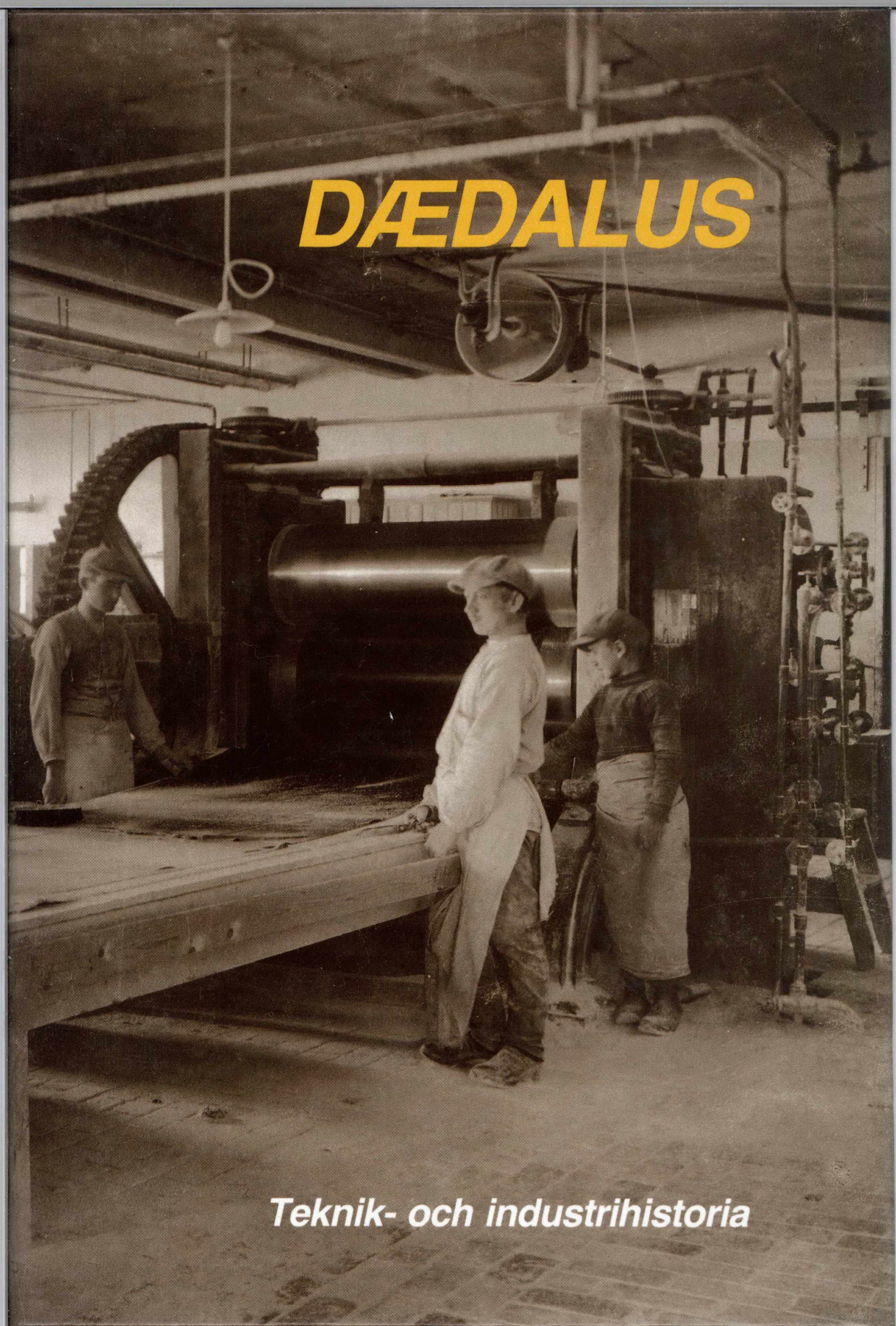


DÆDALUS

Teknik- och industrihistoria

Dædalus 1989/90

Femtioåttonde årgången

Tekniska Museet
Stockholm 1989

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, utgiven av Emanuel Swedenborg 1716–18.

Omslagsbild: Arbete vid Helsingborgs gummifabrik i början av 1900-talet.
Foto Tretorn AB.

Dædalus 1989/90
© Respektive författare
och Tekniska Museet
ISBN 91-7616-020-3
ISSN 0070-2528

Redaktör: Jan-Erik Pettersson.
Tryck: Bohusläningens Boktryckeri AB, Uddevalla 1989.

Innehåll

Förord 5

Industrihistoria

Från hantverk till fabriksarbete. Om teknik och arbete i 1800-talets svenska ylleindustri.
Av fil dr Anita Göransson 9
Tryckeriägare, typografer och ny teknik under det industriella genombrottet.
Av fil dr Lars Ekdahl 39
Galoscher i svensk storskaleproduktion.
Av civilekonom Folke Millqvist 60
Kung Oscarshyttan i Morgongåva.
Av tekn lic Erik Sundström 91
Mötet på marknaden mellan Husqvarnas symaskiner och hemmens sömmerskor.
Av fil kand Louise Waldén 107
Diamanter. Utvecklingen vid ASEA 1953–1965.
Av fil dr Erik Lundblad 118

Teknikhistoria

Vägmätare, vattenmöllor och astronomiska instrument. Om kugghjulets äldsta historia.
Av docent Örjan Wikander 141
Den första svenskbyggda bilen.
Av intendent Gert Ekström och marindirektör Curt Borgenstam 160
Den resistiva töjningsgivarens historia.
Av civilingenjör Knut Fristedt 173
Optiska gitter och gittermaskiner.
Av tekn dr Lennart Lundin 189
Utvecklingen av svenska tungvattenreaktorer 1950–1970.
Av civilingenjör Harry Brynielsson 199
John Ericsson. En minibiografi.
Av professor Carl-Göran Nilson 229
"Allting här inne bär snillets stämpel." Föremål, forskning och popularisering i tre tekniska museer i Paris.
Av docent Boel Berner, docent Bosse Sundin och docent Örjan Wikander 236

Notiser

Nygammal telegraf i Stockholms skärgård.
Av fil lic Lennart Steen 253
Vetenskapsakademiens 250-årsjubileum.
Av fil dr Wilhelm Odelberg 256

Solid Logic Technology (SLT) 30 år.
Av fil kand Jörgen Lund 258
Sevärt teknikhistoriskt minnesmärke.
Av ingenjör Lennart Thörnquist 261
Dimkammaren.
Av fil dr Erik Lundblad 264
Utställningar på Tekniska museet 1988–1989.
Av fil kand Katarina Ek-Nilsson 266

Verksamhetsberättelser

Tekniska Museet 269
Telemuseum 276
Tekniska Museets Vänner 283

Annonser 287

Förord

Dædalus 1989/90 inleds med sex uppsatser inriktade på industrihistoria. Anita Göransson och Lars Ekdahl återvänder till ämnesområdet för sina doktorsavhandlingar, teknik och arbete i svensk industri under genombrottsskedet, då den sekelgamla hantverksproduktionen trängdes ut av en frambrytande mekanisering. Här får läsaren främst en inblick i tidens textil- och tryckeriindustrier. Folke Millqvist fortsätter den i Dædalus 1988 påbörjade historiken om svensk gummiindustri, som länge dominerades av galoschtillverkning och strax gick samman i en priskartell, galoschkartellen.

Vidare berättar Erik Sundström om landets första kokshytta, Kung Oscarshyttan, som med tyskt kapital anlades i Västmanland på 1870-talet men snart framstod som en stor felinvestering och nedlades. Hyttans öde har hittills varit praktiskt taget okänt för forskningen.

Louise Waldén har länge bedrivit studier kring symaskinstillverkningen vid Husqvarna vapenfabrik, numera Husqvarna AB. Tidigare har hon redovisat detta i bl a Dædalus 1983 och här anlägger hon ytterligare en aspekt på verksamheten vid det nu 300-åriga företaget. Erik Lundblad beskrev i Dædalus 1988 hur han och hans kollegor först i världen framställde syntetiska diamanter vid ASEA 1953. Han fortsätter nu berättelsen om vägen fram till den industriella tillverkningen av diamanter i Robertsfors åren därpå.

