

”En specifikt svensk virtuoskonst”: Empiriska och teoretiska perspektiv på utvecklingsparet Asea-Vattenfalls historia

Inledning: Samarbetsanda inom svensk industri

Den svenska samsarbetsmodellen på arbetsmarknaden, kännetecknad av den s k Saltsjöbadsandan, har ofta framhållits som en betydelsefull faktor bakom den goda industriella tillväxten i efterkrigstidens Sverige. Mindre uppmärksammat är att det också funnits något av en samsarbetsmodell på den svenska ”teknikmarknaden” – samsarbete kring utveckling av ny teknik. Detta har dels skett i form av gemensamma utvecklingsprojekt mellan olika svenska industriföretag, med Asea-SKF-metoden för stålframställning och Sandvik-Atlas Copcos metod för bergborrning som några exempel, och dels i form av långvariga utvecklingssamarbeten mellan industriföretag och kunder. För den sistnämnda typen av utvecklingsrelationer har begreppet *teknologiskt utvecklingspar* eller bara *utvecklingspar* införts. Med utvecklingspar avses *en nära och långvarig samsarbetsrelation mellan ett industriföretag och en kund kring utvecklandet av flera olika typer av teknologi med ett gemensamt intresse för de båda parterna*.

Bildandet av utvecklingspar mellan stora statliga kunder och tillverkande industri har varit en betydelsefull faktor vid uppbyggnaden av flera av de svenska infrasystemen och framväxten av några av landets största företag inom högteknologi. Dessa utvecklingssamarbeten har berörts i förbigående av tidigare

Detta arbete ingår i forskningsprojektet "Infrasystemens dynamik" vid Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria, Kungl. Tekniska Högskolan, och finansieras genom Forskningsrådsnämndens program "Teknik och samhälle". En tidig version av denna artikel presenterades den 19 november 1993 vid forskningsseminariet "Teknisk och industriell utveckling", Särö Hus, arrangerat av Chalmers Tekniska Högskola, Handelshögskolan i Stockholm och Nutek. Författaren skulle vilja tacka Claes-Fredrik Helgesson, Staffan Jacobsson, Ulf Larsson och Anders Lundgren för kommentarer till tidigare versioner.

skildrare av svensk teknik- och industrihistoria och några av de exempel vilka brukar nämnas är Ericsson-Televerket kring utvecklingen av teknik inom telekommunikation, SAAB-Flyg vapnet kring flygplansteknik och Asea-SJ kring järnvägsteknik.¹

Det utvecklingspar som här skall skildras – Aseas och Vattenfall och dess gemensamma utveckling av elkraftteknik – ansågs av en ingenjör som deltog i samsarbetet vara ett exempel på "en specifikt svensk virtuoskonst" – att kunna "kombinera å ena sidan ett effektivt, förtroendefullt och från prestigesynpunkter befriat tekniskt samsarbete med den inhemske leverantören med, å andra sidan, en till nära totalt bortseende från nationstillhörigheten driven objektiv upphandlingspolitik".² För att ge en relief till detta omdöme skall här ges en framställning av utvecklingsparets samsarbete. Denna skildring följer en ambition att skildra en utsträckt samsarbetsrelation kring teknisk utveckling som en process där relationens historia, miljö och atmosfär betraktas som betydelsefulla faktorer för utvecklingsarbetets utgång.

Ett utvecklingspars historia: Utvecklingssamarbeten mellan Asea och Vattenfall

Aseas och Vattenfalls samsarbete kring teknisk utveckling inleddes runt 1908 när Asea skulle leverera högspänningsströmbrytare till vad som 1911 skulle ombildas till Vattenfallsstyrelsen – Trollhättans kanal- och vattenverk. Svenska staten hade 1906 trätt in som kommersiell elkraftföretagare då riksdagen detta år beslutat att statens vattenkraft i Trollhättan skulle byggas ut och drivas i statlig regi. Ansvarig för detta stora projekt blev Trollhätte kanal- och vattenverk. Vid beställningen av den elektriska utrustningen till kraftverksbygget i Trollhättan rådde det osäkerhet om vilken effekt de beställda strömbrytarna kunde klara av. Waldemar Borgquist (1882-1970), driftsingenjör vid Trollhätteverket, lät då utföra olika experiment på brytarna i Aseas verkstäder i Västerås vilket ledde till att Asea modifierade sin konstruktion av brytarna.³ Detta var startpunkten för en lång period av samsarbete mellan Vattenfall och Asea, särskilt som Borgquist 1911 kom att bli chef för den Elektrotekniska byrån på den nybildade Vattenfallsstyrelsen och senare 1920 dess överdirektör och slutligen generaldirektör 1938-48.

Utvecklingsprojekt kring det framväxande kraftsystemets kritiska problem

Fram till 1920-talet byggde Vattenfallsstyrelsen, hädanefter benämnd endast Vattenfall, fyra stora kraftstationer och de regionala elkraftsystemens abonnenter utökades. Detta medförde att driftsavbrott, vilka tidigare skett i lokala kraftsystem med konsekvenser för ett fåtal abonnenter, kom att påverka mycket större områden, driftsäkerheten blev en "reverse salient", ett hinder för kraftsystemens tillväxt.⁴ Denna begränsande faktor kunde minskas genom att bli en förbättra kraftnätets överspänningsskydd mot blixtnedslag. Ett stort problem var dock att det var svårt att bedöma värdet hos de existerande skydden och att konstruera nya effektivare då det endast fanns begränsad kunskap om styrkan hos blixtnedslag och om vilka lagar de följde. Därför uppförde Vattenfall 1919 ett åsklaboratorium för vetenskapsmannen Harald Norinder (1888-1969) och bekostade hans undersökningar om åsköverspänningar på kraftledningar. En del av Norinders undersökningar skedde också med stöd från Asea, genom att företaget ställde en del utrustning och personal till förfogande.⁵ På 1920- och 1930-talet ledde Norinders forskning till att överspänningarnas styrka och livslängd kunde bestämmas bättre och att konstruktörerna fick "en fast grund" för beräkning av överspänningsskydd och förklaringar till varför tidigare konstruktioner "varit otillfredsställande" och Vattenfall kunde förbättra sina kraftlinjers skydd.⁶

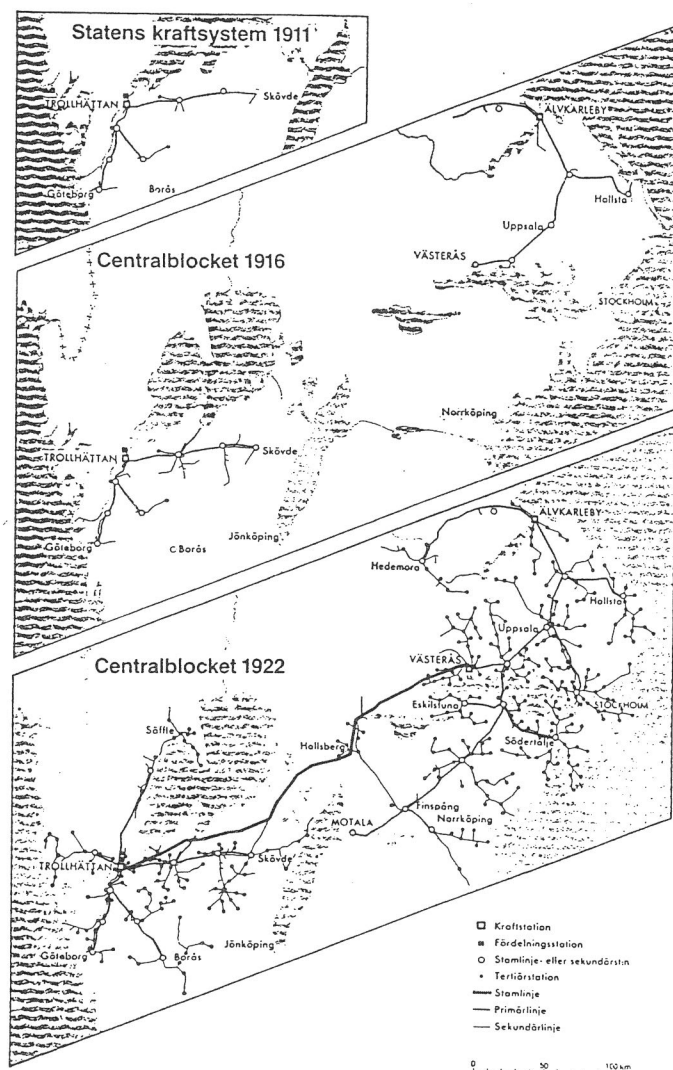
Under slutet av 1910-talet engagerade sig också Vattenfall i en ökad elektrifiering av den svenska landsbygden. Första världskriget hade medfört en brist på brännolja vilket på landsbygden medfört en radikalt ökad utbyggnad av elnät för belysning. Därmed fanns också stora potentiella användningsmöjligheter för elektroteknik inom jordbruket. Efter förebilder från tysk industri hade Asea tidigare börjat utveckla teknik för eldriven plöjning och under 1920-talet deltog Asea i ett gemensamt utvecklingsprojekt med Vattenfall och traktorfirman Juneplogen. Nils Forssblad (1888-1937), ingenjör på Vattenfall, hade konstruerat ett system för eldriven plöjning och traktorfirman ställde upp med plog och traktor, Asea levererade den elektriska utrustningen och Vattenfall finansierade plöjningsförsök. Fördelarna för Vattenfall med en allmän användning av elektrisk plöjning var att det skulle innebära en ny inkomstkälla och att det samtidigt skulle bidra till en bättre årlig belastningsfaktor för dess kraftverk då plöjningen skedde under tider av året med riklig vattentillgång och då de övriga kraftbehoven var som minst.⁷ För att stödja introduktionen utlovade Vattenfall

