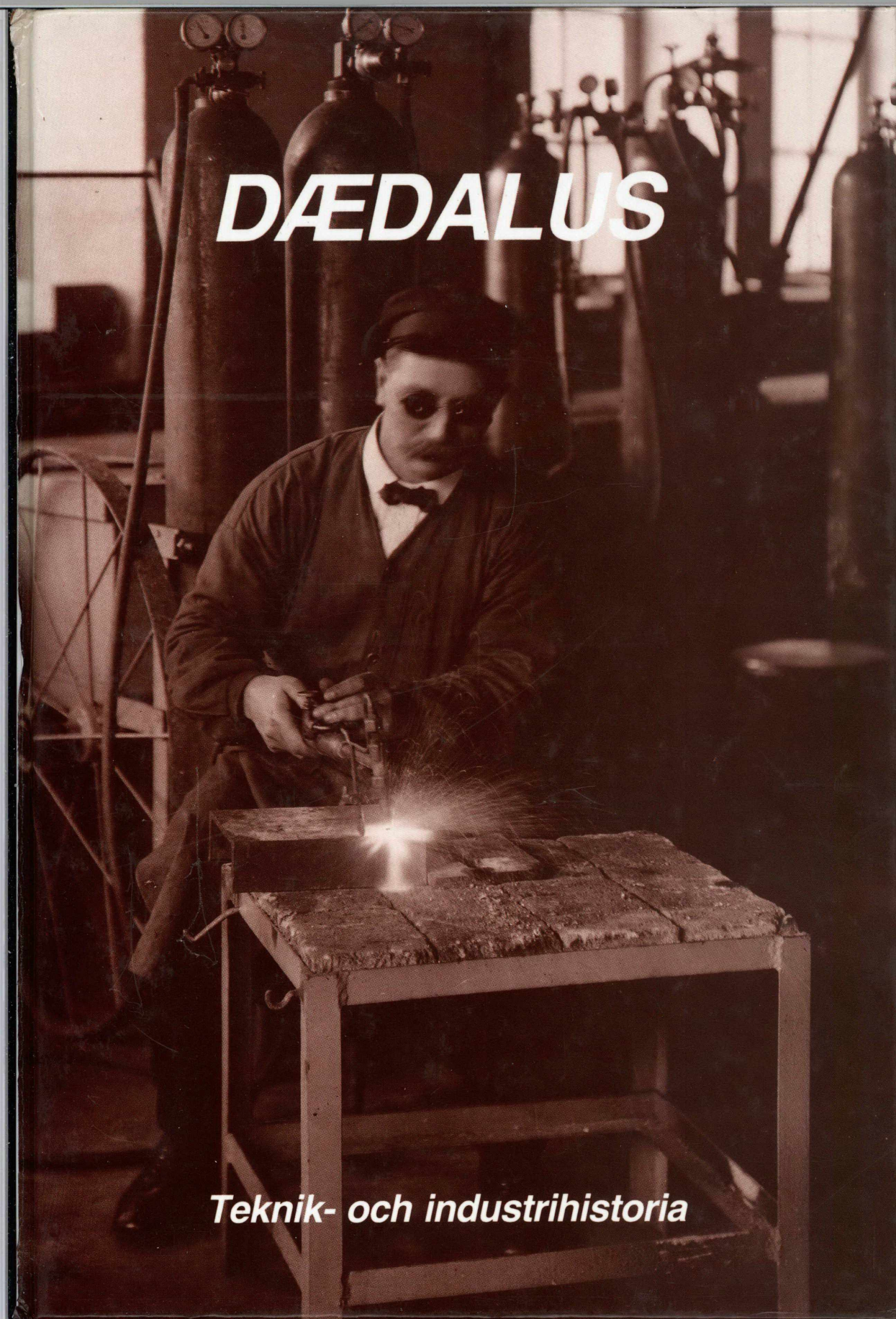


DÆDALUS

Teknik- och industrihistoria



Dædalus 1993

Sextioförsta årgången

Tekniska Museet
Stockholm 1992

Tekniska museets årsbok har fått sitt namn efter den grekiska sagans Daidalos, på latin Dædalus, som enligt legenden betraktas som den första uppfinnaren och ingenjören. Dædalus byggde bl a kung Minos berömda labyrint på Kreta, där han själv senare blev instängd tillsammans med sonen Ikaros. Med hjälp av de vingar Dædalus konstruerade lyckades han och Ikaros flygande ta sig ur labyrinten. I ungdomligt övermod inför den nya tekniken flög Ikaros så högt att solen smälte det vax som fäste vingarna på hans rygg, och han föll ned i havet. Den mer erfarne Dædalus höll sig på lagom höjd. DÆDALUS HYPERBOREUS *Eller Några Nya MATHEMATISKE och PHYSICALISKE Försök och Anteckningar* är också namnet på Sveriges första tekniska tidskrift, utiven av Emanuel Swedenborg 1716–18.

Omslagsbilder: Framsida: AGA startade 1916 en svetsskola under ledning av svetsmästare Carl Johan Palm, "mäster Palm", här i aktion ca 1920. Foto AGA AB.
Baksida: Övre bilden: TIG-svetsning på värmeväxlare, AGA Innovation 1990. Foto Roger Stenberg, AGA AB.
Undre bilden: Svetsning av kryotank i AGA-CRYOs verkstäder, Arendal, Göteborg 1972. Foto Toivo Steen, AGA AB.

Dædalus 1993
© Respektive författare
och Tekniska Museet
ISBN 91-7616-034-3
ISSN 0070-2528

Redaktör: Jan-Erik Pettersson.
Tryck: Bohusläningens Boktryckeri AB, Uddevalla 1992.

Innehåll

Förord 5
Björn Nystrand in memoriam 8

Teknik- och industrihistoria

Kvinnor och teknik – omöjligt eller självklart?
Av tekn dr AnnMarie Israelsson 13
Att skapa genus: teknik och kvinnlighet i svenska mejerier.
Av fil dr Lena Sommestad 30
Teknik och arbete i svensk textilindustri 1890–1935.
Av fil dr Eva Hesselgren 53
Hjälpmedel för handikappade igår, idag och i framtiden.
Av direktör Eva Jacobsson 78
Holografi – fotografi med många dimensioner. Från protes med problem till produkt för industriellt bruk.
Av tekn dr Ingegerd Dirtoft 102
Svetsning och skärning i historisk belysning.
Av civilingenjör Ebbe Almqvist och direktör Gösta Ferneborg 110
Energi i storstad. Energiförsörjningen i Stockholm 1853–1992.
Av fil lic Björn Hallerdt 154
Energiöverföringen Hällsjön–Grängesberg. Världens första kommersiella trefasöverföring.
Av ingenjör Nils Göte Håkansson 175
Den första svenska elbilen – en kopia och ett misslyckande.
Av intendent Gert Ekström 196
Bandvagnar för rörlighet i terrängen.
Av generallöjtnant Nils Sköld 204
Svensk rymdverksamhet 1959–1972.
Av f d överdirektör Jan Stiernstedt 214

Notiser

HVDC-historik.
Av ingenjör Nils Göte Håkansson 241
Oljemålning med Helge Palmcrantz till Tekniska Museet.
Av jur kand Ewald Hjerner 243
Utställningar på Tekniska Museet 1991–1992.
Av fil kand Gunilla Englund 246

Verksamhetsberättelser

Tekniska Museet *251*
Telemuseum *259*
Tekniska Museets Vänner *266*
Torsten Althins minnesfond *269*
Annonser *271*

Förord

Dædalus 1993 är den 61:a årgången av Tekniska Museets årsbok. För första gången sedan starten 1931 intar nu de kvinnliga författarna en lika framskjuten position som männen. Den första kvinnliga medarbetaren var Gurli Linder, som 1934 publicerade en artikel om S A Andrée. Hon förblev länge ett undantag och det var först på 1980-talet som åtminstone en kvinna deltog i varje årsbok.

Men i det här avseendet speglar tyvärr inte Dædalus utvecklingen i samhället. Att kvinnans förhållande till tekniken knappast har förändrats visar AnnMarie Israelsson i en inledande artikel. Som grundare av och chef för Teknikens Hus i Luleå ser hon dock en utväg ur detta tillstånd, som naturligtvis inte beror på att kvinnan skulle ha ett medfött ointresse för teknik eller vara tekniskt obegåvad.

Till ämnet anknyter Lena Sommestad, som 1992 disputerade i ekonomisk historia vid Uppsala universitet på avhandlingen "Från mejerska till mejerist". Hon visar här att mejerskorna var yrkesskickliga driftsledare med erforderliga tekniska kunskaper i produktionsprocess och maskinskötsel men likväl ersattes de av manliga mejerister under mellankrigstiden. Den nya arbetsdelningen växte fram som ett resultat av en ekonomisk, politisk och kulturell process där mejerskorna systematiskt utestängdes från kvalificerat maskinarbete, vilket förbehölls män.

Om arbetsprocessens förändring inom svensk bomullsindustri under senare delen av 1800-talet och tiden fram till andra världskriget skriver Eva Hesselgren, som 1992 disputerade i ekonomisk historia vid Stockholms universitet på avhandlingen "Vi äro tusenden". Här får vi bl a se hur spinnerskornas och väverskornas yrkesskickliga arbetsuppgifter alltmer försvann med den tekniska utvecklingen för att ersättas av övervakande uppgifter.

På få områden har väl de tekniska framstegen varit så välkomna som hjälpmedlen för handikappade. Tekniska Museet har tidigare intresserat sig för detta, bl a genom utställningen "Leva med handikapp" 1981 och viss accession av föremål. Mot bakgrund av en historisk återblick ger här Eva Jacobsson, chef för Handikappinstitutet, en mer fullständig bild av framstegen under senare tid, då inte minst datortekniken medfört en förbättring av livsvillkoren för handikappade. I anslutning härtill redogör Ingegerd Dir-

toft för den holografiska mätmetoden vid framställning av tandproteser, en metod som hon själv utvecklat och försvarat i en doktorsavhandling, "Holography—A New Method for Deformation Analysis of Upper Complete Dentures In Vitro and In Vivo" (1985). Ingegerd Dirtoft är ursprungligen tandläkare och numera forskare vid Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) i Stockholm.

Redan under bronsåldern kunde man i bl a Egypten sammanfoga metaller genom hårdlödning och vällning. Nya metoder för svetsning och skärning introducerades först från slutet av 1800-talet, varvid ett par svenskar, Gustaf Dalén och Oscar Kjellberg, gjorde viktiga insatser. Därefter har flera metoder tillkommit, på senare tid högteknologiska metoder för nya material utnyttjande energi från bl a plasma, elektronstråle och laser. Ebbe Almqvist och Gösta Ferneborg ger här för första gången en historisk översikt av utvecklingen fram till i dag. Almqvist är sedan 1969 projektledare vid Innovation, AGAs forsknings- och utvecklingsavdelning, och medverkade i Dædalus 1992 med en uppmärksammad artikel om AGAs många teknikskiften under 1900-talet. Gösta Ferneborg var konstruktör vid AGA från 1942 och vid ESAB från 1951 samt VD i ESAB Svenska försäljnings AB 1965–1987.

Den 1 september 1992 kunde Stockholm Energi AB blicka tillbaka på en hundraårig verksamhet för elrörelsen i staden. 100-årsjubileet firades bl a med en permanent utställning i Tekniska Museet och en minnesskrift, "Ljus, kraft, värme" (1992), redigerad av Björn Hallerdt. Hallerdt, som var stadsantikvarie och chef för Stockholms stadsmuseum 1975–1991, sammanfattar här boken med särskild tonvikt på de tekniska aspekterna. Liksom boken omfattar artikeln även epoken före tillkomsten av Stockholms elektricitetsverk 1892, en epok som började med Stockholms Gaslysnings AB och Klaragasverket 1853.

Ett annat 100-årsjubileum är världens första kommersiella trefasöverföring av elektricitet från Hällsjön till Grängesberg den 18 december 1893. Om detta får vi en initierad redogörelse av en veteran på området, Nils Göte Håkansson, som under åren 1940–1976 var konstruktör och ingenjör på ASEA i Ludvika. Gert Ekström, intendent och fordonshistoriker vid Tekniska Museet, bidrar med en artikel om den första svenska elbilen efter att ha berättat om våra första ångvagnar i Dædalus 1989/90 och 1992. Från dessa primitiva bilar är steget långt till de svensktillverkade, terränggående bandvagnar som förre arméchefen Nils Sköld beskriver. När t ex de första vagnarna infördes i Norrlandsbrigaderna på 1960-talet tiodubblades rörligheten. Därefter har kapaciteten ökat ytterligare och bandvagnarna blivit en stor exportframgång.

Man kan säga att rymdåldern inleddes i oktober 1957, då den sovjetiska satelliten "Sputnik 1" sändes upp. I Sverige började

rymdverksamheten med Svenska kommittén för rymdforskning 1959 och de första raketuppskjutningarna vid Kronogård 1961 och ESRANGE 1966. Om denna pionjärtid berättar här Jan Stiernstedt, som själv deltagit aktivt i utvecklingen alltsedan sitt inträde i Svenska ESRO-kommittén 1964, inte minst som chef för Statens delegation för rymdverksamhet 1979–1989.

Boken avslutas med notiser och verksamhetsberättelser. Redaktören vill varmt tacka alla medarbetare och samtidigt uttrycka en förhoppning om att Dædalus 1993 med sitt blandade innehåll skall ge läsarna en stimulerande läsupplevelse.

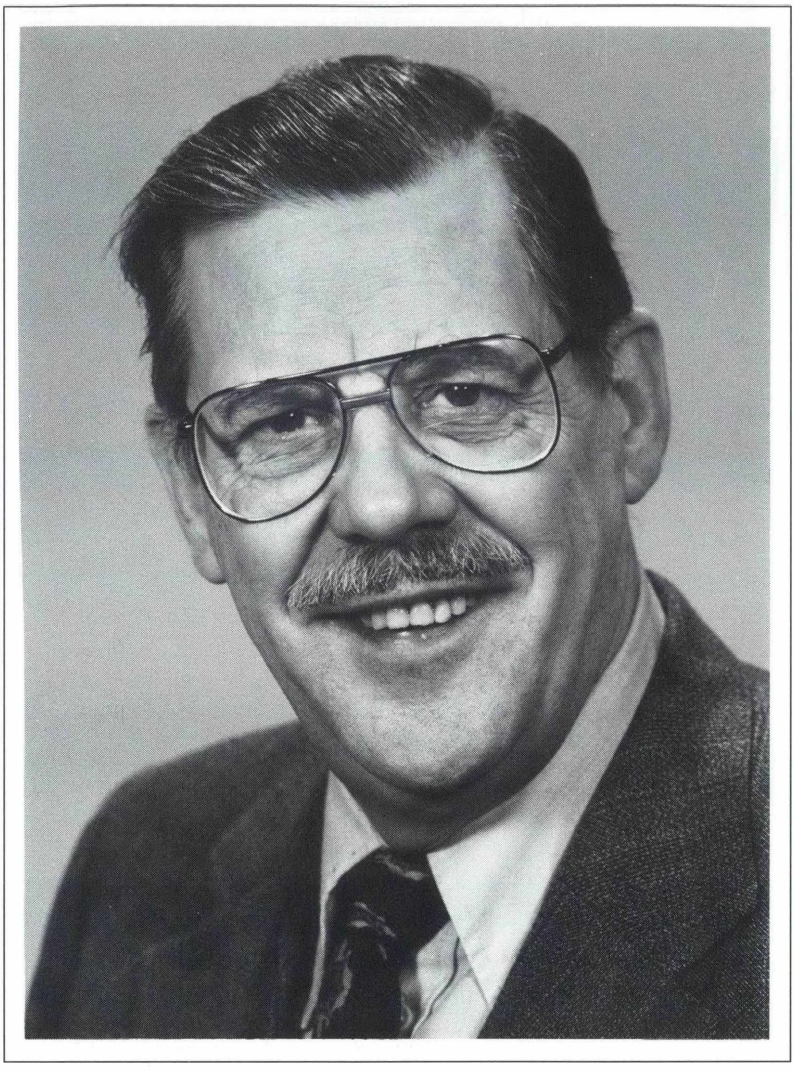
Jan-Erik Pettersson
Redaktör för Dædalus

Björn Nystrand in memoriam

Direktör Björn Nystrand (1920–1992), Stockholm, var Tekniska Museets chef under åren 1980–83. Efter att ha avlagt teknisk studentexamen på maskinteknisk linje vid Stockholms Tekniska Läroverk 1941 anställdes han vid Sandvikens Järnverk, Transportöravdelningen. Där var han under perioden 1942–1951 verksam som ritare, konstruktör och offertingenjör. Mot periodens slut var han placerad i dotterföretaget Acero Sandvik Argentina i Buenos Aires, där han ansvarade för försäljning, konstruktion och produktion.

Åren 1952–55 kompletterade Björn Nystrand sin utbildning med en filosofie kandidatexamen i sociologi, statskunskap, statistik och nationalekonomi vid Lunds Universitet. Han arbetade därvid, eller 1953–55, på deltid vid Sociologiska institutionen. Från 1956 var han verksam i Gränges AB, först som ansvarig för koncerngemensam utbildning och senare som personalchef vid dotterföretaget Guldsmedshytte Bruk. År 1968 utsågs han till administrativ direktör vid Gränges Stål, som då omfattade gruvorna i Grängesberg och Stråssa, TGOJ järnväg och hamn, Nyby Bruk och Oxelösunds Järnverk. Under koncernens administrative direktör var han sedan ansvarig för omorganisationen av Gränges från central organisation till decentraliserade styrelseledda företag. I ett av dessa företag, Gränges Engineering AB med verksamhet i bl a Västerås, Stockholm, Alingsås och Kolbäck, var Björn Nystrand verkställande direktör 1974–77. Han avslutade sedan sin industriella bana som verkställande direktör i Emmaboda Glas AB 1977–79, som hade 700 anställda och redan då ingick i franska Saint-Gobain-Pont-à-Mousson-koncernen.

Under Björn Nystrands tid som museichef genomfördes en omorganisation av museet. De tidigare separata enheterna Föremålsavdelning, Arkiv och bibliotek samt den under Undervisningsavdelningen sorterande funktionen Foto sammanfördes till en enhet benämnd Dokumentationsavdelningen. I samband därmed inleddes ett dokumentationssamarbete med andra museer (SAMDOK) samtidigt som en viss forskningsverksamhet började bedrivas i museets regi. Adress Evigheten – riktlinjer för Tekniska museets insamling, färdigställdes 1981 i remissupplaga för att senare tryckas (1984). Av stor betydelse var även insatserna för att tillgodo-



se behovet av föremålskonservering. Det var först nu som museet kunde anställa en utbildad konservator.

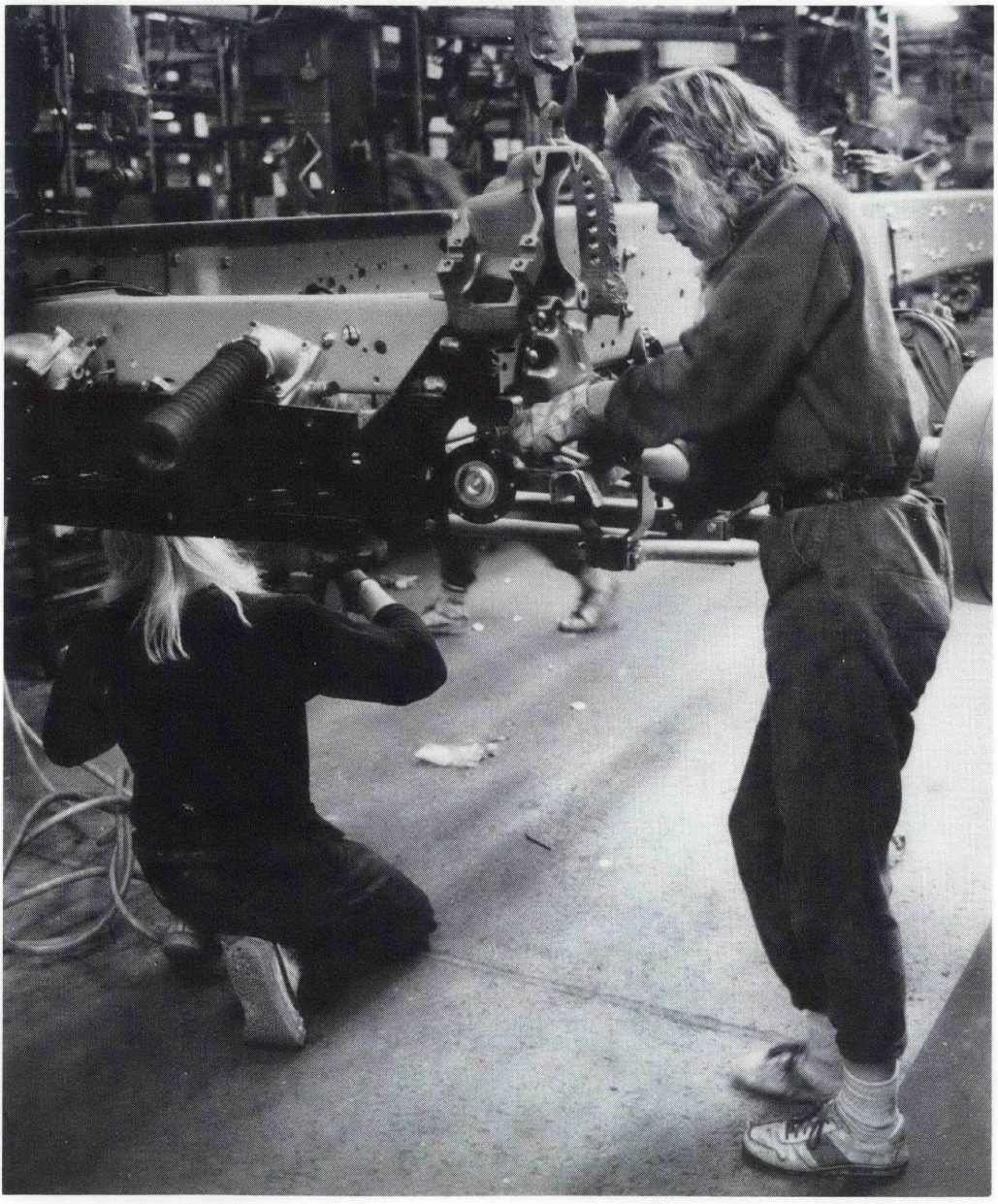
Björn Nystrand tog sig också an den utåtriktade verksamheten med entusiasm och målmedvetenhet. Under hans ledning tillkom eller påbörjades flera nya basutställningar. Elkraftutställningen, som omfattar ca 2 500 m^2, uppfördes på rekordtid och stod färdig lagom till ASEAs 100-årsjubileum 1983. Verkstadsutställningen, Skogsutställningen och Kemiutställningen påbörjades men färdigställdes senare. Vidare arrangerades många välbesökta tillfälliga utställningar, t ex Leva med handikapp (1981), Kvinnliga uppfinnare – finns dom? (1982) och Josefin och teknologin – tek-

nik genom symaskinens nålsöga (1983). Då startade också museets Science-Center-verksamhet med Teknoteket, som öppnade 1983 och kom att ligga till grund för det 1985 invigda Teknorama.

Björn Nystrand var synnerligen omtyckt av museets personal. Glad, idérik och rastlös stormade han först av alla in på museet varje morgon. Det gick inte en dag utan att något nytt, ofta storartat projekt diskuterades eller ett avgörande framsteg i någon betydande fråga presenterades. Även som pensionär fick han utlopp för sitt stora intresse för historia. Han läste då in grundkurserna vid Historiska institutionen vid Stockholms universitet och till museet återvände han till flertalet vernissager, senast ett par veckor före sin bortgång.

Jan-Erik Pettersson
Redaktör för Dædalus

Teknik- och industrihistoria



Kvinnliga chassimontörer vid Scania i Södertälje. Foto Kay Danielson, TM.

Kvinnor och teknik – omöjligt eller självklart?

Av AnnMarie Israelsson

Kvinnors förhållande till teknik – länge var detta något som man mest skulle skratta åt och ett genom tiderna kärt ämne för skämttecknarna. Kvinnan kunde vara älskligt ovetande om hur saker och ting fungerar – det klassiska våpet som tror att motorn har försvunnit, när hon öppnar det hon tror är motorhuven på en folkvagn. Eller hon kunde vara en ragata och en teknisk idiot, en Blondie som jagar Dagobert med skiftnyckeln, men som aldrig i sitt liv skulle drömma om att använda den på något annat sätt. Och så förstås raggarbruden, ett slags tillbehör till bilen, gärna kurvig och fatal, men tekniskt intresserad – aldrig!

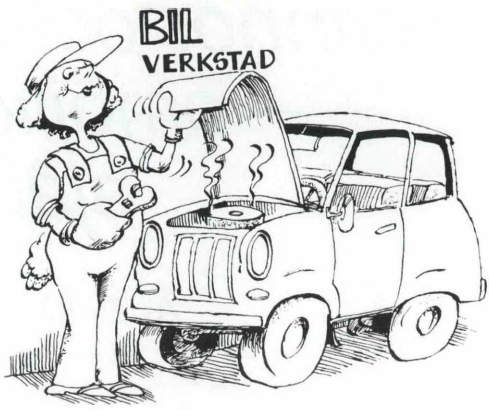
Och det är inte bara i skämtteckningarnas stereotypa värld som kvinnors förhållande till teknik är åtminstone problematiskt. De flesta kvinnor saknar äkta intresse, kunskap och förståelse för teknik och vägrar att befatta sig med den – säger manliga makthavare. De flesta kvinnor bär på en känsla av likgiltighet för teknik som kan förstärkas till maktlöshet, förakt eller avsky inför teknikens dåliga sidor – säger kvinnor själva.

Med åren har kvinnors förhållande till teknik blivit högintressant av flera skäl. Under några år på 70-talet, till exempel, var de unga kvinnorna en begåvningsreserv, som skulle fylla luckorna, de annars outnyttjade platserna, på de tekniska högskolorna. Och på arbetskraftsbristens 80-tal var kvinnorna en faktor som kunde användas i produktionen även i tekniska sammanhang. Nu, i vårt problematiska 90-tal, talas det allt oftare om kvinnligt helhetstänkande som en ny modell också för tekniskt tänkande i allmänhet, för den tankemässiga omorientering som framtiden kan kräva.

Kampanjer och information

Att kvinnor har en roll i tekniken är alltså på något sätt självklart. Frågan är bara *vilken* roll det kan bli tal om.

Trots att man genom åren har anlagt lite olika infallsvinklar på kvinnors förhållande till tekniken så har ända fram till idag en sak varit tämligen klar. Kvinnors syn på könsrollerna i tekniken har



1. Den kvinnliga superfixaren – finns hon i verkligheten? Teckning ur rapport om jämställdhetsprogram som genomförts av Länsarbetsnämnden i Västermanlands län.

ansetts som en fråga om missförstånd, en "felaktig" inställning som kan rättas till genom information och kampanjer, bara kvinnorna själva har vett att ändra på sig. Och det är för att förändra kvinnor, flickor, tjejer, som man i Sverige under åtskilliga år har satsat pengar, från utbildningsdepartement och arbetsmarknadsdepartement, från fackförbund och arbetsgivareförening, från skolmyndigheter och högskolor. Informatörer, studierådgivare, syokonsulenter, journalister och samhällsdebattörer har engagerat sig för att tala om för dessa kvinnor, flickor och tjejer hur de *bör* handla när de väljer utbildning och yrke. Bilderna av stålkvinnor i industrin och kvinnliga superfixare med teknik i blicken har till och med blivit vanligare än skämtteckningarna med våpen.

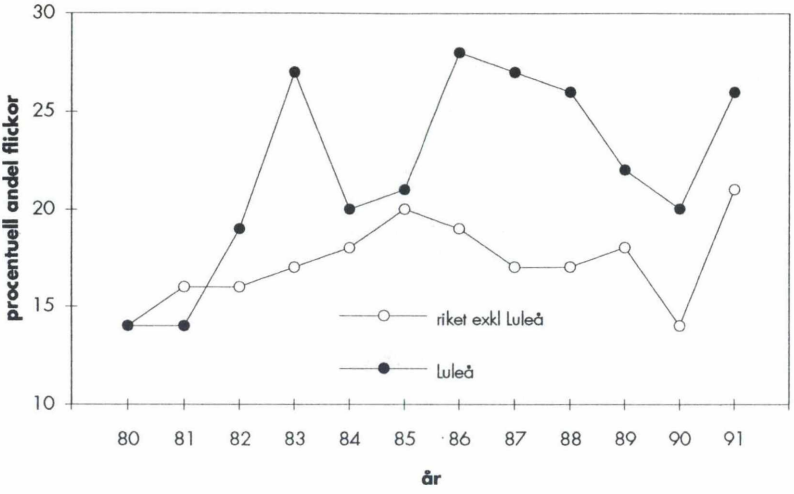
Ingenting har egentligen hänt

Ändå har det i grunden skett mycket få förändringar. Svenska flickor fortsätter att välja traditionellt kvinnliga utbildningslinjer, och svenska kvinnor återfinns sällan i tekniska yrken.

Man kan t ex konstatera att andelen flickor på de tekniska och naturvetenskapliga gymnasielinjerna snarare minskar än ökar. Andelen kvinnliga nybörjare på civilingenjörsutbildningen vid Tekniska högskolan i Luleå har faktiskt minskat mellan 1983 och 1991, om än bara med en procentenhet – flickorna var 27 procent 1983 mot 26 procent 1991! Och då är ändå Högskolan i Luleå den av de tekniska högskolorna i Sverige som har högsta andelen kvinnliga studerande på de klassiska civilingenjörsutbildningarna.

Den svenska arbetsmarknaden är en av de mest segregerade i världen. Kvinnorna finns inom vårdyrken, service, handel och kontor, dvs i yrken som i stort sett har samma arbetsuppgifter som de kvinnorna av tradition hade i hemmet och som är lågt betalda. Männen finns i de tekniska yrkena, i förkrossande dominans.

Varför händer ingenting? Varför kan inte det land som troligen



2. Andel flickor vid civilingenjörsutbildningarna i Luleå jämfört med övriga tekniska högskolor i landet 1979–91. Informationssekretariatet, Högskolan i Luleå.

nått längst i världen i fråga om generell jämställdhet också lyckas med att eliminera skillnaderna mellan mäns och kvinnors förhållande till teknik? Är intresse för teknik trots allt något medfött manligt?



I Dædalus 1992 för författaren Jan Myrdal i sin uppsats om Meccanopojken ett kort resonemang omkring varför Meccanoflickorna var så ytterligt få, om de över huvud taget fanns. Meccano var en värld för gossar, skriver han, och flickor förekom där endast som beundrande eller störande element. Men Jan Myrdal menar också bestämt, att skälen till att flickor leker med dockskåp och inte med ångmaskin är samhälleliga och inte medfödda.

Och han är ju inte den ende som hävdar detta, numera när kampanjernas tid kanske är förbi.

Skola med höga ambitioner

Vi måste alltså se på vårt samhälle för att om möjligt hitta svaren på våra varför. Och allra först måste vi kanske granska vår skola, den som ska bli Europas bästa. Visserligen kommer inget barn – varken flicka eller pojke – till skolan som ett oskrivet blad, utan att ha med sig hemifrån föreställningar och förhållningssätt som är representativa för det samhälle vi har byggt upp. Men det är ju utan tvekan skolan och den formella pedagogik som utövas där som har det övergripande samhällsansvaret för att föra in alla barn i den naturvetenskapliga och tekniska kunskapssfären.

Under de senaste tio åren har Lgr -80, Läroplan för grundskolan, antagen av riksdagen år 1980, varit rättesnöret för vart sko-



lans undervisning ska syfta och hur den ska bedrivas. Lgr -80 ger upprepade föreskrifter, eller kanske snarare föresatser, i det här avseendet. Där kan man t ex läsa att eleverna genom skolans pedagogiska insatser ska "få kunskap om den tekniska utvecklingen och om hur tekniken kan förändra vår tillvaro, påverka arbetsförhållanden och sysselsättning och inverka på vår miljö". Härigenom ska eleverna också ges "bättre förutsättningar att förstå, kritiskt granska och aktivt ta ställning till olika problem i vårt tekniskt komplicerade samhälle".

Goda föresatser i sanning. Medvetenheten om att det är nödvändigt att ge **alla** elever en stark och engagerande undervisning i naturvetenskap och teknik borde således vara hög i skolans värld. Men hittills har den formella pedagogiken, som den bedrivs i vår grundskola, i mycket misslyckats med att ge lika förutsättningar för flickor och pojkar att ta till sig teknik och därmed också att ägna sig åt teknik, så som läroplanen uttryckligen önskar.

Till den svenska skolans försvar kan sägas att den inte är ensam om detta. I snart sagt varje skolsystem i världen är förhållandena desamma, vilket är väl känt från den pedagogiska och sociologiska forskningen.

3. Lekfull och stimulerande undervisning i naturvetenskap och teknik ges i Teknikens Hus även till förskolebarn. Foto Göran Wallin.



Lärartröskel och flickfälla

Det börjar redan i de lägre årskurserna. Där borde undervisningen i teknik och naturvetenskap kunna få en lekfull och stimulerande utformning, men de övervägande kvinnliga lärarna har ofta svårigheter att praktiskt genomföra den uppgift läroplanen ger dem. Tröskeln till teknikens värld är alltför hög för dem själva, av olika skäl. De har sällan någon naturvetenskaplig eller teknisk bakgrund från gymnasiet och de har i sin lärarutbildning fått alltför liten kontakt med en för dem relevant och intressant tolkning av begreppet teknik. De har inga egna praktiska erfarenheter av teknik, och finner sig ofta rent av utmanövrerade av pojkarna i klasserna. En förskollärare har berättat att hon brukade be pojkarna i sin dagisgrupp om hjälp för att kunna använda bandspelaren! De lärare som står för barnens allra första skolerfarenheter har således ofta varken intresse eller praktisk erfarenhet av teknik. De kan till och med vara rädda för att hantera sådan teknik som verkligen är vardagsvanlig.



Det obligatoriska teknikämnet senare i grundskolan har så gott som uteslutande manliga förtecken och grundar sig gärna innehållsmässigt på pojkars erfarenheter och intressen. Det handlar om mopeder, elektronik och modellflygplan. Lärarna är nästan alltid män, ofta äldre, med väl utvecklade föreställningar, för att inte säga fördomar, om flickornas möjligheter att ta till sig undervisning i praktisk teknik.

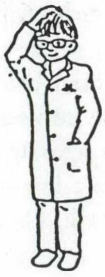
I gymnasiet upptäcker sedan en hel del flickor på naturvetenskaplig och teknisk linje att de är utlämnade åt manliga lärare, som inte alltid har någon tro på flickornas förmåga, för att uttrycka det milt, och som bedömer flickornas prestationer med den utgångspunkten. Många undersökningar vittnar om flickornas svårigheter att göra sig gällande bland manliga klasskamrater och inför manliga lärare i särskilt fysik och teknologi. Det finns än i dag lärare på gymnasiets naturvetenskapliga linje som talar om för flickorna att de inte hör hemma inom naturvetenskaperna, trots att flickorna ibland har varit nära nog 50 procent av de ganska få eleverna på linjen. På de tekniskt-praktiska linjerna är mansdominansen total och förkrossande för de flickor som vågat sig dit.

I vissa fall kan flickor som valt naturvetenskaplig eller teknisk linje till och med hamna i en fälla. Att skaffa sig toppbetyg på dessa linjer kan vara mycket svårt, särskilt med de förutsättningar som jag har beskrivit här ovanför, och att som ung flicka gå ut från de här linjerna med "släta" betyg kan bli ett stort hinder för att ta sig vidare. Man kommer kanske inte in på någon relevant högskoleutbildning i den rådande konkurrensen och på arbetsmarknaden är man inte heller något särskilt starkt kort. Utbildningen på de tekniskt-praktiska gymnasielinjerna var inte ens i ar-

betskraftsbristens tider någon garanti för att man skulle få jobb, om man var flicka. De manliga klasskamraterna gick före, oavsett betyg.

Pojken forskar, flickan pluggar

Också läromedlen ger till och med en ytlig betraktare en omedelbar insikt i hur flickor betraktas i naturvetenskapens och teknikens värld. De läroböcker som används i naturvetenskapliga ämnen visar fortfarande pojkar som agerande och flickor som passiva. Forskaren i den vita rocken är en utklädd liten pojke, medan den flitiga flickan får sitta på boktraven. I illustrationer och exempel är det pojkarnas intressen som tas upp. Det är modelljärnvägar och pistolskott, tyngdlyftning och barkbåtar. Där kvinnor över huvud taget syns kan de möjligen som i en gymnasiebok i fysik, avbildas bärande två vattenhinkar med ett ok, för att illustrera jämvikt!





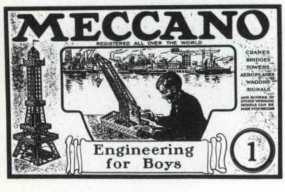
Det statliga institutet för läromedelsgranskning och den dit knutna läromedelsnämnden, som båda gick i graven med Skolöverstyrelsen, hade i uppdrag att granska läromedel med hänsyn till objektivitet i framställningen bl a med avseende på könsroller. Tyvärr kunde de här instanserna inte åstadkomma så mycket, eftersom granskningen kom i efterhand, när läromedlen väl var tryckta. Tanken var annars mycket god. Man kan bara hoppas att de som forskar om läromedel kan arbeta vidare med att granska könsroller i läroböcker så att de här aspekterna på hur barn påverkas i skolan inte helt och hållet faller i glömska.

Besvikna flickor på manliga revir

Trots att flickorna är de omvittnat mera ambitiösa och mera engagerade i skolan, och även om de oftast arbetar mera strukturerat och hårdare än pojkarna, blir alltså deras möte med skolans undervisning i de viktiga naturvetenskapliga ämnena mycket ofta en besvikelse. Åtminstone blir det lätt en upplevelse, som sätter negativa spår i deras förhållande till teknik och naturvetenskap för resten av livet.



Men inte bara i den formella pedagogiken i skolan blir tekniken ett manligt revir. Tyvärr är det också ofta så, att museipedagogiken glömmer bort eller marginaliserar "kvinnlig" teknik. Samlingarna innehåller tekniska objekt som oftast till allra största delen förknippas med manliga teknikområden. Manliga uppfinnare och deras konstruktioner tar stor plats i utställningsverksamheten. Endast vid sällsynta tillfällen syns kvinnorna i museernas tekniska värld, och när de syns är det givetvis i de klassiska kvinnorollerna – som telefonister, industriarbeterskor, eller eventuellt som husmödrar eller hembiträden vid tvättmaskinen eller med dammsugaren i högsta hugg.



Det är sannerligen inte konstigt att flickor ofta har negativa känslor inför naturvetenskap och teknik, upplever att de inte för-

står, att det inte är mödan värt att anstränga sig i ämnen som inte har någon relevans för dem, att deras erfarenheter inte är användbara. Teknikens värld förblir stängd för flickor, och meccanopojkarna får ha sina lådor i fred.

Traditionella yrkesval

Följderna av dessa skolans – och även det informella lärandets – misslyckanden demonstreras också ständigt i flickornas val av högre utbildningar och yrken, där flickor överallt i världen fortsätter att välja mycket traditionellt.

I grund och botten väljer flickorna då egentligen rätt. För om man går utanför skolans ramar, till den vuxenvärld som skolan ska förbereda våra barn för, så ser man inte många tecken på att den världen skulle vara annorlunda än skolans. Det har i stället varit så, att de flickor som med friskt mod kastat sig in i teknikens värld, som vågat vara det kampanjerna kallade "brytare", dessa flickor har funnit en miljö som har varit mycket långt ifrån de positiva bilder som de käcka kampanjerna gav.

Flickor som glatt satsade på civilingenjörsutbildningar mötte en traditionell teknisk högskola full av manstraditioner, som det gällde att anpassa sig till för att inte riskera att stötas ut. Att revoltera lönade sig knappast, när både manliga teknologer och deras lärare delvis ställde sig helt oförstående till de kvinnliga synpunkterna på både festtraditioner och helhetstänkande i utbildningen. De flickor som via praktiska gymnasielinjer sökte sig till arbetslivet på byggen, i elektronikverkstäder, i bilverkstäder eller i verkstadsindustrin, de flickorna fick snart uppleva att det finns många mycket mera sofistikerade metoder att utestänga kvinnor från arbetslivet än bara brist på damtoaletter och damduschar. Så det är snarast förståndigt att som flicka i stället välja den mera mänskliga vården, eller människoinriktade serviceyrken.

Blir tekniken vår död?

Men följden av den manliga dominansen i tekniken har inte bara blivit att flickor fortsätter att göra traditionella utbildnings- och yrkesval. Flickor och kvinnor har så småningom kommit att ställa sig inte bara likgiltiga utan också avvisande eller direkt negativa till teknik över huvud taget.

Många barn är i dag mycket oroliga för framtiden, och för den teknik vi har skapat, eftersom de uppfattar den som destruktiv. Tekniken framstår för dem som en orsak till både miljöförstöring och krig.

Forskaren Ulla Riis vid Linköpings universitet frågade för något år sedan 500 elever i årskurserna 7, 8 och 9 om deras inställning till teknik och fick i sin undersökning klara belägg för att flickorna tror att tekniken kommer att bli vår civilisations död. Samtidigt säger dessa flickor att de inte tror sig kunna göra någonting

Den osäkra kärnkraften

Även kärnkraftens mest hängivna förespråkare måste erkänna att *Per Kågesons* populariserat tekniska fakta på ett korrekt sätt i sin debattbok *Stoppa kärnkraften*. (Prisma Debatt). Därmed är mycket vunnet. En miljödebatt kan aldrig bli konstruktiv om man inte så snabbt som möjligt skapar en för alla parter gemensamt accepterad bas av data.

Per Kågeson som är samhällsvetare visar också att var och en i kraft av sitt intresse kan penetrera väsentliga faktasektorer utan någon i konventionell mening formell kompetens. Det finns många viktiga

säkerheten" (Allmänna förlaget) och "Stoppa kärnkraften!" visar också hur författare med ett gemensamt faktaunderlag kan komma fram till vitt skilda bedömningar.

Bo Lindell och Sven Löfvenberg säger exempelvis: "Det är de stora mängderna radioaktivt avfall, som vi i en avlägsen framtid måste räkna med, som inger bekymmer och problem. De problemen måste successivt lösas i takt med uthyggnaden av kärnkraftverk. Om man inte kan hålla den takten bör man sluta att bygga kärnkraftverk. Däremot måste man inte lösa alla problem före startögonblic-

åt tekniken för att förändra den, och därför i stället väljer bort den helt och hållet. De vill helt enkelt inte ta ansvar för något de inte kan påverka. Samma tänkesätt har forskare i andra länder hittat hos kvinnliga skolelever i olika åldrar.

De här flickornas åsikter är troligen representativa för vad flickor och kvinnor ofta tycker och tänker om den teknik som av de flesta män betraktas som nödvändig för det moderna samhället. Den kvinnliga tveksamheten till teknikens välsignelser är nog snarare större än vad många manliga makthavare har någon föreställning om. Och det borde åtminstone noteras bland dessa makthavare att kanske rentav hälften av befolkningen i Sverige är kritiska till eller direkt avvisar den teknologiska grundvalen för vårt välstånd. Vårt lands statsminister framhöll på miljökonferensen i Rio de Janeiro att vi måste förlita oss på tekniken för att lösa miljöproblemen, och att det endast är med bättre teknik som de över huvud taget kan lösas. Vems teknik blir det då vi ska använda, om kvinnorna inte heller i fortsättningen kommer att vilja ha med teknik att göra? På vems villkor sker i så fall den tekniska utveckling-

4. Ett vattenreningsverk i modellskala fungerar som undervisningsmaterial i Teknikens Hus. Foto Göran Wallin.



en, om hälften av befolkningen vägrar att befatta sig med den?

Det finns anledning att för vår demokratis skull återigen sätta kvinnors förhållande till teknik i centrum för uppmärksamheten, men att då försöka se längre än vad man i allmänhet lyckades med under de tidigare kampanjerna.

Nytänkande in i museivärlden!

Skolan är på många sätt som en trögrörlig tanker i samhällsfarleden. Att ändra kurs, bromsa en del av en utveckling eller öka farten i någon annan del kräver eftertanke och tar mycket tid. Både i ett kortare och ett längre perspektiv blir det därför viktigt att se på möjligheterna att modifiera flickor och kvinnors inställning till teknik genom nya metoder som har mera informell karaktär.

I USA talar man sedan länge om informal education, och i Sverige har pedagogiska forskare lanserat begreppet informellt lärande. Man avser då t ex den utbildning och undervisning som bedrivs i museer och s k science centers. Skillnaden mellan skolans formella undervisning och denna mera informella inlärning är bl a att den senare är lättare att förändra och påverka. Den är inte underkastad de många regler och föreskrifter som måste finnas för skolans undervisning, och kan därför arbeta friare.

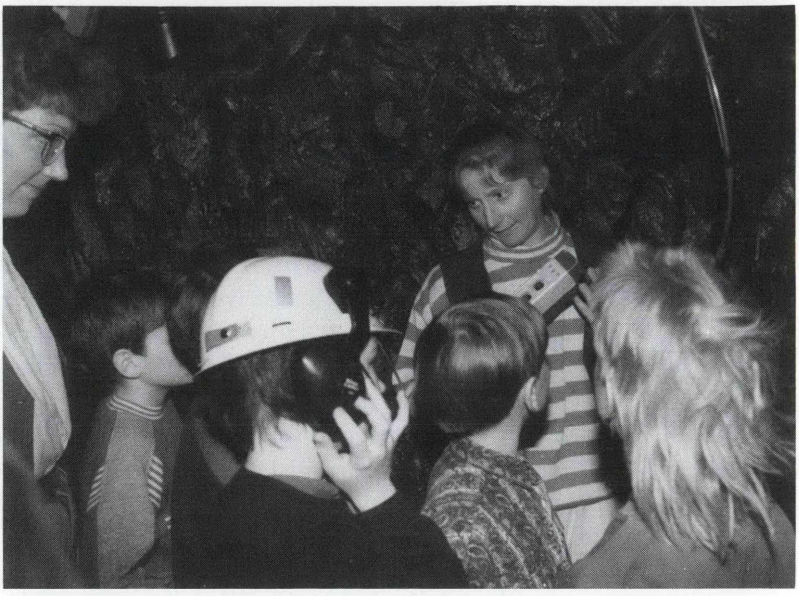
Museer, science centers och andra liknande verksamheter kan bli mycket viktigare för framtiden om de målmedvetet tar fram nya metoder och ny kunskap som kan användas för att involvera även den kvinnliga halvan av världens befolkning i vår tekniska framtid. Teknik får inte bara bli historia, även om den är viktig för att förstå samtiden, och tekniska museer bör därför med kraft ägna sig åt annat än att dokumentera, katalogisera och visa upp gångna tiders föremål, uppfinningar och apparater. Ett bra och modernt tekniskt museum bör också ta ansvar för att göra kvinnor medvetna om teknikens betydelse, dess möjligheter och begränsningar.

Många som arbetar i tekniska museiverksamheter och science centers i Sverige och i andra länder känner förstås sitt ansvar på den här punkten. Det finns redan åtskilligt sagt och skrivet om nya vägar att gå och alternativa idéer att pröva och det finns bevis för att flickors och kvinnors attityder till teknik kan påverkas, och därmed på lång sikt också tekniken i sig.

Exemplen finns

Det är kanske inte meningsfullt att här göra någon katalog över vad som görs och gjorts på olika håll runt om i världen. Ett exempel från andra sidan Atlanten kan emellertid ha sitt intresse, eftersom det ger en tydlig anvisning om en ny inriktning.

I Alberta i Canada söker stiftelsen Science Alberta Foundation bygga upp ett nät av verksamheter med anknytning till det lokala samhället. Här behandlar man tekniska och naturvetenskapliga



5. Kirunagruvan kan inte flyttas till Luleå – men i Teknikens Hus har den återskapats i mindre skala för att ge rätt miljö för undervisning om gruvor och gruvteknik. Foto Göran Wallin.

problem som har direkt betydelse för det liv man lever i de vidsträckta men glest befolkade kommunerna på den kanadensiska prärien. Man stöder utveckling av projekt som använder resurser som finns i regionen. En grupp pensionerade gruvarbetare och deras familjer har t ex öppnat en tidigare stängd kolgruva och ska använda den för att undervisa traktens ungdomar i geologi och gruvteknik. I nätverk arbetar man med de möjligheter man har, i samarbete mellan organisationer, kommuner och skola. Kvinnorna involveras i arbetet för att åstadkomma en utbildning och undervisning i naturvetenskap och teknik där människornas egna behov prioriteras. Resultatet blir då något helt annat än det allmängods av utställningar och experimentuppställningar som i nästan exakt samma utformning finns i olika museer och science centers över hela världen, från Calcutta till Köpenhamn. Människorna i Alberta ville i stället veta mera om det som angick *just dem.* "Not one community found itself in desperate need of a Bernouilli Blower or a Van der Graaf generator", skriver James Bradburn och Drew Ann Wake i en redovisning av verksamheten i Alberta Science Foundation.

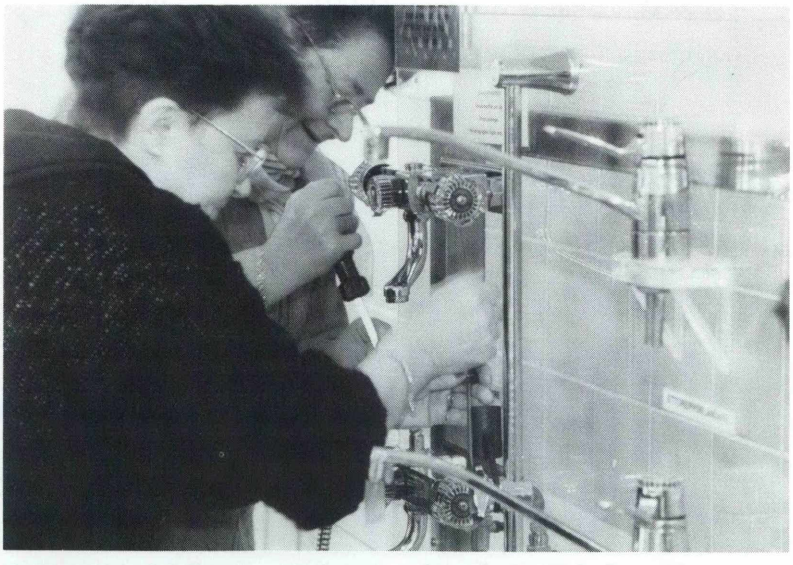
Vardagsteknik en inkörsport

Ett mera geografiskt närliggande exempel är det arbetssätt vi tillämpar i Teknikens Hus i Luleå.

Vi tar upp vardagsteknik med anknytning till kvinnors värld

och söker sätta in tekniska baskunskaper i större sammanhang. Då kan vi uppnå att kvinnor blir medvetna om vikten och relevansen av tekniskt kunnande för sin egen tillvaro. De blir då också varse de absurda konsekvenser det manliga teknikmonopolet leder till för kvinnorna. Det framstår knappast längre som rimligt att *män* alltid ska – efter sina idéer – konstruera de apparater som till övervägande del används av kvinnor – alltifrån tvättmaskiner till hårtorkar eller för den delen numera också bilar! Men det är bara om man ger kvinnor möjligheter att i större utsträckning själva definiera sina intressen för teknik och naturvetenskap med utgångspunkt i de egna behoven av kunskap som man kan räkna med ett fördjupat kvinnligt deltagande i tekniken. Det är intressant att se hur detta kvinnliga intresse kan väckas, trots att det i förstone knappast verkar möjligt.

Teknikens Hus gav under hösten, vintern och våren 1991–92 en serie kurser i praktisk teknik för lokalvårdare anställda inom Luleå kommuns fastighetsförvaltning. Kurserna ingick som ett led i en personalutbildning, som omfattade flera olika moment. De kvinnliga lokalvårdarna, som i de flesta fall var i medelåldern, hade alltså blivit "kommenderade" till denna kurs. När våra kvinnliga handledare första gången tog emot dem, var kursdeltagarna därför skeptiska och knappast entusiastiska. De kunde inte se något rimligt motiv för att lära sig någonting om teknik. På deras arbetsplatser fanns alltid manlig lokalvårdspersonal eller vaktmästare



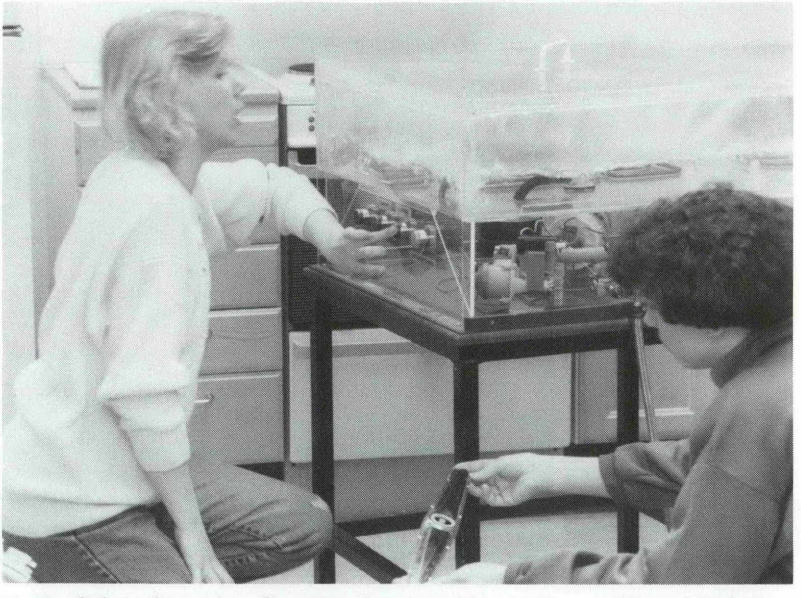
6. Kvinnliga lokalvårdare går kurs i vardagsteknik i Teknikens Hus. Foto Göran Wallin.

som kunde ta hand om eventuellt uppstående tekniska problem. Hemma hade de här kvinnorna sina män, som hade ansvaret för att byta säkringar, rensa avlopp och byta bilens vindrutetorkare. Flera av kvinnorna hade inte körkort. Utgångsläget var alltså knappast gynnsamt för att skapa någon kvinnlig entusiasm.

Den serie bilder från den här kursen som bl a illustrerar denna uppsats talar emellertid ett annat språk. De koncentrerade ansiktsuttrycken, de intresserade blickarna och den glada stämningen som man kan se på bilderna visar att kursdeltagarna upplever någonting annat än det de hade förväntat sig. De muntliga omdömena om kursen var också entusiastiska. Här har man plötsligt fått en insikt i varför det kan vara bra – och dessutom roligt! – att klara vissa tekniska moment själv. Tänk om avloppet behövde rensas när mannen var på älgjakt? Det var inte längre något problem! Eller om det blev punktering på bilen på väg till affären eller till jobbet? Det gick att klara!

Praktiskt arbete bra för osäkra lärare

Samma glada och intresserade reaktioner får vi också när vi arbetar med fortbildning av lärare på låg- och mellanstadiet och med barnomsorgspersonal. Här börjar vi alltid med den praktiska delen – alldeles tvärt emot det som skolan normalt brukar göra. Där måste man oftast arbeta sig igenom teorin innan man får göra experimenten, och detta är det arbetssätt som de flesta av de lära-



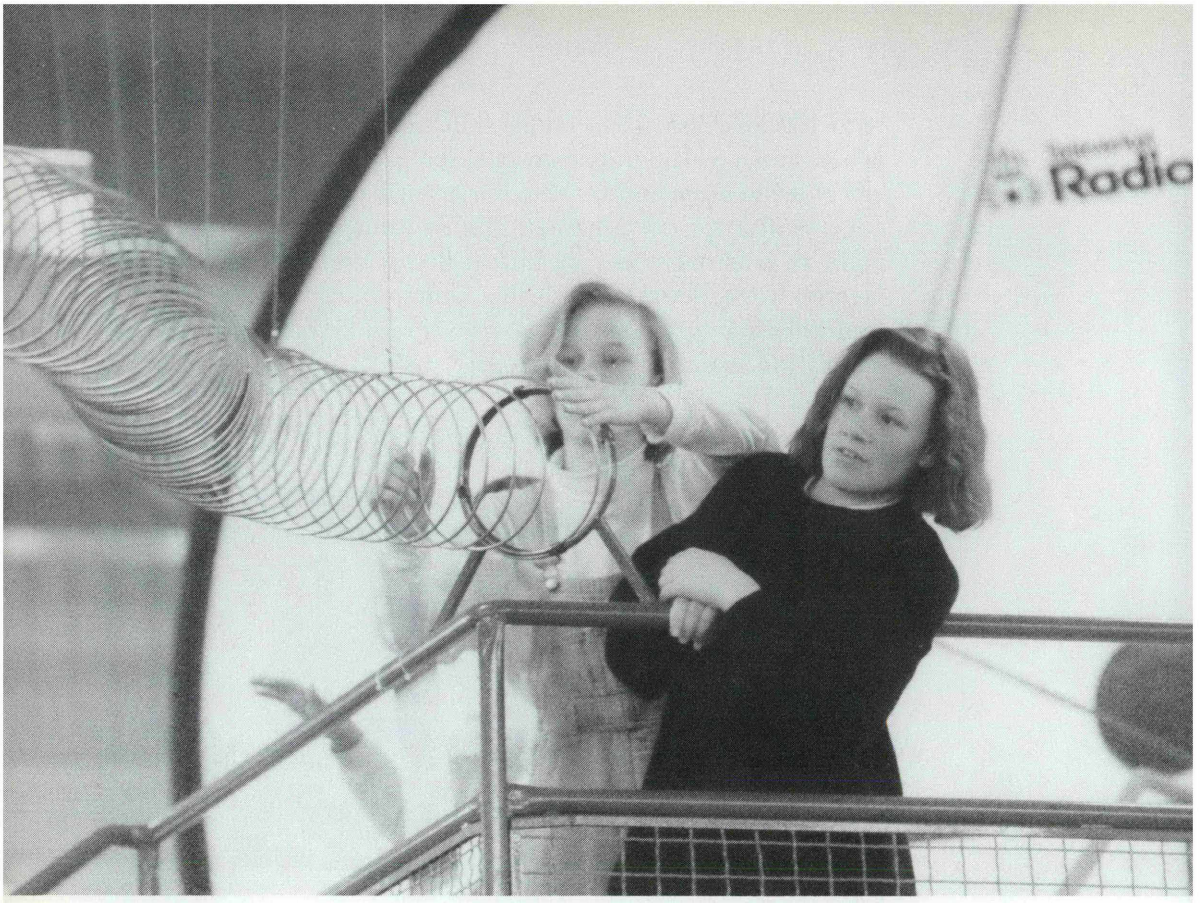
7. En diskmaskin – hur fungerar den egentligen? Lärare på kurs i Teknikens Hus. Foto Göran Wallin.

re vi träffar också själva minns från sina försök att förstå teknik och naturvetenskap under sin egen skolgång. I Teknikens Hus blir allt plötsligt annorlunda. Man börjar med att lösa ett enkelt praktiskt tekniskt problem hämtat från en vardagsverklighet och med hjälp av material som i sig inte är komplicerat eller främmande. Genom att experimentera själva kommer de deltagande lärarna fram till olika lösningar som de prövar med avseende på funktion, hållfasthet, estetiska kvaliteter osv.



8. Vardagsteknik som angår både flickor och pojkar. Särbehandlingen av flickor är en psykologiskt delikat fråga – i Teknikens Hus söker man anpassa undervisningens form till åldrar och förkunskaper hos båda könen. Foto Göran Wallin.

I de utvärderingar vi får efter fortbildningskurserna framhålls det ofta som en speciellt viktig punkt att våra handledare själva är kvinnor, och att de därför har större möjligheter att sätta sig in i kursdeltagarnas situation. De kan också på ett bättre sätt med enklare och mindre fackmässigt språk förklara praktiska tekniska funktioner och hur de används i vardagslivet. Den skilda syn på teknik som män och kvinnor uppenbarligen har bär troligen ansvaret för mycket av den kvinnliga frustrationen gentemot tekniken i sig. Våra iakttagelser är på den punkten entydiga: kvinnor – och flickor – vill alltid sätta in en teknisk företeelse i ett sammanhang, veta hur den används och vad den är bra för, innan de accepterar och anammar den. Pojkar – och män – kan fascineras av en teknisk "grej" i sig, utan att bry sig om sammanhanget.



9. Visst kan flickor leka med teknik! Teknikens Hus. Foto Göran Wallin.

Flickor i särskilda grupper

I normala fall skiljer vi inte på pojkar och flickor i handledningen som ges i Teknikens Hus. Bland de mindre barnen, på lågstadiet och i mellanstadiets lägre klasser, ser man inte heller någon större skillnad i det sätt på vilket pojkar och flickor närmar sig tekniken. Lite högre upp i åldrarna blir det emellertid annorlunda, och då ger vi ofta flickorna chansen att ostörda få utforska Teknikens Hus.

Pojkarnas försteg rent praktiskt, deras omättliga lust att pröva och pröva igen, och deras tävlingsinstinkt gör annars att de lätt får ett övertag gentemot flickorna. Flickorna törs inte fråga, vill inte tränga sig fram och är i största allmänhet försiktigare när de handskas med maskiner och apparater i utställningarna. Men när de väl blir ensamma med en kvinnlig handledare visar det sig att deras frågor ofta är väl så relevanta som pojkarnas, att de söker en djupare och på många sätt bättre förståelse, och att deras praktiska förmåga snabbt blir lika god som pojkarnas.

Men det gäller att ha väl utvecklad känsla för när en sådan särbehandling av flickor är lämplig. Om det är något som flickor i förpuberteten **inte** vill vara med om, så är det diskriminering, även



10. Att utforska sin egen värld kan vara spännande för både mor och dotter – här i skogsutställningen i Teknikens Hus. Foto Göran Wallin.

om den råkar vara positiv! De vill också ha sina kvinnliga roller gentemot pojkarna kvar, och i den här åldern ingår inte tekniskt intresse i det "normala" kvinnliga mönstret. Speciellt gäller detta förstås i vår mekanikhörna, där bilen står i centrum. Här tar pojkarna snabbt över i blandade grupper, medan situationen blir en helt annan i grupper med enbart flickor.

Handledare och alla andra i Teknikens Hus arbetar därför ständigt vidare för att utveckla utställningar och handledningsprogram med målet att ge flickor och pojkar samma möjligheter att förstå och intressera sig för teknik.

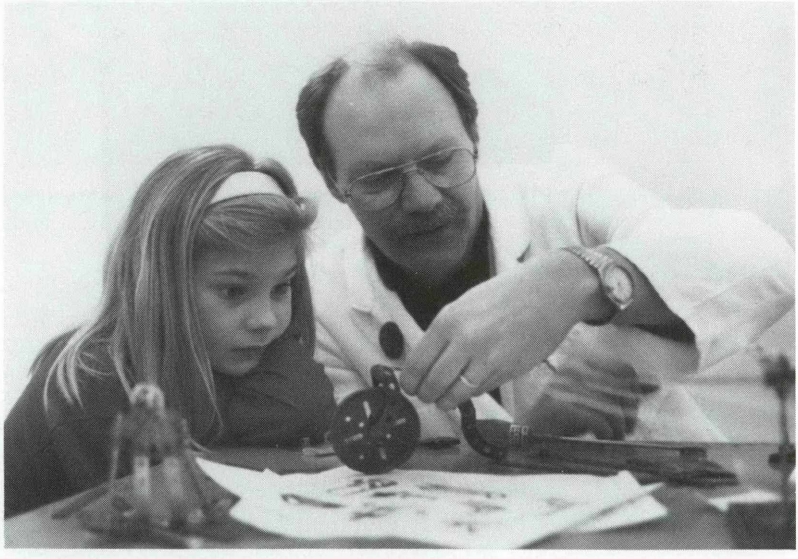
Vad kan vi göra?

Det är alltså nödvändigt att satsa på stimulerande undervisning i naturvetenskap och teknik på ett tidigare stadium i skolan än vad som hittills varit vanligt, inte minst för att intressera flickor för dessa ämnen. Då kan man behålla det naturliga intresset för teknik och den nyfikenhet och fantasi som finns hos både flickor och pojkar i de lägre åldrarna. Med en sådan stimulerande och väl åldersanpassad undervisning kan elevers val av utbildning och yrke längre fram under skolåren ske på bättre grunder än i dag.

Om kvinnorna på lång sikt ska kunna öka sin andel både i naturvetenskaplig och teknisk utbildning och i de yrken de leder till, måste man i fortsättningen arbeta än intensivare med lärarutbildning och lärarfortbildning. Flickors inställning till naturvetenskap och teknik grundläggs tidigt, och lärarna på de lägre stadierna har oerhört stor betydelse som skapare av denna inställning och som personliga förebilder.

Tekniken är troligen vårt viktigaste redskap i kampen mot miljöförstöring både här hemma och ute i världen. Eftersom flickor i regel är mera miljömedvetna än pojkar är det viktigt att utveckla både formell och informell undervisning som gör flickorna medvetna om teknikens roll.

Om man erbjuder levande och praktisk handledning i naturvetenskap och teknik i våra museer och science centers kommer det att få stor betydelse som stimulans för barnen till egen verksamhet, till att upptäcka, utforska och experimentera på egen hand.



11. Flickors inställning till naturvetenskap och teknik grundläggs tidigt. Intendent Gert Ekström visar meccanobygge på Tekniska Museet. Foto Kay Danielson, TM.

Alla som är engagerade i vårt lands tekniska framtid måste på alla tänkbara sätt hjälpa till att utveckla och stödja ett sådant informellt, lustfyllt och fantasieggande lärande. Då kan också flickornas tekniska begåvning äntligen komma till sin rätt!

Litteratur

Näslund L, Säg ja! till tekniken – om kvinnor i tekniska yrken och utbildningar. Reportage om arbetsmarknadsdepartementets kampanj. (Liber 1985).

Jämställdhetsprojekt. Projektkataloger 1989/90 och 1990/91. (Civildepartementet).

Andelen flickor vid civilingenjörslinjerna i Luleå och övriga landet 1980–1989. (Rapport Högskolan i Luleå 1990).

Många hinder för kvinnors yrkeskarriär. Civilingenjören 4, 1991.

På skilda banor. Så väljer kvinnor och män utbildning och yrke. Arbetsmarknadsinformation 1991:5 (SCB 1991).

Nilsson C och Riis U, Flickor och naturvetenskapliga ämnen: Högstadiets undervisning i naturorientering och teknik. En kvalitativ uppföljning av några IEA-resultat. (Tema T Rapport 51, Linköpings universitet).

Bradburne J M, Wake D A, Food for Thought and Discussion (ECSITE Newsletter Winter 91/92, Heureka, Vantaa, Finland).

Women and technology – an impossible or self-evident combination?

Summary

The relationship between women and technology has for long been a problematic one. It has been the subject of cartoons where the alleged inability of women to cope with technology has been made the laughing stock of generations of men. But women have also been regarded as a workforce reserve, to be used in the technological context whenever society needed them. In more recent years, young women have also been the objects of countless information and promotion campaigns designed to encourage and persuade them to train for a career in science and technology.

However the response of women to enticement and campaigns has not been very favourable. Many young women remain sceptical about the impact of technology upon society, blaming it for pollution, environmental devastation and war. Others are indifferent, considering technology none of their business. Those who have tried to enter this male dominated field have often been neglected or have encountered very negative reactions from male fellow students, teachers, colleagues and superiors. Nevertheless women, every bit as much as men, are affected by the technological development.

Is it possible to change the attitudes of women towards technology and if so, how could it be done? Many of the campaigns aimed at this goal have failed or only had a very temporary impact. Formal education in the schools and informal education in museums are equally at fault, using teaching methods suitable for boys and by forgetting or marginalizing female technology.

For democratic reasons, it is imperative that women take a greater part in technology, including participation in decision-making concerning the kind of technology we need for the future and how to use it. This cannot, however, be achieved until school has fundamentally changed and museums and science centres all over the world assume greater responsibility for stimulating girls of all ages to use their technical abilities and talents.

Att skapa genus: teknik och kvinnlighet i svenska mejerier

Av Lena Sommestad

Bilden här intill kommer från Rimbo mejeri utanför Stockholm. Året är 1939. Mejeriets yrkesskickliga smörtillverkare – *mejerskan* – har just öppnat luckan till den stora, liggande smörkärnan. Det färdigkärnade smöret väller ner i transportkaret, som strax ska rullas in i kylrummet.

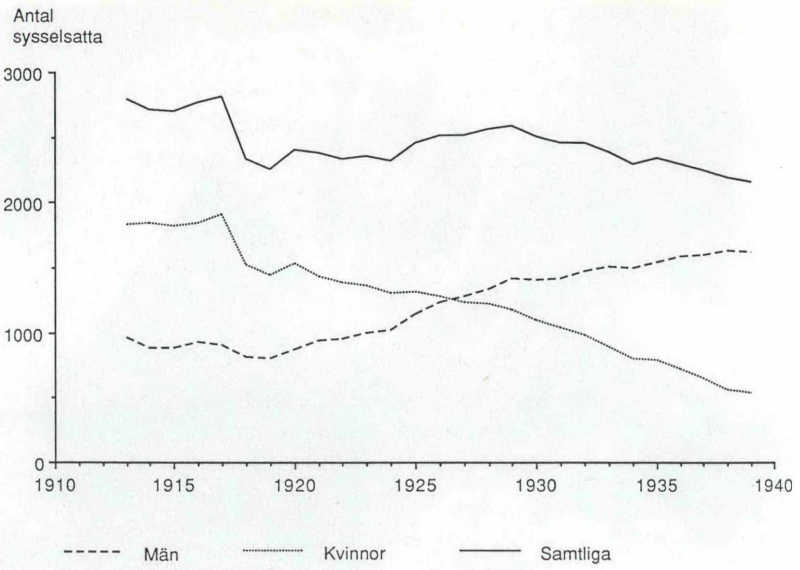
Mejerskan i Rimbo representerar ett stycke ovanlig svensk industrihistoria. Vi är vana att se kvinnliga industriarbeterskor i monotona rutinarbeten – sittande i långa rader i fiskindustrin, i konfektionsindustrin eller i elektronikindustrin. Så har det typiska kvinnliga industriarbetet sett ut.

Mejerskan i Rimbo hade en helt annan roll. En mejerska i industrin var en yrkesskicklig och auktoritativ driftsledare. Som *föreståndare* kunde hon ha det fulla ansvaret för driften i ett mejeri. Som *arbetsledare* organiserade hon assisterande arbetarpersonal, och som *produktberedare* svarade hon för tillverkningen av ost och smör. Hennes status stärktes ofta av formell yrkesutbildning. Redan år 1858 startade den svenska staten mejeriskolor för kvinnor, och under de följande hundra åren utbildades tusentals kvinnor till mejeriyrket. Mejeriindustrin, vid sekelskiftet en av Sveriges viktigaste exportindustrier, bars nästan uteslutande upp av yrkesskicklig kvinnlig arbetskraft. Först från mellankrigstiden förändrades bilden. Då förvandlades mejeriyrket från kvinnoyrke till mansyrke. Mejerskan ersattes av *mejeristen* (se diagrammet nedan).

Mejerskan som yrkeskvinna är intressant, inte minst därför att hon aktualiserar frågan om kvinnors förhållande till naturvetenskap och maskinteknik. I den framväxande mejeriindustrin intog mejerskan rollen som maskinskötare – inte maskinpassare. Det var mejerskan som ställde in kärnor, separatorer och pastörer. Det var hon som avgjorde hur länge smöret skulle kärnas och ältas och när ostmassan skulle röras och bearbetas. Mejerskan stod för fackkunskapen. Maskinerna var redskap i hennes händer, liksom stötkärnor och smörslevar tidigare hade varit det.



1. Smömejerskan i Rimbo mejeri tömmer kärnan. År 1939. Foto från Arlas arkiv.



2. Diagrammet visar antalet manliga respektive kvinnliga yrkesutövare i den svenska mejeriindustrin under perioden 1913–1939. Källor: *SOS Mejerihantering 1913–1938*; samt arbetstabeller från SCB, Jordbruksstatistiska avdelningen, Mejeristatistik, serie HVba, 1939 (vol 22).

Att med hjälp av maskiner styra produktionen är en position i industrin som sällan har tillerkänts kvinnor. Kontroll över produktion och maskinteknik har varit nära knuten till män och manlighet. Det gäller inte minst kapitalintensiv processindustri, där män självklart har styrt och kontrollerat alla typer av tillverkningar – må det gälla stål, målarfärg, bröddeg eller pappersmassa.

Hur kom det sig då att kvinnor i mejerierna lyckades ta produktionskunskapen och maskintekniken i sina händer?

Och varför förlorade de under mellankrigstiden denna unika ställning som driftsledare i en modern processindustri?

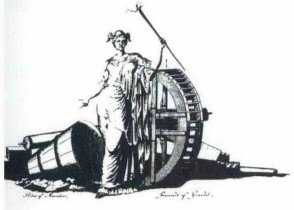
Genus, vetenskap och maskinteknologi

Den kvinnohistoriska forskningen visar att arbetsdelningen mellan könen inte är ekonomiskt eller biologiskt given, utan historiskt skapad. Människor kodar arbeten som manliga eller kvinnliga utifrån historiskt föränderliga föreställningar, intressen och erfarenheter.

Kodningen av arbeten som manliga eller kvinnliga är en del av ett större kulturellt sammanhang – skapandet av *genus*. Språkens *maskulinum* och *femininum* visar att hela tillvaron kan tolkas i genus, i manligt och kvinnligt. I den historiska processen konfronteras motstridiga tolkningar av genus mot varandra, men lång-



3. Avancerade mekaniska smörkärnor, så kallade *kärnältare*, användes på svenska mejerier från början av 1900-talet. Kärnältarna var konstruerade så att de både kärnade och ältade (bearbetade) smöret. Bilden visar mejerskorna Helen och Anna Andersson framför smörkärnan i Uppsala mejeri. Tiden är slutet av 1920-talet. Foto från Siw Eklund.

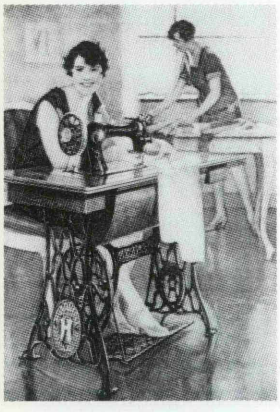


siktigt tenderar tolkningarna att renodlas i dikotomier. Manligt och kvinnligt skiljs åt och kontrasteras mot varandra.

När det gäller kodningen av kvalificerade maskinarbeten kan vi skönja två motstridiga traditionslinjer – en dominerande och en underliggande. Enligt den dominerande traditionslinjen, som vi alla känner till, är manlighet, naturvetenskap och maskinteknologi nära förknippade med varandra. Naturvetenskapen och maskinteknologin utvecklades i Västerlandet av män i manliga miljöer – i praktiska verksamheter som metallurgi och krigsväsen eller inom ramen för lärdomsinstitutioner, dit kvinnor inte självklart hade tillträde. De blev under århundradena manliga maktmonopol, som värnades alltmer i takt med att industrialismen vann terräng. Naturvetenskap och maskinteknologi kodades som manliga domäner. De blev ett av industrisamhällets främsta uttryck för manlig överordning och manlig identitet.

Den andra, underliggande traditionslinjen är mindre uppmärksammad. Det är en traditionslinje som tillåter en association mellan kvinnlighet, naturvetenskap och maskinteknologi – inte genom att vetenskapen och maskintekniken uppfattas som kvinnlig, men genom att vetenskapliga eller maskinteknologiska aspekter av ett yrke förbigås vid tolkningen av dess genus. Istället fram-

4. Kring sekelskiftet 1900 var många mejerier lokaliserade till gods och herrgårdar. På bilden syns två mejerskor och en mejerijungfru i radiatormejeriet på Säbyholm i Skåne. Året är 1898. Foto från Nordiska Museet.



hävs andra karaktäristiska drag, som uppfattas som feminina. Ett exempel på denna traditionslinje är hushållsarbetet. Hushållsarbete uppfattas som kvinnligt även när det inbegriper ansvar för maskinteknologi som stenmanglar, tvättmaskiner, symaskiner och hushållsassistenter. Ett annat exempel är vissa tekniskt kvalificerade uppgifter inom sjukvården. Tekniken infogas här i ett sammanhang som är så renodlat kvinnligt att arbetets tekniska aspekter tenderar att bli av sekundär betydelse för dess genuskodning.

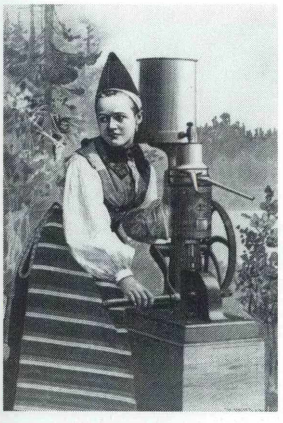
Det är den andra, underliggande traditionslinjen som mejerskeyrket anknyter till. Under mejeriindustrins genombrottsdecennier tilläts kvinnor kontrollera produktion och maskinteknik i mejerierna därför att tolkningen av maskintekniken som manlig för en tid utmanades av en annan, livskraftig tolkningstradition – uppfattningen att råvaran, mjölken, hörde hemma i den kvinnliga sfären.



5. Krönikören Olaus Magnus berättar i sin *Historia om de nordiska folken* om ett ostgille i Västergötland. Han framhåller särskilt att den västgötska osthanteringen var kvinnornas hantverk, inte männens. Foto ur originalutgåvan, Nordiska Museet.

Kvinnor och mjölk – den agrara tolkningsramen

Uppfattningen att mjölk hör till kvinnornas sfär förekommer i många förindustriella kulturer. I Västeuropa var mjölkhanteringen kvinnogöra i de flesta länder före det industriella genombrottet, och socialantropologer har visat att mejeriarbete än idag hör till några av de mest typiska kvinnosysslorna. Kvinnor har alltid mjölkat, kärnat och ystat, och i många samhällen har detta kvinnoarbete varit av avgörande betydelse för folkförsörjningen.



I det förindustriella Skandinavien var mjölkhanteringens kvinnliga kodning mycket starkt befäst. På fäbodar och bondgårdar utförde kvinnor allt arbete med mjölken, och de svarade också för produktionens ledning och för utveckling och förmedling av kunskap. Mjölkhanteringen var ett kvinnligt *kompetensområde.* "...Ingen man anses värdig att närvara vid detta kvinnornas arbete, och skulle än någon vackert bedja att få komma in, är det fåfängt",[1] konstaterade krönikören Olaus Magnus redan i mitten av 1500-talet. Ännu långt in på 1900-talet betraktades mjölkhanteringen på många håll i Sverige som exklusivt kvinnlig. "Mjölkningsarbetet hade något av en tabuladdning; det var inte bara opassande för en man att mjölka, det ansågs skamligt",[2] sammanfattar etnologen Orvar Löfgren. I traditionsuppteckningar berättas om den förvåning och indignation som mjölkande män väckte ännu kring sekelskiftet. "Det var så pass på den tiden, att om det var någon karl, som mjölkade, så ville folk inte dricka mjölken."[3]

Varför fanns det så starka känslor förknippade med mjölkens genus? Reaktionerna är lättare att förstå om vi ser att kodningen av mjölkarbetet ingick i ett större kulturellt och mytiskt sammanhang. Matberedning har i många kulturer förknippats med kvinn-

6. Manliga och kvinnliga mejerielever i Åtvidabergs mejeri. Mejeriskolan vid Åtvidaberg inrättades år 1896. Skolan var unik såtillvida att män och kvinnor undervisades tillsammans. På övriga mejeriskolor var undervisningen könsuppdelad. Foto från Nordiska Museet.



lig biologi och sexualitet. Ett exempel är att äktenskaplig fruktsamhet i vissa kulturkretsar förknippas med kokkonst. Det har också allmänt ansetts att menstruerande kvinnor påskyndar förruttnelse. När det gäller mjölk i Skandinavien handlar myterna främst om smörberedning. Det ansågs i bondesamhället att horor hade ett gynnsamt inflytande på smörbildningen, medan häxor, däremot, kunde förstöra grädden så att det inte gick att göra smör av den. I vissa områden trodde man att nakenhet befrämjade smörlycka. Om en finlandssvensk kvinna berättas att när hon kärnade "klädde hon sig spritt naken och band linnet om kärnan".[4]



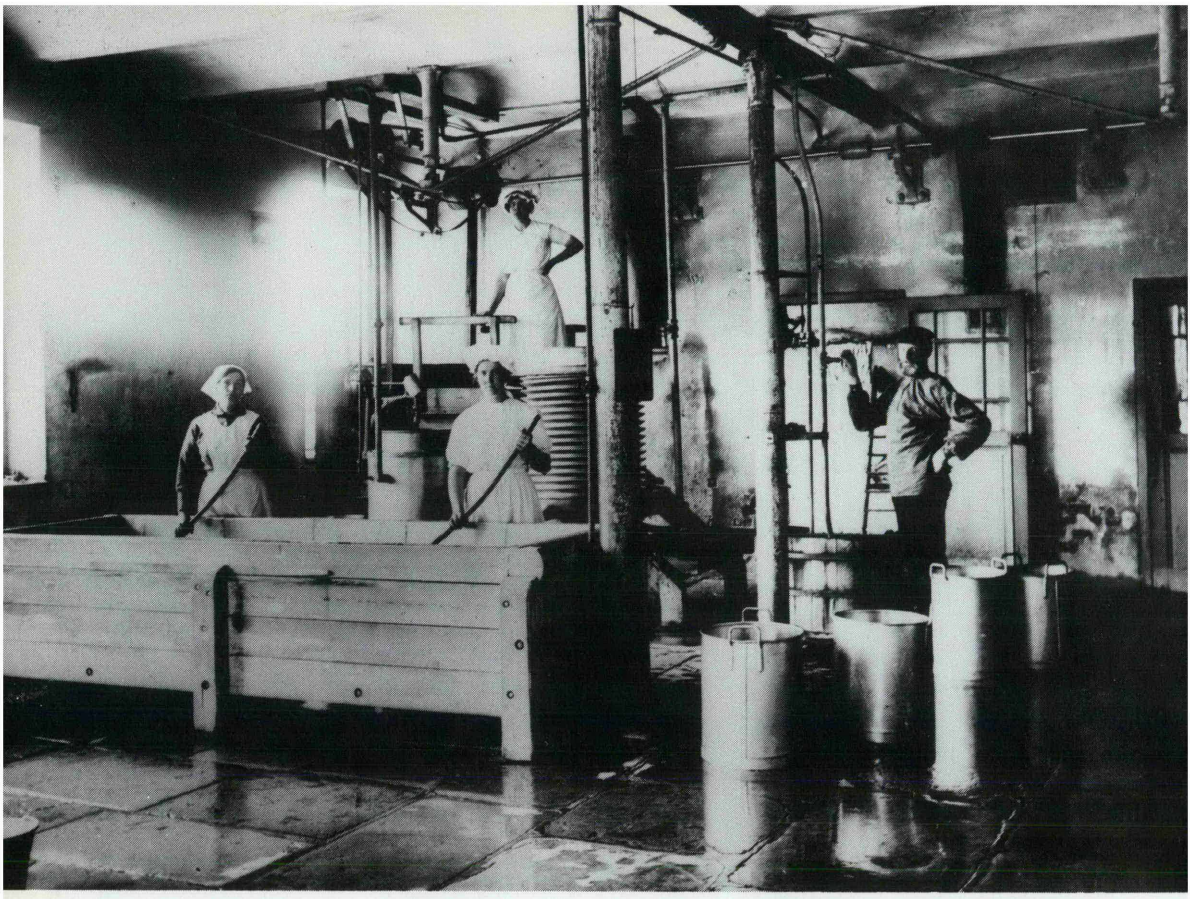
I förlängningen av myterna kring kvinnlig biologi och matberedning finns den mer övergripande föreställningen att kvinnor i högre grad än män har varit förbundna med naturen (i motsats till kulturen). I detta perspektiv får matberedningens länkning till den kvinnliga sfären ytterligare dimensioner. Matberedning kan

7. Mejeripersonalen i Eriksdals mejeri, Södermanland, år 1911. Foto från Nordiska Museet.

ses som en aktivitet nära länkad till den naturliga ordningen – till naturens råvaror och kroppens funktioner. Mjölken får i detta sammanhang en särskild kvinnlig laddning genom att den associeras till kvinnors förmåga att producera egen mjölk – modersmjölk. Mer specifikt kan matberedning uppfattas som ett exempel på en teknologi vars karaktär direkt speglar kvinnokroppens fysiologi. En sådan tolkning har framförts av Lewis Mumford, som menar att statiska och stabiliserande processer historiskt sett har varit knutna till kvinnlighet:



...de statiska processerna är kvinnliga till sin karaktär och återspeglar de i huvudsak omvandlande och uppbyggande funktioner som utmärker kvinnans fysiologi; i likhet med kemiska omvandlingsprocesser verkar de inifrån, de är stationära och innebär kvalitativa förändringar, från rått kött till kokt kött, från jäsande spannmål till öl, från utsäde till spirande ax...[5]



8. I det tidiga 1900-talets mejerier var mjölken överallt närvarande och synlig. Kvinnorna på bilden rör ostmassa. Julita mejeri i Södermanland. Foto från Nordiska Museet.

Det är troligt att den analogi mellan den kvinnliga biologin och en viss typ av teknologi som Mumford här anser sig ha påvisat har motsvarigheter i folkliga föreställningar, vilket bland annat den ovan nämnda associationen mellan kokkonst och äktenskaplig fruktsamhet är ett exempel på.

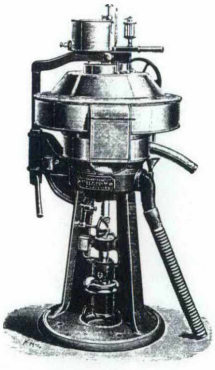
Maskiner och naturvetenskap: den industriella tolkningsramen

När mejerihanteringen började industrialiseras i slutet av 1800-talet öppnades möjligheten att sätta in mejeriyrket i ett nytt, industriellt sammanhang. I den industriella miljön kunde mejeriarbetet kodas som ett manligt, vetenskapligt präglat maskinarbete istället för som ett kvinnligt mjölkarbete. Produktionstekniken istället för mjölkråvaran kunde sättas i fokus för genuskodningen. Det dröjde dock länge innan denna nya tolkningsmöjlighet slog igenom på bred front. Först under mellankrigstiden, då svensk mejeriindustri genomgick en genomgripande strukturomvandling, tog omkodningsprocessen fart på allvar. Från att ha varit ett tvetydigt kodat yrke, i

gränslandet mellan maskulinum och femininum, fick mejeriyrket under denna period slutligen ett entydigt manligt genus.

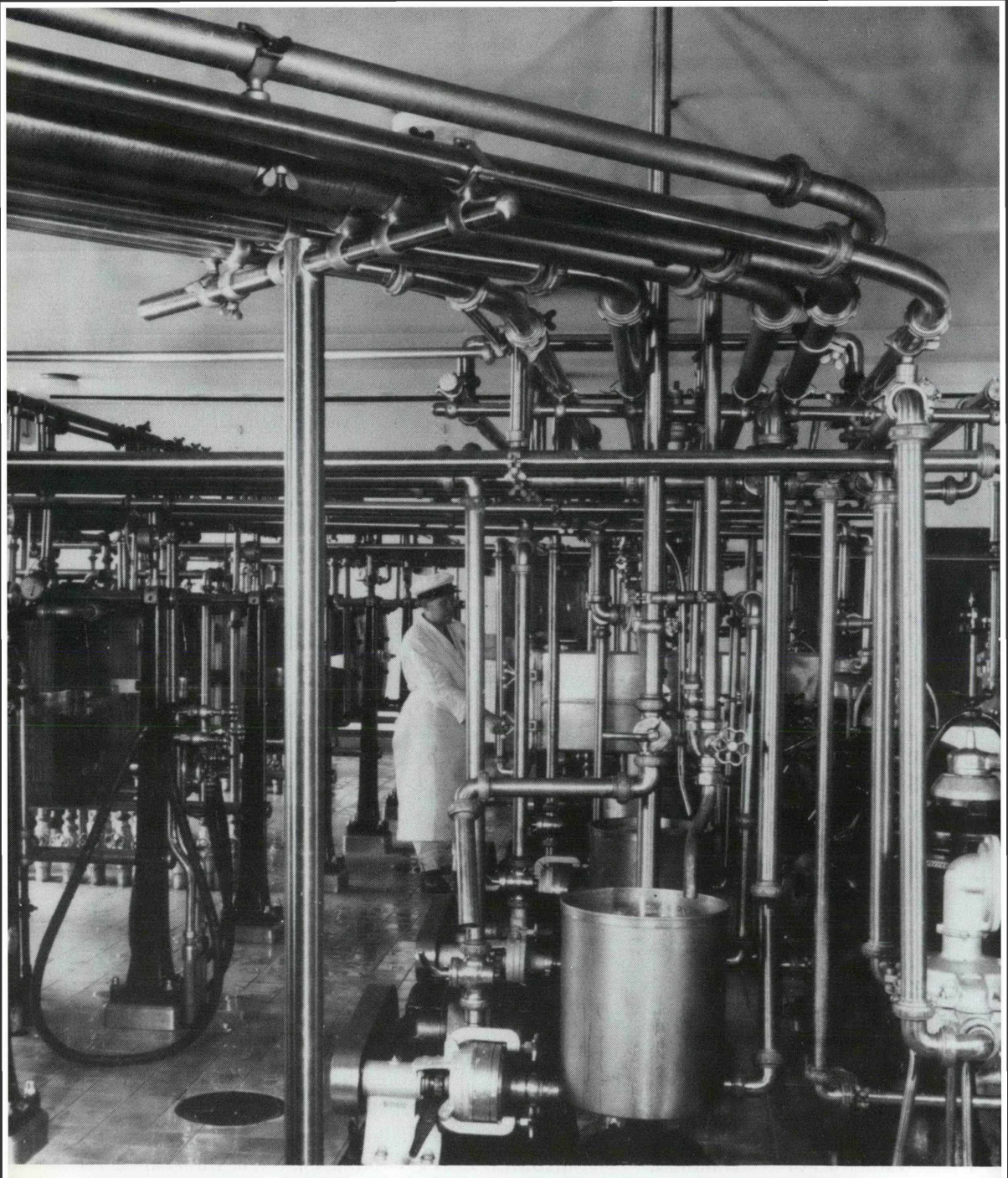
Den omkodningsprocess som tog fart under mellankrigstiden förlöpte efter två linjer. För det första innebar maskinteknologins alltmer framträdande plats i produktionsprocessen att associationerna inte lika självklart som tidigare gick till mjölk, och därmed till kvinnor, utan allt oftare till teknik och maskiner, och därmed till män. För det andra medförde den alltmer omfattande naturvetenskapliga mjölkforskningen att den tidigare självklara kopplingen mellan kvinnor och mjölk långsamt började undergrävas. När mjölken och mjölkarbetet inlemmades i en naturvetenskaplig kunskapstradition skapades förutsättningar för att överbrygga klyftan mellan mjölk och manlighet. Mjölk behövde inte betraktas som gåtfull natur, hanterad av kvinnor. Den kunde också ses som en kemisk lösning, genomskådad av män.