Efter dessa industrihistoriskt präglade artiklar följer ett antal uppsatser med en mer renodlad teknikhistorisk karaktär. Örjan Wikander går tillbaka till kugghjulets äldsta historia, vilken han för övrigt berörde redan i Dædalus 1986. Gert Ekström och Curt Borgenstam – två av våra främsta fordonshistoriker – redogör för tillkomsten av den första svenskbyggda bilen, en ångbil byggd av dekorationsmålaren Jöns Cederholm i Ystad 1892. Vad en bil användes till vet alla medan däremot få känner till den resistiva töjningsgivarens funktion. Givarens tillblivelse och utveckling beskrivs här av Knut Fristedt.

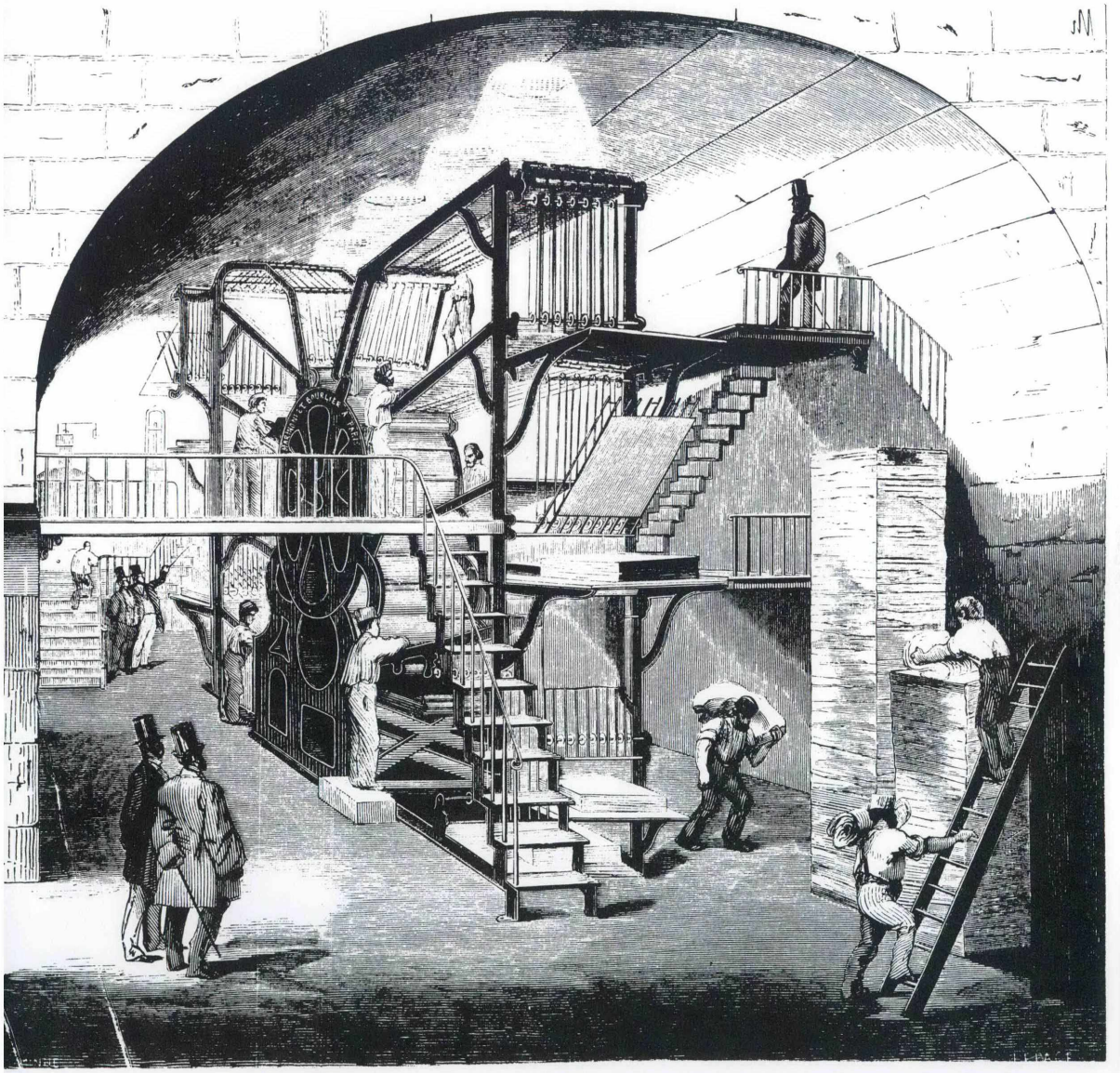
Under året har Manne Siegbahninstitutet för fysik donerat en gittermaskin till museets samlingar. Gittermaskinens bakgrund skisseras av en av dess konstruktörer, Lennart Lundin. Utvecklingen av svenska tungvattenreaktorer under efterkrigstiden slutade som bekant med missräkningar och övergång till lättvattenreaktorer. Detta beskrivs ingående av Harry Brynielsson, som var VD i AB Atomenergi 1951–1969. Vidare har Carl-Göran Nilson bidragit med en artikel till 100-årsminnet av John Ericssons bortgång och Boel Ber-

ner, Bosse Sundin och Örjan Wikander med en tankeväckande artikel om tekniska museer i Paris och i Stockholm. Boken avslutas med notiser och verksamhetsberättelser.

Redaktören vill varmt tacka alla medarbetare och samtidigt uttrycka en förhoppning om att boken skall ge läsarna en stimulerande läsupplevelse.

Jan-Erik Pettersson
Redaktör för Dædalus

Industrihistoria



Tidningstryckeri omkr 1860. Ur Spécimen de machines de Hippolyte Marinoni, constructeur. Paris 1860.

Från hantverk till fabriksarbete

Om teknik och arbete i 1800-talets svenska ylleindustri

Av Anita Göransson

Manufakturen

Textilproduktionen var den bransch där förutsättningarna för standardiserad massproduktion först växte fram och där fabrikssystemet fick sin första tillämpning.[1] I Sverige dominerade under 1800-talets första hälft ylletillverkningen. Främst tillverkades kläde av kardull. Det skedde i manufakturer (hantverksfabriker), som nästan helt var förlagda till Norrköping och producerade för hemmamarknaden. Tillverkningen dominerades av fint kläde, som främst köptes av de högre skikten i samhället.

Under 1800-talet skedde en successiv övergång från produktion av finare till grövre kvaliteter, vilken kan sättas i samband med en efterfrågeförändring beroende på ökad köpkraft från större befolkningsgrupper. Denna förändring ledde till nya förutsättningar för industrin, som på olika sätt anpassade sig till den nya marknadssituationen. Mot den bakgrunden skall mekaniseringen av själva omvandlingsmomenten i produktionen ses.

Ylleindustrin var i manufakturerna uppbyggd kring manligt hantverksarbete, där männen (klädesvävargesäller, spinnare) assisterades av kvinnor och barn. Men samtidigt som arbetsprocessen var baserad på hantverket, fanns ett löneförhållande mellan arbetaren och fabriksägaren. Ofta förväntades att en vävare eller spinnare själv skaffade sig sina assistenter och avlönade dem, ibland var det deras egen familj eller andra släktingar.

Den mekaniserade fabriken

Framväxten av en större hemmamarknad för konsumtionsvaror och generellt kraftigt stigande reallöner ändrade förutsättningarna för textilindustrin och skapade i mitten av 1800-talet en bas för mekanisering av produktionen. Samtidigt som folk i allmänhet fick råd att köpa kläde på marknaden och efterfrågan därmed ökade, steg även klädesarbetarnas löner och fabriksägarna sökte olika vägar att minska produktionskostnaderna.

I början av 1800-talet hade man främst tillverkat fint kläde. Men när även allmogen och i synnerhet jordbrukets underklasser fick råd att köpa kläde, efterfrågade de grövre kvaliteter. Den förändringen i efterfrågan började slå igenom på 1840-talet, och det var också då som allt fler mekaniska hjälpmedel togs i bruk för att rationalisera arbetet i klädesfabrikerna. En rad nya små klädesfabriker hade anlagts på 1830- och 1840-talen för att möta den växande efterfrågan. Strukturomvandlingen i mitten av 1800-talet inleddes med några depressionsår, då många små fabriker slogs ut, medan de större som börjat mekanisera driften klarade sig.

Under 1850-talet steg lönenivån kraftigt. Nu inleddes den omvandling av den svenska textilindustrin, som skulle prägla de kommande decennierna i samband med en definitiv övergång till grövre vävnader. Mekaniseringen av vävningen gjorde det möjligt att rekrytera en billigare arbetskraft.

I den mekaniserade fabriken upprättades den arbetsprocess, som vi känner som modernt industriarbete. Det karaktäriserades av en utvecklad arbetsdelning och specialisering bland kollektivarbetare, i huvudsak unga kvinnor under arbetsledning av hantverksutbildade äldre män. Lönearbetet var den vanliga anställningsformen.