gratis elkraft under fem år till de första köparna. Den nya plöjningstekniken fick dock inget genomslag utan utkonkurrerades av de billigare och tekniskt enklare förbränningsdrivna traktorerna.

Under 1920-talet kopplade Vattenfall samman sina två stora elsystem i mellersta Sverige genom byggandet av en 130 kV stamlinje Trollhättan-Västerås-Älvkarleby. Vid denna tid höll ej Aseas transformatorer ej samma klass som de hos deras internationella konkurrenter och när Vattenfall gav Asea order för stamlinjen innebar det en möjlighet för bolaget att förbättra sina transformatorer. I och med att det var första gången en så hög spänning användes i Europa innebar denna referensorder en draghjälp uppåt i kvalitet. Den tidigare lösa typen av utvecklingssamarbete fortsatte och Asea-Vattenfall utförde 1921-24 modellprov tillsammans i anknytning till konstruktionen av transformatorer för 130 kV. Vid 1930-talets början hade Aseas transformator tillverkning nått upp i nivå med utländska firmors.

När kraftnätens omfång växte, samkörningen mellan de stora kraftnäten inleddes och överföringsspänningen samtidigt ökade framstod driftsäkerheten allt tydligare som "reverse salient". Den tekniska komponent vilken låg mest efter de övriga i systemet och som mest begränsade möjligheterna till utbyggande och hopkoppling av stora effektbelopp var oljeströmbrytaren, kraftnätets viktigaste och sista skydd mot överbelastningar på kraftledningarna.⁸ När kortslutnings-effekterna ökade blev brytarna för svaga vilket innebar risker för explosioner med oljebrand och omfattande förstörelse som resultat. Nya tekniska lösningar söktes för att få brytare med brytförmåga och driftsäkerhet i nivå med de växande anspråken och Vattenfall "förde över" firmorna på oljebrytare med särskilda släckningskamrar.⁹

Runt 1925 inledde Asea ett utvecklingsarbete för att ta fram en ny brytarkonstruktion. Överspänningar på kraftverksanläggningar gav annorlunda resultat än vad som kunde observeras i experimentutrustningar med små effekter och följderna av varje ändring av brytarkonstruktionen måste, för att vara tillförlitliga, undersökas i prov med realistiska bryteffekter. I likhet med utländska konkurrenter som General Electric Company och Siemens-Schuckert anlade Asea därför ett speciellt kortslutningslaboratorium för detta, ett laboratorium med en kortslutningsgenerator med sex gånger så stor bryteffekt som Trollhättans kraftverk. Under tiden laboratoriet byggdes fick Asea 1930-31 använda Vattenfalls kraftverk och stamlinjenät i mellersta Sverige för experiment på en prototyp till en ny



Figur 1. Tillväxten av Vattenfalls kraftsystem i mellersta Sverige.
(Källa: *Vattenfall 75 år*, s. 29)

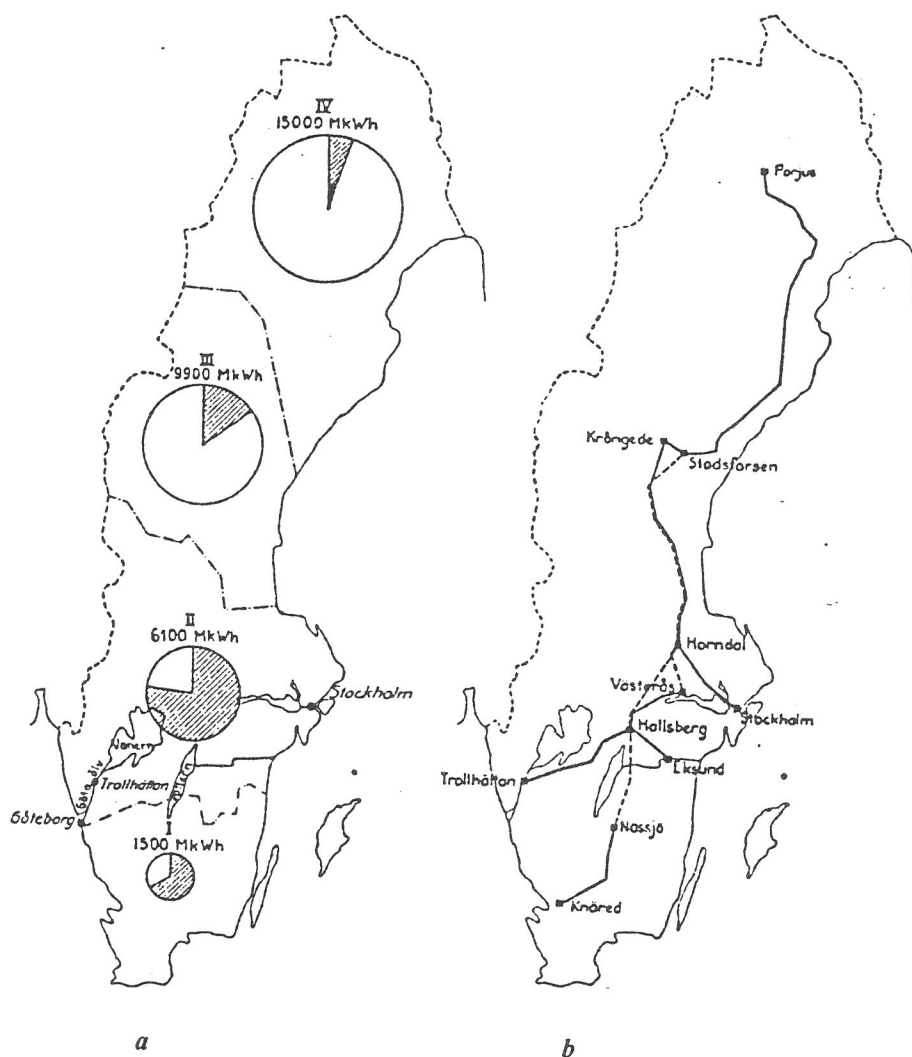
släckningskammare, den s k kontraktionskammaren. 1933 stod laboratoriet färdigt och kontraktionskammaren fortsatte att utvecklas till en fungerande produkt vilken sattes in i äldre brytare och fördubblade deras bryteffekt. Baserat på denna konstruktion utvecklades också en helt ny effektivare typ av brytare, kontraktionsbrytaren, med mindre explosionsrisk än tidigare då den endast innehöll den lilla mängd olja som behövdes för själva släckningen. Detta blev en ny exportartikel för Asea vilken nästan totalt trängde ut bolagets övriga oljebrytare.

Två syskonprojekt för en svensk storkraftöverföring

I Sverige fanns 80% av vattenkraften i Norrland medan 80% av befolkningen fanns i söder. Tanken på ett statligt stamlinjenät för att överföra vattenkraft från Norrland till södra Sverige växte fram hos Vattenfall på 1910- och 1920-talet. Men Vattenfall förekommer i detta av det privata Krångedebolaget vilket 1931 började att bygga en 220 kV stamledning med vilken de 1936 för första gången överförde Norrlandskraft från Indalsälven i nedre Norrland till mellersta Sverige.