Maskinteknologins genombrott var utan tvekan den förändring som mest påtagligt påverkade mejeriyrkets genuskodning. Maskinernas intåg i mejerierna ledde till att mjölken, den en gång så centrala mjölken, undan för undan osynliggjordes i produktionsprocessen. Det första viktiga steget i denna utveckling togs i slutet av 1800-talet, när separatorer och mekaniska kärnor började användas. Det var dock först i och med 1930-talets strukturomvandling som maskinteknologin på allvar började överskugga mjölken i mejerierna. Då ersattes öppna vannor, kärl, bassänger och rännor av slutna rörsystem och tankar, och osthanteringen mekaniserades genom införandet av mekaniska ostkar.



Den naturvetenskapliga mjölkforskningen bidrog till mejeriyrkets omkodning genom att den främjade ett radikalt nytt förhållningssätt till mjölken. Under 1900-talets början vann analysmetoder för kontroll av bakteriehalt och fetthalt snabbt spridning i svenska mejerier, och teknikerna för framställning av ost och smör utvecklades under inflytande av vetenskapliga forskningsresultat. Processer som mjölksyrejäsning, koagulering och smörbildning kartlades och förklarades, och man vann stegvis ökade insikter om mjölkens fysikaliska och kemiska egenskaper. Därmed fanns det inte längre utrymme för den respektfulla vördnad, som tidigare hade karaktäriserat kvinnors förhållande till mjölk. Den muntligt traderade, mytomspunna och erfarenhetsbaserade kunskapen ersattes av vetenskapligt initierade mejeriläror. Osäkerhet och ödmjukhet förbyttes i anspråksfull visshet. Detta nya förhållningssätt var i sin tur nära förknippat med manlighet. Kvinnor tillägnade sig visserligen de nya kunskaperna och färdigheterna, men vetenskapligheten bröt av mot den tidigare föreställningen om mjölkens exklusiva kvinnlighet, samtidigt som den kunde associeras till idén om en specifikt manlig rationalitet (i motsats till





9. Under 1930-talet rationaliserades och centraliserades produktionen i den svenska mejeriindustrin. Mjölken doldes i separatorer, rör och tankar. Bilden visar apparatsalen på Stockholms Mjölkcentral år 1946. Till höger skymtar en rad svarta, hermetiska separatorer. Till vänster syns plattpastörer. Foto från Arlas arkiv.



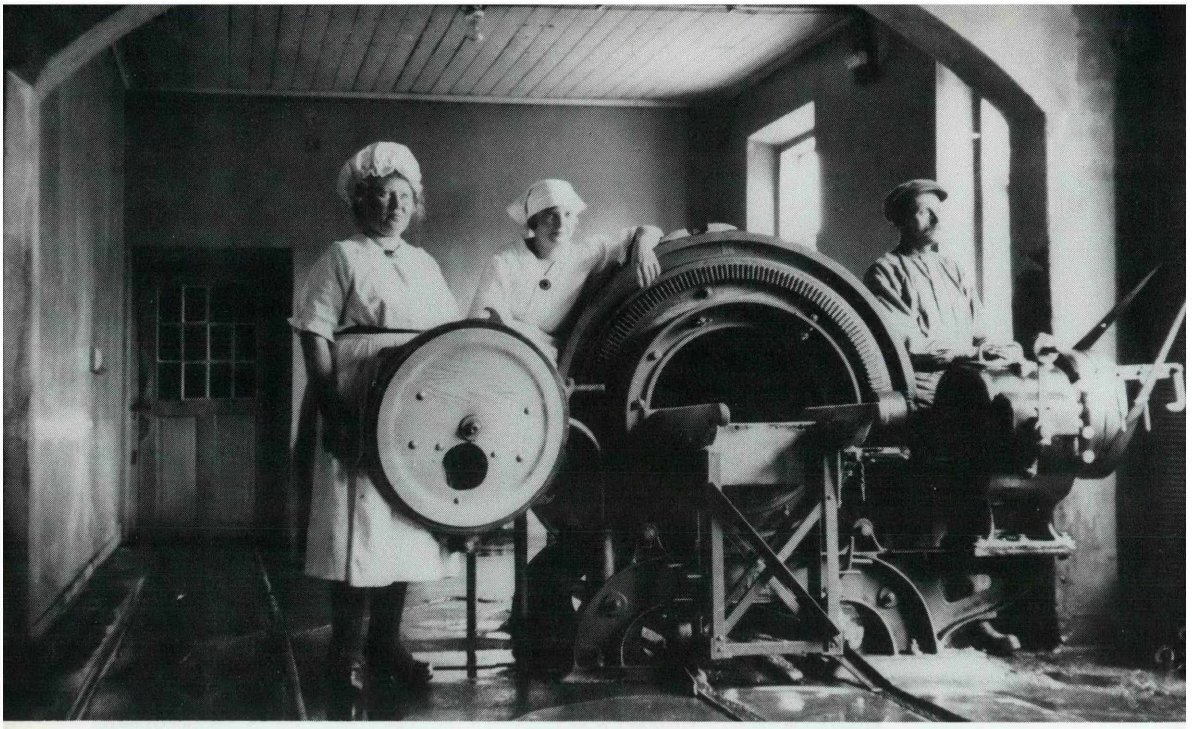
10. Kontroll av mjölkens bakteriehalt och fetthalt ingick tidigt i rutinen vid svenska mejerier. De större mejerierna hade egna laboratorier. Bilden visar ett renhetsprov vid Stockholms Mjölkcentral år 1925. Foto från Arlas arkiv.

kvinnlig känsla och intuition). Den vetenskapliga infallsvinkeln gav män en legitim möjlighet att närma sig den dittills tabubelagda, kvinnliga mjölken.

Mejerskor som driftsledare och maskinskötare

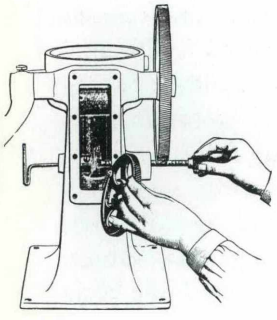
De mejerskor som under 1900-talets första decennier fick möjlighet att utveckla en industriell, fackmässig kompetens inom ramen för mejeriyrket hade en i det närmaste unik ställning i svensk industri. Hur uppfattade de själva sin yrkesroll?

Intervjuer med äldre mejerskor visar att de flesta kände en glädje och självmedvetenhet i sitt arbete. Glädjen låg främst i yrkeskunskapen och i tillfredsställelsen över ett gott utfört dagsverke. "Jag var inte rädd för att jobba. Och stark var man!" Särskilt arbetet med osten var intressant. "[Ystningen,] det var ganska jobbigt. Men det var roligt!" En mejerska förklarar att om hon skulle börja

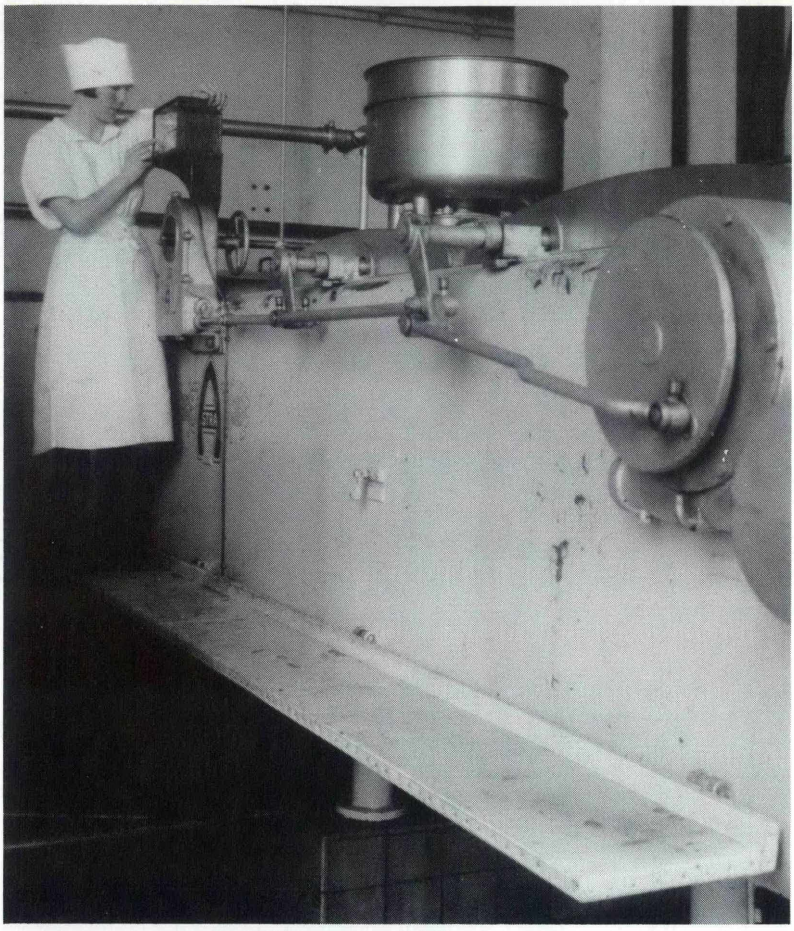


11. Många mejerskor arbetade i sitt yrke livet ut. På bilden syns mejerinnan vid Fogelstads mejeri i Södermanland, Britta Holmstrand, tillsammans med Annie och Oskar Eriksson. Året är 1923. Foto Axel Fredriksson, Nordiska Museets arkiv.

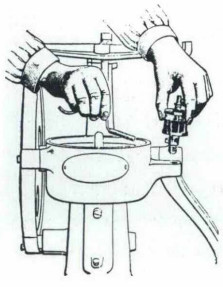
om sitt yrkesliv igen, då skulle hon ägna sig åt ystning. "Jag har ett *enormt* intresse. Men smöret var också intressant. Det var en nesa att missa runmärket." Arbetsglädjen stärktes av den självständighet och gemenskap som många mejerskor upplevde framförallt på små, rent kvinnliga arbetsplatser. Mejeriarbetet var, som en mejerska uttryckte det, det "som en flicka inte får". "Man fick ju vara på ett sätt sin egen på mejeriet. Man gjorde det man skulle, och då var man ju sin egen och fick göra vad man ville." "Man var som självständig på ett sätt... Och det var trevligt, på en gång!" "Och så var det liksom roligt, det var bara kvinnfolk, vi hade inga karlar vid oss."



Maskinskötsel ingick som en självklar del i det dagliga arbetet. På större mejerier, som i allmänhet hade en särskild maskinist, hade mejerskan ansvar för enklare övervakningsarbeten och underhåll. Det handlade om att övervaka pastörisering och separering, att kunna reglera gräddprocenten i separatorn och att kunna plocka isär och sätta ihop ledningar och apparater i samband med rengöring och smörjning. På mindre mejerier svarade mejerskan dessutom för ångpannan och andra mekaniska anordningar. "Vi hade ansvar för allt så'nt", berättar en jämtlandsmejerska, verk-

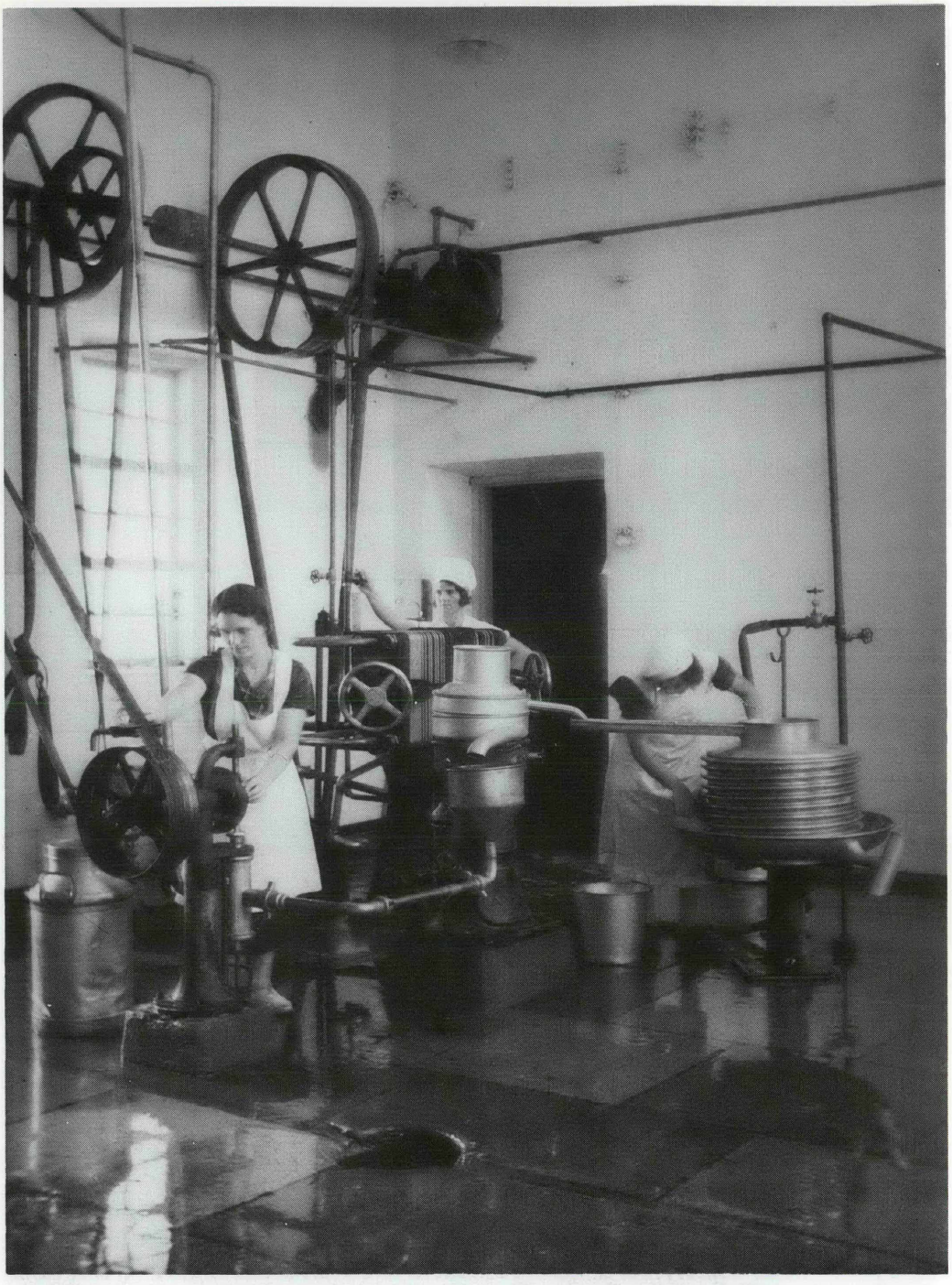


12. Från slutet av 1800-talet började man pastörisera mjölken vid svenska mejerier. Syftet med pastöriseringen var bland annat att förhindra spridning av tuberkulos. Kvinnan på bilden kontrollerar pastöriseringsapparaten på Mjölkcentralen i Stockholm år 1930. Foto från Arlas arkiv.

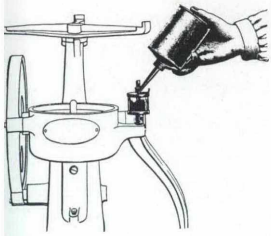


sam i slutet på 1930-talet. "Till och med när pumparna gick sönder fick man ju laga dom."

Det faktum att kvinnor i annan industri sällan anförtroddes maskinskötsel var något som mejerskor – att döma av mina intervjuer – aldrig direkt reflekterade över. Deras position i mejeriindustrin var så självklar att de utan vidare uppfattade maskinskötseln som ett kvinnoarbete. Det finns till och med exempel på att mejerskor sökte sig till mejeriyrket just för maskinskötselns skull. "Min mor tyckte det var hemskt", berättar en mejerska. "En 5 000-liters kärna som dundrade hemskt, men jag trivdes!... Ja, hade det varit idag, då hade jag ju sökt in på nå'n mekanisk verkstad eller nå'nting."

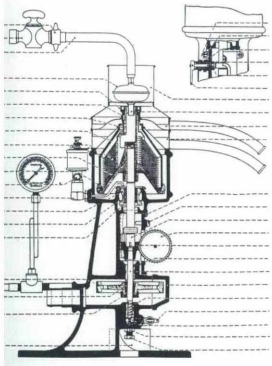


13. Rengöring av rör och maskiner hörde till den dagliga rutinen på varje mejeri. Här är det kvinnlig personal på Skultuna mejeri som skurar och torkar efter förmiddagens arbete. Året är 1934. I mitten syns en äldre, öppen separator; till höger en rundkylare. Lägg märke till remdriften. Foto från Nordiska Museet.



Det mest typiska tycks ändå ha varit att mejerskor upplevde maskinskötsel som en självklar men samtidigt perifer del av sin yrkesidentitet. Mina intervjuer visar att samtidigt som maskinerna intog en viktig roll i arbetet, så tonas deras betydelse ofta ner. "Det var ingen stor konst att sköta maskiner", förklarar en mejerska. "Sätta i gång en separator, eller sätta i gång en smörkärna eller nå'nting så'nt där... Det var ingen stor konst." "Nog klarade man de maskinerna, nog, separatorn och allt det där", konstaterar en annan. "Jo, för du vet att det var inte så mycket då."

Det är intressant att notera att mejerskors tendens att tona ner maskinteknikens betydelse avviker från de manliga kollegernas attityd. Mejerister kom ofta in i mejeriyrket via maskinskötseln – de hade till exempel ofta sin första anställning som maskinist – och de framhävde i högre grad än mejerskor maskinteknikens betydelse och sin egen skicklighet.



Och du vet den tiden, då var det remdrift. Du hade ju en stor motor, sen gick olika remskivor till olika axlar ut, till separatorn, till vasslepumpar, till smörkärna. Det här var remdrift vet du, och flög någon rem så skulle du ju laga den där. Ja, det var nå't rent hemskt.

Det är sällan när det har blivit modernare saker som mejerskor har klarat upp det. Alltså dom har inte den, ska vi säga, den insikten om maskiner och sån't där som en manlig har... Man ska ju inte förringa vissa mejerskor, men i stort sett så kunde dom inte, om det blev krångel, klara det lika bra.



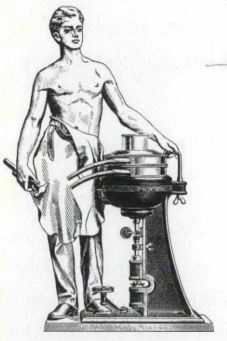
14. Könsarbetsdelningen i den tidiga mejeriindustrin följde mönstret från bondgårdarna. Kvinnorna förädlade mjölken inne i mejerisalen, medan männen skötte hästtransporterna. Uppsala mejeri vid seklets början. Foto från Henry Ström, Upplandsmuseet.

Vi kan dra slutsatsen att de maskinteknologiska aspekterna av mejeriarbetet var av stor betydelse för mejeristers yrkesidentitet. Här talar män som framhåller maskinteknikens krav och som också hävdar att maskinkunnandet var en specifikt manlig kvalifikation.

"Bort med kvinnor från mejerierna!"

Under mellankrigstiden tog män definitivt över mejeriyrket. År 1927 var antalet manliga mejerister för första gången fler än antalet kvinnliga (se diagrammet ovan).

Maskuliniseringsprocessen underblåstes av 1920- och 1930-talens arbetslöshetskriser. I arbetslöshetens spår sökte sig män i växande skaror till mejeristyrket, medan mejerskor trängdes undan eller vände yrket ryggen. Samtidigt gynnade staten vid denna tid mäns frammarsch i yrket genom att ge manliga mejerielever en mer tidsenlig och adekvat utbildning än de kvinnliga. Under mellankrigstiden utbildades kvinnor för små, hantverksmässiga mejerier och för underordnade positioner, medan män utbildades för stora, industriella mejerier och för överordnade positioner. Staten bidrog till att stärka föreställningen om det moderna, industriella mejeriyrket som manligt till sin karaktär.



15. Smöret ältas och paketeras. Mjölkcentralen i Stockholm år 1935. Foto från Arlas arkiv.

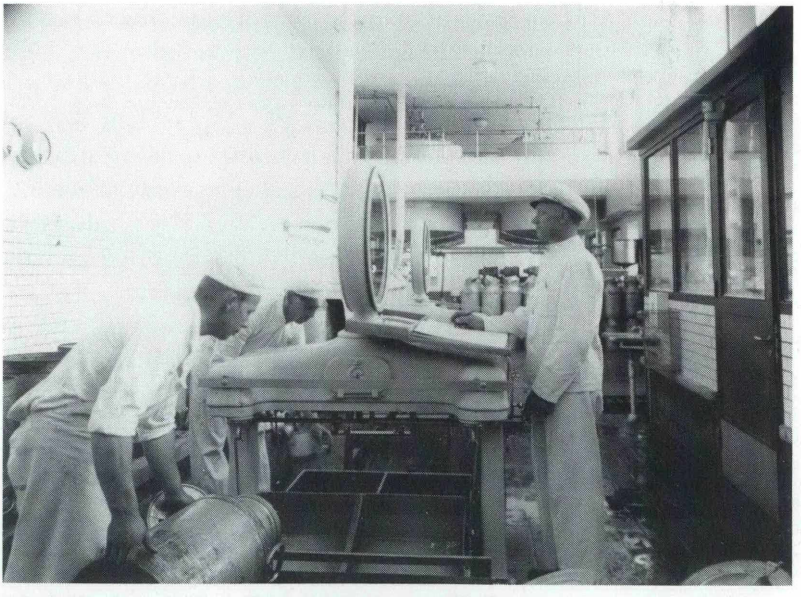


I mellankrigstidens hårdnande konkurrens blev mejerskor för första gången öppet ifrågasatta i sin roll som yrkeskvinnor – och som maskinskötare. De kritiserades som avvikare i den industriella könsarbetsdelningen. Varför skulle kvinnor i en tid av arbetsbrist ta arbetstillfällena från män i en mekaniserad storindustri?

Ett exempel på den typ av kritik som framfördes av enskilda mejerister står att finna i mejeristkårens egen tidning, *Svenska Mejeritidningen*. I ett hätskt inlägg, publicerat 1925, kräver där en manlig mejerist att all kvinnlig arbetskraft ska bort från mejerierna, bland annat med tanke på mäns "förmåga att reparera maskiner" och i övrigt "ej 'bli stående' för det allra minsta fel..."

> En mejerska skall hava en maskinist som passar henne, ja t.o.m. skall denne smörja kärnan eller separatorn åt henne och i varje fall, även om hon är ensam i ett litet mejeri, så skall vid minsta mankemang eller reparation den ene hantverkaren efter den andra lejas...[6]

Den nedsättande tonen i insändaren är ett av flera exempel på att 1920-talet utgjorde en vändpunkt när det gällde mejerskors position i den svenska mejeriindustrin. Svaren från förbittrade mejerskor lät inte vänta på sig, men mejerskor fick under de följande åren allt svårare att hävda sin kompetens. De respekterades fortfarande för sina insatser under mejeriindustrins uppbyggnadsfas, men de betraktades inte längre som jämlika kolleger. En konsen-



16. Mejeristen vid mjölkinvägningen svarade för att notera den mängd mjölk som varje bonde levererade. Han tog också kontrollprov. Söderköpings mejeri år 1942. Foto från Arlas arkiv.

sus skapades kring uppfattningen att framtidens storskaliga mejeriindustri måste skötas av män.

> Angående maskinernas skötsel i ett mejeri bör ju helst detta anförtros åt de manliga, ty detta är ju ett arbete som inte passar för de kvinnliga...[7]
>
> Centraliseringen af mejerihandteringen, stordriften och den maskinella utrustningen kräfva mera manlig personal än hvad som förut varit fallet.[8]
>
> Männen sköta maskiner bättre än kvinnor...[9]

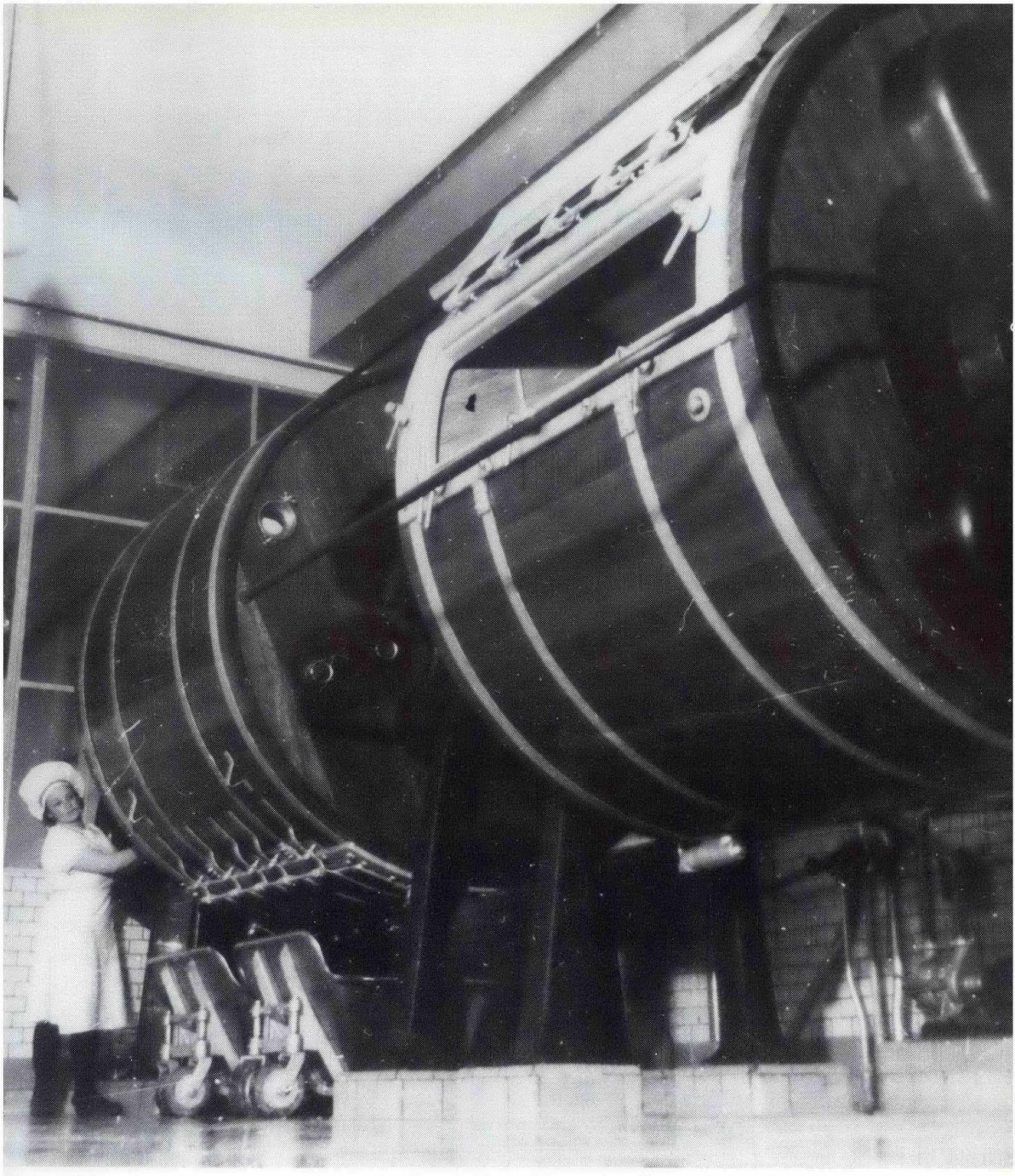
Parallellt beskars mejerskors faktiska möjligheter att förkovra sig inom den moderna produktionstekniken. År 1938 noterade nationalekonomen Karin Kock att kvinnor trängdes ut ur mejeriindustrin därför att de sällan fick den nödvändiga träningen vid maskinarbetet. Mejerskor drabbades nu av en systematisk uteslängning från kvalificerat maskinarbete, något som kvinnor i andra industrier sedan länge hade utsatts för. Maskinarbetet förbehölls män.

Mejeriyrkets historia – några reflektioner

Den nya arbetsdelningen i mejeriindustrin växte fram som ett resultat av en ekonomisk, politisk och kulturell process, i vilken många skeenden befruktade varandra. Vi har här följt en specifik utvecklingslinje: omkodningen av mejeriyrkets genus från ett kvinnligt mjölkarbete till ett manligt, vetenskapligt maskinarbete. Det är en utvecklingslinje som visar hur industriell, teknisk utveckling och kulturell tolkning ständigt samspelar med varandra. För att förstå hur ekonomisk och teknisk förändring driver fram en ny könsarbetsdelning måste vi förstå hur människor tolkar arbete och teknik i termer av manlighet och kvinnlighet.

I ett större perspektiv är historien om mejeriyrket en historia med många bottnar. På ett plan kan den tolkas som en historia om likriktning och kvinnlig underordning, en pusselbit i skapandet av vårt nutida, könssegregerade arbetsliv. Med mejerskan försvann en motbild och en avvikelse i industrisamhällets könsarbetsdelning. Den kulturella associationen mellan manlighet, naturvetenskap och maskinteknik stärktes, medan den underliggande traditionslinjen – den där vetenskap, maskinteknik och kvinnlighet kan förenas – trängdes tillbaka. Motsättningen mellan manligt och kvinnligt renodlades; gränslinjen mellan manligt och kvinnligt arbete skärptes.

På andra plan ger historien om mejeriyrket utrymme för mer öppna och optimistiska tolkningar. Mejerskan kan ses som en del av en starkt levande tradition av kvinnligt förvärvsarbete i Sverige. Mejerskeyrket formerades ursprungligen i en agrar miljö, där kvinnor hade en central roll i produktionen. Det representerar en kvinnlighet, som självklart inbegriper självständighet och auktoritet utanför hemmets sfär. Denna kvinnlighet lever idag kvar i



17. Smörmejerskan ställer in kärnan. Rimbo mejeri år 1939. Arlas arkiv.



18. En mejerist i apparatsalen i Enskede mejeri år 1951. I den främre raden står moderna, hermetiskt slutna separatorer. I bakgrunden plattpastörer. Arlas arkiv.

nya typer av yrken. Sverige har aldrig haft den fast etablerade hemmafrukultur, som under 1800- och 1900-talen har varit typisk för tidigt industrialiserade, rikare västländer. Långt in på efterkrigstiden socialiserades en stor del av de svenska kvinnorna i jordbruksmiljöer, där idén om hemmafrun saknade relevans. I Sverige blev enförsörjarsystemet aldrig mer än en parentes, och idag är den kvinnliga förvärvsfrekvensen betydligt högre än i andra industrialiserade västländer.[10]

I kontrast till denna tolkning av mejerskan som en representant för kontinuitet i kvinnors arbete kan vi slutligen ställa mejerskan som symbol för traditionsbrott och möjlig förändring. Industrimejerskan, den yrkesskickliga och maskinkunniga arbetsledaren, påminner oss om könsarbetsdelningens variationsrikedom och historiska föränderlighet. När vi idag betraktar bilden av mejerskan från Rimbo, då är hon en utmaning mot våra egna, snäva uppfattningar om vad kvinnligt arbete är – och i förlängningen, våra egna snäva uppfattningar om vad kvinnlighet är. Detta, i sin tur, kan kanske ge inspiration till att mer medvetet utmana den strikta och ojämlika arbetsdelning som idag råder mellan kvinnor och

män. I 1990-talets Sverige dominerar kvinnor ännu på lågbetalda arbeten och på underordnade positioner i arbetslivet, och kontrollen över vetenskap och teknik ligger mestadels i manliga händer. Ska kvinnor försöka erövra och återerövra naturvetenskap och maskinteknik? Eller finns det andra vägar att skapa rättvisa i arbetslivet? Historien rymmer alternativ och möjligheter. Vi deltar alla i skapandet av en ny könsarbetsdelning, och i skapandet av genus.

Noter

1. Magnus, Olaus, *Historia om de nordiska folken*, Stockholm 1982 (originalutgåva Rom 1555), s 628–629.
2. Löfgren, Orvar, *Arbetsfördelning och könsroller i bondesamhället – kontinuitet och förändring*, Lund 1977, s 8.
3. Citat Österman, Annika, "Kvinnor och kor", *Fataburen* 1986, s 67.
4. Citat ur uppteckning från svenskspråkiga Finland, se Frykman, Jonas, *Horan i bondesamhället*, Lund 1977, s 95.
5. Citat från Mumfords bok *The Myth of the Machine*, New York 1966, förmedlat av Joan Rotschild i *Machina ex Dea. Feminist Perspectives on Technology*, New York 1983, s XX.
6. "Manlig eller kvinnlig föreståndare och personal vid mejerierna?", insändare av signaturen *Gammal mejeriman, Svenska Mejeritidningen*, nr 46, 1925.
7. Andersson, O, "Manlig eller kvinnlig föreståndare och personal vid mejerierna?", *Svenska Mejeritidningen*, nr 50, 1925.
8. Riksarkivet, Kommittéarkiv, 1/6 1928, Lägre lantbruksundervisningssakkunniga (nr 338), Västmanlands läns hushållningssällskap, remissyttrande.
9. Riksarkivet, Esplundaarkivet, Landshövding Axel Mörners arkiv, Lägre lantbruksundervisningssakkunniga (vol I:288), yttrande vid kommittésammanträde av professor Rosengren, mejeriinstitutet vid Alnarp, 24/10 1929.
10. Jfr t ex SCB, *Kvinnor och män i Sverige och EG*, Jämställdhetsprogrammet, 1991.

Källor och litteratur

Artikeln bygger på min bok *Från mejerska till mejerist. En studie av mejeriyrkets maskuliniseringsprocess*, Lund 1992. I övrigt refereras direkt till följande källor och litteratur:

Andersson, O, "Manlig eller kvinnlig föreståndare och personal vid mejerierna?", *Svenska Mejeritidningen*, nr 50, 1925.

Frykman, Jonas, *Horan i bondesamhället*. Lund 1977.

Machina ex Dea. Feminist Perspectives on Technology, red. Joan Rotschild. New York 1983.

Magnus, Olaus, *Historia om de nordiska folken*. Stockholm 1982 (originalutgåva, Rom 1555).

"Manlig eller kvinnlig föreståndare och personal vid mejerierna?", insändare av signaturen *Gammal mejeriman, Svenska Mejeritidningen*, nr 46, 1925.

Löfgren, Orvar, *Arbetsfördelning och könsroller i bondesamhället – kontinuitet och förändring*. Ett diskussionskompendium från Etnologiska institutionen med folklivsarkivet. Lund 1977.

Riksarkivet, Esplundaarkivet, Landshövding Axel Mörners arkiv, Lägre lantbruksundervisningssakkunniga (vol I:288).

Riksarkivet, Kommittéarkiv, 1/6 1928, Lägre lantbruksundervisningssakkunniga (nr 338).

SCB, Jordbruksstatistiska avdelningen, Mejeristatistik, serie HVba, arbetstabeller 1939 (vol 22).

SCB, *Kvinnor och män i Sverige och EG*, Jämställdhetsprogrammet, 1991.

SOS Mejerihantering 1913–1938.

Österman, Annika, "Kvinnor och kor". *Fataburen* 1986.

Gendering work: technology and femininity in the Swedish dairy industry

Summary

In the early twentieth century dairy industry, *dairymaids* constituted a very distinctive female occupational group. In contrast to other women working in factories, dairymaids were fully responsible for a capital-intensive production which required both technological and scientific knowledge. Dairymaids predominated in skilled dairy work until the late 1920s, when they were overtaken in numbers by their male colleagues, *dairymen.*

The initially female coding of industrial dairy work was based upon a strong association between milk and femininity in Swedish agrarian society. Gradually, however, a tendency to recode industrial dairy work as male scientific machinery work gained ground. This recoding was promoted by the increasing mechanization of dairy production, which meant that machinery became more conspicuous in the production process while milk became invisible. In addition, progress in milk research helped to link the once female, mysterious milk to the male domain of rationality.

The recoding of the gender of dairy work was intensified in the inter-war years as competition between men and women in the labour market increased. At the same time, state educational policy reinforced the interpretation of modern, industrial and scientifically based dairy work as a male activity.

Dairymaids themselves perceived machinery work as a natural part of their daily routine. To them it was no doubt female work. However, they did not regard machinery work as central to their occupational identity. In this respect they differed from their male colleagues who tended to stress the importance of machinery work as well as their own, specifically male machinery skills.

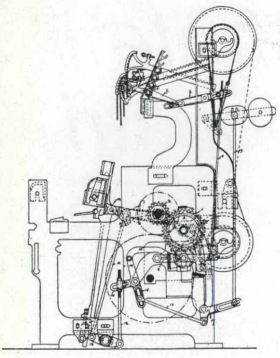
Teknik och arbete i svensk textilindustri 1890–1935

Av Eva Hesselgren

I 1800-talets början bestod bomullsindustrin i Sverige främst av spinnerier och senare även väverier. Under 1850-talet inföll det verkliga genombrottet för bomullsindustrin och efterfrågan på enklare varor ökade. Många företag var integrerade, vanligtvis bestående av spinneri och väveri. Den maskinella utrustningen hämtades i första hand från England, men även från svenska leverantörer. Spinneriernas utrustning bestod både av enklare throslespinnmaskiner, mer avancerade mulespinnmaskiner, och senare av självgående spinnmaskiner. I väverierna användes huvudsakligen mekaniska vävmaskiner.

Fram till 1910-talet var drygt 12 000 arbetare sysselsatta vid landets spinnerier och väverier. 1935 fanns endast cirka 4 600 arbetare. I stället var det de kombinerade spinnerierna och väverierna som drog till sig större arbetsstyrka. 1914 uppgick den till cirka 7 500 och 1935 hade antalet ökat till drygt 13 000 arbetare. Fram till 1910-talets början var de mindre arbetsplatserna med 100–200 arbetare vanligast, och endast vid de kombinerade fabrikerna uppgick antalet till 500–600 arbetare. Behovet av att importera råbomull var orsaken till att den svenska bomullsindustrin mer eller mindre avstannade under 1860-talets första hälft och det låg också bakom nedgången i sysselsättningen och produktionen som inföll under 1910-talets andra del. 1896 var väveriernas produktivitet endast hälften av spinneriernas men fördubblades fram till 1935 då tillverkningsvärdet per arbetare var detsamma i spinnerierna och väverierna. Till detta bidrog den förbättrade maskinella utrustningen i väverierna, främst den automatiska vävmaskinen som introducerades under 1910-talet.

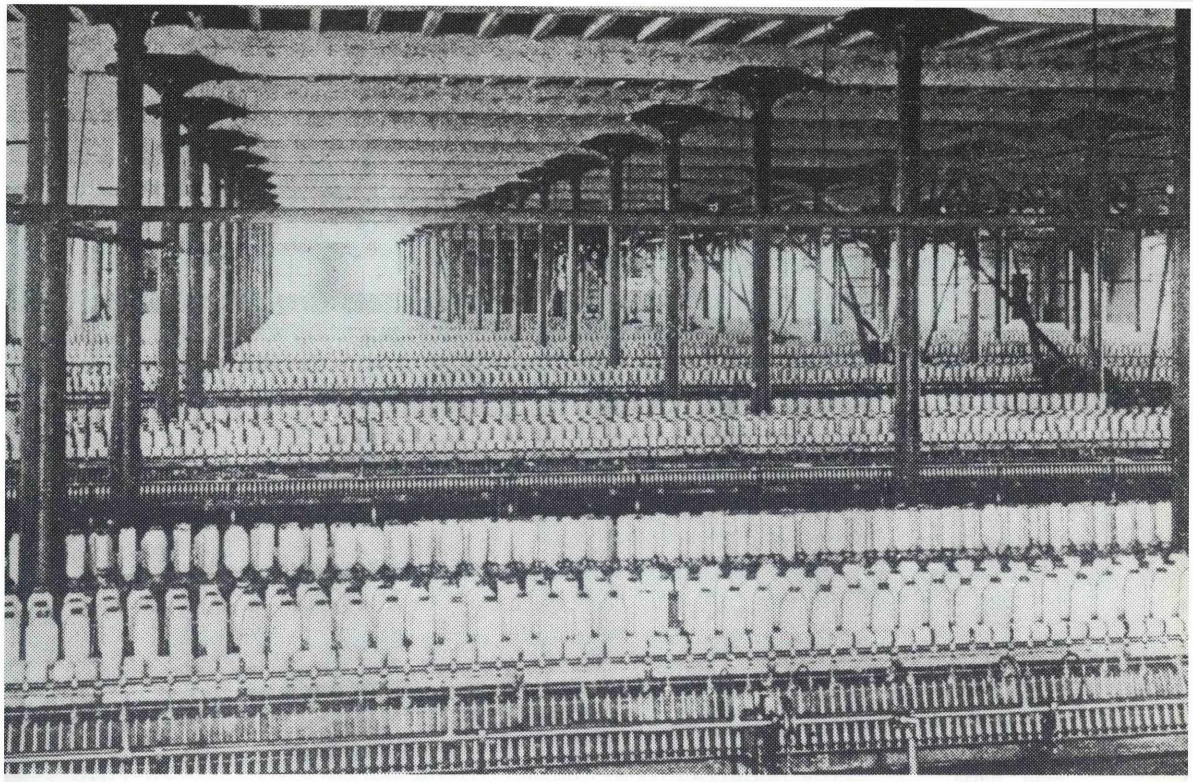
Nedan skall först beskrivas hur arbetsprocessen förändrades inom den svenska bomullsindustrin under perioden 1890–1935. Därefter undersöks dels effekterna på arbetsorganisationen i samband med den nya teknikens införande, dels argumenten för förändringarna. För detta ändamål har textilföretagarnas eget organ,



Skandinavisk Månadstidskrift för textilindustrin använts. Tidskriften var särskilt riktad till fabriksägare och kom från 1902 ut med tolv nummer per år.[1] Syftet var att textilbranschens idkare skulle kunna möta nyheterna på sitt eget språk.[2] I tidskriften infördes regelbundet artiklar från kontinenten vilka behandlade nya maskiner, rapporter från tekniska utställningar samt längre artiklar om arbetsförhållanden vid olika fabriker. Artiklarna kunde både vara översatta texter och svenska skribenters intryck från resor i utlandet. Regelbundet infördes också omfattande information om maskiner som förbättrats. Till dessa artiklar hörde ofta illustrationer eller ritningar. Efter några år infördes återkommande rapporter om arbetsförhållandena inom textilindustrin i Sverige. Beskrivningarna gällde främst tillgången på arbetskraft samt eventuella konflikter på arbetsmarknaden. Sist i varje nummer gavs ett stort utrymme för annonsering om teknisk utrustning som var till salu. Under tidskriftens allmänna del anmäldes även facklitteratur, vanligtvis från Tyskland. Annonseringen dominerades av engelska företag som tillverkade både spinn- och vävmaskiner. Ett undantag var annonseringen om färgstoffer och dylikt där den tyska industrin hade ett klart övertag. Även en svensk firma återkom och det var maskinfabriken G Welander & Kellander i Norrköping som etablerades 1848 och tillhandahöll specialmaskiner för spinnerier, appreturer och färgerier.[3] Under perioden skedde en genomgående breddning av sortimentet hos samtliga maskinfabriker.

Tekniska förändringar: många små förbättringar och en stor nyhet

Under 1890-talet var mekaniseringen långt utvecklad inom vissa delar av bomullsindustrin. De stora nyheterna inföll fram till mitten på 1850-talet och därefter förbättrades i huvudsak den redan använda utrustningen. Maskinerna utfördes i starkare material och även råvarorna förbättrades. Många av dessa förbättringar var, som bl a ekonom-historikern Nathan Rosenberg påpekat, om inte osynliga så ändå mindre framträdande. Sammantagna innebar de emellertid en kontinuerlig förbättring av materialhanteringen och produktutformningen.[4] Det finns dessvärre inga studier som visar effekterna av den faktiska mekaniseringen inom den svenska bomullsindustrin, inte heller i vilken grad nyheterna slog igenom sedan de blivit tillgängliga. Mycket talar för att anpassningskostnader kunde bli relativt höga. Redan gjorda investeringar, anläggningarnas storlek, och arbetskraftens inställning till ny teknik kunde ha en bromsande effekt på införandet av tekniska nyheter.[5] Däremot har statistikern Boris Stern beräknat vilka effekter den förbättrade utrustningen inom den amerikanska bomullsindustrin fick på produktiviteten. Som denna artikel kommer att visa, hämtades fortsättningsvis den maskinella utrustningen och idéerna om hur arbetet skulle organiseras från USA. Trots att inga exakta jäm-



1. Spinnsal från Gamlestadens Fabrikers AB 1902. Källa: Lagerberg, C 1923 s 141.

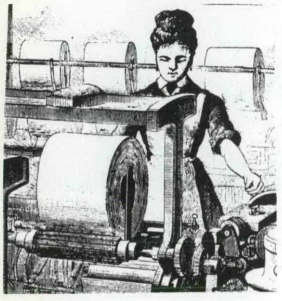
förelser kan göras mellan situationen i den svenska bomullsindustrin och resultaten från Sterns undersökning, kan den ändå fungera som utgångspunkt för den kommande behandlingen av de svenska textilägarnas intressen att höja produktiviteten genom förbättrad teknisk utrustning och ändrad arbetsorganisation. I Sterns undersökning har produktionen per timme 1910 med den bästa utrustningen jämförts med motsvarande från 1936. Inget existerande företag hade utrustning motsvarande de två undersökningsåren och jämförelsen är därför fiktiv. De båda undersökningsåren fungerar som exempel på maximal avkastning.[6] Arbetskraftens storlek i undersökningen byggde på en sammanvägning av uppgifter hämtade från flera amerikanska bomullsfabriker. Nedan presenteras dels de moment som råvaran genomgick till färdig produkt, dels resultaten från Sterns studie.

Förberedning

Till fabriken kom den importerade råbomullen i hårt sammanpressade balar. I anslutning till spinnerierna fanns ofta ett blandningsrum där balarnas innehåll blandades. *Blandningsmaskinen* var ansluten till ett transportband som förde den blandade bomullen vidare till maskinen som rensade och luckrade upp råvaran. *Rensmaskinen* kunde bestå både av stiftförsedda valsar och stållinjaler



som utsatte bomullen för slag. Den bearbetade bomullen kom fram i form av tunn vadd och lindades upp på järntenar. Därefter gick bomullen vidare till kardrummet. Precis som inom den hantverksmässiga produktionen skulle bomullsfibrerna också läggas parallellt för att bli en tråd och i *kardmaskinen* togs dessutom eventuella knutar och rester bort. Bomullsvadden sträcktes ut till cirka 100–150-faldiga längden. Detta lösa band kallades *tåga* och förvarades i runda kannor. Själva kardmaskinen bestod av en stor cylinder med vinklade ståltrådsnålar placerade på band vilka gick i motsatt riktning till varandra. Beroende på garnets finhetsgrad krävdes olika mängd kardning och för riktigt fina garner behövdes också kamning vilket innebar att de kortaste fibrerna kammades bort och endast de längsta blev kvar. Ur kardmaskinen kom sedan garnet i form av *luntor* vilka skulle få ytterligare behandling i *sträckmaskinen* för att bli riktigt jämnt. Maskinen bestod av valspar med successivt stigande hastighet och för olika finhetsgrad på garnet krävdes olika mängd sträckning. I regel gick bomullsgarnet genom tre sträckningsprocedurer, för-, medel- och finsträckningen, innan alla ojämnheter var borta. Nästa steg var att luntorna skulle gå till *förspinningsmaskinerna,* få en svag vridning, och därmed bli en *förspånad.* Även här fick garnet flera behandlingar, om det skulle få en högre finhetsgrad som slutprodukt. Vanligen krävdes tre sträckningsmaskiner. Luntan passerade sträckvalsar och lindades sedan upp på spolar vilka gick vidare till finspinningen.[7]

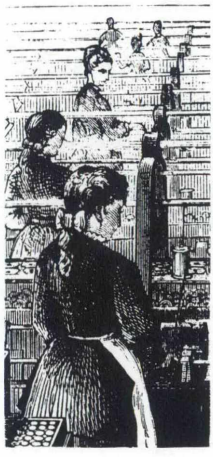


Sterns undersökning visar att avsevärda förbättringar hade gjorts för att minska den arbetskraft som krävdes för kardning och förspånad. Vid förberedningen av råvaran till t ex lakansväv behövdes 1936 t ex endast hälften av den arbetsstyrka som krävdes 1910 för samma resultat. För att få den jämnhet som önskades måste råbomullen blandas mycket noggrant och från att tidigare ha passerat separata maskiner gick råbomullen nu automatiskt från den ena till den andra enheten längs ett transportband. Det tidigare slagmomentet blev också integrerat i en kontinuerlig process. Stållinjalerna förbättrades och kunde i fortsättningen ställas in efter bomullskvaliteten och därmed minskades förlusten av fibrer av god kvalitet. Dessa förbättringar gav dels möjlighet att reducera insatsen av arbetskraften, dels bättre blandad och rengjord bomull, och slutligen en mer enhetlig vikt per meter. Fibrer som fastnat i kardmaskinens ståltrådar kunde under 1930-talet tas bort automatiskt. Ytterligare en förbättring var att kannorna där tågorna förvarades gjordes större vilket minskade antalet arbetare som annars krävdes för att flytta kannorna fram och åter. I sträckmaskinen gick bomullen tidigare gnom tre sträckningsmoment. 1936 behövdes endast en sträckning för att uppnå motsvarande resultat. Även kamningsmaskinerna fick förbättrad konstruktion. För-



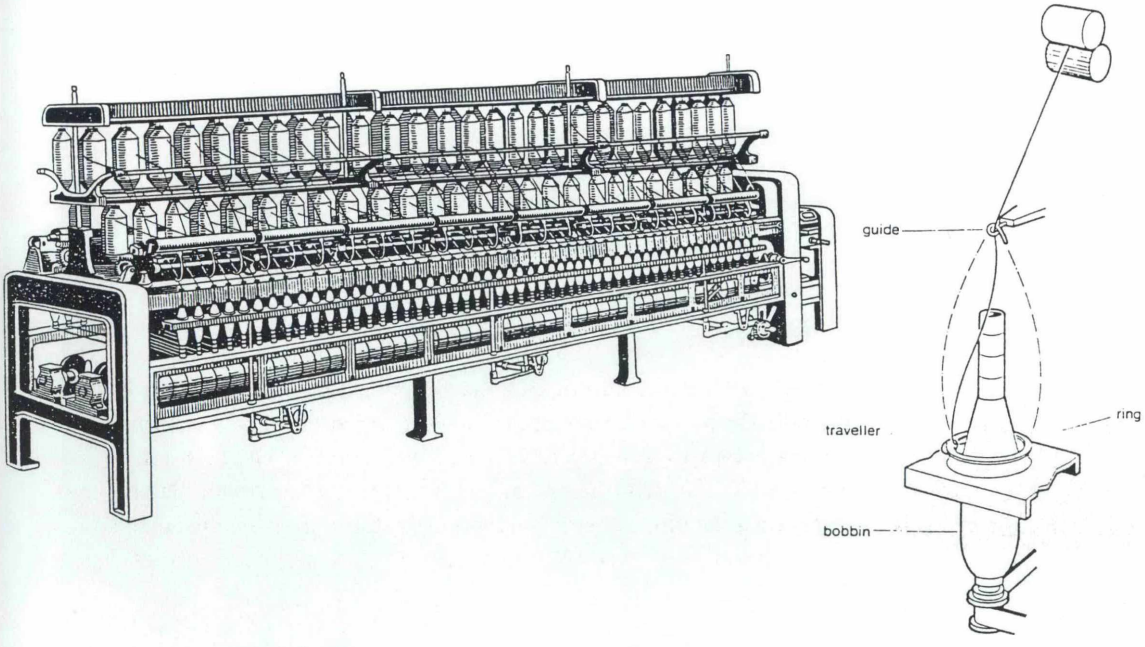
spinningsmaskinerna för de finaste garnerna fick flera tekniska förbättringar t ex finare spindel och spinnvinge samt bättre smörjning. Tillsammans med många andra förbättringar bidrog detta till spinnmaskinerna kunde spinna grövre luntor och antalet förspinningar kunde reduceras.[8]

Finspinning, haspling, tvinning, spolning och varpning



Finspinningsmaskinerna var de viktigaste maskinerna i spinnerier och vanligtvis kombinerades flera maskintyper. Den vanligaste maskinen under den period som undersökts var den *självgående mulespinnmaskinen.* Den rörliga vagnen som tidigare drogs manuellt och med vars hjälp tråden sträcktes, var nu självgående. Denna spinnmaskin var mycket skonsam eftersom garnet inte utsattes för hård dragning under snoddgivningen. Den lämpade sig därför bäst för löst spunna garner med kort fiberlängd.

Även *ringspinnmaskiner* användes. Dess styrka låg i att den både spann och spolade garnet kontinuerligt och inte krävde någon utbildad arbetskraft. Fördelarna hos mulespinnmaskinen var dock att den spann på den bara spindeln vilket gav få snoddar. Därmed var den lämplig för fina garner medan ringgarn spanns på bobiner vilket gav flera snoddar och passade bättre som varp. Förutom att ringspinningsmaskinen kunde skötas av billigare arbetskraft tog den mindre plats.[9] 1920 undersökte Sveriges bomullsfabrikant-



2. Ring-spinnmaskin. Källa: A history of technology. Vol V: 1958 s 578.

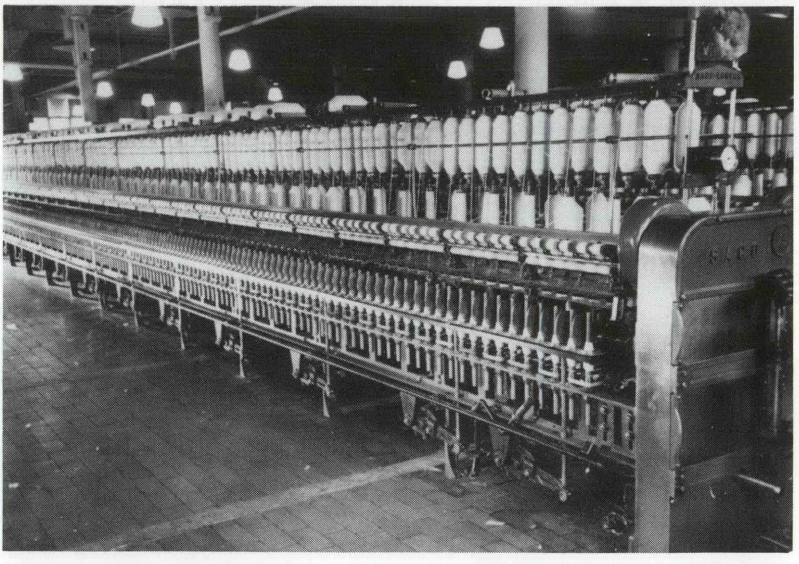
förening utrustningen vid 23 svenska spinnerier. Ringspinnmaskinerna dominerade klart och svarade för 82% av spinneriernas utrustning, resten bestod av självgående spinnmaskiner.[10]

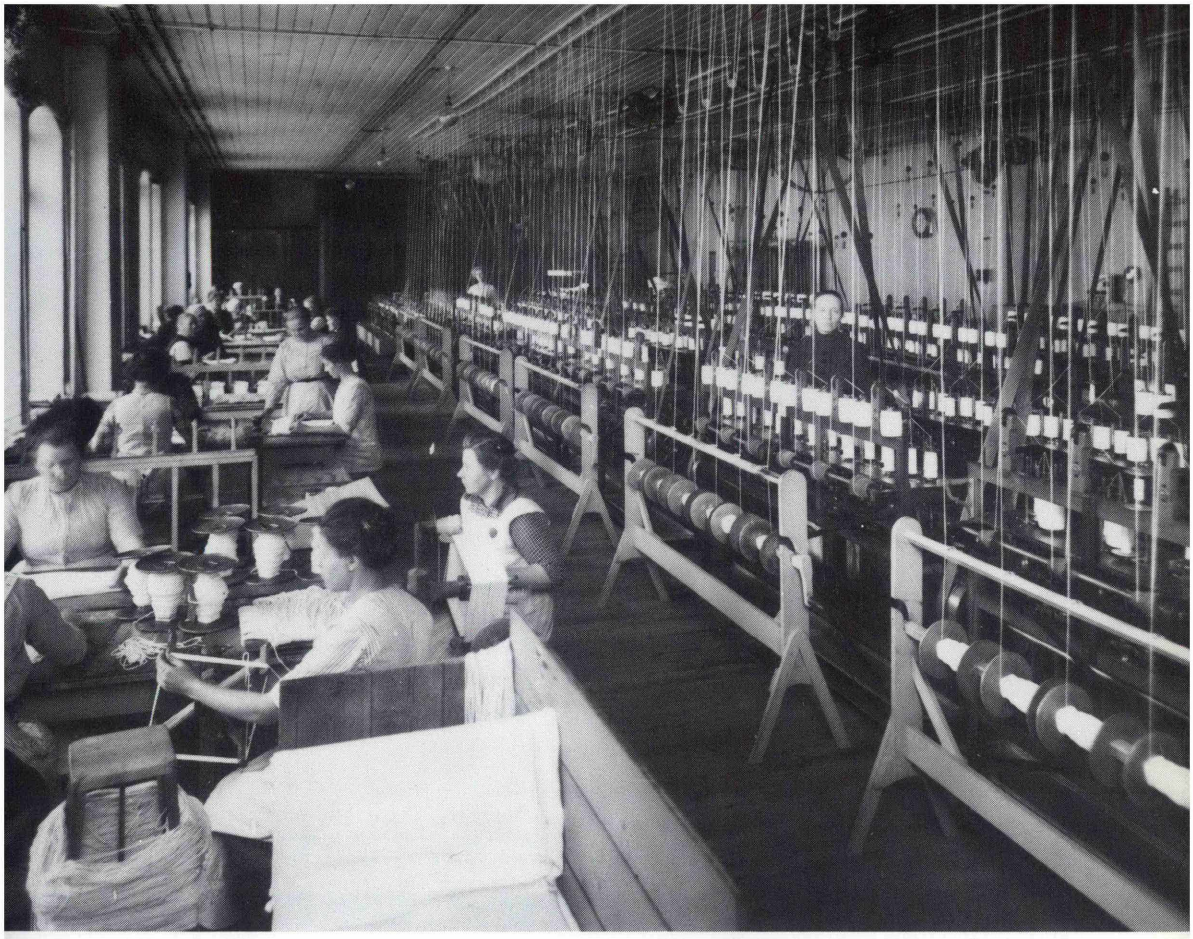
Ringspinnmaskinerna dominerade även i de företag som Stern undersökte. Spinnerskans arbetsuppgifter hade vid 1930-talets mitt begränsats till att laga brustna trådar, ersätta tömda bobiner med nya, och hålla rent mellan sträckvalsarna. Särskild personal förde sedan bort de fyllda bobinerna, skaffade fram tomma och höll rent kring maskinerna. Bobinernas konstruktion hade utvecklats så att mer garn kunde spolas upp, ringen hade förstärkts och hastigheten ökat. Genom att dessutom höja luftfuktigheten erhölls jämnare spinning med färre avbrott på grund av brustet garn. Den arbetsstyrka som krävdes i spinnrummen för att tillverka lakansväv kunde reduceras med 28%, enligt Sterns undersökning.[11]

Den färdigspunna tråden kunde antingen gå vidare till väveriet eller säljas direkt. Skulle den säljas som garn måste den först buntas. För detta ändamål användes en *hasplingsmaskin.* Garnet från spolarna eller bobinerna hasplades upp i en viss längd och sedan slogs en garnände tvärs över trådarna.

Skulle däremot garnet ingå i en vävnad gick det vidare till väveriet där *inslagsgarn* separerades från *varpgarn.* Inslagsgarnet, eller värftgarnet som det också kallades, var lösare spunnet och spolades upp på spolar anpassade till vävskytteln. Detta skedde i en särskild *spolmaskin.* Varpgarnet spolades upp på varpbobiner vilka var avsedda för varpmaskinen. Den kunde innehålla 500–600 spolar

3. Ring-spinnmaskin. Foto TM.





4. Garnet hasplas, spolas och tvinnas. Foto TM.

och från dessa gick trådarna in genom en kam som reglerade trådarnas inbördes avstånd. På varpbommen lindades sedan garnet upp och fördes till en klistringsmaskin där varpgarnet indränktes med klister för att bättre tåla påfrestningarna under själva vävningen.

Sterns undersökning visar att även varputrustningen genomgått betydande förbättringar under denna period. Jämfört med år 1910 då en varpmaskin kunde prestera 50–60 yards per minut, ökades resultatet till 350–900 yards per minut år 1936 beroende på varptyp och garnkvalitet. Ytterligare en förbättring var magasinet som gjorde det möjligt att öka antalet spolar som gick in i varpmaskinen. Slutligen förstorades bommarna och en större mängd garn och väv kunde vindas upp per bom. Förbättringarna vid spolningen liksom varpningen låg bl a i att hastigheten hade ökat kraftigt. Trådväktare som angav om en tråd hade brustit användes även här och slutligen kunde också trådarna knytas automatiskt. Arbetsuppgifterna begränsades därmed till att mata bobinerna med garn

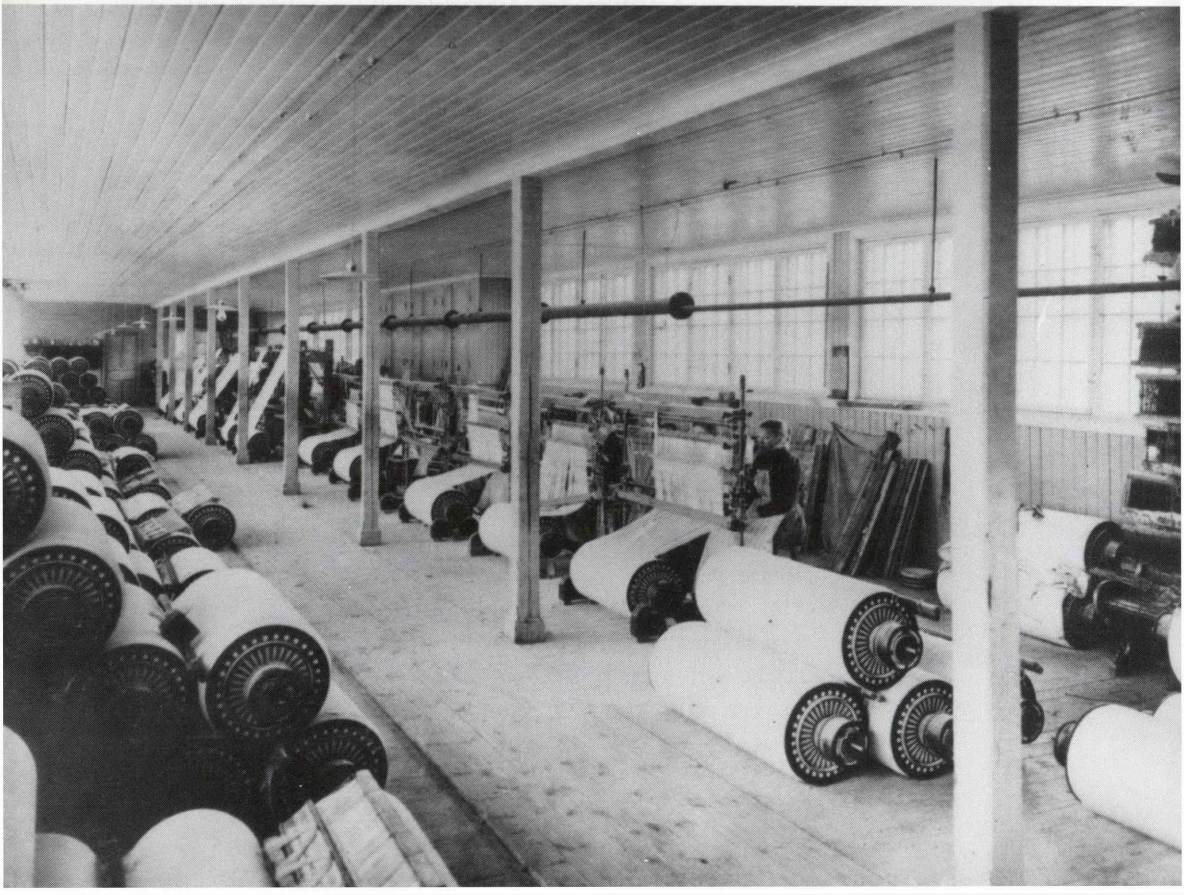
samt att leda fram garnänden i en särskild garnhållare. Vid spolning och varpning var produktivitetsökningen vid de undersökta amerikanska företagen störst, och arbetstiden för tillverkningen av lakansväv kunde minskas till drygt 60 %. Effekterna på arbetsstyrkans storlek var dock begränsade eftersom spolning och varpning var relativt begränsade arbetsmoment.[12]

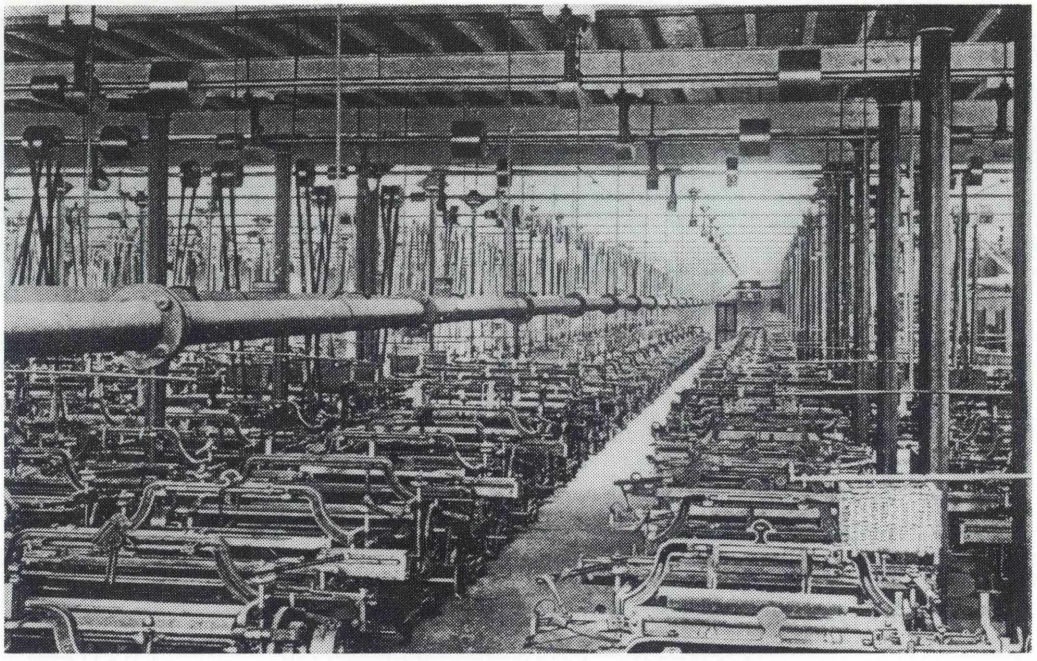
Solvning och vävning

Varpgarnet skulle också *solvas* vilket innebar att varje varptråd skulle sorteras, dras genom solvögonen och vävskeden, och därefter fästas i bommen på vävmaskinen. Traditionellt utfördes solvningen för hand men i moderna fabriker användes en maskin som automatiskt knöt ihop nya varptrådar med de avskurna ändarna från en tidigare avslutad varp, vilka lämnades kvar i solvöglorna.[13]

Den maskin som mer än någon annan bidrog till den fabriksmässiga vävningen och som förekom i stor omfattning under den undersökta perioden var den *mekaniska vävmaskinen.* Den hade emellertid sina brister och förmådde inte hålla tyget utspänt och stannade om en varptråd gick av. Dessa brister övervanns efter

5. Solvning av garn vid Gamlestadens Fabrikers AB år 1900. Foto TM.





6. Vävsal vid Gamlestadens Fabrikers AB med mekaniska vävstolar. Källa: Lagerberg, S: 1923 s 141.

flera förbättringar och därefter var det möjligt för en vävare att sköta flera vävmaskiner samtidigt.

Fortfarande måste vävaren byta spole i skytteln varje gång tråden tog slut och många spolbyten innebar avbrott. 1894 patenterade amerikanen James Northrop den *automatiska vävmaskinen* som löste detta problem. På sidan av vävmaskinen fanns ett cylindriskt magasin med plats för ett tjugotal spolar. Så fort en spole var tom ersattes den med en fylld utan att maskinen stannade.[14]

Sterns amerikanska undersökning visar att flera förbättringar efter hand gav ytterligare effektivitet t ex bättre konstruktion och material samt större bommar. Skyttelmagasinen utformades så att större bobiner kunde användas och därmed minskades arbetstiden för att ersätta fyllda med tomma bobiner. Slutligen förbättrades också varpväktare och skyttlar så att färre trådavbrott uppstod. Vid tillverkningen av lakansväv var arbetskraftsbesparingen 27 % och så hög som 75 % vid tillverkningen av frottétyger.[15]

Den tidigare nämnda undersökningen som Sveriges Bomullsfabrikantförening gjorde 1920 vid landets bomullsföretag omfattade också väverierna. Enligt undersökningen bestod vävutrustningen till 24 % av automatiska vävmaskiner vid de 30 undersökta

väverierna.[16] I samband med att de mekaniserade väverierna blev automatiserade ändrades också sammansättningen av de yrkesgrupper som krävdes i produktionen. Medan väverskor och vävlagare tidigare svarat för alla arbetsuppgifter i väverier tillkom flera nya yrkeskategorier med klart avgränsade arbetsområden. Vävlagaren svarade fortsättningsvis endast för att smärre fel på vävmaskinen lagades, medan smörjare och bominläggare skötte maskinerna i övrigt. Väverskan lagade endast små trådavbrott, medan de större lagades av en hjälpväverska. Spolar hämtades av transportarbetare, och för spolmagasinet ansvarade en särskild spolpåfyllare. Den färdiga väven togs ut av en styckuttagare och fraktades sedan bort av transportarbetare till avsynaren som granskade väven. Särskilt anställda putsade maskinerna och städade i väveriet.[17]

Efterbehandling

Den färdiga vävnaden måste sedan efterbehandlas. Detta skedde i bl a färgeriet där tyget tvättades, blektes, färgades och glättades. Även garn kunde blekas och färgas. Vid tvättningen lades garnet i kittlar tillsammans med en lösning av såpa och soda eller lut och därefter gick det vidare och blektes i en klorkalk-lösning. Efter spolning med kallt vatten passerade garnet ett saltsyrebad och spolades sedan återigen med vatten. När vävnader skulle blekas måste först klistret som fanns i varpgarnet tvättas ur. För garnfärgning fanns särskilda maskiner där färgvätskan pressades genom garnet vilket var upprullat på särskilda metallbobiner försedda med hål. Garnet kunde också färgas upplindat på pappersspolar. Ett tredje alternativ var att färga garnet i buntform. Efter färgningen centrifugerades färgvätskan bort och det färgade garnet spolades med vatten. Vävnader färgades i *kuffar* eller jiggers, vilka var försedda med apparater som höll vävnaden roterande i färgvätskan.[18]

Om vävnaderna skulle tryckas skedde det med hjälp av kopparvalsar på vilka mönstret var ingraverat. De ingraverade hålen fylldes med färg vilken sedan överfördes till vävnaden. Slutligen kunde tyget genomgå appretering vilket innebar att de behandlades med ett klister bestående av vete- eller potatisstärkelse som kokades tillsammans med andra tillsatser. På det färdiga tyget måste sedan trådknutar och dylikt tas bort. En automatisk skärmaskin kunde vid 1930-talets mitt minska kostnaderna för avsyning betydligt.[19]

Samtidigt som stora arbetskraftsbesparingar kunde genomföras på de ovan nämnda avdelningar, ökade antalet diversearbetare, och vid de amerikanska företag som tillverkade lakansväv uppgick ökningen till 18%.[20] Reduceringen av arbetskraft skedde nästan uteslutande inom området där den tekniska utvecklingen var störst. Genomgående var också att kvalificerad arbetskraft ersattes med okvalificerad, medan minskningen av antalet avsynare och förmän var obetydlig. Spinnerskornas antal kunde halveras och i deras stäl-

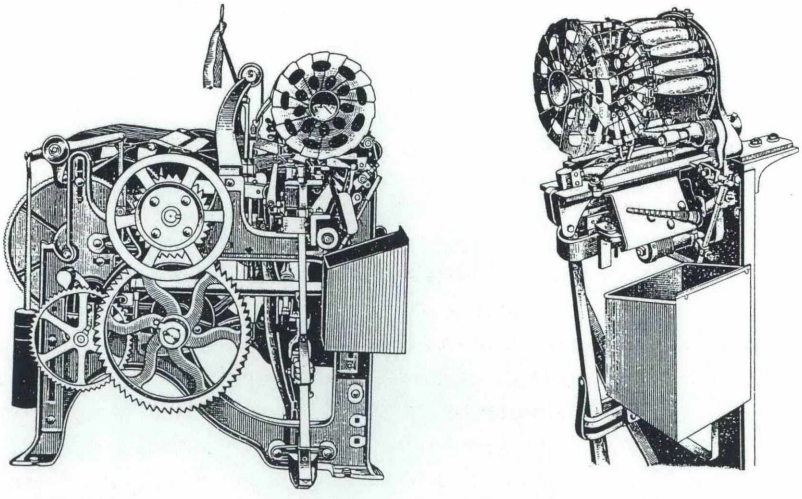
le anställdes arbetare som i huvudsak höll rent och bevakade maskinerna. Störst var emellertid reduceringen av spolerskor och varperskor, vilkas antal sjönk mer än 75%. Väverskor var den andra yrskegruppen som gick tillbaka kraftigt, och minskningen kunde vara så stor som 85%, särskilt vid tillverkningen av frottétyger. Orsaken var att de automatiska vävmaskinerna 1910 ännu inte kunde tillverka frotté.[21]

Den stora nyheten: Northrops automatiska vävmaskin

Som framgått var spridningen av ringspinnmaskinen och introduceringen av den automatiska vävmaskinen två viktiga förändringar. Med hjälp av facktidskriften Skandinavisk Månadstidskrift för textilindustrin skall nu undersökas dels hur dessa maskiner mottogs av de svenska textilföretagarna, dels vilka övriga områden som tidskriften behandlade under perioden.

Under 1900-talets första år var utan tvekan den automatiska vävmaskinen den tekniska nyhet som ägnades största intresset i tidskriften. Redan 1893 hade Northrops automatiska vävmaskin visats på Chicago-utställningen och den var med på världsutställningen i Paris år 1900. Vid den senare tidpunkten var redan 30 000 vävmaskiner av denna typ i bruk i USA. I en reseberättelse från 1902 beskrevs förhållandena vid en fabrik i Rhode Island på följande vis:

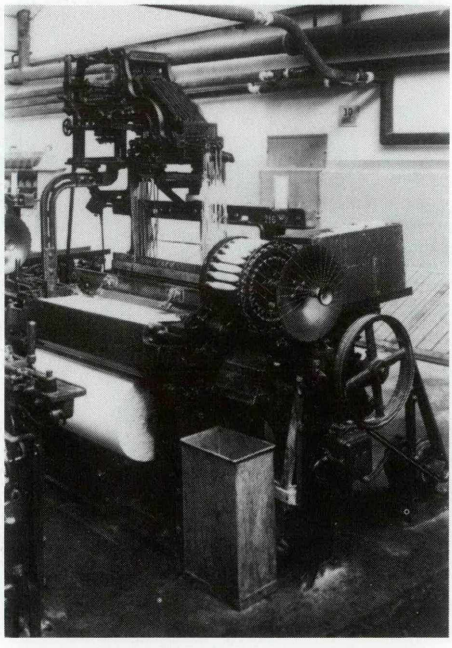
"Här i ett rum stod 2 743 väfstolar och den första tanke som man kom till var att det endast fanns väfstolar och inget annat. Icke en rem eller axelledning syntes ty alla stolarne drefvos från axlar i källaren och *det mänskliga elementet är så försvinnande, så att det knappast märks.* Midt i



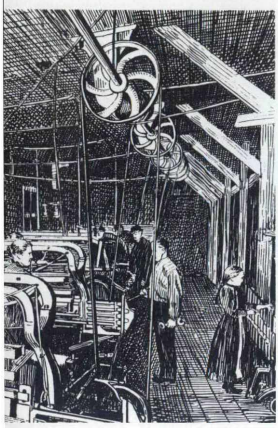
7. Northrops automatiska vävmaskin från 1894. Källa: The history of technology. Vol V: 1958 s 584–585.

rummet är uppsatt en plattform, där en öfverblick visade att det ej var fullkomligt folktomt. I ett hörn stodo de 743 vanliga väfstolarne. Dessa äro breda väfstolar. Alla dessa såväl som Northrops-stolarne hafva varpväktare och det är ungefär 100 väfvare till dessa 743 stolar. För de 2 000 Northropsväfstolarne som taga det öfriga golfutrymmet i anspråk är det 134 väfvare, således har en väfvare i genomsnitt 15 stolar och nybörjare har 12. Hastigheten är 165 skott i minuten för Northrops och 180 skott för de enkla. *I båda fallen ha väfvare endast att väfva ty väften bringas till dem och vävstyckena hämtas.* Vid Northropsväfstolarne är en gosse anställd som rengörare till varje 100-tal väfstolar och tre män göra all oljning som behöfves vid de 2 743 stolarne. Vid de vanliga stolarne har hvarje väflagare 136 stolar att se till och vid Northrops 100. Väflagarne vid Northrops hafva lite bättre betalt än de andra."[22] (min kurs. EH)

Trots sina fördelar slog den automatiska vävmaskinen igenom relativt långsamt och endast 1 000 automatiska vävmaskiner var i bruk i Sverige år 1912 vilket kan jämföras med den ovan beskrivna amerikanska fabriken som hade 2 000 Northropsmaskiner. I jämförelsen länderna emellan togs särskilt tre betingelser fram som verkade gynnsamma för bruket av automatiska vävmaskiner i USA. Dessa var a) förhållandevis mindre god tillgång till arbetare, b) höga arbetslöner, c) särskilt gott och jämnt garnmaterial. Enligt artikelförfattaren fanns samtliga förutsättningar även i Sverige. Tillgången på arbetskraft var ytterst begränsad och det fanns, enligt författaren, fabriker i Sverige som hade upp till 25% av sina vävmaskiner ur drift på grund av brist på arbetskraft. Det andra



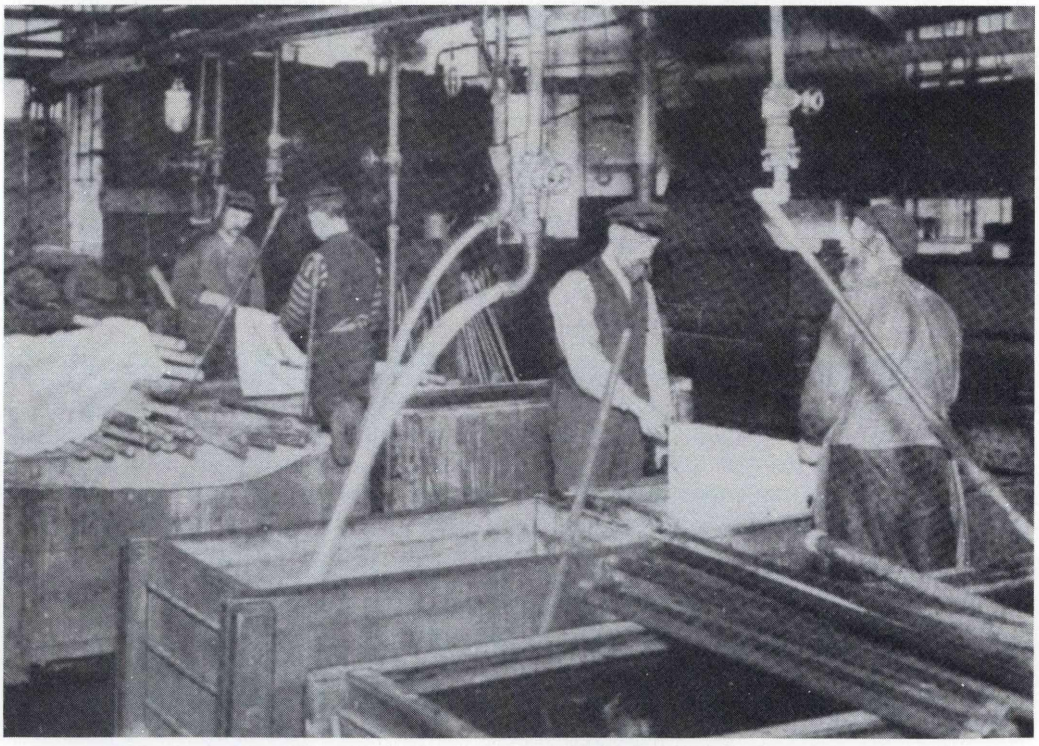
8. Automatisk vävstol med spolmagasin. Foto TM



kriteriet dvs att arbetslönerna skulle vara höga ansågs också uppfyllt i Sverige. Det var därför den tredje betingelsen som skilde den amerikanska bomullsindustrin, där man prioriterade råbomull av bättre kvalitet samt förbättrade spinningen, från den svenska bomullsindustrin. Förutsättningen för att Northropsvävstolarna skulle ge största avkastning låg därför i att råvaran var av högsta kvalitet samt att stor noggrannhet lades ned vid blandningen och spinningen.

Hur väl resultaten inom vävningen var kopplad till spinningen visar följande utlåtande från en engelsk bomullsfabrikant som hade installerat automatiska vävmaskiner:

"Dessa stolar har givit mig en god lektion. När det klagades öfver att väfningen ej gick såsom önskadt, insåg jag att det ej var något fel med väfstolarna; och efter att hafva tillbragt vecka efter vecka i det nya väfveriet, insåg jag att felet låg i spinneriet och de veckor jag därefter tillbragte i senare betalade sig väl. Jag hade förut alltid köpt god bomullskvalité och varit mån att kontroll utöfvades. Jag ansåg mig sålunda ej behöfva köpa bättre kvalite – men jag blef månare vid inköpen och blandningarne samt skärpte kontrollen, och tog det mig lång tid att tillsammans med min spinnmästare samt hans undermästare gå igenom alla



9. Färgeriet vid Gamlestadens Fabrikers AB. Källa: Under arbetets banér: 1903 s 34.



10. Den färdiga väven granskas vid Gamlestadens Fabrikers AB år 1900. Foto TM.

maskinerna i spinneriet från balbrytaren till ringspinningsmaskinerna, – nu har ej allenast mitt Northropväfveri blifvit ett lönande företag utan jag får en produktion i mitt gamla väfveri som jag förut ej hade kunnat drömma om. Tack vare all omsorg och noggrannhet vid spinnmaskinernas omställning etc har jag nu ett garn som få, och genom att ej låta den senare afdelningen ej endast till namnet utan äfven till gagnet tjäna väfveriet, fick jag varpbommarne väl förberedda. Visserligen fick jag öka ackordslönerna en obetydlighet för rullningen och varpningen (i form av premier för godt arbete) men dessa penningar betalade sig hastigt inom väfveriet."[23]

Vid tiden för första världskriget blev annonserna om automatiska vävmaskiner med spolutveckling enligt Northropprincipen allt vanligare i Skandinavisk tidskrift för textilindustrin. Som annonsen från ett engelskt företag visar nästa sida, lanserades den automatiska vävmaskinen som överlägsen all tidigare utrustning. Särskilt framhölls den stora besparing på arbetskraft som den automatiska vävmaskinen skulle medföra. Hastigheten var helt reglerad

Etablerad 1844.

Robert Hall & Sons, Bury Ltd.,

(Bury vid Manchester, England,)

Fabrikanter af alla sorters

VÄFSTOLAR

för Bomulls-, Ylle-, Linne- och sidenvaror upp till 9 meters skedbredd.

Tillverka alla erforderliga Förberednings- och Förarbetningsmaskiner för Väfverier.

Stolar för mattor i Bryssel, Tapestry och Moquette. Väfstolar för Plysch, Lasting och Frottervaror. Väfstolar och maskiner för tillverkning af Drifremmar, Säck- och Segelduk samt Putsdukar. Väfstolar med Skyttelväxel. Skaft- och Jacquard-maskiner. Väfstolar för Moleskinn, Korsett-tyg och Nätteldug.

Spol- & Rullmaskiner,
Schlauchcops- och Korsspolsmaskiner, stor specialtillverkning.
Rugg-, Skär-, Tork- och Appreturmaskiner.

Maskiner
för varpens klistring i sträng samt borstning och sträckning.
Sektionsvarpor. Bommaskiner.

Linne-, Piqué-, Dräll- och Ylle-Väfstolar.
Stolar för I ampvekar och Band.
Klister och Varpmaskiner efter olika system.

Väfstolar och Maskiner för alla grenar af textilindustrien.

Ensamfabrikation af Terfolth's patent. Skaftmaskin
för väfning af långa servietter och borddukar, utan kortkedjor. D. R. patent.

Nya Mät-, Vecklings- och Läggmaskiner (patent).

Nya inrättningar för samtidig väfning af flera bredder
(Patent Ashwort & Oldham).

Ny patenterad skyttelväxel med excenter; *Väfstolar med revolverväxel.*
(160—180 slag pr minut).

De **bästa** och **enklaste**

Automatiska Väfstolar.

Betydligt öfverlägsna de amerikanska systemen.

Framtidens Automatiska Väfstol.

Inget experiment längre, öfver 2,000 äro redan i arbete.

Inom alla fackkretsar erkända som det bästa och mest ekonomiska, som hitintills uppfunnits.

Stor besparing af arbetare.

Hufvudfördelar:

1) Enkel, inga kompliserade mekanismer som kunna förorsaka stagnationer.

2) 150 ringspinningshylsor lagrade i en låda bringas till väfstolen och afväfvas utan vidare. Ingen handträdning och ingen spindelpåsättning vid magasinet.

3) Enkel väftkännaranordning för att växla spole innan inslaget är fullständigt slut.

4) Väfstolen kan frånkopplas när inslaget brister eller kan spolväxling ske; allt efter önskan.

5) Utmärkt, säkert verkande varpväktareapparat.

6) Självreglerande varpspänningsregulator.

7) Automatisk varpdelare för att inskränka bristningen af varptrådar till ett minimum.

8) Anordning för att taga af färdig väfnad utan att väfstolen behöfver stå.

9) Mätapparat för att stanna stolen efter viss angifven längd.

10) Kombinerad med elektr. ljus. När en stol stannat af någon anledning, brinner ljuset. Så snart väfstolen sättes i gång släckes ljuset. Denna kombination kan omställas allt efter önskan. Mycket sparsam om vintern, emedan stolarne löpa i mörkret.

11) Endast tre personer behöfvas för 100 stolar.

12) Säkerhetsapparat för att undvika brott och dåliga varor.

Vi påstå en besparing af 50 % i arbetet och att reparationerna äro lika med noll i jämförelse med Northropstolarne.

11. Annons ur Skandinavisk Månadstidskrift för textilindustrin 1913.
Källa: Skandinavisk Månadstidskrift för textilindustrin 11 (1913):5 s VI.

och den saknade mekanismer som kunde förorsaka avbrott. Arbetsmoment som väverskan tidigare gjorde för hand, t ex påträdning, sköttes automatiskt. Inte heller behövdes någon arbetare för att bevaka att eventuella brustna trådar förstörde väven. Det sköttes, enligt annonsen, av vävmaskinens varp- och inslagsväktare som larmade om garnet gick av eller tog slut. Vid önskad längd stannade vävmaskinen automatiskt. En viktig detalj var att vävmaskinen var "mycket sparsam om vintern, emedan stolarne löpa i mörkret". God tillgång på dagsljus som tidigare varit en förutsättning vid anläggningen av väverier var således inte längre nödvändig, ej heller väverskans vaksamma ögon. En av den automatiska vävmaskinens främsta fördelar var den stora besparingen av arbetskraft, ty för att sköta hundra vävmaskiner behövdes endast tre personer.

Textilarbetareförbundet hade liksom sin motpart sitt eget organ genom vilket man förmedlade fackliga synpunkter samt informerade om arbetsförhållandena vid enskilda företag i landet. Sedan 1904 utgavs *Textilarbetaren* med fyra nummer per år. Förvånande var att praktiskt taget inga protester uttrycktes som var riktade mot de tekniska förändringarna. Endast vid ett tillfälle yttrades missnöje som var riktat mot den tekniska utrustningen och det gällde den så kallade skyttelkyssningen. Namnet hade sitt upphov i metoden som användes för att få inslagstrådarna genom skyttelögat. Den fyllda spolen lades i skytteln med garnänden mot skyttelögat och med en snabb inandning drogs garnänden genom ögat.



12. "Skyttelkyssning". Källa: Textilarbetaren 1912:2 s 6.

En väverska som ansvarade för fyra vävmaskiner beräknades göra 450–500 påträdningar om dagen på detta sätt. Vid insugningen kom hon inte bara i kontakt med den smutsiga skytteln utan utsattes också för inandning av damm, färgämnen, mögel och dylikt. Dessutom användes skyttlarna av både vävlagare och väverskor. 1911 tillsattes en regeringskommitté i England för att undersöka dessa förhållanden sedan tre personer dött i tuberkulos inom tre månader. Undersökningskommitténs slutsats blev att metoden visserligen var hälsovådlig och smutsig men att antalet sjukdomsfall inte var tillräckligt stort för att skyttelkyssningen skulle kunna bevisas vara upphovet till dödsfallen.[24] Diskussionen om skyttelkyssningen bör ses som ett exempel på det allmänt ökade intresset från 1910-talet för arbetsmiljön inom industrierna. Mot bakgrund av den stora förekomsten av arbetsskador är det dock förvånande att inte Textilarbetaren skrev mer om den dåliga arbetssituationen som rådde i textilindustrin. Av samtliga industrigrenar svarade de kvinnodominerade branscherna (textil-, livsmedel- samt sko- och lädervaruindustrin) för den största andelen arbetsolyckor per arbetare under 1920-talet.[25]

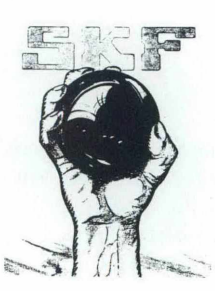


13. "Skyttelfångare". Källa: Yrkesinspektionens verksamhet år 1904: 1905 s 73.

Gemensamt för de flesta industrier var hög bullernivå, dålig ventilation, kalla och ofta dragiga arbetslokaler. För bomullsindustrins del tillkom problemen med hårda stengolv, hög luftfuktighet, stängda fönster och bristande skyddsanordningar. I Textilarbetaren, kunde med undantag av förslaget om egna skyttlar för att undvika spridningen av lungsot, inga direkta åtgärder spåras som syftade till att skydda den enskilde arbetaren mot maskinerna. Inte heller det fåtal skyddsanordningar som förekom i yrkesinspektionens årliga verksamhetsberättelser vittnade om något mer avancerat arbetarskydd. Ett exempel var den enkla skyttelfångaren som skulle dämpa farten på, och i bästa fall fånga, den skyttel som skenat iväg.