Men husbehovstillverkningen i hemmen fortsatte under hela 1800-talet, liksom även produktionen i de hantverksmässiga klädesfabrikerna parallellt med mekaniserad ylleproduktion.

Maskinbyggarna

Tekniken i de icke mekaniserade textilfabrikerna var enkel och förhållandevis billig. Länge byggdes redskap och maskiner av trä. Svenska mekaniska verkstäder började tidigt tillverka textilmaskiner och försökte sig på att förbättra dem. Maskiner tillverkades delvis lokalt men hämtades också från England, Tyskland och Belgien. Från England rådde visserligen exportförbud på textilmaskiner fram till 1842, men en omfattande smuggling ägde rum. Det var också förbjudet att hämta expertis ur landet, ett påbud som även det kringgicks.

Det fanns två mekaniska verkstäder i Norrköping, som båda ägnade sig åt tillverkning och även nykonstruktion av mekaniska anordningar för textilindustrin. Anders Ahlms verkstad var äldst men konkurrerades ut på 1840-talet av de invandrade skotska bröderna Malcolm, vilkas verkstad växte snabbt och gick i konkurs först på 1860-talet.

Som exempel på hur det kunde gå till kan nämnas följande. Bland de egna uppfinningar som mechanicus Ahlm gjorde, nämns en kardstickningsmaskin, ”å vilken lädret fästes omkring en cylinder, varvid under sakta omvridning hålena stickas med fyra nålar, och varigenom stickningen sker både säkrare och med mera noggrannhet, än på den förut av Alm uppfunna maskinen, dels ock en kardlädersfals-machin,

tillverkad enligt uppgift av hr prof Schwarz på en dylik machin, som han i Frankrike skall ha besett, och den han för Alm beskrivit."[2]

När mekaniseringen genomfördes, köptes maskiner främst från utlandet. Då utvecklades även reparationsavdelningar för underhåll av maskinerna. Den tekniska kompetensen fanns där främst hos de metall- och träarbetare och maskinister, som konstruerade och underhöll maskinerna, och i mindre grad hos de direkta textilarbetarna.

Ägarna

Det krävdes ingen särskild teknisk utbildning för att kunna starta klädesproduktion. Det viktiga var att de verkliga producenterna, särskilt spinnare, vävare och överskärare, var yrkeskunniga. Färgningen var i förekommande fall ett kritiskt moment. Somliga fabriksägare var utbildade färgare. Någon hade kemiska studier bakom sig. En och annan försökte vidareutveckla tekniken för färgning och efterberedning. Men främst var de personer, som grundade klädesfabriker, beroende av ett distributions- och försäljningsnät och tillgång till råvara, vilken i stor utsträckning direkt importerades. Det var därför ofta köpmän, som grundade klädesfabrikerna. Många av dem hade varit bokhållare i sin ungdom, ett yrke som tycks ha tjänat som inskolning i företagsekonomi och branschkännedom både för köpmän och fabrikörer. Under den tidiga perioden krävdes inte någon större kapitalinsats för ylleproduktion. De enkla redskapen drogs för hand eller med hjälp av dragdjur. Eftersom redskapen var billiga och fabriksrum kunde hyras, fanns det även hantverkare, som startade fabriksproduktion under den tiden. År 1846 tillhörde 20 % av stadens 94 klädesfabriker män, som börjat som arbetare vid fabrikerna.

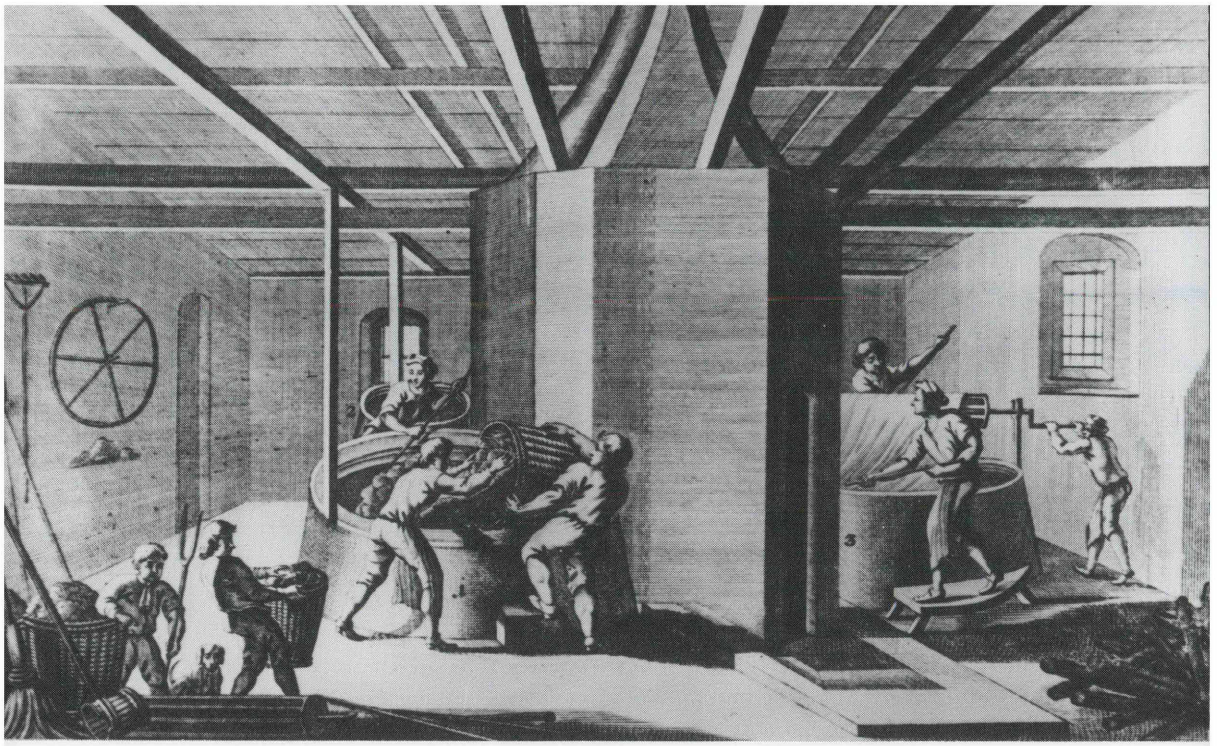
Tillgång till kapital blev en särskilt begränsande faktor först i samband med mekaniseringen av produktionen, då fabrikerna krävde större kapitalinsatser i form av maskiner, byggnader, drivkraft och utväxlingar.

Ännu 1850 dominerade ylletillverkningen i Norrköping. Tre fjärdedelar av alla manufakturarbetare i staden arbetade då ännu vid klädesfabrikerna. Men på 1850-talet flyttade många av klädesfabrikörerna i Norrköping över sina kapital från klädesbranschen till bomullsbranschen under 1850-talet i samband med att de mekaniserade och gick samman. Vävningsmomentet var lättare och lönsammare att mekanisera inom bomullsbranschen än i yllebranschen. Men även i yllebranschen gick man ihop, bildade aktiebolag och mekaniserade successivt produktionen.

Arbetet och dess förändring

Arbetsprocessen kan indelas i tre grundläggande moment: förberedning av råvaran, omvandling (dvs spinning och vävning) samt efterberedning av produkten.

Arbetet i klädesfabrikerna var smutsigt och ofta direkt hälsovådligt. Det var också fråga om tidsödande och omständliga arbetsuppgifter.



1. I färghuset. Färgning kunde ske dels av ullen, dels av det färdiga klädet. Källa: Ikonographische und orthographische Delineation der Stadt und Tuchfabrik Ober-Leutensdorf, (Böhmen), 1728.

Man försökte tidigt påskynda och underlätta arbetet genom enkla mekaniska uppfinningar, som också ledde till att det behövdes färre arbetare.

På 1830-talet kallades vissa moment av samtiden för mekaniserade. Det var särskilt just förberedningsmomenten och en del av efterberedningsarbetet, som först underlättades och förändrades genom införandet av enkla mekaniska hjälpmedel.

Det var dock inte fråga om någon mekanisering i meningen centralt driven och av maskinen starkt påverkad eller styrd process. De första mekaniska anordningarna var mestadels handdrivna. Om fabriken var belägen nära ett vattendrag, hände det att vattenkraft användes. Maskinen i fråga styrdes och kontrollerades helt av den enskilde arbetaren. Arbetarens möjligheter att använda sitt på yrkeserfarenhet baserade omdöme begränsades genom att maskinen medförde en viss standardisering av arbetet.