Samma år presenterade också Sydkraft och Krångede en plan om att även bygga en stamledning från Dalarna till Småland. Vattenfall protesterade kraftigt mot detta då det skulle krocka med deras planer på utbyggnad av stamlinjer från statens kraftverk i Norrland och dela upp Sveriges kraft-distribution från nedre Norrland i två parallella ledningssystem. Staten tillsatte en utredning under ledning av Axel Granholm (1872-1951), generaldirektören för SJ och med erfarenhet av uppbyggandet av det svenska järnvägssystemet. Granholms utredning tillstyrkte 1937 byggandet av den nya ledningen och drog också upp en plan för en samordnad framtida utbyggnad av kraftöverföringen från Norrland vilket skulle ske i samarbete mellan Vattenfall och de privata kraftbolagen.

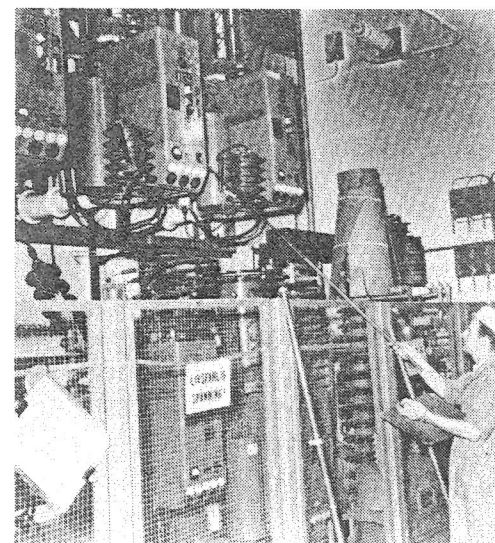
Den tidigare utbyggnaden hade huvudsakligen gällt utbyggnad av kraft från nedre Norrland och en direkt överföring av de stora vattenkrafttillgångarna i övre Norrland, en s k storkraftöverföring, låg fortfarande långt i framtiden. För att börja planera för denna utbyggnadsfas bildades 1942 "Samarbetsdelegationen för storkraftöverföring" vilket bestod av Vattenfall och de kraftbolag vilka ägde stamlinjer samt de svenska utrustningsleverantörerna Asea och Sieverts Kabelverk. Utredningen skulle arbeta på problemen med den kommande storkraftöverföring från övre Norrland vilken – som man då såg det – skulle



Figur 2. a) Tillgänglig och utbyggd vattenkraft i övre Norrland, nedre Norrland, mellersta Sverige och södra Sverige år 1938.
b) Sveriges stamlinjesystem 1938.
(Källa: *Teknisk Tidskrift* 68 (1938), s. 427)

komma att ske vid mitten av 1950-talet. Ett sådant viktigt problem var att man av ekonomiska och driftsmässiga skäl, och för att minska åtgången av skogsmark, ville minimera antalet kraftledningar. Detta krävde utveckling av en ny teknik med högre överföringsförmåga än tidigare. I princip hade man två tekniska lösningar: vidareutveckling av den existerande växelströmstekniken för högre spänning än 220 kV eller överföring med högspänd likströmsteknik. Växelströmsalternativet innebar mindre utvecklingsarbete eftersom det byggde på den existerande tekniken för 220 kV men likströmsalternativet ansågs medföra en billigare, enklare och säkrare kraftöverföring.

Ett kritiskt *tekniskt* problem för en kraftöverföring med högspänd likström var att konstruera en väl fungerande högspänningsströmriktare, en omvandlare mellan växelström och likström och vice versa. Under 1920-talet bedrevs bland internationella firmor flera olika projekt om få fram olika typer av fungerande strömriktare för storkraftöverföring, hos Asea sk jonventiler. Liksom vid utvecklingsarbetet med brytare byggde detta på osäkra fysikaliska hypoteser och

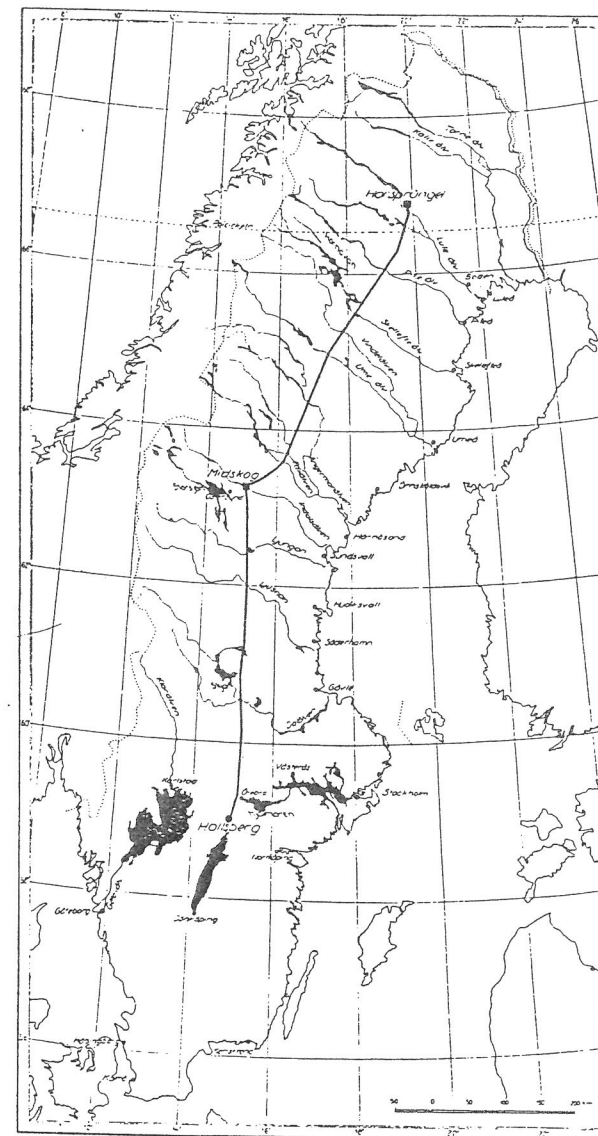


Figur 3. Vattenfallsmaskinisten Knut Barkman manövrerar Aseas jonventiler i det första laboratoriet i Trollhättan.
(Källa: *Vi Aseater* 15 (1952), No. 12, s. 12)

Ett annat kritiskt problem vid en storkraftöverföring från övre Norrland var *organisatoriskt*, hur de nya kraftledningarna skulle ägas och drivas. Vattenfall och de största privata kraftbolagen presenterade därför 1945 ett förslag om ett gemensamt stamlinjebolag. Den nyttillträdde socialdemokratiska regeringen beslutade emellertid 1945 att staten, d v s Vattenfall, skulle äga och driva alla nya stamlinjer. De privata bolagen föll därmed bort ur utvecklingssamarbetet och Vattenfall kunde ensamt göra valet av ny teknik.

Efter krigsslutet fortsatte överraskande nog den högkonjunktur vilken rått för svensk industri och en ökad överföring av vattenkraft från övre Norrland blev hastigt aktuell. Beslutet om storkraftöverföringen måste därmed tas tidigare än väntat. Försöken med att utveckla den nya tekniken för högspänd likström hade pågått under för kort tid och ansågs som ett för osäkert alternativ att satsa på. Vattenfall bestämde därför i december 1946 att satsa på att istället utveckla ett system för 400 kV högspänd växelström.

Utvecklingsarbetet för den nya växelströmstekniken måste genomföras under stark tidspress och på en högkonjunktur med en stor brist på arbetskraft. Asea utvecklade bland annat transformatorer och brytare, med experimentprov på brytare i Vattenfalls kraftverk. Vattenfalls FoU-arbete behandlade främst tekniska problem som rörde sig kring utformningen av kraftledningarna, bland annat utförde man på Norinders Institut för Högspänningsforskning försök med Telegrafstyrelsen kring olika typer av kraftledningar. Dessa försök gav som resultat att två kraftledningar per fas gav en ökning av den överförda effekten och vilket också var fördelaktigt ur radiostörningssynpunkt. Man utvecklade också en metod för att sända ut radioprogram på kraftledningslinorna i de områden där den nya kraftledningen störde de reguljära radiosändningarna. År 1953 togs den 1000 km långa 400 kV ledningen Harsprånget-Hallsberg i drift. Den överförde tre gånger så stor effekt som en 200 kV ledning och med 40% lägre överföringskostnader.



Figur 4. Sträckningen av 380 kV ledningen Harsprånget-Hallsberg.
(Källa: Sveriges första 380 kV ledning, s. 56-57)

Under 1950-talet utvecklade utvecklingsparet också den nya tekniken för seriekondensatorer med vilken en 400 kV ledning kunde överföra dubbelt så stor effekt som normalt.

