



Figur: Tommy Hjort Cervus Power AB  
Bild 13 Verkningsgraden i Ludvika Kraftstation före resp efter ombyggnaden 2007

# Kontrakt

mellan **Aktiebolaget Ludwika Bruksegare**, här nedan kalladt bolaget, å ena, samt Herr **Ludvig Hjort**, här nedan kallad abonnenten, å andra sidan, **angående leverans af elektrisk ström.**

§ 1.  
 Bolaget förbinder sig att från den 16/12 1 Januari 19 18 ~~18~~ nedanstående villkor tillhandahålla abonnenten, för förbrukning i dennes ~~lokal~~ hus ~~våning-i-huset~~ vid Högberget ~~gatan~~ i Ludwika, 40 perioders vaxelström af 110 volts spänning, för belysnings- eller uppvärmningsändamål, och till myckenhet af intill 64. 25 watt, hvorför betalning ertägges i enlighet med omstående taxa.

§ 2.

## Aktiebolaget Ludwika Bruksegare

Förestående kontrakt, hvaraf två exemplar äro välförseglade antages.  
 Ludwika som ofvan.

Egenhändiga namnteckningen intyga:

*Carl Roth*  
*Alma Winter*

## Taxa

för förbrukning af elektrisk energi enligt strömbegränsare.

18 watt, kronor	5:40	per år (motsvarande 1 st. 16 nlj metalltrådslampa)
28 " "	8:—	" " " 1 " 25 " "
35 " "	10:—	" " " 1 " 32 " "
40 " "	11:40	" " " " " " "
53 " "	15:—	" " " 1 " 50 " "
60 " "	16:90	" " " " " " "
70 " "	19:60	" " " " " " "
80 " "	22:50	" " " " " " "
90 " "	25:20	" " " " " " "
100 " "	28:—	" " " " " " "
120 " "	33:50	" " " " " " "
140 " "	39:—	" " " " " " "

~~80 watt 10:25~~

*64 watt kronor: 17.75 per år*