Förberedning

Alla förberedande arbetsmoment gick ut på att göra ullen ren, fri från fett och andra främmande partiklar och porös, så att den lätt kunde färgas jämnt och spinnas. Hela den förberedande bearbetningsprocessen förändrades genom införandet av de enkla maskinerna.

Det första momentet var att sortera ullen. Det skedde under hela

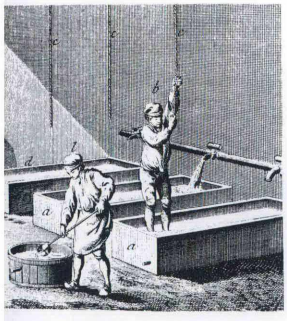
1800-talet för hand av en *ullsorterare*. Det var ett viktigt arbete, som ytterst avgjorde klädets kvalitet. I hantverket hade mästaren uppsikt över detta arbete. Men även senare krävde det särskild kunskap och omdöme. Efter sorteringen gick ullen vidare till en piskmaskin, som avlägsnade lös smuts, och sedan tvättades den, eftersom fabrikerna brukade köpa otvättad ull.

I det rena hantverket stod *ulltvättaren* till midjan i rinnande vatten eller bredvid på en träställning och bearbetade ullen handgripligen i vattnet. Tvätt- och sköljmaskiner blev mer allmänt förekommande först på 1840-talet. 1845 omtalas en valstvättmaskin i Norrköping.

Sedan torkades ullen, antingen utomhus eller oftare på ramvinden, där *ramvindsarbetare, ramvindseldare* och *ulltorkare* arbetade. Torkningen skedde åtminstone fram till 1870 fortfarande ute eller på ramviden. Fläktar infördes dock som hjälpmedel. Samtidigt sträckte man klädet över en trumma. En torkmaskin som utnyttjade centrifugalkraften infördes i de större fabrikerna redan på 1850-talet (år 1845 hos Söderberg & Arosenius i Norrköping). I de senare, mekaniserade fabrikerna fanns ugnar för torkningen.

När ullen torkat, skedde den första plysningen (av fr plucher = plocka) av *ullplyserskan* eller *ullplockerskan*. Det innebar att stickor, strån och annat skräp plockades bort för hand ur ullen. Plysningen skedde länge för hand.

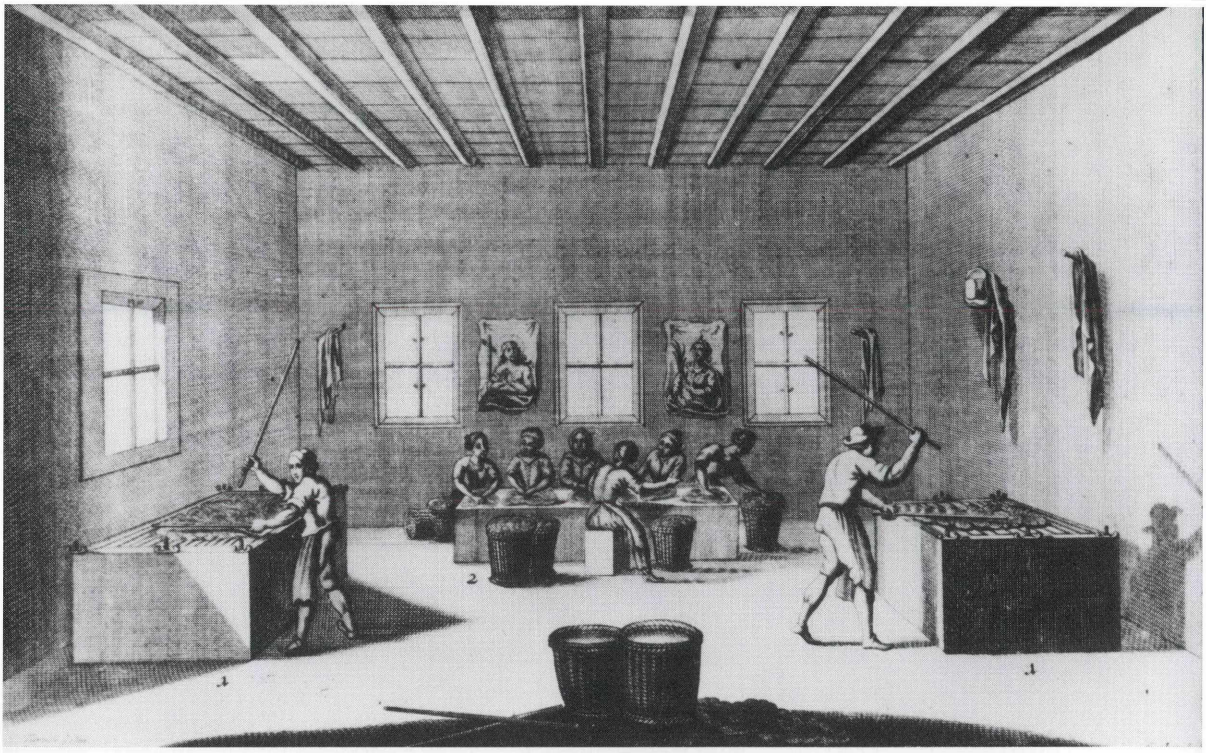
Så följde utlakningen, som kunde ske på flera sätt beroende på ullens tillstånd. *Lakaren* lade ull med inbiten smuts i en brygd av vatten, urin och lut, som värmdes. Ullen bearbetades däri för att fettet skulle lösas ut. När den var vit och elastisk, togs den upp och fördes till vattnet för att sköljas noga. Den tunga korgen med våt ull lyftes upp och ned i vattnet och bearbetades med slag av käppar. Två man sades kunna skölja ullen färdigt på 8 minuter, om de stötte den med vardera 36–40 slag i minuten. Det var viktigt att laken var lagom stark. Var den för svag, gick det sedan inte att flaka och plysa ullen. Var den för stark eller het, blev ullen skör och kunde inte spinnas så fin. Användes sådan ull till kätting, som spändes hårt i väven, brast den.



Efter tvätten fick ullen rinna av i ett dygn. Färgning kunde ske både av ull och färdigt kläde. Skulle ullen färgas, fördes den våt till färgeriet, där den togs om hand av *färgeriarbetaren, färgargesällen, färgarlärlingen*.

Om den inte skulle färgas, torkades ullen på torkvinden, där den först piskades och sedan hängdes upp, om den var lång, eller reddes ut, om den var kort. Den skulle ofta vändas och röras om för att torka utan att "ta hetta". Detta arbete sköttes av *ulltorkare* och *torkvindsarbetare*.

Härpå följde flera moment, som skulle sönderdela och bearbeta ullen, som nu var en filtliknande massa, så att den blev lös och jämn.



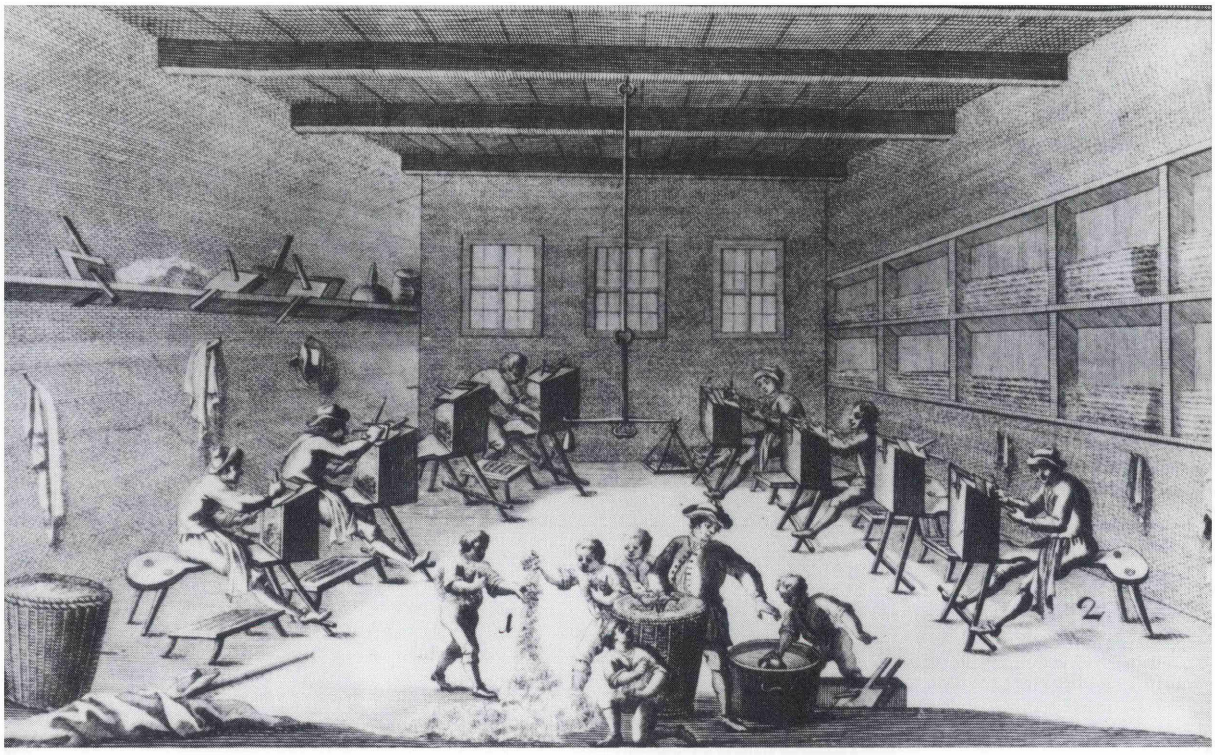
2. Ullplysning och flakning. Källa: se fig 1.