Vattenfall hade med beslutet att satsa på en växelströmslösning för storkraftöverföringen från övre Norrland emellertid inte gett upp hoppet om kunna använda högspänd likström vid en framtida utbyggnad av det svenska storkraftnätet. Kraftverket vid Harsprånget och ledningen Harsprånget-Hallsberg hade konstruerats så att det skulle vara möjligt att använda dem även vid en framtida övergång till överföring med högspänd likström.

Utvecklingsparets gemensamma utvecklingsarbete fortsatte, och bara en dryg månad efter Harsprångsbeslutet hade i riksdagen rests frågan om möjligheten att ansluta Gotland till fastlandets kraftnät. Till följd av detta genomförde Vattenfall och Asea en gemensam utredning om detta vilken 1949 kom fram till att om en kraftöverföring skulle ske från fastlandet var det inte ekonomiskt genomförbart med växelström då det skulle ge för stora effektförluster i sjökablarna. Det alternativ som var mest fördelaktigt ur teknisk och ekonomisk avseende var en kabelöverföring med högspänd likström. År 1950 beslutades om en sådan kraftöverföring med högspänd likström till Gotland. Det gemensamma utvecklingsarbetet hade fortgått under utredningstiden och 1948 hade Vattenfall börjat att bygga ett nytt större laboratorium intill det gamla Trollhättelaboratoriet vilket inte räckte till för de fortsatta jonventilexperimenten. Utvecklingsparet hade också tillsammans med Telegrafstyrelsen och forskare på Chalmers Tekniska Högskola undersökt hur likströmskabeln skulle påverka Telegrafstyrelsens kablar på havsbotten mellan fastlandet och Gotland och tillsammans med Fiskeristyrelsen hade Vattenfall gjort försök kring hur likströmmen påverkade djur- och växtlivet i havet. Efter att beslutet om Gotlandskabeln tagits intensifierades arbetet och Gotlandskabeln togs i försöksdrift 1954 och Vattenfall invigde anläggningen 1956. Med detta kunde Asea som första företag i världen visa på en fungerande referensanläggning för kraftöverföring med högspänd likström och hade därmed ett stort försprång gentemot sina utländska konkurrenter.

Under 1950- och 60-talet fick Asea stora exportorder på HVDC, vilket den nya tekniken för högspänd likström kom att kallas, samt på 400-800 kV växelströmsteknologi. Också för Vattenfall kom under 1960-talet av HVDC och 400 kV till användning i dess fortsatta utbyggnad av kraftsystemet, speciellt vid ett projekt om elkraftexport från Norrland till den europeiska kontinenten.

Samarbetsintressena svalnar

År 1954 inledde utvecklingsparet och det delstatliga AB Atomenergi ett samarbete kring utveckling av svensk kärnkraftsteknologi. Utvecklingsparet tänkte sig ett "direkt positivt medarbetarskap ungefär på det sätt som skett vid utarbetandet av system för högspänd likström".¹¹ I Vattenfalls planer ingick ett intimt samarbete med Asea om utvecklingen av en kärnkraftreaktor runt 100 MW, "en relativt billig, praktisk förstlingsreaktor att dels lära av, dels få nytta av som leverantör av värme till Västerås fjärrvärmenät",¹² ett samarbete mycket likt det tidigare Gotlands-projektet.¹³ Asea och Vattenfall skulle dela på kostnaderna; Asea skulle fritt förfoga över de tekniska resultaten av utvecklingsarbetet och Vattenfall skulle få underlag för sina beställningar och få tillverka utrustning för eget bruk. Vattenfall och Asea tänkte sig att Atomenergis roll i samarbetet var att fungera som en gemensam resurs under utvecklingsarbetet. Men Atomenergi såg sig själva som huvudansvariga för reaktorutvecklingen med Asea som sin underleverantör. Vattenfall hade ej tilltro till Atomenergi som teknikutvecklare utan föredrog Asea vilket ledde till att det uppstod en konflikt mellan de tre parterna. Regeringen stödde Atomenergis linje och Vattenfall föll efter hand bort som aktiv part i utvecklingssamarbetet.

Under slutet av 1950-talet hade Vattenfalls systemutveckling slutat att vara lika starkt pådrivande för Aseas teknikutveckling som tidigare, och Asea hade sökt sig huvudsakligen utomlands för nya projekt och inledde under 1960-talet ett utvecklingssamarbete kring teknik över 1000 kV med ett amerikanskt kraftbolag. Det senaste stora händelsen i utvecklingsparets historia var bildandet 1989 av STRI – Swedish Transmission Research Institute. Detta var ett gemensamt utvecklingsbolag och i det följde man ett exempel från ett annat utvecklingspar, det mellan Televerket och LM Ericsson vilket på 1970-talet bildat bolaget Ellemtel som utvecklat det framgångsrika AXE-systemet.

Ett utvecklingspars miljö och atmosfär: När teknik-historisk empiri konfronteras med ekonomisk teori

Den tidigare översiktliga empiriska skildringen av utvecklingsparets historia har visat på en utvecklingsrelation som gradvis via samarbeten kring kundanpassning av äldre produkter och utvecklandet av nya komponenter för kraftsystemet utvecklats till nära och långsiktiga samarbeten kring utvecklandet av helt nya systemteknologier för kraftöverföring. Men vad var bakgrunden till utvecklings-

parets bildande? Fanns det några särskilda förhållanden i den svenska miljön som medverkade till detta? Vad låg bakom det framgångsrika samarbetet? Vilka element i samarbetets atmosfär understödde dess framgång? Vilka särskilda faktorer höll samman denna långa relation? Och vad var det som gjorde att utvecklingssamarbetet förändrades till sin omfattning under 1950- och 1960-talet?

För att försöka ge några tentativa svar på dessa stora och komplexa frågor skall ges en beskrivning av delar av den miljö och den atmosfär vilka präglade utvecklingsparets relation. Till hjälpmedel används några resultat och en del teoretiska begrepp från ekonomiskhistorisk och företagsekonomisk forskning vilka, belyses med empiri i anknytning till utvecklingsparets historia, framför allt två debatter mellan olika företrädare för det svenska elkraftssystemet.

En kraftfull debatt mellan Aseas kunder 1937: Nationell teknikeranda och samförståndsvilja

Fanns det något specifikt med den svenska miljön vilket bidrog till uppkomsten av utvecklingsparet? Ekonomikern Jan Glete har i sina arbeten om Asea pekat på vad han kallar den "nationella teknikerandan" vilket skall ha fungerat som en "samordnade hand" i det svenska miljö.¹⁴ Vad som avses med denna teknikeranda var att åtskilliga företagsledare och kunder med teknikerbakgrund "drevs av ambitioner som inte begränsades till det egna företaget" utan att det också fanns nationella ambitioner om att stödja svensk industri och vidareutveckla den svenska tekniken och att både Asea och dess kunder "såg samarbete och förtroendefull öppenhet [...] som naturliga inslag i ett dynamiskt utvecklingsarbete."¹⁵ De hade en lojalitet som tekniker som ibland var starkare än deras lojalitet i egenskap av företrädare för ett speciellt företag.