Övriga maskiner

Under 1910-talet låg de tekniska nyheterna inom färgeriområdet. Anilinfärg var en ny produkt som ofta salufördes men den tidigare totala tyska dominansen bröts av att svenska företag började märkas på detta område. Överlag präglades dock annonseringen mindre av tekniska nyheter och mer av produktutveckling såsom spolar och hylsor i starkare och bättre material. Förutom den återkommande annonseringen av textilmaskiner ökade utbudet av maskiner för transport och renhållning. Ångpumpar och ventilationsutrustning gavs stort utrymme. Textilindustrin uppmanades i stora annonser att gynna den svenska industrin och köpa varor från t ex ASEA och Svenska Stålsolffabriken i Borås. En svensk produkt som förekom upprepade gånger var kullagren som SKF tillverkade. De monterades i spindeln på ringspinnmaskiner och gav inga spår av förslitning. Samma företag rekommenderade också kund-





kretsen att utnyttja driftavbrotten 1917 att investera i "SKF-lager för kommande konkurrenskamp".

Åren kring 1910 märktes en ökad bevakning av arbetsförhållandena vid textilfabrikerna. Regelbundet presenterades uppgifter om olycksfall inom- och utomlands. Likaså gavs rapporter om utställningar angående arbetsskydd samt utdrag ur yrkesinspektionens årsberättelser. Det ökade intresset för arbetsmiljön tog sig också uttryck i artiklar om hur ventilationen i bomullsindustrin skulle kunna förbättras. Under avdelningen för väveri diskuterades smittorisken vid den ovan nämnda skyttelkyssningen och som hade vållat några arbetares död i England.

Under 1920-talet ökade också elektrifieringen av textilmaskiner och både ASEA och Siemens i Stockholm erbjöd kundkretsen sina drivanordningar. Även hjälpmaskiner såsom hissar, lägg- och uppvecklingsmaskiner salufördes. Som en följd av konstsilkets genombrott ökade antalet annonser med maskiner anpassade till detta material, vanligen strumpmaskiner. Materialet var inte nytt utan redan 1918 fanns en artikel i tidskriften om "Svensk fabrikation av konstsilke direkt ur cellulosan".[26] Råvaran som kallades rayon eller viskos och kom ur cellulosa, tillverkades i flera länder bl a i USA och Tyskland. Konstsilket användes främst i strumpor och underkläder men kunde också användas i tyger, separat eller tillsammans med andra fibrer t ex bomull. Eftersom konstsilkefibern

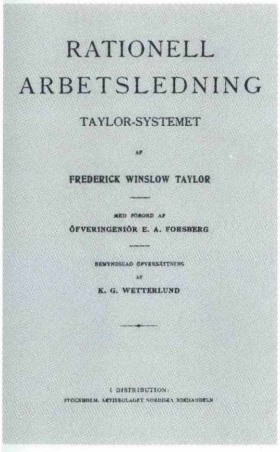


14. Annons ur Skandinavisk tidskrift för textilindustrin 1917. Källa: Skandinavisk tidskrift för textilindustrin 15 (1917):7 s VIII.

hade låg elasticitet lämpade den sig trots allt bäst i stickade varor. Intresset för nya råvaror fortsatte under 1930-talet, liksom försöken att hitta ersättningsfibrer för bomullen.

Andra vägar till en effektivare produktion

Förutom genom en mer utvecklad maskinell utrustning kunde också produktiviteten höjas genom att arbetet organiserades bättre. Den amerikanske historikern Thomas Dublin har studerat hur arbetsvillkoren förändrades inom bomullsindustrin i Lowell, Massachusetts 1826–1860. När företagsägarna försökte öka produktiviteten skedde det främsta genom tre metoder. Dels ökades maskinernas hastighet, dels infördes flerstolssystemet som innebar att varje arbetare skulle sköta flera maskiner samtidigt. Både hastighetsökningen och flerstolsystemet var avsedda att höja produktiviteten. Men eftersom arbetarna var avlönade per stycke de tillverkade så ökade lönerna efter hand. Den tredje metoden var därför lönesänkningar för att dessa inte skulle öka i samma takt som produktionen. Genom lönepremier skulle sedan arbetskraften stimuleras till att höja sin arbetsinsats.[27]


RATIONELL
ARBETSLEDNING
TAYLOR-SYSTEMET
AF
FREDERICK WINSLOW TAYLOR
MED FÖRORD AF
ÖFVERINGENIÖR E. A. FORSBERG
BEMYNDIGAD ÖFVERSÄTTNING
AF
K. G. WETTERLUND
I DISTRIBUTION:

De tre åtgärderna för att höja produktiviteten framfördes också av Frederick W Taylor, ingenjör och grundare av den s k scientific managementrörelsen. 1911 publicerades "The principles of scientific management" och ett par år senare utgavs den svenska översättningen "Rationell arbetsledning". Hindret för en optimal produktion, låg enligt Taylor, främst i arbetarnas ovilja att ge maximalt av sin arbetskraft. Benägenheten att arbeta under sin fulla kapacitet eller "tryna" grundade sig på missförstånd hos arbetaren.[28]

Förutom den låga hastigheten var arbetarnas vana att arbeta "på en höft" också en orsak till låg produktivitet. Onödiga handgrepp och långsamma rörelser hindrade en ökning av produktionen. Dessa problem kunde ändras efter att en sakkunnig person studerat var förbättringar kunde göras. Att hitta den bästa metoden eller det bästa verktyget låg utanför arbetarens förmåga som var alltför präglad av traditioner. En analys skulle leda fram till den mest rationella och därmed bästa arbetsmetoden, högre produktion skulle därefter ge bättre lön till arbetaren. Därtill skulle "den dagliga förtroliga beröringen med driftledningen aflägsna fullständigt anledning till tryning". [29]

Arbetsledningens uppgift skulle vara "att söka förmå hvarje arbetare att uppbjuda hela sin skicklighet, omdömesförmåga och all sin kraft, sina nedärfda kunskaper, och redliga vilja – med andra ord sitt initiativ för att lämna arbetsgifvaren den största möjliga afkastningen".[30] Arbetarnas ökade arbetsinsats skulle stimuleras fram genom möjligheter till befordran, högre lön, kortare arbetsdag och dylikt.



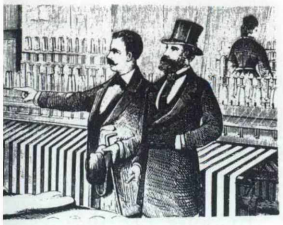
I debatten om hur arbetsintensiteten skulle höjas, hämtades förebilderna i "Skandinavisk Månadstidskrift för textilindustrin" från USA. 1912 infördes en stor och lovordande artikel om "Världens största textilfabriksanläggning" som var belägen i Manchester i New Hampshire. Den amerikanska influensen märktes också i artikeln om "F W Taylor-Revolutionären" från 1916. Här framhölls särskilt hur Taylor:

"var fullt och fast öfvertygad – med nästan religiös trosvisshet att den verkliga lösningen af arbetarefrågan ligger i att göra det möjligt för arbetarne att skaffa sig ökade inkomster genom att förtjäna mer. Men hur skulle det kunna åstadkommas? Endast genom att förmå den vetenskapligt skolade intelligensen att reformera alla industriella arbetsmetoder så att det nuvarande enorma slöseriet av arbetskraft hejdades."[31]

Enligt Taylor skulle det främsta motståndet inte ligga hos arbetarklassen utan hos arbetsgivarna. Dessa var i allmänhet alltför fastlåsta i den föreställningen att ökad lön till arbetarna jämfört med andra på orten skulle ge bakslag.[32] Tendensen att tona ned motsättningarna mellan arbetare och arbetsgivare framträdde ofta. Den hårdare konkurrensen från utlandet väckte tidigt frågan hur arbetsintensiteten skulle ökas vid de svenska fabrikerna och bristande disciplin uppgavs vara en av orsakerna till den dåliga konkurrenskraften. Högre produktion skulle nås om arbetsgivarna började se arbetarna som jämlikar. Men innan dess borde en självuppfostran ske i hur arbetsgivarna skulle föregå med gott exempel. Därigenom skulle arbetarna förstå att endast en klass existerade vilken hade ett gemensamt mål nämligen högre produktion.[33] 1912 diskuterades återigen hur arbetet inom textilindustrin skulle kunna göras så effektivt som möjligt. För företagsledaren gällde:

"icke allenast att uttaga största möjliga arbetseffektivitet ur de döda motorerna, han har äfven att räkna med lefvande motorers kraftekonomi och därvid måste han söka sig fram till kunskapskällor som icke hafva sitt utlopp i de matematiska vetenskapsgrenarne, han måste söka bilda sig ett omdöme om människor och deras så skiftande förmåga i ena eller andra afseendet."[34]

Arbetsledaren skulle därför skaffa sig en noggrann kunskap om arbetarnas psykologi och "förmå i grunden känna deras innersta väsen". Liksom varje ras antogs ha sina karaktärsdrag förväntades arbetarna ha sina. Enligt författaren hade textilindustrin i vårt land kännetecknats av riklig tillgång på billig arbetskraft och ett effektivt sätt att höja arbetsintensiteten hade varit att hota med ögonblickligt avsked. Efter hand hade den metoden spelat ut sin roll och tillgången på lämplig arbetskraft minskat. Artikelförfattaren ville därför slå ett slag för andra metoder vilka byggde på kunskap om arbetarnas psykologi. På varje fabrik fanns en tyst överens-



kommelse mellan arbetarna att arbetet skulle utövas med en viss hastighet. Yngre arbetare blev inskolade i den accepterade hastigheten och överträdelser bestraffades genom uteslutning ur gruppen. Två egenskaper var enligt författaren framträdande hos de svenska arbetarna nämligen att "de icke älska arbeta för ekonomisk vinning och att de sakna ekonomisk begåfning icke blott därutinnan att de sakna förmåga att spara utan äfven att förvärfva".[35] Att "neutralisera" dessa egenskapers skadliga inverkan på arbetsintensiteten skulle gå till så att arbetaren dagligen fick veta hur mycket han och hans kamrater hade förtjänat. Man skulle således genom ökad avund skapa konkurrens mellan arbetskamraterna och därmed nå högre produktionsresultat.

"Denna önskan att vilja förtjäna mer än arbetskamraten har ofta visat sig så starkt att den öfvervunnit såväl den medfödda bristande begåfningen som också anloppet från dem, hvilka så mycket som möjligt sökt hålla nere arbetsprestationerna."[36]

I en artikel översatt från en amerikansk tidskrift redogjordes också för hur arbetsintensiteten skulle kunna ökas genom att danstillställningar ordnades för arbetarna. En företagare beskrev i positiva ordalag vilka effekter en gemensam lokal för de anställda och deras anhöriga fick:

"Genom att sålunda samorganisera är det troligt att ett bättre samarbete mellan bolag och anställda uppnås, mera äktenskap bland personalen komma att ingås, vilket i sin tur sammanför organisationen och leder till större produktion. Då en flicka från fabriken gifter sig med en arbetare från samma fabrik få de bättre förståelse för bolaget och dess tjänstemän etc än om arbetaren gifter sig med en flicka från en annan industri eller ort, som inte förstår hans ställning eller dem han arbetar för. Det finns ett stort antal fabriker här i landet, vilka endast hyra, lära upp och utnyttja de anställda, betala deras löner en gång i veckan och veta för övrigt ingenting om sina arbetare eller bry sig om deras välfärd så länge han eller hon arbetar full vecka och producerar tillräckligt. Andra utarbeta mer och mer gemensamhetsidén och finner att det betalar sig... Musik, dans och förströelse är ett livsvillkor för ungdomen liksom vatten och solljus för blommorna. Utan nöjen bliva unga flickor lätt missnöjda samt får avsmak för förhållandena, och missnöjda arbetare äro inga goda producenter."[37]

Lika lämpligt som författaren ansåg premiesystemet vara lika olämpligt var bötessystemet. Små, ofta förekommande bötesstraff fick en mer irriterande än korrigerande effekt. Bättre vore om böterna användes vid tillfällen då en arbetare presterat ett arbetsresultat under en viss standard. I sådana fall kunde det verka sporrande för en arbetare att behöva betala böter för en arbetsprestation samtidigt som en kamrat fick premier för sin.

Under 1920-talets första år slog "Vetenskapen" igenom på all-

var inom den svenska textilindustrin. Antalet artiklar författade av ingenjörer ökade markant och många texter behandlade hur "textilindustrin skulle ges en handräckning". Med vetenskapligt kunnande skulle man uppnå högre konkurrenskraft och för detta ändamål måste produktionen drivas rationellt med ledning av en utbildad arbetsledarkader. Vidare borde ett gott förhållande mellan över- och underordnade befrämjas. Från 1925 märktes ett ökat intresse för arbetspsykologisk forskning.

Kontroll-apparaternas genombrott

Tidigare nämndes att ett av de största problemen för arbetsgivarna var att komma åt arbetarnas tendens att "tryna" dvs deras lättja och benägenhet "att arbeta på en höft". Till nyheterna under 1920-talet hörde den utrustning som var särskilt avsedd för att kontrollera den enskilde arbetarens prestationer. Maskinernas utformning var redan förbättrad. Även deras hastighet kunde styras. Nu inriktades i stället intresset på arbetarnas fysiska kapacitet. 1924 annonserades om den första tidkontrollapparaten för arbetare och annan personal.

Förutom stämpelklockan som var avsedd att kontrollera arbetarnas närvaro erbjöds kundkretsen en apparat som kunde fastställa om varje maskin utnyttjades maximalt. Med sin känslighet för maskinernas vibrationer kunde varje stillestånd kontrolleras och därmed kunde ägaren få "papper på huru maskinerna utnyttjades".[38]

Som tidigare påpekats är vår kunskap om effekterna av de tekniska förbättringar som den svenska bomullsindustrin genomgick under denna period ytterst begränsad. De organisatoriska förändringarnas betydelse inom branschen vet vi heller inte mycket om.



15. Annons ur Skandinavisk tidskrift för textilindustrin 1924.
Källa: Skandinavisk tidskrift för textilindustrin 22 (1924):12 s IV.

Överföringen till och tillämpningen av rationaliseringsidéerna i Sverige under 1910 till 1940 har undersökts av historikern Hans de Geer. Medan metallindustrin var mest allsidigt rationaliserad, var textilindustrin så sent som vid 1930-talets mitt fortfarande ojämnt rationaliserad. Inom bomullsindustrin kom det starkaste inflytandet från USA med ett allt längre drivet flerstolsystem.[39] Taylorismens idéer spreds från 1910 främst av Industriförbundet genom broschyrer och föredrag. Senare inrättades också en konsultbyrå för juridiska och organisatoriska frågor.[40] Industriförbundets rekommendationer präglades av en strävan efter bästa möjliga effektivitet. Således föreslog man att företagen skulle anställa kvinnlig arbetskraft till rutinarbeten och ge de mindre omfattande kvalificerade arbetsuppgifterna till ett fåtal högavlönade män. Andelen dyrare män kunde så minskas och kvoten av billig kvinnlig arbetskraft ökas. Konsulterna rekommenderade också en övergång till ackordslöner och tidsstudier.[41]

Bruket av tidsstudier introducerades under 1920-talet i den svenska textilindustrin, och intensifierades under 1930-talet. Det är emellertid svårt, menar de Geer, att beräkna hur omfattande metoden var vid olika tidpunkter och inom enskilda företag. En viss uppfattning ger ändå resultaten från den undersökning som den s k Rationaliseringskommitén utförde år 1936. Till cirka 350 industriföretag ställdes bland annat frågan om huruvida tidsstudier användes. Hälften av de 32 tillfrågade textilföretagen svarade att de inte tillämpade några tidsstudier. Trots att systemet var introducerat under 1930-talets mitt var det, enligt de Geer, huvudsakligen de större företagen som tillämpade det.[42] Betydelsen av de tayloriska idéerna har också ifrågasatts av ekonom-historikern Alf Johansson. Central planering var istället en nödvändighet och logisk konsekvens av de ekonomiska och tekniska omständigheterna.[43]

Noter

1. 1915 bytte tidskriften namn till Skandinavisk tidskrift för textilindustrin.
2. Skandinavisk Månadstidskrift för textilindustrin 1 (1902):1 s 1.
3. AB Textilmaskiner Norrköping 100 år. 1948.
4. Rosenberg, N: 1982 s 19ff.
5. Bolin-Hjort, P: 1989 s 166–185.
6. Stern, B: 1937 s 316–318.
7. Sveriges industri: 1935 s 352, Hagström, K-G: 1921 s 21–22.
8. Stern, B: 1937 s 321–327.
9. Sveriges industri: 1935 s 354, Hagström, K-G: 1921 s 22, 58.
10. Hagström, K-G: 1921 s 230.
11. Stern, B: 1937 s 327–328.
12. Stern, B: 1937 s 331–332.
13. Sveriges industri: 1935 s 354, Hagström, K-G: 1921 s 24.
14. Sveriges industri: 1935 s 354, Hagström, K-G: 1921 s 27–29.
15. Stern, B: 1937 s 333–335.
16. Hagström, K-G: 1921 s 230.

17. Maskinmakt: 1985 s 45.
18. Hagström, K-G: 1921 s 34–35.
19. Stern, B: 1937 s 335–336.
20. Stern, B: 1937 s 336.
21. Stern, B: 1937 s 337–338.
22. Skandinavisk Månadstidskrift för textilindustrin 1 (1902):1 s 20.
23. Skandinavisk Månadstidskrift för textilindustrin 10 (1912):7 s 107.
24. Textilarbetaren 1912:2 s 6.
25. Lundh, C & Gunnarsson, C: 1987 s 61.
26. Skandinavisk Tidskrift för textilindustrin 16 (1918): s 135.
27. Dublin, T: 1979 s 109.
28. Taylor, F W: 1913 s 11.
29. Taylor, F W: 1913 s 16.
30. Taylor, F W: 1913 s 19.
31. Skandinavisk Tidskrift för textilindustrin 14 (1916):1 s 9.
32. Skandinavisk Tidskrift för textilindustrin 14 (1916):1 s 9.
33. Skandinavisk Tidskrift för textilindustrin 6 (1908):10 s 184–186.
34. Skandinavisk Tidskrift för textilindustrin 10 (1912):7 s 102.
35. Skandinavisk Tidskrift för textilindustrin 10 (1902):7 s 103.
36. Skandinavisk Tidskrift för textilindustrin 10 (1912):7 s 103.
37. Skandinavisk Tidskrift för textilindustrin 10 (1912):7 s 103.
38. Skandinavisk Tidskrift för textilindustrin 31 (1933):5–6 s X.
39. de Geer, H: 1978 s 42.
40. de Geer, H: 1978 s 109.
41. de Geer, H: 1978 s 114-115.
42. de Geer, H: 1982 s 153.
43. Johansson, A: 1987 s 9.

Källor

AB Textilmaskiner Norrköping 100 år. 1948–1948. Stockholm 1948.

Bolin-Hort, P: Work, family and the state. Child labour and the organisation of produktion in the British cotton industry 1780–1920. Lund 1989.

Dublin, T: Women at work. The transformation of the workplace in the twentieth century. New York 1979.

de Geer,H: Rationaliseringsrörelsen i Sverige. Effektivitetsidéer och socialt ansvar under mellankrigstiden. Uddevalla 1978.

Hagström, K-G: Bomullsindustrins produktionsförhållanden. Tull och traktatskommittéens utredningar och betänkanden 11. Stockholm 1921.

Hesselgren, E: Vi äro tusenden. Arbets- och levnadsförhållanden inom svensk textilindustri med särskilt avseende på Gamlestadens Fabrikers AB. Edsbruk 1992.

A history of technology. Del 3–5. Utg av Charles Singer m fl. Oxford 1957–1958.

Johansson, A: Taylorismens och arbetarrörelsen. En problemdiskussion. Ur Arkiv för studier i arbetarrörelsens historia 1987:34–35.

Lagerberg, C: Göteborg under 300 år. Jubileumsupplaga. Göteborg 1923.

Lundh, C & Gunnarsson, C: Arbetsmiljö, arbetarskydd och utvärderingsforskning. Ett historiskt perspektiv. Lund 1987.

Maskinmakt. Utgiven av Riksutställningar. Växjö 1985.

Rosenberg, N: Technical change, employment and investment. Theme A3 at the eighth International Economic History Congress. Budapest 1982. Department of Economic History. University of Lund 1982.

Skandinavisk tidskrift för textilindustrin.

Stern, B: Mechanical changes in the cotton-textile industry, 1910 to 1936. Ur Monthly labour review 1937:2.

Sveriges industri. Utgiven av Sveriges Industriförbund. Stockholm 1937.

Taylor, F W: Rationell arbetsledning. Uppsala 1913.

Textilarbetaren.

Under arbetets banér. Göteborg 1903.

Yrkesinspektionens verksamhet 1904. Stockholm 1905.

Technology and work in the Swedish textile industry, 1890–1935

Summary

The principal aim of the present article is to describe the change in the work process which took place in the period from the end of the 19th century up to the Second World War. During this period, the American ring spinner came into its own, successively replacing the previously employed spinning mules. The sole really important novelty introduced during the period was the automatic loom patented by Northrop in 1894. This had the advantage that the spools did not require to be changed manually. Instead, a magazine of spools was fixed to the side of the machine and an empty spool was automatically replaced by a full one. Also of major importance were those improvements which had been brought about by earlier equipment. More machines were linked together and the design and material were improved. The size of the beams was increased thus allowing for more material to be woven without interruption. Temperature conditions were also improved and enabled a more even production to be achieved without breakage of threads.

The technological development had several consequences for the workers. The ring spinner both spun the yarn and spooled it simultaneously and minding these machines called for no trained labour. The spinner's work tasks were confined to feeding, cleaning and minding the machine which worked by itself. The number of work tasks was consequently reduced, leaving those activities which required less skill on the part of the spinner. This was also true of the weavers whose main responsibilities now became changing spools and keeping the looms clean. The workers were to a greater degree than formerly governed by the speed of the machines and, in addition, spinners and weavers became more closely tied to their tasks since the fetching of raw materias for processing and the removal of the finished product were entrusted to other hands. For the spinners and weavers, technical development implied that many earlier tasks disappeared and only machine-minding remained. This did not, however, apply to all trade groups. Plant was improved in the dye houses and the bleacheries, yet the craft nature of work remained. Great demands were still placed upon the trade skills of loom fixers, although certain of their former work tasks were taken over by other hands. Thus the technical improvements brought several new job categories, among them those who helped the spinners to change the spools and others who did the gating, or transported raw materials and processed goods to the next stage in production. The assumption that development in the cotton industry was two-way process, with tendencies towards both disqualification and specialisation, would therefore seem to hold good.

Technical innovations were, however, only part of the means which the employers had at their disposal for increasing productivity. Influenced by Taylorism, the Scandinavian Textile Monthly provided its readers with various examples of how work performance could be improved. The tendency of workers to underproduce and their fondness of organising the work to suit themselves, were to be counteracted by economic incentives among other things. In this way, it was hoped to end the tacit agreement on work performance ceilings suspected to exist among employees, by making individual workers' daily earnings public. Another example was to relate, more closely than previously, workers' wages to their output, so as bring the workers' interest to conside with management's desire for increased production. Taylor's more far-reaching ideas for rationalisation, on the other hand, were not quickly accepted in the textile industry. By the middle of the 1930s, time and motion studies were employed at only a few of the largest enterprises in the industry.

Hjälpmedel för handikappade igår, idag och i framtiden

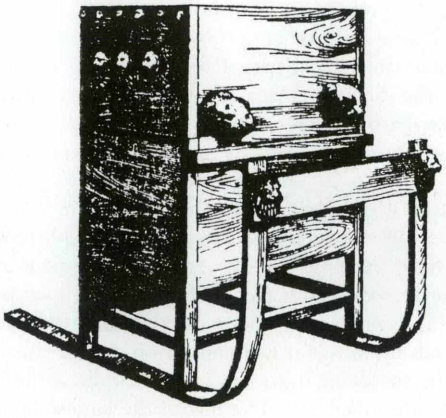
Av Eva Jacobsson

I alla tider har människor försökt kompensera sina funktionshinder med tekniska hjälpmedel. Krig och andra våldshandlingar, sjukdomar och olycksfall har alltid lämnat människor med handikapp i spåren.

Långt före upptäckten av hjulet fraktades rörelsehindrade personer på slädar av trä. Just fraktades, för det var först fyra–femtusen år senare som rullstolen blev en möjlighet till ett aktivt liv för brukaren.

Föregångaren till rullstolen fanns i Egypten redan 2 500 år före Kristus. Det var en släde som drogs på marken. Så fortsatte det i tusentals år och först på 1600-talet hittar vi de första kärrorna med hjul som brukaren själv kan förflytta. Nästan ytterligare fyrahundra år senare, idag, tillverkas i Sverige världens lättaste rullstol som väger drygt åtta kilo och är tillverkad av titan och krommolybden.

I Sverige har vi ett unikt försörjningssystem för hjälpmedel, som innebär att människor med funktionshinder erhåller hjälpmedel



1. Långt före upptäckten av hjulet behövdes fordon för att förflytta rörelsehindrade personer. Här är en "släde" från Egypten 2 500 år före Kristus. Illustration ur boken "Auf Kufen und Rädern" av Fritz Hörber.



2. Idag tillverkas i Sverige "världens lättaste rullstol". Den har ram av krommolybdenrör och fotbågar och drivringar av titan. Den väger totalt 8 408 gram.

kostnadsfritt. Det är således behoven som styr och inte den enskildes ekonomi. Bakom framgångarna med ett bra system och allt bättre hjälpmedel står välfärdspolitiken, den tekniska utvecklingen och en stark handikapprörelse.

Hjälpmedel är för många personer med funktionshinder helt avgörande för möjligheterna att leva ett oberoende och aktivt liv, i hemmet, i skolan eller på arbetet.

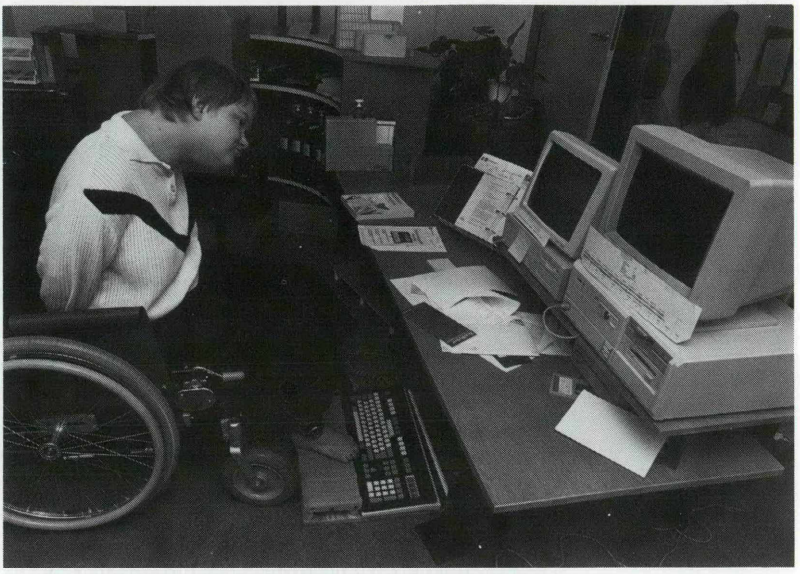
Anpassad arbetsplats med robot

I ett av Handikappinstitutets arbetsrum sitter Åse Rambrink. Hon är barfota och arbetar vid en dator. Åse har en universitetsutbildning på systemvetarlinjen och arbetar med bl a utbildning av nya datoranvändare på Handikappinstitutet. Hon är handledare och skriver handledarmaterial för olika program.

Åse har en CP-skada sedan födseln. Hon är rörelsehindrad och använder rullstol, hon är tal- och hörselskadad. Eftersom Åse inte kan använda sina händer, utnyttjar hon fötterna när hon tar ett papper, när hon skriver med penna eller när hon använder datorn.

Hade det varit för mindre än tio år sedan skulle Åses arbetsrum sett annorlunda ut. Då hade hon varit helt beroende av en annan person för att kunna sköta ett arbete. Och hade det varit ännu tidigare hade Åse med all säkerhet blivit förtidspensionerad och aldrig fått möjlighet till ett yrkesliv.

Åses arbetsplats är resultatet av ett samarbete mellan Handikappinstitutet, rehabiliteringskliniken i Skövde och Arbetsmark-



3. Åse Rambrinks rum på Handikappinstitutet är både en anpassad arbetsplats och en demonstrationsarbetsplats för besökare. Åse använder fötterna när hon arbetar vid datorn. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.

nadsstyrelsen. Målet var att med robotteknik anpassa en faktisk arbetsplats till en gravt rörelsehindrad person. Den praktiska försöksverksamheten inleddes 1990, finansierad av Arbetsmarknadsstyrelsen. Parallellt med Åses arbetsplats har en robot installerats på en industriarbetsplats vid Volvo Skövdeverken. Även på andra håll i landet pågår liknande projekt.

Det var under 80-talet som robottekniken för funktionshindrade blev allt mer intressant. Den robotanvändning som länge tillämpats i industrin kunde inte direkt överföras till rehabiliteringssammanhang. Industriellt är uppgifter, tempo och rörelseschema för roboten väldefinierade. För funktionshindrade personer är användningen av en robot oregelbunden, händelsestyrd och på ett helt annat sätt oförutsägbar. I gengäld kan kraven på snabbhet och precision oftast ställas lägre.

I Åses arbetsrum finns en ordbehandlare som är ansluten till en laserskrivare, som är gemensam för flera anställda. Tangentbordet till Åses ordbehandlare står på golvet i hennes rum och laserskrivaren som är placerad i ett annat rum har ett elmotordrivet stativ som höjer och sänker den mellan normal arbetshöjd och golvplanet.

I datorutrustningen ingår en skivspelare med CD-skivor som innehåller ett engelskt lexikon.



4. För att klara ett självständigt och kvalificerat arbete har Åse en robot i sitt arbetsrum. När Åse behöver en pärm i bokhyllan slår hon med foten ett kommando som styr roboten, och robotarmen utför arbetet. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.



5. Att slå i ett lexikon med fötterna är alldeles för tidsödande. Åse har sitt engelska lexikon på CD-skivor. Hon söker ordet med hjälp av datorn och avläser på skärmen. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.

Åses robot, en mekanisk arm med leder, motsvarar den mänskliga armen. Roboten klarar av att vara både vänster- och högerarm. Den har en motordriven gripklo som kan hantera pärmar och böcker som väger upp till två kilo.

Roboten styrs från tangentbordet som ger signaler till datorn. Datorn är programmerad så att roboten kan hämta eller ställa saker på t ex bokhyllan eller på golvet. De föremål som Åse vill flytta utrustas från början med speciella grepp som robotens gripklo tar tag i. När Åse behöver en pärm i sin bokhylla, slår hon med foten en kod på tangentbordet och sedan utför roboten uppdraget.

Fönstret i arbetsrummet har en motordriven öppnare. Reglaget till persiennerna har förlängts och försetts med extra knoppar. Att öppna och stänga fönstret och reglera persiennerna klarar Åse själv med fötterna. Men det är manövrer som hon lika gärna skulle kunna styra från datorns tangentbord.

Tack vare den här arbetsplatsanpassningen och alla tekniska hjälpmedel kan Åse klara ett kvalificerat arbete.

Hur det började

Om vi lämnar våra dagar och ser tillbaka, upptäcker vi de allra första tecknen på att omhänderta gravt handikappade personer i Sverige i början på 1800-talet. Då fick protokollsekreterare Per Aron Borg statsbidrag för vård av blinda och dövstumma barn. Han startade verksamheten vid Manilla i Stockholm.

I slutet av 1800-talet startade Eugeniahemmet sin verksamhet för fattiga, obotligt sjuka och vanföra barn. Tidigare skrevs de gravt handikappade barnen ut från sjukhusen som obotligt sjuka och lämnades sedan utan sysselsättning. Ett enda alternativ var fattigvården.



6. Åse har en egen persondator i sitt arbetsrum, men laserskrivaren delar hon med andra anställda. Den har ett motordrivet stativ som höjer och sänker skrivaren. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.



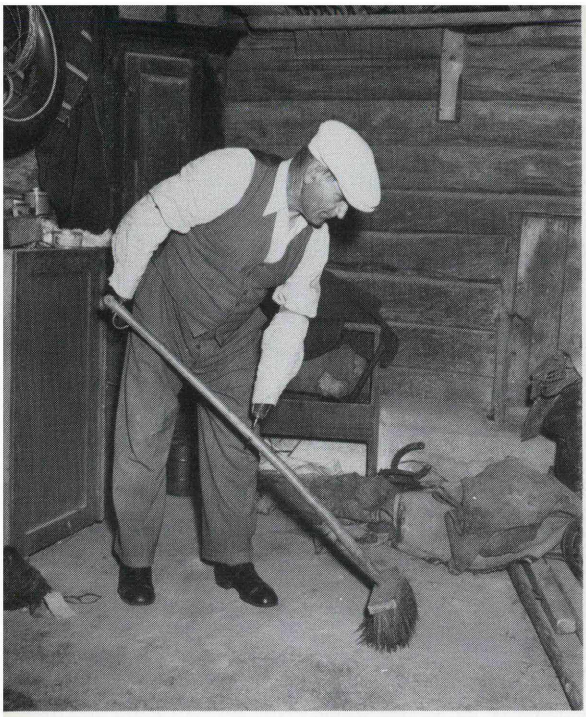
7. I början på 1900-talet byggdes de första s k vanföreanstalterna i Sverige. Innan dess var fattigvården det enda alternativet för gravt handikappade personer. Här är skomakarverkstaden vid en av de första anstalterna. Foto Handikappinstitutets bildarkiv.

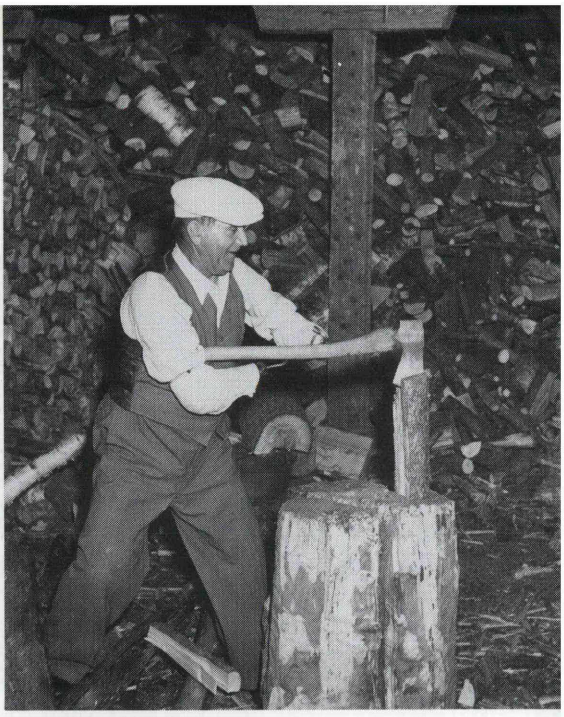
I slutet på 1800-talet bildades de första vanföreföreningarna. Deras främsta uppgifter var att tillhandahålla proteser och andra hjälpmedel. Det finns ingen, och har aldrig funnits någon, särskild lagstiftning som reglerar handikappade personers rättigheter till hjälpmedel. Från början vilade allt på privata initiativ och välgörenhet.

1911 bildades Svenska Vanföreanstalternas Centralkommitté, SVCK. Tekniska hjälpmedel kom att spegla en allt viktigare roll i SVCK:s verksamhet och 1948 tillsattes en teknisk kommitté för att utveckla nya hjälpmedel. 1951 bildades ett forskningsråd för bandage- och protesfrågor.

1965 bytte SVCK namn till SVCR, Svenska Centralkommittén för Rehabilitering. Målet var att "befrämja en rationellt organiserad rehabilitering". Förutom de tidigare medlemmarna, handikappförbunden, fick också Svenska Landstingsförbundet, Svenska Stadsförbundet och Kungl Maj:t representanter i styrelsen.

1968 bildades Handikappinstitutet med SVCR och staten som huvudmän. Det var nödvändigt med ett ökat engagemang från samhällets sida. 1978 ersatte Landstingsförbundet SVCR som huvudman och Handikappinstitutet blev samhällets centrala organ för hjälpmedelsfrågor med uppgift att bl a prova och utveckla nya hjälpmedel.





8, 9. Anton Andersson förlorade underarmen i unga år. De här bilderna är från 40-talet och kommentarerna lyder "Med sin energi och praktiska läggning gav han sig i kast med att sköta sina djur och bruka sin jord. Han använder i huvudsak de enkla krokarna samt vissa specialverktyg. Han är skeptisk mot den rörliga handprotesen, som han anser för ömtålig för hårt arbete." Foto Handikappinstitutets bildarkiv.

Kostnadsfria hjälpmedel

De ekonomiska villkoren för brukarna förändrades under den här tiden. 1915 lämnade landstingen för första gången viss ekonomisk ersättning till ortopedtekniska hjälpmedel. Från 1937 blev det statens uppgift. I slutet av 40-talet utvidgades bidraget till att gälla hörapparater. Först 1960 gällde bidraget motordrivna invalidvagnar och rullstolar, några år senare ersattes kostnaderna för ADL-hjälpmedel och så småningom utvidgades bidraget till att gälla allt fler hjälpmedel. Idag är, i stort sett, alla hjälpmedel kostnadsfria för brukaren.

Från trä och stål till silikon och kolfiber

De ortopediska kliniker och verkstäder som drevs av vanföreanstalterna togs över av landstingen. 1992 finns det minst en ortopedteknisk avdelning i varje landsting, ibland flera. De ansvarar för att proteser, stödbandage, ortopediska skor tillverkas och tillhandahålles efter ordination av läkare. Nu drivs de ortopediska avdelningarna i några landsting av hälso- och sjukvårdshuvudmän och på andra håll av privata företag.

I Sverige importeras 99 procent av det material som används inom det ortopedtekniska området. Det finns några få svenska



10. När en svensk treåring fick muskelstyrd protes för ungefär tjugo år sedan var det en världssensation. Ingen trodde att ett så litet barn skulle kunna lära sig att använda protesen. Idag är det en självklarhet. På bilden tränar en pojke med myoelektrisk protes att knyta skorna. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.

företag i branschen, men de största finns i Tyskland och i USA, där också stor del av forskningen bedrivs.

Från början tillverkades proteserna av stål och trä och så småningom kom lättmetall. Idag handlar det också om delvis helt nya material: kolfiber, plast, glasfiber. Istället för traditionell snörning används nu kardborreknäppning, i stället för trä som hylsmaterial används ibland silikon, i stället för läder används neoprengummi och knäleder som tidigare tillverkades av stål görs nu allt oftare av titan eller kolfiber. Proteserna och stödbandagen väger betydligt mindre nu än tidigare, samtidigt som kraven på hållbarhet är minst lika stora som förr.

Inte bara nya material, utan också nya metoder har förbättrat de ortopedtekniska hjälpmedlen. På senare år har Cad-Cam-metoden börjat användas i stället för traditionella metoder med gipsavgjutningsmodell och hylstillverkning. Det är en metod som används mest vid tillverkning av ortopediska skor och proteshylsor, men det kommer att bli möjligt att använda samma metod vid tillverkning av korsetter i framtiden.

Med Cad-Cam-metoden ser ortopedingenjören avläsningen av den aktuella kroppsdelen på en datorskärm. Ortopedingenjören modellerar hjälpmedlet på skärmen och efter hans ritning är det



11. På 40-talet förbättrades proteserna för de nedre extremiteterna. Nya metoder och nya material började användas. Till vänster en lättmetallprotes. Foto Handikappinstitutets bildarkiv.

dags att fräsa formen. En stor fördel är att allt som görs registreras på diskett. Det innebär att det är enkelt att korrigera ett hjälpmedel och lagringen av skrymmande gipsavgjutningar försvinner.

Från rullbräda till datorstyrd rullstol

Sedan årtusenden tillbaka har rörelsehindrade personer släpats runt på slädar och vagnar. På 1600-talet började de första rullstolarna att användas. De första liknade mest en enkel bräda med hjul. Ett vanligt sätt att förflytta sig var att staka sig fram med händerna eller med spakar av trä. Så småningom kom konstruktioner där användaren "pumpar" sig fram.

Utvecklingen gick långsamt. Först på 1800-talet började tillverkningen av så kallade sjukstolar. Det var i stort sett vanliga stolar försedda med hjul, två stora fram och två små bak.

I nästan hundra år såg rullstolarna ut på det här sättet. På Handikappinstitutet står en vacker rottingstol som är ungefär hundra år gammal. Den är ofta fotograferad och påminner mycket om de höga rottingstolar som fortfarande används på stränderna i vissa länder. Den påminner däremot väldigt lite om dagens rullstol där



12. En ny metod vid tillverkningen av korsetter är ATC-metoden. Med s k matrixkulor byggs ett nät kring kroppen. En gipsavgjutning görs på traditionellt sätt, men med nätet på. Efter gipsavgjutningen görs en kolfiberform som skärs ut så att det hårda materialet enbart stöder där det behövs. Korsetten kläs med tyg. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.

brukaren är huvudpersonen och använder rullstolen som förflyttningshjälpmedel.

1930 tillverkades den första hopfällbara rullstolen i USA. För

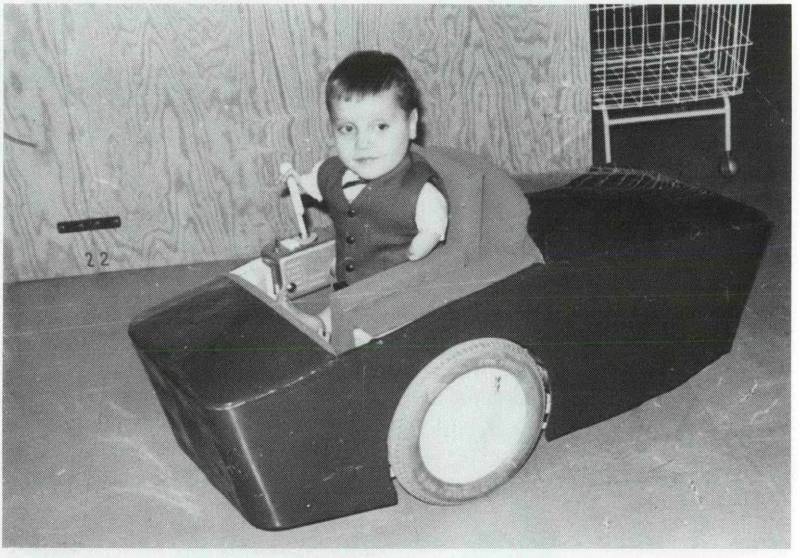


13. Rullstol från 1890. Sitsen är gjord i flätad rotting och hjulen av genomgjutna gummidäck. En vacker rullstol, men knappast funktionell. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.

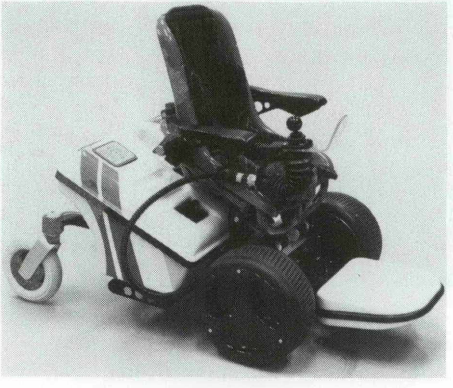
första gången i historien såg rullstolen inte ut som en fåtölj på hjul.

Nästa stora framsteg gjordes på 40-talet, då drivringar sattes på rullstolen. Användaren kunde lättare förflytta sig själv! Vid den här tiden började handikappidrotten utvecklas och kraven på rullstolarna blev allt hårdare från användarna själva.

Neurosedynkatastrofen på 60-talet ställde medicinska och tekniska experter inför många och komplicerade problem. SVCK, Handikappinstitutets föregångare, tillverkade flera förflyttningshjälpmedel i samarbete med Eugeniahemmet, där många av neu-



14. "Bilen" var ett av de hjälpmedel som tillverkades för de neurosedynskadade barnen. Bilen var eldriven och hade en styranordning som barn med förkortade armar klarade av. Bilen tillverkades 1964. Foto Handikappinstitutets bildarkiv.



15. De eldrivna rullstolarna har förändrats och är inte längre förkrympta vuxenstolar. Den här rullstolen är en av nyheterna för barn mellan fyra och sju år. Foto Handikappinstitutets bildarkiv.

rosedynbarnen bodde. Bl a konstruerades en eldriven "bil" med styranordning som barn med förkortade armar kunde köra.

Idag kan ett mycket litet barn köra omkring i en eldriven go-kart eller eldriven rullstol. Det finns olika modeller som klarar utomhusbruk och som har köregenskaper som lämpar sig för lek och aktivering av barn. Att köra en glänsande go-kart i stället för en traditionell rullstol kan stärka självförtroendet hos barnet och medverka till sociala kontakter utanför den egna handikappgruppen.



16. Detta är den första serietillverkade Permobilen. Projektet startade 1964 och fyra år senare fanns en helt unik eldriven utomhusrullstol som kostnadsfritt hjälpmedel. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.

En unik svensk elrullstol

1964 startades Permobil-projektet. Resultatet blev en helt unik eldriven rullstol för utomhusbruk. Rullstolen vann Grand prix på internationella uppfinnarmässan i Bryssel och blev en världssuccé.

Aldrig tidigare hade det funnits ett så dyrt hjälpmedel. Diskussionens vågor gick höga: Skulle eller skulle inte Permobilen bli ett kostnadsfritt hjälpmedel?

1968 hamnade Permobilen på förteckningen över kostnadsfria hjälpmedel. Idag finns den i en mängd olika utföranden. Den kan styras med fötterna, hakan eller med sug- och blåsaggregat. Många användare har en kommunikationslänk, en infraröd sändare i stolens panel. Kommandon kan sändas till mottagare för att öppna dörrar, manövrera hissar, lampor, portlås och annat.

1966 fick konstnären Sune Fick en av de allra första rullstolarna med sug- och blåsaggregat. Konstruktionen utfördes vid det elektrotekniska laboratorium som SVCK inrättat tillsammans med De Blindas Förening och Hörselfrämjandets Riksförbund. Styrningen skedde genom andningsluftens svaga, respektive starka, sug- och blåsimpulser. Impulserna påverkade via ett membran en mekanism som slöt strömmen till stolens motorer. Tack vare den här rullstolen kunde Sune Fick för första gången i sitt liv förflytta sig helt utan hjälp.

Många av SVCK:s och sedermera Handikappinstitutets konstruktioner och hjälpmedel var de första i sitt slag. Den höj- och sänkbara rullstolen väckte sensation när den kom i serieproduktion 1967.



17. Den höj- och sänkbara rullstolen blev också en succé när den började serietillverkas 1967. Rullstolen användes och utvecklades senare vid en arbetsplatsanpassning på Tekniska Museet. En rörelsehindrad anställd vid museet kunde tack vare stolen nå upp till de högsta hyllorna. Foto Handikappinstitutets bildarkiv.

Bra och säkra hjälpmedel

1974 byggde Handikappinstitutet en egen testbana för manuella rullstolar. Innan den blev klar var det Möbelinstitutet som skötte provningen. Att en rullstol var en rullstol var fortfarande inte självklart, i mångas ögon var den fortfarande mer en fåtölj än ett förflyttningshjälpmedel.

Handikappinstitutets krav på tekniska hjälpmedel är mycket hårda. Målet med provningen är att de hjälpmedel som förs upp på Förteckningen över bra hjälpmedel skall vara säkra och ha tekniskt och funktionellt hög kvalitet.

På mitten av 80-talet började en ny typ av manuella rullstolar tillverkas i Sverige. De kallas allmänt för "aktiv-stolarna", och utmärker sig genom mycket låg vikt, nya material och framför allt genom förbättrade köregenskaper.

De flesta av dagens rullstolar kan fås i flera sitthöjder, sittbredder mm. Flera typer tillverkas med olika chassin eller kan lätt byggas om med standardiseringskomponenter. De kan också förses med olika tillbehör för att tillgodose användarens behov.

Nöden är uppfinningarnas moder. Handikappade personer och deras anhöriga har alltid själva konstruerat och kommit med förslag på nya hjälpmedel. Tävlingar om hjälpmedel för handikappade förekommer fortfarande.

Idag konstrueras några av marknadens mest populära rullstolar av personer som själva är rörelsehindrade. De har utgått ifrån sina egna behov och konstruerat rullstolar som många fler har glädje och användning av.



18. Många rörelsehindrade personer saknar möjligheten att ta sig ut i skog och mark. Utveckling av hjälpmedel för detta ändamål pågår och f n finns det två olika svenska modeller som finns i prototyp, och här är den ena som klarar av att köra över stock och sten. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.

Permobilen var den allra första eldrivna utomhusrullstolen. Den var en revolution på sin tid. På senare år har det kommit flera prototyper som kan rulla över stock och sten. Tack vare produktionsstöd från Handikappinstitutet har två olika terränggående rullstolar utvecklats. De här rullstolarna ser inte ut som traditionella rullstolar, de är små fordon som en rörelsehindrad person kan köra i skog och mark.

Handikappinstitutet har deltagit i flera försök med att lära förståndshandikappade personer att köra eldriven rullstol.

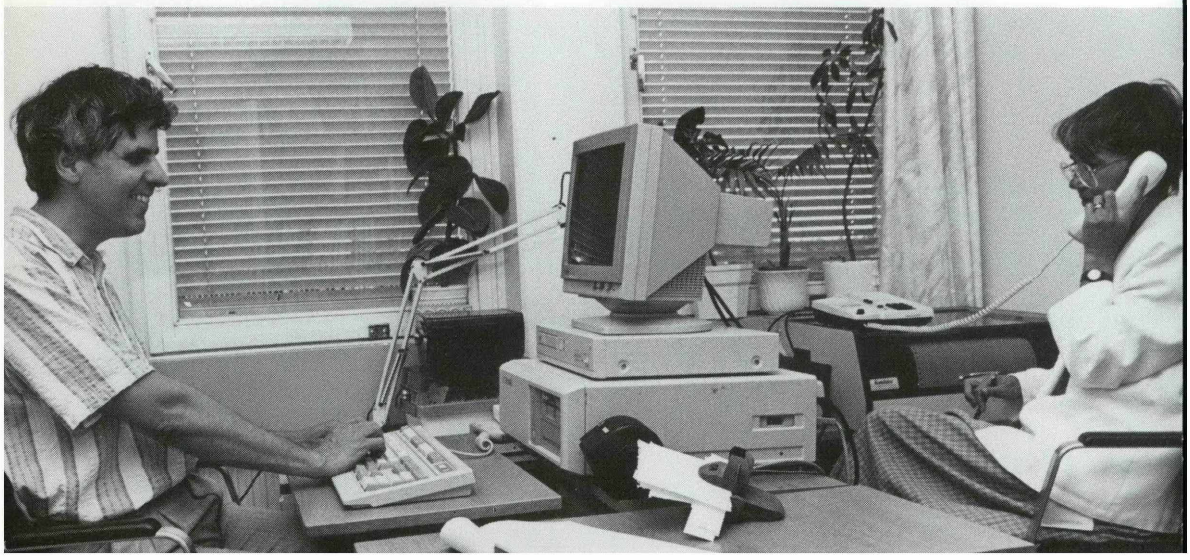
En lösning är ett automatiskt slingstyrningssystem. Slingan består av en kabel som är fasttejpad på golvet. Kabeln är kopplad till en sändare som skickar ut signaler i slingan. På rullstolen sitter en liten antenn som tar emot signalerna. Det är de här signalerna som används för att styra rullstolen längs slingan.

En ny generation hjälpmedel

1946 kom världens första dator i USA. Den var trettio meter lång och vägde trettio ton. Allt den datorn kunde utföra och mer därtill ryms idag på ett chip som får plats på en fingertopp. Det är framför allt utvecklingen inom mikroelektroniken som har gjort datorerna kraftfullare.

För flera handikappgrupper har datortekniken inneburit en dramatisk förbättring av livsvillkoren. I början på 80-talet började personer med funktionshinder att använda datorutrustning i sitt arbete. Med stöd från AMI-S fick några synskadade personer datoriserade arbetsplatser.

19. Stig Becker, som är blind, använder dator i sitt arbete på Handikappinstitutet. Med skärmavläsningsprogram och talsyntes (eller punktskriftsdisplay) kan han "läsa" det som visas på skärmen. Med en läsmaskin kan han få tryckt eller maskinskriven text uppläst med syntetiskt tal. Han kan också välja att lagra texten i datorn för senare läsning och ev bearbetning. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.





20. Anders leker med ett färgläggningsprogram som fungerar som en målarbok. Datorn har en s k pekskärm. Anders kan rita direkt på skärmen. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.

Ett vanlig problem är att blinda och seende inte kan läsa varandras tecken, eftersom de skriver punktskrift respektive svartskrift. Många blinda använder vanlig skrivmaskin när de skriver till seende men kan då inte kontrolläsa sin egen text. Använder de punktskrift kan de seende inte läsa deras meddelanden.

Skriver man på dator blir det skrivna tillgängligt både för synskadade och för seende. Med lämplig kringutrustning kan all textbaserad information från persondatorer och terminaler göras tillgänglig på punktskrift, syntetiskt tal eller svartskrift.

För att skynda på utvecklingen av datoriserade arbetsplatser fick AMS ett regeringsuppdrag, det s k TUFFA-projektet, 1985. Målet med projektet, Teknikupphandling för funktionshindrade, var att inventera behovet, utforma kravspecifikationer för utrustning och att utveckla, upphandla och prova utrustningen.

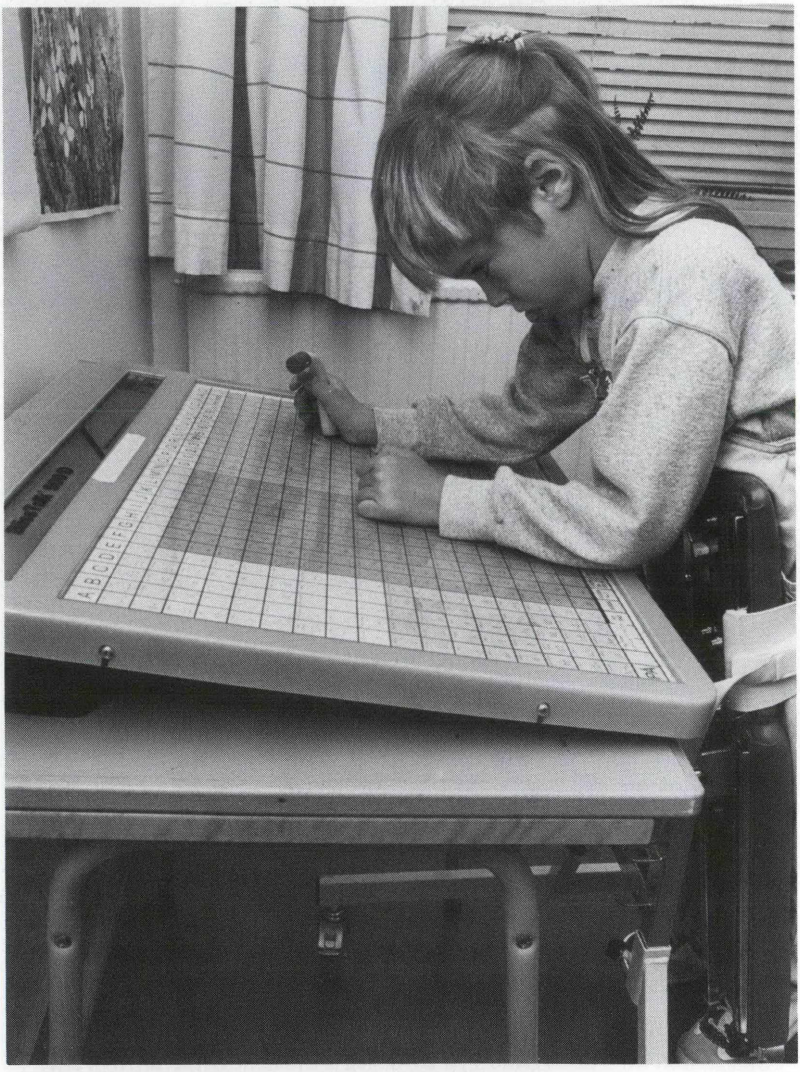
TUFFA-projektet skall leda fram till 2 000 nya arbetsplatser. Idag har ungefär en fjärdedel levererats, en av dem är Åses arbetsplats som redan beskrivits. De flesta arbetsplatserna är för synskadade personer, men några är för döva och för intellektuellt arbetshandikappade. Av de resterande arbetsplatserna kommer de flesta att vara ämnade för rörelsehindrade.

1988 startade Handikappinstitutet, på regeringens uppdrag, ett treårigt projekt, REDAH-projektet. REDAH står för Regionala center för datorbaserade hjälpmedel för handikappade. Syftet med

projektet var att sprida och utveckla arbetet med datorbaserade hjälpmedel, så att fler människor med funktionshinder skulle få tillgång till sådana hjälpmedel. Dessa center har framförallt kommit att arbeta med datorbaserade hjälpmedel i skolan, som har blivit ett prioriterat område när det gäller datorer som hjälpmedel.

Idag har försöksverksamheten omvandlats till permanenta centra på åtta olika ställen i landet.

De flesta utrustningar som ordinerats till handikappade perso-



21. Flickan arbetar med ett talande blissbord. Med magnetstaven trycker hon på ruta för ruta, ord för ord. När hon är klar säger den inbyggda talsyntesen hela meningen grammatiskt korrekt. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.



22. André Alm styr datorn från sin rullstol. Han har en huvudmus och sug- och blåskontakter. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.

ner har varit läs- och skrivhjälpmedel. Den allra vanligaste utrustningen är en persondator med färgskärm, tangentbord, mus och skrivare i kombination med ett ordbehandlingsprogram.

Spastiska personer får oftast ett vanligt tangentbord med överlägg, som hindrar användaren att komma åt flera tangenter samtidigt.

Synskadade personer, men också förståndshandikappade och personer utan tal, har ordbehandlingsprogram som kompletteras med en talsyntes. Gravt synskadade får också en punktskriftsdisplay, en platta med hål som bildar punktskrift. Genom att känna av punktskriften kan brukaren läsa det som står på bildskärmen.

För talskadade personer har så kallade närkommunikationshjälpmedel blivit allt vanligare. Det kan vara ett tangentbord med ord eller fraser, inspelade som digitalt eller syntetiskt tal.

Den typiske brukaren, som kommer till ett dataresurscenter, är en man under 21 år. Han har oftast ett svårt rörelsehinder kom-

binerat med talsvårigheter. Han behöver ett hjälpmedel att använda i skolan.

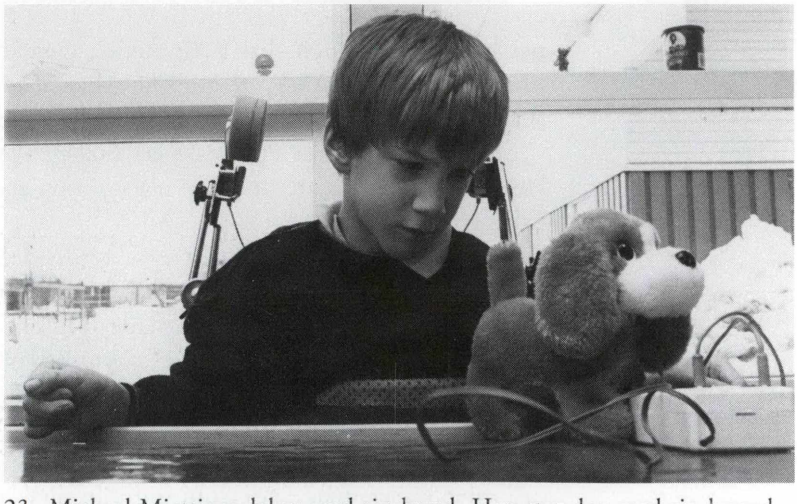
Ett exempel på brukare som haft stor glädje av den nya tekniken är André Alm, som motsvarar den här beskrivningen ganska bra. Som barn fick han ett brott på ryggraden. Armar och ben förlamades helt och André kan bara röra på huvudet. Han har inga problem med att tala.

André har en eldriven rullstol som manövreras med sug- och blåskontakt. Med den kan han förflytta sig självständigt.

Redan på högstadiet utvecklade André förmågan att styra och använda en dator. Med sug- och blåskontakten och en "huvudmus", en sändare med ultraljud fastsatt på huvudet, kan han skriva, räkna, söka i och läsa visst material. Han kan också göra komplicerade konstruktionsritningar med hjälp av datorn.

André har gått datorteknisk linje på en teknisk högskola och är anställd av ett dataföretag.

1992 startade Handikappinstitutet ett nytt tre-årigt datatekprojekt. Det riktar sig till barn och ungdomar med speciella behov. På åtta olika ställen i landet utvecklas datatek, ett bibliotek med datorprogram i stället för böcker. En del datatek har enstaka datorutrustningar för korttidslån, alla har böcker och tidskrifter inom området och programvara för utlåning. Konsulter på datateken hjälper barn, föräldrar, lärare och habiliteringspersonal med val av datorer och program. Datatek är ett sätt att göra lek möjlig, rolig och utvecklande på den nivå barnet befinner sig.



23. Michael Miettinen leker med sin hund. Han styr den med sin huvudkontakt. Med den kan han också styra olika funktioner på en dator. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.

1989 och 1990 anslog samhället cirka 25 miljoner kronor till forskning och utveckling, utredning, kunskapsuppbyggnad m m inom området informationsteknologi och handikapp. Det är mer än en flerdubbling jämfört med de närmaste föregående åren. Merparten av pengarna har gått till försöksverksamhet.

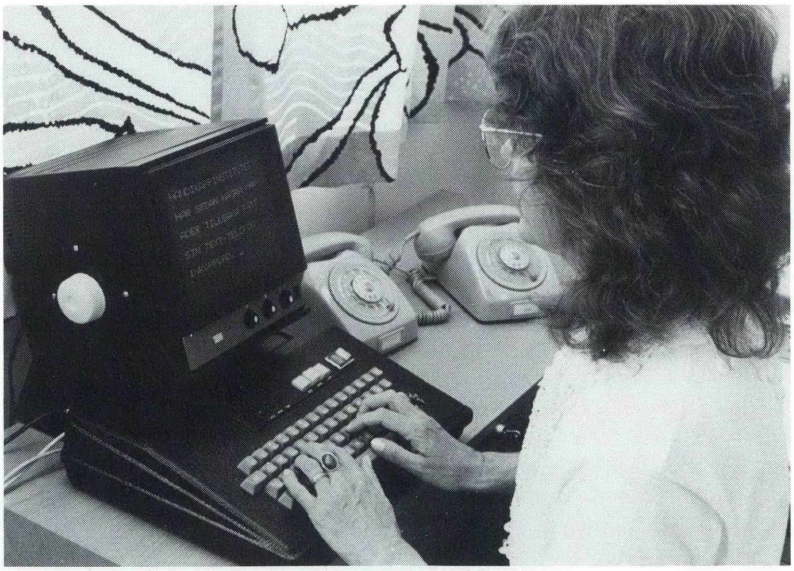
Det står klart att det är datorerna och telekommunikationerna som erbjuder stora möjligheter att med teknikens hjälp skapa ett bättre liv för funktionshindrade människor.

För några tiotal år sedan var det inte möjligt att tänka sig att en döv person skulle kunna ringa sina telefonsamtal själv eller att en dövblind person skulle kunna kommunicera med hjälp av en databas.

1972 fanns i Sverige en prototyp på en "telefon för döva". Institutionen för talöverföring vid Tekniska högskolan i Stockholm hade utvecklat idén på initiativ av Handikappinstitutet.

Under några år på 70-talet provades systemet med texttelefoner och 1979 blev texttelefonen godkänd som kostnadsfritt hjälpmedel för döva, gravt hörselskadade, dövblinda och talskadade. Dövblinda personer kan läsa texten på en speciell läsrad genom små stift som återger punktskriftstecknen eller få den utskriven på papper med punktskrift.

De första texttelefonerna var mycket enkla, en bildskärm och ett



24. Texttelefonen – en vanlig telefon med en bildskärm. Det skrivna meddelandet kommer upp på skärmen. Den första prototypen gjordes 1972. 1979 blev telefonen ett kostnadsfritt hjälpmedel. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.



25. Den bärbara texttelefonen kan kopplas till moderna mynttelefoner. Den första batteridrivna bärbara texttelefonen kom 1987. Direktkommunikation med texttelefon är möjlig endast med en mottagare som också har texttelefon eller persondator med kommunikationsprogram och modem. Vill man ringa en person med vanlig telefon får man anlita televerkets förmedlingstjänst som är öppen dygnet runt. Där förmedlas tal till text och text till tal genom personlig service. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.

tangentbord med inbyggt modem, utan minne eller andra finesser.

1987 kom den första bärbara texttelefonen som kan användas i en vanlig telefonkiosk. Den bärbara texttelefonen är batteridriven och kan användas för kommunikation via telenätet med texttelefoner, datorer och knappsatstelefoner.

Den andra generationen texttelefoner kan lagra och sända med-

delanden som skrivits in i förväg. Telefonsvararfunktion finns, där meddelanden kan lämnas när telefonen är obemannad.

En vanlig persondator med kommunikationsprogram och modem kan också fungera som en texttelefon.

Hjälpmedel för det dagliga livet

Många nödvändiga och viktiga hjälpmedel är inte särskilt tekniskt avancerade. För personer med funktionshinder är fungerande vardagshjälpmedel, ADL, av största vikt.

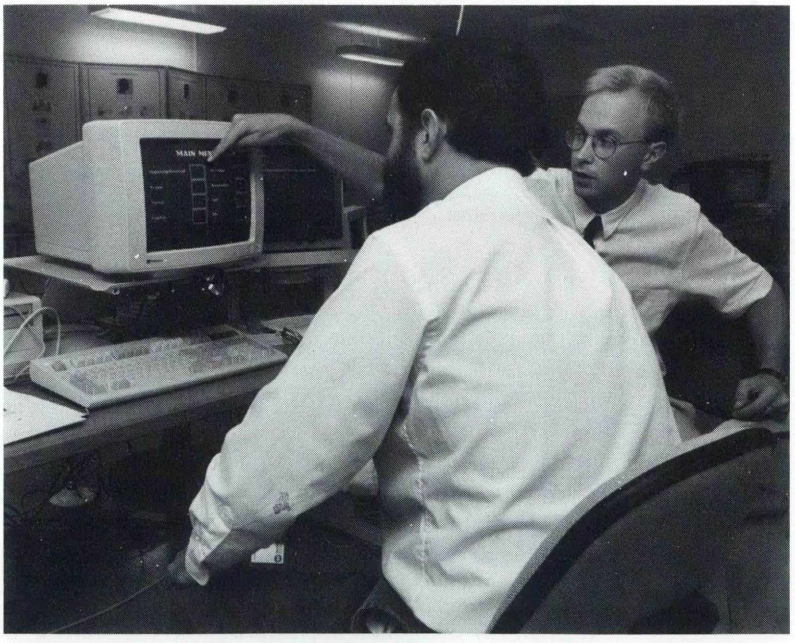
Redan på 50-talet tog SVCK och intresserade kvinnoorganisationer initiativ till särskilda satsningar på den handikappade husmoderns arbetsplats. "Miljontals kronor satsas av näringslivet på forskning som rör industrins arbetsplatser. Kring husmödrarnas arbetsplatser i hemmet handlar det om mycket blygsamma summor", sades det.

1973 drev Handikappinstitutet ett projekt som hette Handtag/Grepp. Det resulterade bland annat i en kökskniv som är gjord särskilt för personer med nedsatt kraft och rörelse i arm och hand.

Kniven väckte stor uppmärksamhet. För första gången fanns ett kostnadsfritt hjälpmedel också till salu i öppna handeln.



26. Bilden visar en kniv som gjorts speciellt för personer med nedsatt kraft och rörelse i arm och hand. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.



27. Kan man bara röra ögonen kan man också skriva, tända lampor och sköta bokföringen. Eyegaze är ett nytt ögonstyrningssystem, tillverkat i USA. Nu skall det översättas för svenskt bruk. Handikappinstitutet och TeleNova har köpt utrustningen som styrs med blicken. Foto Nestor Peixoto Noya, Handikappinstitutet.

Framtidens hjälpmedel

Under de drygt 20 år som Handikappinstitutet funnits har en mycket kraftig utveckling ägt rum inom handikapphjälpmedelsområdet, både kvantitativt och kvalitativt. Importen har minskat och exporten av svenska hjälpmedel har ökat. Handikapphjälpmedel är ett av de teknikområden som har högst antal lyckade projekt och därmed återbetalningsgrad.

Fortfarande återstår många behov hos handikappade personer. Samhällets och teknikens utveckling skapar nya behov men öppnar också helt nya möjligheter att tillgodose dem. Det finns en bred uppslutning i samhället om nödvändigheten av att ge personer med funktionsnedsättningar ett aktivare och självständigare liv. Teknik och tekniska hjälpmedel kommer att spela en mycket viktig roll i framtiden.

Med dator och telekommunikationer kommer vissa handikappgrupper att få helt andra livsvillkor. Exempel på detta är läsapparater för blinda och bildkommunikation för döva. En länge eftersatt grupp är utvecklingsstörda som kommer att få helt nya typer av hjälpmedel för att träna, stödja och kompensera olika begåvningsfunktioner.

Flera av de mest angelägna behovsgrupperna är små. Och de hjälpmedel som krävs kan vara så komplicerade att det kommersiella intresset att få fram dem är ringa.

Det kommer att behövas välorganiserade insatser från samhällets sida om de tekniska möjligheterna som finns ska kunna tas till vara på bästa sätt. Vi är bara i början av en mycket spännande utveckling.

Litteratur

Krister Holmgren och Karl Montan: Ortopedteknikens utveckling i Sverige 1911–1981. 70 år i rehabiliteringens tjänst.
Svenska Centralkommittén för Rehabilitering. 1981.
Handikappinstitutet: Forskning Utveckling Hjälpmedel. 1988
Handikappinstitutet: Leva med dator. 1990
Handikappinstitutet: Leva med ortos eller protes. (I samarbete med RTP och ABF), ABF 1991.
Peter Lorentzon: Välja nya vägar. Datorteknik och handikapp. 1990.
Medizinisch-ortopädische Technik. 5/89. Genter Verlag Stuttgart.
Ingrid Wikholm: Vision – Verklighet. Handikappinstitutet 1968–1988. Stockholm 1988.

Summary

In every age, human beings have tried to compensate for their functional disabilities with the help of technical aids. This applies to the physically disabled, the visually handicapped and those with hearing or speech disabilities. Among the groups whose needs for aids have received attention only more recently are mentally handicapped, persons with severe reading and writing disabilities (dyslexia) and various groups with medical handicaps.

In Sweden, thanks to its Welfare System, technical development and a strong movement agitating on behalf of disabled people, there are unique provisions for technical aids which means that a person with a functional disability can obtain aid cost-free. It is the need which is the determing factor and not the individual's financial position.

The first associations for the disabled which were formed at the end of the nineteenth century were principally concerned with the supply of aids.

In 1911 the Swedish National Society for Homes for the Disabled (SVCK) was formed. Its work was largely concerned with aids.

In 1965, SVCK changed its name to the Swedish National Society for Rehabilitation (SVCR). Its aim was a rationally organized system of rehabilitation.

In 1968, The Swedish Handicap Institute (Handikappinstitutet) was established with SVCR and the State as principals.

In 1978, the Institute became the central social organ for questions concerning technical aids and the Federation of County Councils replaced SVCR as principal with responsibility for testing and developing new technical aids.

Technical aids have with time continuously improved. New material has replaced old. Today, for example, carbon fibre, plastic, glass fibre and titanium are increasingly used. New methods such as CAD-CAM facilitate the design and production of artificial limbs and medical corsets.

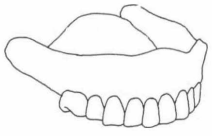
In the early 1980s, computers began to be used as an aid by people with functional disabilities. Computers and telecommunications have entailed dramatic improvements in living conditions for certain disabled groups. Today a deaf person can use the telephone and a visual handicapped person has access to an ordinary text via a reading apparatus. The deaf and blind can communicate with the help of a computer and find out the latest news via Text-Television. Development in recent years has also meant that aids have taken on a more modern design.

The possibilities for new technology in the service of the disabled will constitute an important and exciting area of development both in Sweden and in other countries for the rest of the century. The Swedish Handicap Institute has carried out many new technical projects. In 1991 it was given the task of carrying out the project "A life of independence via new technology" which aims at developing the use of computer technology in the homes of the deaf and blind, the blind and the severely physically disabled. Within the terms of the project, new technology as an attainment support for mentally retarded adults at home and at day centre will be tested. The project will be carried out in close cooperation with the users and their organizations. Today we are only at the beginning of a very exciting development which hopefully will provide functionally disabled persons with a better life.

Holografi – fotografi med många dimensioner

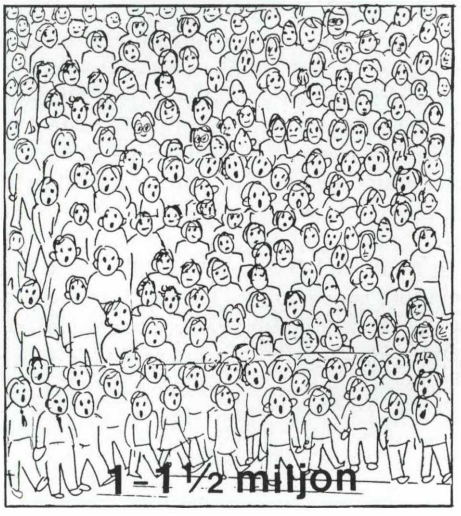
Från protes med problem till produkt för industriellt bruk

Av Ingegerd Dirtoft

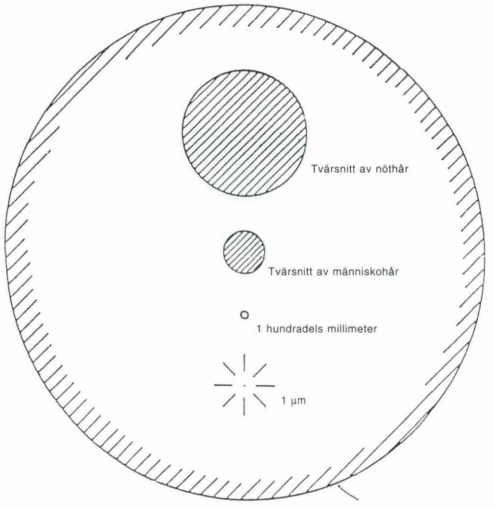


Proteser dvs lösständer, som var lösare och satt sämre än vad jag och mina lärarkollegor på tandläkarhögskolan någonsin hade upplevt, var orsaken till att jag halkade in på den tekniska banan. Att vi inte längre enbart kunde skylla på patienterna (se fig 1) blev uppenbart, när samtliga proteser glappade så mycket att vi blev tvungna att försöka ta reda på vad orsaken var. Att det visade sig vara en kombination av ett nytt material och framställningssätt gjorde mig nyfiken på hur en protes egentligen bar sig åt i munnen på en människa.

För att skaffa mig ett svar kontaktade jag KTH (Kungliga Tekniska Högskolan). Att detta skulle innebära att mitt liv skulle få en helt annan inriktning anade jag inte då. Att det var bör-



1. 1–1½ miljon svenskar har protes. Källa: I Dirtoft Holography—A New Method for Deformation Analysis of Upper Complete Dentures. Almqvist & Wiksell International, Stockholm 1985.

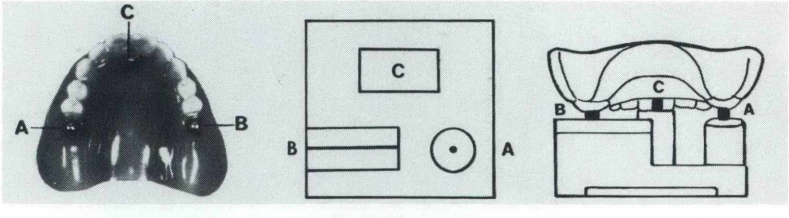


2. Vad är 1 µm?

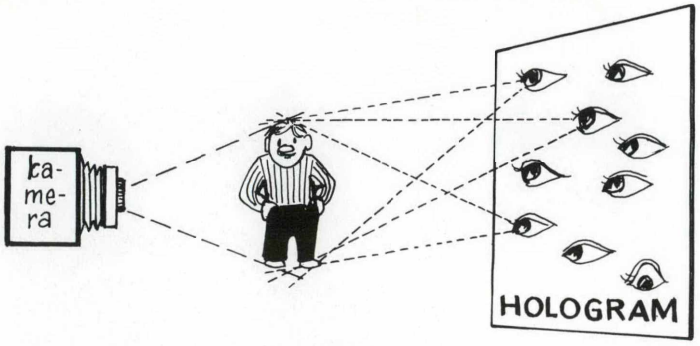


jan på en färd, som jag ännu inte vet var den skall sluta var också okänt. Det var tur att jag inte hade en aning om hur det är att vandra på tidigare helt outforskade stigar, för då hade jag inte vågat gå en enda my (fig 2).

My = µ var tuvan, som höll på att bli ett oöverstigligt hinder på en gång. För mig var det ett mått, som var jämförbart med meter eller millimeter. Jag förstod inte vilka enorma krav jag hade, när jag ville konstruera en fixtur till proteserna där de skulle kunna återplaceras på 0,3 µ när. En underbar gammal instrumentmakare blev den som verkligen fick mig att förstå och respektera vad en µ innebär. Fixturen (se fig 3) har idag efter åtskilliga omkonstruktioner blivit patenterad och passar idag för produkter av allehanda storlekar, former och material. Man kan återplacera produkter med en noggrannhet av ± 0,3 µm, en annan stor fördel är att produkten inte spänns fast. Det gör den speciellt lämplig för t ex plastprodukter, som ofta har en komplicerad form som dessutom förändras med tiden.



3. a) Protes med kulor (A, B, C); b) fixtur (A = grop, B = ränna, C = plan); c) protes på fixtur i vy A–B. Källa se fig 1.



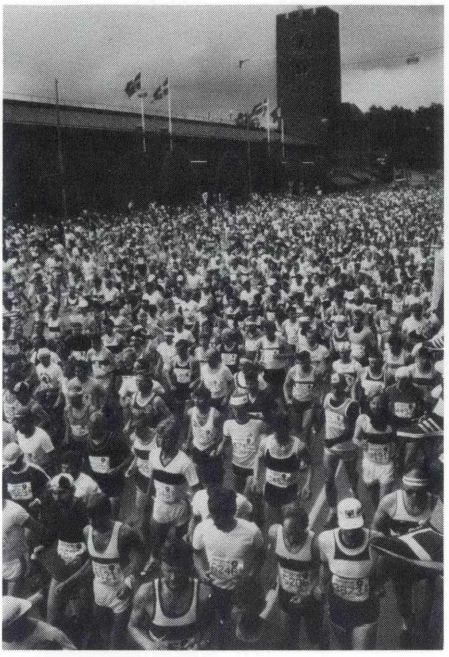
4. Jämförelse mellan kamera och hologram.

Holografi och laserljus

Holografi, som var den mätmetod jag började använda var en ny utmaning för mig. Ordet kommer från grekiskans holos, som betyder hel och grafein, som betyder skriva, teckna. Det är en mycket bra beskrivning för det s k hologrammet representerar helheten. Att jämföra med ett fotografi faller sig ganska naturligt, men att förstå varför bilderna blir 3-D var inte lika lätt. Att den vanliga kameran ser (= avbildar) gubben från en punkt (linsen) framgår av fig 4. I hologrammet tjänstgör varje enstaka punkt (silverkorn), som en lins, kamera eller öga. Man kan faktiskt säga att hologrammet har "tusen" ögon. Varje öga har dessutom sett gubben från sitt håll, och det gör att bilden blir äkta 3-D för vi tit-



5. Analogi laserljus.

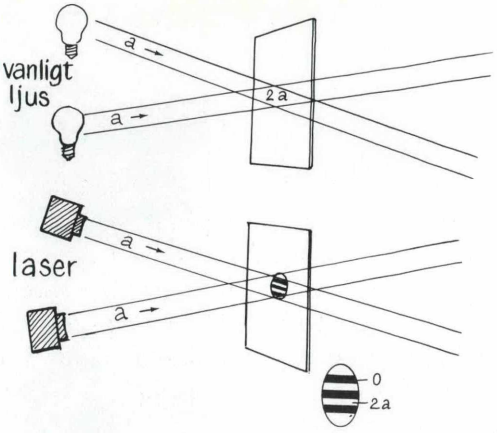


6. Analogi "vanligt" ljus.

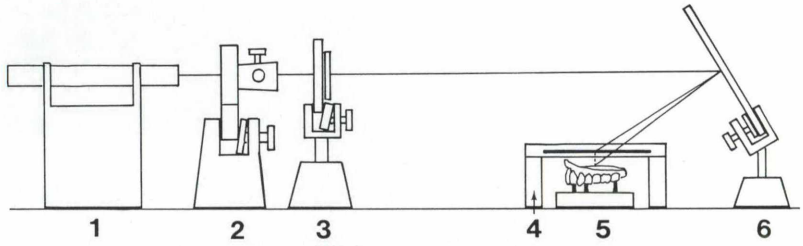
tar ju genom åtskilliga punkter. För att åstadkomma ett hologram behövs laserljus. Laserljuset är ett mycket "välorganiserat" ljus, som är parallellt, enfärgat, koherent (i takt i tid och rum) och intensivt. En bra analogi syns i fig 5, där soldaterna marscherar i takt i parallella rader klädda i enfärgade uniformer. Att det "vita" ljusets beteende snarare överensstämmer med maratonlöparnas i fig 6 visar dess sammansatta natur. Här är inte någon gemensam takt, parallellitet eller enhetlig färg och intensiteten varierar i allra högsta grad. En annan mycket betydelsefull jämförelse är om man tänder en lampa till så vet vi att det blir ljusare. Om däremot laserljus får sammanfalla så kan det komma helt ur fas och därmed utsläckas (se fig 7) s k interferenslinjer uppkommer. Det är den principen man utnyttjar, när man mäter med hjälp av holografi.

Interferens

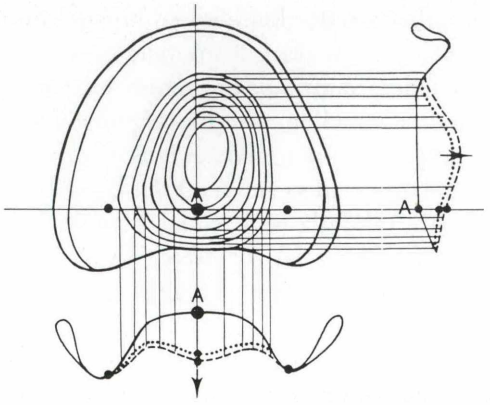
Hur man gör ett hologram var nästa frågeställning, och där upptäckte jag att det faktiskt inte behövdes så mycket utrustning för att göra ett hologram. I fig 8 syns att det faktiskt räcker med en laser, en hologramplåt och ett objekt. Hologrammet framkallas sedan och bleks ungefär som en färgfilm. Holografi är inte bara vackra bilder utan ett fantastiskt mätinstrument. Om objektet förändras så kan interferenslinjerna registreras på hologrammet som en topografisk karta. Hur en protes deformeras, när den befinner sig i munnen på en patient syns i fig 9. Teckningen av den holo-



7. Jämförelse mellan "vanligt" ljus och laserljus samt uppkomsten av interferenslinjer.



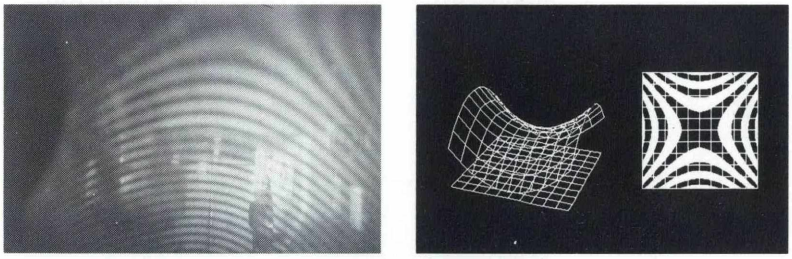
8. Uppställning av s k vitljusholografi: 1) laser; 2) spatialfilter; 3) slutare; 4) hologramplåtsfixtur; 5) protes på fixtur; 6) spegel. Källa se fig 1.



9. Deformation av protes sedd från gompartiet, sidan och bakifrån.

grafiska bilden visar också i genomskärning att det blir ett hålrum under protesen i gompartiet. Detta är intressant att jämföra med, eftersom man aldrig ser att benet resorberas (bryts ner) i gommen hos patienter med protes.

Protesen är exempel på en komplicerat formad plastprodukt med varierande godstjocklek. Att lära sig att mäta på en sådan var en mycket bra utgångspunkt för att mäta ute hos plastindustrin. Idag tillverkas en massa produkter framförallt till bilindustrin med hjälp av formsprutning. Framställningen medför att produkten efterkrymper med tiden och det gör att holografi är en idealisk metod för att kunna förutsäga hur snabbt förändringen går. Dessutom visade det sig att det också går att optimera maskinparametrarna och registrera om ändringar i processen, verktyget eller konstruktionen ger en bättre eller sämre produkt. Det innebär en otrolig möjlighet att styra produktens framtida kvalitet. Exempel på hur processförändringar kan ge helt olika interferensmönster och därmed olika skevning syns i fig 10a och b eller 11. Hologrammen är framställda i den mätutrustning, som har blivit en spinoff från mitt doktorsarbete och det känns mycket trevligt att kunna bidra till att föra ut kompetens från KTH till den svenska industrin.



10. a) Foto av hologram, som visar en sadelformig skevning.
b) Teckning av hur en plan produkt skevar sadelformigt och vilket interferensmönster som uppkommer; jfr a.

Mätmetodens möjligheter

En ny mätmetod innebär alltid nya möjligheter och utmaningar. Funktionsprovning av hela produkter vid olika temperaturer, fuktighet och belastningar samt eventuella kombinationer har visat sig ge kunskaper, som ofta resulterat i ändringar och optimering av konstruktionen. Kunskaper som också bidrar till en framtida höjd kompetens. Felanalyser går ofta hand i hand med funktionsprovning och innebär ett riktigt spännande detektivarbete. Det är dessutom bra att ha forskarbakgrund, som innebär att problemet kan struktureras förutsättningslöst. Det visar sig nämligen att frågeställningarna ofta är ofullständiga, ledande eller felaktiga. Det gör att det är lätt att gå vilse och leta åt fel håll. Att försöka skaffa sig en helhetssyn på konstruktion, material, produktion och

hantering avslöjar ofta var "boven" befinner sig och är för det mesta något oväntat. Också den här typen av arbete innebär att kompetensen höjs beroende på den dialog, som måste föras. Dessutom kan mycket pengar och tid sparas genom att t ex onödiga verktygsändringar inte utförs. Det är inte bara plastprodukter, som har ett tidsberoende beteende utan det gäller även för bl a aluminium, härdat gods och människor. Det har inneburit att jag ser ytterligare möjligheter att utveckla utrustningar för kvalitetsstyrning direkt i produktionen eller för diagnostiska ändamål eftersom holografi är en kontaktlös och oförstörande metod. Holografi är en representant för början på en ny industriell era, där helhetssynen har en avgörande betydelse genom att tvinga fram den ur överlevnadssynpunkt idag helt nödvändiga dialogen och samarbetet mellan olika avdelningar (revir) på en industri.

Holografins mångfacetterade väsen har inneburit att det idag är ett begrepp, som inte enbart används i tekniska sammanhang utan att man även pratar om den holografiska världsbilden. Det är förståeligt om man tittar ur teknisk synvinkel att begreppet får representera helhetssyn. Ja, holografi är onekligen ett begrepp som har många dimensioner, och det skall bli otroligt spännande att få följa med i den fortsatta utvecklingen.



11. Foto av hologram på samma produkt vid andra processparametrar (få interferenslinjer = liten formförändring).

Summary Holography as a tool for the analysis of the deformation and behaviour of dentures has stimulated further development in the industrial field. The fixture developed for repositioning dentures, as well as the use of white-light holography for measurement purposes have later been used in industry for quality control and functional analysis. The fixture has an accuracy in repositioning of $\pm$ 0.3 µm. This is very useful in analysing the combined effects of mechanical forces and environmental influences. The holographic technique is rapid, accurate and behaviour depending on time is measured. This allows the future quality of the product to be predicted. The shape, size and variations in thickness of the product are no obstacles to the measurements and the whole product can be studied at the same time. The method is contactless and thus non-destructive. Alterations in the process, the tool or the construction can be registered immediately and used to determine the resulting effect upon the product. As a result, holography provides outstanding opportunities for bridging the gap between theory and reality by preserving an overall view.

Svetsning och skärning i historisk belysning

Av Ebbe Almqvist och Gösta Ferneborg

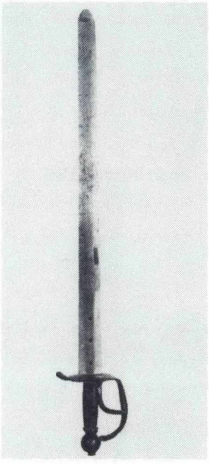
Svetsning, eller sammanfogning av upphettade metaller, är sannolikt ett av världens äldsta yrken. I Bibelns Moseböcker (1 Mos 4:17–22) kan läsas att i Adam och Evas sjunde generation fanns en man, som hette Tubal-Kain. Om honom står att "han var smed och gjorde alla slags redskap av koppar och järn". I en äldre utgåva av Bibeln står dessutom att "han kunde konsten att homogent sammanfoga metaller". Man kan därför säga att Tubal-Kain var den förste kände representanten för svetsaryrket.



1. Rekonstruktion av drottning Schubads huvud med det diadem, som fanns i drottningens grav i Ur. Diademet är filigransvetsat. Nu i Philadelphia-universitetets museum.

Vällsvetsning

Konsten att svetsa och löda är av mycket gammalt datum. Sedan vår kultur började växa fram i Mesopotamien och Egypten har människan varit intresserad av att förfärdiga olika föremål såsom redskap, vapen och smycken i metall. Metaller sammanfogades genom "vällning" eller "hetsning", varvid metallen smältes och genom hårdlödning där smält lod anbringades i fogen.



2. Detta svärd, tillverkat i Wira Bruk ca 1650, finns nu i Tekniska museets samlingar. Klingan uppvisar en väl utförd vällsvets. Vällda svärd ända från 200-talet f Kr har påträffats i svenska forngravar.

I drottning Schubads grav i den sumeriska staten Kaldeens huvudstad Ur vid Eufrat har man funnit en hårdlödd guldkanna från ca 3200 f Kr. Efter det att hettiterna i Anatolien (nuvarande Turkiet) uppfunnit konsten att utvinna järn ur malm (ca 1500 f Kr) sammanfogade deras smeder järnstycken genom vällsvetsning. Guld, tenn, koppar, järn, bly, silver och kvicksilver användes då i Egypten. I Tutanchamons grav från ca 1350 f Kr har man hittat ett s k huvudstöd i järn, svetsat genom vällning.