Först användes en enkel mekanisk anordning, som kallades varg eller vulf. Den användes av *vulfaren*. Det var en låda med en vridbar axel i, där krokiga järntänder var fästade. När axeln vevades runt, skakades ullen häftigt om och trasades sönder. Smuts och partiklar föll ned genom ett galler.

Därpå följde flakningen. Flakaren lade ullen på ett galler (helst elastiskt, t ex av rep) och piskade den hårt, så att ytterligare skräp ramlade ur och tovor reddes ut. Somliga fabriksägare använde enbart vulfning, andra enbart flakning. Båda metoderna i följd ansågs dock underlätta plysning och skrubbling efteråt, eftersom ullen blev väl redd.

Ofta grovplysades den torra ullen redan före flakningen av flickor och pojkar. För det mesta plysades den ännu noggrannare efteråt. Varje plyserska tog sin ull i en korg och lade en näve i taget på ett långt galler över knäna och redde ut den mellan fingrarna. Innan den sedan kunde spinnas, måste den kardas (om den skulle bli kläde) eller kammas (till tygvävnad). Några av de medelstora klädesfabrikerna (med 6–7 eller fler vävstolar) hade plysmaskiner åtminstone på 1840-talet. Barnängens fabrik i Stockholm hade använt en sådan redan 1764. Men det vanligaste torde ha varit plysning för hand.

Kamull tillverkades knappast i Sverige under större delen av 1800-talet. Här var det kardull som tillverkades. Till kläden skulle ullen spinnas löst och bli lurvig (få s k lov eller stapel) och sedan efterbere-



3. Ullen inoljades och skrubblades därpå. Källa: se fig 1.

das (appreteras) utan att tråden någonsin kommit fram. Därför måste ullen krossas eller slitas av genom kardning. Då blir garnet mer ludet och lättare att valka ihop till ett kläde.

S k skrubbling och kardning var därför bland de viktigaste momenten i klädestillverkningen. Den sköttes av *skrubblare.* En väl kardad ull kunde spinnas bättre. Vävningen och ytbehandlingen blev bättre.

Kardorna kallades i de flesta fabriker skrubblor. Stora skrubblor var 10–11 tum långa och 6 tum breda. De var av hårt trä med läder över, där tänder var tätt fästade. Olika sorters ull krävde olika täthet mellan tänderna. Den ena skrubblan var fastsatt vid en skrubbelbänk, medan den andra fördes över ullen av skrubblaren med båda händerna.

De egentliga kardorna var mindre och av två sorter, beroende på vad ullen i fråga skulle användas till: kättingkardor eller inslagskardor. Kättingen (de längsgående trådarna i väven) måste nämligen spinnas finare än inslaget. Kättingspinnerskorna måste därför karda lösare och mindre med smalare kardor. Båda typerna av småkardor var 6 tum långa men kättingkardan var något smalare (3–3,5 tum jämfört med 4 tum). Småkardornas krokar eller taggar satt också annorlunda, eftersom man kardade med dem i knäet.

Skrubbling och kardning var bland de först underlättade momenten. Skrubbel- och kardmaskinen bestod i princip av en horisontell cylinder med kardblad. Denna vreds runt sin axel. Matning med och

urtagning av ull skedde också med enkla mekanismer (*förmatare, förläggare, påläggare, urtagare*). Denna maskin fanns anpassad till både ull och bomull. Ahlms mekaniska verkstad i Norrköping specialiserade sig tidigt på skrubbel- och kardmaskiner. De flesta klädesfabriker hade sådana maskiner på 1830-talet.

Dessa maskiner förbättrades successivt. Där tidigare arbetarens omdöme avgjort vilken behandling en viss ulltyp behövt eller tålt, tillhandahölls nu olika typer av maskiner för att tillåta en fortsatt nyanserad behandling. I en icke mekaniserad klädesfabrik på 1890-talet omtalas tre sorters kardmaskiner. Ur den första sades ullen komma fram som en lätt, flortunn vadd, i den andra kardades den om och ur den tredje (den s k continue-maskinen, som fanns vid de större fabrikerna på 1850-talet) kom den som en löst snodd, tämligen tjock "förspånad", även kallad slubbgarn (*förläggare, slubbare*). Före skrubblingen tillsattes olja, så att ullen blev len, smidig och lättbearbetad (*ullinoljare, ullfettare*). Inoljningen skedde länge för hand. Arbetaren lade ullen på golvet, doppade händerna i olja och stänkte på ullen från olika sidor. Olika sorters olja användes till olika sorters ull. Efteråt lade arbetaren ullen i knäet och redde den för hand. 1835 omnämndes en maskin för inoljning i Norrköping. Men den var en ovanlig företeelse.

Kättingspinnarna oljade och skrubblade själva den ull de spann. Till grövre vita kläden som skulle färgas, räckte en eller två skrubblingar. Till flerfärgade kläden krävdes tre eller fyra skrubblingar. Kardningen behövdes för att spinningen skulle bli bra. Den brukade utföras av den som spann ullen.

Arbetarna i förberedande moment

Det fanns en strikt uppdelning av arbetsuppgifter mellan män och kvinnor och mellan barn och vuxna. I manufakturen sköttes de flesta förberedande arbetsuppgifter av manliga arbetare. Men plysningen var nästan uteslutande ett kvinnoarbete. Det förekom manliga ullplysare (aldrig klädesplysare); dessa var oftast äldre män och de fanns åtminstone i några fall vid fabriker, där plysningen skedde i s k ullplysningsmaskiner. Det var samtidigt nästan det enda yrke, som kvinnor hade i klädesfabrikerna. När mekaniska anordningar blev vanliga, var kvinnor ofta förläggerskor, påläggerskor, förmaterskor. Skrubblerskor förekom liksom i sällsynta fall maskindragerskor. Ullsorteraren kunde vara kvinna, men det var ovanligt.

Plysningen var mestadels helt manuell. Även om plysmaskiner fanns, skedde mycket plysning helt för hand under hela 1800-talet. Det var också en typ av arbete, som gick att utföra i hemmet. Det var vanligt att kvinnor hämtade ull vid fabrikerna men utförde själva plysningsarbetet i hemmet. En (klädes)plyserska kunde vara anställd vid flera fabriker och gå emellan dem. Det hängde sannolikt ihop med

plysningsarbetets oregelbundna karaktär liksom det oregelbundna arbetet i fabrikerna överhuvudtaget.

Arbetet skedde oftast per kätting. Man producerade på beställning. Det kunde hända att det uppstod väntetid för arbetarna mellan kättingar. Medan de sålunda avvaktade att ny råvara skulle anlända, erhöll somliga arbetare enligt lag eller avtal s k väntepenning. Det gällde dock som regel inte plyserskorna. Arbetarna kunde också tilldelas andra uppgifter, t ex om fabriksägaren även hade andra verksamheter, vilket inte var ovanligt i Norrköping åtminstone. Plysningen betalades bättre på sommaren än på vintern. Det var en typ av arbete, som gavs till fattiga kvinnor i tider av arbetslöshet som en sorts beredskapsarbete, medan män på motsvarande sätt tilldelades stenhuggningsarbete. Det kan sägas ha varit mindre kvalificerat.