Som en illustration av denna "nationella teknikeranda" skall här hänvisas till några av de argument som kom upp vid den diskussion som utspelade sig på Svenska Vattenkraftföreningen i samband med stamlinjeutredningen. Detta var en samlingspunkt för den privata kraftindustrin och på deras årsmöte 1937 diskuterades bakgrunden till och resultatet av Granholms utredning om det framtida svenska stamlinjesystemet. Ute i salongen satt från Vattenfalls sida generaldirektören Gösta Malm (1873-1965) och överdirektör Waldemar Borgquist och på podiet satt Svenska Vattenkraftsföreningens och tillika Sydkrafts ordförande, landshövding Sven Lübeck. Vattenkraftsföreningens

sekreterare Erik Upmark kritiserade i sitt anförande om "Dagens kraftfrågor" det, som han såg det, försök från Vattenfalls sida att lägga monopol på det framtida svenska kraftsystemet för högspänningsöverföring. Gösta Malm replikerade på Upmarks föredrag enligt följande:

Det avgörande är väl, att produktionen komma i händerna på organisationer, som äro kapabla att åstadkomma det billigaste kraftpriset för vårt land. Det är väl punkt nr 1. *Därvid gäller främst, att tekniken får sköta sitt, att den utvecklas, och så har ju skett. Det behövs bara en fortsättning härav.* Sedan kommer vid sidan härav själva organisationen av både produktion och distribution, och det är kanske där det rått en del meningskiljaktigheter. Därvidlag är väl det viktigaste, så vitt jag kan se, att de olika företagen äro lämpade för att få ett drifttekniskt gott samarbete. Det är av det drifttekniska samarbetet som man får de största vinsterna. *Om man för närvarande inventerar erfarenheterna, är det väl så, att så fort man kommer till teknici, är det ingen fara, ty teknici förstå driftsäkerheten och samarbeta bra. Det kunna vi väl konfirmera från alla olika företag.* Svårigheterna förefinnas egentligen på topparna. Nu innebär ju det s. k. svenska systemet, att vi ha en statlig organisation, en privat och kommunal, som arbeta tillsammans. Det är topparna härav, som skola bringas att samarbeta. Vi veta från andra områden, att mentaliteten är sådan hos människorna, att det inte är så lätt att åstadkomma ett gott samarbete mellan topparna. Jag behöver bara gå till järnvägsområdet, som är mycket äldre, och peka på att där finnas dessa svårigheter. Det blir väl likadant på vårt område, att svårigheterna alltid kommer att finnas, men *vi få på ömse sidor uppamma en god samförståndsvilja. Då skall det väl också gå att få till stånd samarbete, särskilt det drifttekniska samarbete, som enligt min mening är av utomordentligt stor betydelse för vår framtida kraftförsörjning. Detta tror jag är det viktigaste i denna fråga.*¹⁶ (Mina kursiveringar)

Waldemar Borgquist följde upp med att understryka att han ansåg det vara "utomordentligt viktigt" att kraftförsörjningen från Norrland ordnades på billigast möjliga sätt ty annars var det lätt risk "att det försteg, som vår industri skulle ha genom billig vattenkraft, försvinner. Därigenom gynnas, kan man säga, den utländska industrins konkurrenskraft."¹⁷ Upmark sade sig instämma med Malm om att det viktigaste var kraftöverföringssystemets resultat och inte vem som ägde det, men att han trodde att det uppnåddes bäst genom att det var två som distribuerade kraften. Lübeck valde att avsluta diskussionen genom att ta fasta på de uttalanden som gjorts om viljan till samförstånd och "det gemensamma intresset att tjäna landet och alla dess kraftkonsumenter med billigast möjliga

kraftproduktion och -distribution för framtiden. Jag ser i detta inte någon nyhet men i alla fall *en bekräftelse av en gammal god princip*."18 (Min kursivering)

Teoretiskt mellanspel:

Nätverksperspektiv på tekniskt utvecklingssamarbete

Med referens till Aseas och Vattenfalls gemensamma utvecklingsarbeten säger Jan Glete att "både kund och leverantör måste ha en både intellektuell och emotionell upplevelse av att de deltar i en kreativ process med alla de bekymmer och glädjeämnen som sådana processer medför."19 Denna betoning av betydelsen av en dynamisk atmosfär anknyter till den syn på tekniskt utvecklingssamarbete i som utvecklats av den s k Uppsalaskolan i företags-ekonomi.20

Uppsalaskolans teoribildning fokuseras på relationer och agerande mellan olika aktörer inom och mellan företag. En central tanke är att en betydelsefull del av den tekniska utvecklingsprocessen sker genom etablerade nätverk och utgörs av olika former av tekniskt och socialt utbyte mellan olika aktörer vilka kontrollerar olika former av resurser. I denna modell ses relationer som en av de mest betydelsefulla resurserna ett företag kan ha och vilka de kan använda sig av vid tekniskt utvecklingssamarbete. Relationer är en av ett företags mest värdefulla tillgångar, de är stora och viktiga investeringar, och vilka på samma sätt som andra typer av tillgångar måste tas om hand och förvaltas på olika sätt.

Vid den forskning som har bedrivits enligt Uppsalaskolans nätverksmodell har huvudsakligen fyra villkor kommit fram som normalt måste uppfyllas för ett framgångsrikt samarbete i en relation:21

- Parterna måste ha ett gemensamt "språk", en gemensam terminologi och ett gemensamt sätt att tänka i tekniska frågor.
- Parterna måste ha en ömsesidig kunskap om varandra, kunskap om motpartens förmågor och resurser, hur han är organiserad och vilka personer som skall kontaktas när olika frågor och problem uppstår.
- Parterna måste ha ett ömsesidigt förtroende för varandra.
- Parterna måste ställa stora krav på varandra så att de inte slår sig till ro med den kvalitet som levereras utan att det finns en medvetenhet om att samarbetspartnern kan vända sig till andra parter om inte kvaliteten uppehålls.

Dessa fyra villkor var uppfyllda när det gäller utvecklingsparet Asea-Vattenfall. De flesta ingående aktörerna i utvecklingsparet hade en relativt lika kulturell och utbildningsmässig bakgrund, de bestod på bägge sidor till största delen av elektroingenjörer utbildade på samma skola, Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm. Som en illustration till att de var relativt likvärdiga i sitt tekniska "tänkesätt" kan nämnas att 1929 vid den första promoveringen av teknologie doktorer i Sverige stod det fyra elektroingenjörer på scenen, varav en arbetade på Vattenfall och två på Asea.

En av dessa första fyra teknologie doktorer, Ragnar Lundholm, utgör i sig själv ett exempel på hur det andra villkoret uppfylldes i utvecklingsparets relation, hur det skapades en ömsesidig kunskap om varandra hos de två parterna. När Lundholm promoverades 1929 var han anställd på Vattenfall, men innan dess hade han tidigare arbetat som ingenjör på Asea under fem år. Detta var inget ovanligt och flera av Vattenfalls ingenjörer hade arbetat på Asea innan de började på Vattenfall, antingen som elever i Aseas elevingenjörskurs eller som vanliga ingenjörer. En annan ömsesidig kunskap om företagen skapades genom – eller snarare på – Elektroingenjörsföreningen.22 Detta var en avdelning inom Teknologföreningen och fungerade som en kontaktyta och vars månatliga möten var en mötesplats där elektroingenjörer träffades och diskuterade aktuella tekniska frågor likväl som ägnade sig åt den "kamratliga samvaron".23

Det kanske viktigaste villkoret, att det fanns ett starkt förtroende för de båda parternas förmåga att klara av den uppgift de tagit på sig, har illustrerats av Uno Lamm (1904-89), Aseas projektledare för Gotlandsprojektet. Enligt Lamm var det uppenbart för alla vilka deltagit i beslutet om projektet att det innebar "betydande tekniska risker".24 Kontraktet om ordern skulle skrivas under 1950 och Lamm har givit en skildring av hur det gick till:

När vi satt hos generaldirektören i Vattenfall, som då var Åke Rusck, för att teckna kontraktet, så lyfte han pennan just innan han skulle skriva på och frågade mig, "Hör du Lamm, är du säker på att detta verkligen kommer att fungera?" Och med knäna darrande under bordet så sa jag att "vi har ju inte löst alla problem ännu men det ser ut som om vi kommer att kunna lösa problemen till 1954, när anläggningen skulle vara igång. Inget problem ser olösligt ut". Och till min stora lättnad så skrattade Åke Rusck och sa "du svarade nästan precis som jag svarade i statsutskottet, när vår budget behandlades och jag fick frågan, är generaldirektören säker på att det här kommer att fungera?" och då hade han sagt att nej, det kan man ännu inte vara helt säker på men en sak är säker att om vi inte sätter igång nu så får Gotlänningarna aldrig någon

vattenkraft. Och så skrev han på.²⁵

Att även Asea hade en stor tilltro till Vattenfall har understrukits i en studie av Ingenjörsvetenskapsakademien "Framgångsrik utveckling om energiteknik", med deltagare från Asea som medarbetare. Där slås fast att utvecklingssamarbetet skedde med "ett stort förtroende för varandras förmåga. Det har därför funnits en övertygelse om att problemen verkligen skulle kunna lösas".²⁶

Vattenfall ställde stora krav på Asea vad det gällde tillverkningen av främst transformatorer och brytare där man också köpte av andra firmor när inte Aseas höll måttet. Att denna medvetenhet fanns hos Asea visas också av att Borgquist flera gånger hotade Aseas VD med att börja köpa utomlands och ta upp egen tillverkning av en del produkter "om ASEAs monopol icke blir väl vårdat".²⁷ På samma sätt var Vattenfall – om ock den största – inte den *enda* kund Asea kunde vända sig till i Sverige, utan Asea var också en av de största leverantörerna till Krångedebolaget, Sydkraft och andra privata och kommunala kraftbolag.