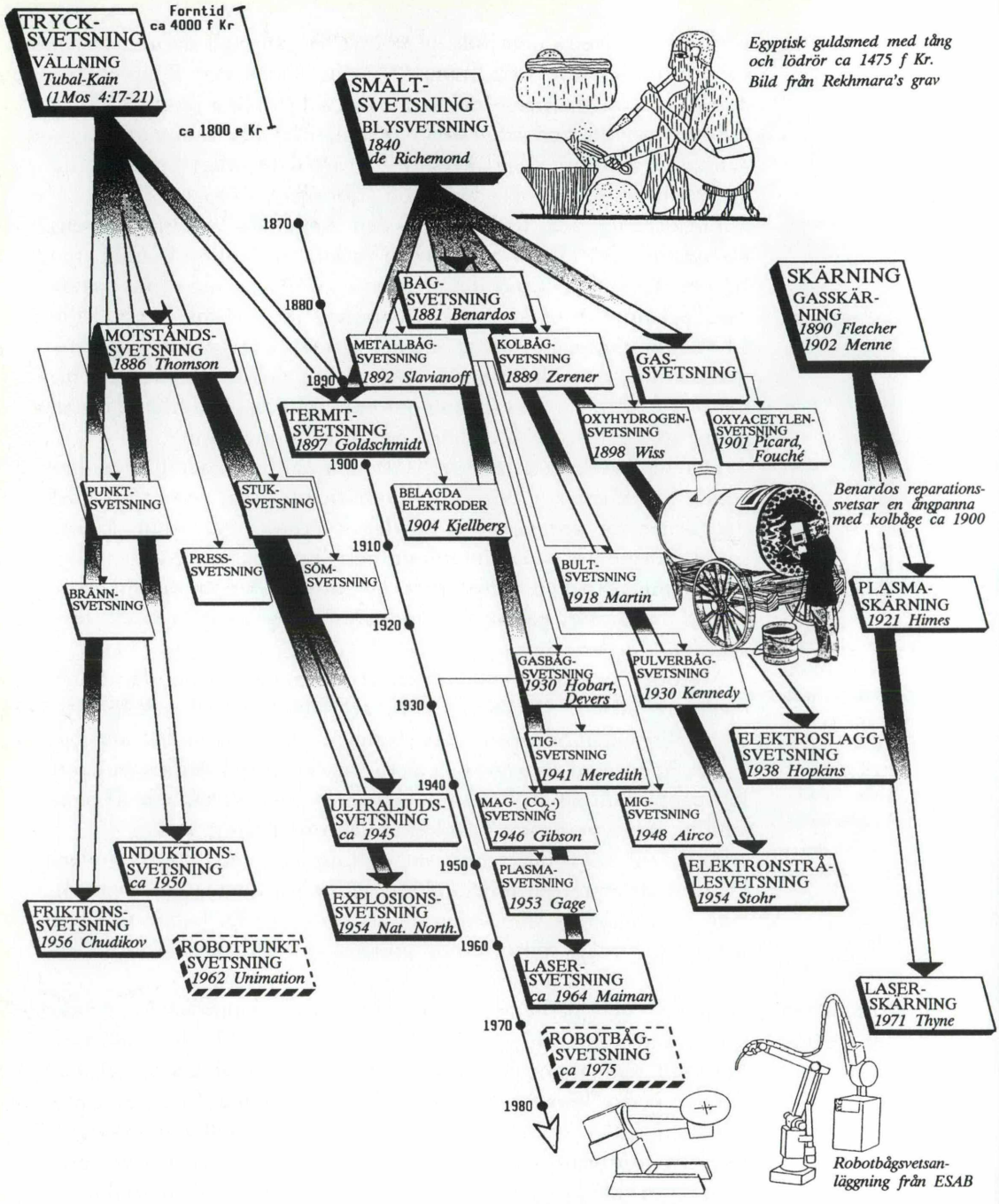
Det hantverksmässiga sättet att sammanfoga metaller genom smide var således tidigt känt inom smedfacket. Man visste att när järnet var uppvärmt så att det "svettades" var ytan så nära smältgränsen att en sammanfogning genom hamring var möjlig. Även om tekniken och sättet att utföra denna sammanfogning förändrades genom århundraden var principen dock densamma.

Metoden kunde i huvudsak endast användas för det då vanliga olegerade järnet. Smedernas viktigaste kundgrupp fanns före industrialismen inom jordbruksnäringen. Det var bönder som behövde hjälp med reparationer av diverse redskap. Det kan som ett kuriosum nämnas att det ännu i dag är vanligt att kalla de då mest vanliga järntyperna för "vanligt enkelt bondjärn".

Ända till 1880-talets mitt var vällning den enda svetsmetoden. Då startade en revolutionerande epok. Inom loppet av 15 år utvecklades nya metoder som ledde till att svetsområdet kunde utvidgas också till hårdare stålsorter, till gjutjärn och även ickejärnmetaller.

Industrialismen skapar behov

Bessemer- och Siemens-Martin-processerna för produktion av stål under andra hälften av 1800-talet gjorde att stålet blev tillgängligt i sådana mängder och till sådana priser att det inom kort blev det viktigaste konstruktionsmaterialet. Samtidigt fick verkstadsindustrin en snabb utveckling bl a genom att andra industrigrenar och jordbruket mekaniserades. Maskiner övertog arbetsmoment som tidigare utförts hantverksmässigt och verkstäder kunde nu börja specialisera sig på masstillverkning av vissa produkter. Stålets egenskaper kunde dock inte till fullo utnyttjas med de traditionella mekaniska sammanfogningsmetoder som stod till buds – nitning, kilning, skruvförband och lödning. Först genom uppfinningen av nya svetsnings- och skärningstekniker eliminerades dessa begränsningar.



3. Översikt, tidpunkter för olika svetsmetoders introduktion.
© E Almqvist.

Vad som tidigare begränsat utvecklingen av svetstekniken var att man inte hade tillgång till värmekällor med tillräckligt höga temperaturer. Sannolikt var då stenkolsfyren med blästerluft den bästa värmekällan, tillräcklig för att bringa stål till välltemperatur. Under 1800-talet utvecklades nya energikällor, som eliminerade tidigare begränsningar.

Svetsteknikens moderna utvecklingshistoria kan översiktligt indelas i tre skeden:

1. Förkrigstiden ca 1880–1915 var pionjärepoken då de grundläggande svetsmetoderna utvecklades och togs i bruk. Speciellt började under senare delen av denna epok gassvets- och gasskärningsmetoder för reparationsarbeten att användas inom tillverkningsindustrin.
2. Mellankrigstiden ca 1920–1935 var en mognadsfas då både smält- och trycksvetsmetoder utvecklades för användning i produktion. Bågsvetsmetoder tog över en del av gassvetsmetodernas marknad. Svetsteknologi och svetsmetallurgi började bli accepterade som tekniska vetenskaper och internationella samfund och samarbetsorgan inom svetsbranschen skapades.
3. Krigsåren och efterkrigstiden ca 1940–nutid är högteknologieran då svetsmetoder för nya lättmetaller och legeringar efterfrågas. Nya svetsmetoder skapades då den moderna gasseparationstekniken utvecklades på 1940-talet. Detta förde med sig tillgång i stor skala på ädelgaser, främst argon och helium, som starkt bidrog till en ökad skyddsgasanvändning vid svetsning. Nya speciella svetsmetoder tas fram och mekaniseringen och automatiseringen av svetsprocesser fortgår samtidigt som svetsarens arbetsmiljö förbättras.

Pionjärepoken ca 1880–1915

Svetstekniska uppfinningar

I perioden fram till första världskriget utvecklades de tre viktiga svetsmetoder, som fortfarande utgör basen för den nuvarande svetstekniken. De tre metoderna, som skiljer sig inbördes med avseende på uppvärmningssättet är:

- elektrisk motståndssvetsning
- elektrisk ljusbågssvetsning
- gassvetsning

Dessa de första svetstekniska uppfinningarna medverkade i en produktionsteknisk revolution efter sekelskiftet. Svetsning blev så

småningom en naturlig del av konstruktionstekniken. Svetsbranschen skapade nya arbetsplatser och nya yrken. Många nitare kom dock att bli arbetslösa då deras yrkesspecialitet ersattes med svetsning. Men som vid de flesta nya tekniska landvinningarna tog det lång tid innan uppfinningen slog igenom ekonomiskt.

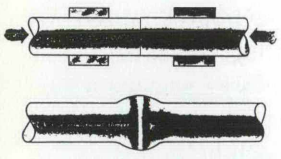
Samtliga tre metoder fick olika former och tillämpningar. Inom motståndssvetsning sammanföres metoderna i gruppen *trycksvetsning*, dit även den gamla smidesmetoden kan hänföras.

De båda andra metoderna representerade något helt nytt i det att metalldelarna, som skulle svetsas, sammansmältes i själva svetszonen. De benämndes därför *smältsvetsning*sprocesser.

Termitsvetsning, som kom och blomstrade under åren kring sekelskiftet kan vara tryck- eller smältsvetsning eller en kombination.

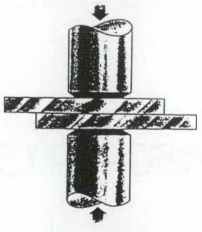
Elektrisk motståndssvetsning

Vid motståndssvetsning sammanfogas metallytor utan att tillsatsmaterial tillförs. Motståndssvetsning är en trycksvetsmetod, dvs arbetsstyckets fogytor utsätts under svetsningen för tryck vid svetsstället. Samtidigt värms svetsstället med en elektrisk ström, som leds genom arbetsstycket. Värmemängden beror bl a på det elektriska motståndet i svetsstället.



Stuksvetsning

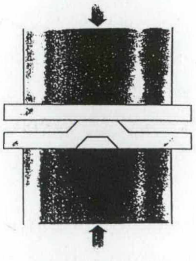
Engelsmannen James Joule lyckades redan 1856 sammansmälta ett knippe koppartrådar med hjälp av ett elektriskt motstånd. Den första brukbara motståndssvetsmetoden utvecklades 1883–85 av den amerikanske professorn Elihu Thomsen. Han uppfann en maskinell svetsmetod lämplig för sammanfogning av tråd- och stångformade delar, som svetsades med ändarna mot varandra. Delarna som skulle svetsas gavs svetstemperatur genom strömgenomföring och pressades därefter samman i mjukt (deg-) tillstånd. Metoden kallas *stuksvetsning* (fig 4).



Punktsvetsning

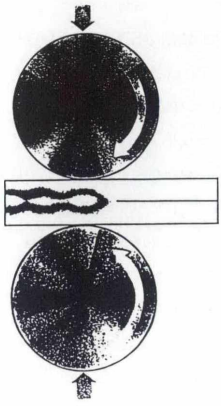
Efter sekelskiftet utvecklades nya maskiner för motståndssvetsning. Först kom maskiner för överlappssvetsning av tunnplåt enligt tre olika metoder *punktsvetsning, pressvetsning* och *sömsvetsning* (fig 4).

Punktsvetsning är idag den vanligaste och mest använda motståndssvetsmetoden. Den ersätter nit- och bultförband vid hopfogning av överlappande plåtkanter med plåttjocklek upp till 2×8 mm. Vid svetsningen erhålles strömgenomföringen via två stavformiga kopparelektroder, som maskinellt pressar plåtarna mot varandra.

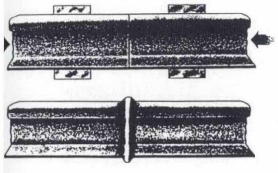


Pressvetsning

Metoden användes i huvudsak inom bilindustrin, samt vid tillverkning av bl a hushållsmaskiner och kontorsmaskiner m m. Punktsvetsningen är den vid biltillverkning mest robotiserade eller mekaniserade svetsmetoden. Vid punktsvetsning av en bilkaross till en Volvo 740 krävs ca 5 000 svetspunkter à 5 mm (dvs 25 längdmeter).



Sömsvetsning



Brännsvetsning

4. Motståndssvetsmetoder, principskisser.

Pressvetsning är en med punktsvetsning nära besläktad metod. Den har fått sitt namn av att svetsmaskinernas strömförande elektrodspetsar utformats som plana backar, mellan vilka de delar, som skall svetsas, läggs in och därefter pressas ihop vid svetsningen. Till skillnad mot punktsvetsning, där varje svetsställe ger endast en punkt, kan vid pressvetsning de svetsade detaljerna utformas så att flera svetspunkter kan erhållas samtidigt.

Vid sömsvetsning ersättes elektrodspetsarna med strömförande elektrodrullar mellan vilka arbetsobjektet matas fram under tryck. Metoden ger täta sömmar i tunnplåt upp till 3 mm tjocklek och användes därför vanligen vid tillverkning av bl a diskbänkar.

Även *brännsvetsningen* utvecklades vid sekelskiftet. Denna motståndssvetsmetod är i förhållande till de övriga något mera komplicerad. Den används i allmänhet för betydligt grövre material som räls, stångmaterial och kättingar (fig 4).

På grund av arbetsobjektens dimensioner kräver brännsvetsningen stora strömkällor och maskiner med mycket stor stukkraft. ESAB i Laxå, som är en av världens största tillverkare av maskiner för brännsvetsning, har tillverkat maskiner för brännsvetsning av material med svetsytor upp till ca 2,5 dm^2.

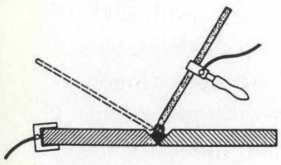
I bl a Tyskland och USA slog motståndssvetsningen igenom i industriell produktion ett par decennier före ljusbågssvetsningen. Den procentuella fördelningen mellan de fem metodernas användning i Sverige är ungefär följande:

Punktsvetsning	55 %
Press-svetsning	30 %
Sömsvetsning	7 %
Brännsvetsning	5 %
Stuksvetsning	3 %
	100 %

Elektrisk ljusbågssvetsning

Med en Voltas stapel som spänningskälla framställde engelsmannen Humphery Davy år 1800 en elektrisk ljusbåge mellan två kolelektroder. Senare visade Davy att en stabil ljusbåge kan åstadkommas, en upptäckt, som hade stor betydelse för belysningstekniken. Den energirika ljusbågens användning för svetsning patenterades 1842 av engelsmannen William Edwards Staite, men det dröjde flera decennier innan detta kom till praktisk användning.

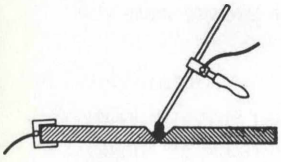
Under decennierna före sekelskiftet kom dock den elektriska ljusbågens mycket höga temperatur att utnyttjas vid sammansmältning av metalldelar. Vid "The First World Electrical Exhibition" i Paris 1881 demonstrerade den ryske uppfinnaren Nicolaus Benardos sin metod den s k "Benardos kolbågsmetod". Prin-



5. Benardos kolbågmetod, princip. Källa: Sveiseteknikk 4, 1982.

cipen var att en ljusbåge skapades mellan arbetsstycket, som kopplades till ena polen på en strömkälla och en stavformad kolelektrod fastsatt i en isolerad hållare kopplad till den andra polen (fig 5). På grund av den starka värmeutvecklingen smälte arbetsstycket lokalt samtidigt som ett tillsatsmaterial i form av en tråd eller en metallstav kunde smältas i svetsfogen. Kolstavens korta livslängd och risken att härdeffekter kunde uppstå då kol tillfördes smältan medförde praktiska problem.

Det var därför ett stort steg framåt då ryssen Nicolai Slavianoff 1892 fick patent på sin bågsvetsningsmetod där han till skillnad från Benardos använde en metallstång som elektrod i stället för kolstaven. Samtidigt med smältningen i svetszonen fick han kontinuerlig smältning av metallelektroden (fig 6). Den avsmälta elektrodmetallen överfördes genom ljusbågen till svetszonen dvs som samtidig elektrod och tillsatsmaterial.



6. Slavianoffs metallbågsvetsmetod, princip. Källa: Sveiseteknikk 4; 1982.

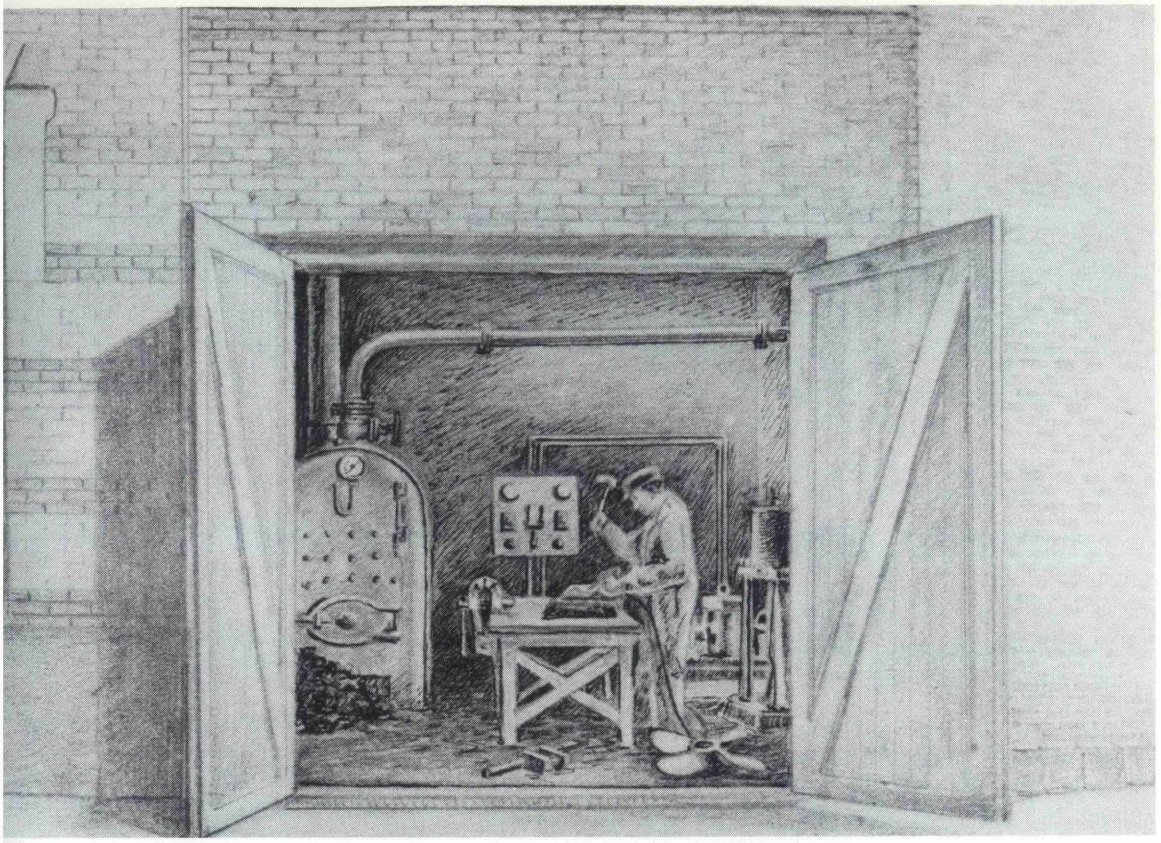
Benardos metod användes med växlande framgång till specialuppgifter som reparation av gjutgods samt svetsning av koppar och tunnplåt. I det långa loppet fick dock Slavianoffs metallbågsmetod största betydelsen. Fortfarande vid sekelskiftet var dock inte metoden så utvecklad att svetsningen blev en självklar sammanfogningsmetod. Det var svårt att uppnå pålitliga svetsförbindelser utan porositet och sprickbildningar. Detta sammanhängde delvis med att det inte fanns lämpliga svetsströmaggregat men största problemet var nog de elektroder som användes. Ett annat problem, som försämrade dåtida svetsresultat, var att smältbadet inte skyddades tillräckligt mot luftens oxygen och nitrogen och svetsen därför fick dåliga hållfasthetsegenskaper.

Belagda elektroder

Om svetsningen skulle kunna konkurrera ut alternativ som skruvförband, nitning och lödning etc måste metoden avsevärt förbättras i flera avseenden. Dåtida svetsning kunde endast utföras på i huvudsak plana, liggande arbetsstycken. Vid försök till svetsning av rör eller på vertikala objekt ville det smälta materialet från såväl elektrod som arbetsstycke rinna nedåt. Det gällde att hindra luftens oxygen och nitrogen från att förena sig med smältbadet och att finna ett ämne som skyddade dropparna vid övergången från elektrod till arbetsstycke.

Det var den svenske ingenjören Oscar Kjellberg, som med en revolutionerande uppfinning kom att helt förändra hela den framtida elektriska ljusbågssvetstekniken. I mitten av 1890-talet tjänstgjorde han på Svenska Lloyd-ångaren "Bordeaux". Han fick då erfarenhet av de svårigheter man hade att ständigt reparera fartygets gamla ångpanna.

I en rapport skriver Kjellberg: "Tusentals spik måste inköpas, vilka smiddes i kilform och indrevos i de kraftigt frätta och öppna



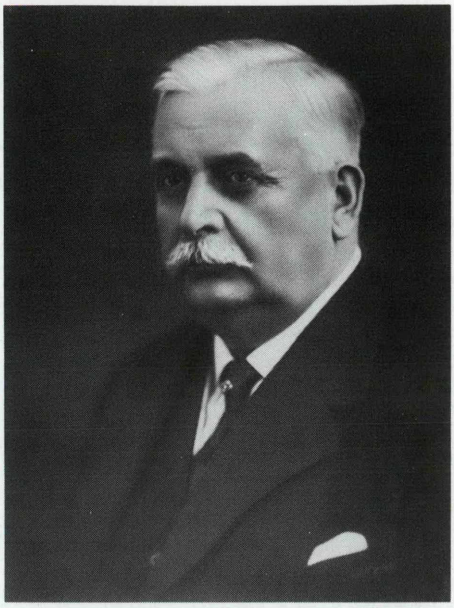
7. Oscar Kjellbergs experimentverkstad vid Stigbergskajen i Göteborg. Teckning av Erik Wilke, anställd vid ESAB 1919–1948. Källa: ESAB.

bottenskarvarne, varefter dessa överdiktades så att det blev möjligt att hålla pannan något så när tät."

Han kände emellertid till att tyska reparatörer börjat använda en typ av svetsning med metallstavar. Efter att ha provat metoden som han inte var nöjd med skrev han: "Det märktes genast när arbetet var färdigt, att det påsmälta materialet ej var homogent utan fullt av blåsor och små sår, så att vid provning vatten sipprade fram genom svetsmassan."

1903 var Oscar Kjellberg maskinchef på den lilla ångaren "Vestkusten". Ångpannan var dålig och behövde repareras. Det var i samband med denna reparation, som Oscar Kjellberg började experimentera med en beläggning på elektroden.

Han skaffade sig en liten experimentverkstad vid Stigbergskajen i Göteborg i närheten av en textilfabrik (fig 7). Där fick han tillstånd att efter arbetstidens slut använda ett 110 volts likströmsnät. Han provade sig fram till ett beläggningspreparat, som förutom järnpulver innehöll ett antal kemiska ämnen. Han doppade



8. Oscar Kjellberg (1870–1931). Källa: ESAB.

järntråden i preparatet som när man stöper ljus och skapade på så sätt en helt ny elektrodtyp.

Några egentliga svetsmaskiner fanns inte utan han använde sig i sina experiment av fabrikens likströmsnät. Den erforderliga strömregleringen åstadkoms med ett "svetsmotstånd", som bestod av en tunna med saltmättat vatten och två kopparplåtar, varmed strömmen kunde regleras.



9. ESABs första logotype då bolaget bildades 1904.

Trots dessa primitiva hjälpmedel lyckades Oscar Kjellberg utveckla den belagda elektroden, som resulterade i att han den 4 oktober 1904 kunde lämna in sin historiska patentansökan. Denna ligger än i dag till grund för all manuell elektrisk bågsvetsning världen över.

För att bättre kunna utnyttja sin uppfinning slog sig Oscar Kjellberg ihop med några kapitalstarka göteborgare och bildade den 17 augusti 1904 Elektriska Svetsningsaktiebolaget (ESAB).

En första åtgärd för ESAB blev att även utveckla mer praktiska strömkällor för svetsning. Från Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget (ASEA) inköptes redan i december 1904 ett "elektriskt maskineri". Av detta gjorde ESAB sin första egna svetsmaskin, en ångmaskindriven likströmsgenerator, där strömregleringen kunde utföras med hjälp av ett svetsmotstånd. Hela detta "maskineri" placerades på en pråm. Med denna utrustning utfördes svetsreparationer på fartyg och kajanläggningar i Göteborgs hamn (fig 10). Under de första åren tillverkades de nya svetselek-



10. Detta "oljemotordrivna svetsmaskineri" lämnade ström för manuell svetsning. Aggregatet behövde ej anslutas till ett elektriskt nät och kunde köras ända fram till svetsplatsen. Bilden från Milano år 1925. Källa: ESAB.

troderna enbart för eget bruk i samband med reparationsarbeten i hamnen.

Den elektriska svetsningen blev mer och mer känd. Efter några år ville även andra företag pröva metoden. Oscar Kjellberg fann det då nödvändigt att skaffa bättre lokaler där han kunde tillverka elektroder för försäljning. Så startade den process som medförde att elektroden, som fick namnet OK efter uppfinnarens initialer, kunde börja produceras av ESAB i egna fabriker runt om i världen.

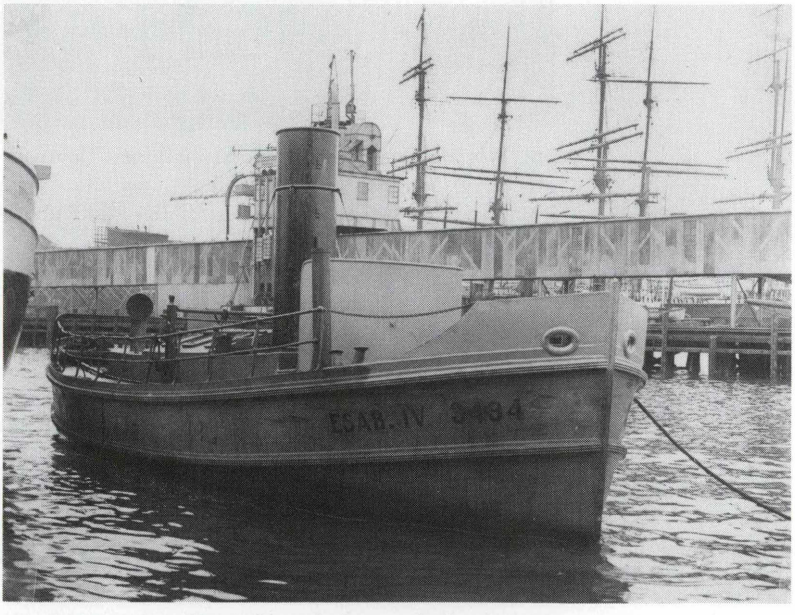
För att bevisa lämpligheten av svetstekniken även för nybygg-

nad av fartyg konstruerade han ett fartyg där inga nitar eller skruvar fanns och där alla förband var svetsade. Bygget utfördes på mycket kort tid på ESAB:s verkstadsområde utanför Göteborg. Fartyget fick namnet ESAB IV och blev världens första helsvetsade fartyg (fig 11). Det sjösattes den 29 december 1920 i närvaro av tekniska experter från fartygsinspektionen och klassificeringssällskapen.

ESAB IV användes som reparationsfartyg i Göteborgs Hamn till 1937 då det såldes till Kockums i Malmö. 1987 köpte ESAB tillbaka fartyget för att i samarbete med Göteborgs Marina Centrum bevara denna unika båt för eftervärlden.

Omkring 1920 sökte ESAB få ett samarbete med ASEA angående tillverkning "af för elektrisk svetsning afsedda dynamos, omformare och transformatorer". Detta samarbete kom aldrig till stånd varför ESAB i stället startade en egen fabrik i Finsterwalde i Tyskland.

Vid andra världskriget konfiskerades denna av de östtyska myndigheterna varför ESAB 1942 flyttade all utveckling och tillverkning av svetsmaskiner till sin nystartade maskinfabrik i Laxå. Även ASEA hade då genom ett dotterbolag, ASEA-Svets, startat tillverkning i Sverige av svetselektroder, strömkällor och maskiner för motståndssvetsning. Denna verksamhet övertogs av ESAB omkring 1965.



11. ESAB IV, världens första helsvetsade fartyg sjösattes 1920. Källa: ESAB.



12. Svetsning av 30 m³ brännoljetank vid ESAB ca 1930. Svetsaggregat ESAB KU-250. Foto TM.

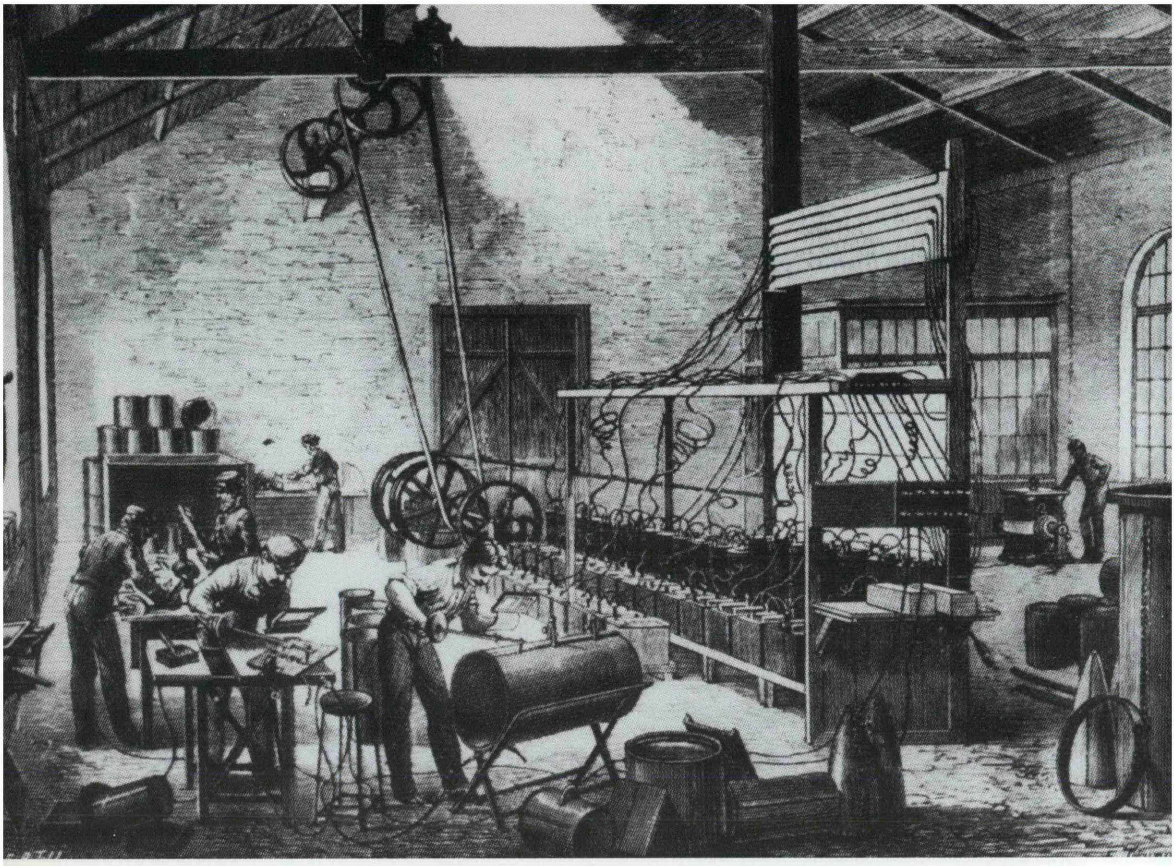
ESAB är i dag världens största tillverkare och leverantör av tillsatsmaterial, maskiner och övrig utrustning för elektrisk ljusbågsvetsning samt skärutrustning.

Strömkällor för bågsvetsning

Först i slutet av 1700-talet kunde man experimentellt framställa elektrisk ström genom att italienarna Luigi Galvani och Alessandro Volta kom med idén till det galvaniska elementet. På kemisk väg kunde de frambringa en elektrisk spänning, som i en ledande krets gav en elektrisk ström.

Engelsmannen Michael Faraday kom 1831 med grundidén till den elektriska transformatorn och generatorn och omvandlingen av mekanisk energi till elektrisk energi. Efter att detta blivit känt gjordes både växelströms- och likströmsgeneratorer över hela världen, men för ganska blygsamma effekter.

Den första praktiskt användbara likströmsmaskinen konstruerades 1870 av belgaren Zenobe Gramme och ett par år senare förbättrades konstruktionen av tysken von Hefner-Alteneck. Det var alltså först under 1870-talet man fick tillgång till riktiga likströmsgeneratorer. Dessa drevs av ångmaskiner eller vattenhjul. Lik-



13. Svetsning 1887 enligt Benardos kolbågsprincip med svetsström från ackumulatorer. Platsen är Monsieur Legrands verkstad i La Chapelle nära Paris. Källa: La Lumière Électrique, 24 no. 25 (1887).

strömsgeneratorerna användes till en början enbart för laddning av batterier och till belysning. Den elektromotoriska driften kom först på 1880-talet då den bl a började ersätta hästen för drivning av spårvagnar. Växelströmmen fick ingen praktisk användning förrän under 1890-talet då trefassystemet och trefassynkronmotorn utvecklades. Tack vare dessa kunde elektrisk kraftöverföring till industrin ske rationellt.

Då Benardos 1881 upptäckte att ljusbågsvärme från kolelektroder kunde användas för smältning av metaller, var detta i samband med tillverkning av elektriska ackumulatorbatterier. Vid dessa tidiga svetsexperiment användes likström från batterier som strömkälla (fig 13).

AEG i Tyskland torde ha varit först på marknaden med en likströmsgenerator för svetsning. Det skedde 1905 då AEG konstruerade en generator, som inte bara hade reglerbar spänning och ström för ljusbågen, utan också lämpliga dynamiska egenskaper, för att en stabil ljusbåge skulle erhållas.

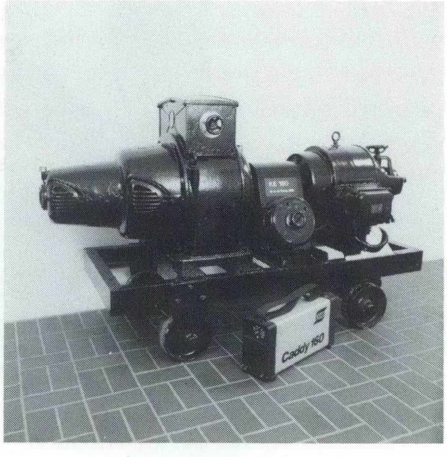
Till generatorn kopplades en trefas asynkronmotor och därmed

var den första svetsomformaren ett faktum. Den vägde ca 1 000 kg och utvecklade ca 250 Amp vid 1 450 varv/min. Det var således en stor och inte speciellt lätt flyttbar svetsmaskin. Utvecklingen gick därför vidare och snart fanns en ny typ svetsomformare. 3 000 v/m, halva vikten, men större effekt. Redan i början av 1940-talet tillverkades denna typ av svetsomformare vid ESAB's Maskinfabrik i Laxå och vid ASEA-Svets fabrik i Stockholm.

Ända fram till 1920-talet användes både i Europa och i Amerika bara likström vid bågsvetsning. Därefter började också växelström att användas vid större industrier och skeppsvarv. Det dröjde sedan inte länge förrän en övergång från roterande svetsomformare till svetstransformatorer skedde snabbt och i stor skala. Till grund för detta låg i första hand ekonomiska synpunkter. Svetstransformatorn krävde mindre energi och hade lägre inköpspris. Dessutom hade elektrodtillverkarna nu utvecklat s k högutbyteselektroder speciellt lämpade för växelströmssvetsning vid skeppsvarven.

Men intresset för likströmssvetsning fanns kvar och i slutet av 1950-talet utvecklades en statisk svetslikriktare. Den bestod i princip av en trefastransformator som på primärsidan anslöts till kraftnätet och på sekundärsidan gav en spänning som likriktades. Argumenten för den statiska likriktaren jämförd med omformaren var lägre tomgångsförluster, lägre bullernivå och avsevärt lägre underhållskostnader.

På grund av varvskrisen, som drabbade Sverige på 1970-talet avtog behovet av och intresset för stora svetstransformatorer och ersattes med en ökad användning av svetslikriktare. På detta område tog utvecklingen snabb fart genom den transistoriserade elektronikens landvinningar (fig 14).



14. Bilden visar två lika "stora" strömkällor. En svetsomformare KE 160 med en kapacitet av 160 Amp och en vikt av ca 1 000 kg, tillverkad omkring 1924 vid ESAB's tyska maskinfabrik i Finsterwalde, samt en omriktare tillverkad 1985 vid ESAB's maskinfabrik i Laxå. Den har också en kapacitet av 160 Amp, men väger bara 8 kg. Källa: ESAB.

Termitsvetsning

Termitsvetsning är en mycket speciell svetsmetod, som utvecklades och patenterades 1897 av en tysk kemist vid namn Hans Goldschmidt. Metoden kan utföras som tryck- eller smältsvetsning eller en kombination av båda.

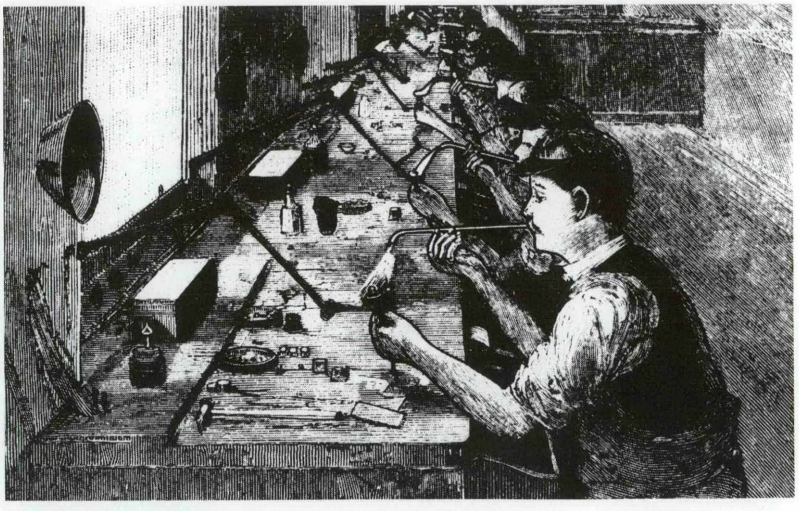
Termit är en blandning av järnoxid och aluminium, som vid antändning brinner under mycket stark lokal värmeutveckling. Järnoxiden reduceras härvid till järn, som på grund av den höga temperaturen erhålles i flytande form. Termiten hälls i en lämplig form runt delarna som skall sammanfogas.

Metoden blev mycket använd speciellt i Tyskland efter sekelskiftet, främst vid hopsvetsning av järnvägsräl och vid reparation av räl och spårväxlar. Termitsvetsningen användes så flitigt att den 1908 stod för 80% av ny sammanfogning av räl i Tyskland. I Sverige använder Banverket termitsvetsning vid hopsvetsning av räländar. För reparation och påläggning av slitna räländar och spårväxlar användes dock vanligen nyare metoder.

Utveckling av bränngaser för svetsning och skärning

Genom användningen av olika gasblandningar som belysningskälla under början av 1800-talet blev det känt att lysgas-oxygenlågan med temperatur +1 800°C och hydrogen-oxygen med +2 000°C flamtemperatur kunde användas till lödning och smältning av tunn metall. Men den enda metall, som då kunde smältas i större kvantiteter var bly (fig 15).

1892 upptäckte fransmannen Henri Moissan och amerikanen Thomas L Willson oberoende av varandra metoder för framställning av kalciumkarbid. Genom tillsats av vatten erhölls acetylen,



15. Blylödning av cykelramar hos Firma Adam Opel i Rüsselsheim 1890. Källa: Auf heissen Spuren 1986.

som gav en lysande låga med mycket hög temperatur. Acetylenet kom mycket snabbt att få en marknad som belysnings- och värmekälla och acetylenindustrier startade över hela världen.

1895 lade den franske kemisten Henri Le Chatelier fram resultat för franska vetenskapsakademin visande att de flamtemperaturer, som uppstod vid förbränning av lika mängder oxygen och acetylen var långt högre än några tidigare skapade, ca +3 100°C.

Samtidigt började metoder för produktion av billig oxygen utvecklas. Tysken Carl von Linde, engelsmannen William Hampson och amerikanen Charles Tripler lyckades samtidigt ca 1895 framställa flytande luft med en industriellt användbar metod. Baserat på att oxygenets kokpunkt är ca 13 grader högre än nitrogenets skulle man nu också kunna använda flytande luft för att fraktionera fram ren oxygen. Vid uppvärmning av flytande luft förångas först nitrogenet. Därmed ökar oxygenhalten i vätskan. Linde och fransmannen George Claude lyckades några år efter sekelskiftet framställa oxygen med över 99% renhet.

Vid gassvetsning smältes arbetsstyckets svetsfog och svetstråden genom förbränning av en bränngas tillsammans med oxygen. Med metoder för industriell produktion av acetylen och oxygen och med ny utrustning för reglering och utnyttjande av bränngaslågan utvecklades gassvetsningen åren efter sekelskiftet.

Svetsbrännare och acetylenbehållare

Uppfinningen av acetylen-oxygen-brännaren kom åren efter sekelskiftet. Från ca 1895 hade flera uppfinnare försökt finna metoder att utnyttja oxygen-acetylenlågans höga temperatur till svetsning. De första som lyckades framställa en användbar svetsbrännare var de båda franska ingenjörerna Edmond Fouché och Charles Picard. Fouché-brännaren kännetecknades av att oxygenet hade högt men acetylengasen lågt tryck, vilket ibland kunde leda till instabilitet och reglerproblem.

Vid denna tid framställdes acetylen på arbetsplatsen. Man stoppade karbidklumpar i en gasgenerator och hällde på vatten. Det så bildade acetylenet gav ofta upphov till explosionsolyckor, dålig lukt och andra miljöproblem. Detta begränsade till en början acetylensvetsningen. Nackdelarna skulle endast kunna elimineras om acetylenet kunde hanteras som andra gaser dvs tillverkas i stor skala och fyllas på stålflaskor, som fraktades till olika arbetsplatser. Men redan vid ett obetydligt övertryck blev gasen under vissa förhållanden explosiv.

Omkring sekelskiftet upptäckte fransmännen Georges Claude och Albert Hess att aceton, en genomskinlig vätska, som kunde framställas genom destillation av trä, hade egenskapen att den kunde lösa acetylengas upp till 25 ggr sin egen volym. Lösligheten steg proportionellt med trycket och vid tio bar upptogs således

250 liter acetylen av en liter aceton. Acetylengasen löst i aceton kallades dissousgas. Problemet var dock inte löst med denna upptäckt. Aceton utvidgar sig när den upptar acetylen och krymper då den avgett gasen. Därför kunde explosiv gas bildas över vätskeytan.

Problemet med att tillverka en explosionssäker stålbehållare för komprimerad acetylen löstes av Edmond Fouché genom att lagra dissousgas i ett poröst pulver av träkol blandat med cement- eller betongmassa tillsatt med kiselgur. Massan göts direkt i en behållare. Patentet för hans uppfinning ledde till bildandet av La Compagnie Francaise de l'Acetylène Dissous. Från och med nu var det möjligt att utveckla acetylengas i egna gasfabriker och distribuera den till olika kunder i gasackumulatorer. Därmed minskade behovet av gasgeneratorer på arbetsplatsen.

Snart utvecklades de första svetsbrännarna för acetylen under tryck, den s k högtrycksmetoden. Flaskgasen var emellertid dyrare än generatorgasen och slog av det skälet inte igenom direkt. Därför pågick leveranser av karbid till enskilda användare med egna generatoranläggningar till efter andra världskriget.

Gassvetsutvecklingen i Sverige

Den franska uppfinningen av stålflaskor för komprimerad acetylen väckte vid sekelskiftet stor uppmärksamhet i tekniska kretsar runt om i världen. I många länder grundades nya företag som utnyttjade uppfinningen. 1901 köpte Svenska Karbid och Acetylen AB patenträtten för Skandinavien. Utanför Stockholm byggdes en fyllningsstation för gasackumulatorer. 4 juli 1904 ombildades företaget till Aktiebolaget Gasaccumulator, sedermera kallat AGA.



16. Lysbojen Yttre Stengrund var AGAs första svetsade produkt. Teckning efter fotografi från utläggningen 1905. Källa: Nya Dagligt Allehanda 21/10 1907.

Autogensvetsning demonstrerades första gången i Sverige den 6 juni 1902 av Gustaf Dalén och Axel Gylling, verkstadschef resp verkmästare vid Svenska Karbid och Acetylen, med en utrustning som inköptes från Frankrike. Platsen var Finnboda Varv i Stockholm och utlåtandet efteråt lär ha varit att metoden var intressant men saknade praktisk betydelse. Flaskgasen hade fått dåligt rykte på grund av explosionsolyckor, vilket sannolikt färgade omdömet om den nya metoden. Den porösa massan på basis av Fouchépatentet var inte säker vid stötar och skakningar under transport.

På våren 1904 förlorade även Gustaf Dalén tron på en framtid för komprimerad acetylen och sade upp sin tjänst. Han accepterade senare att bli konsulterande ingenjör vid Gasaccumulator med uppgift att utveckla gastillämpningar. Dissousgasens första användning i Sverige var som ljuskälla för olika belysningsformer främst för fyrar och bojar. Vid tillverkning av sådan utrustning vid Gasaccumulator började svetsning användes. 1905 levererades den första AGA-bojen med svetsad bojkropp till Lotsverket (fig



17. Gustaf Dalén och verkmästare Axel Gylling demonstrerade tillsammans gassvetsning för första gången i Sverige vid Finnboda varv 1902. Bilden visar de båda med en skärbrännare 1935. Källa: AGA.

16) och påföljande år började AGA svetsa tryckkärl för gastransport.

1906 började Dalén experimentera med att ta fram en explosionssäker massa i gasackumulatorer. I augusti 1906 lyckades man med en massa som bestod av bl a granulerat träkol, asbest och kiselgur. Denna så kallade AGA-massa minskade väsentligt säkerhetsproblemen i samband med komprimerad acetylen. Den utvecklades också senare och var en strategiskt viktig faktor för AGAs internationella utbredning som tillverkare av utrustning för belysning och gassvetsning.

1905, då AGA tog upp användningen av svetsning och skärning med gas, startades i Malmö en andra fabrik för dissousgas. Den drevs av en firma G C Faxe på licens till 1918 då AB AGA-Faxius bildades med AGA som huvudintressent. 1906 började AGA även att konstruera och sälja utrustning för svetsning och skärning. Från 1908 ägnade sig även Nordiska Syrgasfabriken och Svenska Carbidkontoret åt tillverkning och försäljning av gassvets- och skärutrustning i Sverige.

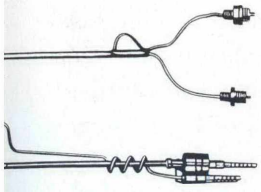


18. Gustaf Dalén anordnade detta välutrustade laboratorium vid AGAs flyttning till Maria Prästgårdsgata 1905. De små högarna på vita papper indikerar att experiment pågick med fyllningsmassa till acetylenackumulatorer. Källa: AGA.

Oxygen-skärning

Oxygenskärningen kom ungefär samtidigt som gassvetsningen och de båda metoderna kompletterade varandra funktionsmässigt. Den ena delar medan den andra sammanfogar. Men båda använder sig av acetylen-oxygen. Oxygenskärning av järn och stål baseras på en av den franske kemisten Antoine Lavoisier 1776 upptäckt egenskap att järnet vid ca +1 200°C kan antändas och förbrännas i ett oxygenflöde. Som oxygenskärningens uppfinnare räknas emellertid den engelske ingenjören Thomas Fletcher. 1887 konstruerade han en lysgas-oxygenbrännare, som användes för skärning av hål i stålplattor. Metoden fick emellertid ingen större användning i industrin förrän den tyske kemisten Ernst Menne 1901 använde en hydrogen-oxygenbrännare för att öppna tappningshålet i järn- och stålugnar. Metoden var enklare och billigare än mejsling och infördes så småningom i järn- och stålverk i de





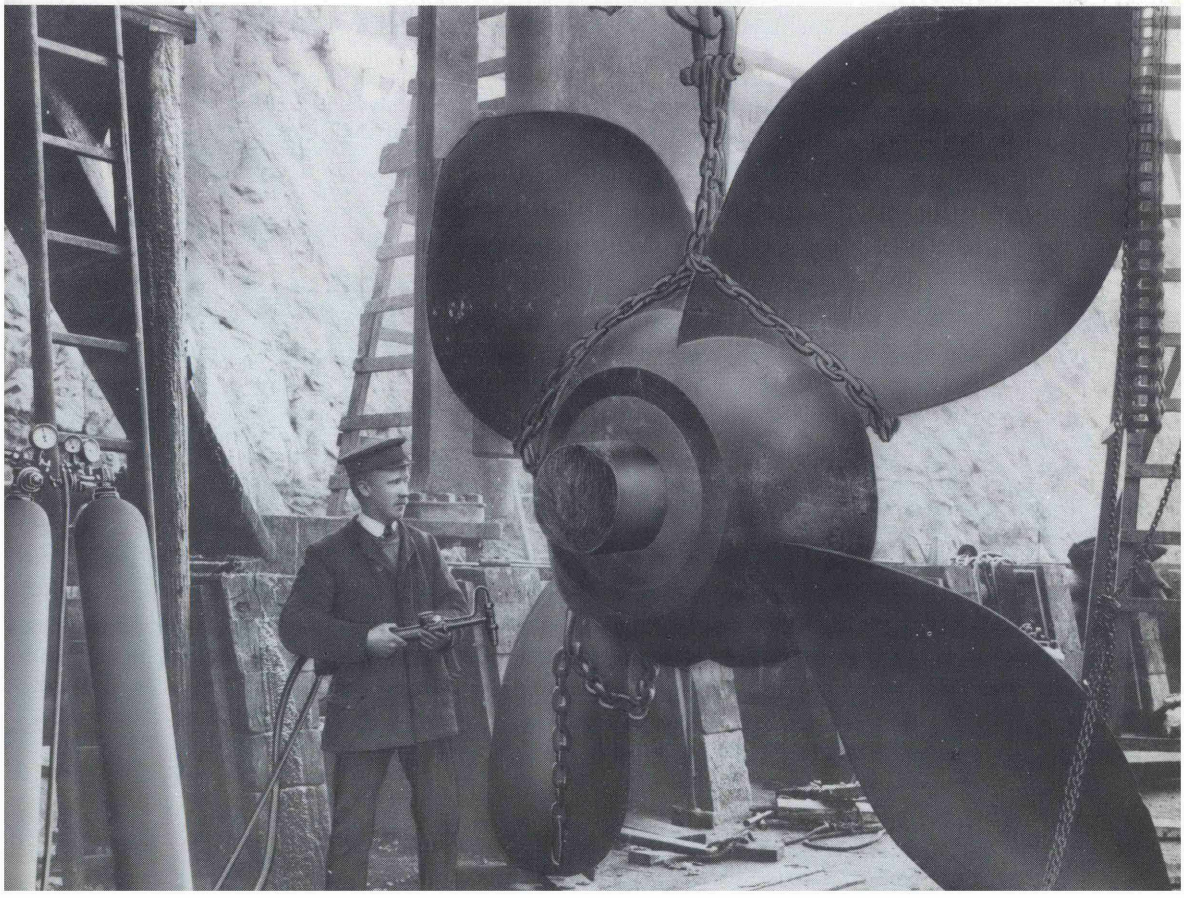
19. Charles Pickards första konstruktioner av a) svetsbrännare (1901) och b) skärbrännare (1904).

flesta länder. Metoden blev också snabbt populär hos en annan yrkesgrupp specialiserad på öppning av kassaskåp.

Den moderna skärbrännaren utvecklades samtidigt år 1904 av Charles Pickard och den belgiske ingenjören Felix Jottrand. I denna strömmar en blandning av acetylen och oxygen för förvärmning genom en särskild kanal i munstycket skilt från den som tillför oxygen för skärning. Med denna konstruktion blev det möjligt att skära regelbundna snitt med skarpa kanter och jämna snittytor (fig 19).

Skärbrännaren slog snabbt igenom där stål bearbetades. Svetsningen hade inte fått samma användning i järnindustrin om inte skärbrännaren funnits för förberedande tillskärning. Utvecklingen ledde till genomgripande ändringar av många arbetsprocesser. Maskinellt oxygenskurna delar kunde utan efterarbete svetsas i situationer där tidigare stålgjutning eller smide krävdes. Vid reparationer som tidigare tog timmar gjorde skärbrännaren arbetet på minuter. Skärbrännaren blev lika värdefull för verkstadsindustrin som svetsbrännaren och den elektriska ljusbågen (fig 20).

20. Isbrytaren "Peter den Stores" propelleraxel avskuren med AGAs skärbrännare Pyrokopt ca 1913. Källa: AGA Svetsning 1914.



Gasmetoderna slog igenom före ljusbågs-metoderna

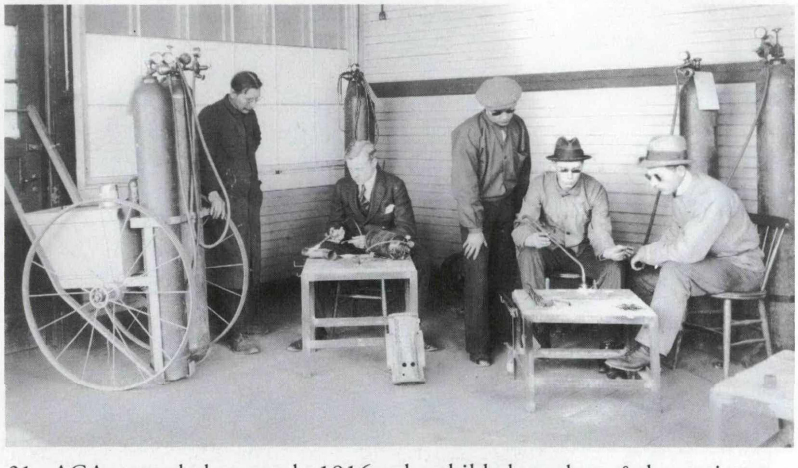
Gassvetsningen och oxygenskärningen slog igenom snabbt och kom praktiskt att användas tidigare än ljusbågssvetsningen. Orsaker till detta var att gassvetsningen tidigt visade sig användbar vid reparationer, men acetylenproducenternas målmedvetna arbete att främja gassvetsningen hade dock ännu större betydelse.

Acetylenindustrin hade växt enormt åren omkring sekelskiftet. Gasen användes främst för belysning. Men det elektriska ljuset vann snart över acetylenet, varför acetylenindustrin fick se sig om efter nya marknader. Därför representerade uppfinningarna inom svetsning och skärning nya möjligheter, som man inte var sen att utnyttja. Man var dock avhängig av billig oxygen för att dessa metoder skulle kunna konkurrera ekonomiskt. Den första oxygenfabriken i Norden byggdes i Örebro 1908 av Nordiska Syrgasverken (NSV), som 1907 köpt rätten till Lindes patent i Sverige, Norge och Danmark av Internationale Sauerstoff Gesellschaft.

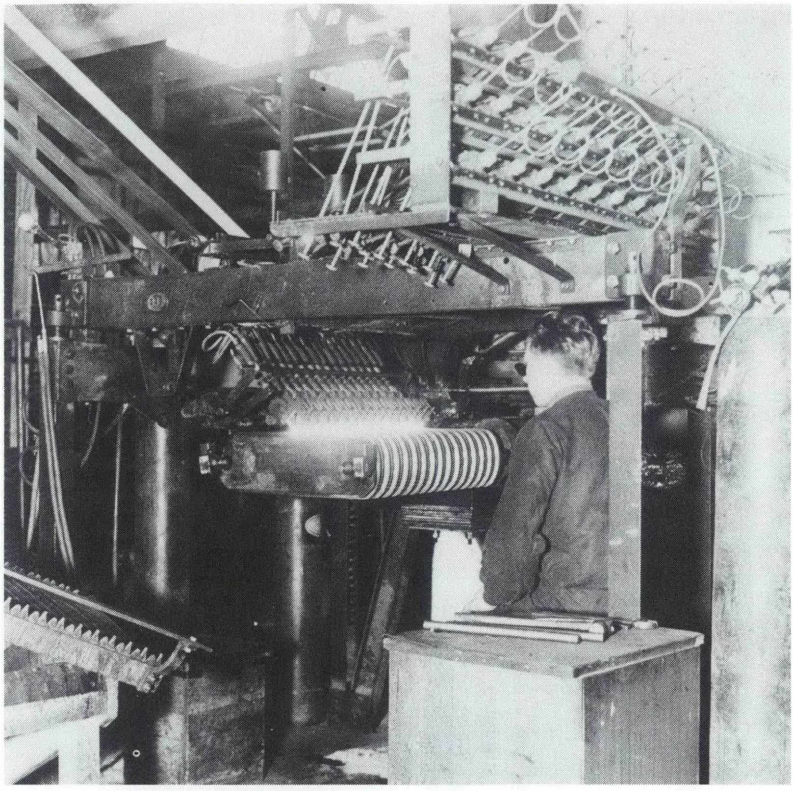
Mellankrigstiden ca 1920–1935

Svetsning och skärning blir produktions-metoder

Internationellt hade Europa varit föregångare inom gassvetsning och gasskärning beroende på att den industriella gastekniken först utvecklades där. Efter första världskriget ändrades bilden. Amerikanska soldater i Europa fann att svetsprocesser där var etablerade i industrin inte bara för reparationer utan även som produktions-



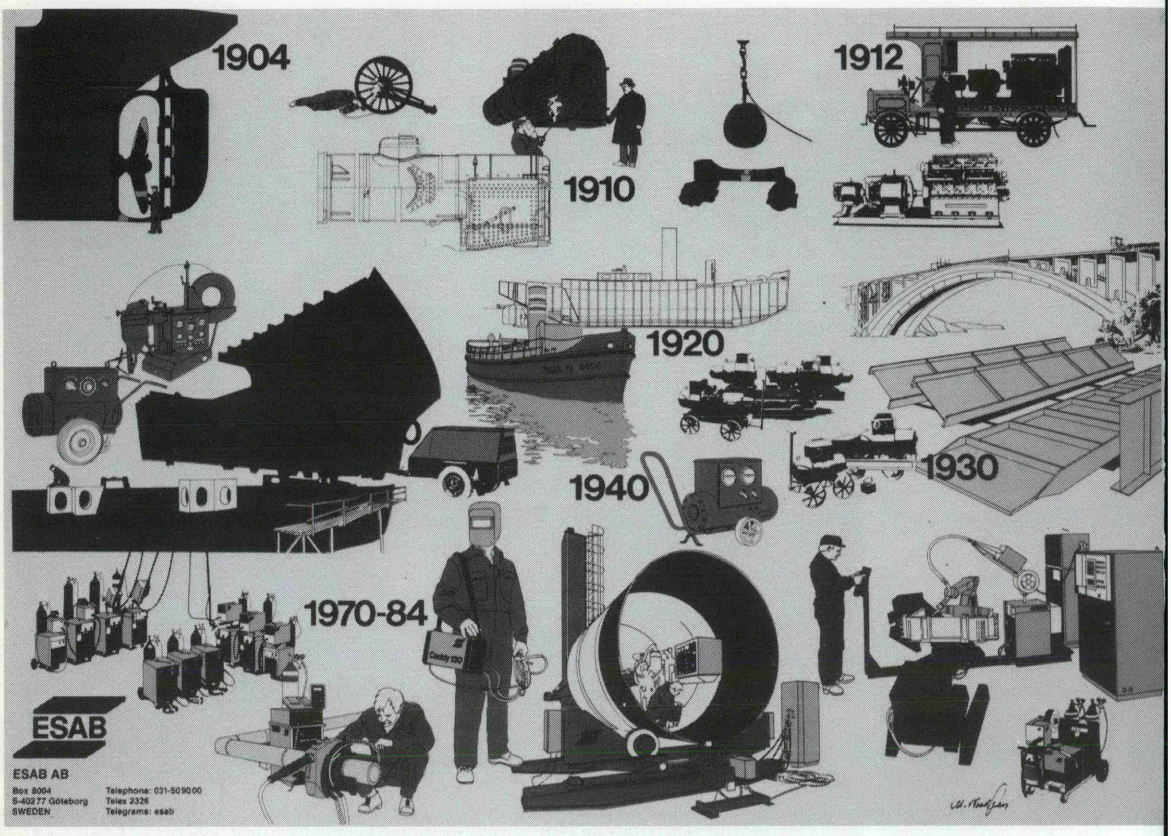
21. AGAs svetsskola startade 1916 och utbildade under två decennier ca 1 500 svetsare. De, som köpte svets- och skärapparater fick här lära sig att använda dem. Svetsundervisning påbörjades också vid Tekniska Skolan i Halmstad 1915, vid Svenska Carbidbolaget i Göteborg 1920, vid Hantverksinstitutet i Stockholm 1922 och vid ESAB i Göteborg 1932. Källa: AGA.



22. Denna omkretssvetsmaskin användes av AGA i slutet av 1920-talet för automatisk gassvetsning av plåtradiatorsektioner. 15 sektioner kunde svetsas samtidigt med denna maskin. Källa: AGA.

hjälpmedel. Gassvetsning och skärning fick därefter ett enormt uppsving i USA. Nya ljusbågssvetsprocesser utvecklades, som alltmer kom att konkurrera med gasmetoderna. De flesta av dessa kom dock i mera allmänt bruk först efter andra världskriget.

Trots att svetsningen fanns som arbetsmetod i Sverige sedan början av 1900-talet, användes den fram till 1930-talet mest i samband med reparation och underhåll. Ett fåtal svenska företag hade dock tidigt använt svetsning i produktionen t ex AGA som redan 1906 svetsade bojkroppar och tryckkärl. Efter första världskriget började tillverkare av maskiner och konstruktionselement som ASEA, ESAB och AB Bröderna Hedlund att använda bågsvetsning vid tillverkning. På grund av att svetsskarvarnas hållfasthet då ej på ett enkelt sätt kunde kontrolleras bromsades marknaden för svetsade produkter av försiktiga beställare. Under 1920-talet pågick också en stundom hård konkurrenskamp mellan företrädare



23. Översikt över ESABs nyutvecklingar 1904–84. Källa: ESAB.

för gassvetsningen och bågsvetsningen. Detta bidrog ej heller till att öka svetskundernas förtroende.

Redan 1920 då Oscar Kjellberg sjösatte ESAB IV bevisades att bågsvetsningen kunde användas till att bygga helsvetsade båtar. Trots detta fanns tio år senare endast ca 1 000 svetskunniga arbetare i Sverige varav ca 250 var bågsvetsare. Jämfört med andra länder låg svenska företag med svetsning som specialitet väl framme vid slutet av 1920-talet, men då det gällde att utnyttja svetsmetoderna rationellt i produktionen var svenskarna på väg att bli efter i utvecklingen.

Svets-kommissionen

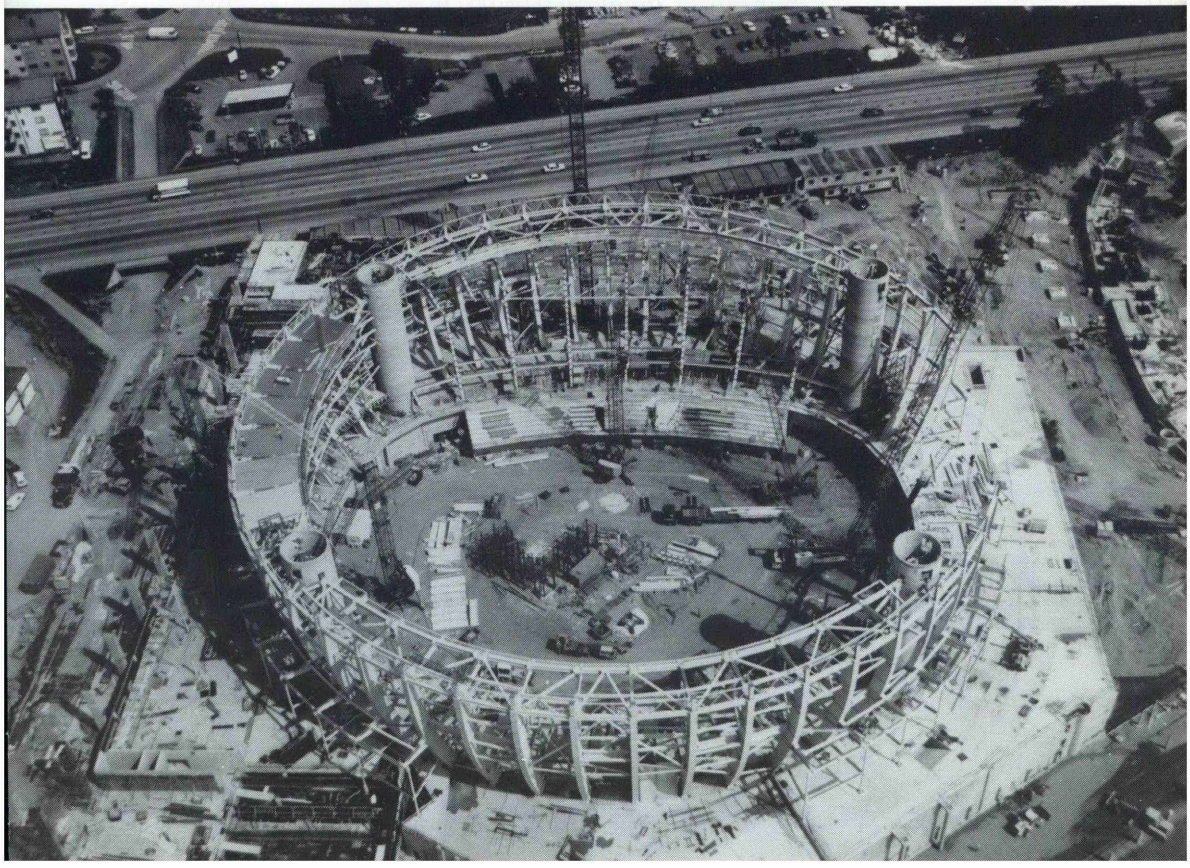
I oktober 1930 arrangerade Ingenjörsvetenskapsakademin (IVA) den första svenska svetsningskonferensen varvid diskuterades "förutsättningarna för bildandet av ett organ för studiet av tekniskvetenskapliga frågor rörande svetsning". Mötet resulterade i att Svenska Studiekommissionen för Svetsningsfrågor numera Svetskommissionen bildades den 18 november 1931 vid IVA.

Kommissionen började snart utforma riktlinjer för beräkning av svetsade konstruktioner och regler för svetsarutbildning och svetsarkompetens. Säkerhets- och kontrollfrågor togs upp och ledde till att Tekniska Röntgencentralen startades 1936. Med normer för röntgenkontroll av svetsfogar förbättrades säkerheten men det lär finnas exempel på att ansvarig myndighet ännu i början på 1940-talet rekommenderat svetsning – med tillägget "vi nitar väl också för säkerhets skull".

Man lärde sig konstruera för och tillämpa svetsning även vid brobyggen. Pålsundsbron byggd 1934 var den första landsvägsbron och Kusforsbron byggd 1942 den första järnvägsbron som helsvetsades i Sverige.

I USA hade redan före 1930-talet svetsning tillämpats på fackverkskonstruktioner för industri- och kontorsbyggnader. Denna metod kom i Sverige att användas först under de senaste årtionden. Globen i Stockholm är ett färskt exempel på svetsade stålkonstruktioner av jätteformat (fig 24).

24. Stålkonstruktion till Globen i Stockholm, världens största sfäriska byggnad med 110 m diameter. Konstruktionen bärs upp av 48 stycken 30 meter höga, helsvetsade stålpelare, som tillsammans väger ca 3 200 ton. Arbetet utfördes av Götaverken-Finnboda. Foto Götaverken-Finnboda.



Krigsåren och efterkrigstiden ca 1940–nutid

Från andra världskrigets början fick svetstekniken åter ett uppsving. Genom krigets avspärrningar stoppades många leveranser av ny maskinutrustning och reservdelar. Härigenom måste reparationer utföras på fordon och maskiner, som normalt ej skulle repareras. Rustningen medförde också att nya, ej tidigare svetsade metaller och legeringar kom till användning. Detta medförde en intensiv teknikutveckling.

Svetsning var nu etablerad produktionsteknik, men ännu ej över allt accepterad genom att oväntade brott på t ex broar och maskindelar rapporterades. Inom varvsnäringen hade svetsningen tagit över mer och mer under 1930-talet. 1941, då USA inträdde i andra världskriget användes svetsning vid massproduktion av fartyg som snabbt behövdes för att överföra krigsförnödenheter till Europa. Man började bygga fartyg i den s k Liberty-klassen på löpande band. Senare uppstod stora problem genom att många av dessa fartyg praktiskt taget sprack mitt itu. Man trodde att svetsningen bar skulden och hela svetsvärlden höll andan. Det konstaterades emellertid att sprickbildningen berodde på dålig plåtkvalitet och svetsbranschen kunde åter andas ut och inrikta sig på att vinna nya framgångar inom varvsrörelsen.



24 b. Elektrisk svetsning vid AB Hans Ostermans bilverkstad 1940. Foto Erik G:son Friberg, TM.

Elektriska bågsvetsningens metoder

De viktigaste och samtidigt mest förekommande metoderna för ljusbågssvetsning är:

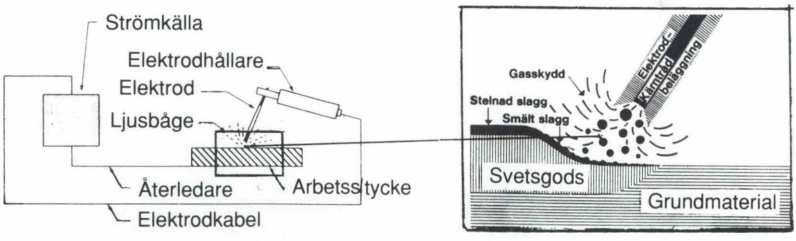
- Manuell handsvetsning med belagda elektroder.
- Svetsning i skyddsgas med solid (homogen) tråd.
- Svetsning med fluxfylld rörelektrod.
- Automatisk svetsning med solid tråd under pulver.
- TIG-svetsning med eller utan tillsatsmaterial.



Manuell handsvetsning med belagda elektroder. Metoden kallas internationellt MMA = Manual Metal Arcwelding. Den kan användas för svetsning i praktiskt taget alla typer av stål och metaller (fig 25).

Sedan svetsningens barndom och till för ca 10 år sedan har denna metod varit den i Sverige mest använda. Inom varvsrörelsen har handsvetsning med elektroder varit helt dominerande. I takt med att de svenska varven började avvecklas minskade också användningen av denna svetsmetod och förbrukningen av elektroder sjönk mycket starkt.

För att markera detta kan nämnas att de svenska varven 1974 förbrukade ca 20 000 ton tillsatsmaterial. 1992 kommer volymen levererat tillsatsmaterial till resterna av de kvarvarande varven att vara ca 3–400 ton dvs ca 2% av förbrukningen 1974. Enbart i Göteborgs- och Uddevallaområdet fanns 1974 ca 25 000 varvsar-



25. Principbeskrivning, manuell elektrisk bågsvetsning: "För svetsning kräves en svetsströmkälla och en elektrodhållare, som är ansluten med en elektrisk kabel till strömkällans ena pol. Arbetsobjektet, på vilket svetsning skall utföras är anslutet till strömkällans andra pol. Svetsaren sätter en elektrod i hållaren. När elektrodspetsen förs mot arbetsobjektet uppstår en ljusbåge. Arbetsstyckets kanter smälter, samtidigt som även elektrodspetsen smälter och droppar ned i smältbadet. Genom att sakta föra elektrodspetsen utefter arbetsobjektets kanter smälter dessa ihop med det smälta materialet från elektroden och en homogen materialbindning erhålles. Under processen skyddas smältbadet från oxidation av ett gasskydd från elektrodhöljet. Höljets kemiska sammansättning varierar beroende på vilket material som skall svetsas. Vid en viss metallegering användes en elektrod med motsvarande legeringsämnen i höljet."

betare, som mer eller mindre arbetade med svetsning. I dag finns i samma område högst 250 st. Detta belyser dramatiskt en mycket viktig epok i den svenska svetsningen historia.

Svetsning i skyddsgas med solid tråd (gasmetallbågsvetsning). En av svetsteknikens viktigaste innovationer efter den belagda elektroden var utvecklingen av bågsvetsning i skyddsgas. Redan på 1920-talet gjordes svetsförsök i ädelgasatmosfär. Två amerikanska tekniker, Henry Hobart och Paul Devers vid General Electric, försökte med helium resp argon men utan någon kommersiell framgång. General Electric vidareutvecklade och patenterade metoden 1930 men rönte samma öde. Den uteblivna framgången berodde främst på att såväl helium som argon var för dyra att producera med dåtida teknik.

Först i mitten av 1940-talet hade tekniken med en smältande elektrod i skyddsgas utvecklats så att den blev industriellt användbar. Argon användes som skyddsgas, men snart upptäcktes att den betydligt billigare CO_2 också var ett möjligt alternativ.

Tillsatsmaterial i form av en trådelektrod matades automatiskt fram från en trådbobin till en svetspistol, som svetsaren höll i handen. Kombinationen automatisk trådmatning och manuell framföring av svetspistolen gjorde att metoden kallades "halvautomatisk".

Den internationella benämningen på den nya metoden blev: GMAW = Gas Metal Arc Welding. Beroende på vilken skyddsgas som användes fick metoden två olika namn: MIG då argon användes och MAG för CO_2.

MIG = Metal Inert Gas, med vilket menas att skyddsgasen argon, som är en ädelgas, inte deltar aktivt i smältprocessen utan endast utgör ett skydd mot oxidation.

MAG = Metal Active Gas, vilket innebär att CO_2-gasen inte enbart har en skyddande uppgift, utan även deltar aktivt i smältprocessen (fig 29).

MAG-metoden. I början av 1950-talet fick två ingenjörer från Svenska Järnvägsverkstäderna (ASJ) i Linköping på studiebesök i USA se en för dem helt ny typ av halvautomatisk svetsning med solid tråd och med CO_2 som gasskydd. Metoden hade utvecklats vid bl a Battelle Memorial Institute.

De köpte in en maskin till Linköping samt skaffade CO_2-gas från stadens bryggeri. Därmed var MAG-svetsningen introducerad i den svenska industrin. Kort tid därefter började ASEA-Svets sälja tysktillverkade MAG-utrustningar och svenska gasfabriker började producera lämplig CO_2. Redan i början av 1960-talet tillverkade ESAB vid fabriken i Laxå den första svenska halvautomaten. Metoden har vidareutvecklats under åren.

Skyddsgasen har delvis förändrats. Förutom ren CO_2-gas användes i mycket stor omfattning en blandgas bestående av 80 % argon och 20 % CO_2. Under senare tid har AGA m fl introducerat även andra typer av två- och flerkomponentgaser på marknaden.

Vid svetsning i stål är svetstråden förkopprad järntråd med speciell legering. Sådan svetstråd har sedan lång tid producerats i Sverige, främst vid Grytgöls Bruk i Östergötland. Rostfri svetstråd produceras vid Sandvik AB och Avesta AB.

Fram till 1985 var svetsning med handsvetselektroder den mest vanliga svetsmetoden i Sverige. Den passerades då av de båda MIG/MAG-metoderna.

MIG-metoden. Utvecklingen av halvautomater för MIG-svetsning med argon som skyddsgas skedde vid Battelle-institutet och vid Airco i USA parallellt med MAG-utvecklingen. De båda metodernas användningsområden var emellertid helt olika. MIG-svetsningen var från början avsedd för svetsning i legerade material, som t ex rostfritt och vissa ickejärn-metaller. Tillsatstråden skulle vara av samma materialtyp och skyddsgasen en inaktiv (inert) gas, som argon.

Under de senaste åren har emellertid ren argon, som skyddsgas vid MIG-svetsning, mer och mer ersatts av blandgaser med två eller flera komponenter, men med argon som starkt dominerande part. Metoden byter då namn till MAG-svetsning även om svetsningen sker i t ex rostfritt material.

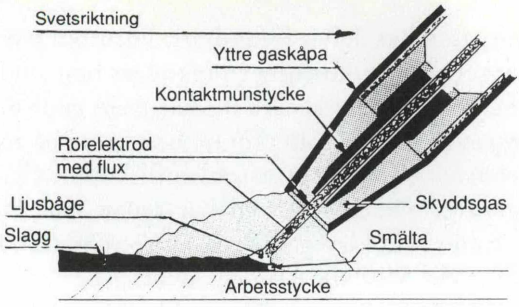
Sverige har haft och har fortfarande en betydande stålindustri, som i många avseenden är världsledande, speciellt vad gäller utveckling och framställning av högt kvalificerade stålsorter. Det har medfört att många konstruktioner av stål nu kan göras med betydligt klenare dimensioner än tidigare. MIG- och MAG-metoderna har normalt vissa begränsningar vid svetsning i grovt material, men som en konsekvens av de nyutvecklade stålen har MIG/MAG-metodernas användningsområde ökats.

Till detta kan noteras en i Sverige liksom i övriga världen ökad användning av rostfritt och liknande legerat material, vilket också har positivt påverkat MIG/MAG-svetsningen.

En annan anledning till MIG/MAG-metodernas ökning är att båda dessa är relativt lätta att anpassa till helautomatisk svetsning genom mekanisering med t ex robot.

Svetsning med fluxfylld rörelektrod. Metodens internationella benämning är FCW, vilket kommer av Flux Cored Wire.

Även om svetsning med solid tråd i skyddsgas fick en mycket stor spridning i svetsvärlden upptäcktes dock ganska snart att metoden hade två viktiga brister:



26. Svetsning med rörelektrod i skyddsgas, princip.

1. Med hänsyn till den skyddande gasen var det svårt att svetsa utomhus.
2. Metoden var svår att använda vid svetsning i grövre gods.

I USA utvecklades därför en rörformig trådelektrod, fylld med ett fluxmedel (fig 26). Detta hade liknande egenskaper som pulverhöljet på en elektrod, i det att medlet vid svetsning utvecklade en gas som skyddade svetsstället. Metoden blev internationellt bekant, då den i stor omfattning användes vid arbetet med den kända stora gasledningen från Alaska genom Kanada till USA.

Vid svetsning med FCW-metoden utvecklades en mycket stor rökmängd, vilket gjorde den svår att använda inomhus. Detta problem kunde minskas avsevärt, om CO_2 användes som skyddsgas.

I Sverige har svetsning med rörelektrod blivit den metod, som under de senaste åren ökat mest i användning men numera i kombination med argon/CO_2 som extra skyddsgas.

Automatisk svetsning med solid tråd under pulver. Internationell benämning SAW = Submerged Arc Welding. I Sverige är metoden mest känd under namnet UP-svetsning, efter tyskans Unter Pulver.

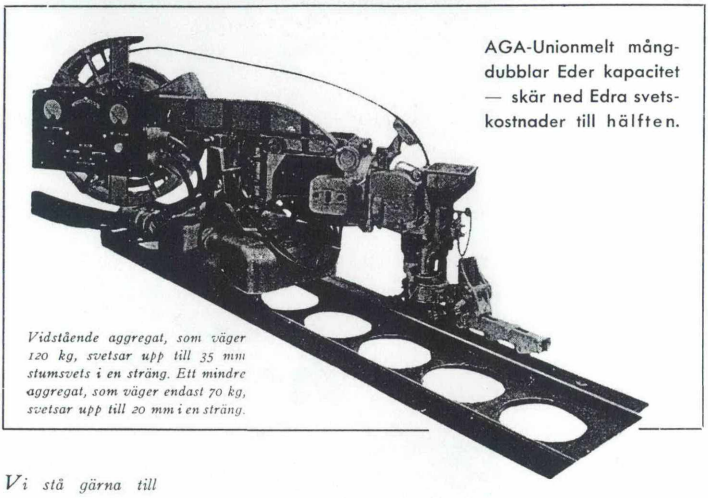
I början av 1930-talet konstruerades vid ESAB:s tyska fabrik i Finsterwalde den första typen av svetsautomat. Den arbetade med vanliga svetselektroder, som från ett elektrodmagasin automatiskt matades ned för svetsning.

Parallellt med denna utveckling kom i USA en svetsautomat, som arbetade med kontinuerlig svetstråd och pulver. Idén till metoden gavs av amerikanen Harry E Kennedy redan på 1920-talet. Metoden övertogs av och vidareutvecklades vid University of California i Berkeley. Uppfinningen köptes i början av 1930-talet av Linde Air Products Co och 1935 introducerades processen på den amerikanska marknaden under namnet "Union-Melt". 1939 köpte AGA patenträtten för Skandinavien och Baltikum och sålde flera exemplar till bl a de svenska varven (fig 27).

Med utvecklingen av den automatiska svetsningen, inleddes ett mycket betydelsefullt kapitel i den svetstekniska historien. Svets-

AGA-Unionmelt

- en ny ekonomisk svetsmetod



AGA-Unionmelt mångdubblar Eder kapacitet — skär ned Edra svetskostnader till hälften.

Vidstående aggregat, som väger 120 kg, svetsar upp till 35 mm stumsvets i en sträng. Ett mindre aggregat, som väger endast 70 kg, svetsar upp till 20 mm i en sträng.

Vi stå gärna till tjänst med informationer i alla frågor som röra svetsning.

Det är tungt vägande skäl, som föranlett oss taga upp den nya elektriska AGA-Unionmelt-metoden. Vad betyda t. ex. följande möjligheter, jämförda med vanlig bågsvetsning, för E d e r verkstad?

- **Svetshastigheten** blir 10—20 gånger större.
- **Elektrodförbrukningen reduceras mer än 50 proc.**
- **Energiförbrukningen minskas till hälften.**
- **Totala svetskostnaden pr m svets reduceras 50 proc.**

För alla verkstäder med större svetsarbeten betyder AGA-Unionmelt-metoden förstärkt beredskap. Begär upplysningar och offert.



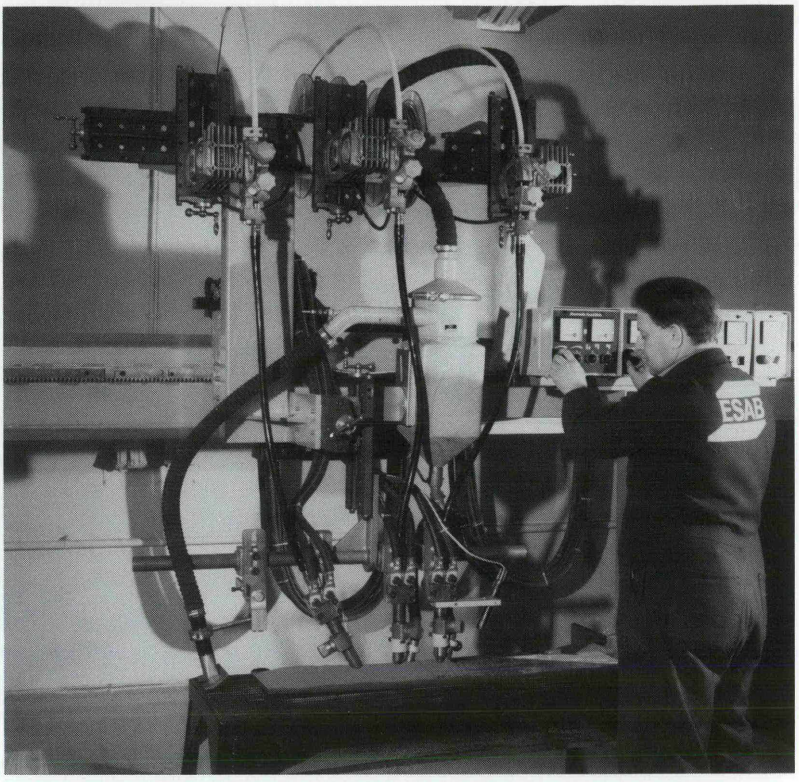
GASACCUMULATOR

SVETSAVDELNINGEN Aktiebolaget STOCKHOLM - LIDINGÖ

27. AGAs första annons för svetsautomaten AGA-Unionmelt. Källa: Svetsen, nr 6, nov 1943.

automaten fick helt avgörande betydelse vid all skeppsbyggnad i hela världen. I början av 1970-talet var svensk varvsindustri en av de världsledande tillverkarna av stora oljetankers. Plåttjockleken i skrovet kunde vara upp till 40 mm och automatsvetsning var då den mest användbara svetsmetoden.

I Sverige avtog behovet av svetsautomater då varven avvecklades, men metoden är fortfarande den mest ekonomiska vid svetsning av tjocka plana plåtar. UP-metoden är också den mest mil-



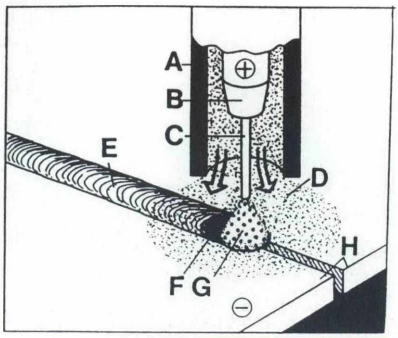
28. Ett av ESAB i Laxå utvecklat komponentsystem för tillverkning av svetsautomater har gjort det möjligt för kunden att själv komponera den svetsautomattyp, som bäst passar hans egna behov. Källa: ESAB.

jövänliga av alla elektriska bågsvetsmetoder eftersom den, tack vare det skyddande pulvret, inte ryker.

TIG-svetsning. Den internationella benämningen TIG = Tungsten Inert Gas.

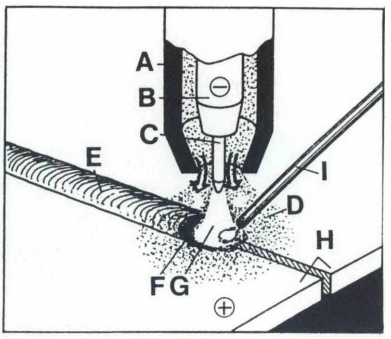
Under andra världskriget växte behovet av att kunna svetsa lättmetaller, som aluminium och magnesium, speciellt inom flygindustrin. 1940 fick amerikanen Russel Meredith vid Northrop Aircraft i uppdrag att utveckla en metod för svetsning av magnesium. Han byggde vidare på en metod, som General Electric redan 1930 arbetat med, och gjorde 1941 försök med magnesiumtråd och ädelgasen helium.

Detta fungerade, men att använda ett elektrodmaterial med så låg smältpunkt hade vissa nackdelar. Meredith valde istället en volframelektrod, som inte smälte och 1942 patenterade han metoden, som fick namnet "Heliarc"-svetsning. Linde Div vid det amerikanska Union Carbide fick licens att vidareutveckla och sälja



29. Bågsvetsning i skyddsgas (MIG), princip. Tråden, som matas fram i centrum av svetspistolens munstycke, omges av den samtidigt framströmmande skyddsgasen. Från strömkälla och gasbehållare ledes tråden i en trådledare och gasen i en gasslang fram till svetspistolen i en gemensam skyddsslang.

A Yttre skyddskåpa
B Munstycke
C Svetstråd
D Skyddsgas
E Färdig svets
F Smälta
G Ljusbåge
H Grundmaterial



30. TIG-svetsning, princip. TIG kan användas med eller utan tillsatsmaterial. Vid svetsning utan tillsatsmaterial ligger de båda materialkanterna tätt intill varandra och smältes ihop. Vid svetsning med tillsatsmaterial tillföres materialet från sidan, enligt bilden.

A Gaskåpa
B Elektrodhållare
C Ej smältande volframelektrod
D Skyddsgas
E Färdig svets
F Smälta
G Ljusbåge
H Grundmaterial
I Svetstråd

processen. Först användes helium, men efter kriget ersattes detta med argon, som var billigare och lättare att producera och metoden bytte då namn till TIG-svetsning (fig 30). TIG-metoden är i dag en av de mest använda vid svetsning av koppar och kopparlegeringar, nickel och nickellegeringar, titan och olika rostfria, syrafasta och värmetåliga stållegeringar.

I Sverige introducerades TIG-svetsning redan i mitten av 1940-talet av AGA och ASEA-Svets. AGA tog hem svetsbrännarna från USA och ASEA-Svets strömkällorna från Tyskland, varefter utrustningen marknadsfördes av ASEA-Svets. I dag finns sedan många år tillbaka svensktillverkade utrustningar från bl a ESAB i Laxå.

Bågsvetsmetodernas användning i Sverige

Med undantag av TIG-metoden, som under de senaste åren haft en förhållandevis jämn användning, har det inbördes förhållandet mellan de övriga metoderna varierat starkt.

Från början var svetselektroden, MMA, helt dominerande. Denna dominans fortsatte under varvens storhetstid, då metoden var nästan dubbelt så stor som de övriga metoderna tillsammans.

Följande tablå visar procentuell förbrukning av tillsatsmaterial i Sverige fördelat på olika svetsmetoder. Den illustrerar de inbördes förändringarna mellan olika svetsmetoders användning i Sverige 1974, då varvsindustrin var som starkast, och 1990:

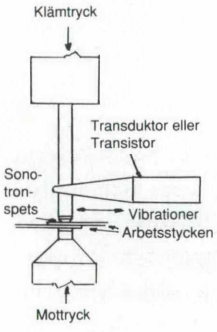
Metod	Andel i % av total vikt tillsatsmaterial	
	1974	1990
MMA	65 %	36 %
GMAW	18 %	46 %
FCW	1 %	11 %
SAW (UP)	16 %	7 %
	100 %	100 %

TIG-metoden är inte med i denna sammanställning, eftersom den i endast ca 50 % svetsas med tillsatsmaterial. Volymen tillsatsmaterial är i detta sammanhang utan betydelse.

Nyare, speciella trycksvetsmetoder

Utöver de tidigare beskrivna konventionella typerna av motståndssvetsning finns några speciella metoder, som visserligen arbetar efter delvis andra principer, men som ändå måste hänföras till gruppen trycksvetsning.

Det är: ultraljudssvetsning
explosionssvetsning
friktionssvetsning
och bultsvetsning, kombination av smält- och trycksvetsning.



31. Ultraljudssvetsning, princip. De delar, som skall svetsas trycks mellan ett fast stöd och en s k sonotrod, som kan överföra ultraljud med frekvenser upp till ca 100 kHz. Genom de vibrationer, som uppstår, bringas delarna i så intim kontakt med varandra att de förenas av atomära krafter.

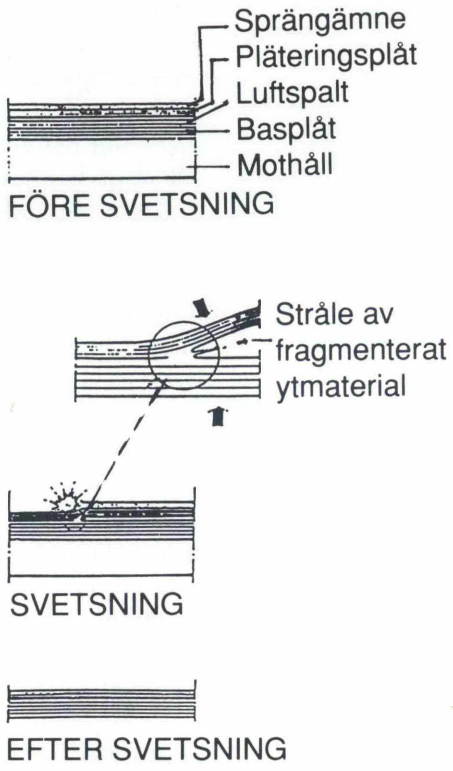
Samtliga dessa metoder användes i Sverige, men dock, i förhållande till de konventionella motståndssvetsmetoderna, i mera blygsam omfattning.