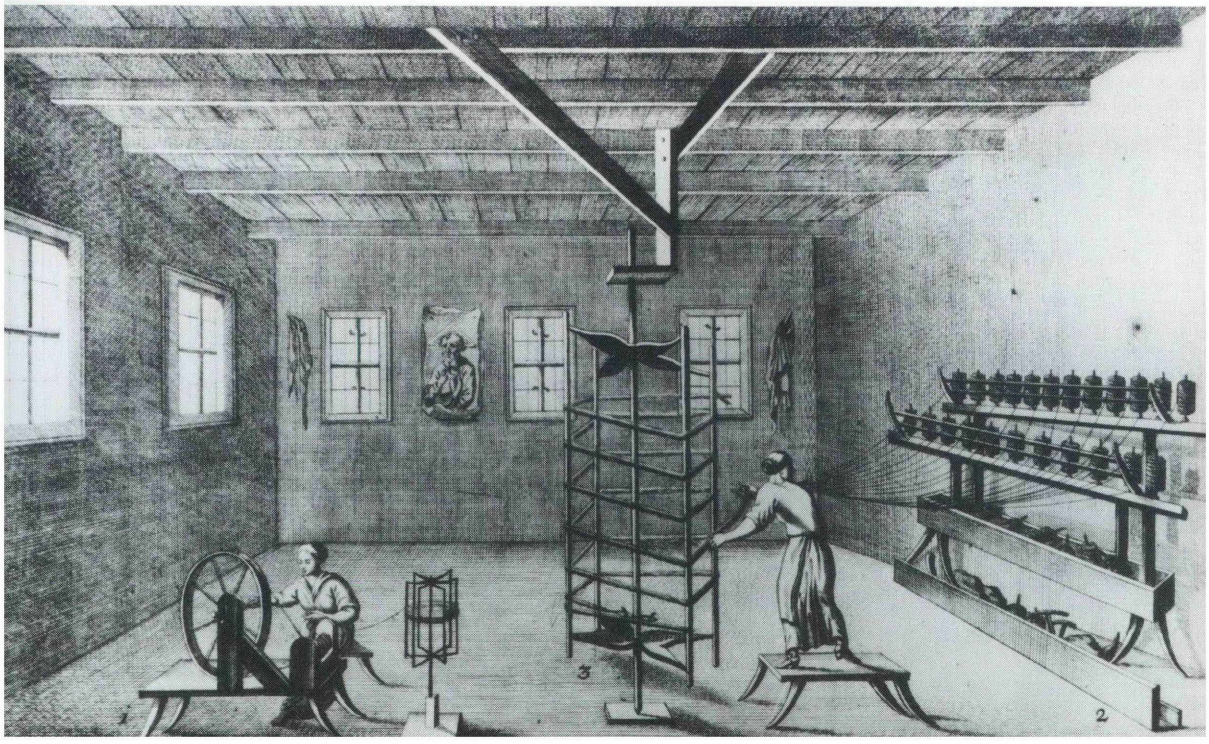
Det fanns enstaka skrubblerskor och förläggerskor, t ex vid skrubbel- och kardmaskiner. Övriga moment i förberedningen inklusive maskindragning sköttes i princip av män. Rengöring av kardor och annan handräckning sköttes av barn eller ungdomar.

Spinning

Efter de förberedande momenten vidtog så spinningen – ett huvudmoment i själva omvandlingen av ullen till kläde.

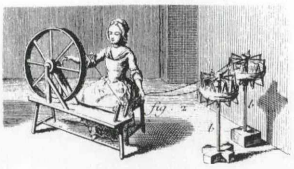
Handspinning i hemmen var länge en viktig garnförsörjningskälla för klädesfabrikerna. Även i fabrikerna fanns handspinnstolar. På en spinnrock med litet hjul blev garnet lösare; med stort hjul gick det å andra sidan snabbare att spinna. I Sverige där barn användes i spin-

4. Garnet spanns, hasplades och bobinades till varpgarn. Källa: se fig 1.



ningen (särskilt i bomullsspinnerierna), anpassades hjulets storlek till deras ålder och styrka. Spinningen av inslagsgarn måste ske ordentligt och krävde yrkeskunniga arbetare. Det skulle vara lösare än kätting. Mindre skickliga personer fick spinna kätting och börja med grövre garn. Andra spann endast inslag av finaste ull (*spinnare*).

När en viss mängd sländor eller rullor spunnits fulla, skulle de avhärvas på ett mekaniskt redskap, som kallades haspel eller härvel (*hasplare*), som gjorde härvor av det. På många fabriker kallades det strängar, när det gällde garn till kätting.



Från dessa strängar rullades sedan garnet av på bobiner (rullar av trä) av *bobinaren*. Alla bobiner måste bli lika stora och jämnt rullade, annars kunde de orsaka att tråden brast under vävningen. Bobinerskan lät garnet löpa mellan fingrarna, tog bort knutar och knöt ihop fint, där det gick av. Tre strängar per bobin var vanligt. Bobinrullarna sattes sedan i en bobinbänk (två rader med tolv bobiner i varje). Därifrån skulle de rullas av på en varpa.

Inslagsgarnet (härvorna) däremot spolades av med hjälp av en spolrock upp på papperstutor, som sedan skulle sättas i skytteln (*spolare*). Inslagsgarnet skulle alltid vara vått när det spolades och då det sattes i väven. Det var mycket viktigt att det var lika vått överallt; spolerskan fick se till att hon inte kramade ur det för mycket, när hon spolade. De färdiga spolarna lades sedan i en låda, som stod mellan de båda vävarna, som vanligen samarbetade i en vävstol. Det ansågs som en försvårande faktor i ett mål inför hallrätten, att en klädesvävargesäll som med sin lärling avvikit till krogen under arbetstid, hade lämnat garnet vått i vävstolen.

Mekaniseringen av spinningen

Spinningen var ett arbete, som också tidigt blev föremål för "förbättringsförsök". På 1830-talet sade sig de flesta klädesfabrikörer ha "mekaniska spinnstolar". Det var då fråga om handdrivna spinnmaskiner, små sådana med endast 50–60 spindlar.

De första spinnmaskinerna var anpassade till bomullstillverkning. Spinning jenny var en handdriven throstle-spinnmaskin för finspinning. Den krävde att garnet förspanns. Framför spindlarna satt en ram med lika många rullar eller bobiner för förspinningen. Denna stol arbetade periodiskt (med avbrott), vilket sågs som mindre fördelaktigt. Ett annat fel var att den inte spann tillräckligt hårt snott för att garnet skulle kunna användas till varp. Till varpspinning användes i stället vattenramstolen (tramprocken). Men den kunde i sin tur inte spinna fin tråd, som var löst snodd. Dessutom kunde den bara användas till bomull. År 1780 hade emellertid Samuel Crompton lyckats förena dessa typer i mulspinnstolen (*mulejenny*). Den drevs för hand och kunde också användas till ull. Också den krävde förspinning av de tjocka "kardor", som kom ur kardmaskinen. Förspinningsmaskinen (även kallad billy eller slubbmaskin) byggde på samma princip

som jenny-stolen men hade spindlarna fästa vid en in- och utgående vagn. År 1862 var mulspinnstolarna vanligen förekommande i klädesfabrikerna. I de mekaniserade ullspinnerierna användes senare en automatiserad version, den s k selfactorn.

Det fanns alltså två huvudtyper av spinnmaskin i bomullsfabrikerna. Throstle-stolen var den tidigaste utvecklade, som fanns i England och USA i slutet av 1700-talet. Den spann garnet på rullar. Garnet snoddes och drogs ut samtidigt genom att röra sig. Arbetaren behövde endast laga trådar som brast och ersätta bobiner som fyllts med garn. Mulstolen hade däremot sina spindlar uppsatta på en rörlig vagn, som genom att avlägsna sig på räls bort från garnrullarna drog ut garnet och tvinnade det. När den som sedan kom tillbaka på rälsen rullades garnet upp på bobinen. I början måste mulstolen dras ut och in för hand, vilket var ett tungt arbete. Dessutom måste den dras med jämn hastighet, avpassad till spindlarnas, vilket också krävde skicklighet. Även efter att vagnarna börjat dras ut och in på mekanisk väg, krävdes skicklighet eftersom garnet fortfarande rullades upp för hand. Spinnaren skulle med ena handen reglera hur tråden rullades in i spindeln och med den andra anpassa de roterande spindlarnas hastighet med hjälp av en skruv. Det var denna upprullning som ansågs svår att hantera och som länge förblev ett hantverk.