Atmosfären kring utvecklingsparet ändrades emellertid mot slutet av 1950-talet när den omgivande miljön förändrades, delvis beroende på att landets politiska maktinnehavare tog ett mer aktivt intresse i utvecklingsparets relation. Detta var något som företrädare för Asea inte var odelat förtjusta i, det skulle kunna uttryckas som att det från Asea-håll uppfattades som om det samarbete vilket tidigare styrts utifrån en "nationell teknikeranda" fått drag av "politisk regim".

En kraftfull debatt mellan Asea och Vattenfall 1958-59: Politisk regim och polemikvilja

Från mitten av 1950-talet förändrades förhållandet mellan Asea och Vattenfall och inga nya gemensamma utvecklingsprojekt inom högteknologi kom till stånd förrän på mitten av 1960-talet. Enligt Glete blev den samordnade kraft, som den nationella teknikerandan tidigare hade utgjort, allt mindre och mindre under 1950-talet. Detta synes till en del komma av tre olika och sinsemellan delvis beroende orsaker: minskat utvecklingsintresse hos Vattenfall, ny "politisk" ledning hos Vattenfall och den internationella frihandels genombrött i Sverige.²⁸

I sin bok *Livsmiljö i förändring* skriver Aseas projektledare Uno Lamm att svenska regeringen mot slutet av 1950-talet inte tillät Vattenfall att fullfölja sitt kärnkraftssamarbete med Asea och antyder också att detta var en anledning till

bytet på Vattenfalls chefspost.²⁹ Vattenfalls generaldirektör Åke Rusck lämnade 1958 Vattenfall för att bli VD på SAS och till hans efterträdare utsågs Erik Grafström. Detta var den första gången som en icke-tekniker utsågs till generaldirektör i Vattenfall och Grafström hade därtill en politisk bakgrund som statsekreterare i Kommunikationsdepartementet, vilket sågs på med en viss skepsis från en del håll.³⁰ Tillika med detta hade frihandeln gjort allt mer insteg i Sverige och Vattenfall tillämpade denna med "stor strikthet" mot Asea.³¹ Vattenfall beställde 1956 för första gången en generator från en utländsk leverantör och 1958 lade man en order på en 400 kV-transformator från Belgien.³²

Dessa bakomliggande orsaker till det förändrade förhållandet mellan Asea och Vattenfall speglas i den polemik som fördes mellan Aseas VD Åke Vrethem och Vattenfalls generaldirektör Bengt Grafström i Aseas och Vattenfalls personaltidningar under 1958 och 1959. Vrethem hade varit en ledande ingenjör på Vattenfall innan han börjat på Asea 1948, bl a som dess projektledare för 400 kV-projektet. Den utlösande faktorn till Vrethems kritik mot Vattenfall var den belgiska transformatoraffären vilket Vrethem tog upp i årets sista ledare 1958 i Aseas personaltidning *Vi Aseater*:

Vi har [...] i ett par fall nödgats bevitna hur en stor och ur referenssynpunkt viktig order gått vår näsa förbi till utländsk leverantör, som tydligen velat skaffa sig ett uppmärksammat fotfäste på den svenska marknaden - och som kunnat göra detta genom att underbjuda vårt pris. Det är en klen tröst att konstatera att prisskillnaden genomgående var så liten att den i varje annat land inom vår erfarenhetssfär skulle ha varit otillräcklig för att motivera de ovedersägliga nackdelarna och riskerna med beställning i utlandet, i varje fall otillräcklig för den preferens för inhemsk leverantör som tillämpas i praktiken. Det förargligaste ur vår synpunkt [...] är att vi inte kan svara med samma mynt i konkurrentländerna, även om vi ville ta en motsvarande ekonomiska uppoffring; det torde inte finnas något konkurrentland som kan uppvisa Sveriges kombination av låga tullar och totala frånvaro av preferens för inhemsk produkt oberoende av konjunkturerna.³³

Vrethem återkom till denna affär knappt två månader senare i en hyllningsartikel(!) till Vattenfall med anledning av dess 50 års-jubileum. Vrethem sa där att han:

emellertid inte vill tro att detta och andra egenartade "olycksfall" vid upphandlingar, liksom den inträffade svängningen i Vattenfalls atompolitik nödvändigtvis behöver uppfattas som om den traditionella "tekniska" objektiviteten hos Vattenfall medvetet skulle mera permanent överges under den nya, på industrihåll allmänt som "politisk" uppfattade regimen. Jag vill alltså tro på ett Vattenfall med objektivitet och med tekniskt och företagsekonomiskt självständigt ansvar även i framtiden.³⁴

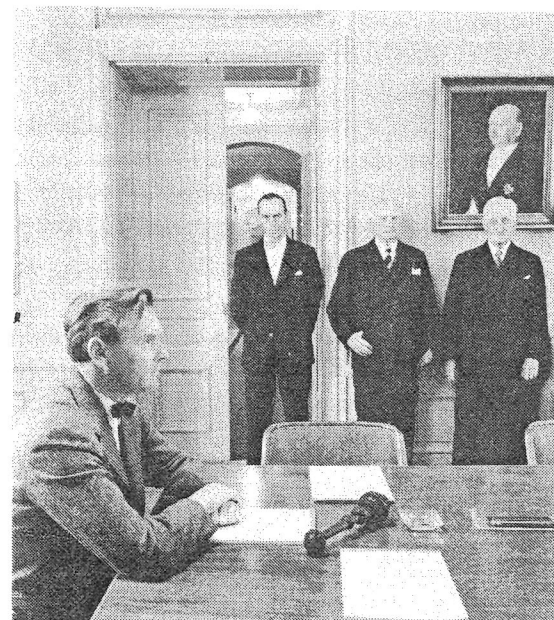
Grafström gick i svaromål på Vrethems artiklar i det följande numret av Vattenfalls personaltidning, vilken hade det med Aseas liktydande namnet *Vi i Vattenfall*:

När Du med Din ställning inom Asea - mitt företags största leverantör - och med Din i mycket tongivande ställning inom det svenska näringslivet säger att Du "inte vill tro" att en rad händelser ska behöva uppfattas som om Vattenfall under en "allmänt på industriellt håll som politisk" uppfattad regim överger sin tekniska objektivitet, bibringar Du läsaren intrycket att bakom röken sprakar en ordentlig eldsvåda. [...]

För Vattenfalls tekniker kan och har uttalandet endast kunnat tolkas på endera av två sätt. Antingen anser Du att Vattenfalls tekniska nivå blott några månader efter byte i verks-ledningen hunnit sjunka så lågt, att en rad "olycksfall" inträffar, eller också att verks-ledningen utövat något slags "politisk" påtryckning på sina tekniker och att dessa mot bättre vetande givit vika - med samma resultat. [...] Vad vår upphandlingsverksamhet beträffar, vet jag ju, att Du i olika sammanhang lagt i dagen ett positivt intresse för ett "politiskt" inslag i vår bedömning i den meningen, att svensk industri i dagens läge i viss utsträckning borde favoriseras. Till det vill jag bara säga att vi söker undvika alla slags av "politiserande", som ej hör samman med företagsekonomin [...] Sen är det klart att det finns en viss misstämning idag hos mina tekniker med hänsyn till de synpunkter Du framfört. Jag kan förstå den. Men jag har sagt dem: Ta det icke så hårt, Ni har fått en släng med av slev - en slev som närmast var ägnad mig, den icke teknikerutbildade "politikern" på Vattenfalls chefspost.³⁵

Följande nummer av *Vi i Vattenfall* kom med ett avslutande replikskifte. Vrethem sa där att hans avsikt med artikeln inte hade varit att "väcka ont blod" hos någon i Vattenfall utan att "söka dämpa den misstämning och bitterhet" bland Aseas personal som vissa av Vattenfalls "åtgärder och uttalanden givit upphov till i en period, som redan utan dessa 'olyckshändelser' ger anledning till berättigad oro för den framtida sysselsättningen."³⁶ Vrethem förklarade också att vad han hade avsett med "den inträffade svängningen av Vattenfalls atompolitik" var att Asea:

från och med regimskiftet i Vattenfall berövades det effektiva stöd som vi tidigare haft från Vattenfalls sida i våra ansträngningar att i atomkraftprogrammet bereda den svenska tillverkande industrin, givetvis inte minst Asea, tillfälle till den självständiga insats som vi alltså anser oundgänglig, om atomkrafttekniken skall kunna bereda svenska armar och svenska hjärnor bestående arbetstillfällen i framtiden och ge skattebetalarna valuta för de dryga statsanslagen för atomprogrammet.³⁷