Ultraljudssvetsning. Metoden uppfanns inom elektronikindustrin i mitten av 1940-talet. Den är avsedd för svetsning av mycket små detaljer. Övre gräns för detaljens materialtjocklek är ca 2,5 mm, medan begränsningen nedåt ligger på ca 0,01 mm diam för tråd och ca 0,004 mm för folie. Ultraljudssvetsning användes för svetsning av mikrokretsar och halvledarkomponenter, för tillverkning av kretskort och för hopsvetsning av kabel.

Ultraljudssvetsning är en form av kallsvetsning, där metalldelarnas ytor deformeras plastiskt under tryck och vibration (fig 31).

Explosionssvetsning. Vid explosionssvetsning sker sammansvetsningen av arbetsstycken med hjälp av en kontrollerad detonation (fig 32). Detta användes i mitten av 1950-talet vid amerikanska National Northern Corp och vidareutvecklades senare av Du Pont. Från början var metoden avsedd för framställning av kompoundplåt. Den kan emellertid användas för hopsvetsning av praktiskt taget alla vanliga material. Aluminium mot stål eller kopparlegeringar mot titan osv.

På senare tid har explosionssvetsade detaljer fått användning vid



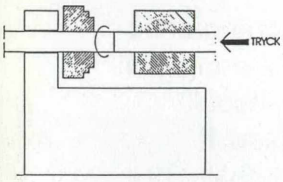
32. Explosionssvetsning, princip. De delar, som skall hopsvetsas, placeras parallellt med en luftspalt emellan. På den övre plåten läggs en gummibuffert för att skydda ytan och ovanpå denna placeras sprängämnet och en detonator.

När sprängämnet detonerar kastas den övre plåten med våldsam kraft mot den undre. Vid sprängningen bildas en jetstråle, som fragmenterar metallytorna, varvid deras oxidskikt kastas framåt så att en mycket stark och helt metallisk atomär bindning erhålles vid plåtarnas kontaktytor. Källa: Svetsen nr 4 1987.

tillverkning av vissa typer av båtar med stålskrov och aluminiumöverbyggnad. Man använder då explosionssvetsade övergångsstycken med kombinationen stål-aluminium, varvid ståldelen svetsas till skrovet och den andra delen till överbyggnaden. Tekniken har utvecklats så att även rör kan explosionssvetsas. Så har t ex en sträcka av den kända Trans Canadian Pipeline i Kanada svetsats med denna metod.

Nitro Metall, ett dotterbolag till Nobel-Kemi, förvärvade i mitten av 1960-talet rätten att använda metoden i Sverige. Bolaget, som numera har annan ägare, har sin verksamhet i Likenäs i Värmland. Svårigheten med metoden är att den, då den användes i större skala, måste utföras på speciella skyddade skjutplatser. Utanför Likenäs finns nu Europas största sprängplats för explosionssvetsning.

Friktionssvetsning. Även om idén fanns redan vid sekelskiftet, utvecklades metoden först i mitten av 1950-talet. Den ryske maskinisten A I Chudikov patenterade en friktionssvetsningsmetod 1956. Den användes i huvudsak vid hopsvetsning av axlar och liknande cylindriska objekt, såsom handtag och andra detaljer till verktyg.



33. Friktionssvetsning, princip.

Vanligtvis har maskiner för friktionssvetsning två inspänningschuckar med gemensam centrumlinje. De detaljer, som skall svetsas, inspännes i chuckarna med ändarna mot varandra, så som fig 33 visar. Den ena chucken arbetar axialt och trycker sitt arbetsstycke mot det andra, som sitter i en roterande chuck.

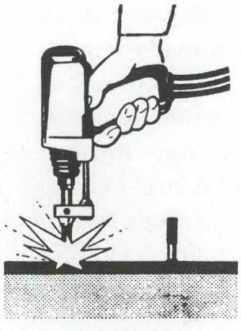
Genom den friktion, som uppstår då detaljändarna under tryck gnids mot varandra, erhålles snabbt en hög friktionsvärme. När svetstemperatur uppnåtts, stoppas rotationen automatiskt, medan trycket bibehålles eller eventuellt ökas, tills de båda ändarna är sammansvetsade.

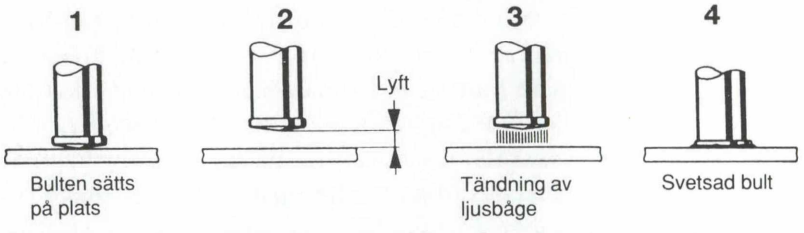
Bultsvetsning. De första försöken med bultsvetsningsapparatur utfördes i England under första världskriget av Harold Martin, svetsspecialist vid engelska flottan i Portsmouth. Utvecklingsarbetet låg därefter i stort sett nere under mellankrigstiden för att åter upptas inom engelsk skeppsbyggnadsindustri vid andra världskrigets utbrott. Fördelen är att kunna fästa bultar och stift utan att först borra ett hål, som kan leda till läckage (fig 34).

1938 kom den amerikanske ingenjören Ted Nelson på idén att med hjälp av bultsvetsning svetsa fast gängad bult på fartygsdäcket och på så sätt fästa däcksplankorna. Metoden fick så stor efterfrågan att Nelson bildade ett bolag för att exploatera idén. Detta bolag "TRW Nelson Studwelding", som också började tillverka maskinell utrustning, är fortfarande världsledande för metoden.

Metoden introducerades i Sverige av AB Olof Lakander i Göteborg. 1946 levererades den första utrustningen till Götaverken, där den skulle användas vid läggning av däcksplank på M/S Stockholm, som då var under byggnad (fig 35).

I Sverige användes bultsvetsning i mycket stor omfattning av bl a maskin- och apparattillverkare, byggnadsindustri och bilindustri.





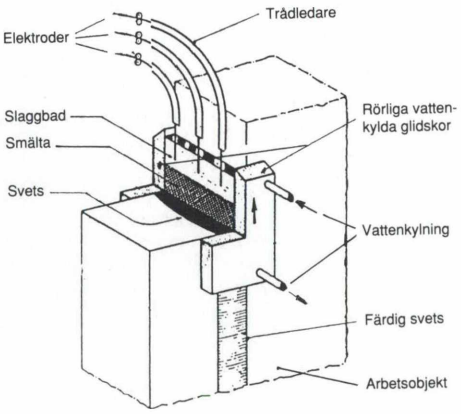
34. Bultsvetsning, princip. I ett pistolliknande verktyg kopplat till en strömkälla sätts bulten in, varefter bultspetsen tryckes mot arbetsobjektet. Då pistolen avfyras lyfts bulten automatiskt några mm från arbetsobjektet varvid en ljusbåge uppstår. Efter någon sekund har såväl bultände, som arbetsobjektet uppvärmts och bulten skjutes med en fjäderanordning ned i smältbadet. Förbindningen blir minst lika stark som materialet i bult och arbetsstycke.



35. Bultsvetsning vid läggning av däck på M/S Stockholm. Bilden visar hur verktyget appliceras mot däcket då svetsningen utföres. Till vänster däcksplank mot borrade hål, som passar till de fastsvetsade bultarna. Foto O Lakander.

Andra speciella svets- och skärmetoder

Elektroslagg – elektrogas. Redan före första världskriget försökte man på olika håll hitta metoder att sammanfoga vertikalt ställda, förhållandevis grova arbetsobjekt men utan praktiska resultat. E J Hopkins patenterade 1938 en metod, som ej heller kom till an-



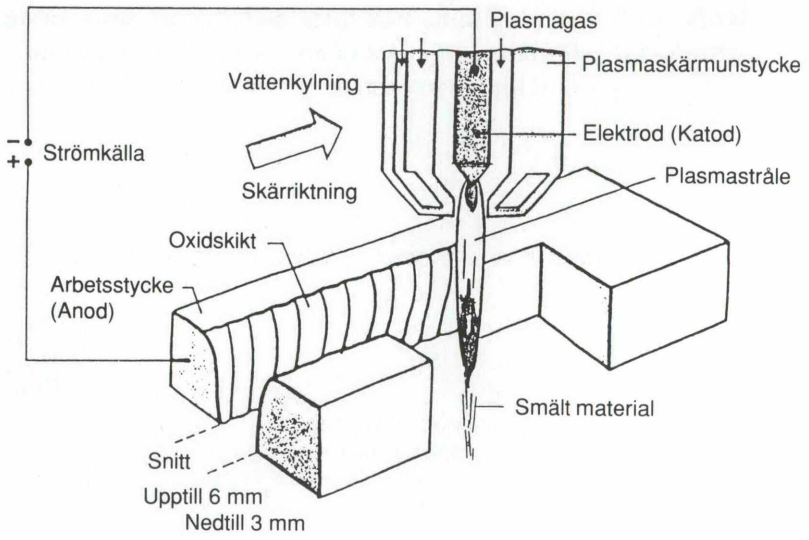
36. Elektroslaggsvetsning, princip. Svetsning sker mellan två vattenkylda glidskor, som kontinuerligt föres uppåt i svetsfogen. Trådelektrod och pulver tillföres.

vändning. Det var det ryska Paton-institutet i Kiev, som först i början av 1950-talet utvecklade den första industriellt användbara elektroslaggsvetsningsmetoden (fig 36). Denna kom till Västeuropa först vid världsutställningen i Bryssel 1958. Den användes då vid tillverkning av den atomgitterliknande, 110 meter höga stålkonstruktionen "Atomium", som blev hela utställningens symbol.

Elektrogassvetsning, som presenterades 1957 är en vidareutveckling av elektroslaggsvetsningen. Vid elektrogassvetsning användes skyddsgas istället för pulver och ibland rörelektrod istället för trådelektrod.

Plasmasvetsning och plasmaskärning. Plasmatillstånd uppnås genom att en gas upphettas så kraftigt att den joniseras och blir elektriskt ledande. 1909 lyckades den tyske forskaren Otto Schönherr vid BASF omvandla gas till ett plasmatillstånd då han experimenterade med gaser i olika tillstånd. Någon större praktisk betydelse fick inte hans upptäckter, men de låg sannolikt till grund för en vidareutveckling, som gjordes av två amerikanska tekniker Gerdien och Lotz 1921. De framställde en ljusbåge med hjälp av en kolelektrod och ett plasma, som strömmade fram genom ett munstycke. Kolelektroden förbrukades dock mycket snabbt och inte heller i denna utvecklingsfas skapades någon praktisk tillämpning.

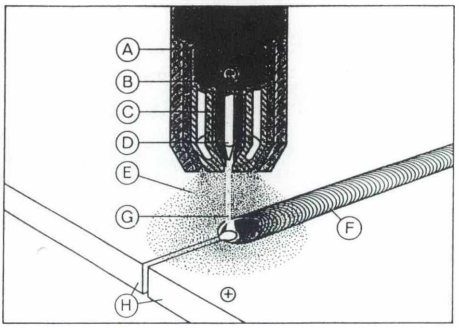
På 1950-talet drevs plasmautveckling inom flyg-, raket- och atomindustrin. 1953 patenterade Robert Gage en plasmasvetsmetod där han använde sig av en volframelektrod. 1955 gjorde han den första industriellt användbara plasmaskärbrännaren och 1957



37. Plasmaskärning, princip.

38. Plasmasvetsning, princip. Källa: Avesta.

A Gaskåpa
B Vattenkyld brännare
C Plasmagas
D Volframelektrod
E Skyddsgas
F Färdig svets
G Plasmastråle
H Grundmaterial



den första utrustningen för plasmasvetsning. Som plasmagas användes vanligen argon eller en blandning av argon och hydrogen. Även CO_2 kan användas och vid vissa manuella tillämpningar även luftplasma.

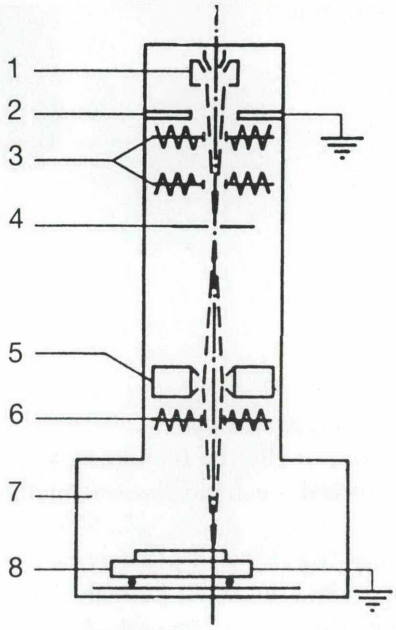
Plasmaskärning (fig 37) och plasmasvetsning (fig 38) introducerades i Sverige 1962 av AGA, då man sålde den första plasmaskärutrustningen till Avesta Järnverk. Något år därefter började AGA tillverka utrustning för plasmasvetsning. I dag tillverkar ESAB maskiner och utrustning för såväl skärning som svetsning med plasma.

Elektronstrålesvetsning. 1905 lyckades M V Pirani framställa en elektronstråle med vilken han kunde smälta metall. Nästa kända fas i utvecklingen kom 1930 då tysken Manfred von Ardenne borrade hål med elektronstråle. Först 1949 lyckades den tyske forskaren K H Steigerwald vid Zeiss åstadkomma metodens första industriella tillämpning.

Kärnkraftsindustrin, i detta fall Franska Atomkommissionen och flyg- och rymdindustrin, behövde en metod med vilken man med mycket stor precision kunde svetsa små detaljer av olika material som aluminium, titan, magnesium, koppar och stållegeringar m m. J A Stohr vid kommissionens laboratorium i Saclay rapporterade 1957 att han lyckats tillgodose dessa behov med en nyutvecklad elektronstråleteknik.

Under de första åren var metoden begränsad till svetsning enbart i vakuumkammare (fig 39). I slutet av 1960-talet konstruerades en utrustning, där svetsning kunde utföras med elektronstrålen isolerad i vakuum i svetspistolen men med svetsobjektet i vanlig skyddsgasmiljö, argon eller helium.

Lasersvetsning och laserskärning. Svetsning med laser liksom elektronstråle är baserad på uppvärmning genom höga strålningseffekter. Vid lasersvetsning träffas arbetsstycket av en ström av foto-



1. Katod
2. Anod
3. Magnetisk justering
4. Bländare
5. Magnetisk lins
6. Magnetisk styrning
7. Vakuumkammare
8. Arbetsstycke

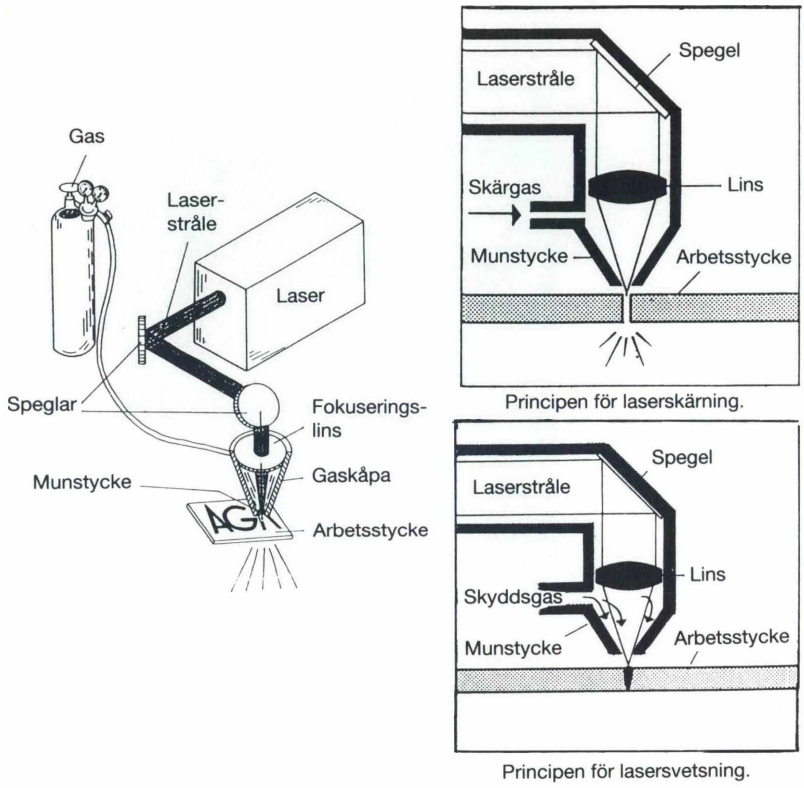
39. Elektronstrålesvetsning, princip. Värme alstras genom att grundmaterialet bombarderas med elektroner från en volframglödtråd. Elektronerna accelereras och deras rörelseenergi omsätts till värme då elektronstrålen träffar arbetsobjektets yta. En smältzon mellan objektets fogytor erhålles. Svetsdetaljerna placeras normalt i en vacuumbehållare under en svetspistol. Hela svetsförloppet sker automatiskt i vacuum.

ner (strålningskvanta). Då fotonerna koncentreras på en mycket liten punkt kan en så stor effekt överföras att kanterna på arbetsobjektet smälter (fig 40).

Den första lasern för metallbearbetning utvecklades 1960 av Theodore Maiman vid Hughes Research Laboratories i USA. Med en rubinlaser lyckades han borra hål i ett så hårt material som diamant. Först på senare år har lasereffekter tillräckliga för svetsning och skärning åstadkommits. I Sverige har lasermetoderna fått användning inom flyg- och bilindustrin.

Svetsmekanisering

I takt med den ökade industrialiseringen över hela världen krävdes nya metoder och utrustningar lämpliga för effektivisering och rationalisering av produktionen. Många företag gjorde själva enkla anordningar för mekanisering av svetsförloppet. Mekaniseringen innebar att svetspistolen hölls och styrdes av en mekanisk utrust-



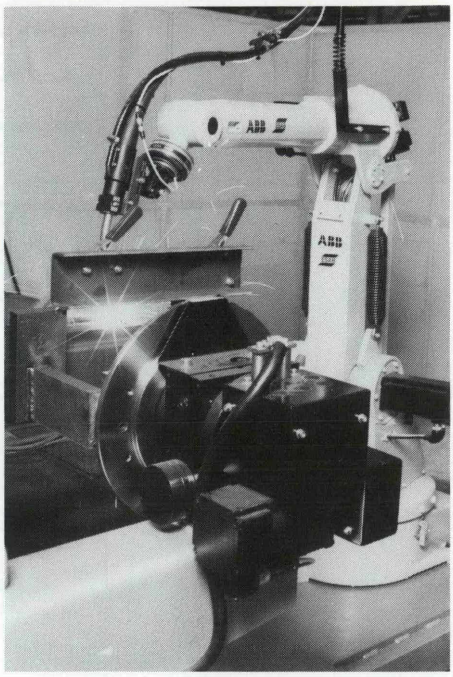
40. Lasersvetsning och laserskärning, princip. Källa: AGA och Permascand AB.

ning och ej av svetsarens hand. Detta ledde senare till bl a utveckling av svetsrobotar.

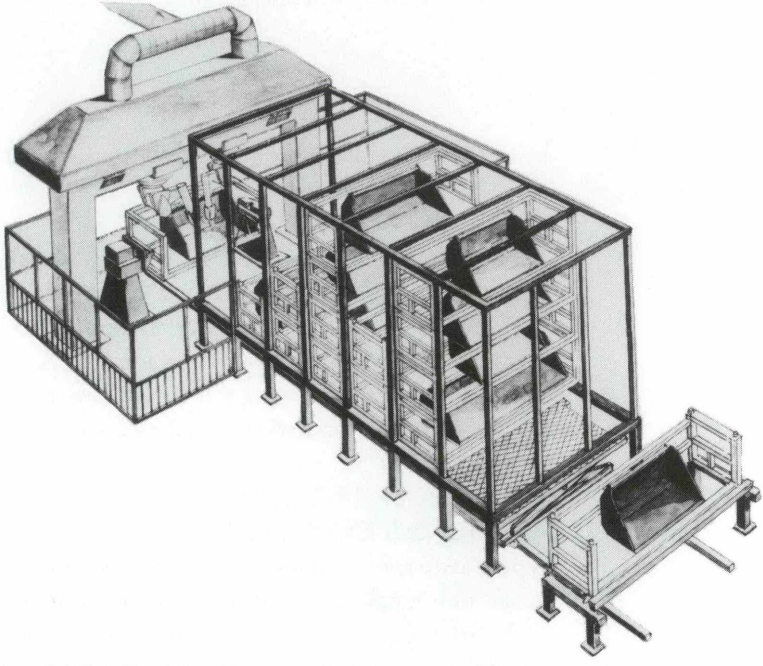
Svetsrobotar. Mer konsekvent infördes svetsmekanisering först av den amerikanska bilindustrin. I början av 1960-talet utvecklade Unimation i USA en robotkonstruktion utrustad för motståndssvetsning. Kort tid därefter började ASEA (ABB-Robotics) i Västerås att arbeta med en egen robotkonstruktion. Efter ytterligare något år kunde den första svenska svetsroboten för motståndssvetsning levereras.

I början av 1970 startade ett samarbete mellan ASEA (ABB-Robotics) och ESAB, som ledde till utveckling av en standardiserad typ av svetsrobotstation för ljusbågssvetsning. 1975 levererades den första helsvenska svetsrobotstationen till den svenska industrin. De båda företagen har nu utvecklat ett nytt robotsystem uppbyggt av standardiserade moduler enligt byggsatsprincipen (fig 41).

Sverige räknas nu som det efter Japan robottätaste landet i värl-



41. Moduliserad svetsrobot. Källa: ESAB, ABB-Robotics.



42. FMS-anläggning för svetsning av grävmaskinskopor. Levererad av ESAB till ÅLÖ Maskiner, Umeå 1989. Källa: ESAB.

den i förhållande till folkmängden. 1990 fanns i Sverige ca 1 000 svetsrobotar.

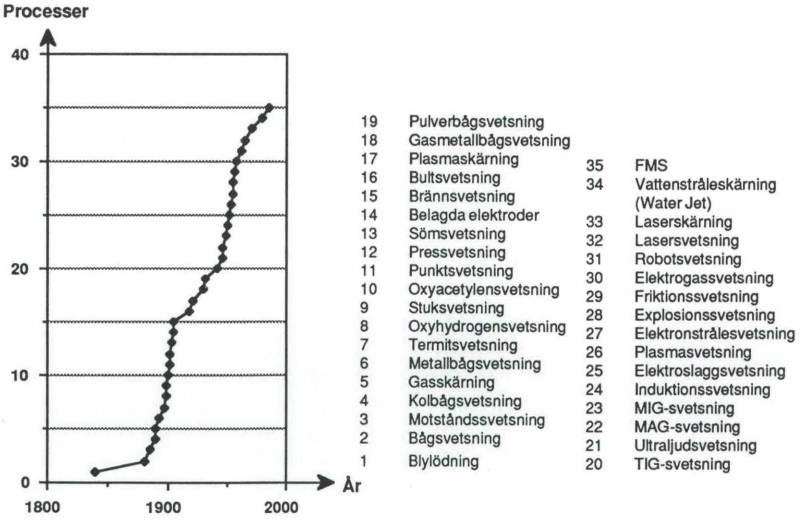
FMS, Flexible Manufacturing System. Ett steg mot ökad svetsautomatisering erhålles med FMS-stationer. FMS utgöres av en datoriserad svetsanläggning med en eller flera svetsrobotar, synkroniserade med transportbanor för automatisk frammatning av de detaljer, som skall svetsas och automatisk bortforsling av färdigsvetsade objekt (fig 42). Vissa FMS-stationer medger obemannad svetsning under hela skift.

Framtiden



43. T M Norén-Brandel, västvärldens förste professor i Svetsteknologi.

Tillverkning av utrustning för svetsning och skärning är nu en miljardindustri. Dess produkter används inom de flesta grenar av tillverkning och industriell produktionsteknik. Från att sedan början av 1900-talet ha betraktats som en empirisk konst och primitiv vetenskap har svetstekniken och svetsmetallurgin under de senaste decennierna fått en plats inom såväl teoretisk vetenskap som högteknologisk processteknologi. Svetsteknologin är i vid mening tvärvetenskaplig och kräver kunskaper inom många olika vetenskapsgrenar t ex ljusbågs- och plasmafysik, termodynamik, högtemperaturkemi, materialvetenskaper, transportfenomen, matematisk simulering, datavetenskap, automation och olika tekniska fält inom mekanisk, kemisk och elektronisk teknologi.



44. Tillväxten av nya svetsmetoder ökar. Källa: ESAB.

Västvärldens förste professor i svetsteknologi var T M Norén-Brandel, som 1964 startade sin verksamhet vid KTH i Stockholm (fig 43). Under 21 år vid KTH utexaminerade han ca 6 500 civilingenjörer i svetsteknologi och ytterligare ca 2 500 svetstekniker i fortbildningskurser på högskolenivå.

Genom de senaste årens utveckling av högintensiva värmekällor t ex laser och elektronstråle underlättas svetsning av de metaller och legeringar, som smälter vid mycket höga temperaturer. Detta har ytterligare ökat svetsteknikens användbarhet, men det har också ökat behovet av förståelse för olika svetsprocesser och olika svetsade materials egenskaper. Detta gäller främst växelverkan mellan plasma och metall vid de mycket höga temperaturer, som råder under svetsprocessen. Det är fortfarande brist på termofysiska data för temperaturer mycket högre än svetsmaterialens smältpunkt. Omfattande teoretiska simuleringar krävs, kombinerade med praktiska experiment och tester.

Fig 44 visar hur tillväxten av nya svets- och skärmetoder ökat under 1900-talet. Det finns ingen anledning förmoda att denna trend skall avta i framtiden.

Litteratur

1. Bibeln, Gamla Testamentet.
2. Simonson R D, The history of welding. Monticello Books, Morton Grove, Ill 1969.
3. Nerheim Gunnar, Gasflamme og lysbue – Perspektiver på et sveisefirmas historie – Norgas AS 1908–1983. Universitetsforlaget, Oslo 1983.
4. Puschner M, 5 Jahrtausende Schweissen. DVS, Düsseldorf 1986.
5. Bernsdorf G, Auf heissen Spuren. DVS, Düsseldorf 1986.
6. Hoffmann Peter, Aus 4 Jahrzehnten Deutscher Autogentechnik. W Peipers & Co, Köln 1938.
7. Welding Handbook. American Welding Society 1973.
8. Knutson-Ek B, Svetsning. LTs Förlag 1983.
9. Lundberg B, Maskinhistorik 1904–1980. ESAB 1980.

Tidskrifterna Svetsen, Svetsaren, Sveiseteknikk, AGA Svetsning, AGAklipp, ESAB-Nytt m fl.

The historical development of welding and cutting

Summary

Already in the Bronze Age, it was known how to join metals by melting them together. In Chaldea and Egypt, for example, one has found graves containing hard-soldered and welded objects which have been dated to a period long before our own epoch.

The only welding method which was used before the middle of the nineteenth century was blacksmith welding. This consists in heating the piece of material over a coal fire until it is white hot and then pressing or hammering it together. The method was a precursor to several pressure welding methods, so-called resistance welding, which began to be used in engineering produc-

tion at the beginning of the present century. The most common method nowadays is spot welding.

From the end of the nineteenth century, it was possible to make use of new technical advances to use energy from electrical resistance, electrical arc or gas as a heat source in welding. Around the same time, gas cutting technology which would prove a valuable complement to welding technology, was developed.

Two Russian scientists developed arc welding methods in the 1880s. Benardos first patented a method where the heat source was an arc between a carbon electrode and the work piece. Filler material was fed from the outside to the molten puddle in the weld joint. The disadvantage of the method was the short life of the carbon electrode and the risk that the carbon would contaminate the molten puddle so that hardening defects occurred. These deficiencies were eliminated by Slavianoff who in 1892 developed metallic arc welding i.e. an arc between a melting metal electrode and the work piece was used. In this way, filler material was supplied automatically. Both these arc welding methods, however, suffered from the disadvantage that the oxygen in the atmosphere freely entered the molten puddle of the weld thus causing a deterioration in the quality of the weld due to oxidation and trapped gases.

Twelve years later a method was discovered for excluding atmospheric oxygen from the weld puddle. The Swede Oscar Kjellberg solved the problem by making welding electrodes coated with a deposit which melts at high temperature. The deposit then gives off a gas which shields the puddle. In 1904, he established ESAB, now a world leading enterprise in the field of welding.

It was however gas welding and cutting which was first employed in industry. After the discovery of acetylene in 1892, a market very soon developed for this gas as a very energy-rich light and heat source and it was soon used, mixed with oxygen, as a welding gas. Its disadvantage was a tendency to explode which led to tragic accidents. The Swede Gustav Dalén played a major role through his contributions relating to safety in the use of acetylene in lighting, welding and cutting. He was the first to demonstrate gas welding in Sweden and the firm AGA which he later headed, has subsequently occupied the front rank in the development of welding gases and welding equipment.

The world wars have greatly influenced the development of welding technology. Before the First World War, gas welding was mainly used for repair work but during the war years it became an established tool of production in many countries. After the War, new arc welding methods were developed but their use was limited by the lack of shielding gases. During the Second World war, there were new demands for welding various new metals and alloys. This stimulated greatly research and what has now become the most common arc welding methods e.g. TIG, MIG and MAG were developed. At the same time, shielding gases such as argon and helium became available relatively cheaply through developments in industrial gas technology.

The postwar period has seen the emergence of several special advanced technological welding and cutting methods for new materials which make use of energy from e.g. plasma, electron beam and laser. The mechanisation and automation of welding technology as well as the improvement of the welder's working environment have a high priority in the development programme.

Energi i storstad

Energiförsörjningen i Stockholm 1853–1992

Av Björn Hallerdt

Många faktorer samverkade, när Stockholm under 1800-talets andra hälft utvecklades från en stillastående och med europeiska mått efterbliven småstad till en sjudande metropol. Invånarantalet som först i början av 1850-talet nått 100 000 hade vid sekelskiftet passerat 300 000. Industrialiseringen skapade de ekonomiska förutsättningarna, medan samhällets snabba förvandling i andra avseenden hängde intimt samman med uppbyggnaden av ledningsbundna system för försörjning och kommunikationer. En summarisk tidtabell ser ut på följande sätt:

1853 Klaragasverket i drift, telegraflinje Stockholm–Uppsala
1861 Vattenverk vid Skanstull
1864 Första allmänna avloppsledningen, på Krukmakargatan
1880 Allmänt telefonnät
1881 Elektrisk gatubelysning
1892 Kommunalt elektricitetsverk, Brunkebergsverket

Man kan med avseende på de besläktade spårbundna systemen tilllägga, att järnvägen kom till stan 1860, den första hästspårvagnen började rulla 1877, den elektrifierade Djursholmsbanan invigdes 1895, och Söder fick de första elektriska spårvagnarna 1901. I detta nya nätverk samverkade och konkurrerade enskilda, kommunala och statliga intressen, men staden tog efterhand ett allt fastare grepp om de tekniska anläggningarna.

Detta blev särskilt tydligt vid det första större elektricitetsverkets tillkomst. Under hela 1880-talet förekom lokal elproduktion genom en rad enskilda initiativtagare, men när det blev fråga om större sammanhängande nät vägrade stadsfullmäktige att ge koncessioner och beslöt i stället att anlägga en kommunal station. Den lokaliserades till hörnet av Regeringsgatan och Smålandsgatan och betraktades som ett något äventyrligt tilltag, genomfört som en underavdelning av gasverket. Utrustningen var till stor del importerad, ångpannorna från Babcock & Wilcox i London, dynamomaskinerna från Siemens & Halske i Berlin, men de båda ång-

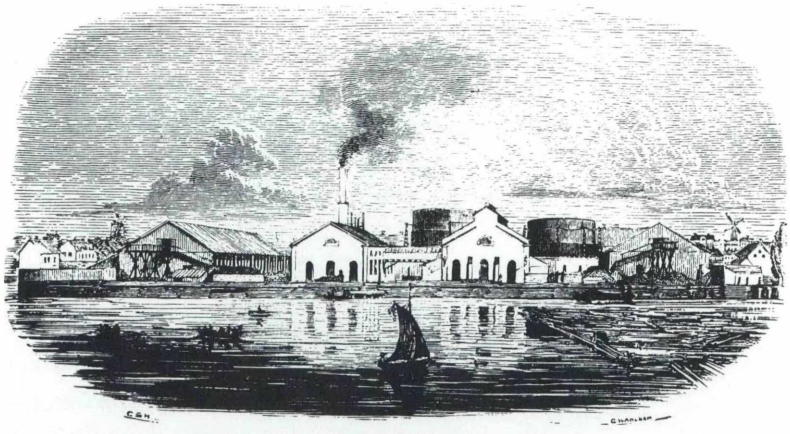
maskinerna levererades av William Lindbergs verkstad.

Den 1 september 1892 tändes drygt 1 000 koltrådslampor i butiker och bostäder på nedre Norrmalm med ström från Brunkebergsverket. Kapaciteten var beräknad för anslutning av högst 10 000 glödlampor, men det antalet nådde man redan efter två år. Elektriciteten hade kommit för att stanna, och förbrukningskurvan har under större delen av det förflutna seklet pekat brant uppåt. Mot det första hela verksamhetsårets blygsamma förbrukning på 165 000 kWh står den nu aktuella, ca 6 TWh (6 000 000 000 kWh!) – den är alltså 36 000 gånger högre. Ett ständigt aktuellt problem har därför varit att bygga ut produktionsresurserna för att kunna tillgodose den snabbt stigande förbrukningen.

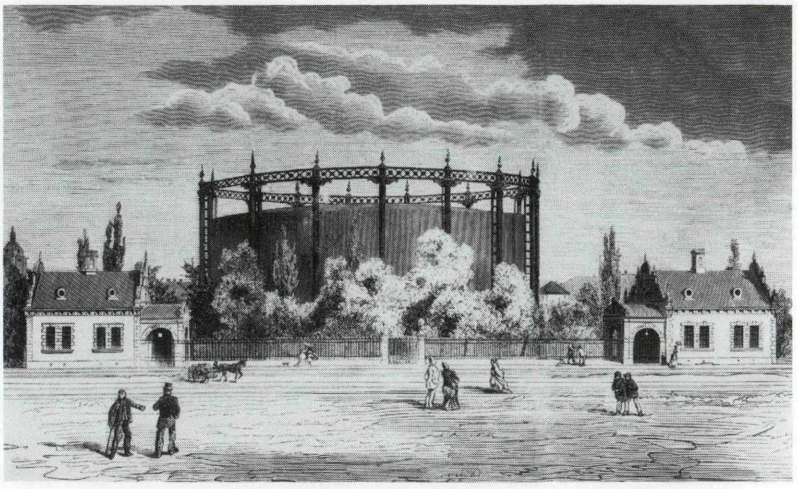
Gasverket

Långt före elektriciteten hade gasen introducerats i Stockholm. Med teknikens hjälp ville man bekämpa mörker och brottslighet, smuts och sjukdomar, underlätta tungt arbete och göra livet lättare att leva. Gasen hade, liksom senare elektriciteten, gatubelysningen som primär motivering. Sverige var dock ej moget att efter engelskt mönster anlägga allmänna gasverk redan på 1810-talet. För privat bruk byggde kemisten G M Schwartz visserligen från 1818 ett antal minigasverk för gasberedning ur beckolja, men ett anbud till Stockholm från ett internationellt bolag vid mitten av 1820-talet rann ut i sanden. Det första större gasverket i landet byggdes i stället i Göteborg 1846.

När turen kom till Stockholm gick uppdraget till Stockholms



1 a. Klaragasverket vid Klara sjö började pumpa ut gas till gatubelysningen i city 18 december 1853. Det var Stockholms första kommunaltekniska verk och inledde därmed en ny era i staden. Trägravyr i kalendern Svea 1855 efter teckning av Svante Hallbeck.

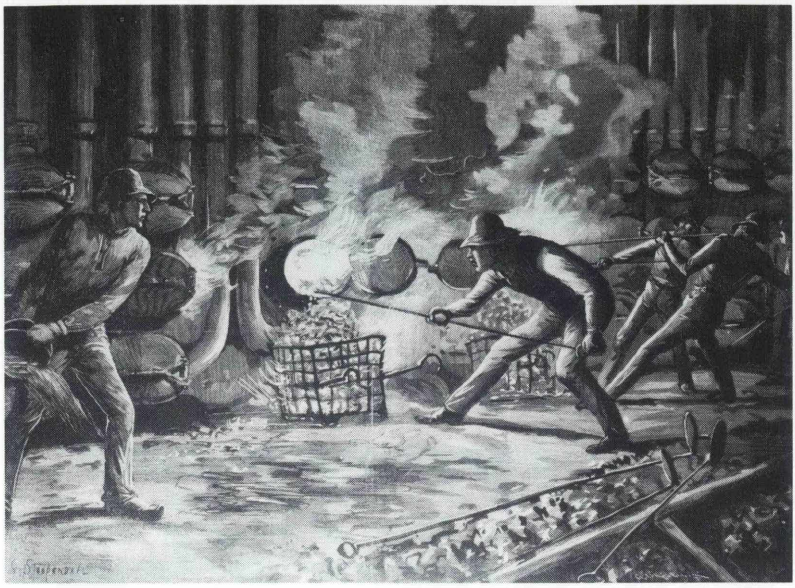


1b. Klaragasverkets fjärde gasklocka stod färdig vid Norra Bantorget 1874. Den rymde 7 600 m³ och revs 1910. Trägravyr för Ny Illustrerad Tidning 1875 efter teckning av R Haglund. Foto Stockholms stadsmuseum.

Gaslysnings AB, som fick sin koncession därför att bolaget åtog sig ansvaret för den offentliga belysningen. Klaragasverket projekterades av den franske ingenjören Jules Danré och byggdes med yrkeskunniga arbetare och teknisk utrustning från England, gasens föregångsland. I december 1853 tändes de första gaslyktorna, på Norrbro, och en månad senare hade Gamla Stan och nedre Norrmalm fått kontraktsenlig belysning med 900 lyktor. Gasnätet utvidgades successivt så att man kunde ersätta de ljussvaga oljelyktorna även i de yttre stadsdelarna

Kontraktet var förmånligt för staden, och det dröjde länge innan gatubelysningen gick ihop ekonomiskt för gasverket. I gengäld gav det utlagda rörnätet bolaget möjligheter att erbjuda andra intressenter gasbelysning inne i husen, och här kunde man tillämpa en högre, lönsam taxa. Innebelysningen fick subventionera den offentliga, och totalt blev gaslysningsbolaget under sin trettioåriga verksamhetstid en lysande affär. Bolaget sökte självfallet få koncessionen förlängd, men staden sade nej, och Klaragasverket övergick 1884 i kommunal ägo.

I andra delar av världen hade man då börjat ta vara på gasens förmåga att utom ljus även ge värme och kraft. Med information och reklam förmedlade det kommunala gasverket dessa kunskaper till stockholmarna. I en egen utställningslokal på Kungsgatan demonstrerade verket ett brett sortiment av utländska apparater för kokning och uppvärmning och maskiner för hantverk och småindustri. Inom kort blev gaskök och kaminer populära, medan de



2. Glödande koks rakas ut ur retorterna och släcks med vattenbegjutning. Trägravyr för Svenska Familj-Journalen Svea 1888 efter teckning av Georg Stoopendaal.

BLANCHS CAFÉ
Dagligen i Kungsträdgården:
STOR KONSERT
från kl 4 e.m. under ledning af Hr E. Stanék
och från kl 7 e. m. af
Kungl. Svea Lifgardes Musikkår
I afton:
Elektrisk Belysning.

Berzelii Park.
BERNS SALON,)
Dagligen kl. 7—11 e. m.:
Stor Konsert,
under anförande af
AUGUST HEISSNER.
Hvarvid Etablissementet upplyses af
öfver **2,000** gaslågor.

kompletta spisarna slog igenom betydligt senare. På belysningssidan hade konkurrensen hårdnat, sedan fotogenlampan introducerats i stor skala på 1870-talet och elektriskt ljus mera trevande med båglampor och Edisons glödlampor vid början av 80-talet. Gasen fick ett slagkraftigt motargument med Auers glödljus, som gav betydligt bättre belysning än de gamla brännarna med samma gasmängd. Det gjorde att gasljuset upplevde en renässans och förmådde hålla sig kvar ännu flera decennier.

När man närmade sig sekelskiftet fördes en intensiv diskussion, om introduktionen av elektricitet skulle medföra ett snabbt slut för gasen. En mycket aktiv deltagare i denna debatt var gasverkets chef sedan 1878, Adolf Ahlsell, som hävdade att det ena energislaget inte behövde tränga ut det andra. Tills vidare fick han rätt: under hans långa chefstid, fram till 1908, steg gasförbrukningen från 4 till 35 miljoner m^3, samtidigt som elförbrukningen nådde 14,4 miljoner kWh.

Det stigande energibehovet gjorde alltså fortsatt tillväxt möjlig för båda energislagen. Samtidigt med Brunkebergsverket uppfördes därför ett nytt stort gasverk i Värtan, invigt 1893. De växande kommunala ambitionerna avspeglades vid planeringen av de tekniska verken som utformades av den framåtgående arkitekten Ferdinand Boberg. Vid Stockholmsutställningen 1897 demonstre-

3. Stockholms första gaslyktor för gatubelysning tändes på Norrbro 18 december 1853. Foto Stockholms stadsmuseum.



4. Elektrisk belysning på Karlavägen. Foto Carl Curman, 1884.



5a. Elektricitetsverket vid Regeringsgatan 38, Brunkebergsverket, togs officiellt i bruk 1 september 1892. Huset som ritats av Ferdinand Boberg blev mycket uppmärksammat, både kritiserat och prisat. Det revs 1960 för NK:s tillbyggnad. Foto Stockholm Energi AB.

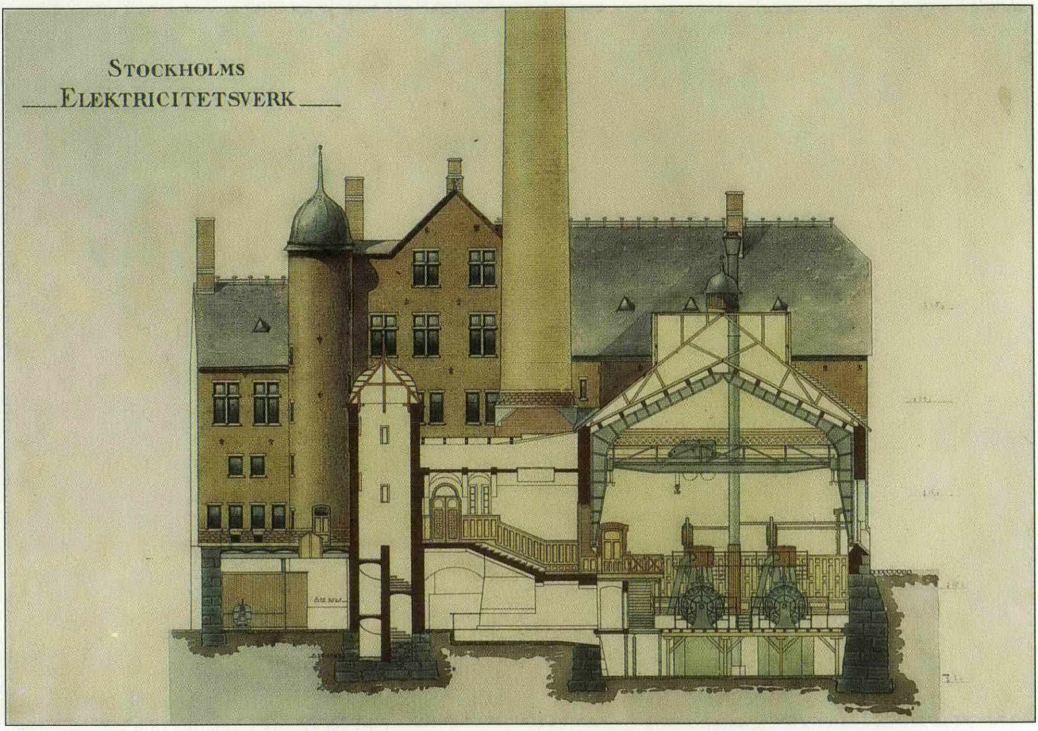
rade gasverket, "Stockholms Belysningsverk", sina båda branscher i stor skala och visade att man inte stod tillbaka för annan framgångsrik industri.

Värtagasverket planerades för en produktion av 240 000 m³/dygn, varav 1/4 byggdes ut i första etappen. Den visionära kraften i projektets allmänna uppläggning motsvarades till en början knappast av tekniskt nytänkande. De horisontella retorterna med manuell beskickning avlöstes först senare av lutande och slutligen vertikala retorter i arbetsbesparande syfte. Vid genomförandet av fjärde etappen 1918 övergick man från retorter till kammarugnar.

Första världskrigets avspärrning och kolbrist blev ett direkt hot mot gasverkets verksamhet, bl a genom stora ekonomiska förluster. Men återhämtningen gick snabbt, och på 20-talet kom ett nytt genombrott, då gasspisarna med stigande bostadskrav blev standard i hushållen. Vid slutet av 1940-talet fick gaspannorna stor popularitet för villaeldning. Biprodukterna spelade alltid en viktig ekonomisk roll, framför allt koks men även stenkolstjära, ammoniaksalt och bensol. Under andra världskriget fick gasverket ett avancerat forskningslaboratorium, och biproduktavdelningen utvecklades till en kemisk-teknisk storindustri. Den fick vital betydelse, t ex genom tillverkning av fenol och pyridin för läkemedelsindustrin.

Stockholms gasverk var större än alla andra svenska gasverk tillsammans och blev det tredje största i Europa. Produktionen kulminerade under senare delen av 1950-talet med 174 miljoner m³


illkännagifvande.
Sparsamhet
iakttages vid användandet af
as och elektrisk energi,
I afseende på gas.
I afseende på elektrisk energi.
Stockholms Gas- och Elektricitetsverk.
DIREKTÖREN.



5b. Ferdinand Bobergs sprängskiss över Brunkebergsverket med dynamomaskinerna i maskinhallen t h. Effektiviteten var låg: pannorna utnyttjade bara 5 % av bränslets energiinnehåll och den låga spänningen medförde stora överföringsförluster. Foto Arkitekturmuseet.

6. Värtagasverket från Husarviken vid 1900-talets början. Med sin genomarbetade tegelarkitektur, där gasklockorna och det åttkantiga scrubberhuset blev riktmärken, imponerade verket stort på besökarna. Foto Stockholms stadsmuseum.



7. Värtagasverket från Hjorthagsberget vid 1900-talets början. Den andra gasklockan med en rymd av 65 000 m³ stod färdig 1900 och antogs då vara världens största. Foto TM.



gas och 370 000 ton koks. 224 000 gasspisar var anslutna, och ledningsnätet nådde 939 km:s längd. Det kommunala gasverket ståtar med ett oslagbart rekord: det har aldrig haft leveransstopp.

Ett dödligt hot uppträdde emellertid i form av snabbt stigande oljeimport och övergång till oljeeldning – med sjunkande efterfrågan på koks äventyrades hela driften. De koleldade kammarugnarna ersattes därför 1972 med ett spaltgasverk, som drevs med billig lättbensin. Som resultat av oljekriserna mångdubblades emellertid priset, och spaltgasverket blev en förlustaffär. Trots detta har driften vidmakthållits för att ledningsnät och gaskultur skall vara intakta inför en förväntad introduktion av naturgas. Skulle denna utebli är gasverket dömt till nedläggning före sekelskiftet.

Den första ångkraft-epoken

1800-talet var ångans århundrade – 1900-talet skulle bli elektricitetens, men länge med ånga som drivkraft i ångmaskiner/dynamomaskiner och ångturbiner/generatorer. Det var en energiproduktion som byggde på importerade fossila bränslen, till en början

8. Klaragasverket 1903, fotograferat från Bolinders skorsten. Området blev alltmer kringskuret genom gatubreddningar och utvidgning av SJ:s spårområde, men driften lades ned först 1919. Foto Stockholms stadsmuseum.

koks från gasveket, sedan stenkol. Brunkebergsverket levererade lågspänd likström med en nätspänning på 2×110 V. Effektiviteten var låg: pannorna utnyttjade bara 5 % av bränslets energiinnehåll, och den låga spänningen medförde stora överföringsförluster. Därför måste verket ligga mitt i stan, nära sina abonnenter. Strömmen var dyrbar: priset 80 öre/kWh var ungefär tre gånger så högt som normaltimpenningen. Till en början var förbrukningen därför begränsad till belysning i butiker, ämbetsverk och förmögna hem samt i viss mån till drift av småmotorer. I fortsättningen var det en genomgående strävan att med högre tryck och temperatur i ångpannorna och andra tekniska förbättringar öka produktionsanläggningarnas effektivitet och med högre spänning på nätet minska förlusterna.



Avgörande för förläggningen av ett nytt elektricitetsverk till Värtan var att man övergick till att producera växelström med högre spänning och därmed blev mindre beroende av avstånden. För att försörja nätet med likström fick man samtidigt bygga omformarstationer i de olika stadsdelarna. Generatorerna drevs även i Värtan med ångmaskiner, men denna utrustning blev på några år föråld-



9. Elektricitetsverket vid Värtan under byggnad 1901. Arbetet på den väldiga anläggningen bedrevs hantverksmässigt – i förgrunden en kvinnlig mursmäcka, som bar upp bruk till murarna. Foto Stockholm Energi AB.

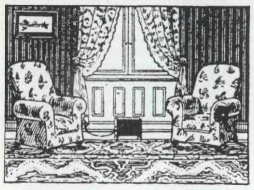
rad, och ångmaskinerna ersattes med ångturbiner. Teknikens snabba utveckling medförde således korta avskrivningstider och behov av snabba nyinvesteringar.

Den kraftigt utökade kapaciteten gjorde det möjligt att ansluta väntande storförbrukare. Sedan Värtaverket öppnats 1903 elektrifierades spårvägsnätet på Norrmalm inom ett år, och lokaltrafiken har därefter förblivit elverkets största kund. Ett annat stort förbrukningsområde öppnades när det blev möjligt att leverera högspänd ström. Med början 1909 distribuerades trefas växelström med spänningen 6 kV till den tunga industrin, som framförallt under första världskrigets kolbrist gick över från ånga till eldrift.

Gatubelysningen med båglampor vid 1800-talets slut var lokalt begränsad till ett par stråk och hade närmast försökskaraktär. Efter några års uppehåll återupptogs den 1904 och kompletterades sju år senare med glödlampsbelysning. De första glödlamporna med koltråd var sköra och ljussvaga, men vid 1900-talets början kom



ELEKTRISK KAMIN

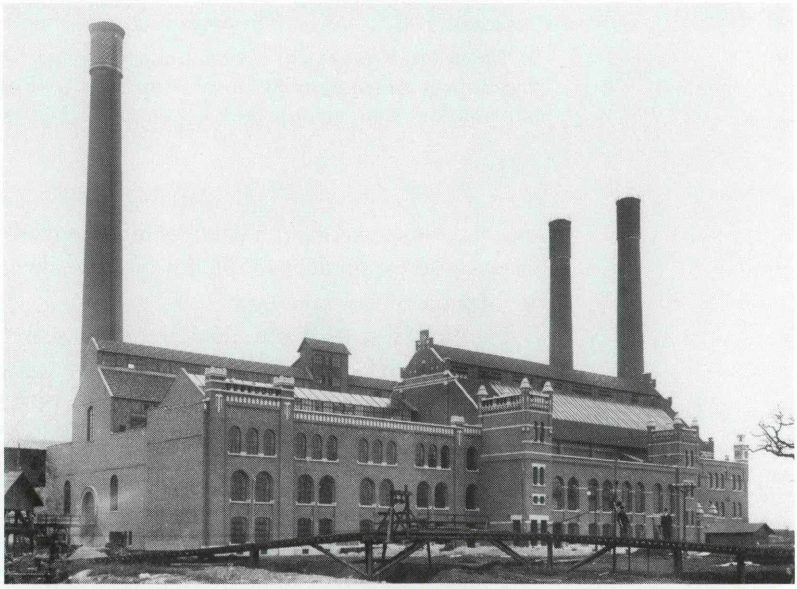


Kopplas till vanlig väggkontakt. — Begär prospekt

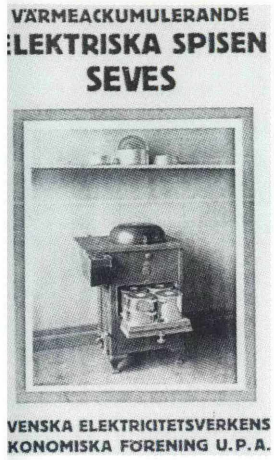
A.-B. CALVERT & Co. GÖTEBORG

metalltrådslamporna och medförde en revolution inom belysningstekniken. Egendomligt nog upplevdes de som ett hot av både gas- och elektricitetsverken. Eftersom metalltrådslamporna gav betydligt större ljusutbyte vid samma effekt, fruktade man att de skulle åstadkomma minskad energiförbrukning. Motdraget blev att med utställningar och informationskampanjer väcka intresse för användning av gas och elektricitet till andra ändamål. I de båda verkens gemensamma utställningslokal på Drottninggatan fick stockholmarna 1910 för första gången stifta bekantskap med elektriska strykjärn, dammsugare och andra hushållsmaskiner. Den stora expansionen inträffade trots allt inom områdena belysning och maskinkraft. Övergången från gas till elektricitet i belysningen påskyndades av krigsårens kolbrist. I hembelysningen tog elektriciteten överhand redan 1905, men i gatubelysningen dröjde det till 1926, innan den gick förbi gasen.

Brunkebergsverket lades ned 1911, och Värtaverket fick under några år svara för hela Stockholms elförsörjning, innan vattenkraften gjorde entré med ström från det statliga Älvkarleby 1916. Ångkraftverket fick sedan Untraverket kommit i drift två år senare huvudsakligen fungera som reserv vid driftstörningar och vid vattenbrist under torrår.



10. Elektricitetsverket vid Värtan 1910, efter den första tillbyggnaden. Det väl samlade komplexet med magnifik tegelarkitektur efter Ferdinand Bobergs och Gustaf de Frumeries ritningar innehöll närmast t h kontorsdelen, i mitten maskinhuset och längst bak ångpannehuset. De båda ursprungliga skorstenarna med 60 m:s höjd hade kompletterats med en tredje på 80 m. Foto Stockholm Energi AB.



Vid början av 1920-talet är Stockholm helt elektrifierat – produktionsapparaten och ledningsnätet når ut till alla som vill ansluta sig och dra fördel av elektriciteten. Den första elektriska spisen, SEVES-spisen, konstrueras och marknadsförs; med likströmsdrift och av värmeackumulerande typ är den dock något tungarbetad och långsam. Kylskåpen blir allt vanligare.
Vid slutet av decenniet inleds en avgörande förändring: elektricitetsverket påbörjar övergång till växelström och höjer samtidigt nätspänningen till 220 V. Periodantalet höjs från 25 till 50 p/s. Med 30-talet kommer genombrottet för de elektriska spisarna, och under efterkrigstiden kompletteras hemutrustningen med disk- och tvättmaskiner, fläktar och ett rikt urval av andra elektriska hjälpmedel. Som en följd av de upprepade oljekriserna konverteras under förra hälften av 1980-talet ett mycket stort antal villor till elvärme. Kontor och övriga arbetsplatser präglas alltmer av elektriska och elektroniska hjälpmedel: skriv- och räknemaskiner, ordbehandlare, datamaskiner och luftkonditionering.

Egen vattenkraft och del i kärnkraftverk

Redan före sekelskiftet övervägde stadsfullmäktige i Stockholm möjligheten att tillgodose det stigande energibehovet med vattenkraft. Osäkerhet inför svårigheterna att överföra kraft på stora avstånd och kontroverser med kronan om vattenrätterna gjorde att utbyggnaden av egen vattenkraft skulle fördröjas ett par decennier. Både vid seklets början och vid slutet av 1920-talet fördes



11. Untra kraftverk vid Dalälvens nedre lopp var Stockholms Elektricitetsverks första egna vattenkraftstation, i drift 23 december 1918. Både överföringsspänningen 100 kV och linjens längd, 132,6 km, var vid den tiden toppnoteringar. Untra svarade de första åren för mer än 90% av Stockholms elkraftförsörjning. Foto Stockholm Energi AB.

intensiva diskussioner om Stockholms kraftförsörjning. Opponenterna ansåg att staden borde köpa kraft från staten, men den självständiga linjen vann. Stockholms elektricitetsverk och dess efterföljare har därför i betydligt högre grad än vanligt i kommunala sammanhang aktivt medverkat vid utbyggnaden av vattenkraften.

Med samma förutseende som vid förvärv av betydande markreserver och råvattentillgångar beslöt stadens fäder 1905 att köpa in sina första fallrätter, vid nedre Dalälven. Efter många förvecklingar kunde Untra kraftverk börja byggas 1911. Det var ett pionjärarbete, förenat med både svårigheter och tekniskt betydelsefulla insatser, inte minst genom att anläggningsarbetet slutfördes under första världskriget. När Untraverket 1918 togs i bruk täckte det nästan hela Stockholms elbehov. Överföringen skedde via en egen, 132,6 km lång kraftledning med landets då högsta spänning, 100 kV. Ytterligare ett kraftverk i samma område skulle bidra till att täcka stadens behov, nämligen Lanforsen som blev färdigt 1930.

Nästa stora utbyggnadsområde var Indalsälven, där Stockholm skaffat sig fast fot genom inköp av fallrätten i Svarthålsforsen 1920. Senare tillkom andelar i Krångedebolaget, och Krångede kraftverk började leverera ström med rekordspänningen 200 kV 1936. I egen regi byggde staden Järpströmmens och Svarthålsforsens kraftverk, färdiga 1944 resp 1954, och var också huvudintressent i Kallströmmens tre små stationer, som körde igång 1978. Under perioden 1918–70 var vattenkraften totalt dominerande och svarade då för 75–95 % av Stockholms eltillförsel. Med 1960-talet avslutades de stora utbyggnaderna av vattenkraft, och tillkommande behov fick tillgodoses på annat sätt. Delvis kunde det ske genom köp av vattenkraft från andra producenter, och särskilt intressant är Stockholms initiativ till överföring av kraft från Norge. Det ledde till avtal om leveranser från Nea och Hegset i Tröndelagen, den första internordiska överföringen. Stadens senaste förvärv är Storforsens och Lillforsens kraftverk i Avesta 1991.

Utvecklingen på vattenkraftområdet gick från konkurrens och konflikter till samförstånd och samarbete mellan statliga, kommunala och privata intressenter. Vid utvecklingen av denna svenska modell, tydligast manifesterad i stamlinjenätet, har Stockholm vid sidan av Vattenfall och de stora privata kraftbolagen spelat en viktig roll.

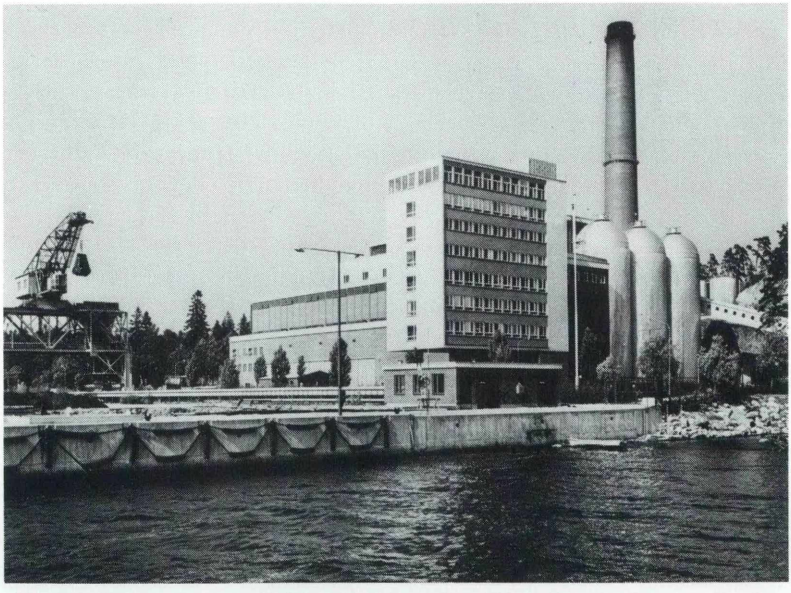
Även kärnkraften blev tidigt ett stockholmsintresse. Den första och enda exponenten i kommersiell skala för en annan svensk modell, atomkraftverk byggda på inhemskt, naturligt uran med tungt vatten som moderator, var Ågesta kärnkraftvärmeverk. Staden ingick i den konstellation som byggde och drev denna försöksstation. Under ett drygt decennium, 1963–74, försörjde Ågestaverket farstaområdet med värme och bidrog även med el till det lokala

nätet. Tekniskt fungerade Ågesta utmärkt, men det ekonomiska resultatet var otillfredsställande. Bortsätt från att bränslet och det tunga vattnet förts bort är Ågestaverket alltjämt intakt, ett industriminnesmärke av stort intresse från den tidiga svenska kärnkraftåldern.

Utvecklingen skulle emellertid ta en annan riktning – det blev de stora lättvattenreaktorerna efter amerikansk modell, med anrikat uran som bränsle, som skulle ta hem spelet. Genom egna andelar och indirekt via Krångedebolaget blev Stockholm delägare i Oskarshamns och Forsmarks kärnkraftverk, i drift 1971 resp 1980. Under de senaste decennierna har kärnkraften därifrån, med stadens andelar på 13–14 %, svarat för drygt hälften av dess elförsörjning.

Samordning av fjärrvärme och el

I förbrukarledet har både gas och elektricitet på ett tidigt stadium bidragit till värmeförsörjningen genom kaminer och så småningom även pannor för centraluppvärmning av enstaka fastigheter. Men jämfört med ved, koks och från 1930-talet olja hade de i detta sammanhang begränsad betydelse. Den stora expansionen i förortsområdena under efterkrigstiden inledde en ny värmeepok. Här var förutsättningarna speciella – exploateringen ägde rum i



12. Hässelbyverket togs i kommersiell drift i oktober 1959 för försörjning av de nya västra förorterna med fjärrvärme. Det var det första stora steget mot en rationell och miljövänlig lösning av Stockholms uppvärmningsproblem. Foto Stockholm Energi AB.

Värmeverk för hela Stockholm är ingen teknisk omöjlighet.

Många centraler i drift i större industrisamhällen.



Professor Lage Malm.

— Stora värmecentraler som förse hela komplex av fastigheter med värme är inget nytt projekt, säger civilingenjör Axel Theorell i Theorells ingenjörsbyrå vid ett samtal med Dagens Nyheter med anledning av ett yttrande i stadsfullmäktige i måndags. Hr Ljungqvist framkastade där tanken på kommunala värmecentraler till förbilligandet av bostadshusens drift.

— Både i Sverige och framför allt i utlandet finnas många dylika verk, fortsatte ingenjör Theorell. I Sverige ha vi visserligen inga kommunala anläggningar, men desto flera privata. I de flesta större industrisamhällen som byggts upp under senare tid har man

stor skala på mark som staden ägde och genomfördes i huvudsak av de allmännyttiga kommunala bostadsbolagen.

Först vid utbyggnaden av fjärrvärme var Västerort. När de nya stadsdelarna Vällingby och Hässelby Gård planerades, skrev man in som villkor i tomträttsavtalen att fastigheterna skulle förses med kommunal fjärrvärme. Den första abonnenten anslöts till en provisorisk central hösten 1953, och 1959 stod det stora Hässelbyverket färdigt. Det skulle eldas med fossilt bränsle, alternativt kol eller olja, men de låga oljepriserna gjorde att man under den första perioden valde olja. De upprepade oljekriserna i Mellanöstern förändrade villkoren, och 1973 började Hässelbyverket gå över till koleldning. Det producerar inte bara värme utan också el, vilket hade stor betydelse under 60-talet med dess relativt knappa tillgång på el. En stor fördel med samtidig produktion av el och värme

13. Stadsgasen i Stockholm tillverkas sedan 1971 i ett spaltgasverk genom termisk katalytisk spaltning av lättbensin under högt tryck. Dygnskapaciteten är 850 000 normalkubikmeter. Foto Kurt Pettersson/Tre Fotografer.



är att bränslets energiinnehåll kan utnyttjas mycket effektivt. I ett kondensaggregat för enbart elproduktion är verkningsgraden 30–35 %, medan mottrycksaggregat för kombinerad produktion når upp till 85–90 %.

Parallellt med Hässelby kom även Värtagasverket att införa fjärrvärme, om också i måttlig skala. Med varmvatten från en ny kylarcentral uppvärmdes drygt 1 200 lägenheter i Hjorthagen från 1954.

Hässelbyverket var dimensionerat så att det förslog även för värmebehovet i stadsdelarna på södra Järvafältet. Då norra Järvafältet bebyggdes blev det nödvändigt att komplettera med ett reservvärmeverk i Akalla. Här etablerades ett samarbete över kommungränsen, först med Sollentuna och senare med Järfälla. Detta regionala samarbete som bryter igenom de svårforcerade adminis-

14. Värtaverket fick 1969 sitt första, oljeeldade värmeverk för fjärrvärmedistribution till norra innerstaden. Det kompletterades fram till 1983 med ytterligare tre enheter, två för olja och en för el. Foto Kurt Petterson/Tre Fotografer.



trativa gränserna har genom det interkommunala bolaget STOSEB utvidgats söderut och syftar ytterst till en samordning av värmeförsörjningen i hela storstockholmsområdet. Inom Stockholm svarar fjärrvärmen för ca 60 % av det totala uppvärmningsbehovet, och avsikten är att man till sekelskiftet skall nå upp till en försörjningsgrad av 70 %.

Efter det västra nätet kom turen till innerstaden med början på Östermalm. Nu blev det betydligt mer komplicerat, då man inte hade ett kommunalt monopol i ryggen utan måste övertyga enskilda fastighetsägare med fungerande egna värmecentraler om systemets fördelar. De chockartade oljeprishöjningarna och insikten om möjliga miljöförbättringar bröt dock motståndet. De centrala stadsdelarna försörjs från Värtan, där ett stort oljeeldat kraftvärmeverk togs i bruk 1977.

I Söderort hade början gjorts i farstaområdet med värme från Ågestaverket. Efter dess nedläggning byggdes sopförbränningsanläggningen i Högdalen 1979 om till kraftvärmeverk, och distributionsområdet kunde utvidgas. Den senaste stora centralen är Hammarbyverket, som färdigställdes 1986. Där praktiseras i stor skala tekniken att med värmepumpar ta vara på värmeinnehållet i vatten, här renat avloppsvatten från Henriksdal. Den förutsätter



15. Ångturbin och generator vid kraftvärmeverk 1 i Värtan, i drift 1969. Den kombinerade mottrycksproduktionen av värme och el möjliggjör en verkningsgrad som närmar sig 90 %. Foto Kurt Petterson/Tre Fotografer.

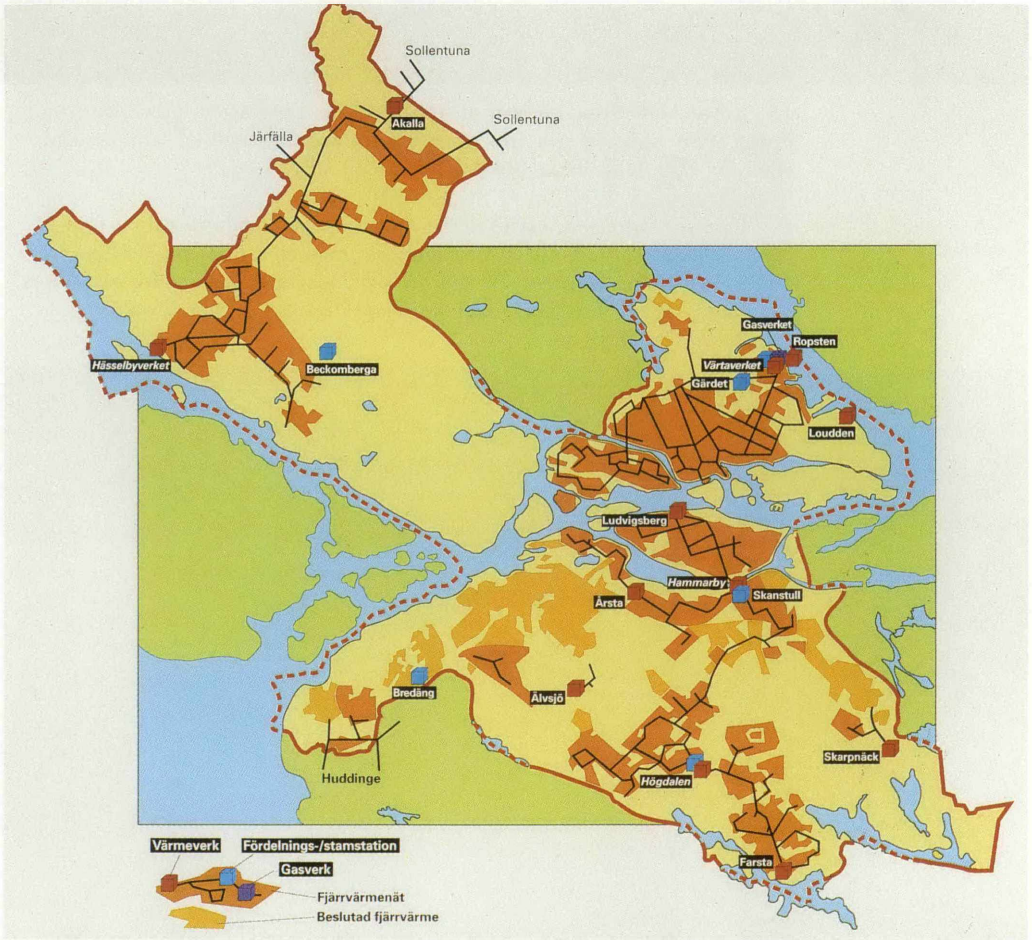


16. Värmeverk Ropsten, som utnyttjar värme i sötvatten, blev fullt utbyggt 1986 världens största värmepumpanläggning med en sammanlagd effekt av 280 MW. Foto Stockholm Energi AB.

17. Hammarbyverket, i drift 1986, utnyttjar renat avloppsvatten från Henriksdal i sina fem stora värmepumpar med en sammanlagd effekt av 145 MW. Verket levererar fjärrvärme till Södermalm och södra förorterna, där nätet knutits samman med ledningarna från Högdalen. Foto Kurt Petterson/Tre Fotografer.



god tillgång på elektrisk ström, men med denna metod får man ut ungefär tre gånger så mycket värme som den inmatade elenergin. Systemet hade här i stan först prövats vid Loudden 1982, även där med renat avloppsvatten som bas. Värmeverk Ropsten (1985), där pumparna utnyttjar värme i sjövatten, blev det största i sitt slag i världen med en effekt på 280 MW.



18. Produktionsanläggningar för el, fjärvärme och gas, stamstationer och fjärrvärmenät i Stockholm. *Kraftvärmeverk:* Värtaverket, Hässelbyverket och Högdalen. *Värmeverk:* Ropsten, Loudden, Akalla, Ludvigsberg, Hammarby, Årsta, Älvsjö, Skarpnäck och Farsta. *Spaltgasverk:* Värtan. *Stamstationer:* Värtan, Skanstull, Beckomberga, Bredäng och Högdalen. *Fördelningsstation:* Gärdet. Fjärrvärmenätet är schematiskt markerat i sina huvuddrag. Original Odelius Reklam & Media AB.

Energiförsörjningen inför 2000-talet

Det väldiga försörjningssystem Stockholm Energi förvaltar, med en total omsättning på ca 15 TWh, utnyttjar således en rad energikällor: vatten- och kärnkraft, ångkraft från förbränning av olja, kol och sopor samt värmepumpar. Ansträngningarna under senare år har framförallt, och framgångsrikt, gått ut på att minska beroendet av olja. Kolet har återkommit som bränsle, i traditionell form vid Hässelbyverket och mera sofistikerat vid kolkraftvärmeverket i Värtan. Den nya PFBC-tekniken, utvecklad av ASEA Brown Boveri, innebär trycksatt förbränning av kol i fluidiserad bädd. Verket togs i drift 1991 efter den största investeringen i företagets historia, drygt 2 miljarder kronor.

Det är inte längre fråga om att kontinuerligt öka förbränningen utan snarare att åstadkomma optimal användning av energi genom effektiv och sparsam drift i både produktions- och konsumtionsledet. I den nya rollen som energitjänstföretag har Stockholm Energi bl a introducerat och propagerat för energisnåla lampor och hushållsapparater. Verket deltar också i utvecklingen av nya metoder genom försök med vindkraft, solfångare och eldrivna bilar. En del av Hässelbyverket kommer att eldas med träpulver från en egen, nyanlagd träpelletsfabrik i Härnösand. Parallellt med utbyggnaden av de lokala produktionsanläggningarna genomförs en alltmer raffinerad rökgasrening, vilket bidragit till radikala miljöförbättringar i staden.

Inför 2000-talet sker en rad förändringar av stor betydelse för energiförsörjningen: den förväntade anslutningen till EG med höjda energipriser som trolig följd, den tilltagande privatiseringen av kraftsektorn och den framtida avvecklingen av kärnkraften är betydelsefulla faktorer. För Stockholm Energi har kol och ved (träpulver) redan fått en renässans, medan naturgasen ännu är en osäker tillgång. Skall den nu dominerande kärnkraften kunna ersättas fordras förmodligen helt nya energislag genom ännu okända språng i den tekniska utvecklingen.

Uppsatsen bygger på Björn Hallerdt, "Ljus, kraft, värme", Stockholmsmonografier utgivna av Stockholms stad, vol 62:V, 1992, och där anförda källor.

Energy supply in Stockholm, 1853–1992

Summary

The transformation of Stockholm into a city of metropolitan type first began in the middle of the nineteenth centry. With increasing industrialisation, the population trebled in size to a figure of 300,000 during the latter half of that century. Planning and building activities accelerated and technical and sanitary conditions improved.

An important element in this process was energy supply. The first major gas-works, Klaragasverket, was set up at municipal initiative in 1853. First run as a private company, it was taken over by the municipality 30 years later. A large gas works was added at Värtan in 1893. With the rapid increase in oil imports after World War 2, the coal gas-works was replaced by a new one, fired with light petrol. This soon turned out to be unprofitable and is scheduled for closure unless natural gas can be supplied.

Under the auspices of the Gas Board, the first electrical power station, Brunkebergsverket was built and started in 1892. Its capacity sufficed for only a few years and a new, much bigger station was built at Värtan in 1903. Both these were fired by coal. However, from 1910 onwards, Stockholm developed a number of hydro-electric power stations on the rivers, Dalälven and Indalsälven, in Northern Sweden, the first being built at Untra in 1918. Stockholm also participated in the establishment of the first nuclear power station on a commercial scale at Ågesta just outside town in 1963. Stockholm has important shares in the nuclear power stations at Oskarshamn and Forsmark which from 1971 have delivered more than 50 % of the city's electric power.

District heating was introduced in 1953 and today covers more than 60 % of the heating supply in town. An interesting part of the system is made up of several large heating pumps, including the heating works at Ropsten (1985) which became the biggest in the world with a power of 280 MW.

The need to free the city from its dependence upon oil and preparations for the abandonment of nuclear power have brought about a renaissance for coal as a fuel. The PFBC (Pressurized Fluidized Bed Combustion) works established at Värtan in 1991, which makes use of new technology from ASEA Brown Boveri, is the latest large power and heating station. With a total trade of about 15 TWh, Stockholm Energy Ltd. ranks No. 3 or 4 among power producers in Sweden.

Energiöverföringen Hällsjön–Grängesberg

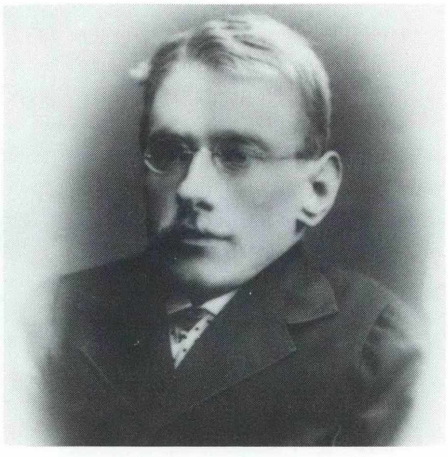
Världens första kommersiella trefasöverföring

Av Nils Göte Håkansson

Den 18 december 1893 invigdes världens första kommersiella 3-fas överföring. En försöks- och demonstrationsöverföring Lauffen–Frankfurt hade några år tidigare tagits i drift. Överföringen mellan Hällsjön och Grängesberg i Västerbergslagen i södra Dalarna var ca 13 km lång. Den överförde 200 hk 3-fas elektrisk energi vid 9 500 V för kraft och 100 hk vid 5 000 V för belysning. Teknikerna bakom detta verk var ingenjörerna Jonas Wenström och Ernst Danielsson.

Jonas Wenström

Jonas Wenström föddes den 4 augusti 1855 i Hällefors. Efter studier i Örebro och Stockholm avlade han studentexamen vid Karolinska Läroverket i Örebro år 1875. Därefter studerade han matematik och naturvetenskapliga ämnen i Oslo. Där avlade han med mycket goda vitsord den 14 juni 1879 examen Philosophicum i astronomi, engelska, filosofi, fysik, kemi och matematik. Under studietiden sysslade han med tekniska problem som glödlampan,



1. Jonas Wenström (1855–1893). Foto TM.

gyrokompassen, tröskverk, mjölkseparatorn, elektriska strykjärn, dynamomaskiner och mycket annat. Det berättas om en experimentmaskin, som han drivit från en spinnrock.

Sommaren 1881 besökte han en elektrisk utställning i Paris och på hemvägen tog han anställning hos maskinfirman Möhring i Frankfurt am Main. Där stannade han tre månader. Efter hemkomsten konstruerade han en dynamo på sin faders ingenjörskontor i Örebro. Den tillverkades på en liten verkstad vid en kvarn i Örebro och provades i februari år 1882. Patent beviljades i november 1882. Detta köptes av grosshandlare Ludvig Fredholm för 20 000 kronor samt 10% av försäljningssumman av försålda maskiner. Detta blev utgångsläget för Elektriska Aktiebolaget i Stockholm, sedermera ASEA och ABB.

Jonas Wenström var i december år 1893 ute på en resa i Bergslagen. Från Falun skulle han resa till Grängesberg och se anläggningen Hällsjön–Grängesberg men han blev sjuk och åkte direkt till Västerås, där han avled den 21 december 1893.

Ernst Danielsson

Ernst Danielsson föddes år 1866. Han avlade studentexamen i Uppsala år 1883 och blev därefter elev vid det nybildade Elektriska Aktiebolaget i Stockholm med verkstad i Arboga, efter 1890 ASEA. Under åren 1884–1887 genomgick han Kungl Tekn Högskolan och anställdes därefter hos AB Tannia i Norrköping för att utföra experiment med elektrisk garvning. Han kom dock snart tillbaka till Elektriska Aktiebolaget i Stockholm och var assistentingenjör 1888–1890. Därefter begav han sig till Amerika, där han först fick anställning hos The Wenström Consolidated Dynamo and Motor Co, som innehades av en äldre bror, Olov, till Jonas och Georg Wenström. Firman blev senare Thomson & Houston



2. Ernst Danielsson (1866–1907). Foto TM.

Electric Co. Här fick han mycket förmånliga erbjudanden, om han ville binda sig för en längre tid men han ville återvända till Sverige år 1892. Först gjorde han en studieresa till England och kontinenten och sedan tog han anställning som chefskonstruktör vid ASEA, där han arbetade med trefaspatentet. Han lyckades snart omsätta Jonas Wenströms idéer till praktisk användbarhet. Det betecknas som hans förtjänst, att trefasöverföringen vid Hällsjön–Grängesberg och trefasdriften vid valsverken i Boxholm och Hofors kunde genomföras med lyckat resultat.

När dessa pionjäranläggningar blivit färdiga, bosatte sig Ernst Danielsson i Stockholm och blev konsult. Han gjorde därvid ett avtal med doktor Gustav de Laval men förblev konsult vid ASEA i vissa frågor. År 1900 anställdes Ernst Danielsson vid ASEA. Nu blev han bolagets tekniske direktör och innehade denna befattning i ca fem år. Han uppfann autosynkronmotorn. En motor, som startar asynkront, men som vid drift får synkronmotorns egenskaper. Vidare uppfann han tandem-motorn, som är en kombination av två asynkronmotorer, som möjliggör viss hastighetsreglering. Han skrev även en avhandling om trefasmotorn, för vilken han fick Polhemspriset är 1895. Vidare blev han på grund av sin uppmärksammade ingenjörs-vetenskapliga verksamhet invald som ledamot av Vetenskapsakademien år 1906. Han avled år 1907.

Pionjärer var inte endast Jonas Wenström och Ernst Danielsson utan många flera. Här skall blott nämnas grosshandlare Ludvig Fredholm, som den 17 januari 1883 bildade Elektriska Aktiebolaget i Stockholm och som blev bolagets förste direktör fram till sin död år 1891. Georg Wenström började vid den elektriska provbelysningen i Stockholm den 5 september 1881 och blev verkställande direktör år 1891. Arvid Lindström började vid fabriken i Arboga, blev sedan chefskonstruktör och professor vid Kungl Tekn Högskolan samt rådgivare åt ASEA. Listan skulle kunna göras mycket lång.

Trefas-systemet

En detaljerad beräkning av en trefasgenerator finns bevarad i en av Jonas Wenströms anteckningsböcker. Den tillverkades också. Hans ansökan om trefaspatent inlämnades i England 1889.11.14 och beviljades 1890.04.09. Det svenska patentet nr 3093 offentliggjordes 1890.01.20 och beviljades 1891.07.04. Patentbeskrivningen lyder: "Denna uppfinning afser ett trippelsystem, der tre skilda vexelströmmar af samma vexeltal och styrka, men med faser, som äro en tredjedels våglängd skilda från hvarandra, frambringas, fortledas, omsättas och tillgodogöras af de särskilda apparater, som systemet omfattar."

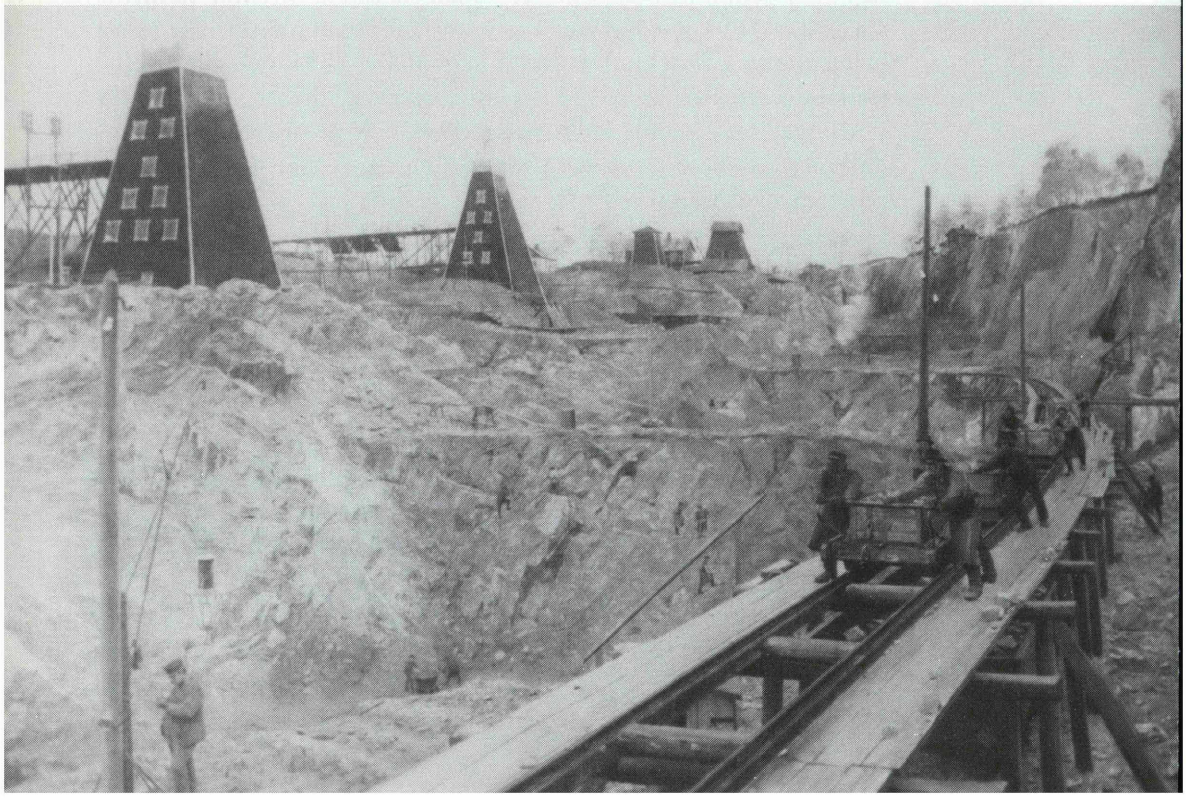
Den första trefastransformatorn var färdigkonstruerad i april 1890 och den första trefasmotorn och trefasgeneratorn i maj

samma år. Därmed var huvudelementen generator, transformator och motor i ett fullständigt trefassystem färdigkonstruerade. På våren 1891 var elementen tillverkade och provade men proven slog inte väl ut, varför projektet blev vilande under cirka ett år. Då kom Ernst Danielsson tillbaka efter en tvåårig vistelse i Amerika och han lyckades rätt snart lösa problemen. Den 8 oktober 1892 offererades utrustningen för Hällsjön–Grängesberg och den 18 december 1893 skedde invigningen.

Energiöverföring innan trefassystemet fanns

Hällsjön och Grängesberg är två samhällen belägna i södra Dalarna, närmare bestämt i sydvästra delen av Norrbärke kommun i Västerbergslagen. Där hade sedan medeltiden bergsbruk och järntillverkning bedrivits. Kraft har behövts för att uppfordra malmen från gruvorna, för att länspumpa vattensjuka gruvor och för att driva bälgarna för blästerluft vid hyttorna. Hand- och hästvindar användes fram till 1778. Då byggdes det första stora vattenhjulet med stånggångar, som också kallades konster. Det byggdes av de stora bruksägarna i Gravendal, Fredriksberg, Hällsjön och Malungsbo. Detta ledde till att kanaler för vatten togs upp, att dammar började byggas och att vattenregleringar blev aktuella för att kunna utnyttja vattenkraften i hela området.

3. Dagbrottet "Skärningen" i Grängesberg, belyst med båglampor matade från en likströmsgenerator, som drevs av en lokomobil. Oljemålning av A Jungstedt för Stockholmsutställningen 1897. Foto förf.



Grängesbergs Stora Konstbolag bildades år 1846 av gruvägarna. Nu byggdes två stora vattenhjul och kanaler togs upp. Mindre konstgångar köptes upp, den sista år 1875. Den svåra vattenbristen i mitten av 1800-talet medförde att anläggningarna byggdes ut ännu mera. I mitten av 1800-talet fanns sålunda sju vattenhjul, ett tiotal vattendammar med över en miljon kubikmeter vatten, ca 45 km kanaler för tillopp, ca 7 km stånggångar och som reserv en stor ångmaskin på 35 hk, kallad "Stora maskinen". En enskild gruvägare gjorde på 1850-talet ett försök med vindkraft men det misslyckades helt.

Belysningsanläggning installerades 1891–92 i ett dagbrott för att möjliggöra gruvbrytning även när det var mörkt. Det var en vedeldad lokomobil, som drev en likströmsgenerator för 120 V, 32 A, levererad av Nyhammars Bruk. För belysningen användes båglampor, som inköptes från Tyskland. För att de inte skulle skadas vid sprängningarna i brottet, firades de ned i tomma dynamitlådor när laddningarna antändes. Se fig 3.

Trefassystemet gör entré

Hällsjö kraftstation med 3-fas energiöverföring till Grängesberg offererades av ASEA första gången i december 1891 och andra gången den 8 oktober 1892. Då inlämnade även firman Luth & Rosén offert men var mycket dyrare än ASEA. De slutliga förhandlingarna fördes hösten 1892 och den 5 januari 1893 undertecknades kontraktet, varvid ASEA åtog sig att uppföra ett kraftverk vid Hällsjön med två 100 hk generatorer för kraft och en 100 hk generator för belysning samt en 100 hk generator som reserv för ljus- eller kraftgeneratorerna.

Elektriciteten för kraft skulle upptransformeras till 9 500 V, 3-fas växelspänning och överföras till motorstationerna, där den skulle nedtransformeras till motorernas märkspänning. Totalt skulle fem motorer med en sammanlagd effekt av 145 hk levereras. Växelspänningen för belysning skulle upptransformeras till 5 000 V och överföras till åtta transformatorer för nedtransformering till 2 x 110 V. Kontraktsumman var 70 000 kronor, som fördelade sig på de olika anläggningsdelarna enligt tabell 1.

Tabell 1. Kontrakterad anläggningskostnad

Anläggningsdel	*Kronor*
Kraftstationen vid Hällsjön med generatorer och transformatorer	25 500
Kraftledning för kraft och belysning	9 625
Motorer och transformatorer vid Björnberget	4 950
Motorer och transformatorer vid Grängesberg	15 900
Huvudledning och transformatorer för belysningen	10 755
Telefoner, telefonledningar och diverse oförutsett	3 270
Summa	70 000



4. Kraftstationen i Hällsjön under byggnad våren 1893 med hela arbetsstyrkan, bestående av murare med hantlangare, timmermän, byggnadssnickare och andra. I förgrunden syns avloppstunneln och längst till höger syns tilloppstunneln. Foto Länsarkivet i Håksberg.

Kontraktet undertecknades av brukspatron P M Carlberg, Edwin Grönwall och August Sundin för Grängesbergsbolaget och av G Wenström för ASEA. (PM Carlberg och Edwin Grönwall var år 1900 med om att starta Elektriska Aktiebolaget Magnet i Ludvika.)

Karmansbo ägde marken och vattenrätten, som först arrende-



5. Exteriör av Hällsjöns kraftstation 1893. Det var en rappad tegelbyggnad med vackra, rundbågade fönster. På platsen hade tidigare legat en masugn tillhörig Karmansbo Bruks AB. Foto Albin Andersson, Dalarnas museum.