De olika teknikerna krävde olika typer av skicklighet. Throstlespinning var att sköta en maskin. Det krävde endast några veckors inlärning. Den var anpassad till grövre garn. Men mulspinning var ett hantverk, hävdades det, som krävde en lärotid av flera år. Och med den tekniken spann man finare garn.

Hasplingen fortsatte att skötas manuellt med endast enkla hjälpmedel under perioden. Bobining, varpning och spolning skedde för hand, tills de mekaniska vävstolarna blev vanliga. Då krävde dessa att bobiningen osv fick en jämnare kvalitet och gick snabbare. Ännu 1850 spolades en rulle i sänder av en person, som samtidigt med andra handen vevade hjulet. En spolgosse kunde då med denna metod hålla fyra vävstolar med garn.

Arbetarna i spinningen

Handspinningen lades vanligen ut i hemmen, där kvinnor och barn arbetade åt fabrikerna. Den berörde också landsbygden utanför staden.

> "Kvinnorna spunno i allmänhet bättre än manfolk, kanhända därför att arbetet är lätt och de äro vigare i händerna. Men förnämsta skälet var, att manfolk endast nyttjades härtill i ungdomen, ty de vandes till tyngre arbeten när de fått mera krafter, medan kvinnorna förblevo vid spinningen hela sin livstid och sålunda kunde vinna större färdighet häruti."[3]

Kvinnorna hade alltså större skicklighet på grund av längre yrkeserfarenhet. Och orsaken till det var arbetsdelningen, som styrde männen till andra arbetsuppgifter.

Spinningen var en ständig flaskhals i produktionen. Fabriksägare och myndigheter sökte sprida spinningskonsten genom att importera skickliga spinnmästare och spinnmästarinnor från utlandet, främst Tyskland, och sätta upp spinnskolor dels för barn, dels för kvinnor, som antogs sedan kunna sprida konsten vidare. Man införde också under en period premier eller medaljer till den som spann skickligt.

Däremot höjdes inte spinnlönen förrän på 1840-talet, alltså då mulstolen infördes. En lönehöjning sades nämligen leda till en prisökning på kläde, vilket man inte önskade. Spinnerskorna ansågs tillhöra samhällets ekonomiska bottenskikt. Och det förbättrade säkert inte yrkets anseende att spinning förknippades med straffarbete. Spinnhusen arrenderades ut till någon fabrikör på orten, som där fick samma arbete utfört som i sina övriga fabriker men till billigare pris.

I början av 1800-talet var spinningen det moment i klädesproduktionen, som sysselsatte de ojämförligt flesta arbetarna. Men industrins utveckling kom snart att präglas av att arbetet koncentrerades till fabrikerna. År 1819 infördes spinnmaskinen, vilket ledde till sänkta spinnlöner och arbetslöshet för spinnerskorna. Somliga av klädesväverierna kombinerades nu med s k mekaniska ullspinnerier. Spinningens produktivitet ökade kraftigt. I samband med att den flyttades från hemmen till fabrikernas spinnmaskiner övergick den från kvinnor till män. Det gällde både de tidiga spinnstolarna och mulspinnstolarna.

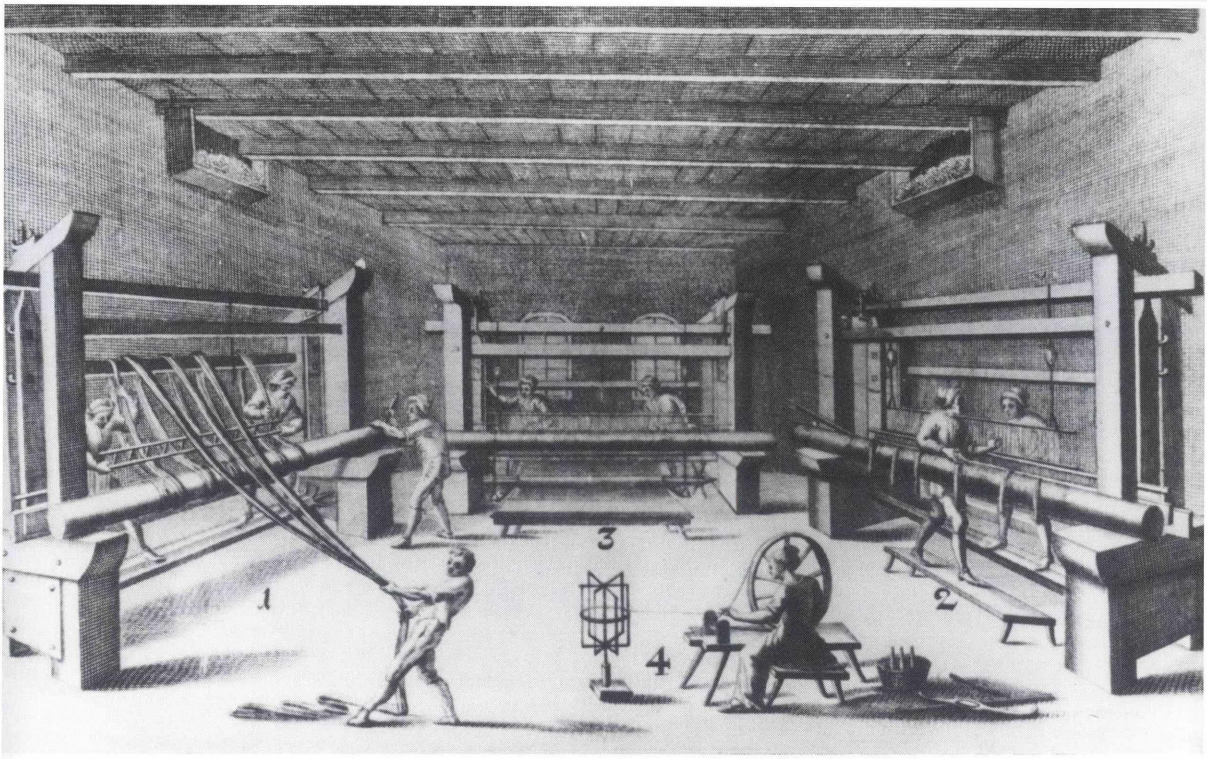
Branschen expanderade. Under intryck av 1830- och 1840-talens ökade efterfrågan startades en rad nya små och medelstora klädesfabriker i Norrköping. I slutet av 1830-talet infördes mulspinnstolen i yllebranschen och spred sig snabbt. Spinnlönerna höjdes. Och som redan nämnts inleddes den strukturomvandling, som kännetecknades av mekanisering i stor skala och rekryteringen av en annan arbetskraft.

När Drags yllefabrik köpte sin första arbetsbesparande selfactormulstol 1867 var det av det uttryckliga skälet att den totala lönekostnaden blev lägre samtidigt som man också var nöjd med garnets kvalitet. Det fåtal män som arbetade vid mulstolarna var välavlönade i jämförelse med övriga i fabriken.

I de tidiga mekaniserade bomullsspinnerierna fanns däremot stora mängder barnarbetare. De spinnmaskiner de skötte var enkla throstle-maskiner. Throstle-maskinerna dominerade länge över mulstolarna i Sverige. Barnarbetet var i bomullsfabrikerna inte någon inskolning till fabriksarbete. I yllefabrikerna innebar det dock för pojkar en möjlighet att lära upp sig, så länge det var frågan om ett hantverk.

Vävning

Det andra huvudmomentet i själva omvandlingsprocessen är vävningen. Innan vävningen kunde börja, skulle det varpas. Varpningen (kättskärning, uppränning) innebar att bobinerna rullades av i en



5. Varpning (uppränning) och spolning av inslagsgarn föregick vävningen. Källa: se fig 1.

spiralformad figur, så att garntrådarna korsades och bildade s k skäl – en sorts stomme för vävningsarbetet (*kättingskärare, varpare*). När varpningen var färdig, togs den ned på käppar och limmades. Det måste ske mycket försiktigt. Man knöt snören om skälen och såg noga till att bobinerna rullade jämnt. Brast tråden, lagades den genast och så fint att den inte gav upphov till ytterligare bristningar i vävstolen (*lagare*). Tråden måste också hållas jämnt spänd.