Figur 5. Teknikerna och politikern. Tavlan på väggen visar Vattenfalls förste generaldirektör F.V. Hansen (1908-28), stående från höger är Gösta Malm (1928-38), Waldemar Borgquist (1938-48) och Åke Rusck (1948-58), sittande är Erik Grafström (1958-70). (Källa: *Vattenfall 75 år*, s. 61)

Och vidare om att Vattenfall fått en icke-tekniker som generaldirektör:

Slutligen beträffande "den icke teknikerutbildande 'politikern' på Vattenfalls chefspost": visst hörde jag till dem som önskade att det Vattenfall där jag alltjämt har mycket av mitt hjärta kvar skulle få en tekniker till chef. Men det vore väl ändå bra orimligt att, när nu så inte blev fallet, jag eller någon annan anhängare till Vattenfall skulle önska någonting annat än Vattenfalls bästa och din framgång i att leda verket vidare, på den tekniska sidan givetvis med stöd av bästa möjliga ansvariga medarbetare.³⁸

Hela brevväxlingen slutade ljusare än den började med att Grafström i sin svarsreplik sade sig vara "övertygad om att Asea och Vattenfall framdeles liksom hittills kommer att ha stora gemensamma uppgifter att lösa inom den teknik, som möjliggör vår kraftförsörjning liksom att vi skall finna vägar att stimulera det tekniska samarbetet våra företag emellan."³⁹

Avslutning: Utvecklingspar och utvecklingsstaten

De nätverk som bildas i samband med tekniska utvecklingssamarbeten inbegriper en makt- och en kunskapsstruktur och en tidsrelaterad struktur där den sistnämnda är "en produkt av sin historia i termer av erfarenhet och investeringar i relationer, rutin, kunskap osv".⁴⁰ På samma sätt har i denna artikel gjorts ett försök att skildra utvecklingsparet Asea-Vattenfall och dess utvecklingssamarbete som produkter av dess historiska erfarenheter och investeringar. Produkter vilka varit exempel på "svensk virtuoskonst" i den betydelsen att det utgjort exempel på 'utmärkt skicklig färdighet' i att ta fram betydelsefulla produkter för det svenska kraftsystemet och den svenska elektrotekniska industrin.

Emellertid är det högst troligt att också liknande samarbetsformer mellan den statliga och privata sektorn har varit en "specifik virtuoskonst" även i andra nationer. Vid en ytlig jämförelse framstår det som om likheter finns med de relationer mellan statliga tjänstemän och privat industri vilket anses vara kännetecknande för efterkrigstidens Japan, vad Chalmers Johnson i sin bok *MITI and the Japanese Miracle* har gett beteckningen "utvecklingsstaten".⁴¹ Denna typ av relationer mellan stat och privat industri utgör nog en viktig förklaring till efterkrigstidens goda industriella tillväxt såväl i utvecklingsstatens Japan som i utvecklingsparens Sverige.

LITTERATUR

- Beijer, E. & Lundholm, Ragnar, "Elektriska maskiner och apparater", i: *Statens Vattenfallsverk under fyra decennier* (1947), 2:a rev. uppl. (Stockholm, 1948), 184-93.
- Edquist, Charles, & Lundvall, Bengt-Åke, "Comparing the Danish and Swedish Systems of Innovation", i: *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Richard R. Nelson, ed. (NY: Oxford University Press, 1993), 265-98.
- Forssblad, Nils, "Den elektriska jordbearbetningen: Ett nytt belastningsobjekt", *Teknisk Tidskrift* 53 (1923), *Elektroteknik*, 113-6.
- Framgångsrik utveckling av energiteknik*, IVA-M 278 (Stockholm, 1992).
- Gimstedt, Olle, "The purchasing of the first Swedish commercial reactor", (mimeo: paper presented at the conference "Nordic Energy Systems: Historical Perspectives, Current Changes, Future Prospects", Vargön, Sweden, May 12-13, 1993).
- Glete, Jan, *ASEA under 100 år: 1883-1983 : Ett studie i ett storföretags organisatoriska, tekniska och ekonomiska utveckling* (Västerås: ASEA, 1983).
- , *Storföretag i starkström: Ett svenskt industriföretags omvärldsrelationer – en sammanfattning baserad på "ASEA under hundra år"* (Västerås, 1984).
- , "High Technology and Industrial Networks: Some Notes on the Cooperation between Swedish High Technology Industries and their Customers", (mimeo: paper presented at "International Research Seminar on Industrial Marketing" at Stockholm School of Economics, Stockholm, August 29-31 1984).
- Gradin, Rolf & Parding, Sven, "Vattenfall under 75 år", i: Lalander, Sven, et al., red. kommitté, *Vattenfall under 75 år [1909-1984]* (Stockholm: Statens vattenfallsverk, 1984), 15-98.
- Hagson, Carl A., & Gabrielsson, Carl-Göran, "100 år med SER och dess föregångare", i: *SER 100 år: Jubileumsbilaga utgiven av Svenska Elektroingenjörers Riksförening, bilaga, Industriell Datateknik* (november 1988), 4-8.
- Hamfelt, Cecilia, & Lindberg, Ann-Kristin, "Technological Development and the Individual's Contact Network", i: *Industrial Technological Development: A Network Approach*, Håkan Håkansson, ed. (London: Croom Helm, 1987), 177-209.

Holmgren, Torsten, *Allmänna intryck beträffande kraftdistributionsteknikens nuvarande läge och utvecklingstendenser*, Svenska Vattenkraftsföreningens publikationer 167 (Stockholm, 1924).

Hughes, Thomas P., "The Evolution of Large Technological Systems", i: *The Sociological Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes & Trevor Pinch, eds. (London, 1987).

Håkansson, Håkan, *Corporate Technological Behaviour: Co-operation and Networks* (London, 1989).

Industrial Technological Development: A Network Approach, Håkan Håkansson, ed. (London: Croom Helm, 1987).

Johnson, Chalmers, *MITI and the Japanese Miracle: The Growth of Industrial Policy, 1925-1975* (Stanford, 1982).

Laage-Hellman, Jens, "Process Innovation through Technical Cooperation", i: *Industrial Technological Development: A Network Approach*, Håkan Håkansson, ed. (London: Croom Helm, 1987), 26-83.

Lamm, Uno, "Utveckling av högspänd likströmsöverföring", i: *Eliasson-föreläsningarna 1976* (Gothenburg: Chalmers Institute of Technology, 1976).

–, *Livsmiljö i förändring* (Stockholm: Timbro, 1980).

Lindström, Stefan, *Hela nationens tacksamhet: Svensk forskningspolitik på atomenergiområdet 1945-1956*, Diss. (Stockholm: Stockholm University, 1991).

Lundgren, Anders, *Technological Innovation and Industrial Evolution: The Emergence of Industrial Networks*, Diss. (Stockholm: The Economic Research Institute/EFI Stockholm School of Economics, 1991).

Norinder, Harald, *Impulse Tests on Transformer Windings*, Tekniska meddelanden från Kungl. Vattenfallsstyrelsen, Serie E, 17 (Stockholm, 1931).

Parding, Sven, *Minnen från driftlivet 1939-1980* (Linköping, 1988).

Schiller, Bernt, "En skandinavisk demokratimodell inför framtiden", in: *Saltsjöbadsavtalet 50 år: Forskare och parter begrundar en epok 1938-1988* (Stockholm, 1989), p. 217-33.

Sollergren, Bror, "Transformatorer – en starkströmsteknikens klassiska produkt", i: Percy Barnevik et al., *Teknik i ASEA: 1883-1983* (Västerås: ASEA, 1983), p. 21-32.

Statens Vattenfallsverk under fyra decennier (1947), 2:a rev. uppl. (Stockholm, 1948).

Sveriges första 380 kV ledning: Harsprånget-Hallsberg (Stockholm: Kungl. Vattenfallsstyrelsen, 1951).

Vattenfall under 75 år [1909-1984], Sven Lalander et al., red. kommitté, (Stockholm: Statens Vattenfallsverk, 1984).

Vrethem, Åke, "Storkraftöverföring i teori och praktik", *Kraft och Ljus* 20 (1947), 155-66.

–, "Svensk elindustri", *ERA* 36 (1963), 47-9.