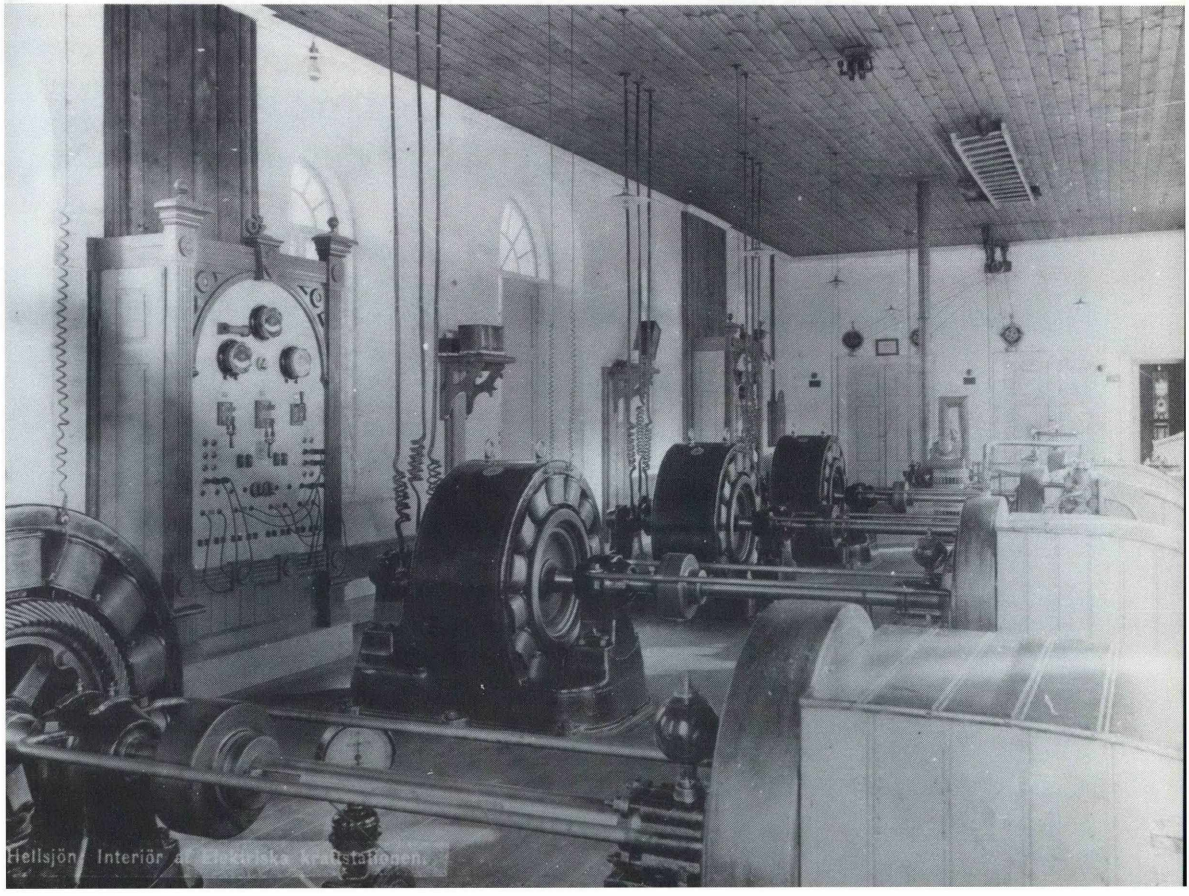
rades men sedan köptes, när kraftstationen byggdes ut 1897.

Byggnaden utfördes i tegel i ett plan. Det var ett stort företag och en stor arbetsstyrka med många olika yrkeskategorier var i verksamhet (fig 4). Byggnaden försågs med vackert rundbågade fönster (fig 5). Maskinhallen inrymdes i byggnadens norra del. Fig 6 visar en interiör. Intill kraftstationen byggdes en liten villa för stationens maskinister.

Qvist & Gjers

Vattenbyggnadskonstruktionerna vid Hällsjön uppdrogs åt den välkända ingenjörsbyrån Qvist & Gjers i Arboga. Genom reglering av några småsjöar kunde en fallhöjd på 45 m erhållas och en vattenmängd, som under normalår beräknades kunna lämna 300–400 hk. Hela nederbördsområdet uppskattades till ca 60 kvadratkilometer. En ca 500 m lång trätub förde vattnet från Vasselhyttesjön till kraftstationens turbiner, varifrån det rann vidare till Snösjön och Haggen.

6. Interiör av Hällsjöns kraftstation 1893. I förgrunden t v syns generatorn för belysning och därintill generatorn för reserv och generatorerna för kraft. Vid väggen t v syns två kontrolltavlor och vid bortre väggen t h om dörren syns en kamin för rumsuppvärmning. Foto Albin Andersson. Dalarnas museum.

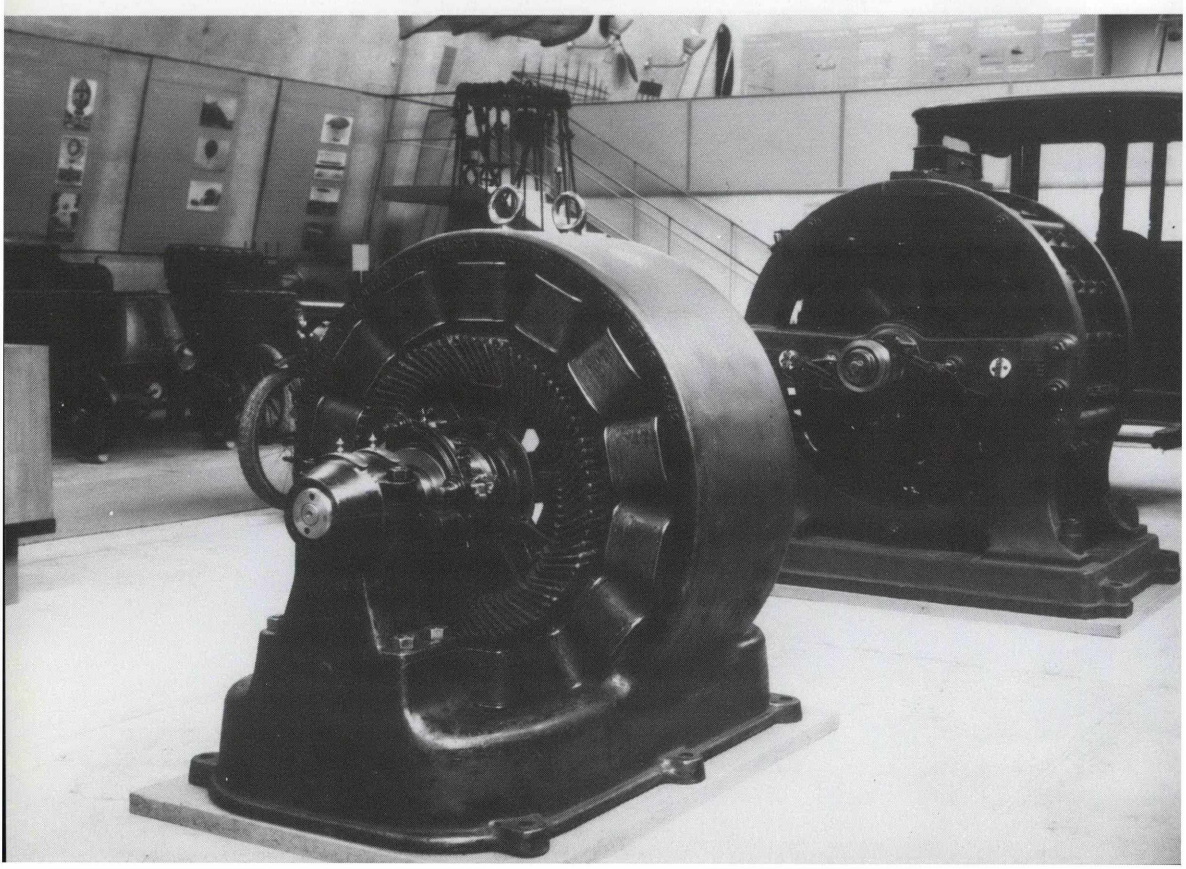


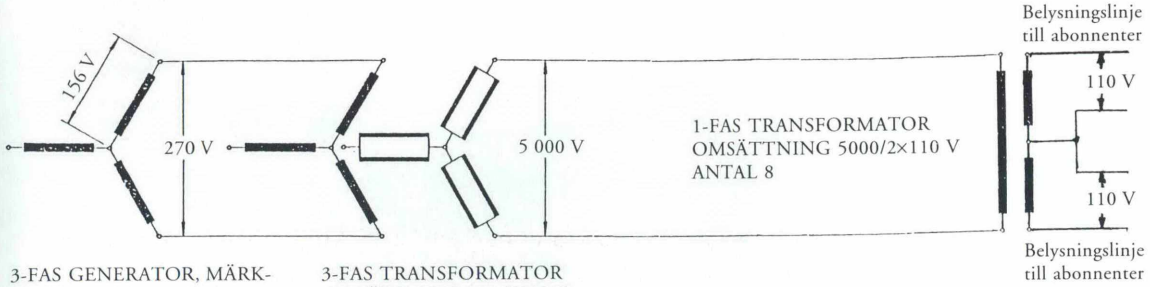
Turbinerna I kraftstationen installerades fyra turbiner. En för varje generator. Det var sugturbiner av Qvist & Gjers spiraltyp för normalt 100 hk vardera men som i praktiken visat sig kunna prestera betydligt mera. Vidare installerades en mindre turbin om 20 hk för de två likströmsgeneratorer, som var avsedda att mata växelströmsgeneratorernas fältlindningar.

Turbinerna för 100 hk hade varvtalet 600 r/m och var direkt förbundna med generatorerna medelst s k kuggmuffar, vilka kunde överföra kraften utan nämnvärda förluster, även om en liten brytning mellan axlarna fanns. Kraften från 20 hk-turbinen överfördes till magnetiseringsgeneratorerna med remtransmissioner, som samtidigt växlade upp varvtalet. Varje generator var från början 3,3 kW men de byttes ut mot större vid idriftsättningen.

Generatorerna Generatorerna för kraft var för 600 r/m, 150 V, 190 A per fas, 70 Hz, 100 hk, 86 kVA och hade 14 poler. Varje generator vägde ca 3 ton. Vid tomgång fordrades ca 7 A magnetiseringsström och vid fullast ca 11 A för att hålla växelspänningen vid normalt värde.

7. En av de fyra trefasgeneratorer, som levererades till Hällsjöns kraftstation 1893 finns nu i Tekniska Museet. Märkdata: 150 V, 190 A per fas, 100 hk, 86 kVa, 14 poler, 600 r/m och 70 Hz, typ VA. Foto TM.





8. Principschema för belysningssystemet i anläggningen Hällsjön–Grängesberg ritat enligt uppgifter av Danielsson (1894).

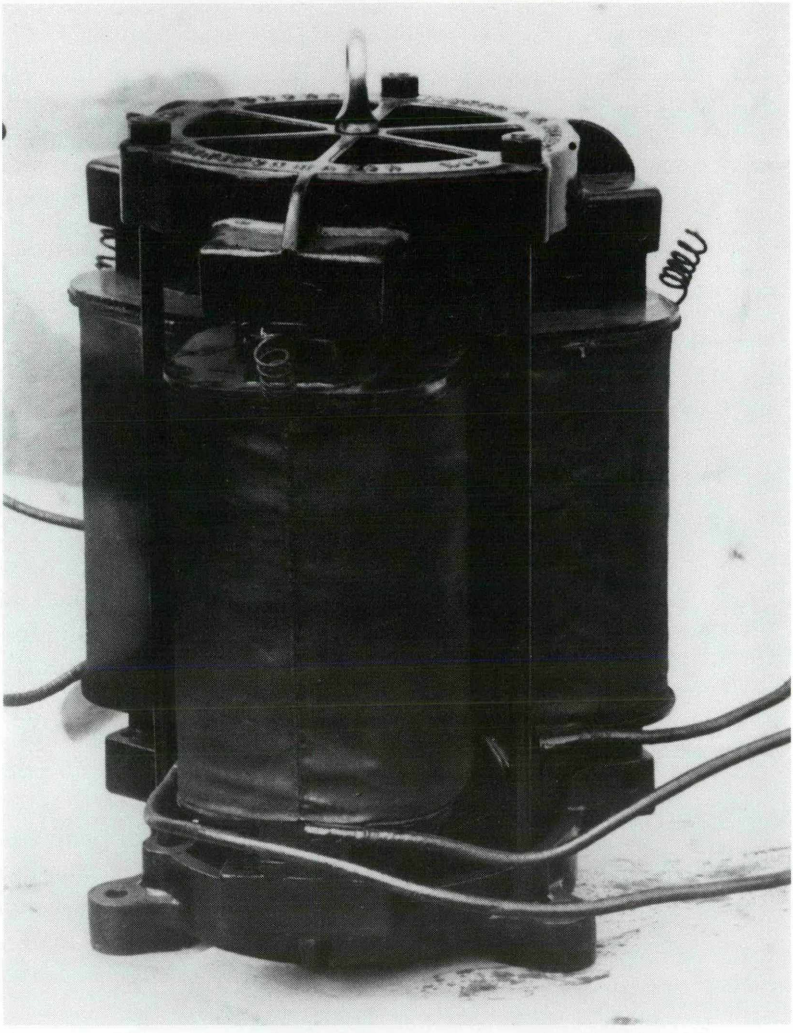
Kortslöts en maskin vid normal fältmatning och fullt varvtal, steg strömstyrkan till ungefär dubbelt normalt värde. Generatorerna hade fältlindningen i statorn och trefaslindningen i rotorns järnkärna så att växelströmmen togs ut via tre släpringar (fig 7).

Generatorerna för belysning och reserv var exakt lika generatorerna för kraft men för belysningsgeneratorn belastades inte en av faslindningarna medan de två övriga matade belysningstransformatorn med en huvudspänning = 260 V (se fig 8). I juli 1895 beslöt styrelsen att överföra belysningsgeneratorn till kraftproduktionen eftersom den var trefasig och lämpligare för kraften samt beställa en ny generator, som var mera lämplig för belysningen. Här avses tydligen en 1-fas generator. Vidare var man redan våren 1894 betänkt på att använda reservgeneratorn för kraftproduktion.

Transformatorerna

Transformatorerna för upptransformering av växelspänningen var alla lika. Två var för kraft och hade två lindningar på högspänningssidan kopplade i serie, vilket gav 9 500 V huvudspänning. Transformatorn för belysning hade de två lindningarna på högspänningssidan kopplade parallellt, vilket gav 4 750 V men genom att övermagnetisera belysningsgeneratorn något erhölls 5 000 V, som utlovats. En primär- och en sekundärfas på transformatorn för belysning utnyttjades ej (se fig 8).

Transformatorerna var helt symmetriska både elektriskt och magnetiskt (se fig 9). De var från början självkylda men försågs med en kylfläkt, som via säkringar matades med 3×15 V växelspänning från en tertiärlindning, som anbringades nedtill på transformatorernas ben. Detta gav dock ej tillräcklig kyleffekt för transformatorerna för kraft, varför en tredje krattransformator levererades. Transformatorerna monterades i brandsäkra rum (fig 10).

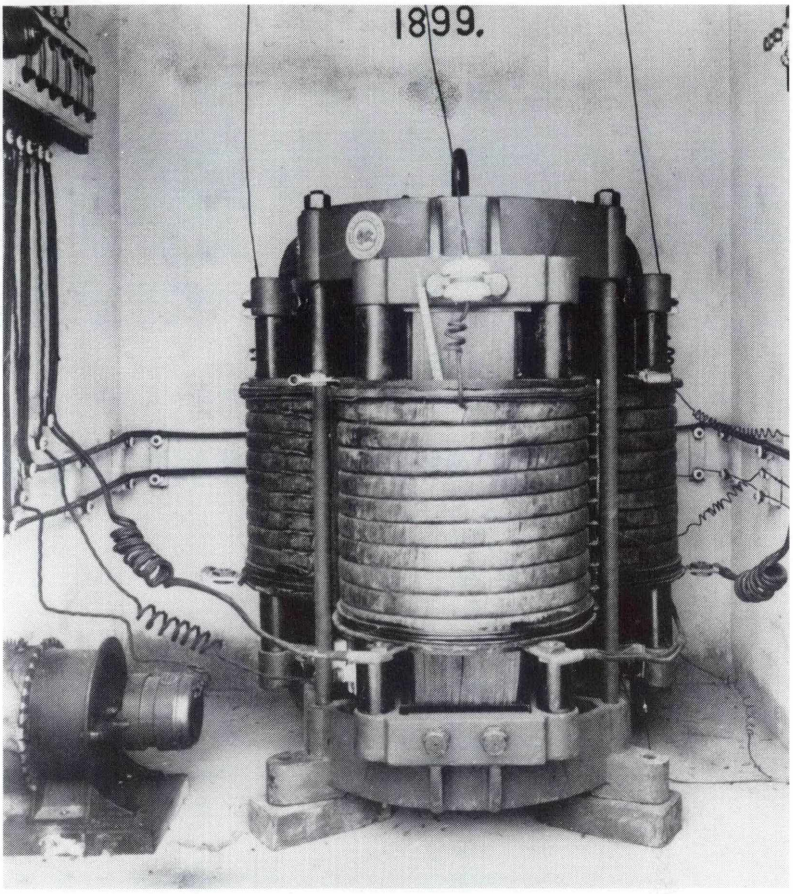


9. En av de tre trefastransformatorer, som levererades till Hällsjön 1893 med namnet "Trippelkonverter". Transformatorerna för kraft hade högspänningssidans två lindningar seriekopplade och omsättningen 260/9 500 V men transformatorn för belysning hade lindningarna parallellkopplade och omsättningen 260/4 750 V. Foto Asea Brown Boveri AB.

Instrumenteringen

Instrumenteringen bestod av två lika stora marmortavlor, infällda i vackert ornamenterade ekramar, en för de båda kraftgeneratorerna och reservgeneratorn samt en för belysningsgeneratorn och de båda fältmatarna.

Instrumenttavlan för reserv- och kraftgeneratorerna hade överst tre vackra lampor för infasning, som tillika var belysning för tavlan, tre ampèremetrar för generatorströmmarna, en voltmeter med

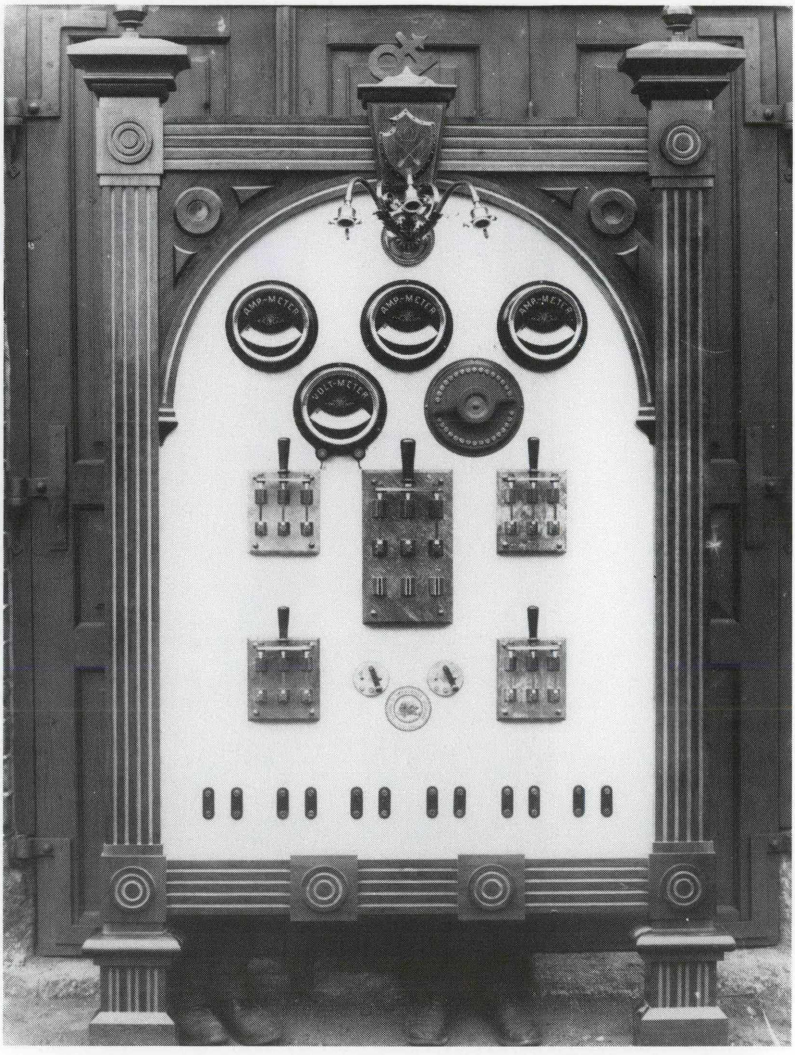


10. Trefastransformator, ursprungligen kallad "trippelkonverter", i brandsäkert rum med tertiärlindning för matning av kylfläkten, liknande arrangemanget vid Hällsjöns kraftstation. Foto Asea Brown Boveri AB.

omkopplare, så att alla faserna på alla maskinerna kunde kopplas in och mätas, en 2-vägs, 3-polig knivströmställare med vilken reservgeneratorn kunde kopplas för belysning eller kraft, två 1-vägs, 3-poliga knivströmställare för kraftgeneratorerna och två för transformatorerna samt smältsäkringar (fig 11).

Instrumenttavlan för belysningsgeneratorn och generatorerna för magnetisering hade ampèremeter för belysningsgeneratorn, två voltmeterar för magnetiseringsgeneratorerna, en 1-vägs 2-polig knivströmställare för belysningsgeneratorn och två för generatorerna för magnetisering samt pluggkontakter, så att generatorerna för magnetisering kunde kopplas till vilken generator som helst (se fig 12).

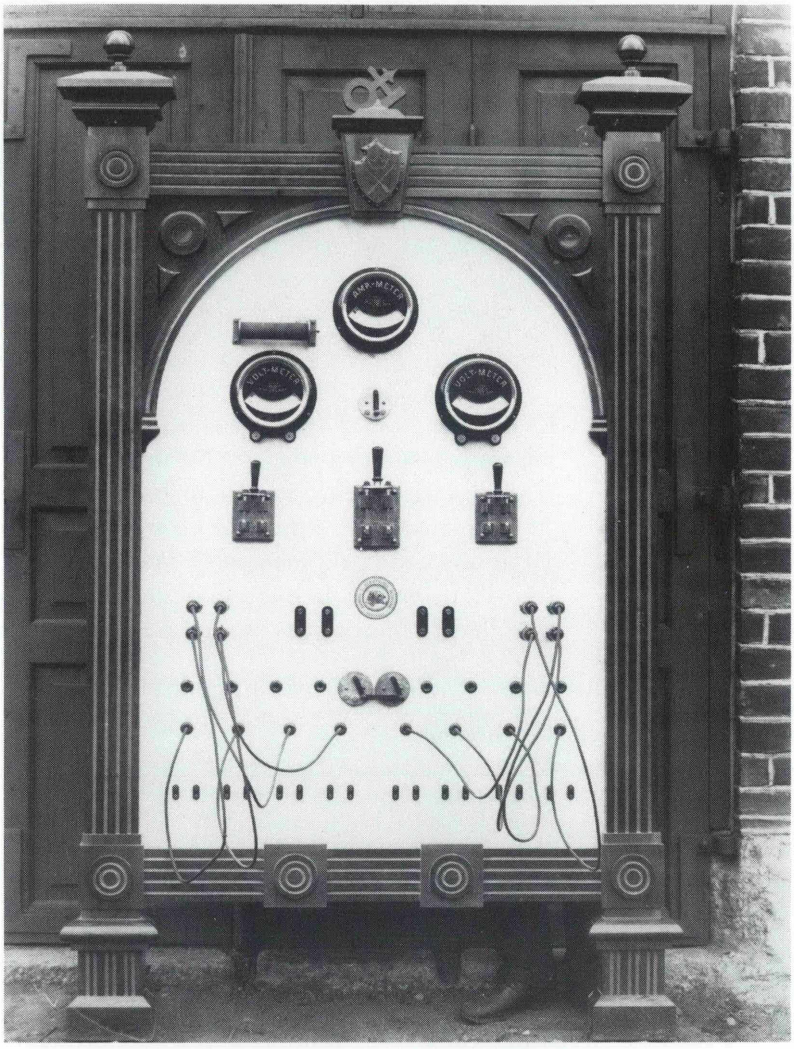
För kontroll av den genererade effekten fanns två registrerade



11. Instrumenttavla för reserv- och kraftgeneratorn. Överst fasningslampor, som även är tavelbelysning. Därunder ampèremetrar samt en voltmeter med mångpolig omkopplare, fyra 1-vägs och en 2-vägs knivströmställare och längst ned smältsäkringar. Foto Asea Brown Boveri AB.

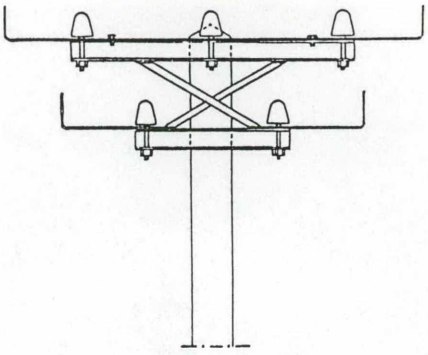
wattmetrar från firman Richard Frères i Paris. En var inkopplad på kraftsystemet och en på belysningssystemet. De var inte inmonterade på instrumenttavlorna utan på annan plats i stationen.

Regulator för att hålla växelspänningen konstant vid olika belastningar fanns ej från början. Vid invigningen var Arvid Lindström, sedermera professor vid KTH, i stationen för att reglera



12. Instrumenttavla för belysnings- och magnetiseringsgeneratorerna. Överst finns ampère- och voltmetrar, två 1-vägs knivströmställare, en 2-vägs knivströmställare, fyra pluggswitchar för inkoppling av fältmatarna till vilken generator som helst och nederst smältsäkringar. Foto Asea Brown Boveri AB.

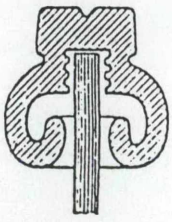
spänningen för belysningen. På våren 1894 fanns emellertid en automatisk regulator, levererad av firman Ganz & Co. Den var kompenserad för spänningsfallet i upptransformatorn i Hällsjön och förlusterna i luftlinjen, så att den höll växelspänningen konstant i Grängesberg och därför inskränkte sig spänningsvariationerna för belysningen till spänningsfallet i nedtransformatorerna och i kopparledarna i 2×110 V treledarsystemet.



13. Skiss av kraftledningsarrangemang, uppgjord 1943 av ingenjör Gösta Jönsson med ledning av muntliga uppgifter. Fasavståndet torde ha varit ca 700 mm och den övre regeln uppbar tre 4 mm koppartrådar för kraft och den undre två 3 mm koppartrådar för belysning.

Kraftlinjen

Kraftlinjen bestod av tre hårddragna koppartrådar för kraften och två för belysningen (fig 13). De uppbars av porslinsisolatorer med en invändig oljering för att förbättra isolationshållfastheten (fig 14). Isolatorerna var fästade på trästolpar, som var mellan 8 och 10 m höga. De stod med ca 45 m avstånd vid rak linje. Avståndet från Hällsjön till de olika kraftförbrukningsplatserna och de där installerade motorernas storlek framgår av tabell 2.



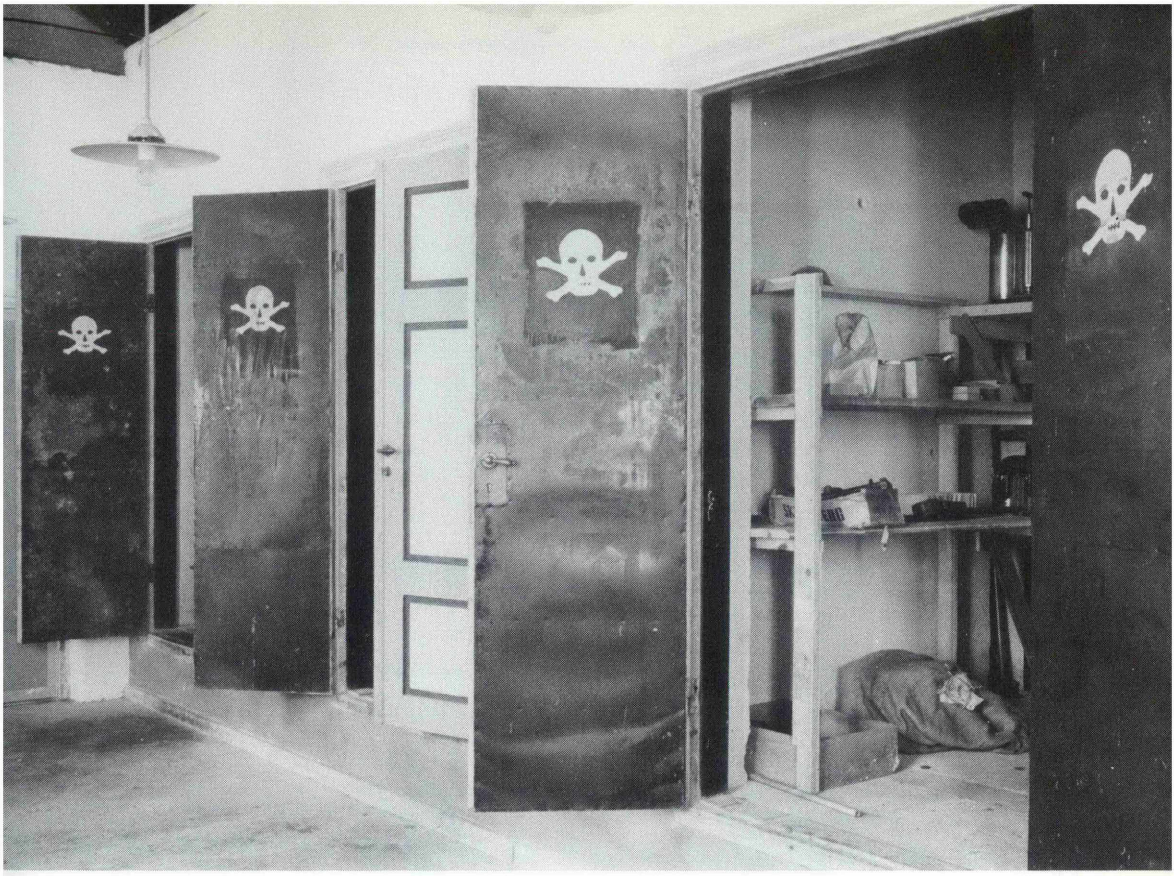
14. Sektion av oljeisolator. Den nedre rännan fylldes med olja.

Tabell 2. Kraftförbrukningsplatserna

Förbrukningsplats	*Motor hk*	*Avstånd från Hällsjön km*
Björnberget	30	8 550
Laxbäcken	30	11 655
Mekaniska Verkstaden	9	12 150
Stora Ångmaskinen	45	12 155
Lomberget	30	13 720

Alla stationerna låg ordnade efter varandra utom Mekaniska Verkstaden, för vilken en avgrening på 160 m gjorts. Kraft- och belysningsledningar följdes åt 13,72 km till Lomberget men därefter fortsatte belysningsledningen ytterligare några kilometer. I slutskedet utbyggdes belysningsledningen ytterligare. Diametern på koppartrådarna var 4 mm från Hällsjön till Björnberget men därefter 3 mm liksom för hela belysningsledningen.

År 1889 eller 1890 hade disp Granström i firman Wenström & Granströms Elektriska Kraftbolag, efter 1890 ASEA, hos Kungl Maj:t anhållit om att från Månsbo i Dalälven få draga en ca 17 km lång 10 kV kraftlinje till Norbergs gruvfält. Detta ledde till en förordning att kraftledningen skulle förläggas i kablar i jordade järnrör i jorden där ledningen korsade allmän landsväg eller järnväg. Kablarna var provade med 9 000 V växelspänning och förde ca 5 500 V mot jord men höll inte. Tillstånd erhölls då för att låta trådarna gå i luften men på alla sidor omgivna av ett jordat skyddsnät.

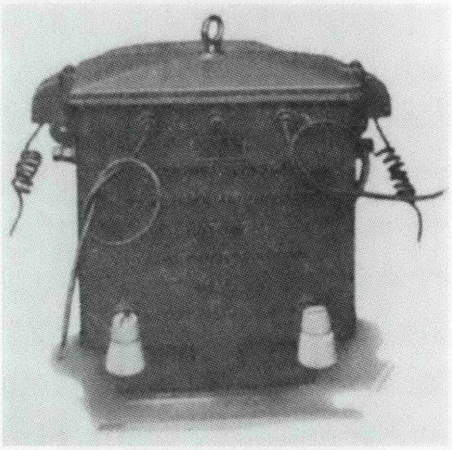


15. De tre transformatorcellerna är nu förrådsutrymmen men varningsmärkena för elektricitet på dörrarna har fått bli kvar som minne från den första kraftöverföringen med trefas växelspänning. Foto Henry Eriksson, Ludvika, 1978.

För att ingiva tillbörlig respekt för linjen var alla stolpar försedda med en varningsskylt, som uppvisade en dödskalle med två korslagda benknotor, målade i svart på vit botten (fig 15).

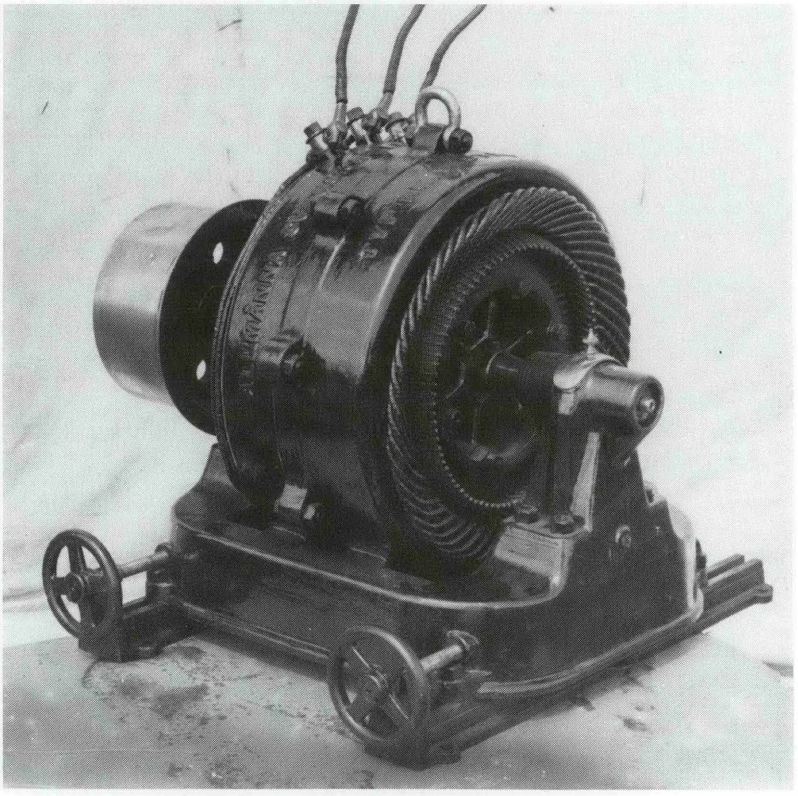
Belysnings-anläggningen

Belysningsanläggningen bestod som tidigare nämnts av en 3-fas generator och en 3-fas transformator i vilka en fas inte var ansluten och vidare var transformatorn kopplad så att sekundärt 5 000 V erhölls (se fig 8). Luftlinjen matade från början åtta 1-fas nedtransformatorer. Två var för 10 kW, två för 6,7 kW och fyra för 4,5 kW. De var gjutjärnskapslade och hade omsättningen 5 000/ 2 x 110 V (fig 16). Belysningsnätet var alltså ett treledarnät med 220 V mellan de yttre ledarna och 110 V till de jordade mittledarna. Lamporna inkopplades på 110 V. Från början uppsattes 20 båglampor och ca 300 glödlampor. Båglamporna inkopplades tre i serie på 110 V. Där endast en båglampa måste uppsättas, seriekopplades den med ett induktivt motstånd. Glödlamporna inkopplades direkt på 110 V. Antalet lampor ökade snabbt. I ett pro-



16. Enfastransformator typ E 2 i gjutjärnskapsling för utomhusmontage. Foto Asea Brown Boveri AB.

tokoll, där slutuppgörelsen behandlas, framgår att ännu fler belysningstransformatorer levererats och att längre ledningar dragits. Detta blev en diskussionspunkt vid uppgörelsen.



17. Trefasmotor typ RK för 15 hk, 950 r/m, levererad till Grängesberg 1893. Foto Asea Brown Boveri AB.

Motorstationerna var utrustade med en 3-fas nedtransformator, en mindre instrumenttavla med en 3-polig knivströmställare för transformatorn, tre smältsäkringar och en 3-polig knivströmställare för motorn. Den startades direkt utan förkopplingsmotstånd. Sedan den kommit upp i full hastighet, inkopplades belastningen med en friktionskoppling. Motorerna, fig 17, har data enligt tabell 3.

Tabell 3. Huvuddata för trefasmotorerna

Motorstorlek hk	*Varvtal r/m*	*Fasspänning, V*	*Magnetiseringsström ampére*	*Vikt kg*	*Fullastström, A*
9	1 000	50	42	291	66
30	670	70	75	905	146
45	670	85	70	1 260	178

Tabell 4. Huvuddata för trefastransformatorerna för kraft

Trefas transf. kW	Magn ström i förhållande till normal ström %	Järnförl. i %	Effekt vid full belastning %	Vikt i kg
8	6,0	2,1	95,5	320
27	4,0	1,9	96,2	750
40	2,5	1,92	96,0	1 050
62	2,6	1,4	96,9	2 300

Verkningsgraden

Mätning av verkningsgraden företogs mellan 31 maj och 2 juni 1894, då anläggningen varit i drift några månader. Två representanter var med från Stockholm, två från Västerås och två från Grängesberg. Verkningsgraden var kontrakterad till 70 % och de båda magnetiseringsgeneratorerna på vardera 3,3 kW skulle inte medtagas vid mätningen. I kontraktet angavs ej vilka motorer som skulle vara med men motorerna vid Laxbäcken, Spelet vid Stora Maskinen, Konsten vid Stora Maskinen och motorn vid Lomberget togs med. Med dessa motorer som belastning erhölls maximala förluster i kraftledningen. Prov utfördes vid två tillfällen. Det första provet pågick i $1^1/_2$ timme och det andra i $1^1/_4$ timme. Resultatet framgår av tabell 5.

Tabell 5. Beräknad verkningsgrad för anläggningen

	serie 1.	*serie 2.*
Utmatad effekt från två turbiner vid Hellstjön	199,96 hk	200,26 hk
Utbromsad effekt på motorn vid Laxbäcken	30,24 "	30,33 "
Utbromsad effekt vid spelet vid Stora Maskinen	39,42 "	39,91 "
Utbromsad effekt vid konsten vid Stora Maskinen	38,69 "	38,24 "
Utbromsad effekt vid motorn vid Lomberget	31,43 "	31,20 "
Summa överförd effekt	139,78 "	139,68 "
Beräknad verkningsgrad	69,89 %	69,75 %

Mätnoggrannheten uppskattades till ca 1%, varför värdena utan minsta tvekan ansågs kunna avrundas till 70%, som föreskrevs i kontraktet.

Effektfaktorn beräknades av instrumentutslagen under proven. Effekten var 52 000 W i en fasledning, matad från två generatorer, som lämnade vardera 205 A fasström. Fasspänningen var 174 V och effektfaktorn alltså = 52 000/2 x 205 x 174= 0,73.

Laddningsströmmen för linjen, dvs linjens ström på grund av linornas kapacitans mot jord mättes på kraftlinjen i tomgång med varierande växelspänning, som erhölls genom att variera generatorernas spänning. Innan provet isolationsprovades linorna och isolationen mot jord visade sig vara oändlig. Resultatet framgår av diagram 1, som även visar jämförelse med beräknade värden enligt lord Kelvins formel.

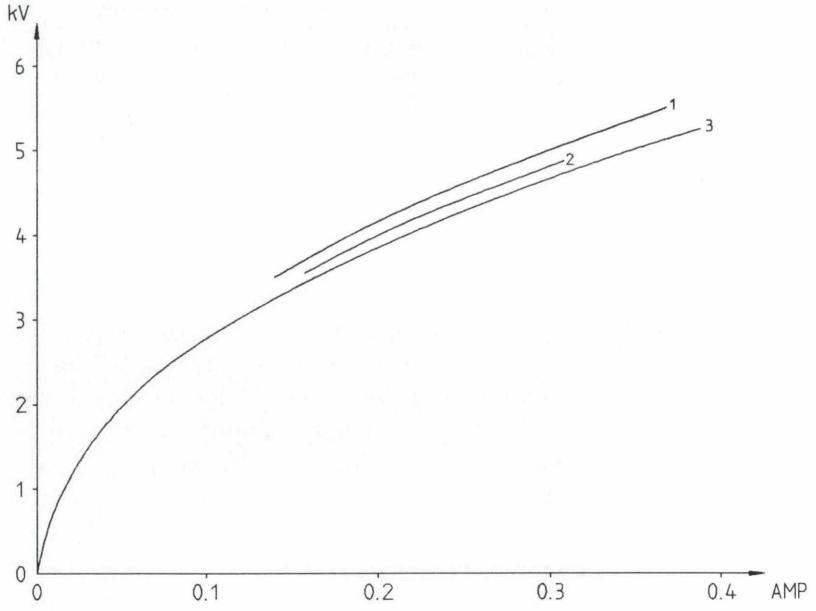


Diagram 1. Laddningsströmmen för kraftlinjen Hällsjön–Grängesberg. 1. Uppmätt laddningsström för en ytterfas. 2. Uppmätt laddningsström för mittfasen. 3. Beräknad laddningsström enligt Kelvin.

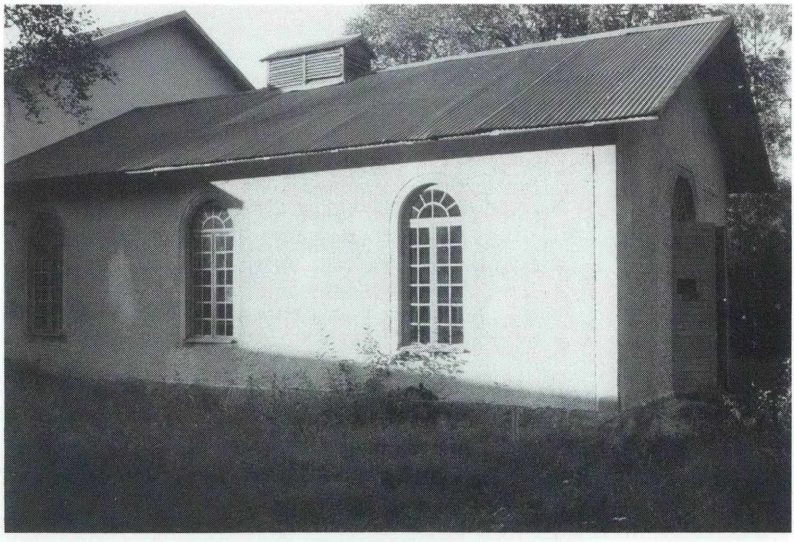
Invigningen

Invigningen av den nya kraftstationen ägde rum den 18 december 1893. Det var en stor dag i Grängesbergs historia. Man hade samlats i det nyligen uppförda gruvkontoret, som med anledning av dagens betydelse vackert dekorerats. Ett välförsett matbord hade ställts iordning för inbjudna gäster, representanter för ASEA, ingenjörer och tjänstemän, som varit engagerade i projektet, samt

Grängesbergsbolagets egna tjänstemän. Många tal hölls för den nya tekniken och över projektets genomförande. Maten intogs med neddragna rullgardiner och i skenet av elektriskt ljus. Allt gick bra till desserten, då det helt plötsligt blev mörkt. Ett överslag med åtföljande kortslutning hade inträffat i en jordkabel vid en vägkorsning.

Falu Län- och Stads Tidning skrev den 19 december 1893 om invigningen i hänförda ordalag. De skrev att två landshövdingar var närvarande. En åkte dit med ordinarie tåg men en med extratåg. Ca 50 personer var inbjudna och utsmyckningen och oljemålningarnas vackra utseende i det elektriska ljuset lovprisades.

Slutuppgörelse ägde rum under sommaren och hösten. Av ett protokoll förstår man att ASEA debiterat den tredje krafttransformatorn, de extra levererade belysningstransformatorerna, de större maskinerna för magnetisering och annat på Grängesbergsbolaget. Hur stor sluträkningen blev har inte kunnat fastställas men av protokollet framgår att Grängesbergsbolaget inte alls var villiga att betala för några extra leveranser och de hävdar dessutom böter för sen leverans med 200 kronor i veckan från den 1 september 1893 till slutet av januari 1894. Slutligen godkändes att ASEA lämnade en rabatt på 10 858 kronor och två öre på den översända sluträkningen.



18. Exteriör av Hällsjöns kraftstation 1978. Foto förf.

Minnesbilder

Berättelser om Hällsjön finns det många. Jonas Wenström var sjuk och sängliggande när anläggningen bit för bit provades och sattes igång. När man kommit så långt att man börjat provköra, meddelades detta till Jonas Wenströms hem och då tändes ett ljus på hans nattduksbord och detta fick brinna så länge provdriften pågick. Av drftjournalen framgår att det måste tändas och släckas många gånger. Under invigningen låg han sjuk i lunginflammation och dog några dagar efter invigningen. Han fick tyvärr inte uppleva den succé 3-fassystemet gjorde.

Ingenjör E K Petersson var först montageingenjör och sedan driftingenjör. Han hade på sitt nattduksbord en elektrisk lampa och en telefon. Slocknade lampan, vaknade han ofelbart och ringde till stationen och vid behov klädde han sig och åkte dit för att klara av problemet så snart som möjligt och få igång stationen snabbt efter avbrottet. Han lär ha blivit så invand, att han även som pensionär var tvungen att ha en elektrisk lampa att lysa på nattduksbordet för att kunna sova lugnt.

Källor och litteratur

Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget, Westerås 1883–1908. Stockholm 1908.

Althin, Torsten, Kraftöverföringen Hellsjön–Grängesberg år 1893 i samtida beskrivningar. Daedalus (1940).

ASEA:s egen tidning 15 (1923) : 4–9.

ASEA:s Historia 1883–1948. Västerås 1955–1957. Del I.

Danielsson, Ernst, Elektrisk arbetsöverföring och belysningsanläggning Hellsjön Grängesberg. Teknisk Tidskrift 24 (1894): Mekanik och Elektroteknik.

Danielsson, Ernst, Några mätningar, utförda på den elektriska arbetsöverföringen Hellsjön–Grängesberg. Teknisk Tidskrift 24 (1894): Mekanik och Elektroteknik.

Elektrisk högtensionledning Hellsjön–Grängesberg. Teknisk Tidskrift 23 (1893): Mekanik och elektroteknik.

Från Wenström till Amtrak. Profiler och händelser ur ASEA:s historia. Västerås 1983.

Glete, Jan, ASEA under 100 år. Västerås 1983.

Hedberg, Nils, Konster, spel och järnvägar i det gamla Grängesberg.

Med Hammare och Fackla, VII (1936).

Hjulström, Filip, Sveriges elektrifiering. Uppsala 1940.

Håkansson, Harald, Elektrotekniska data intill sekelskiftet 1900. Dædalus (1938).

Larsson, Algot, Grängesbergs-krönika. Grängesberg 1967.

Lindström, Arvid, Några minnen från min första ASEA-tid. ERA (1939).

Lindström, Arvid, Referat av anförande. Teknisk Tidskrift 72 (1942): Elektronik

Lindström, Arvid, Trefassystemet. Anteckningar från elektroteknikens barndom i Sverige. Föredrag hållet i Sancte Görans Gille den 12 december 1929.

Styrelseprotokoll från Grängesbergs Konst- och Jernvägsaktiebolag för 1890-talet.

Svenska Vattenkraftföreningens publikation 362 (1943): 12.

Svensson, Helge, Jonas Wenströmsutställningen 1933. Dædalus (1934).

Wenström, Jonas, Elektriciteten i gruvhanteringens tjänst. Teoretisk översikt. G A Granström. Tillämpningar. Jernkontorets Annaler 75 (1892): 4.

Wijkander, E A, Föredrag i Tekniska samfundet den 18 december 1893. Om den elektriska arbetsöverföringen vid Grängesberg. Industrin (1894): 2.

Åberg, Alf, Från skvaltkvarn till storkraftverk. Stockholm 1962.

Åkerman, Johan, Allmänna svenska elektriska aktiebolaget. Ett elektriskt halvsekel. Västerås 1933.

Energy transmission Hällsjön–Grängesberg, 1893

Summary

On 18 December 1993, it will be a hundred years since the world's first 3-phase, commercial alternating current system began operating. The men behind the project were Jonas Wenström and Ernst Danielsson.

Two firms submitted tenders for the installation at Hällsjön. After negotiations in the autumn of 1892, the contract for the delivery of a power station at Hällsjön was signed on 5 January 1893. Its 300 hp for power and lighting purposes was to be supplied to Grängesberg for the running of 5 electric motors of between 9 and 45 hp and for the provision of illumination in the form of some 20 arc and 300 filament lights.

The power station was built with four identical generators, two for power, one for lighting and one reserve generator for lighting or power. Each generator was for 100 hp, 86 KVA, 150 V and 190 A per phase, 600 rpm, 3-phase and 70 Hz. The lighting generator did not make use of one phase. In addition two transformers which stepped up the current for power to 3×9 500 V were installed. There was also a similar transformer for lighting which yielded 50 000 V. The station was controlled from two marble control panels, equipped with instruments and a switch.

At each motor station, the current was stepped down and supplied to the motor via fuses and a switch. The motors were operated with direct start, running idle and the load was engaged via a friction clutch. The distance to the five motor stations was between 8.5 and 13.2 km. In the case of the lighting, the current was stepped down to 2×110 V to a so-called 3 wire system and eight transformer stations were built at various places.

Two county governors were invited to the inauguration. One travelled there on a special train and the other with an ordinary one. Some 50 guests were invited, the station was inspected and a very fine meal was consumed. There were many enthusiastic speeches about the new technology and its future potential. The Gränges company got cheap power, Asea got a fine installtion and several large orders along with licence fees on the 3-phase system.

Den första svenska elbilen – en kopia och ett misslyckande

Av Gert Ekström

Intresset i Sverige för det nya fortskaffningsmedlet automobilen var stort vid sekelskiftet. Den första bilen, en Peugeot, hade visats på en utställning i Göteborg 1892. Flera bilar importerades de följande åren och de var företrädesvis av tyska och franska fabrikat.

De första kända ångbilarna byggdes 1892 och 1896 av bröderna Cederholm i Ystad (se Dædalus 1990) och den äldsta kända med förbränningsmotor byggdes 1897–1898 av Gustaf Erikson i Surahammar.

Elbilarna har gamla anor. Redan 1842 byggdes en i England. I Frankrike fanns eldrivna droskor och bussar på 1890-talet. Den första bilen som kunde köras i över 100 km/tim var en specialbyggd elbil. Utanför Paris, på en tävlingsbana, kördes La Jamais Contente (Den aldrig nöjda) i april 1899 i 108,8 km/tim "med flygande start".

Även i USA fanns ett flertal elbilstillverkare vid denna tid. Elmotorn eller ångmaskinen var då ett självklart alternativ på bilar istället för den sent utvecklade och mindre tillförlitliga förbränningsmotorn.

C H C Håkanson

Den som kom att bygga Sveriges första elbil var civ ing Harald Håkanson. Han föddes 1869 i Eslöv, studerade vid Chalmers och Polytechnikum i Zürich. Han praktiserade i USA och Tyskland och kom tidigt i kontakt med automobiltillverkning. I Tyskland arbetade han vid Kühlstein Wagenbau, Berlin–Charlottenburg, ett företag som tillverkade elbilar 1898–1902. Vidare arbetade han i Helsingfors och vid Södertälje Werkstäder där han blev "föreståndare vid företagets automobilafdelning". Bilimport och bilmontering skedde där mellan åren 1901 och 1906.

Håkanson fick 1904 anställning vid ASEA i Västerås och stannade där till pensioneringen 1934. Han avled i oktober 1961.

Elbilar i Stockholm

I flera notiser i dagspressen kan man finna att intresset för elfordon i stockholmstrafiken är stort, liknande den som fanns i flera



1. Harald Håkanson 31 år gammal i sin bil inför uppvisningen i Idrottsparken år 1900. Bilen har här horisontell ratt som anges i patenthandlingarna. Hjulen har Kellys halvmassiva gummiringar. Vid förarens fötter syns en stor amperemeter, fotbroms med spärr och ett bollhorn.

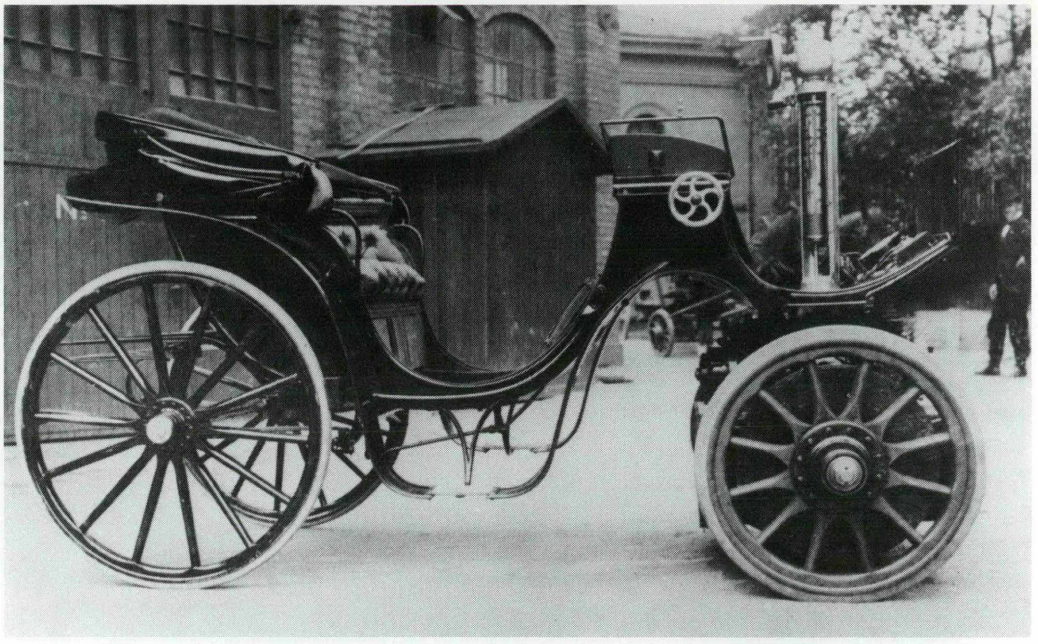
andra europeiska huvudstäder. Drosk- och busstrafik diskuteras och ett fåtal elbilar importeras kring 1900 men de är avsedda för privatbruk.

Inspirerad av sin erfarenhet från Kühlstein Wagenbau börjar Håkanson omkring 1898 att förverkliga sitt elbilsprojekt med några få avvikelser från vad han sett i Tyskland. Den 7 februari 1900 lämnar han in en patentansökan som beviljas 9 mars 1901.

Håkanson är mycket medveten om att få publicitet kring sin skapelse. Så här skriver Svenska Dagbladet den 28 juli 1900:

"Uppvisning af automobiler egde i går e m rum i Idrottsparken härstädes. Först uppvisades en automatdroska, konstruerad af i Berlin bosatte svenske ingenjören Harald Håkanson och tillverkad vid Atlas verkstäder. Droskan, som hade ett särdeles prydligt utseende och som tycktes vara synnerligen solid, hade en jemn och säker gång, men gjorde åtskilligt buller.

Denna försöksvagn, den första elektriska automobildroska som byggts i Sverige, har maskineriet anbragt i förening med åkdonets framhjul och



2. Bilen under slutprovning inför uppvisningen. Skyddsplåten är borttagen, "kombinatorns" kamvalssystem för hastighetsreglering likt spårvagnarnas syns. En liten vertikal ratt med utväxling för styrning. Det måste ha varit tungt och krävt många rattvarv för att kunna svänga den tunga förställaren och därför byttes ratten ut mot den horisontella..

ej, såsom förut varit fallet med motorvagnarna, i förening med bakhjulen. Härigenom uppnås den fördelen att den s k förställaren, där ackumulatorerna äro inneslutna, kan lösgöras och användas för att drifva äfven ett annat åkdon. Hr Håkanson har fått patent på denna uppfinning såväl i Sverige som i utlandet. Droskan, som kan laddas för 45 km, väger omkring 1 000kg."

Aftonbladet skriver den 28 juli 1900, i ett utdrag:

"...såväl styrning som hastighetsreglering och bromsning försiggå mycket lätt och kunna på ett par dagar inöfvas. Styrningen sker medelst ett på kombinatorn fäst styrhjul. Fullständig laddning kostar 2 kr 50 öre enligt det i Stockholm gällande priset för motorström. Vid profköringen igår i Idrottsparken tycktes maskinen fungera på bästa sätt om och farten ej kunde uppbringas till sin höjd (16 km/tim enligt H:s specifikationer) beroende på markens beskaffenhet – droskan är byggd för asfalt. Motorerna framkallade ett mindre angenämt ljud, hvilken olägenhet dock lär vara att öfvervinna och ej komma att finnas mer än hos försöksvagnen".

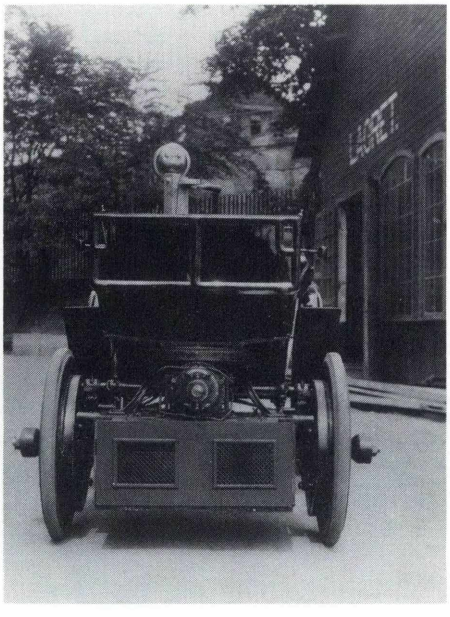
Tekniskt utförande

Idén med en dragande enhet längst fram är tagen direkt från hästdriften, enkelt och beprövat. Förställaren var byggd för att lätt och med små förändringar "kopplas till" olika hästfordon och lätt

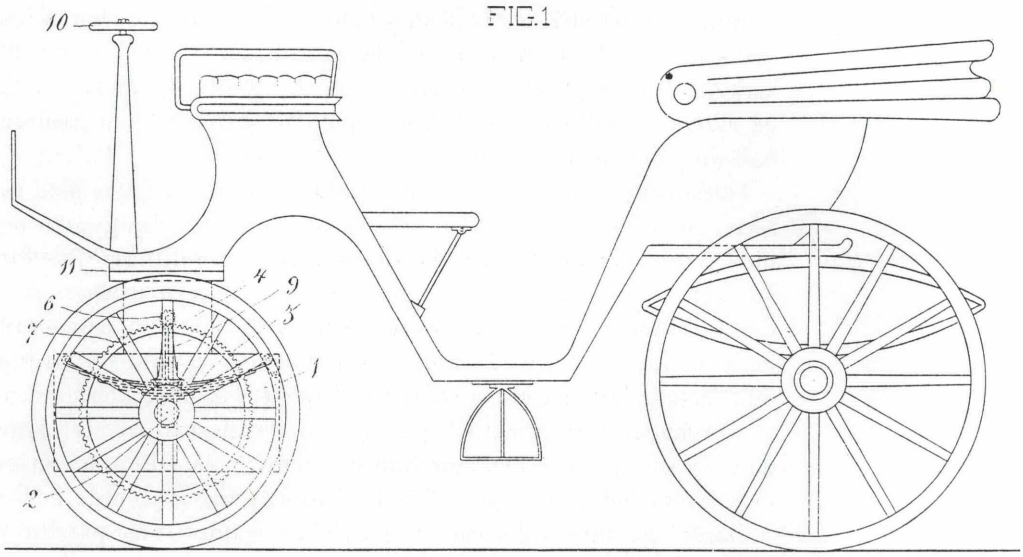
kunna tas bort vid t ex laddning och/eller reparation. Denna tekniska lösning hade Kühlstein-bilarna samt flera andra tyska tillverkare, för övrigt en konstruktionslösning som användes i USA på tidiga brandbilar och långt in på 1920-talet på bl a gaturenhållningsfordon i Tyskland.

Håkansons, för svenska förhållanden nya bil, byggdes med avsikten att kunna använda ett nykonstruerat svenskt Jungnerbatteri med 100 amperetimmars kapacitet. Underhandlingar inleddes med en representant för Jungner, och ett ackumulatorbatteri av den nya typen lovades till början av år 1900. Då den stipulerade leveranstiden var inne visade det sig att batteriet inte var färdigt. Som ersättning skaffades ett franskt av typ Fulmen. Detta batteri, som hade något mindre kapacitet och betydligt större vikt, krävde större utrymme. Det innehöll 44 element på 100 amperetimmar i fyra lådor och gav 88 volt. Lådorna var placerade i "förställaren" på ömse sidor om axeln och kunde dras ut för påfyllning och laddning. Ovanpå förställaren var två motorer monterade, som oberoende av varandra genom en kardan drev var sitt framhjul. Motorerna var serielindade och utvecklade vardera en hästkraft vid 40 volts spänning.

I stigningar minskade hastigheten ordentligt, berättar Håkanson, beroende på seriemotorns egenskaper, men också på att motorerna var väl svaga och att Fulmenbatteriet hade sämre kapacitet än den tilltänkta Jungnerackumulatorn.



3. Motorkåpan borttagen så att en av de två motorerna samt kardanaxlarna syns. Den stora lådan under innehöll batterierna som enligt konstruktören gick lätt att ta ut för service.



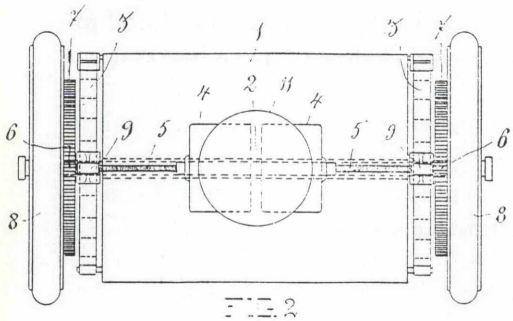


FIG.2

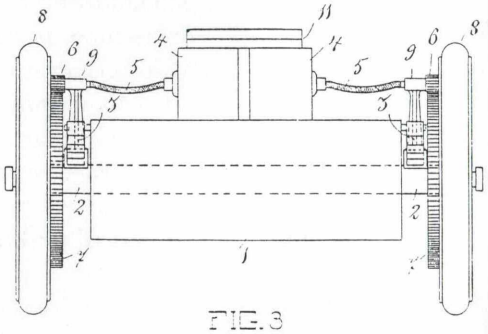


FIG.3

4. Patentritningarna från 1900:
"Å bifogade ritning visar fig. 1 en elevation af ett hjulställ, anordnadt exempelvis för elektrisk drifkraft med ackumulatorer samt anbragt under främre delen af en vanlig droska. I detta fall är hjulstället både drifvande och styrande. Fig. 2 är en vy af drifhjulstället, tagen uppifrån, med aflyftad vagnskorg, och fig. 3 visar detsamma framifrån.

1 betecknar en fyrkantig låda inneslutande ackumulatorerna samt delad i tvenne rum, ett på hvardera sidan om axeln *2*. Ackumulatorlådan är upphängd å förställaraxeln medelst fjädrarne *3*. Ofvanpå lådan äro de båda motorerna *4* fästa. Dessa drifva genom hvar sin böjlig axel *5* samt drefven *6* de båda med drifhjulen *8* förbundna kugghjulen *7*. Hvardera af de böjliga axlarne är å ena änden förenad med motoraxeln samt å den andra änden med en axelstump, hvilken är lagrad uti lagret *9* och uppbär ofvannämnda dref *6*. Lagret *9* är jemte fjädrarne *3* fäst å hjulställaxeln *2*.

Styrningen af hjulstället sker medelst styrhjulet *10*, hvilket är fäst å en vertikal axel, hvars nedre del är försedd med ett dref, hvilket ingriper uti ett å vändskivan *11* anbragt kugghjulssegment."

Håkanson frångick sin idé om vinkelaxel och fick en axel rakt igenom batteriutrymmet som onekligen var ett hinder vid batteriservice. De böjliga axlarna *5* utfördes av stålrör på försöksbilen.

Förställaren eller traktorn som den också kallades, var byggd vid Atlas Verkstäder i Stockholm. Släpet var en hästvagn typ "Victoria" byggd av J V Nylunds Vagnfabrik i Stockholm och vägde 400 kg. Totalt vägde hela ekipaget 1 200 kg. Farten blev ca 20–25 km/tim med 5 passagerare och det påstods att fordonet gick hela fyra mil på en laddning.

Reglagen

Elektromobilens hastighet sköttes med en kontroller på förarplatsen och motorerna kunde kopplas i serie och parallellt.

Med kontrollern kunde motorerna dessutom kopplas för backning samt bromsning vid utförsåkning. Bromsning sköttes dessutom med en pedal till en broms som verkade på bakhjulens gummiringar.

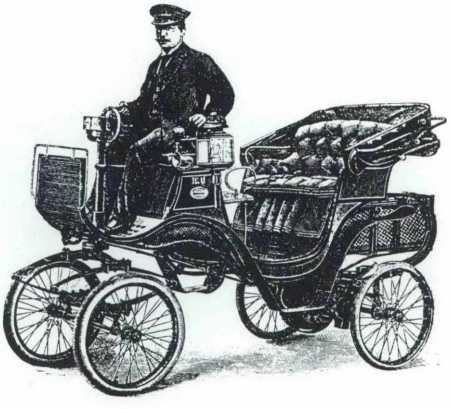
Styrningen skedde med en liten ratt "i kombination med skruv och skruvhjul som verkade vridande på hela förställaren" skriver Håkanson.

Karossens främre del vilade på en kulkrans "anordnad i ett spår ovanpå förställaren".

Bilen provkördes i Stockholm och Berlin under några följande år. Idag vet vi inget om vad som senare hände, sannolikt demonterades förställaren och Victorian blev återanvänd som hästvagn.

Egen konstruktionslösning

Åtminstone en original Kühlsteinbil importerades. Det har vi bildbevis på. Jämför man de två, Håkansons och Kühlsteins, så finner man att skillnaden är mycket liten. Håkanson nämner att han inspirerats av den då så vanliga vinkelaxelvagnen för hästar och har placerat batteriutrymmet lågt, under den genomgående axeln, för att få en låg tyngdpunkt som på hästvagnarna. Detta fick till följd att markfrigången blev mycket dålig. Kühlstein har batterilådan och motorerna placerade ovanför axeln. Håkanson nämner också att han med en förställare slipper ifrån en kraftig ram längs



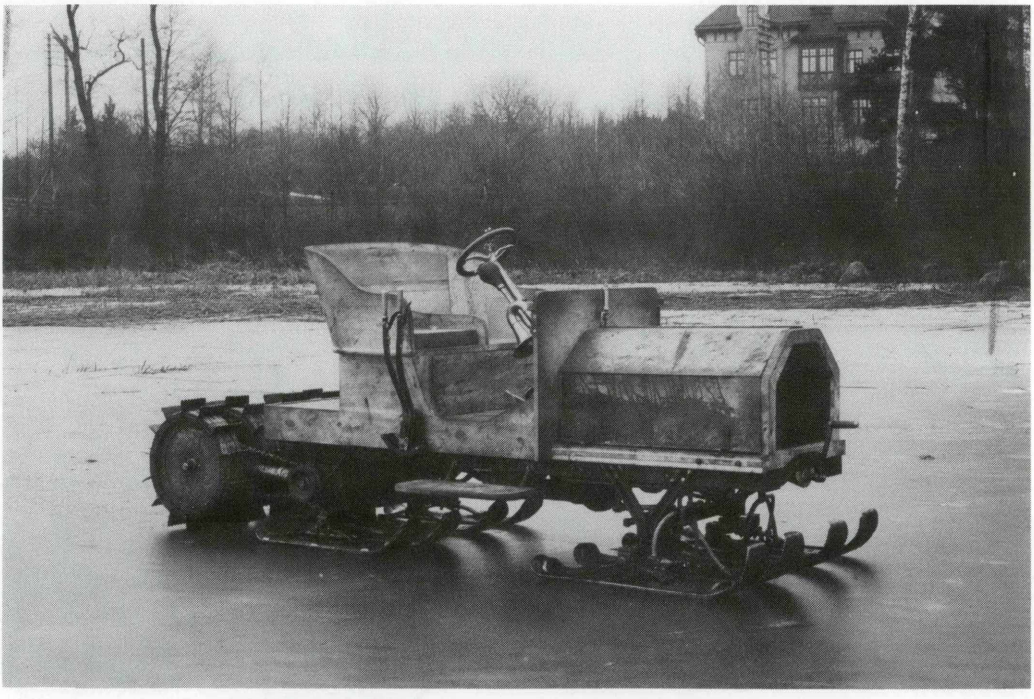
5. En tysk elbil 1901 med batterier och motor mer konventionellt placerade vid bakaxeln. Styranordning som på Håkansons bil i första utförandet.

hela bilen, en ram som skulle bära upp de tunga batterierna och motorerna. Denna konstruktionslösning har även Kühlstein medan andra tyska, franska och amerikanska tillverkare föredrar den, en lösning som skulle bli förhärskande senare på elbilar, ångbilar och de förbränningsmotordrivna.

Slädautomobiler

Håkanson fortsätter att intressera sig för bilens utveckling, hela tiden med motorpaketet fram – "avant trains". Han gjorde försök vid slutet av 1890-talet med drivhjul för snö, med i ett nav fästa breda skovlar av fjäderstål och en batteridriven motor förspänd en släde. Denna för Sverige nya konstruktion visades upp på Automobilutställningen 1905 i Stockholm, då med en tre hk motorcykelmotor. Skovelhjulen hade patenterats i bl a Sverige och Norge 1900.

Försöken att finna ett lämpligt vinterfordon fortsatte och 1910 stod nästa fordon färdigt med ett mer konventionellt utseende. En 6 hk Piccolobil hade använts som grund och den kunde dra tolv personer i 26 km/tim enligt ett intyg från 1910. Ett par drivhjul av den typ som användes vid det senare försöket med "vinterautomobil" köptes av Ernest Shackleton inför hans kommande antarktiska expedition.



6. Motorsläden från 1910 baserades på en 6 hk Piccolomotor, två cyl., tre växlar framåt samt backväxel. Karossen har Håkanson låtit bygga.

Vid sidan om Håkansons arbete på ASEA drev han på 1910-talet ett litet företag för ombyggnad av vanliga personbilar till "vinterbilar" med medar fram och bak och två drivhjul bakom bilen av hans patenterade konstruktion. Om man vill kan man säga att alla dessa fordon var föregångare till dagens snöskotrar.

Vi kan sluta med föregångsmannen Harald Håkansons egna ord ur Chalmers festskrift 1929:

"Det gamla ordspråket, att föret är sämst i portgången besannar sig alltjämt och torde väl alltid få sin tillämpning på nya uppfinningar och nya företag. Och dock skulle med någon liten hjälp av intresserade åskådare såväl dessa själva som också föraren kunna draga nytta av förmånen att vara tidigt ute och att snabbt passera portlidret."

Källor

Artiklar i dags- och fackpress 1899–1920.
Ekström, Gert, Svenska bilbyggare. Stockholm 1984.
Ekström, Gert, Svenskarna och deras automobiler. Hudiksvall 1983.
Håkanson, Harald, Strävandena omkring sekelskiftet att skapa en svensk automobilindustri. I: Chalmers tekniska institut 1829–1929. Minnesskrift. Göteborg 1929.
Patenthandlingar: Anordningar för motorvagnar. 1900.
Svenskt billexikon. Malmö 1969.
Södertelge verkstäder 3.10.1914. Minnesskrift. Stockholm 1914.
Tekniska museets arkiv: kapsel 2 393 och personhistoriska arkivet.

The first Swedish electrically driven motor car

Summary

In the year 1900 engineer Harald Håkanson demonstrated an electrically driven cab in Stockholm. He patented the drive with motor and batteries situated in a unit at the front.

Håkanson had worked at Kühlstein Wagenbau in Berlin–Charlottenburg around the turn of the century and took most of the design ideas from the company's production. The novelty was that the drive unit's centre of gravity was lower. In other respects, Kühlstein's design was by this time out of date. A car was built and this was the first "Swedish made" electrically driven car. It has not been preserved.

Håkanson continued to experiment with drives for snow conditions and built several experimental vehicles.

Bandvagnar för rörlighet i terrängen

Av Nils Sköld

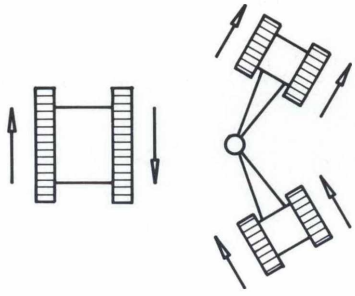
Under tiden från andra världskriget och fram till i dag har vi i Sverige kunnat utveckla och tillverka vapen och annan utrustning för vårt försvar, som hävdat sig mycket bra i jämförelse med vad som producerats i andra länder. Detta beror till stor del på ett nära och bra samarbete mellan försvarets myndigheter och en tekniskt högtstående industri. I denna artikel behandlas bandvagnarna.

Rörlighet i terräng kan ha en avgörande betydelse, när det gäller att lösa försvarsuppgifterna till lands. I norra Sverige försvåras rörligheten vintertid av djup snö och stark kyla. Ofta faller snön innan marken har frusit. Under snön är därför marken mjuk särskilt på myrar och annan blötmark.

Under beredskapstiden och åren närmast därefter löstes frågan om rörlighet genom att skidtruppen själv med spårpatruller och -plutoner gjorde ett spår, som medgav att man kunde dra pulkor i det. Detta tog lång tid och var mycket ansträngande. Förbindelser för underhåll och understöd åstadkoms med anspända plogplutoner. Tramphästar gående bakom varandra gjorde ett spår i den djupa snön. Detta vidgades sedan av tre hästdragna plogar med efter hand ökad bredd på plogvingarna. I detta spår kunde man köra slädar, samt kärror och lätta artilleripjäser utrustade med medar. Framryckningshastigheten vid plogning var 1–2 km i timmen.

Under andra världskriget hade i USA utvecklats ett lätt bandfordon "Weasel". Detta hade under kriget i första hand använts i sumpig djungelterräng. Erfarenheterna visade att det också hade goda egenskaper i snö. Efter krigets slut köpte svenska armén billigt ett antal sådana överskottsfordon. Den hade liten lastkapacitet, slitstyrkan var dålig och de var svåra att vårda och reparera. Fordonen gav emellertid skytteinfanteriet avsevärt förbättrade möjligheter att snabbt och med någorlunda bibehållen eldkraft utföra omfattning genom väglös terräng. Fordon av detta slag var tydligen en utvecklingslinje, som var värd att bygga vidare på.

Vi fick också underrättelser om att i Kanada hade man börjat använda en annorlunda princip för styrning av bandfordon. Denna var visserligen känd sedan sekelskiftet men hade inte ut-



1. Styrprinciper för bandfordon. Bromsstyrning (t v) och midjestyrning.

nyttjats under perioden mellan de båda världskrigen. Normalt hade stridsvagnar och t ex bandtraktorer styrts genom att föraren bromsade eller backade bandet på den sida dit han skulle svänga. Detta innebar att framdrivningskraften minskade till hälften eller ännu mindre. Dessutom fanns stor risk att det bromsade bandet grävde ner sig i löst underlag vilket kunde leda till fastkörning eller bandkrängning.

Den annorlunda principen (midjestyrning) innebar att bandfordonet bestod av två separata delar med drivning på alla fyra banden. Delarna var sammankopplade genom en hydraulisk styranordning. Fordonet svängdes genom att de båda delarna snedställdes mot varandra. Fördelen var att man kunde bibehålla drivningen på alla banden även under svängar. En annan fördel var att man genom fyra band kunde få ett lågt specifikt marktryck. Tunga sådana fordon tillverkades för användning i de arktiska områdena i Alaska, norra Kanada och Sovjetunionen.

Bandvagn 202

På denna grund utarbetade arméstaben en taktisk-teknisk målsättning för en ny bandvagn. Detta fordon skulle ha en lastförmåga på 750–1 000 kg. Det skulle ha god framkomlighet och tillförlitlighet under alla slag av vinterförhållanden. Konstruktion och tillverkning av två försöksfordon beställdes av arméförvaltningen sommaren 1958 från en liten firma TEBE i Lindesberg.

Dessa levererades i februari 1959 och prövades i tekniska försök i trakten av Arvidsjaur. Kraven på körning vintertid både i terräng och på väg bedömdes väl uppfyllda. Men i övrigt var försöksfordonen behäftade med en hel del tekniska brister.

Det ansågs därför nödvändigt att beställa fler hantverksmässigt tillverkade bandvagnar bl a för truppförsök under vintern och sommaren 1960. Dessa försök genomfördes vid Norrbottens regemente. Vinterförsöken ägde rum under mycket fältmässiga för-



2. Bandvagn 202 med tolkande skidtrupp.

hållanden med mer snö än normalt och temperaturen gick ner till –30°. I regel hade fordonen en last på 850 kg och drog därutöver 20 tolkande.

Även om försöksfordonen fortfarande hade många tekniska brister mottogs de närmast med entusiasm av regementets befäl. De fyllde ett stort behov. Genom hårda tekniska prov finslipades konstruktionen. Serietillverkningen beställdes hos AB Bolinder-Munktell. De första serievagnarna med beteckningen bandvagn 202 (Bv 202) levererades till armén under 1964. De först levererade bandvagnarna hade många fel och brister. Det tog lång tid innan dessa vagnar var användbara.

När bandvagnar efter olika förseningar infördes i Norrlandsorganisationen ökades infanteriets rörlighet med en faktor 10. De svenska Norrlandsbrigaderna fick en större rörlighet i terräng vintertid än något annat förband i världen.

Bv 202 väckte stor uppmärksamhet och exporterades bl a till Norge och Storbritannien. Bandvagnarna användes bl a i kriget om Falklandsöarna.

Fordonet kunde simma. Fortsatta försök visade att det också hade god framkomlighet under barmarksförhållanden och i all terräng utom blockterräng.

Totalt tillverkades omkring 4 000 vagnar. Bv 202 finns fortfarande kvar i arméns krigsorganisation. Fordonen har nyligen renoverats och modifierats. De bör därför kunna utnyttjas under många år framåt.

Bandvagn 206

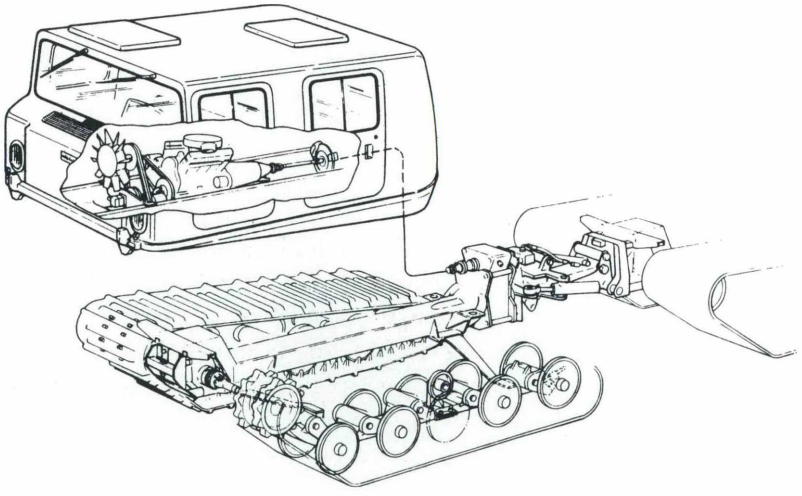
Arbetet med nästa generation av bandvagnar började tidigt. Detta sammanhängde med att studierna visade att bandvagnar kunde användas för att transportera vapen och ammunition också för infanteribrigaderna och för många andra uppgifter.

I januari 1971 skrev försvarets materielverk (FMV) till fem svenska industrier, Bofors, Hägglunds, Kockums-Landsverk, Saab-Scania och Volvo BM, och efterhörde om de var intresserade av att medverka i studier och utredningar beträffande en ny bandvagnsgeneration.

Målsättningen var att serietillverkning av den nya generationen skulle börja i slutet på 70-talet. Fordonet skulle ha minst samma framkomlighet som Bv 202 och något högre lastförmåga. I underlaget talade man också om en tung bandvagn med betydligt större lastförmåga. Men då räknade FMV med att det fordrades tre sammankopplade fordonsenheter.

Utöver för transport av trupp och dennas utrustning, angavs särskilda krav för att bandvagnen skulle användas som stabsfordon, för sambandsändamål och för sjuktransporter. En 9 cm pansarvärnspjäs borde kunna monteras på en modifierad bandvagn, varvid eld skulle kunna avges i vagnens längdriktning.

För framkomlighet i terräng är det viktigt att ha ett lågt band-



3. Den främre delen av bandvagn 206 med bandställ och styrdon.

tryck mot marken och hög specifik motoreffekt. Bandtrycket fick inte överskrida 0,1 kp/cm² och motoreffekten borde vara lika med eller större än 30 hk/ton.

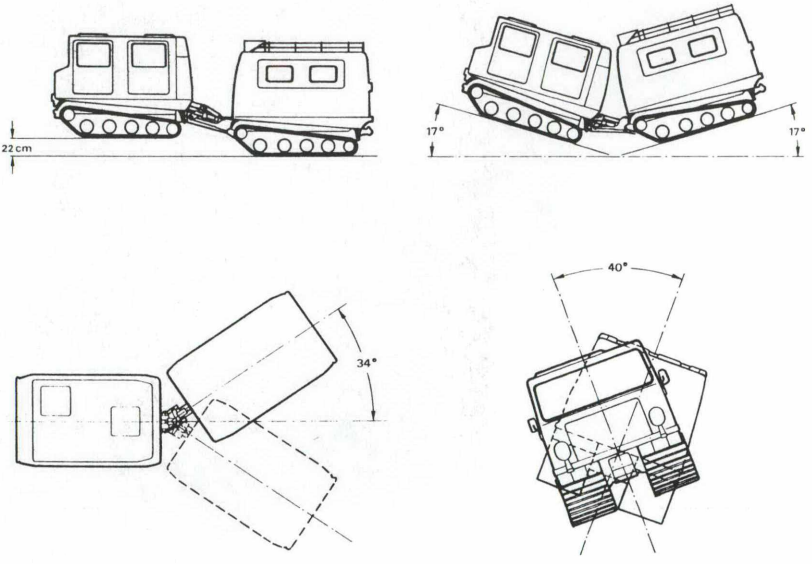
De största förändringarna i förhållande till Bv 202 avsåg dock kraven på tillförlitlighet och underhållsvänlighet. FMV krävde en livslängd på 15 år eller 30 000 km. Körningarna beräknades då till 50% gå på väg eller stig och resten i terrängen.

Efter förflyttning 300 km på väg eller 30 km körning i lätt terräng eller 10 km körning i medelsvår terräng skulle tillgängligheten vara minst 95 procent. Detta var avsevärt högre krav på prestanda än man tidigare uppnått med bandfordon. Mycket hårda krav ställdes på att uppkomna fel skulle kunna repareras lätt och snabbt.

Slutligen angavs att offertarbetet skulle syfta till att val av leverantör för konstruktion och tillverkning av försöksfordon samt seriefordon kunde ske före tillverkning av försöksfordon och innan omfattande kostnader och resurser tagits i anspråk vid industri och FMV. Det gällde också att finna en kontraktsform där tillförlitlighet och låga underhållskostnader premierades.

Offerter inlämnades i april 1973 av Hägglunds och Volvo BM. Den senare firmans lösning innebar endast en sådan modifiering av Bv 202 att de av FMV uppställda kraven kunde uppnås.

Hägglunds föreslog däremot att man skulle utnyttja utvecklingen och ta ett större steg. Detta innebar bl a att



4. Styrdonets prestanda.

- chassit bestod av fyra likadana, separat avfjädrade bandställ med dubbla rader driv-, bär- och spännhjul, detta förhindrade bandkrängningen vid körning i terräng, vilket var ett problem med Bv 202,
- banden utformades helt i plast i stället för de tidigare metallarmerade gummibanden, dessa kunde därigenom göras bredare och lättare,
- karossen utfördes helt i glasfiberarmerad plast, vilket minskade vikten, den var dessutom förenad med chassit på sådant sätt att man lätt kunde byta kaross om detta skulle bli erforderligt.

Om dimensionen (yttermåtten) fick ökas något i förhållande till FMV:s krav beräknades en sådan bandvagn kunna ges en lastförmåga på 2 400 kg. Detta var dubbelt så mycket som krävts. En tung bandvagn behövdes inte.

Styrdonets kapacitet har avgörande betydelse för förmågan till en god framkomlighet i terräng. Enligt Hägglunds förslag bestod de aktiva komponenterna av en hydraulisk cylinder på varje sida av styrdonet. Dessa påverkades av ett servostyrt system från ratten.

Styrcylindrarna skulle ge ett kraftmoment verkande kring ledpunkten på ca 10 000/9 000 Nm vid det aktuella systemtrycket (70 bar).

Styrdonet skulle tillåta att vagnsdelarna vrider sig ± 34° i förhållande till varandra i horisontalplanet, ± 34° i vertikalplanet och ± 20° runt längdaxeln. Dess utslag var ± 17° i vertikalplanet, vilket ger en maximal nivåskillnad mellan horisontella vagndelar på ca ± 22 cm. Det framhölls att dessa värden vid behov kunde ökas.

Konstruktionen bedömdes ge högre marschhastighet på väg och förbättrad framkomlighet i terräng. Genom att bandvagnen var uppbyggd av ett antal lätt utbytbara enheter underlättades reparationer och minskades underhållskostnaderna.

Baserad på denna offert fick AB Hägglund och Söner i slutet av 1973 order på utveckling och tillverkning av en ny bandvagnsgeneration. Den eftersträvade bandvagnen (Bv 206) skulle ha följande huvuddata:

Tjänstevikt	4 200 kg
Framvagn	2 500 kg
Bakvagn	1 700 kg
Nyttig last	2 000 kg
Framvagn	600 kg
Bakvagn	1 400 kg
Hastighet på landsväg	55 km/tim
Hastighet i vatten	3,5 km/tim



5. Bandvagn 206 med eldberedd spanare.

Bandvagnen skulle kunna dra en släde eller släpvagn.

Utvecklingsarbetet tog lång tid och var besvärligt. Det berörde också i hög grad underleverantörerna av plastkarosser och band. Plasten visade sig vara för hal. Slutresultatet blev därför kevlararmerade gummiband. Ett omfattande kvalitetsarbete för att uppfylla kraven på tillförlitlighet och låga underhållskostnader blev nödvändigt. För att klara detta fordrades utöver de beställda tre serierna av försöksvagnar ytterligare tre vagnar som kallades typ S. Detta var dyrt för tillverkaren.

Försöksvagnarna S testades av en gemensam försöksgrupp som bildats av Hägglunds och FMV under tiden november 1970 t o m maj 1980. Sammanlagt gick de tre försöksfordonen 61 496 km. I samarbete mellan FMV och tillverkaren genomfördes ett antal modifieringar så att kraven kunde uppnås.

Seriebeställningen gjordes i juni 1979. Den omfattade över 3 500 fordon fördelade på tre typer. I kontraktet ingick också ett leveranskontrollprov och till detta var anslutet en incentivklausul. Om vagnarna hade lägre underhållskostnader än avtalet fick leve-

rantören ett något högre pris. Var däremot underhållskostnaderna högre än avtalet sjönk priset.

Serieleveranserna av Bv 206 påbörjades i mars 1981. Pansarvärns Bv 2062 började levereras i februari 1982 och radio Bv 2061 i januari 1983. Pansarvärnsbandvagnen har en bakvagn, där karossen är låg och av stål. Detta är nödvändigt med hänsyn till bakflamman vid eldgivning.

Genom den nya bandvagnsgenerationen kan Norrlandsbrigaderna transportera all personal på fordon vilket ökar snabbheten. I infanteribrigaderna kan tunga vapen och ammunition följa skytteinfanteriet i all slags terräng.

Under de tio år som Bv 206 använts av det svenska försvaret har den väl uppfyllt de uppställda kraven. Bandvagnarna har också testats i andra krävande insatser. De har använts av den fredsbevarande FN-styrka som är grupperad på Golanhöjderna mellan Israel och Syrien.

Under en operation, som den svenska specialenheten för katastrofhjälp gjorde i Honduras 1982/83, transporterade två Bv 206 fram mat och förnödenheter till ett läger med ca 11 500 flyktingar. Terrängen var blöt och lerig. Det regnade mellan en och två timmar varje dag. Under denna tid tillryggalades sammanlagt 14 000 km och 1 300 ton förnödenheter transporterades. Fordonen visade sig mycket användbara och klarade väl det subtropiska klimatet.

Bv 206 har använts av flera svenska expeditioner till Antarktis. I expeditionen 1988/89 deltog t ex fem bandvagnar. De användes främst för att transportera material från iskanten till en bas 170 km därifrån och på en höjd av ca 600 m över havet. Den medförda lasten var ofta avsevärt större än vagnarna egentligen var konstruerade för. Alla vagnar fungerade utan större problem.

Parallellt med serietillverkningen har det skett en kontinuerlig vidareutveckling av produkten. Pansarvärnsbandvagnen har anpassats till pansarvärnsrobotarna TOW och Bill. Särskilda fordon har utvecklats för de nya telekrigsföringsplutonerna. Nu tillkommer också luftvärnsrobotsystemet 90 som har mörkerkapacitet. Radarstationer, eldledning och utskjutningsramper är baserade på bandvagnar.

Bv 206 har blivit en stor exportframgång. Den har exporterats till ett stort antal länder för både militära och civila ändamål. Särskilt stora köpare är Finland, Kanada, Norge, Storbritannien och USA.

Den bandvagn som Sverige anskaffade var utrustad med en kommersiell V6 bensinmotor och automatisk växellåda. En sådan motor ansågs vara bäst under vinterförhållanden. Exportversionen har däremot i regel varit utrustad med en rak femcylindrisk diesel-



6. Bandvagn 206 – truppen är utvilad när den lämnar vagnen för insats.

motor. Under senare år har också Sverige gjort tilläggsbeställningar av sådana fordon med en sexcylindrig turbodiesel. Hittills har sammanlagt mer än 9 000 bandvagnar tillverkats.

Serietillverkning för flera länder beräknas pågå åtskilliga år framåt. På senare år har utvecklats en splitterskyddad variant, som brukar kallas för "Skalman". Flera länder har visat intresse för detta alternativ. En sådan vagn skulle vara mycket användbar för FN:s fredsbevarande styrkor.

Hägglunds i Örnsköldsvik är ett exempel på den typ av företagaranda som Sverige behöver. Från början var det en snickerifabrik som gjorde möbler. Från detta gick man vidare till busskarosser. Under andra världskriget tillverkade man på licens 120 skolflygplan. Därifrån gick man in på mekanik och hydraulik. Firman är framgångsrik när det gäller däckskranar för lastfartyg med försäljning över hela världen.

På den militära sidan började man på 50-talet med att modifiera äldre svenska pansarfordon. Under 60-talet utvecklades och tillverkades pansarbandvagn 302. Nästa uppgift blev att under 70-

talet i samverkan med Bofors bygga Infanterikanonvagn 91, som var det första stridsfordonet i världen med automatisk eldledning baserad på laseravståndsmätare. Nu är Hägglunds med Bv 206 världsledande när det gäller lätta bandfordon. Samtidigt har tillverkningen nyligen påbörjats av arméns nya Stridsfordon 90.

Källor

Areskog, Stig, Terrängfordon och terrängrörlighet: ett tioårigt utvecklingsskede. (Kungl Krigsvetenskapsakademiens handlingar och tidskrift, nr 2 1974).

Sköld, Nils, Norrlandsbrigaden. (Hultstrand, Birger, red, Kungl Norrbottens regementes historia 1841–1966. Luleå 1972.

Studier och utredningar beträffande ny bandvagnsgeneration. (FMV, A:IA 13. 1971-01-12).

Teknisk beskrivning: ny bandvagnsgeneration. (AB Hägglund & Söner, 1973-03-04).

Test of reliability, maintainability and durability of Bv 206 batch S vehicles. (AB Hägglund och Söner, 1980-05-14).

Typfall grupp 1: bandvagn 206. (FMV, projekt UFJ, 1984-10-16).

Åkerblom, Göran, Bandvagnar: tekniska försök. (Hultstrand, Birger, red, Kungl Norrbottens regementes historia 1841–1966. Luleå 1972).

Intervjuer med konstruktionschef Björn Andersson, Hägglund Vehicle och överstelöjtnant Carl Henrik Ridderstad, Försvarets materielverk.

Tracked vehicles for cross-country mobility

Summary

Cross-country mobility is of great military importance. In Northern Sweden mobility is impeded during winter by deep snow. In Sweden, after WW2 trials were carried out with the light American tracked vehicle "Weasel" which was purchased as surplus equipment. It performed well in snow.

We also received information that a new method for steering tracked vehicles—articulated steering—was used in Canada. This implied that the vehicle consisted of two parts. In turning, both parts were set at an angle to one another via hydraulic steering.

Working from this basis, a number of experimental vehicles were constructed. These were tested in the winters of 1959 and 1960. In spite of their many technical deficiencies, they were received enthusiastically by the troops. A major need had been met.

An order for the serial production of Bv 202 was placed with Bolinder and Munktell and deliveries began in 1964. All in all, 4,000 vehicles were produced. When they were put into service with the Norrland brigades, mobility was increased by a factor of 10. They were exported inter alia to Norway and Great Britain.

Work on the next generation of tracked vehicles began early. This was because they were suitable for infantry brigades and many other tasks.

The contract was won by Hägglunds Vehicle because their modern design offered doubled carrying capacity, higher velocity and lower maintenance costs.

Serial production of Bv 206 began in 1981. Hitherto 9,000 vehicles have been produced in different variants and production continues. It is a major export success for both military and civil purposes. Particularly large numbers have been sold to Finland, Canada, Norway, Great Britain and USA.

Svensk rymdverksamhet 1959–1972

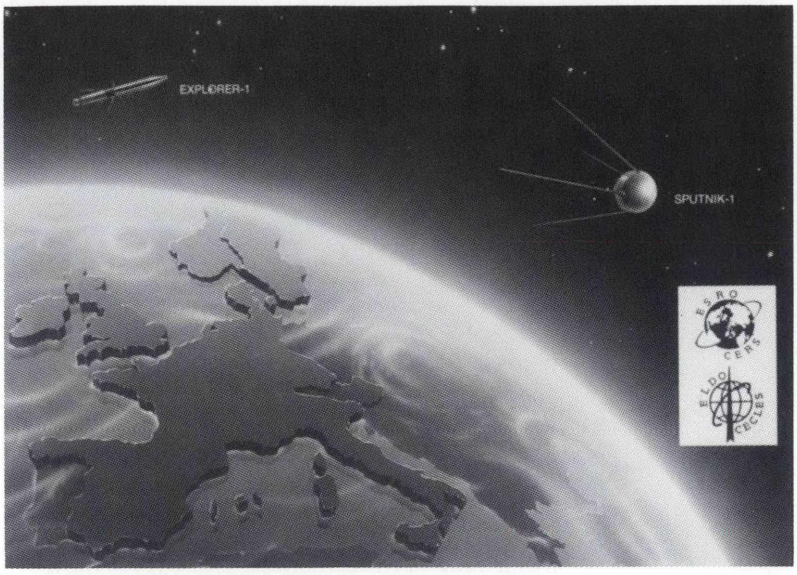
Av Jan Stiernstedt

Rymdverksamhet är till sin karaktär internationell, rymden känner inga gränser, och rymdprojekt är därtill ofta så stora och dyrbara att de förutsätter samarbete mellan flera länder. I särskilt hög grad gäller det för ett litet land som Sverige att dess rymdprogram är beroende och till en del styrs av samarbetet över gränserna. Svensk rymdverksamhet har under sin mer än trettioåriga tillvaro karaktäriserats av en ständigt pågående dialog mellan nationella intressen och internationella samarbetskompromisser. Sina rötter har det svenska rymdprogrammet i västeuropeiskt rymdsamarbete och det kan därför inte skildras utan att man samtidigt redovisar de europeiska debatterna, besluten och kompromisserna och deras kontinuerliga påverkan på de rymdpolitiska ställningstagandena här hemma.

Men Sverige skulle aldrig kunnat hävda sig i detta samarbete utan den kunskap om geofysiska och kosmiska fenomen som byggts upp i landet långt innan rymdåldern började. Det vetenskapliga intresset för jonosfär- och norrskensfenomen samt kosmisk fysik sammanhänger med Sveriges geografiska läge i norrskenszonen. Insatser av framstående svenska forskare, kanske främst Hannes Alfvén vars upptäckt av magnetohydrodynamikens principer och deras betydelse för förståelsen av de kosmiska fenomenen skulle tillsammans med verksamheten vid Kiruna Geofysiska Observatorium bli trumfkort i det internationella rymdsamarbetet.

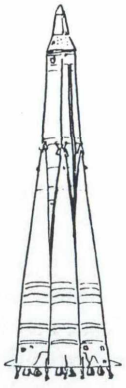
Rymdåldern började den 4 oktober 1957, den dag då den första satelliten, den sovjetiska *Sputnik 1*, sändes upp. En månad senare gick *Sputnik 2* med hunden Laika upp och först i januari året därpå lyckades amerikanarna placera sin *Explorer 1* i rymden.

Ryssarna hade lyckats genomföra det som amerikanska raketforskare försökt i flera år och flera gånger misslyckats med. I det kalla krigets tecken upplevdes detta i väst som ett allvarligt nederlag och en stor prestigeförlust. I USA drog man konsekvenserna – rymdkapplöpningen mellan supermakterna, som skulle komma att pågå i över 30 år, drogs igång. Och världen över greps man av motvillig respekt för sovjetisk forskning och teknologi. En av följ-



1. Så här började det. *Sputnik 1*, som Sovjet förvånade världen med var inte mycket större än en badboll. Diametern var 58 cm. Den rapporterade om övre atmosfärens täthet och temperatur. *Explorer 1*, USA:s första lyckade satellit, upptäckte att jorden omges av partikelstrålning, Van Allen-bältena, uppkallade efter James van Allen, fysiker vid universitetet i Iowa och konstruktör av den räknare som registrerade strålningen. Källa: 20 years of European cooperation in space. ESA, 1984.

derna – även i Sverige – blev en stark satsning på teknisk och naturvetenskaplig utbildning och forskning.



För forskningssamhället kom Sputnik därför att betyda medvind. Därtill hade Sputnik givit astronomer, rymdfysiker, meteorologer m fl tillgång till en teknik som öppnade fönstret mot världsrymden på vid gavel utan det hinder som jordatmosfären hittills utgjort. Teknikens möjligheter demonstrerades snabbt när instrument ombord på Explorer 1 redan 1958 kunde påvisa existensen av tidigare okända strålningsbälten runt jorden, de s k Van Allen-bältena.

I Västeuropa ville forskarna naturligtvis inte stå utanför denna utveckling. Raketforskning var inte okänd i Europa. V 2-raketen, urtypen för de första rymdfarkosterna, hade utvecklats av tyskarna i Peenemünde under kriget. Ryssar och amerikaner hade som bekant sedan tagit hand om de tyska teknikerna, men en mindre del av Peenemündeteamet hamnade i Frankrike och deltog där i utveckling av ballistiska missiler. Även i England pågick liknande arbete, och under det internationella geofysiska året 1957 hade de franska och engelska sondraketerna *Veronique* och *Skylark* utnyttjats för forskningsändamål.

Men tekniken var dyrbar, det stod från början klart att inget enskilt land i Europa kunde ställa upp med de resurser som krävdes. En europeisk insats inom rymdforskningen krävde ett samgående mellan flera länder. En förebild fanns i den västeuropeiska kärnforskningsorganisationen CERN som startats 1954, och som drog igång sin första stora partikelaccelerator 1959.

ESRO COSPAR

Ledande roller vid tillkomsten av CERN hade spelats av den italienske fysikern Edoardo Amaldi och hans franske kollega Pierre Auger. Dessa två skulle komma att spela en om möjligt ännu större roll vid tillkomsten av *European Space Research Organisation (ESRO).* I april 1959 utarbetade Amaldi ett dokument i vilket han analyserade den nya situation för europeisk rymdforskning som Sputnik skapat. Han började med att påminna om det samarbete som inletts med det geofysiska året och som sedan förts vidare inom "de internationella vetenskapliga unionernas råds" (ICSU) nystartade rymdforskningskommitté *COSPAR (Committee on Space Research).* Men, fortsatte han, i Europa riskerade man nu att komma på efterkälken, snabba åtgärder måste till om inte den veteskapliga, teknologiska och industriella klyfta, som, enligt Amaldi, redan existerade mellan Europa å ena sidan och supermakterna å den andra, skulle ytterligare vidgas. En sameuropeisk rymdforskningsorganisation borde bildas med CERN som förebild och med forskning som enda uppgift. Dess verksamhet borde bedrivas under helt öppna former och oberoende av militär rymdaktivitet – underförstått skulle därigenom även neutrala länder som Schweiz och Sverige kunna vara med. Amaldi sände sitt dokument till ett antal kolleger i Europa och därmed var den process som skulle leda till bildandet av ESRO igång.

De principer som Amaldi slog fast – ett självständigt europeiskt program, överbryggande av teknologiklyftan, fredlig verksamhet, öppenhet – skulle bli den centrala utgångspunkten för ESRO och är det alltjämt för dess efterträdare *European Space Agency (ESA).*

Svenska kommittén för rymdforskning

Samtidigt hade man i flertalet länder i Europa bildat egna rymdforskningskommittéer. Därmed fanns det nationella organ på plats som kunde ta upp Amaldis tankar och föra dem vidare upp till ett politiskt plan. I Sverige var man genom Gösta Funke, huvudsekreterare i såväl NFR (naturvetenskapliga forskningsrådet) som AFR (atomforskningsrådet), och tillika inflytelserik medlem av CERN:s inre cirkel, väl underrättad om den diskussion som Amaldi initierat. Och Funke var inte den som inte grep tillfället i flykten. En svensk kommitté för rymdforskning gemensam för NFR, AFR, TFR (tekniska forskningsrådet) och FOA (försvarets forsknings-

anstalt) bildades våren 1959 med Lamek Hulthén, professor i matematisk fysik vid KTH som ordförande och docenten i elektronik vid samma högskola Ernst-Åke Brunberg som sekreterare.

Under COSPAR:s generalförsamling i januari 1960 tog Pierre Auger initiativet till fortsatta diskussioner om Amaldis förslag. Diskussionerna följdes av två informella möten, det ena i Paris i februari 1960, det andra i London i april samma år. Vid båda mötena deltog Brunberg som representant för den svenska rymdforskningskommittén, och nu dyker för första gången förslaget att förlägga en försöksplats för sondraketexperiment till norra Sverige upp. Men svenskarna var inte ensamma, italienare, fransmän och norrmän hade också lämpliga platser att föreslå. Vid Londonmötet diskuterades också möjligheten att använda den planerade engelska militära raketen *Blue Streak* som första raketsteg med den likaledes engelska *Black Knight* som andra steg för att placera organisationens satelliter i rymden. I mötets slutresolution uttalade de närvarande sig för en enda europeisk rymdforskningsorganisation med uppgift att bl a utveckla såväl satelliter som en egen bärraket.

GEERS I juni 1960 hade Auger kallat till ett nytt möte i Paris, vilket denna gång med stöd av bl a franska regeringen erhöll en delvis officiell karaktär. I Sverige hade rymdforskningskommittén nu engagerat sig på allvar och sände Funke, Hulthén och Brunberg. Denna gång kom man så långt att man bildade en halvofficiell studiegrupp, *GEERS* (*Groupe d'Etude Européen pour la Collaboration dans le Domaine des Recherches Spatiales*) med uppgift att med engelsmannen Sir Harrie Massey som ordförande, Hulthén som en av tre vice ordförande och Auger som sekreterare dra upp riktlinjerna för det fortsatta arbetet.

COPERS Arbetet bedrevs med stor intensitet och i månadsskiftet november–december 1960 hölls på inbjudan av schweiziska regeringen en mellanstatlig konferens i CERN:s högkvarter i Meyrin, nära Genève. Nu beslöt man att sätta upp en förberedande kommission, *COPERS* (*Commission Préparatoire Européenne de Recherches Spatiales*), vilken skulle fungera som en mellanstatlig organisation med uppdraget att på grundval av det förslag som GEERS framlagt utarbeta ett vetenskapligt och tekniskt program, konvention, administrativa regler, budget m m för det blivande ESRO. COPERS fick en egen budget och ett eget sekretariat i Paris under ledning av Auger. Meyrinöverenskommelsen undertecknades av elva stater – Belgien, Danmark, Frankrike, Italien, Nederländerna, Norge, Schweiz, Spanien, Storbritannien, Sverige och Västtyskland. Senare skulle Norge besluta att inte delta.

Funke, Hulthén och Brunberg spelade en aktiv roll i Meyrin – nu var det inte längre fråga om några privata eller i bästa fall halvofficiella samtal utan nu hade man stöd av svenska regeringen i kraft av ett bemyndigande att underteckna överenskommelsen. Dock skall man inte förledas att tro att ett framtida svenskt deltagande i ESRO därmed var beslutat, regeringens attityd var snarare tvekande men å andra sidan ville man inte på detta stadium ställa Sverige utanför. Därtill kom att en eventuell sondraketbas i norra Sverige kunde bli intressant från regionalpolitisk synpunkt.

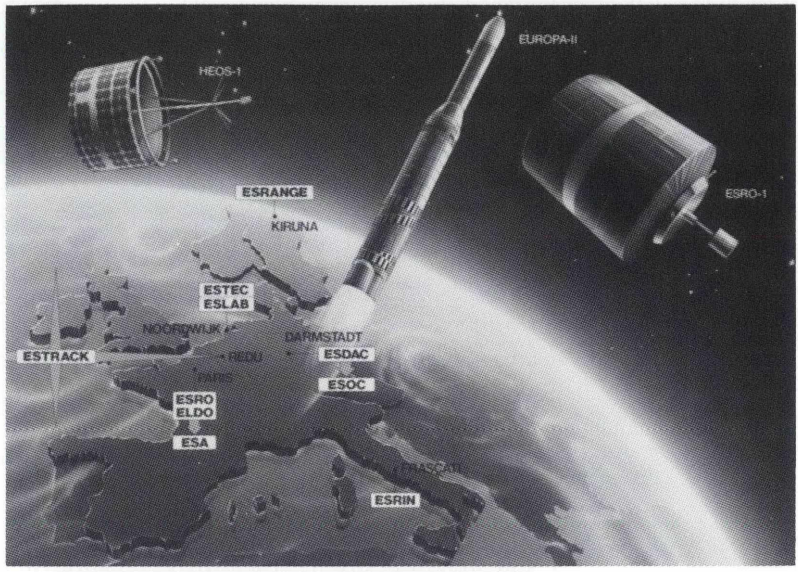
En av de frågor där Sverige intog en mycket klar hållning var problemet om det blivande Esro även skulle utveckla bärraketer. Den svenska delegationen stödde helhjärtat de engelska och franska delegationerna, vilka båda nu önskade hålla bärraketfrågan utanför organisationen.

ELDO

I april 1960 hade nämligen den brittiska regeringen beslutat att lägga ned sitt militära raketprojekt Blue Streak. Samtidigt kontaktade man franska regeringen och föreslog samarbete i fråga om utvecklingen av en civil bärraket i vilken Blue Streak skulle utgöra första steget. Fransmännen reagerade positivt och föreslog sin Veronique (senare omdöpt till Coralie) som andra steg. Västtyska regeringen förklarade sig beredd att utveckla ett tredje raketsteg, medan Italien tog ansvaret för försökssatelliterna. I januari 1961 konstituerades *ELDO* (*European Launcher Development Organisation*) med Belgien, Frankrike, Italien, Nederländerna, Storbritannien och Västtyskland som medlemmar. Under de förberedande förhandlingarna stod det på ett tidigt stadium klart för engelsmän och fransmän att raketutvecklingen inte borde ske inom ESRO, bland annat fruktade man – med rätta – att kostnaderna skulle skrämma bort flera potentiella ESRO-medlemmar.

Hösten 1960 hade den brittiske flygministern Peter Thorneycroft besökt ett antal europeiska huvudstäder för att presentera den nya organisationen och plädera för medlemskap i den. I Stockholm mottogs han kallsinnigt, den svenska regeringen ansåg det inte möjligt att engagera sig i ett företag, vars bakgrund var militär och som kunde tänkas användas för NATO-syften även om Thorneycroft underströk att bärraketen endast skulle användas för fredliga ändamål. Därtill kom de höga kostnaderna – ca $200 milj i dåtida penningvärde – vilka för övrigt avhöll länder som Danmark, Norge och Spanien, för vilka neutralitetsargumentet inte spelade någon roll, från att delta. Och någon risk att ESRO inte skulle få upp sina satelliter bedömdes inte föreligga eftersom amerikanska regeringen redan 1959 förklarat sig beredd att utan kostnad skjuta upp Europas vetenskapliga satelliter.

COPERS grep sig snabbt an med sin uppgift. Kommissionens



2. Frågan om var de olika ESRO-anläggningarna skulle uppföras blev en segsliten förhandlingsfråga. Högkvarteret förlades till Paris, det tekniska utvecklingscentret, ESTEC och det veteskapliga laboratoriet ESLAB till Nordwijk i Nederländerna, och datacentralen, ESDAC, till Darmstadt i Västtyskland. För att tillfredsställa högljudda italienska krav tillkom dessutom ett plasmafysiskt laboratorium, ESRIN, i Frascati utanför Rom. Besluten att förlägga sondraketbasen ESRANGE, till Kiruna var lättare att ta eftersom den skulle ligga norr om polcirkeln.

Bland experimenten ombord på ESRO 1 eller Aurorae fanns även ett från Kiruna geofysiska observatorium. Det bestod av boxar med detektorer för mätning av elektroner eller protoner i ett energiintervall mellan 1 och 15 keV. Eldo-raketen på bilden – Europa 2 – kom aldrig upp, alla provskjutningar misslyckades. Källa: se fig 1.

och senare ESRO:s förste ordförande blev Sir Harrie Massey och dess exekutivsekreterare blev Auger, senare generaldirektör i ESRO. Två arbetsgrupper etablerades, en för att utarbeta konvention och finansiella och administrativa regler och en för att dra upp riktlinjer för den vetenskapliga och tekniska verksamheten. Ordförande i sistnämnda grupp blev Hulthén och till dess sekreterare utsågs den tyske rymdfysikern Reimar Lüst, som i olika roller och befattningar skulle komma att spela en mycket stor och inflytelserik roll i ESRO och ESA under nära 30 år. Under arbetsgruppen etablerades ett antal undergrupper, ordförande i den centrala av dessa med uppgift att utarbeta förslag till vetenskapligt program blev geofysikern Bengt Hultqvist, chef för det relativt nyetablerade Kiruna geofysiska observatorium (KGO). För Hultqvists del inleddes därmed ett engagemang som svensk delegat i ESRO och ESA, vilket ännu pågår och som varit och alltjämt är

av avgörande betydelse för de båda organisationernas grundforskningsprogram och för hävdandet av svensk rymdforskning i europeiska och andra internationella sammanhang.

Arbetsgrupperna arbetade snabbt och under intensiva förhandlingar. Kring årsskiftet 1961–62 förelåg resultatet. ESRO:s syfte angavs i konventionsförslaget vara att uteslutande för fredligt ändamål möjliggöra och främja samarbete mellan europeiska stater inom rymdforskning och rymdteknologi. De vetenskapliga resultaten av organisationens verksamhet skulle alltid publiceras eller på annat sätt hållas tillgängliga, detsamma skulle gälla ifråga om de tekniska resultaten, dock med de inskränkningar som eventuella patenträttigheter kunde föranleda. Organisationen skulle ledas av ett råd bestående av två representanter för varje medlemsstat samt en generaldirektör som chef för ett administrativt och vetenskaplig-tekniskt verkställande sekretariat. Personalstyrkan beräknades till ca 1 300 personer vid full utbyggnad.

För att möjliggöra en ostörd planering föreslogs ett budgettak på ca 1 600 milj sv kr för de första åtta åren, kompletterad med en bestämmelse att inget land fick utträda under denna tid. Erforderliga budgetramar skulle genom enhälliga beslut fastställas för tre år i taget.

Vetenskapligt program

Det vetenskapliga programmet formulerades i den s k "blå boken", så benämnd efter färgen på sitt omslag. Som lämpliga områden för samarbetsprojekt angavs experiment med sondraketer, i första hand för norrskensforskning på höga latituder, små satelliter och rymdsonder för studier av bl a atmosfär, jonosfär, kosmisk strålning m m samt stora satelliter för företrädesevis astronomiska studier.

Den blå boken är ett genomtänkt och välskrivet dokument som gjort god tjänst som utgångspunkt för ESRO:s och i någon mån även ESA:s planering. På en punkt skulle boken dock visa en häpnadsväckande brist på realism, som också avslöjar hur oerfaren man ännu var i Europa när det gällde att uppskatta tid och kostnader för rymdexperiment. Under den första åttaårsperioden angavs – visserligen som ett exempel – att organisationen borde kunna klara uppsändning av över 400 sondraketer, 22 små och 4 stora satelliter, allt inom ramen för föreslagna budget- och personalresurser. Den kvantitativa verkligheten skulle trots att såväl budgeten som personalstyrka i sinom tid godkändes komma att bli minst sagt blygsam i jämförelse med förslaget.

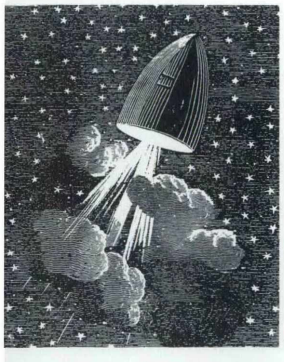
För att genomföra verksamheten föreslogs – förutom ett administrativt högkvarter – ett rymdtekniskt centrum, ett forskningslaboratorium, en datacentral och en försöksplats för sondraketer i norrskenszonen. Enighet kunde – med ett undantag – på detta stadium ej nås om var dessa anläggningar skulle förläggas. Undan-

taget var sondraketbasen – ESRANGE som den skulle komma att kallas – där arbetsgruppen efter att ha diskuterat Narssarssuaq på Grönland och Andöya i Norge enades om att föreslå Kiruna, eller närmare bestämt ett vidsträckt område ca 40 km öster om Kiruna.

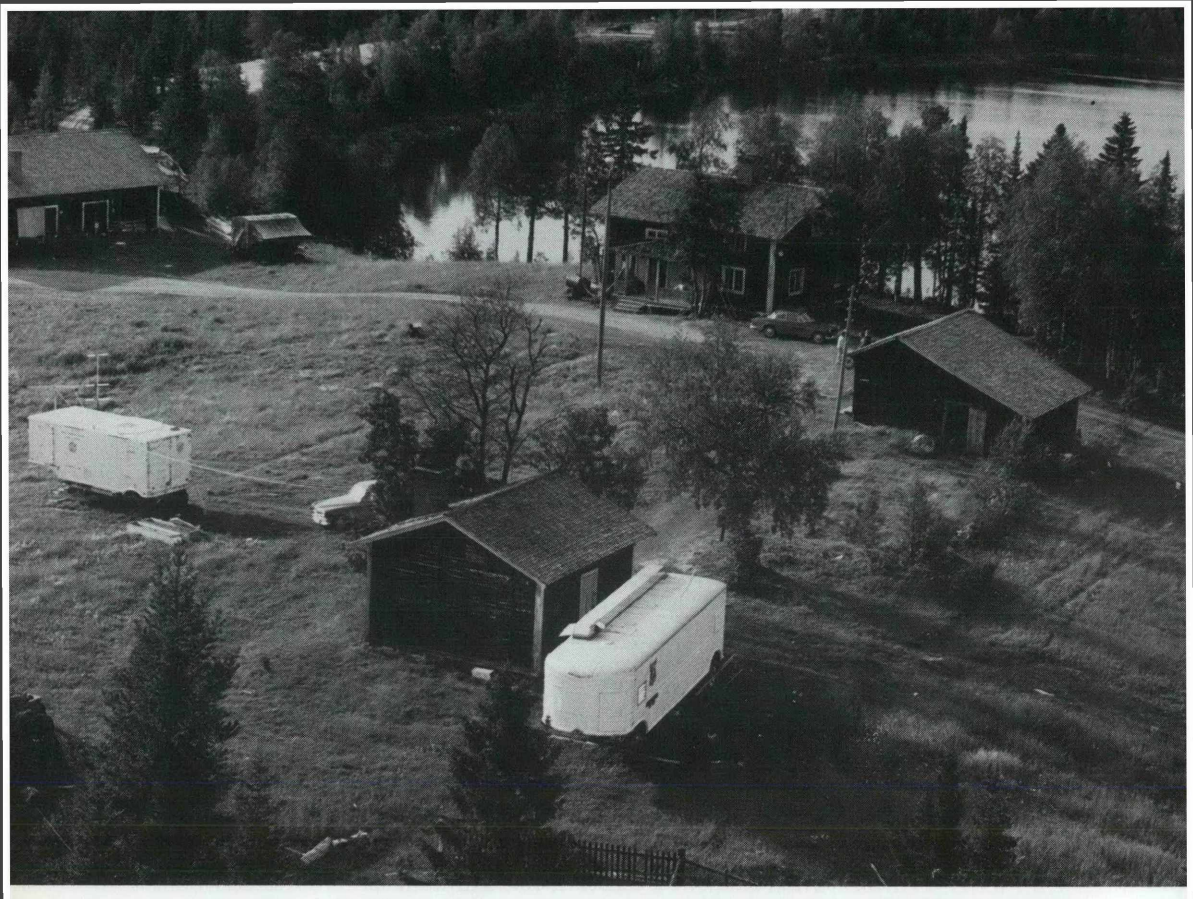
Kiruna Geofysiska Observatorium

I Kiruna fanns som redan nämnts Kiruna Geofysiska Observatorium (KGO), numera Institutet för rymdfysik. Det hade startats av Vetenskapsakademien. Institutionens forskning koncentrerades på fysikaliska processer i magnetosfären och den övre atmosfären i norrskenszonen. KGO hade expanderat snabbt och vunnit ett gott internationellt rykte. För ESRANGE:s förläggning till Kiruna talade sålunda att där redan fanns en rymdforskningsinstitution av hög klass. Till detta kom sådana viktiga faktorer som de goda kommunikationerna – från Paris kunde man nå Kiruna på ett par timmar – samt stadens goda sociala och kulturella faciliteter.

Förhandlingarna inom COPERS hade varit intensiva. De svenska delegaterna hade av naturliga skäl i första hand intresserat sig för det vetenskapliga programmet och – kopplat till detta – frågan om förläggningen av ESRANGE. Vidare hade man på underhandsinstruktion av regeringen medverkat till att genomdriva krav på enhällighet vid fastställande av treårsbudgeten samt vid beslut om samarbete med andra internationella organisationer och institutioner. Bakom den senare ståndpunkten låg farhågor för att ELDO:s verksamhet inte skulle bli av den civila karaktär som påståtts. Ett samarbete med ELDO bedömdes visserligen ofrånkomligt – det var ju självklart att europeiska satelliter i första hand borde skjutas upp med europeiska bärraketer – men samarbetet fick inte ske under sådana former att den svenska neutraliteten riskerade att kompromitteras. Alltså borde man skydda sig genom vetorätt.



”Man skall inte tro att det var någon lätt sak att få svenska myndigheter och beslutsfattare att gå med på förslaget att upprätta en raketbas i Kirunaområdet, eller överhuvudtaget vara med i ESRO”, skriver Lamek Hulthén i ett brev i samband med att han överlämnade sina dokument angående tillkomsten av ESRANGE till Institutet för rymdfysik i Kiruna för att arkiveras där. Misstänksamheten mot rymdforskningen var stor, den bedömdes av många som lyxforskning och utslag av Jules Verne-romantik. Själv har jag ett mycket klart minne av en het diskussion mellan höga tjänstemän i dåvarande ecklesiastikdepartementet under en budgetberedning i december 1961. I juni 1961 presenterade rymdforskningskommittén en PM för regeringen i vilken man radade upp alla argument för ett svenskt deltagande i ESRO. Rymdtekniken skulle, underströk man, bidra till nya resultat inom geofysik, astronomi,

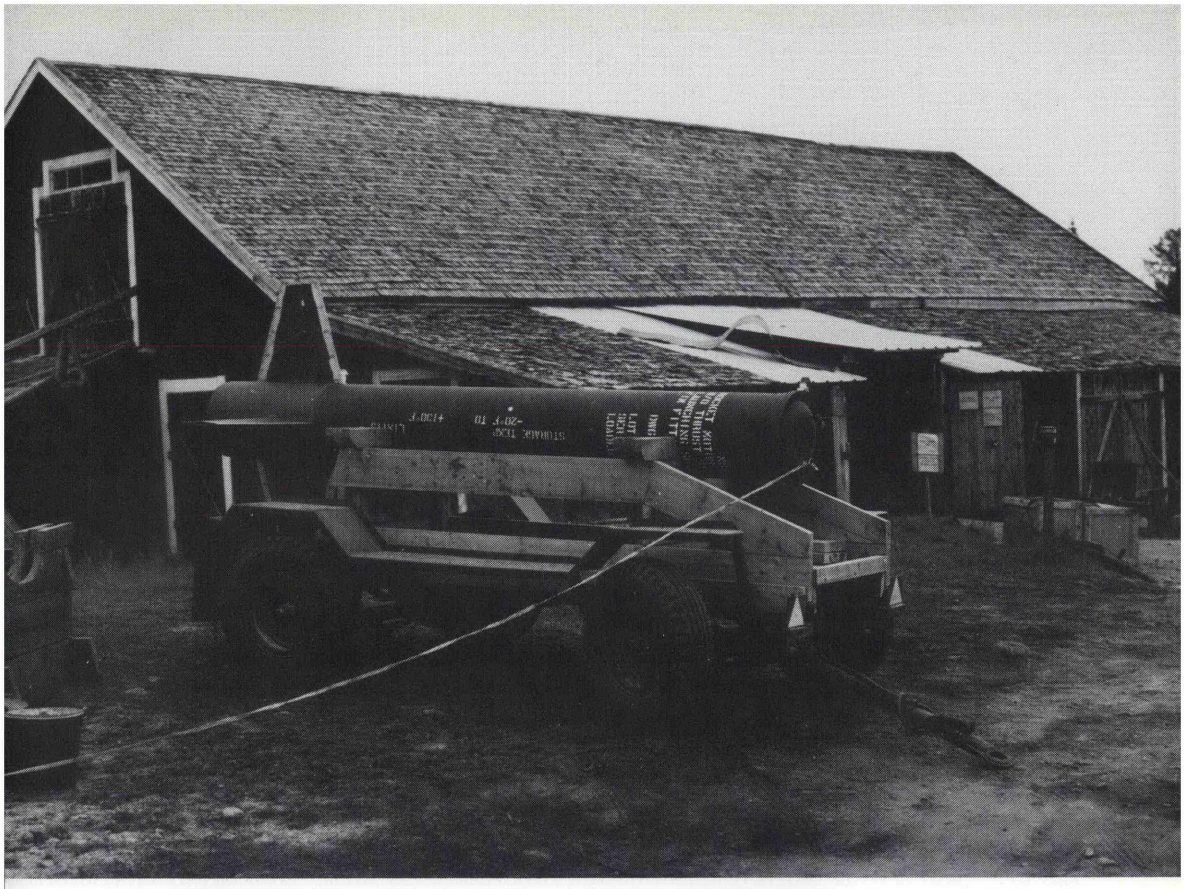


3. Kronogård, ett gammalt torp i djupet av de norrländska skogarna. Härifrån gick raketerna med de första svenska rymdexperimenten upp somrarna 1961–64. De militära Vidselfältet användes som nedslagsplats.

meteorologi, fysik och biologi. Svensk forskning borde inte stå utanför denna utveckling, i synnerhet som den bedömdes även komma att bidra till tekniskt nyskapande inom ett flertal viktiga områden. Vidare hade man nu möjligheten att för första gången förlägga en stor europeisk anläggning till Sverige. Regeringen blev intresserad – om än som redan nämnts – med en viss tvekan. Redan i augusti 1961 hade man emellertid kommit så långt att rymdforskningskommittén kunde hålla ett informationsmöte i Kiruna om planerna på en raketbas. Närvarande var bl a Auger, företrädare för ecklesiastikdepartementet, Kiruna kommun, samerna m fl.

Raketuppskjutningar vid Kronogård

Tidpunkten var väl vald därför att vid mötet kunde Bert Bolin, professor i meteorologi vid universitetet i Stockholm och senare vetenskaplig direktör i ESRO, redovisa det första nationella rymdforskningsförsöket i Sverige. I rymdforskningskommitténs regi och i samarbete med NASA hade tidigare i augusti en amerikansk raket av typ Arcas skjutits upp från Kronogård, ett gammalt krono-



4. Utrustningen vid Kronogård var mobil och delvis hemmagjord. Rymdtekniska gruppen bestod av ett gäng unga entusiaster skickliga på att improvisera och hitta hemmagjorda lösningar som fungerade. De flesta av dem skulle komma att göra bestående insatser i svensk rymdverksamhet.

jägarboställe, beläget strax utanför det militära Vidselfältet vilket använts som nedslagsplats för raketen. Försöket gick ut på att undersöka s k nattlysande moln. Ett konstgjort moln av talk skulle åstadkommas genom en explosion på ca 85 km höjd. Molnets rörelser under inverkan av vindarna på denna höjd skulle registreras av kameror på marken. Tekniskt sett lyckades uppskjutningen perfekt men olyckligtvis exploderade inte talkbomben, den försvann tillsammans med raketen. Något konstgjort moln blev det alltså inte men genom registrering av bl a ljudets fortplantning då raketen passerade ljudvallen kunde man likväl tillgodogöra sig data rörande temperatur och vind på hög höjd i atmosfären.

Kronogårdsförsöken fortsattes somrarna 1962, 1963 och 1964 med bl a ljudmätningar och insamling av partiklar från nattlysande moln. Den tekniska personalen lånades in från olika håll och rekryterades även bland studenter vid de tekniska högskolorna. Några anställdes av rymdkommittén (jfr nedan) 1962 och bil-

dade därmed kärnan i den s k rymdtekniska gruppen, embryot till det som senare blev Rymdbolaget. Gruppens chef blev Lars Rey och bland dem som var med redan nu märks Rymdbolagets tidigare och nuvarande chefer, Fredrik Engström och Lennart Lübeck.

Den lokala reaktionen vid informationsmötet i Kiruna i augusti 1961 var positiv. Från kommunens sida hoppades man bl a att raketbasen skulle fungera som turistattraktion. Vikten av att befolkningen – särskilt samerna – garanterades säkerhet "till liv och lem" betonades. Diskussionen avslutades med att Auger underströk att det krävdes ett snabbt besked från svensk sida – det fanns fler länder som var intresserade av sondraketbaser, tillade han hotfullt.

Auger skulle komma att upprepa sitt hot under hösten 1961. Den svenska regeringen dröjde med att ta ställning, och COPERS-sekretariatet ville sätta igång byggarbetena redan 1962. Vidare tryckte den italienska delegationen på för att få den europeiska sondraketbasen förlagd till sin uppskjutningsplats vid Salto di Quirra på Sardinien. Därmed var också den från svensk synpunkt högprioriterade norrskensforskningen i fara.

Till sist kom dock regeringens besked. I november 1961 tillsatte man en utredningsman med uppgift att föreslå säkerhets- och ersättningsbestämmelser i händelse raketbasen skulle komma till stånd. Utredningen blev klar redan i december. I fråga om säkerheten föreslogs bl a uppförande av ett antal skyddsrum samt ett system med varningar per radio vid uppskjutningar. Vidare föreslogs särskilda ersättningar till berörda samebyar och markägare för att kompensera intrång och olägenheter.



5. En Nike Cajun redo för uppskjutning vid Kronogård. Foto Eivor Lundström, Vidsel.

Anslutning till ESRO-konventionen

I mars 1962 lade ecklesiastikminister Ragnar Edenman fram en proposition i vilken Sveriges anslutning till ESRO-konventionen föreslogs. Kostnaderna beräknades till 77,5 milj kr för hela den inledande åttaårsperioden. Under hänvisning till att medlemskap i ESRO även krävde viss nationell forskning föreslogs ett anslag av 1 milj kr till svensk rymdforskning. Anslaget, som användes för de fortsatta Kronogårdskampanjerna, skulle tills vidare disponeras av en statlig utredningskommitté med uppgift att framlägga förslag om svensk rymdforsknings framtida organisation. Slutligen begärdes riksdagens bemyndigande att slutföra erfoderliga avtal med ESRO angående upplåtelse av ESRANGE samt med samerna och berörda markägare angående ersättningar m m.

Riksdagen beslöt i enhällighet med propositionen. I juni undertecknades ESRO-konventionen, den kunde dock inte träda i kraft förrän 1964 varför COPERS tills vidare fortsatte att fungera som provisoriskt samarbetsorgan.

Gruppen Rymdteknik

Ordförande i den i propositionen aviserade utredningen blev Lamek Hulthén. Sekreterare blev Ernst-Åke Brunberg. I och med att kommittén fick ett eget forskningsanslag övertog den också den gamla rymdforskningskommitténs uppgifter. Under utredningsarbetets gång anordnades särskilda konferenser med berörda forskare och med företrädare för industrin representerad av Gruppen Rymdteknik inom Svenska Mekanförbundet. I september 1963 var man klar med sitt betänkande. Det inleddes med en inventering av pågående forskning – även markbaserad sådan – vid universiteten och de tekniska högskolorna samt vid KGO. Vidare pekade man på planerade tillämpningar inom rymdområdet såsom telekommuniktionssatelliter och vädersatelliter. Kommitténs förslag gick i korthet ut på följande.

En ny myndighet, statens råd för rymdverksamhet, borde inrättas den 1 juli 1964 med uppgift att främja forskning och utveckling för utnyttjande av rymden. Under rådet skulle ett särskilt rymdinstitut lyda med uppdrag att fungera som serviceorgan inom svensk rymdverksamhet och verkställa av rådet finansierade experiment. En uppsändningsplats för sondraketer borde byggas i omedelbar närhet av ESRANGE så att ESRO-basens nedslagsområde kunde utnyttjas vid svenska uppsändningar. Kostnaderna för det svenska rymdprogrammet föreslogs vid full utbyggnad till 15 milj kr om året.

Remissbehandlingen gav inte ett odelat gynnsamt resultat. Även de instanser inom forskningsvärlden som tillstyrkte förslagen gjorde det med reservationen att medelstilldelningen till rymdforskning inte fick gå ut över anslagen till annan angelägen forskning. Framför allt fick inte rymdforskningen ges en prioriterad ställning.



6. Raketbärgning vid Kronogård. Raketerna slog ned i det militära Vidselfältet.

Förslagen behandlades även inom regeringens forskningsberedning. Där hade man i annat sammanhang diskuterat den långsiktiga inriktningen av svensk forskning och kommit fram till att livsvetenskaperna borde prioriteras. Det gynnade inte behandlingen av rymdkommitténs betänkande.

I mars 1964 tog regeringen ställning i en proposition. Bland rymdforskarna betraktades resultatet som katastrofalt. Visserligen stod regeringen fast vid medlemskapet i ESRO – man hade redan ratificerat konventionen och även träffat avtal med ESRO om upplåtelse av basområdet och med berörda markägare och samebyar. Men i övrigt avvisades kommitténs förslag. Det blev alltså inte något råd för rymdverksamhet, inte något rymdinstitut. Svenskarna borde, uttalade man, kunna utnyttja ESRO:s laboratorier och anläggningar. Det särskilda anslaget till rymdforskning drogs in och fördelades på övriga forskningsråd åt vilka uppdrogs att pröva rymdprojekt "på samma sätt som råden prövar andra forskningsprojekt". Riksdagen beslöt i enlighet med propositionen.

Forskningsrådets rymdnämnd

Forskningsrådet svarade med att inrätta ett nytt organ, forskningsrådets rymdnämnd, gemensamt för NFR, TFR (senare STU, styrelsen för teknisk utveckling), MFR (medicinska forskningsrådet) och FOA. Till nämndens förfogande ställdes ett särskilt anslag –

i princip de pengar som regeringen dragit in och fördelat på råden. Ordförande blev Hulthén och sekreterare Brunberg. 1959 års rymdforskningskommitté hade återuppstått.

Svenska ESRO-kommittén

Vid ungefär samma tidpunkt – våren 1964 – hade ESRO-konventionen äntligen ratificerats av så många medlemsstater att den kunde träda i kraft. I april hölls det första mötet med ESRO:s råd. I samband därmed konstaterade man i ecklesiastikdepartementet att riksdagsbeslutet medförde ett problem som man inte tänkt på, nämligen att man inte hade någon myndighet som kunde fungera som kontaktorgan gentemot ESRO. Att anförtro detta till exempelvis NFR vågade man inte – rymdforskningen skulle hållas kort och ESRO-medlemskapet ville regeringen ha nära inblick i, åtminstone under de första åren. Därför tillsattes en särskild kommitté inom departementet, Svenska ESRO-kommittén, med uppdrag att svara för samordningen av handläggningen av olika ESRO-frågor samt för representationen i ESRO:s olika organ. Ordförande blev statssekreteraren Sven Moberg som dock ganska snart överlät uppdraget till Jan Stiernstedt, då chef för departementets universitets- och forskningsenhet. Ledamöterna företrädde berörda departement, inklusive handelsdepartement som vid denna tid börjat intressera sig för rymdaktiviteternas industripolitiska aspekter. Vidare var industrin och forskarna företrädda, de senare av Hulthén.

Ett annat problem utgjorde den rymdtekniska gruppen som stod inför en oviss framtid utan huvudman när rymdkommittén nedlades. Frågan löstes genom ett avtal mellan rymdnämnden, ESRO-kommittén och ett antal intresserade industrier (ASEA, SAAB och LM Ericsson) enligt vilket gruppen garanterades en årlig kostnadsram av 500 000 kr. Lokalmässigt och organisatoriskt placerades gruppen som en avdelning vid det privata företaget Teleplan men med rymdnämndens arbetsutskott förstärkt med en företrädare för ESRO-kommittén som "styrande organ".

Gruppens viktigaste uppgift blev att svara för planeringen och genomförandet av rymdnämndens nationella sondraketprogram i samarbete med forskare och med hjälp av svensk industri. Gruppen skulle vidare biträda ESRO-kommittén vid bedömning och handläggning av tekniska och industriella frågor inom ESRO samt säkerhets- och skyddsfrågor vid ESRANGE.

Man kan fråga sig vad den njugghet mot rymdverksamheten som statsmakterna visade 1964 berodde på. I 1962 års proposition hade regeringen särskilt framhållit att medlemskap i ESRO för att vara meningsfullt även förutsatte anslag till nationell rymdforskning. Nu gällde denna uppfattning inte längre. Ett entydigt svar på skälen till omsvängningen går inte att ge. Personföränd-

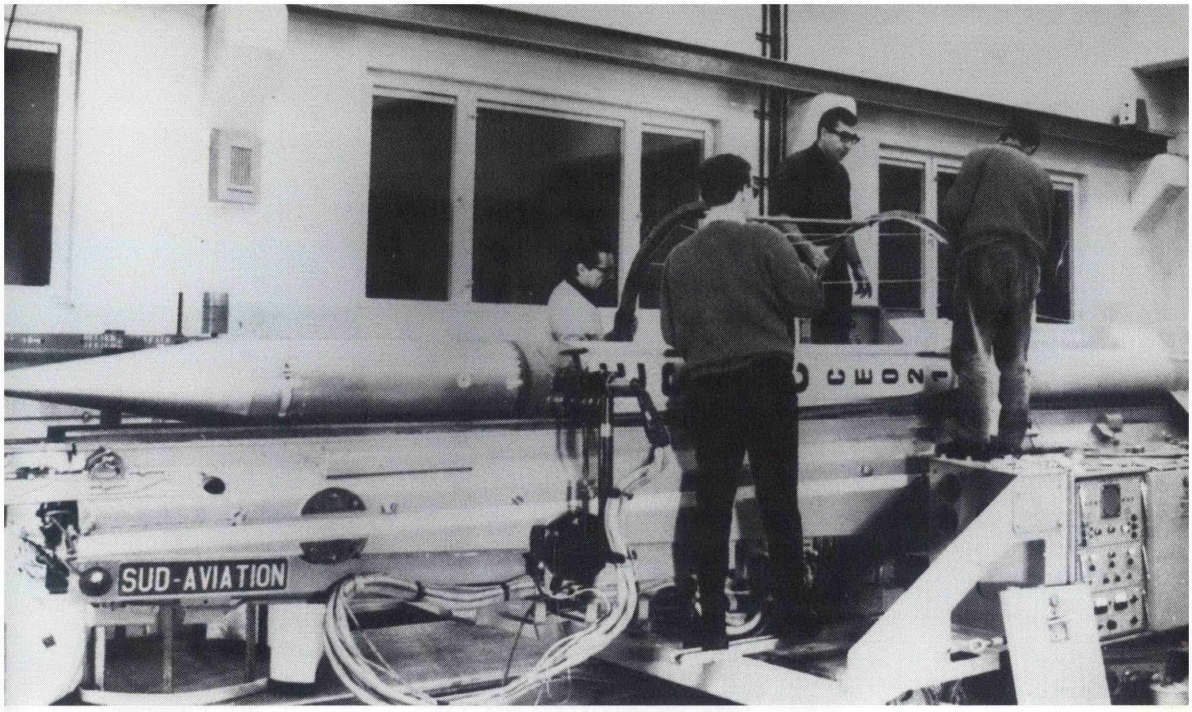


7. Verksamheten vid ESRANGE har alltid krävt nära samverkan med samerna. Här diskuterar Lamek Hulthén vad planerna på ESRANGE kan innebära för rennäringen.

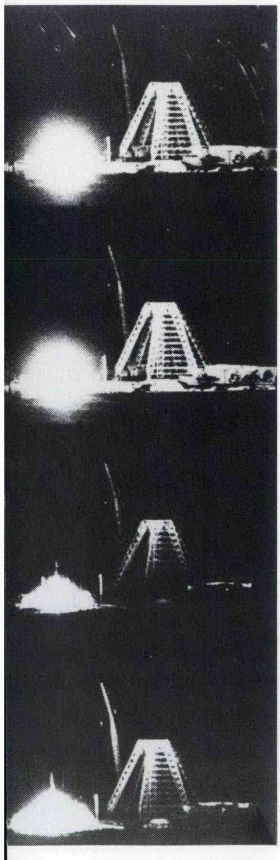
ringar inom ecklesiastikdepartementet spelade en viss roll. Men framför allt tog man intryck av remissinstanserna. Att starta ett nytt forskningsråd ansågs principiellt felaktigt, forskningsanslag borde inte specialdestineras utan projekten borde konkurrera sinsemellan om resurserna inom vidast möjliga ram. Samtidigt bedömdes ESRO-medlemskapet viktigt av utrikespolitiska skäl. I augusti 1961 höll statsminister Erlander sitt s k Metalltal – Sverige skulle inte gå med i EG, eller EEC som det då ännu hette. Ungefär vid samma tidpunkt hade regeringen börjat visa intresse för ESRO, det gällde att nu visa sig så europeisk som möjligt på så många politiskt ofarliga områden som möjligt. Detta argument gällde i ännu högre grad 1964 – om man hade visat ett, låt vara stundom ljumt, men dock intresse sedan 1961 kunde man inte nu brådstörtat hoppa av. Dessutom hade man ju engagerat sig för att få ESRANGE till Sverige. Alltså stod man kvar i ESRO men på hemmaplan fick rådande forskningspolitiska doktrin gälla och det nationella rymdforskningsprogrammet fick klara sig så gott det kunde.

ESRANGE invigs

Därmed började en ganska tyst period i svensk rymdforsknings historia. ESRANGE invigdes i september 1966. Den första sondraketen sändes upp därifrån i november samma år. Dock återstod mycket att göra. ESRANGE-avtalet mellan ESRO och Sverige var

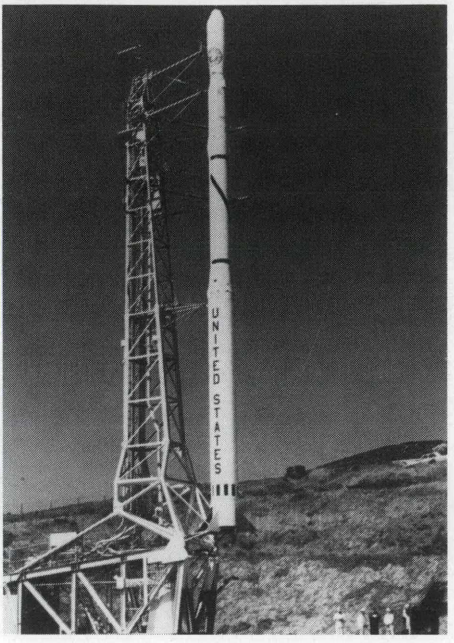


8. Förberedelserna för den första uppskjutningen från ESRANGE i november 1966. Det är en fransk sondraket av märket Centaur. Källa: European Space. A Silver Jubilee Celebration, 1964–1989. ESA, 1989.

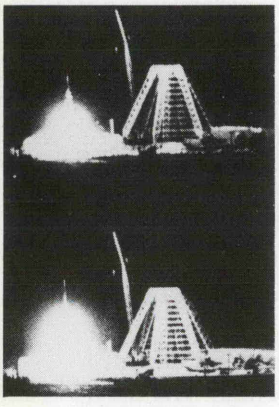


en principöverenskommelse, och det fanns bokstavligen hundratals mer eller mindre komplicerade administrativa frågor som lokala och centrala myndigheter måste ta ställning till innan basen kunde fungera på egen hand. Säkerheten vid uppskjutningarna, tilldelning av radiofrekvenser, privilegier och immunitet för personalen, skattefrihet, lönenivån vid basen jämfört med dels de lokala Kirunalönerna och dels lönerna vid ESRO:s högkvarter i Paris, tullfrihet, socialförsäkringsavtal, tjockleken på skyddsrummens tak etc är exempel på endast några av de frågor som mer eller mindre permanent stod på ESRO-kommitténs agenda. Handläggningen underlättades inte av den provinsialism och ovana vid internationella frågor som vid denna tid ännu kännetecknade svenska myndigheter – kulturkrock är ett svagt ord i sammanhanget.

Till detta kom att ESRO visade sig vara en tungrodd och byråkratisk apparat med starka motsättningar inbyggda redan från början. Detta medförde bland annat en oerhört hög sammanträdesfrekvens – under de tre första åren sammanträdde rådet 17 gånger och den administrativa och finansiella kommittén 45 gånger. Därtill kom ett mycket stort antal möten i undergrupper och tillfälliga arbetsgrupper. I synnerhet för de små länderna innebar det en stor personell påfrestning att så gott som varje vecka sända delegater till högkvarteret i Paris – för svensk del löstes problemet del-



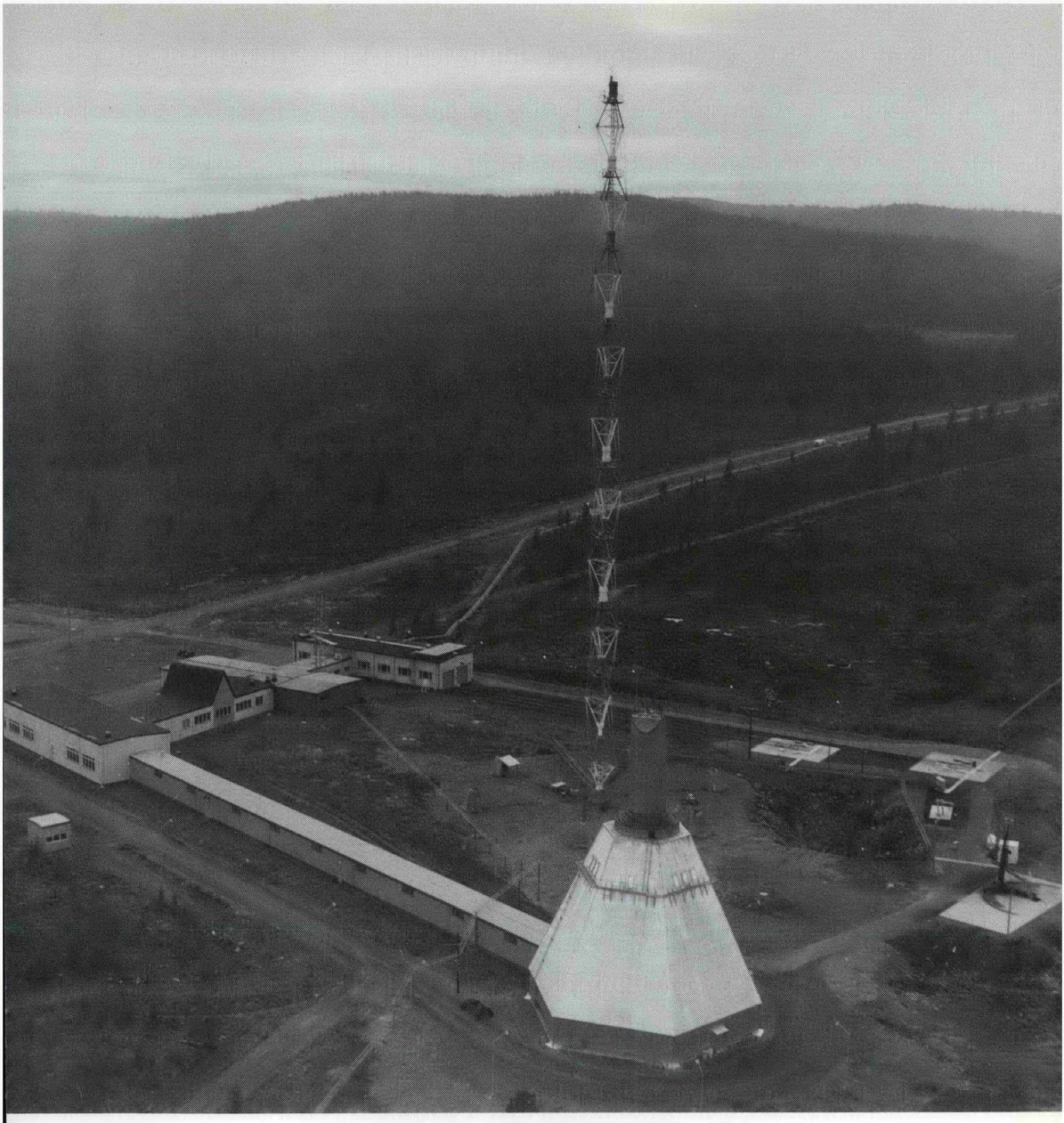
9. ESRO 1 eller Aurorae lyfter från Western Test Range i Californien med hjälp av en Scoutraket den 3 oktober 1968. Källa: se fig 8.



vis genom att man inrättade en ny post som teknisk-vetenskaplig attaché i Paris med huvuduppgift att svara för bevakningen av ESRO.

För det nationella rymdforskningsprogrammet – inklusive kostnaderna för vetenskapliga experiment ombord på ESRO:s sondraketer och satelliter – stod ca 3–4 milj kr per år till rymdnämndens förfogande under större delen av 60-talet. Parallellt därmed steg årsavgiften till ESRO från 3 milj kr till 15 milj kr 1970, vilket ytterligare försämrade möjligheterna att erhålla medel till det nationella programmet – i den forskningspolitiska debatten betraktades naturligtvis rymdforskningskostnaderna som en helhet. Experimentutrymme ombord på ESRO:s sondraketer och satelliter tilldelades efter kvalitetsbedömning, och i mån av tillgång på medel hävdade sig svenska forskare härvid mycket väl. Under perioden 1964–71 deltog KGO sålunda med partikelexperiment ombord på sondraketer och framför allt på ESRO-satelliterna Aurorae (ESRO 1) och Boreas (ESRO 1B). Meteorologiska institutionen i Stockholm och astronomiska institutionen i Lund deltog likaledes med experiment ombord på sondraketer för studium av nattlysande moln respektive meteorstoft. Härutöver deltog några svenska institutioner i rymdsamarbete med NASA.

Säkerheten vid uppskjutningar av sondraketer från ESRANGE lämnade trots ett detaljerat regelverk mycket att önska. Utgångspunkten för bestämmelserna var av naturliga skäl att raketerna

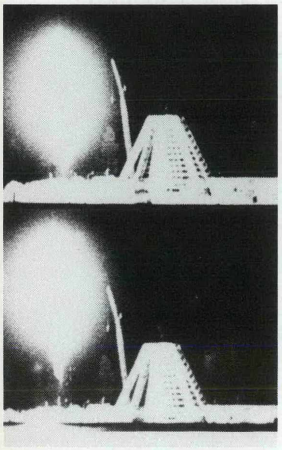


10. Uppskjutningsområdet vid ESRANGE med huvudbyggnaden i bakgrunden. Foto T Lövgren, 1972. Svenska Rymdaktiebolaget.

skulle hamna i det avsedda nedslagsområdet. Så skedde inte alltid – raketerna hade en tendens att slå ned på helt andra ställen, en inte långt från Kiruna stad och några i Finland och Norge. Det gick så småningom så långt att ESRO-kommitténs ordförande såg sig föranledd att förbjuda uppskjutning av en viss rakettyp. I ESRO klagade man över de "orimliga" svenska säkerhetskraven –

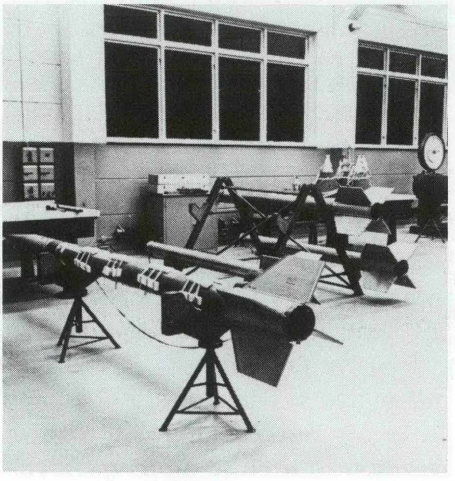
italienarnas syn på omsorgen om sina medborgares liv och lem vid de uppskjutningar som ägt rum från Sardinien hade från organisationens synpunkt visat sig betydligt lättare att handskas med.

Satellitkontrakt till MESH-konsortiet



I förarbetena till ESRO-konventionen hade förutsatts att deltagarländernas industrier skulle leverera den utrustning organisationen behövde för sin verksamhet, i princip i proportion till medlemsavgiften. ASEA, L M Ericsson och SAAB bildade därför tillsammans ett konsortium vilket, med en större portion optimism än erfarenhet, ingav anbud på de två första ESRO-satelliterna. Det lyckades inte, dessutom stod det klart att endast internationella konsortier kunde erhålla de stora kontrakten. SAAB och LM Ericsson valde därför att gå in i det fransk-tysk-engelska MESH-konsortiet medan ASEA gick in i det engelskledda EST. Efter en dramatisk omröstning vann MESH 1967 ett stort satellitkontrakt vilket betydde att SAAB och LM Ericsson på det praktiska planet kom med i det europeiska industrisamarbetet. Den genomsnittliga svenska industrireturen stod dock på intet sätt i proportion till medlemsavgiften. ASEA beslöt så småningom att inte satsa på rymdutveckling.

Deltagandet i ESRO hade således inte visat sig problemfritt. Dessutom hade organisationens program spruckit. Den fastslagna kostnadsramen för de första åtta åren skulle räcka till för över 20 satelliter. Man fick upp fem, och antalet uppsända sondraketer stod heller inte i proportion till planerna. Mot slutet av 60-talet höjdes både från industrin och forskarnas sida enstaka röster som ifrågasatte om man inte efter utgången av de första åtta åren borde lämna ESRO. Ett nationellt rymdprogram i bilateralt samarbete



11. Rakethallen vid ESRANGE med Nike Apache-raketer. Närmast kameran ett andra steg med monterad payload. Längst borta vid väggen skymtar första steget. Foto TM.

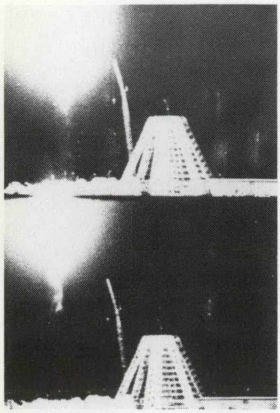
med andra länder, främst USA, borde kunna visa sig betydligt kostnadseffektivare. Bakom denna debatt låg också en stor osäkerhet om det europeiska rymdsamarbetets framtid.

Rymdministerkonferens

Ännu dyrare än ESRO-satelliter såg nämligen ELDO-raketerna ut att bli. Storbritannien som en gång tagit initiativet till ELDO började 1966 starkt ifrågasätta det meningsfulla i att Europa tävlade med USA i raketutveckling och drog successivt ned sina bidrag till ELDO. Testflygningarna med raketerna misslyckades. Samtidigt med denna kris började Frankrike och Tyskland ifrågasätta om inte Europa borde utveckla tillämpningssatelliterna i stället för att satsa alla resurser på vetenskapliga satelliter i ESRO. USA hade redan 1965 sänt upp den första kommersiella telesatelliten, Early Bird, och i Europa hade teleförvaltningarna bildat CETS, den permanenta europeiska telesatellitkonferensen. Vore det då inte rationellt att slå samman de tre europeiska rymdorganen till en enda rymdorganisation? Efter påtryckningar från Västeuropeiska unionen och NATO tog ELDO 1966 initiativet till en europeisk rymdministerkonferens i Paris med alla dessa frågor på agendan.



12. En Nike Apache 4-raket på skjutrampen vid ESRANGE klar för "launch". Foto T Lövgren, 1972. Svenska Rymdaktiebolaget.



Det visade sig omöjligt att nå europeisk enighet. Rymdministerkonferensen antog snabbt en permanent karaktär och skulle under nära tio år framåt utveckla en intensiv sammanträdesverksamhet i ett nästan oräkneligt antal kommittéer och förhandlingsgrupper. Frågorna trasslades dessutom till av att USA inbjöd till ett samarbete vilket frestade några men inte alla stater. Sverige deltog i diskussionerna vilka stundom blev mycket dramatiska, det gick t o m så långt att Frankrike och Danmark anmälde utträde ur ESRO. Den svenska attityden var avvaktande, inställningen var närmast att man överlät åt de stora – Frankrike, Tyskland, Storbritannien och Italien – att ta ställning. Samtidigt studerades dock i det nyetablerade industridepartementets regi olika alternativ till framtida svensk rymdverksamhet.

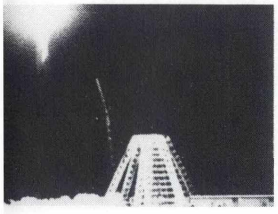
Ännu 1971 hade man inte enats inom rymdkonferensen om den framtida organisationen men likväl kommit så långt att man blev överens om att ESRO även borde ta upp tre tillämpningsprojekt på sitt program, nämligen satelliter för telekommunikation, meteorologi och flygtrafikkontroll. För att spara pengar borde bl a sondraketprogrammet läggas ned och ESRANGE överlåtas till Sverige. Långa och svåra förhandlingar vidtog. Preliminärt nåddes enighet om att verksamheten vid ESRANGE skulle drivas vidare under svenskt huvudmannaskap som ett specialprojekt inom

13. En Nike Apache 4-raket går till väders vid ESRANGE. Foto T Lövgren, 1972. Svenska Rymdaktiebolaget.



ESRO med bidrag från de ledande medlemsstaterna.

Men förutsättningen var givetvis att Sverige deltog i det nya ESRO inklusive de tre tillämpningsprojekten. Inom regeringen var meningarna delade. Till de positiva hörde industriminister Krister Wickman, som insåg det långsiktiga värdet av det europeiska industrisamarbetet inom rymdområdet. Industrin och forskarna tryckte också på. Vid en allmän beredning i november 1971 enades man om en positiv inställning, främst grundad på industri- och utrikespolitiska skäl. På förslag av finansminister Sträng ställdes dock som villkor att svensk industri stod som medfinansiär av deltagandet i tillämpningsprojekten – i princip borde den beräknade vinsten av framtida leveranser till ESRO avsättas till detta. Industrin fick, menade Sträng, nöja sig med alla de indirekta vinsterna av att delta i ett stort europeiskt industrisamarbete. Förhandlingarna mellan SAAB-SCANIA och L M Ericsson härom var ännu inte avslutade när det avgörande sammanträdet inom ESRO:s råd började den 20 december. Lättnaden inom den svenska delegationen och inom övriga medlemsstater var minst sagt stor när telefonbudet kom under sammanträdets gång att Sverige gick med – industrin hade förklarat sig villig att till finansiering av rymdverksamheten årligen betala 7% av värdet av företagens blivande beställningar från ESRO, dock minst 500 000 kr. "Rymdskatten" blev industriernas interna benämning.

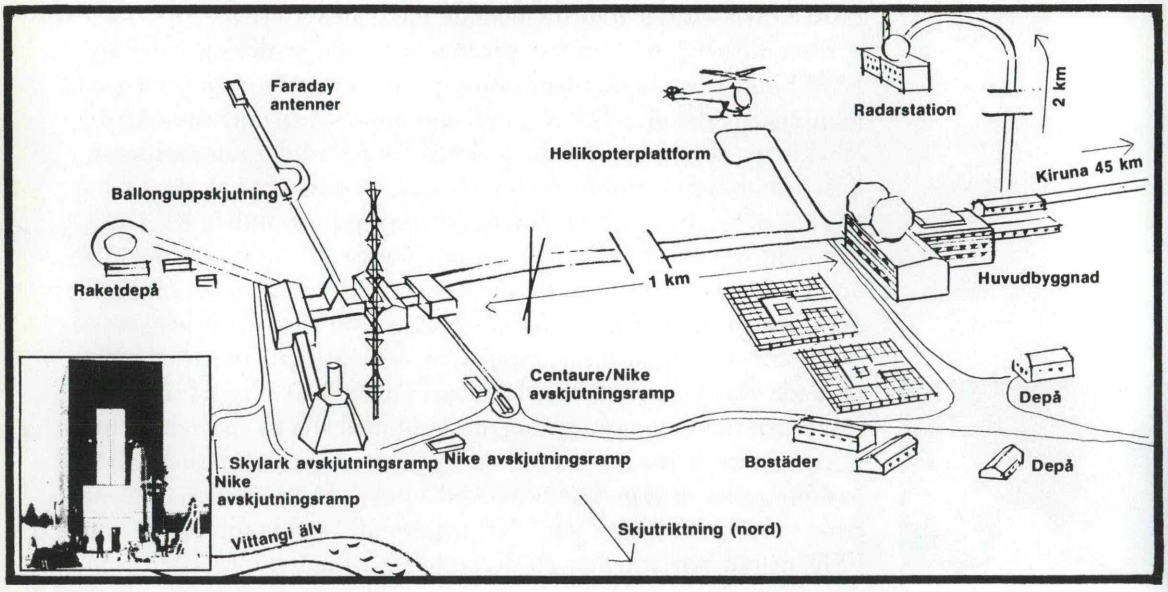


Statens delegation för rymdverksamhet

Som en följd av ställningstagandena blev det nödvändigt att se över den splittrade svenska rymdorganisationen. Efter snabbremiss av en departementspromemoria presenterades en proposition om framtida svensk rymdverksamhet i mars 1972. Det förslag som regeringen fällt 1964 putsades upp, ehuru i anspråkslösare tapp-



14. Andra steget och payloaden till en Nike Apache-raket har hittats och grävs ut för att föras tillbaka till ESRANGE. Foto TM.



15. Esrangeområdet vid mitten av 1970-talet. Ur Byggnadsindustrin, nr 12, 1977.

ning. En ny myndighet, statens delegation för rymdverksamhet, föreslogs bli inrättad den 1 juli 1972 med sammanhållande ansvar för nationell och internationell svensk rymdverksamhet. Samtidigt skulle – underförstått genom ombildning av rymdtekniska gruppen – ett statsägt bolag, Svenska rymdaktiebolaget, organiseras med uppgift att tekniskt genomföra och verkställa delegationens program, inklusive driften av ESRANGE. Till finansiering av ett nationellt program föreslogs anslag från industri- och utbildningsdepartementen om sammanlagt nära 10 milj kr.

Svenska rymdaktiebolaget

Riksdagen beslöt i enlighet med propositionen. Vid rymddelegationen inrättades en tjänst som verkställande ledamot och till innehavare utsågs Hans Håkansson, departementsråd i industridepartementet. Ordförande blev Jan Stiernstedt. Till verkställande direktör för rymdbolaget utsågs rymdtekniska gruppens chef Fredrik Engström.

Vid midnatt den 30 juni 1972 bevittnade ESRO:s ordförande tillsammans med generaldirektören och flertalet medlemmar av organisationens råd från toppen av berget Kirunavaara i midnattsolens ljus födelsen av rymddelegationen och rymdbolaget samtidigt som ESRANGE blev svenskt. En ny epok hade börjat i svensk rymdverksamhet.

Källor Lamek Hulthéns arkiv hos Institutet för rymdfysik.
Svenska ESRO-kommittén: protokoll, promemorior, korrespondens m m.
Propositionerna 1962: 85, 1964: 69 och 1972: 48.
Sven Grahn and Claes-Göran Berg: The Sky is not the limit, Rymdbolaget 1983.
Europe two decades in space 1964–1984. ESA 1984.
John Krige: The prehistory of ESRO 1959/60. ESA 1992.
Handlingar i ESRO:s arkiv i Florens och Paris.

Swedish space activities 1959–1972

Summary Swedish space activities began in 1959 when a committee for space research was formed at the initiative of the national research councils. From its inception, the Swedish space programme was recognised to be dependent upon international cooperation. Space projects are often so large and complex that one country cannot persue them on its own.

In Western Europe, scientists were keen to participate in the development which the superpowers had inaugurated with the launch of the first satellites in 1957. In 1959, the first initiative was taken towards the formation of the European Space Research Organisation (ESRO) which in 1964, after five years of preparation, started a cooperative scientific space programme involving 10 European countries. The same year saw the formation of another organisation, ELDO, for the development of European launchers.

Sweden was involved in the preparatory work of ESRO from the beginning but declined membership in ELDO. Already in 1962, it was decided that the sounding rocket range of ESRO should be established in the vicinity of Kiruna in the Northern Sweden. A small national sounding rocket programme was carried out in Sweden in 1961–64. In 1964, the final Swedish decision to join ESRO was taken. However the government rejected the financial and organisational framework for the national space programme proposed by the scientists.

In 1971, it was decided also to develop application satellites in ESRO. The scientific sounding rocket programme was discontinued and it was proposed to transfer ESRANGE to Sweden. The Swedish government decided with some hesitation to accept this and also to take part in the new application programme. As a consequence, the government also decided to form a national space agency at the same time as it took over ESRANGE on July 1, 1972.

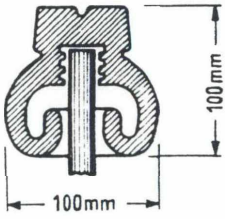
Notiser



Teknorama II, teknikhistoriskt kalejdoskop, invigdes på Tekniska Museet den 8 maj 1992. Pojkarna på bilden experimenterar vid stationen "Magnetism". Foto Kay Danielson, TM.

Under sommaren 1892 utfördes en energiöverföring vid Grycksbo pappersbruk. Det torde vara den första energiöverföringen i Sverige med högspänd likström.

Ca 3 km från pappersbruket utbyggdes ett vattenfall med en turbin från firman Qvist & Gjers. Den var på ca 60 hk och denna kraft skulle överföras till pappersbruket, där energibehovet ständigt ökade. Den elektriska överföringen utfördes med två maskiner av Wenströms typ S. De utfördes för 1 300 V, som då var en hög spänning. De gjordes serielindade och med ringankare. Såväl antalet spår som antalet lameller ökades och strömsamlarens diameter gjordes större. Maskinerna försågs med borstar av kol. Tidigare hade borstar av kopparplåtar eller koppartrådar använts. Vidare förstärktes all isolation utöver det vanliga.

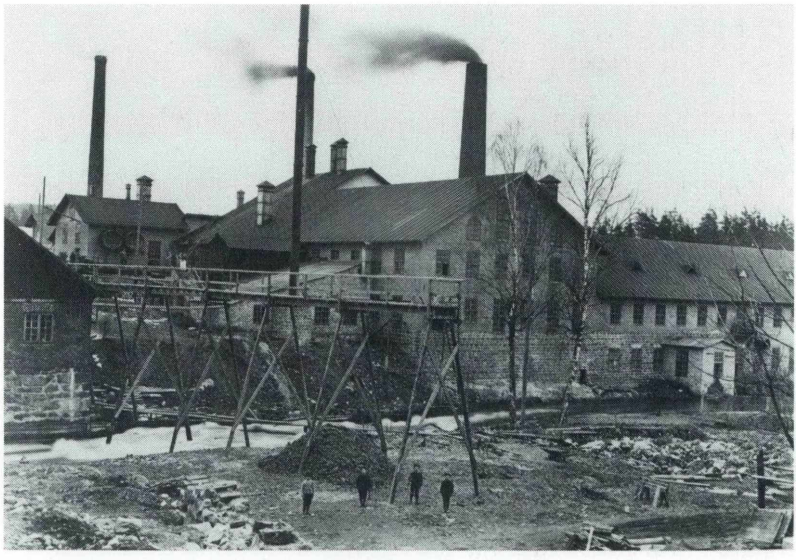


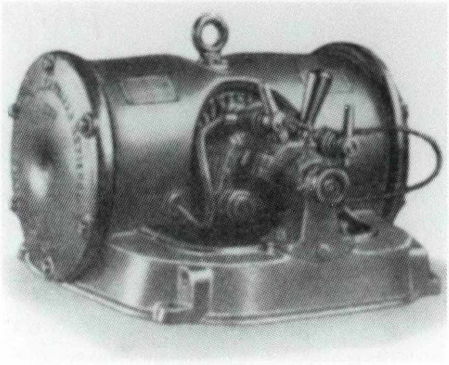
1. Exempel på oljeisolator för luftlinjer.

Den ca 3 km långa luftledningen mellan vattenkraftverket och pappersbruket utfördes med två koppartrådar med diametern 6,5 mm. De bars upp av oljeisolatorer på tvärstag av trä.

Hela överföringens verkningsgrad från turbinaxeln till motoraxeln var ca 75 %. Överföringen var i drift ett par år med växlande framgång. Därefter omändrades systemet till en 3-fas växelströmsöverföring.

Under 1890–1891 levererades också en energiöverföring till


2. Grycksbo pappersbruk omkr år 1900. Foto TM.



3. Likströmsmaskin, framtagen 1887–1890. Den hade typbeteckningen S och kallades "Snörlivet" eller "Wenströms välkända". Ur J Åkerman, ASEA 1883–1933, ett elektriskt halvsekel. Västerås 1933, s 38.

stenkolsgruvan i Bjuf vid Höganäs i Skåne. Det var en överföring mellan en ångmaskin och en centrifugalpump. Vidare levererades till en gruva i Norberg en överföring för ett gruvspel vid Kolningsberget. För dessa båda anläggningar torde spänningen ha varit av storleksordningen 220 V.

Nils Göte Håkansson

Litteratur: ASEA:s Egen Tidning 15(1923): 4–9, s 79.

Oljemålning med Helge Palmcrantz till Tekniska Museet



Så här (fig 1) såg tomten ut i hörnet av Döbelnsgatan och Rehnsgatan i Stockholm år 1879. Oljemålningen – i dag i museets ägo – är signerad F G Klint, som enligt det årets adresskalender var fabriksidkare med firma Klint, Bernhardt & K:i.

Vid den tiden hette Döbelnsgatan Norra Tullportsgatan och på tomten låg bl a Gyllenborgska malmgården (ej synlig på tavlan). Men med Malmgården i ryggen har amatörmålaren Klint under fruktblomningen försommaren 1879 åt familjen Palmcrantz velat bevara minnet av det hem, varifrån de snart skulle bryta upp.

Kvarnen i bakgrunden är Jan Ers och allt som visas på tavlan är i dag bebyggt med hyreshus. Men det finns ett inslag på tavlan som intresserat mig: de båda gubbarna i nedre vänstra hörnet. Båda kan med största säkerhet identifieras.

Den till höger, som med sin högra arm pekar på ett arbetsred-

1. Helge Palmcrantz (t h) och August W Billman i trädgården bakom Palmcrantz & Co:s verkstadsbyggnad på Norra Tullportsgatan 28 (numera Döbelnsgatan) i Stockholm 1879. Oljemålning av F G Klint. TM.



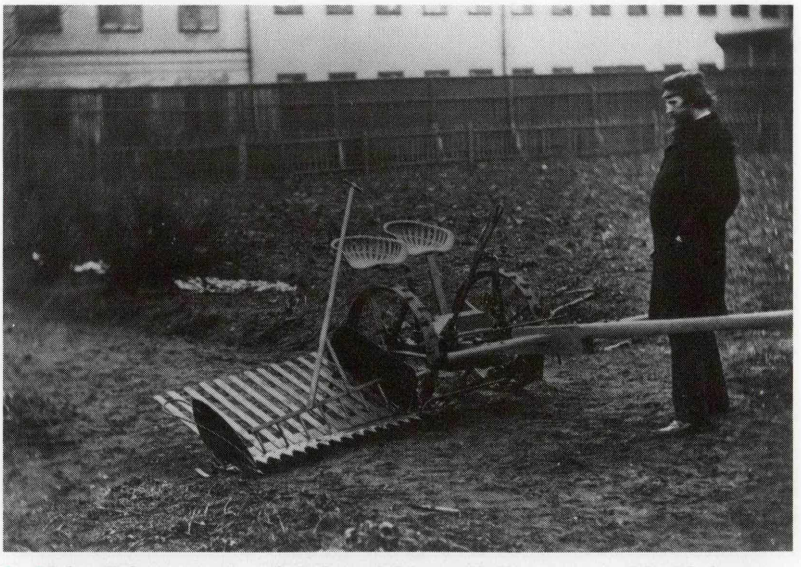
skap, är min morfar, civilingeniören Helge Palmcrantz (1842–1880). Den andre till vänster hans verkmästare, mekanicus August Wilhelm Billman.

Visst är målningen i sin sommargrönska tilltalande men jag har inte kunnat undgå att intressera mig för det arbetsredskap Billman skjuter framför sig på gräsmattan och som Palmcrantz med sin armrörelse vill visa på. Troligen är det en prototyp till gräsklippare av egen konstruktion, men i den årligen till myndigheterna avgivna s k fabriksberättelsen talas endast om slåttermaskiner och kulsprutor ävensom redskap att användas i den egna fabriksrörelsen.

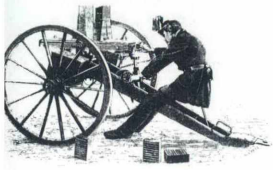


Palmcrantz började sin fabrikation på Söder hos sin blivande svåger och kompanjon Theodor Winborg (tillverkare av ättika m m) och i sin i december 1871 underskrivna mantalsuppgift skriver han: "Under året arbetat å experimenter, som komma att fortsättas i huset 83 Drottninggatan i verkstad. Utan inkomst."

Experimenten visade sig emellertid bli lönsamma och på Drottninggatan stannade han ej länge. År 1954 utgav Magnus Lundqvist och Gösta Selling ett kartverk av "Neuhaus: Panorama över Stockholm på 1870-talet". I deras kommentar till detta säges bl a "Nedanför Surbrunnen – – – sträcker sig en lång tvåvåningsbyggnad utefter Norra Tullportsgatan (Döbelnsgatan). Huset, vars södra del byggdes på 1760-talet, ingick i den s k Gyllenborgska



2. Helge Palmcrantz i trädgården på Norra Tullportsgatan 28 vid den av honom 1874 konstruerade slåttermaskinen. Foto Carl Brandt, omkr 1878. TM.



malmgården – – –. Längan norr därom uppfördes 1875 som fabrik åt den framstående uppfinnaren Helge Palmcrantz, känd för bl a sina kulsprutor och slåttermaskiner".

Den nybyggda fabrikslängan, vägg i vägg med 1760-talshuset (malmgården), återges på ett fotografi från senare delen av 1870-talet. Ett staket framom byggnaderna skiljer dem från trädgården, där Helge Palmcrantz beskådar sin år 1874 konstruerade skördemaskin (fig 2).

Jag nämnde ovan att familjen snart skulle bryta upp. Så skedde också, och i Carlsvik på Kungsholmen fann man tillräckligt stora lokaler för den växande rörelsen. Efter vad sonen Gustaf Palmcrantz berättat för mig drog arbetarna på rullar eller med släde den tunga maskinparken till Carlsvik under vintern 1879–1880.

Ewald Hjerner

Utställningar på Tekniska Museet 1991–1992

Tekniska Museet visade under verksamhetsåret fem tillfälliga utställningar. Tre av dem, LUTFISK OCH TOMTEBLOSS, HÅLL ÅNGAN UPPE, TEKNORAMA II – Teknikhistoriskt kalidoskop, var museets egna produktioner.



JOHAN AHLBÄCK - arbetets målare
7 september 1991 - 15 februari 1992
TEKNISKA MUSEET

Hösten inleddes med utställningen JOHAN AHLBÄCK – arbetets målare. Johan Ahlbäck (1895–1973) är en särling i den svenska 1900-talskonsten, mycket uppskattad av några men okänd för de flesta. I många år arbetade han vid Smedjebackens valsverk. Redan under skoltiden såg Johans lärare att pojken hade konstnärlig talang. Efter studier vid Konstakademien återvände Johan till Smedjebacken. Motiven i hans konstverk är ofta hämtade från Bergslagen. Människor och djur i arbete fascinerade honom. Stor framgång fick Johan Ahlbäck med tiden med sina grafiska blad där motivet var människor i hårt arbete vid olika industrier. Vid invigningen deltog flera av Johan Ahlbäcks släktingar.



Från Ukraina kom utställningen VÄRLDENS ÅTTONDE UNDERVERK – MIKROMINIATYRER av Nikolai Siadristy. En utställning som endast kunde ses med förstoringsglas. I utställningen presenterade Siadristy 12 mikrominiatyrer, t ex en ros inuti ett mänskligt hårstrå, där blommans diameter var 0,05 mm och blomstjälkens 0,005 mm, en guldloppa med hästskor av platina, verktyg i guld fastsatta på toppen av ett hårstrå. Utställningen väckte stort intresse. Särskilt lördagar och söndagar var det trångt framför de små skulpturerna. Publiken var fascinerad.

Julen närmade sig och museet producerade en egen julutställning, LUTFISK OCH TOMTEBLOSS. Julens mat, växter, pynt och fyrverkeripjäser förklarades ur ett kemiskt perspektiv. Layout och teckningar skapades av Marie Åhfeldt. De kemiska förklaringarna gav teknolog Johan Håkans. Utställningen avslutades i januari med stor julgransplundring.



I slutet på februari pyste och visslade det när utställningen HÅLL ÅNGAN UPPE – ångmaskiner i modell, invigdes. Ett trettiotal ångmaskinsmodeller ur museets egna samlingar plus inlånade från modellfirman Eskaders samlingar ställdes ut.

Flera av modellerna demonsterades vid olika tillfällen. Det var ett omtyckt inslag. Pojkar i alla åldrar samlades förtjust kring de puttrande och tjutande ångmaskinerna.

UNGA FORSKARE och deras utställning är ett återkommande inslag bland vårutställningarna. I år blev det extra festligt eftersom UNGA FORSKARE firade 30-årsjubileum.

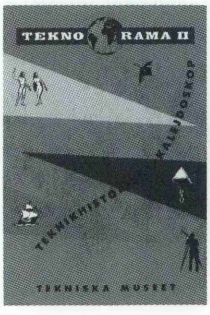


1. Malena Ohrstadius, Sjöhistoriska Museet, beundrar en av mikrominiatyrerna i utställningen Världens åttonde underverk. Foto Kay Danielson, TM.



En dräktparad med regnkläder, badmössor, galoscher och gummistövlar inledde utställningen GALOSCHAN – att arbeta och leva med Helsingborgs Gummifabrik.

"Galoschan" var ett av helsingborgarnas många namn på Helsingborgs Gummifabrik. En gång var den en av Sveriges främsta och en av Europas största gummiindustrier. Idag finns fabriken inte längre. Fabriken blev ett av Helsingborgs mest betydelsefulla företag. Vid Helsingborgs Gummifabrik tillverkades galoscher, stövlar, textilskor med gummisula, badmössor, däck, cykelslangar och tennisbollar. På 1960-talet blev konkurrensen av importerade gummiprodukter allt större. 1979 lades fabriken ner. Utställningen är producerad av Helsingborgs Museum.



TEKNORAMA II – Teknikhistoriskt Kalejdoskop är Teknoramas nya del med 75 experimentstationer kring teknik- och vetenskapshistoria. Besökaren kan här vandra omkring i fyra epoker. Forntiden, Medeltiden, Nya Tiden och Framtiden; alla uppbyggda med en färgrik och spännande scenografi. Utställningen passar för både barn och vuxna. De olika stationerna är exempel på viktiga steg i vardagens och vetenskapens teknikutveckling.

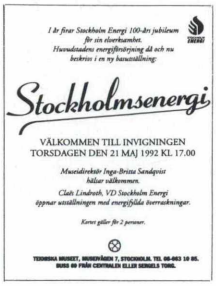
Teknikhistoriskt Kalejdoskop har alltsedan det öppnades i maj varit mycket populärt och välbesökt.



2. Museivärd Björn Karlsson demonstrerar ångmaskinmodeller i utställningen Håll ångan uppe. Foto Kay Danielson, TM.



3. Vernissagebesökare på invigningen av utställningen Galoschan. Foto Kay Danielson, TM.



STOCKHOLMS ENERGI 100 ÅR. Den första september 1892 tändes ett tusental lampor i butiker och bostäder på nedre Norrmalm med ström från det första kommunala elektricitetsverket, Brunkebergsverket. Det låg i hörnet av Regeringsgatan och Smålandsgatan och betraktades närmast som ett experiment, igångsatt av dåvarande gasverksstyrelsen.

Utställningen Stockholmsenergi visar en historisk kavalkad från det enkla vedspisköket och de första elektriska lamporna till vår tids bekväma tillvaro med fjärrvärme och få elavbrott. Ett bildspel om storstadens energiförsörjning och idén med energikedjan produktion, distribution och innevånarnas användning av energi kompletterar utställningen. Stockholmsenergi ingår som en del i den energitekniska avdelningen och kommer att vara ett komplement till museets undervisning om elektricitet. Utställningen är producerad av Stockholm Energi AB i samarbete med Tekniska Museet.

Gunilla Englund

Verksamhets-berättelser

Stiftelsen Tekniska Museet

Verksamheten budgetåret 1991/92

Tekniska Museet arbetar nu enligt de riktlinjer som angivits i avtal av den 3 maj 1989 mellan staten och stiftarna. Detta avtal gäller från och med den 1 januari 1989 och innebär bl a att staten genom byggnadsstyrelsen har ansvar för drift och underhåll av samtliga byggnader som disponeras av museet på norra Djurgården.

Verksamhetsåret har präglats av planeringsarbeten i samarbete med byggnadsstyrelsen inför upprustning av huvudbyggnaden och en tillbyggnad mellan denna och Teknoramabyggnaden. Planeringen för omgestaltning av vissa äldre basutställningar har fortsatt för att dessa skall kunna byggas upp så snart byggnadsstyrelsens upprustning av huvudbyggnaden genomförts.

Museets försäkringsfrågor har setts över och omfattande insatser har gjorts för att få en lösning på museets magasinsproblem, dock hittills utan resultat.

Två nya stora basutställningar har öppnats under året. Den 8 maj öppnades Teknikhistoriskt Kalejdoskop i Teknorama, en utställning med experimentstationer kring teknik och vetenskap från forntid till framtid.

Den 21 maj öppnades Stockholmsenergi, en utställning om stadens energiförsörjning, i samarbete med Stockholm Energi AB i samband med företagets hundraårsjubileum.

Därutöver har åtta tillfälliga, mindre utställningar visats och en varierad programverksamhet med föredrag, demonstrationer och dockteater genomförts.

Ekonomi Museets ekonomiska resultat och ställning redovisas separat.

Besökare Museet har under budgetåret haft 174 129 (191 556) besökare. Trots det minskade antalet besökare visar en omfattande publikundersökning som genomförts inom museet att det finns ett stort positivt intresse för museets verksamhet. Otillräckligt antal buss-

förbindelser och otillräckligt antal parkeringsplatser kan vara en bidragande orsak till det minskade besöksantalet.

Föremåls-samlingarna

Hela det manuella föremålsregistret är nu överfört till databasen. Det rör sig om ca 50 000 poster. Databasen underlättar arbetet med samlingarna avsevärt. Flera typer av bearbetningar som tidigare inte varit möjliga går idag att realisera utan problem. I samband med överföringen har det dock visat sig föreligga flera felaktigheter och inkonsekvenser t ex i form av olika benämningar på samma sak, olyckligt valda sakord, felaktiga numreringar, avsaknad av uppgifter etc. Museet har idag inga resurser att systematiskt rätta till dessa felaktigheter. Det är ännu inte lämpligt att låta besökare själva använda systemet. För detta fordras vidare anpassning och förbättring av säkerheten. Nätverkets centraldator, den s k servern, har fått utökad minneskapacitet.

Under året har ca 70 föremål förts till samlingarna, däribland järnstämplar, utrustning för däcksdubbning, en plastmaskin, en fotosättningsmaskin, en kallsåg och en ångmaskinsmodell.

Magasin

Den systematiska fotograferingen, och i samband med denna en inventering, har återupptagits i ytterligare ett magasin. I Gysinge har ett avfuktningsaggregat installerats vilket innebär att den relativa fuktigheten kan hållas på en acceptabel nivå i åtminstone ett av magasinen.

Konservering

Under året har en ny konservator anställts. Förutom den vård och konservering som erfordrats i samband med nya utställningar, lån och depositioner, har delar av samlingen i maskinhallen åtgärdats.