Waluszewski, Alexandra, *Framväxten av en ny mekanisk massateknik: En utvecklingshistoria*, Acta Univ. Ups., Studio Oeconomiae Negotiorum 31, Diss. (Uppsala, 1990).

Westling, Hans, *Technology Procurement: For Innovation in Swedish Construction*, Byggforskningsrådet D17:1991, Diss. (Stockholm, 1991).

"Diskussion", *Teknisk Tidskrift* 67 (1937), 264-7.

"Diskussion i strömbrytarfrågan i Elektroingenjörssföreningen den 16 oktober 1931", *Teknisk Tidskrift* 62 (1932), *Elektroteknik*, 25-32.

"Strömbrytarfrågan ventileras i Svenska teknologföreningen", *Teknisk Tidskrift* 61 (1931), 549-50.

"Åskstörningar", *ERA* 16 (1943), 81-2.

Vi Aseater 21 (1958), No. 12, 2.

Vi Aseater 22 (1959), No. 2, 3.

Vi i Vattenfall 12 (1959), No. 2, 3.

Vi i Vattenfall 12 (1959), No. 3, 2.

NOTER

- 1 Se exempelvis: Charles Edquist & Bengt-Åke Lundvall, "Comparing the Danish and Swedish Systems of Innovation", in: Richard R. Nelson, ed., *National Innovation Systems: A Comparative Analysis* (NY: Oxford University Press, 1993), 281; *Framgångsrik utveckling av energiteknik*, IVA-M 278 (Stockholm, 1992), 26; Jan Glete, "High Technology and Industrial Networks: Some Notes on the Cooperation between Swedish High Technology Industries and their Customers", (mimeo: paper presented at "International Research Seminar on Industrial Marketing" at Stockholm School of Economics, Stockholm, August 29-31 1984); idem., *Storföretag i starkström: Ett svenskt industriföretags omvärldsrelationer - en sammanfattning baserad på "ASEA under hundra år"* (Västerås, 1984); Ove Granstrand, *Technology Procurement as a Special Form of Buyer-Seller Interaction in Industrial Marketing*, CIM-Report 1984:06 (Göteborg: Dep. of Industrial Management at Chalmers University of Technology, 1984).

- 1984); Hans Westling, *Technology Procurement: For Innovation in Swedish Construction*, Byggnadsnämnden, D17:1991, Diss. (Stockholm, 1991), 73. – Det enda för författaren kända fallet där dessa olika utvecklingssamarbeten behandlats samlat med ett historiskt perspektiv är Jan Glete ovan nämnda opublicerade föredrag "High Technology and Industrial Networks". Glete har också i sina arbeten om Aseas historia tagit upp delar av Aseas utvecklingssamarbeten med SJ och Vattenfall.
- 2 Åke Vrethem, "Svensk elindustri", *ERA* 36 (1963), 48.
 - 3 "Diskussion i strömbrytarfrågan i Elektroingenjörssällskapet den 16 oktober 1931", *Teknisk Tidskrift* 62 (1932), *Elektroteknik*, 27.
 - 4 För begreppet "reverse salient" se Thomas P. Hughes, "The Evolution of Large Technological Systems", in: Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes & Trevor Pinch, eds., *The Sociological Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology* (London, 1987), 73.
 - 5 Harald Norinder, *Impulse Tests on Transformer Windings*, Tekniska meddelanden från Kungl. Vattenfallsstyrelsen, Serie E (Stockholm, 1931), 3.
 - 6 "Åskstörningar", *ERA* 16 (1943), 81.
 - 7 Torsten Holmgren, *Allmänna intryck beträffande kraftdistributionsteknikens nuvarande läge och utvecklingstendenser*, Svenska Vattenkraftsföreningens publikationer 167 (Stockholm, 1924), 29; Nils Forssblad, "Den elektriska jordbearbetningen: Ett nytt belastningsobjekt", *Teknisk Tidskrift* 53 (1923), *Elektroteknik*, 116.
 - 8 "Strömbrytarfrågan ventileras i Svenska teknologföreningen", *Teknisk Tidskrift* 61 (1931), 549.
 - 9 Beijer, E. & Lundholm, Ragnar, "Elektriska maskiner och apparater", i: *Statens Vattenfallsverk under fyra decennier* (1947), 2:a rev. uppl. (Stockholm, 1948), 192.
 - 10 Åke Vrethem, "Storkraftöverföring i teori och praktik", *Kraft och Ljus* 20 (1947), 161.
 - 11 Ragnar Liljeblad citerad i: Stefan Lindström, *Hela nationens tacksamhet: Svensk forskningspolitik på atomenergiområdet 1945-1956*, Diss. (Stockholm: Stockholm University, 1991), 97.
 - 12 Uno Lamm, *Livsmiljö i förändring* (Stockholm: Timbro, 1980), 93.
 - 13 Lindström 1991, 117.
 - 14 Glete, *Storföretag*, 69.
 - 15 Loc. cit.
 - 16 "Diskussion", *Teknisk Tidskrift* 67 (1937), 264.
 - 17 Ibid., 265.
 - 18 Ibid., 267.
 - 19 Glete, *Storföretag*, 70.
 - 20 Se tex: Håkan Håkansson, *Corporate Technological Behaviour: Co-operation and Networks* (London, 1989); *Industrial Technological Development: A Network Approach*, Håkan Håkansson, ed. (London: Croom Helm, 1987); Anders Lundgren, *Technological Innovation and Industrial Evolution: The Emergence of Industrial Networks*, Diss. (Stockholm: The Economic Research Institute/EFI Stockholm School of Economics, 1991); Alexandra Waluszewski,

Framväxten av en ny mekanisk massateknik: En utvecklingshistoria, Acta Univ. Ups., Studio Oeconomiae Negotiorum 31, Diss. (Uppsala, 1990).

- 21 Jens Laage-Hellman, "Process Innovation through Technical Cooperation", i: *Industrial Technological Development: A Network Approach*, Håkan Håkansson, ed. (London: Croom Helm, 1987), 63.
- 22 Detta var Teknologföreningens Fackavdelning för elektroteknik vilken 1930 konstituerat sig som en förening med namnet Svenska Elektroingenjörssällskapet.
- 23 Carl A. Hagson & Carl-Göran Gabrielsson, "100 år med SER och dess föregångare", i: *SER 100 år: Jubileumsbilaga utgiven av Svenska Elektroingenjörers Riksförening*, bilaga, *Industriell Datateknik* (november 1988), 6.
- 24 Uno Lamm, "Kraftöverföring med högspänd likström från fastlandet till Gotland", *Aseas Tidning* 42 (1950), 146.
- 25 Uno Lamm, "Utveckling av högspänd likströmsöverföring", in: *Eliasson-föreläsningarna 1976* (Gothenburg: Chalmers Institute of Technology, 1976), Del 1, 16.
- 26 *Framgångsrik utveckling*, 28.
- 27 Borgquist citerad i: Jan Glete, *Storföretag i starkström: Ett svenskt industriföretags omvärldsrelationer - en sammanfattning baserad på "ASEA under hundra år"* (Västerås, 1984), 43.
- 28 Glete, *Storföretag*, 44, 69.
- 29 Lamm 1980, 93.
- 30 Rolf Gradin & Sven Parding, "Vattenfall under 75 år", i: Lalander, Sven, et al., red. kommitté, *Vattenfall under 75 år [1909-1984]* (Stockholm: Statens vattenfallsverk, 1984), 62.
- 31 Glete, *Storföretag*, 44. Jmfir också Jan Glete *ASEA under 100 år: 1883-1983 : Ett studie i ett storföretags organisatoriska, tekniska och ekonomiska utveckling* (Västerås: ASEA, 1983), 100, n. 7.
- 32 Glete, *Storföretag*, 44.
- 33 *Vi Aseater* 21 (1958), No. 12, 2.
- 34 *Vi Aseater* 22 (1959), No. 2, 3.
- 35 *Vi i Vattenfall* 12 (1959), No. 2, 3.
- 36 *Vi i Vattenfall* 12 (1959), No. 3, 2.
- 37 Ibid., 3.
- 38 Loc. cit.
- 39 Loc. cit.
- 40 Alexandra Waluszewski, *Framväxten av en ny mekanisk massateknik: En utvecklingshistoria*, Acta Univ. Ups., Studio Oeconomiae Negotiorum 31, Diss. (Uppsala, 1990), 139.
- 41 Chalmers Johnson, *MITI and the Japanese Miracle: The Growth of Industrial Policy, 1925-1975* (Stanford, 1982), passim, spec. 17-34.