Arkivet

En papperskonserveringsateljé har under året iordningställts och en papperskonservator har projektanställts. Konservering av museets värdefullaste ritningar har påbörjats i en första etapp enligt förra årets inventering och program för ritningskonservering.

Ett arkivdatabasprogram har inköpts och anslutits till dokumentationsavdelningens datanätverk. Förteckningsarbetet och sökmöjligheterna i museets industrihistoriska arkiv och ämbetsarkiv och enskilda samlingar har underlättats avsevärt i och med detta.

Bland nyförvärven till museets arkiv kan nämnas en värdefull komplettering av ingenjören och uppfinnaren Helge Palmcrantz' samling.

Några arkivsamlingar har även under detta år överförts till andra arkivinstitutioner.

Bild- och negativarkivet

Uppordningen av museets stora bild- och negativsamlingar har fortsatt med registrering, montering och byten av emballage till syrafria kuvert och kartonger m m.

Till hjälp med bildregistreringen som sedan ett par år tillbaka nu sker på data har en assistent varit anställd. En negativsamling har museet fått som nyförvärv: Fotograf Göran Hanssons fina dokumentation av Forsmarks Kärnkraftstation under åren 1973–1983.

Två av museets äldre negativsamlingar, professor Carl Curmans och Drottning Viktorias har noggrant gåtts igenom av en av museets fotografer. Vid registreringen gjordes samtidigt en skadeklassificering samt "första hjälpen" på varje negativ. Skadeklassificeringen syftar till att vid senare tillfällen plocka fram negativen för att åtgärda de olika skadorna.

Bibliotek

Under budgetåret har ett integrerat biblioteksystem installerats. Systemet – Bibelation – är utvecklat i Advanced Revelation, det databashanteringssystem som redan används vid dokumentationsavdelningen.

Bibelation har funktioner för katalogisering, sökning, listuttag (t ex nyförvärvslistor) m m. Sökprofiler kan sparas. Auktoritetsregister finns för kontroll av namnformer. Vid registreringen följs internationella standarder för katalogisering. En annan fördel är den genomtänkta utformningen av registrering av s k analytiska poster (t ex artiklar i tidskrifter). Härigenom underlättas den kommande uppdateringen av registret över artiklar i Dædalus.

Den manuella bibliotekskatalogen är nu avslutad och forskarna kommer att få tillgång till den datoriserade katalogen genom den PC som ska placeras i läsesalen.

Dokumentation och forskning

Den i samarbete med Skogsindustrierna bedrivna inventeringen och dokumentationen av massafabriker och pappersbruk i Sverige har avslutats under året. Resultatet presenteras i en bok våren 1993. Likaså har projektet Svenska och finländska urmakare avslutats. Arbetet ingår i en bok som avses publiceras i samarbete med Nordiska Museet.

Vidare har Dannemora gruvor, Österby gjuteri och Kvarnvikens kvarn dokumenterats. Museet har tillsammans med andra museer deltagit i en snabbdokumentation av Rönnskärsverken.

Museet har utnyttjats som teknikhistorisk remissinstans och sakkunnig i olika industriminnesvårdande frågor.

Tekniska Museets forskningsnämnd

Nämnden har under året hållit fyra sammanträden. Dess viktigaste åtaganden skisseras nedan.

Nämnden har i stor utsträckning varit engagerad i förberedel-

searbetet inför den stora teknikhistoriska konferens, det årliga mötet med The Society for the History of Technology – (SHOT), som nämnden är värd för 1992 och som skall hållas i Uppsala i augusti.

Nämnden har vidare medverkat i arrangerandet av teknikhistoriska dagar, 22–23 november 1991, på Tekniska Museet i samverkan med Svenska Nationalkommittén för teknikhistoria.

Teknorama

Museets "science center" Teknorama har under året haft 138 825 besökare. 278 grupper har undervisats av teknoramalärarna. Fördelningen mellan grupper har varit följande:

Förskolan och daghem 35, lågstadiet 61, mellanstadiet 118, högstadiet 47 och andra (vuxna m m) 17 grupper; sammanlagt 278 grupper.

Utöver de vanliga visningarna har olika grupper deltagit i studiedagar om teknik enligt följande:

Mellanstadielärare 1, hemspråkslärare 4, högstadieflickor 1, mellanstadiebarn 1, arbetslösa kvinnor (AMU) 7 grupper; sammanlagt 14 grupper.

Dockteaterspelet "De mäktiga fem", som utvecklades med stöd av FRN, Forskningsrådsnämnden, spelades på Teknorama 26 gånger under sommar och höst. Ca 650 besökare i alla åldrar såg det. Teknikådan "De mäktiga fem" som designades i anslutning till dockteatern, tillverkades av samtliga deltagare i de studiedagar för hemspråkslärare som ordnades under hösten.

Den 9 maj 1992 invigdes Teknoramas nya interaktiva utställning "Teknikhistoriskt kalejdoskop" med ca 75 experimentstationer om teknik- och vetenskapshistoria från forntid till framtid. Efter invigningen fortsatte arbetet med rekrytering och utbildning av ny personal samt förberedelse av studiematerial.

Basutställningar

Under året har utredningar rörande omgestaltning av Maskinhallen, Gruvan, Järn och Stål och Kgl Modellkammaren fortsatt.

Den 8 maj öppnades Teknorama II, Teknikhistoriskt Kalejdoskop, i Teknoramabyggnaden.

Utställningen Stockholmsenergi öppnade den 21 maj.

Tillfälliga utställningar

POJKDRÖMMAR.
EN MECCANOPOJKE BERÄTTAR.
JOHAN AHLBÄCK – ARBETETS MÅLARE.
VÄRLDENS ÅTTONDE UNDERVERK, microminiatyrer.
LUTFISK OCH TOMTEBLOSS, julens kemi.
ELEKTRIFIERING AV JÄRNVÄGAR, historiskt och idag.
HÅLL ÅNGAN UPPE, ångmaskiner i modell.
IPMS OPEN, tävling för plastmodellbyggare.

UNGA FORSKARE.
CYKELMÄRKEN, form och historia.
GALOSCHAN, att arbeta och leva med Helsingborgs Gummifabrik.
SKIFTNYCKELN 100 ÅR.

Föreläsningar Civilingenjör Torsten Ahlqvist: Statisk elektricitet.

1:e intendent Katarina Ek-Nilsson: Folktro i smedjor och gruvor. Polhem, inte bara lås.

Intendent Gert Ekström: Ljud, ljud – från speldosa till CD (två gånger).
Cykel och snabbfoting. Teknikens stilhistoria.
Våra vägar och vägtrafik. Kommunikationer runt Stockholm. Buss på Stockholm. Busskarosser, tillverkning och utveckling. Varmlufts- och gasballonger genom historien. Från löphjuling, velociped till microbike.

Intendent Gunilla Englund: Koka, steka, grilla. Att göra guld – alkemistens stora dröm (tillsammans med Johan Håkans). Öppen härd och dataspis. Glassens teknikhistoria.

Intendent Svante Geggen: "Paddans födelse" och samtida 1950-talsbilar.

Antikvarie Örjan Hamrin: Johan Ahlbäck – arbetets målare.

Museilärare Johan Håkans, Intendent Gunilla Englund: Lutar fisken? Julens kemi. Får det vara gammaldags vanilj eller modern?

Museilärare Doris Lindh, Intendent Gunilla Englund: Vi ska bli ingenjörer vi! Internationella kvinnodagen.

Professor C-G Nilson: Meccanopojke blir civilingenjör.

Professor Venkat Rao: En dag med supraledare.

Ingenjör Carina S:son-Wigren: Skogen, kvinnan och tekniken.

Intendent Kerstin Westerlund: Energisk energipromenad. Samuel Owen på Tekniska Museet (två gånger). Sox och Nox – miljöns värstingar (två gånger).

Familjedagar Under tiden sept–maj har hållits 11 familjedagar på följande teman: Två söndagar med lådkamerabygge samt fotografering. Meccanodag – bygge och tävlingar, Modellflygets dag, Lekdag med Tekniska museets vänner, Nu är det jul igen – gör dina egna julkort, Ballongbygge, Skruva, pilla – hur ser apparater ut inuti, Cykelns dag, Lutar fisken – juliga kemiexperiment och Julgrans-

plundring med fyrverkeri – kemiexperiment.

Årets sportlov hade temat energi. Ångmaskiner, vattenhjul, generatorer och lampor demonstrerades. Under rubriken Kemisk energi-energisk kemi visades kemiexperiment. I barnverkstaden byggde barn med skräp efter Beatriz Florez modeller efter egen fantasi.

Undervisning

Under året har 1 038 grupper undervisats av museets museilärare. Undervisningen fördelar sig mellan stadierna på följande sätt: Förskolan 49, lågstadiet 98, mellanstadiet 336, högstadiet 207, gymnasiet 87 och vuxna 261.

Undervisningen har utökats och fördjupats genom flera s k halvdagsprogram, då eleverna utöver visning och demonstrationer också får göra egna experiment. Denna verksamhet har visat sig vara uppskattad. Nya program för det gångna året har varit: Kemi för högstadiet och gymnasiet, Det tryckta ordet, Foto/optik för mellanstadiet och El-experiment för högstadiet.

Övrigt

Den 26 juni deltog museet i projektet "Vår roliga historia" i Kungsträdgården. Bl a visades museets nyrenoverade Renault från 1901.

Museidirektör Inga-Britta Sandqvist deltog, i egenskap av ledamot av Executive Committe inom CIMUSET, de tekniska museernas samarbetskommitté inom ICOM, UNESCO, i dess årsmöte i Rom den 16–20 september 1991 och deltog på inbjudan av American Association of Museums som föreläsare i dess årsmöte i Baltimore, USA, den 27–29 april 1992.

Publikationer

Museets årsbok Dædalus 1992 omfattar ett 15-tal artiklar och notiser och utkom under november månad.

Huvudmän och styrelse

Stiftelsen Tekniska Museets beskyddare är H M Konungen. Hedersledamöter är Åke Martenius och Curt Nicolin.

Valda huvudmän är:	*Representerar:*
Direktör Curt Andersson	Industriförbundet
Direktör Sten Nordberg	”
Direktör Lars-Göran Rosengren	”
Civilingenjör Ingrid Bruce	Sv Civ ing förb
Civilingenjör Mats B-O Larsson	”
Förbundsdirektör Sven Magnusson	”
Civilingenjör Torbjörn Larsson	Sv Uppfinnarefören
Docent Sam Nilsson	”
Ingenjör Erik Wångby	”
Direktör Orvar Nyquist	IVA

Professor Jan Hult	IVA
Docent Bengt Thulin	”
Museichef Fred Andersson	Staten
1:e intendent Barbro Bursell	”
Generaldirektör Birgit Erngren	”
Riksdagsledamot Elisabeth Fleetwood	”
Professor Kerstin Fredga	”
Metallarbetare Göran Johnsson	”
Museidirektör Per Kåks	”
Docent Ulf Lindström	”
Riksdagsledamot Ingela Mårtensson	”
Landstingsråd Knut Nilsson	”
Docent Marie Nisser	”
Museichef Per Ragnarsson	”

Av huvudmännen utsedd styrelse:	*Representerar:*
Tekn dr Torsten Lindström	Industriförbundet
Generaldirektör Jan Olof Carlsson	Sv Civiling förb
Civilingenjör Arne Bergström	Sv Uppfinnarefören
Direktör Lars Sundblad	IVA
Informationschef Annagreta Dyring	Staten
Professor Lennart Holm	”
Avdelningschef Christian Laine	”
LO:s sekreterare Margareta Svensson	”

Huvudmännen har under året haft två protokollförda sammanträden, styrelsen sex.

Personal och organisation

Till ny museidirektör efter Erik Lundblad, som 1991-06-30 avgick med pension, har från 1991-07-01 utsetts Inga-Britta Sandqvist. Museet har under året varit organiserat i fyra avdelningar, en administrativ avdelning med byrådirektör Christer Welin som chef (t o m 92-04-30), en dokumentationsavdelning med 1:e intendent Jan-Erik Pettersson som chef, en undervisnings- och informationsavdelning med 1:e intendent Katarina Ek-Nilsson som chef (t o m 92-06-30) och en science-centeravdelning, Teknorama, med museidirektör Inga-Britta Sandqvist som chef.

Museet, med anknutna stiftelser, har under året haft 85 tjänster, varav 37 med AMS-bidrag. Utöver detta sysselsatte museet ca 50 personer som extraanställda guider och vakter, varav 20 personer som helgvakter.

Under verksamhetsåret har ett omfattande program för kompetensutveckling genomförts och ett arbete kring jämställdhetsfrågor inletts. En inledande undersökning kring hälso- och arbetsmiljöfrågor har genomförts av Statshälsan på uppdrag av museet.

I samband med Scanias hundraårsjubileum besökte en större del av personalen företagets bilmuseum och monteringshallen för lastvagnar i Södertälje.

Höstutflykten för hela personalen gick till flygmuseisamlingarna i magasinet på Arlanda och till Sala silvergruva. Vårutflykten gick till Arbetets museum och Stadsmuseet i Norrköping.

Tack Styrelsen för Stiftelsen Tekniska Museet vill rikta ett tack till alla – stat, kommuner, myndigheter, organisationer, företag och enskilda – som genom anslag, bidrag och gåvor stött museet och dess verksamhet. Ett speciellt tack riktas till Tekniska Museets Vänner, som aktivt verkar för museet inom alla dess områden.

Styrelsen vill också tacka museets personal för alla insatser under det gångna verksamhetsåret.

Telemuseum

Verksamheten under 1991

Telemuseum är ett specialmuseum för telekommunikationshistoria. Museet drivs i anslutning till Tekniska Museet med bl a gemensam administration. Verksamheten grundas på ett avtal mellan Stiftelsen Tekniska Museet och Televerket, vilka i Telemuseums nämnd har ett samarbetsorgan som behandlar frågor av större vikt för museets verksamhet. Denna finansieras huvudsakligen genom anslag från Televerket.

Telemuseums nämnd

Nämnden har under året hållit fyra sammanträden, varvid främst behandlats frågor rörande utställningar, utåtriktad verksamhet, dokumentationsverksamhet, personal, utbildning, lokaler, planering av verksamheten, samarbetet med Tekniska Museet, Televerket m fl organisationer samt ekonomi.

Utställningar

BASUTSTÄLLNINGAR

Informationsteknologi. Den kontorssystemmiljö, som planerades inom ramen för det s k INFORMA-projektet, har fullbordats och använts i museets undervisning för skolklasser såväl vår- som höstterminen. Miljön, som populärt kallas "Kontorama", invigdes den 24 maj med deltagande av ca 200 inbjudna gäster. Planeringsarbete för att förverkliga vissa andra delar av INFORAMA-projektet inom Telemuseibyggnaden har utförts men bordlagts bl a p g a svårigheter att lösa lokalfrågorna.

Arbetsbil – Volvo Duett. En Volvo Duett, som under 1960–70-talet fungerat som arbetsfordon inom Televerket, har tillförts museet. Den har restaurerats av Volvo och Televerket och utrustats enligt original. Den är fullt körbar och kan tagas ut för användning i bilparader och rallyn.

Fönsterdekorationer. I syfte att få förbipasserande personer att observera museet har åtta fönster mot Djurgårdsbrunnsvägen försetts med belysta textilmålningar och transparenta tryck. Avsikten är att senare utöka antalet fönster som dekoreras på olika sätt.

TILLFÄLLIGA UTSTÄLLNINGAR

Telefonkonst. Den utställning med konstverk utförda med telefonapparater som grund av konstnärerna Ulla Friberg och Bino Nord, som öppnades i oktober 1990, har visats till 27 januari 1991.

Fotklor – stolpskor. En utställning om stolpskor (historia, utveckling, säkerhet etc) med Barbro E Sjöström som producent har visats som sommarutställning under perioden 25 juni–7 oktober. Den är baserad på ett dokumentationsarbete kring stolpskor som utförts för museet.

Teletavlor – konst och kuriosa ur Telemuseums samlingar. Utställningen "Teletavlor", med KV Tahvanainen som producent, invigdes den 31 oktober 1991 och kvarstår vid årets slut. Den visar konst och kuriosa som finns i Telemuseums samlingar och som har anknytning till telekommunikation. I utställningen finns bl a grafiska blad av Carl Akrell, originalteckningar till lyxblanketter, föremål som exemplifierar formgivning av telefonapparater etc.

EXTERN UTSTÄLLNINGSVERKSAMHET

Telemuseum har medverkat med telehistorisk utställning i samband med anordnande av "Öppet hus" vid Teletjänsten i Sundsvall den 23 februari.

Utställningen "Fiberoptisk kommunikation" har visats i Skellefteå dels vid Teli 15 maj–20 september och del på Expolaris 23–27 september.

Programverksamhet

Liksom tidigare år har Sveriges Sändaramatörer bedrivit sin verksamhet i Tekniska museets och Telemuseums amatörradiostation.

Film- och videovisning har särskilt lördagar och söndagar men även i viss utsträckning på vardagar genomförts i museets samlingssal.

Särskild programverksamhet har genomförts enligt följande:

23 februari–3 mars ordnades särskilda aktiviteter för ungdom i samband med stockholmsområdets sportlovsvecka. Arrangemangen var av traditionellt slag med radiostudio, lyssnarhörna, telefonmontering, film- och videovisning samt sportlovstävling med bokpriser. Andra aktiviteter var särskilda barn- och familjevisningar i museet samt under de sista fyra dagarna demonstration av ljudeffekter från Riksradions teateravdelning i anslutning till kåseri av Hans Edelskog.

Den 13 mars genomfördes ett samarrangemang med Tekniska Museets Vänner, varvid "Kontorama" visades för medlemmarna under rubriken "Nyaste nya i kommunikation på kontor".

En trafikinformationsdag ordnades den 24 mars. Härvid demonstrerade Sven Roland Engström Radio Stockholms trafikinformationsverksamhet och trafikpoliser demonstrerade polisens nya utrustning för videofilmning vid trafikövervakning.

Den 7 april hölls "Öppet hus" på Telemuseum. Avsikten var att ge museets besökare tillfälle att se utrymmen som annars inte är

öppna för allmänheten. Således ordnades gruppbesök i föremålsmagasinen med information om insamlingsarbete m m. Vidare visades LM-rummet, "Kontorama" och allmänhetens rum samt lämnades information om arkiv och bibliotek.

10–11 maj inbjöds scouter, deltagande i ett internationellt scoutläger – Stockholm Venture, sponsrat av Televerket – att besöka Telemuseum med visningar och särskilda aktiviteter anordnade av Televerket. Nära 800 scouter hörsammade denna inbjudan.

Den 29 juni anordnades den s k Furusundsdagen av Furusunds Kulturförening, varvid Telemuseum deltog med visning av den optiska telegrafen i Furusund – ett unikt tillfälle för allmänheten att se stationen invändigt.

Den s k "Tele-Duetten" (se ovan under utställningar) har deltagit i evenemang externt vid några tillfällen: Den 2 juni på uppdrag av Televerket i samband med Stockholm Maraton, den 8 juni i veteranbilsevenemang vid Taxinge slott och den 24 augusti i rallyt Kaknäs – Lidingö i anslutning till Svenska Volvo/PV-klubbens höstträff. Vid dessa tillfällen har Duetten kompletterats med skärmar med PR för Telemuseum.

Under veckoslutet 9–10 november genomfördes temadagar på museet varvid Kjäll Fröderberg och Per-Åke Körvell lät besökarna spela sina önskeskivor från radiohusets grammofonarkiv. Vidare gavs möjligheten att lyssna på gammal och ny ljudåtergivningsapparatur, att se utställningen "Fiberoptisk kommunikation" eller att bli informerad om s k plustjänster av personal från Televerket.

Den 29 november deltog Telemuseum i arrangerandet av Tekniska Museets Vänners Oscarsträff, vars förläggning till telemuseum blivit en tradition. Förutom supé och dans bjöds deltagarna på ett kåseri av Anders Franzén om svenska flottans numerär och äventyr genom åren.

Undervisning

Undervisningen vid museet har riktats till skolklasser och andra besökande grupper. Den har huvudsakligen genomförts av Telemuseums egen personal, av personal från Televerket samt beträffande visningar även av Tekniska Museets lärarpersonal. Färdigställandet av "Kontorama" har inneburit en betydande omstrukturering av undervisningen i riktning mot grupparbetsverksamhet. Program har utvecklats för arbetet med "Kontorama" och vid sidan av detta har påbörjats programutveckling också för grupparbete med det historiska materialet i museet. Bokningen för visningsverksamheten har handlagts av Tekniska Museet och för grupparbetsverksamheten av Televerket.

Föremålssamlingarna

Telemuseums föremålssamlingar har under året genom gåvor och inköp tillförts ca 230 föremål.

Arkiv och bibliotek

Telemuseums arkiv och bibliotek har under versamhetsåret 1991 genom gåvor och inköp tillförts 22 arkivhandlingar, 19 böcker och häften samt 4 fotografier.

Arkiv och bibliotek har anlitats av forskare och skribenter. Besöken har gällt teknik, personhistoria, statistiska uppgifter, bildsökning m m. Liksom tidigare år har ett stort antal besökare i arkiv och bibliotek utnyttjat äldre årgångar av telefonkatalogen.

Utlåning och deposition

Utlåning och depositioner av föremål ur museets samlingar har skett för längre eller kortare tid för användning i utställningar och teaterpjäser samt för filmning och fotografering. I en del fall har oregistrerade rekvisitaföremål utnyttjats. Låntagare/depositionsmottagare har huvudsakligen varit Televerket (bl a Fotokontoret, telebutiker, telekontor och Teli), Sveriges Radio, museer, hembygdsföreningar, teatrar, tidningar samt foto-, video- och filmateljéer m fl.

Fotografering och filmning av registrerade originalföremål har normalt endast fått ske inom museet.

Dokumentation

Dokumentation av Haparanda telefonstation har 4–7 mars genomförts med intervjuer, fotografering, videofilmning, insamling av arkivmaterial och i viss mån även föremål.

Inför produktionen av utställningen "Fotklor – stolpskor" gjordes av Barbro E Sjöström under våren och försommaren en dokumentation av stolpskor (tillverkningsmetoder, modeller, utveckling, säkerhetsfrågor m m).

Inom ramen för samverkan med Riksradion har inventering och fotografering gjorts av radiohistoriska föremål i Sundsvall, Umeå, Luleå och Falun 3–7 juni. Riksradion har svarat för rese- och traktamentskostnader för detta arbete.

Mikrofilmning av Rikstelefonkatalogen har påbörjats under hösten och förts fram till 1905 års upplaga.

Arbete med dataläggning av museets bildregister har fortsatts under året.

Bandupptagningar av intervjuer med personer med anknytning till telekommunikationsverksamhet. Intervjuerna har berört tidig amatörradio, hembygge av rundradiomottagare, tidig telefoni, användning av stolpskor, arbetsförhållanden inom Televerket m m. En intervju har gjorts med Lisa Janssen, som anses vara landets första "hallåa" med verksamhet i Radio Jönköping redan 1924.

Uthyrning av lokaler

Lokaler inom Telemuseum, samlingssalen, Telegrafstyrelsens sessionsrum och entréhallen har hyrts ut för sammanträden, konferenser, kurser och samkväm. Bland institutioner och organisationer som utnyttjat lokalerna kan nämnas Televerket, Tekniska

Museet, TMV, LM Ericsson, föreningar för teknik och forskning samt andra ideella föreningar.

Som regel har debiterats en hyra, som fram till 30 juni var 350 kronor. Därefter har hyran för samlingssalen varit 1 000 kronor per tillfälle och för sessionsrummet 2 000 kronor per tillfälle.

Besökare

Antalet besökare har under år 1991 varit 113 000 personer inberäknat enskilda besökare, skolklasser och andra grupper. Detta innebär en väsentlig minskning, nämligen ca 18 000 personer mindre, jämfört med föregående år. Minskningen är särskilt påtaglig under årets första månader samt under juli månad. Orsaken är svår att bedöma beträffande den tidigare perioden, men minskningen under juli månad kan med stor sannolikhet hänföras till den minskade turisttillströmningen i Stockholm både beträffande utlandsturister och svenska turister. Juli brukar vanligtvis höra till årets bästa besöksmånader. Vidare kan påpekas att Stockholm-museerna med få undantag visat minskade besöksfrekvenser. Detta gäller även Tekniska Museet som under 1991 haft ca 40 000 färre besökare än under 1990. Åtgärder som kan höja antalet besökare torde vara en bättre och effektivare marknadsföring i samverkan mellan Tekniska Museet och Telemuseum samt specifikt för Telemuseums arrangemang för att i större utsträckning få Tekniska Museets besökare att också gå till Telemuseum. En planerad åtgärd som kommer att verka i denna riktning är byggandet av en förbindelsegång mellan Kontorama-byggnaden och Telemusei-byggnaden, något som har förutsättningar att kunna förverkligas inom en relativt snar framtid.

Besökande grupper, totalt 225, har kommit från bl a Televerket, Ericsson, försvaret, skolor, förtag och föreningar. Grupper av utländska besökare har tillförts museet i samband med arrangemang ordnade av Televerket och Ericsson.

Antalet besökande skolklasser som fått visning av museilärare eller som deltagit i temaverksamhet har varit ca 170 (varav ca 130 till "Kontorama"), uppskattningsvis 4 200 elever, vilket innebär en ökning med ca 40 % jämfört med föregående år. Siffrorna visar att en förskjutning har ägt rum från visningar till temaverksamhet, särskilt den som bedrivs inom "Kontorama". "Kontorama" svarar också i hög grad för ökningen av verksamheten.

Information

Information om Telemuseums verksamhet har lämnats i den s k museirutan som publiceras varje vecka i de stora Stockholmstidningarna. Återkommande annonsering har skett i publikationer som TeleVärlden, Träffpunkt Stockholm, Buss på Stockholm och Aftonbladets "Stockholms Lustgård". Vidare har annons varit införd i Röda boken, Vägvisaren, Röda Sidorna, Tågturist, Nord-

stjärnan, Utställningstidningen, Stockholmskartan och Sommar-Stockholm. I en del fall har det rört sig om samannonsering med Tekniska Museet. Inför evenemang har information lämnats genom brevutskick till intressanta grupper såsom pensionärer och medlemmar i Tekniska Museets Vänner.

Telemuseums verksamhet och program har också presenterats i Tekniska Museets visningskatalog och programblad samt i Tekniska Museets Vänners informationsutskick.

Administration

Administration av Telemuseum har ombesörjts av Tekniska Museet.

Museets resurssituation

Telemuseum har liksom tidigare år av Televerket beviljats de anslag som av Telemuseums nämnd begärts för verksamheten. Detta har betytt att museet måste sägas ha haft goda resurser för den avsedda verksamheten under det gångna året. Att den avsedda förnyelsen av museet genom det s k Inforama-projektet inte har kunnat fullföljas har således haft andra orsaker än bristande ekonomiska resurser, nämligen bl a svårigheten att lösa lokalfrågorna. Däremot har den resurskrävande verksamheten med "Kontorama" kunnat utvecklas med ett mycket positivt resultat.

På bristsidan kvarstår behovet av ökade utrymmen för arbetsplatser samt för bibliotek, arkiv och förråd. Vidare saknar museet ändamålsenligt utrymme för negativarkiv. Diskussioner har inletts med Tekniska Museet i syfte att söka gemensamma lösningar på lokalproblemen.

Ekonomi

Televerkets huvudkontor har godkänt den för 1991 uppgjorda driftkalkylen och i anslutning härtill tilldelat Telemuseum 11 569 000 kronor för driften av museet.

Förslag till driftkalkyl för åren 1992 och 1993 samt prognos för kostnadsutvecklingen åren 1994 och 1995 har inlämnats till Televerkets huvudkontor.

Förslaget till driftkalkyl för år 1992 har godkänts av Televerkets generaldirektör enligt skrivelse av den 4 februari 1992.

Nämndens sammansättning

Av Televerket utsedda ledamöter:
Informationsdirektör Uno Grönkvist
Tekniske direktören Kurt Katzeff, t o m 17 juni
Civilingenjör Anders Carlsson, fr o m 18 juni

Av Stiftelsen Tekniska Museet utsedda ledamöter:
Direktör Gösta Lindberg
Museidirektör Erik Lundblad, t o m 30 juni
Museidirektör Inga-Britta Sandqvist, fr o m 1 juli

Av Televerket utsedda suppleanter:
Avdelningsdirektör K-V Tahvanainen
Överingenjör Evert Jarnbrink

Av Stiftelsen Tekniska Museet utsedda suppleanter:
Tekn lic Lars Arosenius
Vice museidirektör Inga-Britta Sandqvist, t o m 30 juni
Intendent Michael Lindgren, fr o m 1 juli

Som ordförande i nämnden har fungerat museidirektör Erik Lundblad, t o m 30 juni, och museidirektör Inga-Britta Sandqvist, fr o m 1 juli.

I nämndens överläggningar har museets chef Lennart Steen deltagit som adjungerad ledamot, tillika nämndens sekreterare.

Personal

Verksamheten vid Telemuseum har letts av museets chef Lennart Steen med förste intendent Owe Stéen (pension fr o m 1 augusti) som bitr chef. Vid Telemuseum har i övrigt 18 personer varit anställda. Extra personal har engagerats som museivärdar under helger m m. Tjänster för administration och ekonomi m m har köpts av Tekniska Museet.

Tack

Telemuseums nämnd vill rikta ett särskilt tack till alla som på olika sätt stött museets verksamhet under år 1991. Icke minst gäller det alla medverkande – artister, tekniker, föreläsare och andra – i utställningar och evenemang som ordnats under året i Telemuseum. Nämnden vill också tacka Telemuseums personal och personal inom Tekniska Museet, med arbetsuppgifter för Telemuseum, för alla insatser under det gångna året. Ett speciellt tack riktas till Erik Lundblad, som den 1 juli 1991 lämnade sin tjänst som chef för Tekniska Museet och därmed också ordförandeskapet i Telemuseums nämnd, där han gjort värdefulla och uppskattade insatser.

Tekniska Museets Vänner

Verksamhetsberättelse för 1991

Styrelsen har under året utgjorts av *ordförande*, Generallöjtnant Nils Sköld, *vice ordförande*, Tekn dr Torsten Lindström, *andre vice ordförande*, Prof em Carl-Göran Nilsson, *sekreterare*, Museidirektör Inga-Britta Sandqvist.

Ledamöter: Antikvarie Anna von Ajkay, Tekn direktören Hans Andersson, Kamrer Curt Björklund (tillika skattmästare), Marindirektör Curt Borgenstam, Intendent Gert Ekström, Civilingenjör Sven G Fagerlind, Doktor Anders Franzén, Civilingenjör Olof Hörmander, Aeronaut Per E Johansson, Programmerare Håkan Ljungqvist, Direktör Bo Molander, Fil kand Bengt V Nilsson, Civilingenjör Lars Norling, Direktör Gunnar Nyberg, Förste intendent Lennart Steen, Fil dr Per Sörbom, Produktchef Marianne Tranhammar, Arkiv- och museichef Ingrid Wahlund, Ingenjör Inger Wiik och Ingenjör Erik Wångby.

Revisorer: Revisor Ulf Egenäs (ord), Revisor Jan Ehnborg (suppl), Tekn lic Rune Glimenius (ord), Docent Kjell Fransson (suppl).

Valberedning: Fil dr Per Sörbom och Ingenjör Erik Wångby.

Hedersledamot: Tekn dr Håkan Sterky.

Tekniska Museets Vänner (TMV) är en aktiv stödförening för stiftelsen Tekniska Museet med 1 538 medlemmar. Stödet till museet sker främst genom att TMV garanterar utgivningen av museets årsbok Dædalus, Sveriges äldsta teknikhistoriska publikation utgiven sedan 1931. Alla medlemmar får denna årsbok.

För 1991 års utgåva av Dædalus har avsatts 110 000:- kronor. Till nyanskaffning och vård av museets föremål har avsatts 50 000:- kronor. Till TMVs och Tekniska Museets familjedag har bidrag utgått med 10 000:- kronor.

TMV deltar aktivt i museets verksamhet men ordnar också själva ett antal föredrag, visningar och utflykter.

Årsstämma hölls 1991-04-25 med ett 60-tal medlemmar närvarande. Vid stämman godkändes 1990 års verksamhetsberättelse samt resultat- och balansräkning. Styrelsen och skattmästaren beviljades full ansvarsfrihet. Val av styrelse, revisorer och valberedning gjordes och sammansättningen framgår i ingressen. Ordföranden, generallöjtnant Nils Sköld, avtackade den avgående sekreteraren, museidirektör Erik Lundblad. Efter stämman höll direktör Bo Molander ett mycket uppskattat föredrag om Storkyrkan och dess dolda skatter med teknikhistorisk anknytning.

Styrelsen har under året haft två protokollförda sammanträden.

Arbetsutskottet har bestått av Nils Sköld, Inga-Britta Sandqvist, Carl-Göran Nilson, Bo Molander, Inger Wiik och Curt Björklund.

Medlemsutskottet har bestått av Bo Molander, Katarina Ek-Nilsson, Carl-Göran Nilson, Lars Norling, Gert Ekström och Curt Björklund.

Programutskottet har bestått av Inger Wiik, Katarina Ek-Nilsson, Carl-Göran Nilson, Marianne Tranhammar, Gert Ekström, Sven Fagerlind och Håkan Ljungqvist.

Klubbmästeriet: Som styrelsens representant i klubbmästeriet har utsetts Anna von Ajkay. Klubbmästare är Olle Jonsson med biträde av Ulla-Stina Nilson.

TMVs medlemsinformation. Redaktionskommitte: Inga-Britta Sandqvist (ansvarig utgivare), Bo Molander, Carl-Göran Nilson och Inger Wiik.

Programutskottet och medlemsutskottet har under året gjort fyra utskick av TMVs nya INFO.

Programutskottet har anordnat följande sammankomster och utflykter:

23 januari Besök på "Tom Tit's Experiment", Södertälje. Mötesarrangör Joe Johnsson.

13 mars Nyaste nya i kommunikation på kontor: Lennart Steen och Svante Geggen, Telemuseum, informerade och demonstrerade.

16 april Vasa i sitt nya museum, Galärvarvet, Djurgården. Anders Franzén berättade och förevisade.

25 april Årsmöte.

11–12 maj Vårutflykt till Dylta rödfärgsbruk, Länsmuseet och Tekniska museet i Örebro.

7 september Bussutflykt till Pythagoras sekelskiftesfabrik i Norrtälje och Roslagens Luftvärnsregemente LV3.

19 september Besök vid Stockholms Modelljärnvägsklubb på Rosenlundsgatan i Stockholm.

16 oktober Betydelsen av patent och betydelsefulla patent. Kåseri, raljeri och allvar om patent och innovationer av TMV-medlemmen och SRK:s ordförande Gunilla Forssell m fl.

29 oktober "Alla mellan antenn och jord". Besök vid ELFA där Per G Lindberg m fl berättade och visade nyheter.

17 november Familjedag i samarbete mellan TMV och Tekniska Museet.

29 november Oscarsträff på Telemuseum med Anders Franzén som hedersgäst och underhållare. Sång, musik och dans.

2 december Besök vid Arlanda Flygskola arrangerat av SRK.

Dædalus. Årsboken utkom i december. Innehållet berörde många ämnesområden som till exempel Jan Myrdals meccanobyggen, svensk glasindustri, gruvdrift, vallonsmide, skogsavverkning och andra intressanta områden inom svensk teknikhistoria.

Ekonomi. Föreningens ekonomi redovisas i bifogade resultat- och balansräkning.

Torsten Althins minnesfond

Verksamhetsberättelse 1991

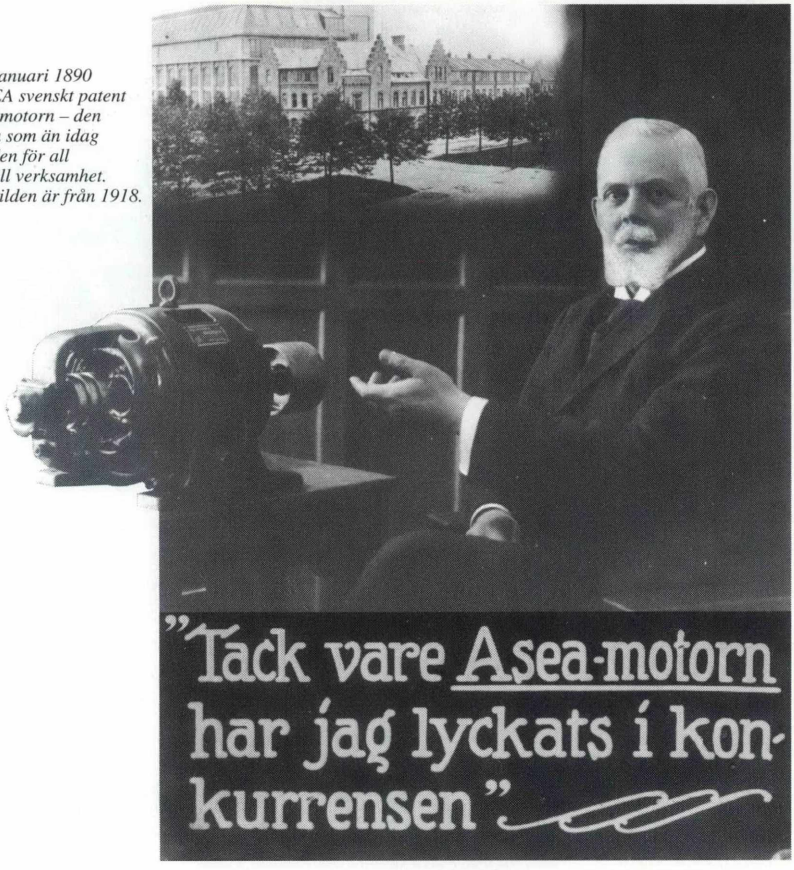
Styrelsen bestod under året av Nils Sköld, ordförande, Inga-Britta Sandqvist, Göran Grimvall och Jan-Erik Pettersson.

Styrelsen har hållit 1 protokollfört sammanträde.

Stipendium har tilldelats: Avdelningen för vetenskapshistoria vid Uppsala Univeristet för anordnande av Teknikhistoriska dagarna på Tekniska Museet 22–23 november 1991. Stipendiet uppgick till kronor 30 000:-.

Anslag om stipendiemöjligheter har under året översänts till universiteten och högskolorna.

Den 20 januari 1890 fick ASEA svenskt patent på trefasmotorn – den drivkälla som än idag är grunden för all industriell verksamhet. Annonsbilden är från 1918.



ABBs energiteknik bygger samhället

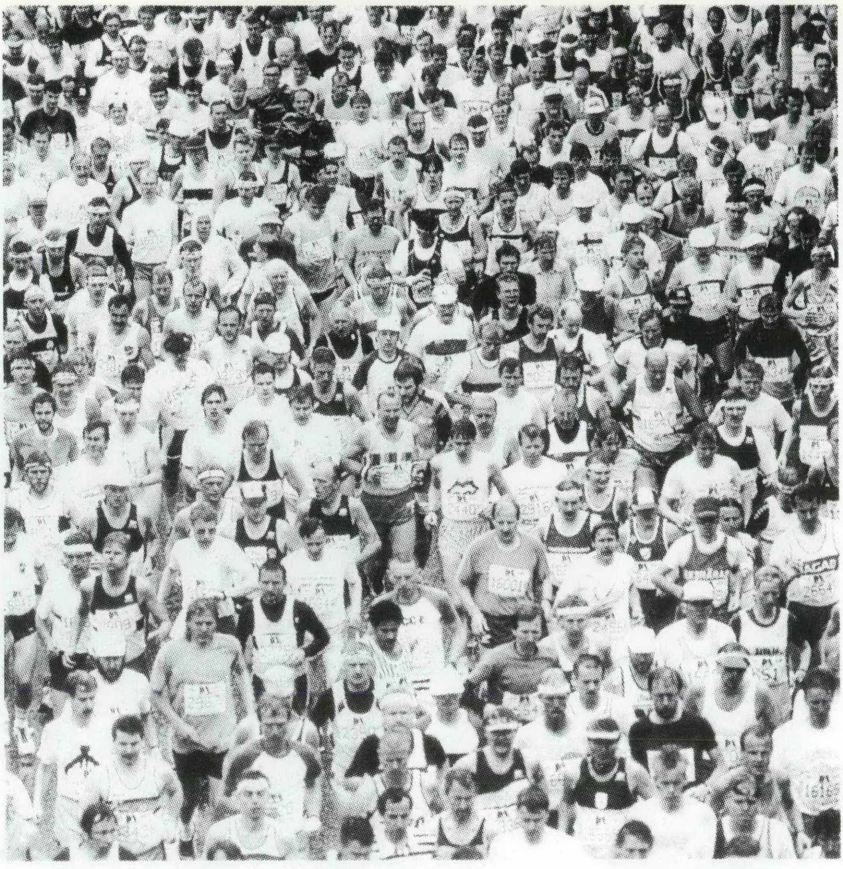
Energiteknik är ABBs huvudinriktning sedan mer än 100 år.

Idag är vi 200 000 medarbetare i 140 länder. Vi finns nära våra kunder, kan de lokala marknaderna och känner deras krav. Vi är en av världens ledande koncerner inom det elektrotekniska området. Vår verksamhet sträcker sig från system för överföring av högspänd likström till mikroelektronik. Från miljövänliga kolkraftverk till industrirobotar. Från elektriska lok till processtyrning.

I morgon kommer vi att ha produkter som alstrar elkraft vida effektivare, spar än mer energi och skyddar miljön långt bättre. Vi ska fortsätta att investera långsiktigt och målmedvetet för samhälle, industri och hushåll.

Asea Brown Boveri
721 83 Västerås
Tel 021-32 50 00

ABB
ASEA BROWN BOVERI



Kärnkraft är ett ekonomiskt och miljövänligt sätt att producera elektricitet

Alla behöver energi i det långa loppet

ABB Atoms kunnande inom kärnkraftområdet bygger på mer än 40 års erfarenhet.

Vi levererar säkra och tillförlitliga kärnkraftverk, kärnbränsle och service och bidrar aktivt till kärnkraftens fortsatta utveckling.

ABB Atom fortsätter tillsammans med Combustion Engineering, USA, ABB Reaktor, Tyskland och ABB´s övriga samlade resurser att flytta kärnkraftens tekniska och ekonomiska gränser framåt - till förmån för våra kunder och vår miljö.

ABB Atom
721 63 Västerås
Tel 021-34 70 00
Telefax 021-18 94 71

ABB
ASEA BROWN BOVERI

Steget före mot

framtidens kombinationer

genom avancerad forskning

och utveckling.

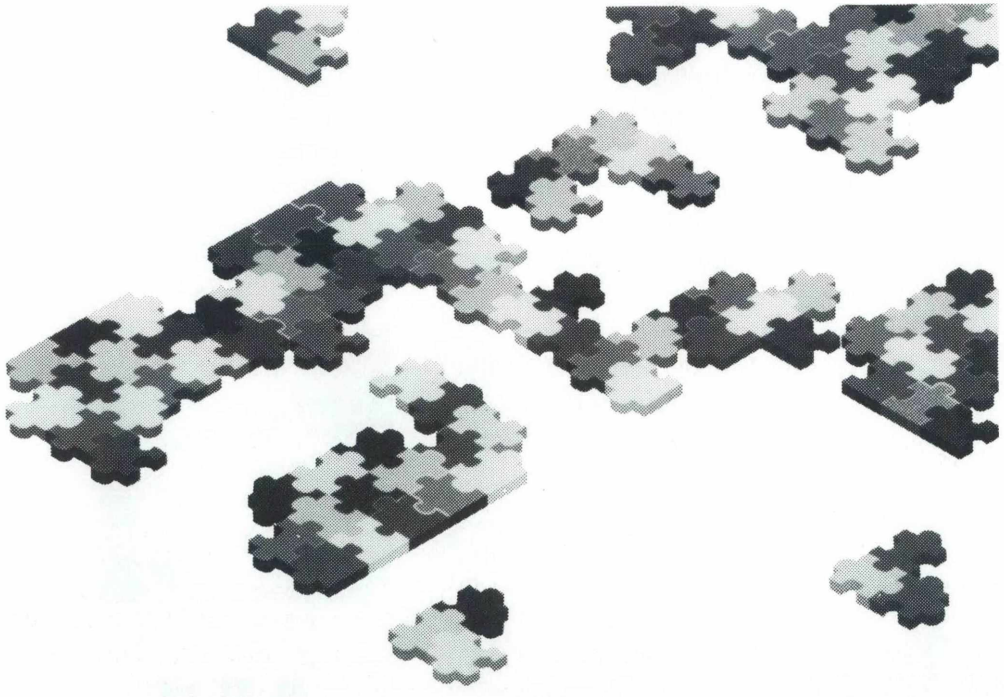


ABB Corporate Research

Personalavdelningen, 721 78 Västerås.

ABB

ASEA BROWN BOVERI

”Nu sker stora förändringar på ABB i Ludvika. För att vi tror på framtiden”

Förändringens vind blåser inom ABB i Ludvika. Våra kunder kommer att märka detta genom att vi ska leverera snabbare och bli mer flexibla.
Vårt sk T50-program är ett helt nytt tänkesätt för industriarbete. Ut med monotona ensidiga arbetsuppgifter. In med målstyrning och varierande ansvarsfulla arbeten.

Varje medarbetare kommer att få mer att säga till om, men också ett större ansvar. Det handlar inte om att jobba hårdare, utan vi skall försöka jobba ännu smartare. Genom att utveckla medarbetarnas kompetens kommer vi att kunna ge våra kunder ännu bättre service och därigenom stärka vår konkurrenskraft.

Hela det här arbetet med att förändra ABB i Ludvika görs för att vi vet att vi har en mycket intressant framtid inom kraftöverföringsområdet. Allt talar för att marknaden kommer att växa snabbt längre fram på 1990-talet. Lyckas vi med förändringsarbetet kommer vi att vara starka när efterfrågan ökar.

I industriländerna finns det många gamla kraftöverföringssystem med utrustning som behöver bytas ut och moderniseras.

I utvecklingsländerna gör ett snabbt ökande behov av el det nödvändigt att bygga nya överföringssystem och att utnyttja de befintliga näten ännu bättre.

I det nya Europa ökar möjligheterna till samarbete över gränserna. Kraven på elnäten kommer att skärpas, eftersom el alltmer blir en handelsvara.

771 80 Ludvika

ABB
ASEA BROWN BOVERI

Vi stärker svensk industri med produkter den aldrig får se



Gas rymmer oanade möjligheter inom de flesta områden. Gas driver upp produktiviteten, höjer kvaliteten, ökar säkerheten, förbättrar arbetsmiljön och räddar liv. Dessutom ger gas ofta rena miljövinster.

Bättre miljö

Våra gaser har ofta en nyckelroll i utvecklingen mot ett miljövänligare näringsliv. Papper bleks med syrgas, som ersätter klor. Föroreningar i avloppsvatten tas effektivt om hand med hjälp av syrgas. I simhallar används koldioxid i stället för saltsyra. Freoner och haloner som hotar ozonskiktet kan till stor del ersättas med betydligt skonsammare gaser.

I verkstäderna minskar skyddsgasen Mison risken för trötthet, huvudvärk och luftvägsbesvär hos svetsaren.

Ökad produktion

I stålverken kan man öka effektiviteten hos ugnarna genom att tillföra några procent syrgas. Ofta används gas dessutom för att säkra rätt egenskaper både på ytan och inne i godset.

Höjd kvalitet

Gas kan frysa ner livsmedel blixtsnabbt utan att varan förlorar sin fina konsistens. Gas används också för att hålla rätt temperatur på livsmedlen vid förpackning och transporter. Kvaliteten på vårt vanligaste livsmedel, dricksvatten, säkras också med hjälp av koldioxid.

Bättre säkerhet

Gas har en nyckelroll för säkerheten vid många industrier. Ett skyddande lager av kvävgas hindrar effektivt explosion vid lagring av lättantändliga material som bensin, kol och säd.

Medicinska gaser är de vanligaste läkemedlen på våra sjukhus. Här används de för smärtlindring, vid operationer och för att rädda liv.

Nya möjligheter

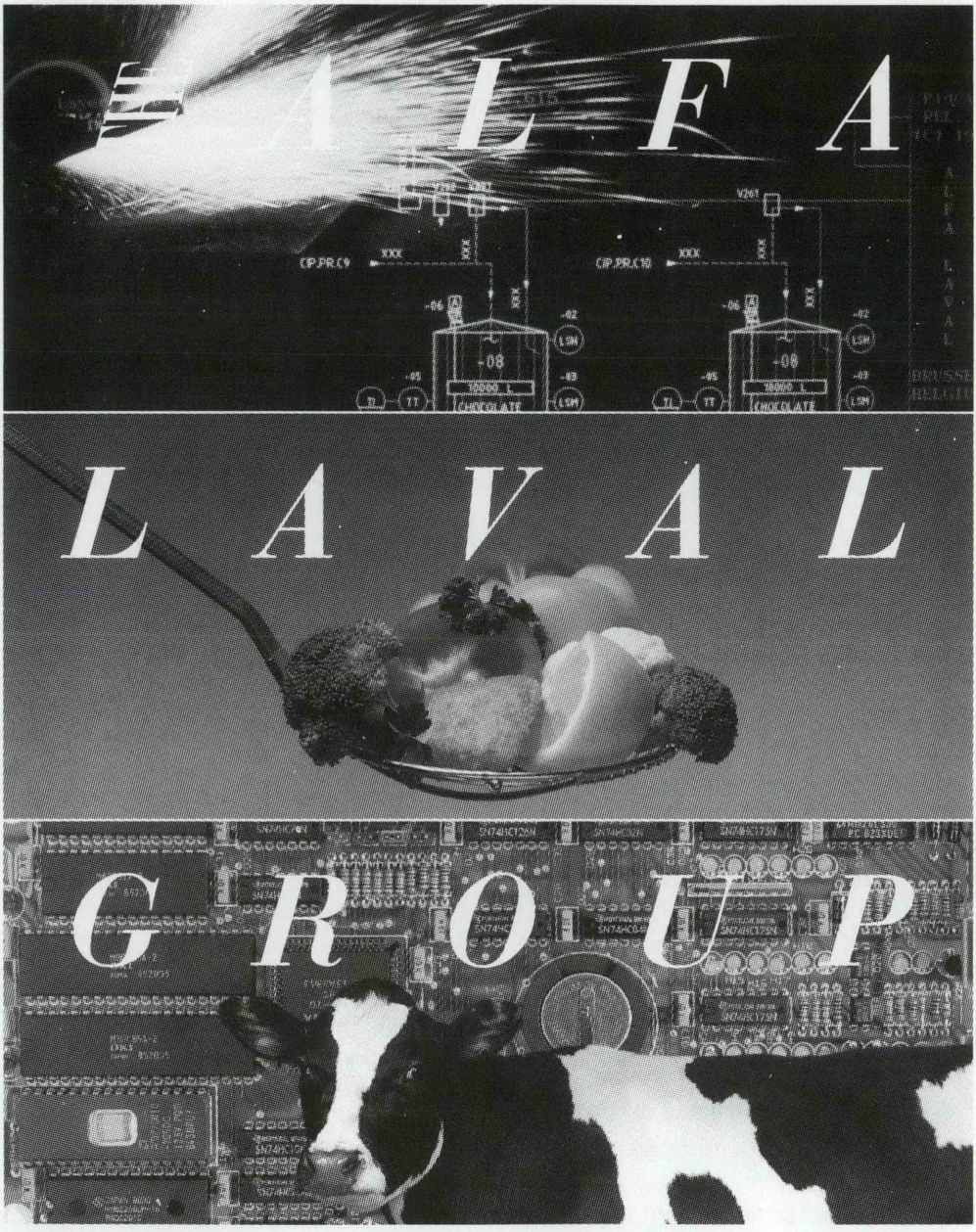
Vi på AGA arbetar i nära kontakt med våra kunder och ger dem fortlöpande impulser till nya problemlösningar. Tillsammans flyttar vi fram svensk industris positioner både hemma och utomlands.

Kontakta oss gärna om du vill veta mer. AGA Gas AB, 172 82 Sundbyberg, telefon 08-757 95 00.

AGA

A G A S K A P A R N Y A M Ö J L I G H E T E R

Hansen & Co Annonsbyrå AB



Vi säljer för 15 miljarder kronor. Vi är 20 000 anställda i mer än 200 företag över hela världen.

Det är Alfa-Laval i dag.

Vi satsar på fortsatt stark tillväxt inom våra tre basverksamheter Industri, Livsmedel och Agri. Både av egen kraft och genom förvärv. Mer än 20 nya företag har kommit till de senaste åren, främst i USA och EG.

Vi leder utvecklingen inom samhällsviktiga områden. Livsmedelsförsörjning, miljövård och energihushållning.

Det är morgondagens Alfa-Laval.

ALFA-LAVAL

INDUSTRI • LIVSMEDEL • AGRI

Nyckeln till världens största maskin



Den moderna telefonen ger dig frihet att kunna vara anträffbar och att kunna nå andra, oberoende av tid och rum. Den är nyckeln till världens största maskin – det alltid öppna telenätet.

Ericsson är en världsledare i utvecklingen av det globala telenätet som har 500 miljoner anknytningar. Var tionde abonnent – mer än 50 miljoner över hela världen – ringer via Ericssons AXE-växel, såväl i de fasta som i de mobila telefonsystemen.

Ericsson är internationellt ledande inom telekommunikation. Koncernen är välkänd för avancerade system och produkter för fast och mobil kommunikation i både allmänna och privata nät. Ericsson är också en ledande leverantör av elektroniska försvarssystem. Koncernen har 66 000 medarbetare och aktiviteter i 100 länder.
Faktureringen 1991 uppgick till 46 miljarder kronor.

ERICSSON

Rymdraket
Barnvagn
Flygplan
Reaktor
Cykel
Tåg
Bil
Bro
Ubåt
Diskbänk
Grävmaskin

förmodligen även UFOs . . .

Svetsning gör det möjligt.
Vi gör svetsning möjlig.

THE ESAB GROUP

Esab AB, Box 8004, 402 77 Göteborg, Tel. 031-50 90 00

BANDVAGN Bv 206 S



De oslagbara fördelarna



* God framkomlighet i all typ av terräng
* Hög dragkraft och backtagningsförmåga
* Splitterskyddande kaross
* Amfibisk
* Lågt marktryck, även vid full last
* Låga driftkostnader, ringa underhåll
* Lastkapacitet överstiger 1.6 ton resp 12 personer

HÄGGLUNDS VEHICLE

Hägglunds Vehicle AB 891 82 ÖRNSKÖLDSVIK
Tel. 0660-80500 • Telex 6051 HAEGG S • Telefax 0660 82612

Industrifonden

Företag verksamma i Sverige kan få Industrifondens medverkan i lovande men riskfyllda industriella utvecklingsprojekt. Det bör vara kvalificerade projekt och avse framtagning av produkter, processer eller programvara, avsedda att marknadsföras kommersiellt.

Industrifonden medverkar i finansiering av hela kedjan från teknisk utveckling till marknadsutveckling. Marknadsutvecklingen kan exempelvis avse framtagning av nollserier och referensanläggningar.

Industrifonden finansierar inte rena investeringsprojekt, dvs sådana som ej är förknippade med utvecklingsarbete, inte heller forskningsprojekt där slutresultatet förväntas bli enbart ny kunskap.

Projekten skall "sluta på marknaden" och Industrifonden fäster stor vikt vid projektets kommersiella potential.

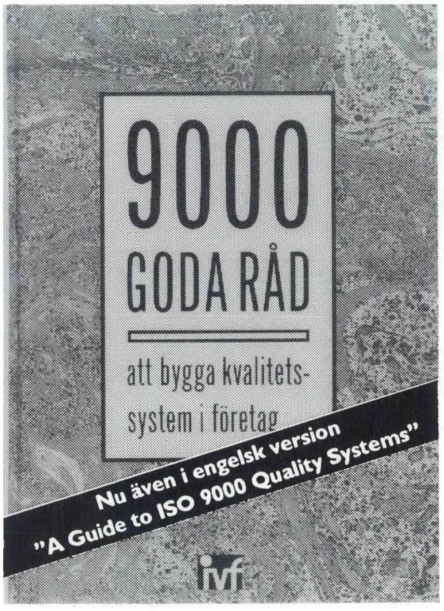
Industrifonden har en unik profilering:

- Delfinansiering av projekt, ej av företagets rörelsekapital.
- Hög riskbenägenhet trots starkt kommersiell grundsyn.
- Stor uthållighet även vid problem.
- Inget ägarintresse i företag eller projekt.
- Inga formella säkerheter.
- Bl a finansieringsform utan löpande räntebelastning, lämpad för expansiva och nystartade företag.
- Finansiering upp till 50 MSEK per projekt.
- Kompetenta handläggare och konsulter med lång industriell erfarenhet för neutral utvärdering och rådgivning.

INDUSTRIFONDEN · VASAGATAN 11, 12 tr. · 111 20 STOCKHOLM
TELEFON 08-14 43 45 · TELEFAX 08-796 75 52

VOLVO

”9000 - Goda Råd”



- **Vad innebär ISO 9000?**
- **Hur ser ett kvalitetssystem ut?**
- **Hur skall vi förbättra kvaliteten?**

”9000 – Goda Råd” är en handledning som

- förklarar kraven i ISO 9000 – på ett begripligt sätt
- beskriver hur man bygger upp kvalitets-system i företag
- innehåller bl a exempel på checklistor samt eftertryck av SS-ISO 9000-serien.
- inbunden, 290 sidor. Pris 480 kr + moms. 10% rabatt vid köp av 5 ex eller fler.

Gör som många andra – ta del av ”9000 – Goda Råd”.
Boken som fått lovord från svensk industri
och sålts i över 12 000 ex.

Beställ med kupongen - posta eller faxa

INSTITUTET FÖR VERKSTADSTEKNISK FORSKNING

IVF, Kvalitet,
Mölndalsvägen 85
412 85 GÖTEBORG
Telefon 031-83 86 00
Telefax 031-40 78 76

Jag beställer..... exemplar av ”9000 – Goda Råd.
Att bygga kvalitetssystem i företag”

Namn.....

Företag.....

Adress.....

DÆDALUS

Postadress.....

Telefon..... ev best.nr.....

Krångede AB producerar under ett år ungefär lika mycket elektricitet i sina vattenkraftverk i Indalsälven, Faxälven och Ångermanälven som Göteborg förbrukar. Ledningsnätet omfattar anläggningar för 220 och 130 kV. Kraften överförs till transformatorstationen i Horndal i sydöstra Dalarna.

Företagets huvudkontor har flyttat från Stockholm till Östersund.



Box 653
831 27 Östersund
Telefon 063–14 28 00

Världens mest värdefulla sten är inte diamanten. Inte heller safiren, smaragden eller opalen. Mest värdefull måste den sten vara som ger liv, arbete, utveckling, välstånd.

Stenen det handlar om är järnmalmstenen. Av järn och stål gör människan broar, järnvägar, hamnar, båtar, bilar, flygplan, hus — men också spik, häftstift och gem. Stål är oslagbart. Ta bort stålet och världen kollapsar. I hundra år har Norrbottens folk utvecklat och förädlat de produkter en av världens rikaste järnmalmsfyndigheter ger.

Tekniken är idag så hög att LKAB, trots att malmen ligger långt under jord, framgångsrikt kan konkurrera med vilka dagbrott som helst.

Förädlingskunnandet skapar världsledande produkter, skräddarsydda att passa varje enskilt stålverks jakt på så hög kvalitet som möjligt till så låg kostnad som möjligt.

Idag är LKAB:s produkter så eftertraktade att praktiskt taget allt som bryts och förädlas omgående skeppas iväg. Det kräver avancerad timing: rätt kvalitet till rätt kund i rätt tid.

VÄRLDENS MEST VÄRDEFULLA STEN.

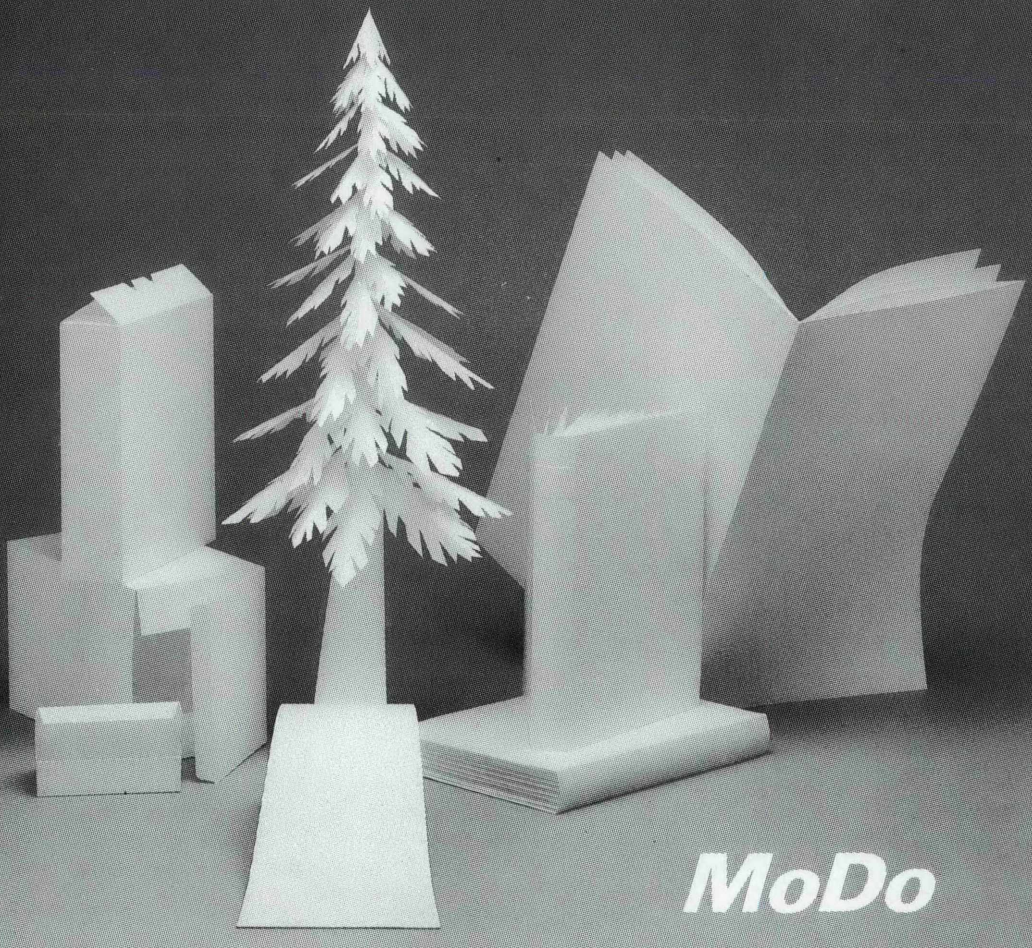


LKAB

...ER, PAPPER, PAPPER, PA

Varje dag,
året om,
världen över
används papper
i alla former.

Vi har virket!
Vi gör massan!
Vi gör papperet!



MoDo

Nitro Nobel – 125 år

i bergsprängningens tjänst!



Bergsprängaren – en symbol för världsberömd svensk utveckling och teknik inom området civil bergsprängning

Från Nitro Nobel kommer idag inte bara sprängämnen utan också kunnande och erfarenhet – ända fram till borrhålet.

•Sprängmedel

Vårt sprängämnesprogram är bredare än någonsin och omfattar allt från nitroglycerinsprängämnen till ANFO, vattengel- och emulsionssprängämnen. På tändmedelssidan märks det välkända icke-elektriska tändsystemet Nonel® Utvecklingen går vidare mot allt större precision och tillförlitlighet.

•Sprängservice

Nitro Nobels sprängtekniker finns alltid till hands – för enkel rådgivning, avancerade laddningsberäkningar och praktiskt sprängningsarbete.

•Utbildning

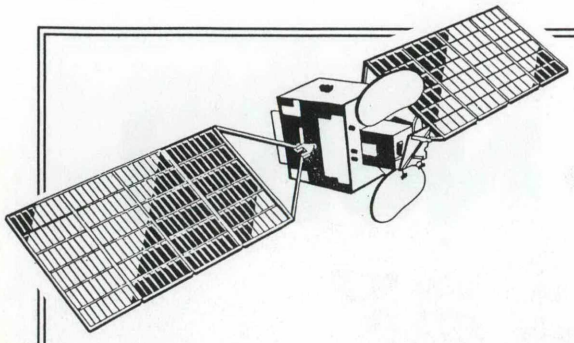
I Gyttorp, som genom åren blivit centrum för sprängämnesteknologi och bergsprängningsteknik, förmedlas kunskaperna vidare i kurser på alla nivåer.

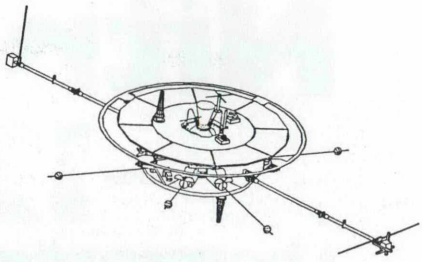
=det kompletta sprängämnesföretaget!

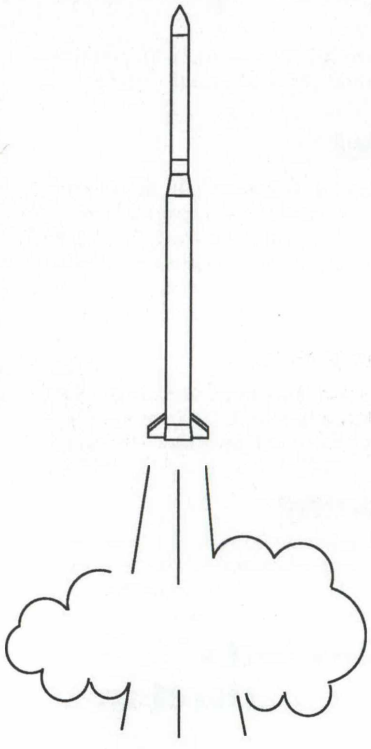
Nitro Nobel

125 ÅR 1864-1989

Gyttorp, 713 82 Nora, tel 0587-850 00







Rymdbolaget har ca 350 anställda. Huvudkontoret ligger i Solna. På Esrange utanför Kiruna finns stationer för satellitkontroll och satellitdatamottagning samt ett skjutfält för sondraketer och ballonger. Rymdbolaget arbetar med:

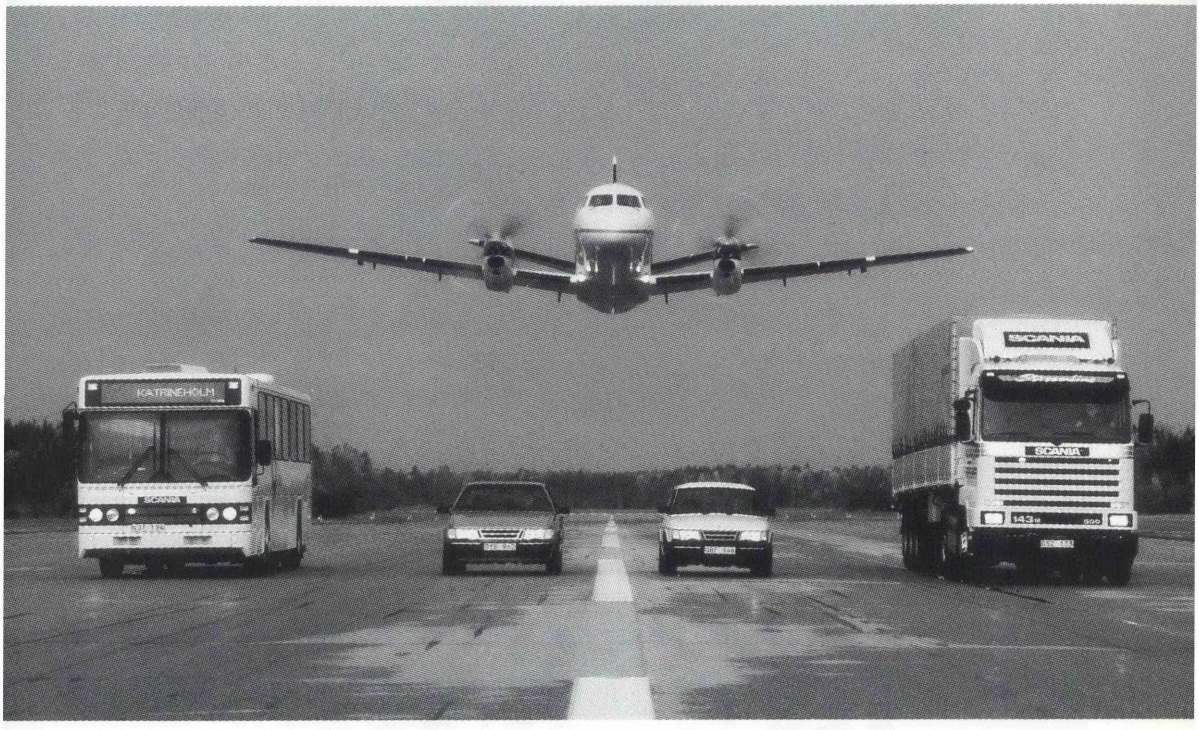
- ☐ Satellitprojekt
- ☐ Satellitkommunikation
- ☐ Sondraketer och ballonger
- ☐ Utrustning och tjänster för experiment i tyngdlöshet
- ☐ Satellitkontroll
- ☐ Fjärranalys med satellitdata
- ☐ Flygburna havsövervaknings-system

SWEDISH SPACE CORPORATION

Rymdbolaget

Box 4207, 171 04 Solna. Telefon 08-627 62 00
Telex 17128 Spaceco S, Telefax 08-98 70 69

Den samlade styrkan.



Inom Saab-Scania finns en lång tradition att skapa framtidens teknologi.

Detta har lagt grunden för en unik bredd inom transportmedelsområdet – lastbilar och bussar, militärt och civilt flyg, satelliter och rymdprodukter samt personbilar i samarbete med General Motors.

Saab-Scania har ett unikt kunnande och en unik bredd. Men för att behålla positionen som ett av världens ledande företag inom specialiserad transportteknologi behöver vi ständigt kunniga och engagerade medarbetare, inte minst tekniker. Utvecklingsmöjligheterna för både gymnasie- och civilingenjörer är därför stora inom Saab-Scania-gruppen. Vi behöver de bästa krafterna och vi ställer höga krav, men i gengäld kan vi erbjuda stimulerande och utvecklande arbeten med stora mått av frihet och ansvar i ett av Sveriges tekniktätaste företag.

Det är på yrkesskickliga och engagerade medarbetare vi bygger vår framtid.

SAAB-SCANIA

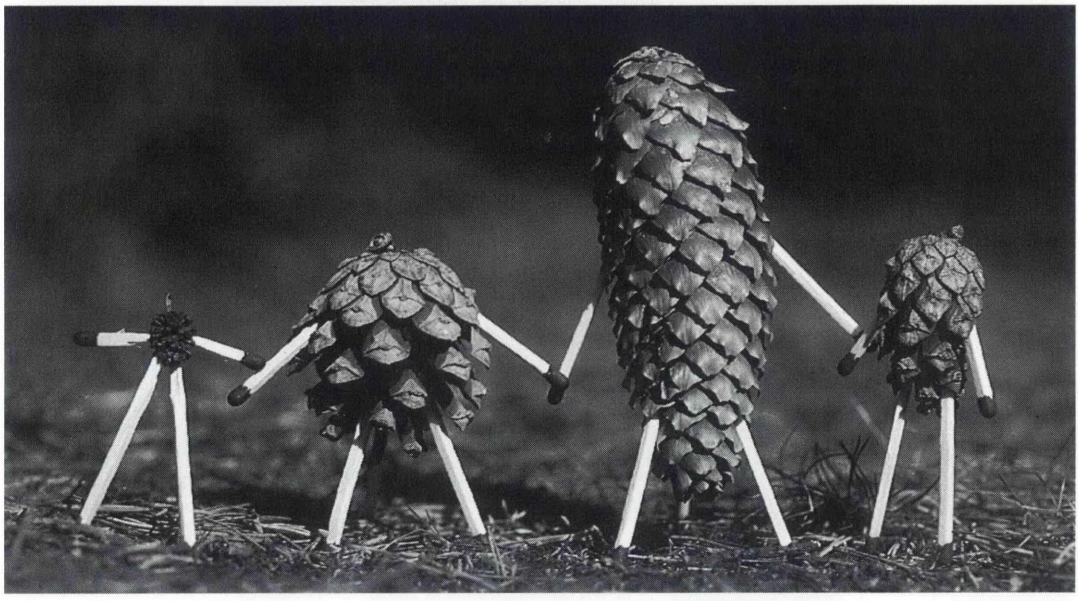
Leaders in specialized transport technology.

SJ

Vi arbetar
för framtidens
miljövänliga
transporter.

VI HAR DUBBELT SÅ MYCKET SKOG IDAG SOM FÖR 100 ÅR SEDAN.

MEN DET VET KNAPPT EN KOTTE.



Skogen är svenska folkets gemensamma förmögenhet.

Och den bara växer, från år till år.

Det finns de som tror att nyheterna om hur stora exportinkomster Sverige får av skogsindustrin (64 miljarder 1990), betyder att skogarna håller på att ta slut.

Ingenting kunde vara mera fel!

I själva verket gör vi inte ens av med räntan på förmögenheten.

Varje år växer de svenska skogarna med 100 miljoner kubikmeter. Det räcker till en två meter hög vedtrave mellan Stockholm och Antarktis.

Samma år skördar skogsbolag och privata skogsägare 70 miljoner kubikmeter.

30 procent står kvar och ökar förmögenheten.

Så här har vi hållit på länge; redan 1903 fick vi stränga lagar om hur skogsbruket i Sverige skall bedrivas.

Resultatet: Vi har dubbelt så mycket skog 1991 som vi hade för 100 år sedan.

Och mer blir det för varje år.

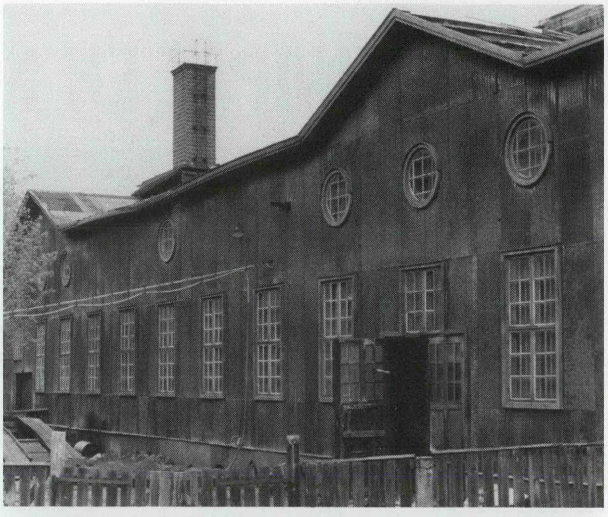
Nu vet i alla fall du hur det ligger till med den svenska skogen.

Skogsindustrierna

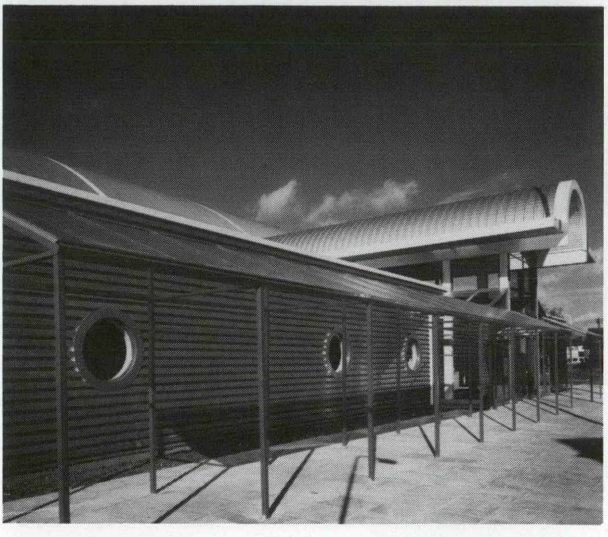
OM DU VILL VETA MER OM VAR DEN SVENSKA SKOGSINDUSTRIN STÅR IDAG, RING ELLER SKRIV TILL OSS.
ADRESSEN ÄR BOX 26210, 100 41 STOCKHOLM. TELEFON 08-789 28 00.

HÄVI RSCG

SAMHÄLLETS UTVECKLING ÄR STÅLETS HISTORIA



Spårvägshall i Stockholm, ritad av Gunnar Asplund och uppförd på 20–talet. Hallen var klädd med korrugerad varmförzinkad plåt. Fasaden målades på plats.



Med nyaste teknik i profilering av plåt kan man nå både hög hållfasthet i bärande element, variation i utseendet och i många fall halverad materialåtgång. Man kan också profilera målad plåt. Allt detta kan ge stor frihet i arkitektur och låga byggkostnader utan avkall på vare sig funktion eller utseende.

Det moderna samhället byggs av stål – hus, broar, järnvägar, bilar. Stål finns överallt i vår vardag. I kastrullen, i kylskåpet, i trädgårdsspaden. Stål håller byggnader på plats. Stål klär fasader och tak. Stål används i allt från gigantiska fartyg till häftstift. Stål är oersättligt.

Arbetet med att utveckla nya stålsorter med nya, exakt kontrollerbara egenskaper ger ständigt nya användningsområden. Inom SSAB är vi 10.000 medarbetare som utvecklar, producerar och marknadsför kvalitetsstål.

Stål är det mest använda konstruktionsmaterialet. Den främsta konkurrenten till stål är nya stål.

SSAB
SVENSKT STÅL

SSAB Tunnplåt, SSAB Oxelösund, Plannja, Dickson, Tibnor.



ARGUS

”Finns det bättre sätt att bli av med bladlössen?”

Njae...? Många använder ju hammaren. Miljövänlig men ganska energikrävande, i synnerhet varma somrar. Dessutom ser ofta växterna lite vilsna ut efter en behandling.

Men det forskas mycket. Ta t ex Stockholm Energi: Dom satsar flera miljoner kronor varje år på forskning, utveckling och demonstration av både miljövänligare och effektivare energiteknik.

Nu säger en del att Stockholm Energi egentligen inte bryr sig om myndigheternas miljökrav. Det är sant! På Stockholm Energi är nämligen miljölagarna bara minimikrav. Tack och lov att man inte föddes till lus!

STOCKHOLM
ENERGI

Här stannar inte Goda Idéer på skrivbordet!



Vi gör verklighet av visioner

Vilken roll i den framtida energiförsörjningen spelar kraftvärmeverk med trycksatt förgasning av biobränslen?

Hur ska infrastrukturen se ut den dag då el- och gasdrivna transporter slår igenom på allvar?

Vad innebär EG-tanken och ett utökat internationellt energisamarbete?

Kan bränsleceller och havsbaserade vindkraftverk bli värdefulla komplement i den svenska energimixen?

Ska naturgasen på allvar slå igenom som ett bränsle för elproduktion?

Frågeställningarna kan fortsätta.

Inom Sydkraftkoncernen förvandlar vi frågeställningarna till verkliga projekt; här stannar inte goda idéer på skrivbordet.

Vårt arbete – oavsett projektets art eller storlek – präglas av miljötänkande.

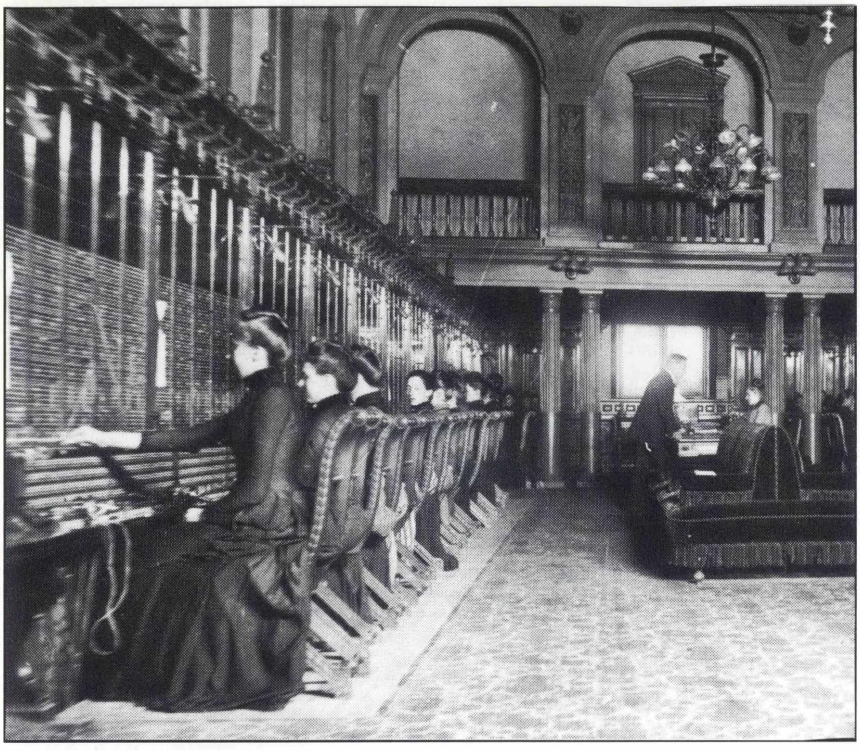
Vi beaktar miljöpåverkan lika självklart som till exempel tekniska och ekonomiska faktorer.

Tar du kontakt med oss så berättar vi gärna mer om både projekt, miljötänkande och visioner.

SYDKRAFT

Energikoncern i utveckling

Sydkraft, 205 09 Malmö. Tfn 040-25 50 00.



Vägen till informationssamhället

Rakryggade satt telefonisterna i långa rader och kopplade telefonsamtalen. Året var 1888 och platsen Stockholms Allmänna Telefon Aktiebolag.

På Telemuseum presenteras telekommunikationens historia från den optiska telegrafen fram till dagens avancerade datakommunikation. Här finns gammalt och nytt inom telegraf, telefon, radio och television.

Allt detta finns på världens största teletekniska museum, som du når via Tekniska Museets entré.

Televerket

Telemuseum
Museivägen 7, N Djurgården nära Kaknästornet
Tel 08-665 08 10, info 08-662 30 81
Öppet mån-fre 10.00-16.00, lör-sön 12.00-16.00

The Scandinavian Technical Fair is a member of the Union of International Fairs – UFI



Tekniska Mässan

Scandinavian Technical Fair

Skandinavische Technische Messe

Foire Technique de la Scandinavie

18-23 October 1993 Stockholm Sweden

Stockholmsmässan, Stockholm International Fairs.

Postal Address: S-125 80 Stockholm, Sweden. Phone: +46 8 749 41 00. Fax: +46 8 99 20 44.

Kom med i

Tekniska Museets Vänner

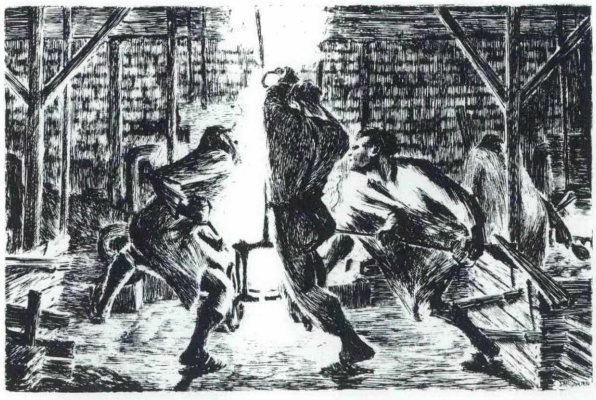
Tekniska Museets Vänner är en stödförening till **Tekniska Museet.** Genom föreningens insatser har många intressanta teknikhistoriska objekt räddats åt framtiden. Bidrag utgår även till utgivandet av museets årsbok Dædalus liksom projekt utanför museets ordinarie verksamhet t ex stipendier. Vidare förvaltar föreningen Torsten Althins Minnesfond för främjandet av vetenskaplig forskning om den svenska teknikens och ingenjörskonstens historia.

Föreningen håller sina sammankomster på museet och anordnar bl a utfärder – allt med såväl gammal som ny teknik på programmet.

Medlemskap kan förvärvas av varje enskild person och bibliotek. Företag och sammanslutningar kan ge sitt stöd som korporativa medlemmar. Årsavgiften 1992 är för enskild medlem 135 kronor och för korporativ medlem 500 kronor eller multipel därav.

Som medlem i föreningen får Du:

- Dædalus – Museets årsbok
- Fritt inträde för Dig och Din familj till Museet, Teknorama, Telemuseet
- Inbjudan till utställningar och vernissager
- Kallelse till föredrag och filmförevisningar
- Kallelse till studiebesök, utfärder och resor inom och utom landet
- Rabatt på museets böcker

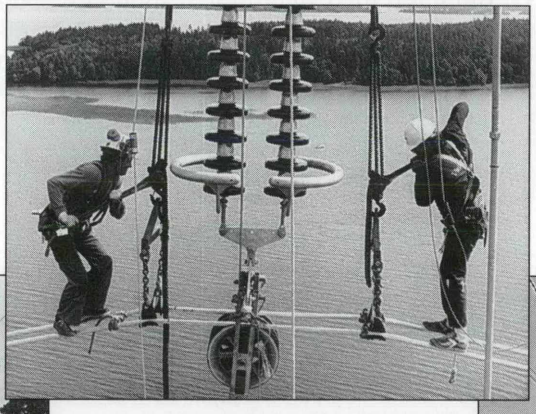


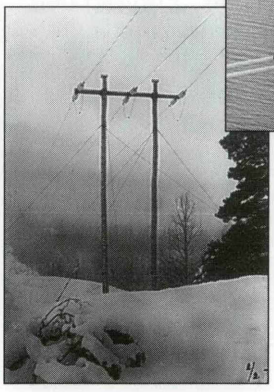
Adressuppgifter:
Tekniska Museets Vänner, Museivägen 7, S-115 27 Stockholm
Tel 08-663 10 85, postgiro 49 24-7, bankgiro 964-2711

Vi främjar en fri elmarknad

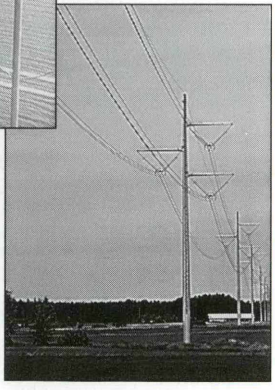
Svenska Kraftnät överför elenergi säkert och effektivt på storkraftnätet. Som livgivande pulsådror går ledningar med högspänd el från kraftverken till våra nätstationer. Därifrån går elen ut till konsumenterna via ledningsnät med lägre spänningar.

En annan viktig uppgift för Svenska Kraftnät är att främja konkurrensen på elmarknaden. Målet är att kraftproducenter och elkunder enkelt ska kunna handla med el – även över landsgränserna. De elkunder som så önskar ska kunna begära priser från flera leverantörer. På en fri elmarknad tecknar sedan kunderna kontrakt med den elleverantör som ger de bästa villkoren.



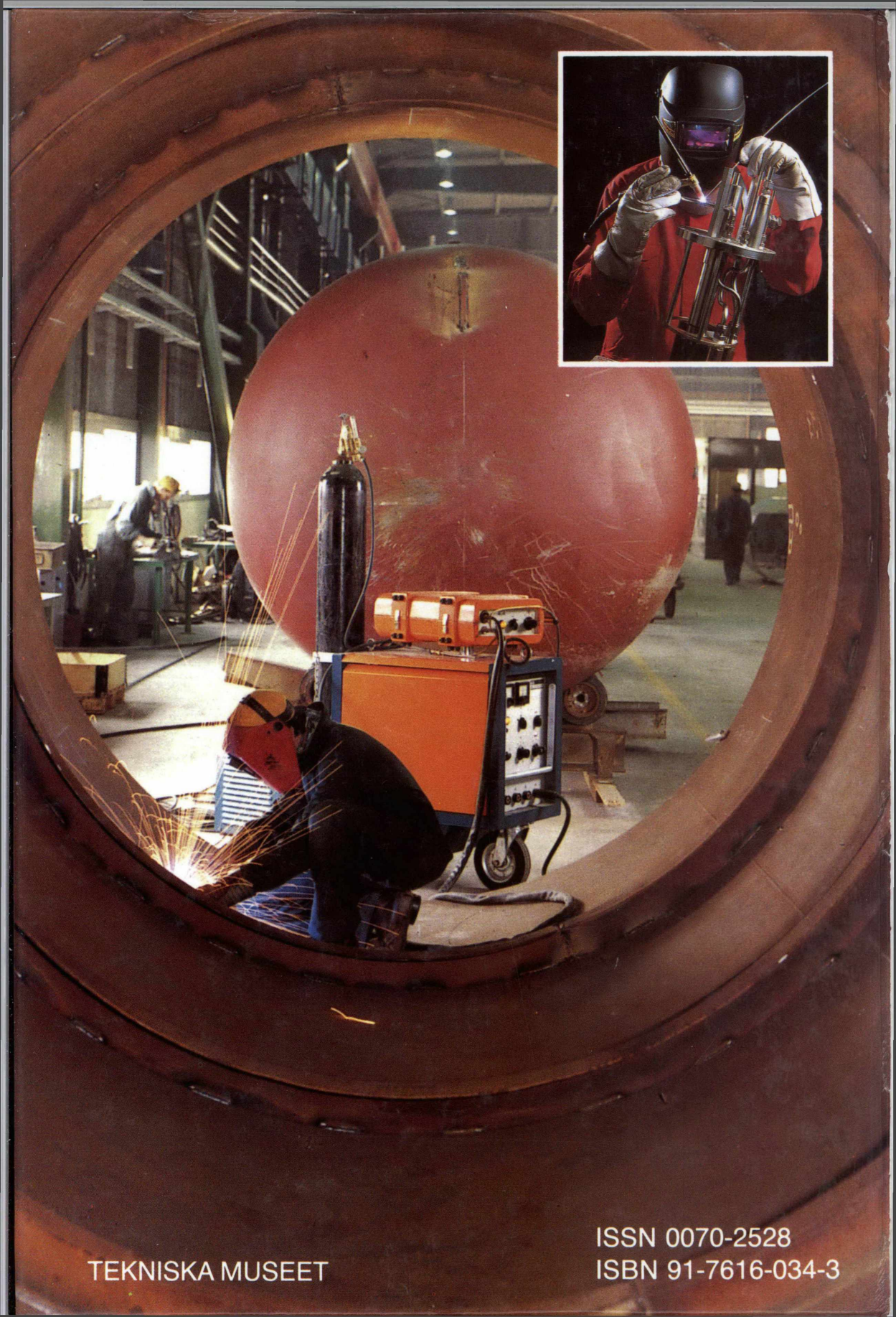


Mycket har hänt sedan världens första kraftledning för trefas elöverföring byggdes för 100 år sedan. Idag är det svenska storkraftnätet för 400 och 220 kilovolt väl utbyggt med ledningar, stationer och utlandsförbindelser. Detta nät ägs sedan 1 januari 1992 av affärsverket Svenska Kraftnät.



Svenska Kraftnät

Adress: Box 526, 162 15 Vällingby. Besök: Jämtlandsgatan 99
Tel vx 08-739 78 00, telefax 08-37 84 05



TEKNISKA MUSEET

ISSN 0070-2528
ISBN 91-7616-034-3