Så doppades kättingen i lim och bearbetades, för att inte ludda eller nötas av under vävningen (*limmare, dressare*). Så kramades den ur och borstades med limborstar, så att limmet spreds jämnt. Det fina garnet krävde mer lim än det grova. "Stor övning, grannlagenhet och försiktighet voro nödvändiga vid detta arbete, ty en oförståndig limning kunde skämma det bästa garn."[4]

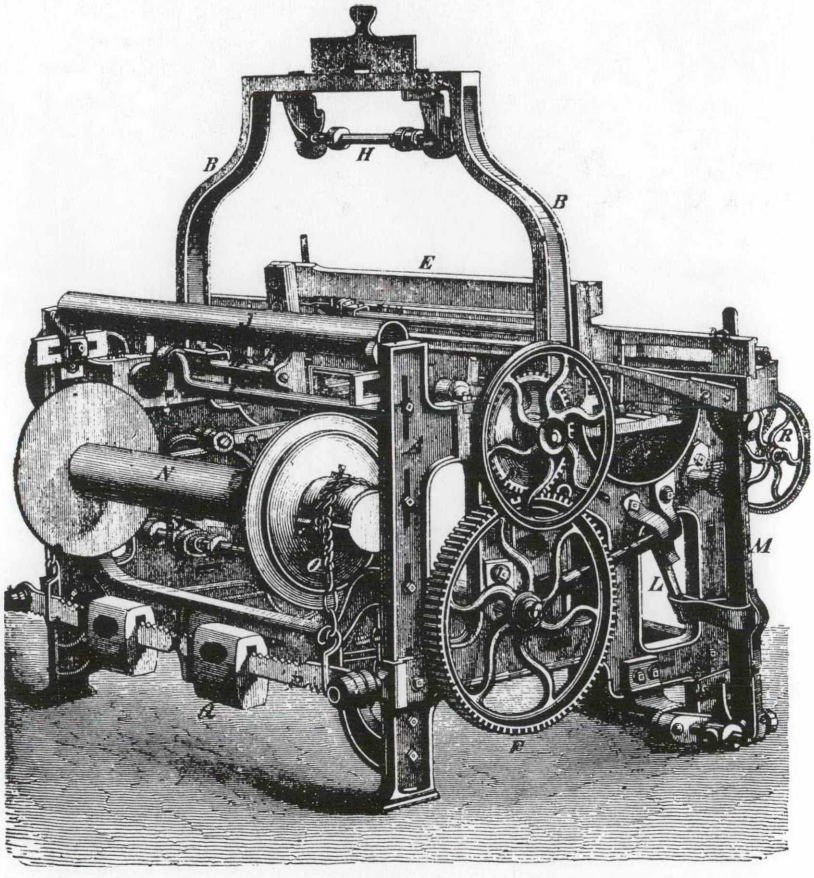
När kättingen var limmad och lagom torr, sattes den in i vävstolen genom en komplicerad operation, som krävde tre–fyra personers medverkan. Vävstolen såg ut som den i princip gör än i dag i hemmen, men den var oftast bred nog för två personer. Skytteln var av tungt, hårt trä, 2,5 tum bred på mitten och 2 fot 2 tum lång och järnbeslagen i ändarna för att löpa lätt. I klädesväverierna var den mycket tjockare, längre och tyngre än i de andra fabrikerna, för att den inte skulle hoppa och slita av någon tråd.

Två arbetare vävde högst en kvarts aln i timmen, dvs tre alnar om

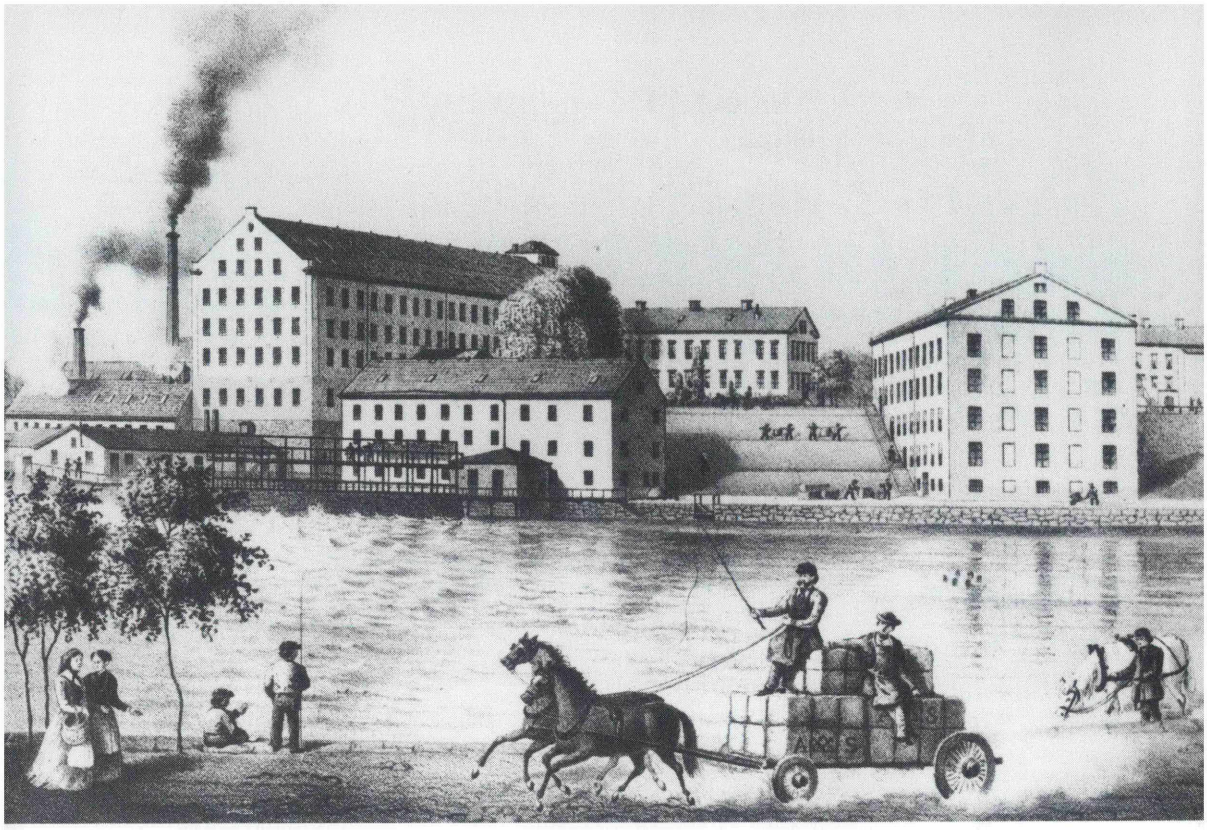
dygnet, eftersom halva dygnet gick åt till mat och vila. Vävarna måste särskilt se till att inslagsgarnet var vått, innan det spolades och slogs in i väven. Annars kunde det inte valkas och bli starkt.

Mekaniseringen av vävningen

Spinningen var i mitten av 1800-talet redan i stor utsträckning mekaniserad. Nu gällde det vävningen – det sista återstående hantverksmomentet.



6. Genom remdrift var vävstolen förbunden med fabrikens centrala kraftkälla, t ex en ångmaskin. Vävstolens remskiva (A) mottar en rörelse från ångmaskinen och överflyttar den till den övre vevaxeln (C) som via en vevstake (D) slår *slagbommen* (E) fram och åter. Vevaxeln (C) sätter kugghjulen (F) och (F^1) i rörelse, en rörelse som fortplantas till den undre vevaxeln (G). På denna axel sitter excenterskivor som sätter trampor i rörelse. Tramporna är liksom på handvävstolen förbundna med *skaften*, som skiljer varptrådarna åt. Skaften syns ej på teckningen, men skaftsnörena skall löpa över axeln (H). Axeln (G) sätter också, via armen (L), slagarmen (M) i rörelse. Därmed har man satt fart på *skytteln*. Källa: Maskin makt. Teknikens utveckling och arbetets förändring under industrialismen. Riksutställningar, Stockholm 1977, s 12.



7. Drags AB i Norrköping. Litografi från 1870-talet. Foto TM.

Den hade mekaniserats tidigare inom bomullsindustrin än i ylleindustrin. Det dröjde innan den mekaniska vävstolen kunde anpassas till det bräckligare yllet. I Sverige var Rydboholms bomullsväveri länge ensamt om mekaniska vävstolar. Jacquardvävstolen som mönstervävde efter ett slags hålkort, fanns dock redan i början av 1800-talet och användes både till siden och ylle. Den ökade kraftigt i användning under andra hälften av 1800-talet, då efterfrågan på mönstrade tyger växte. År 1862 var närmare en fjärdedel av alla vävstolar av jacquardtyp.

I Norrköping var det Drag och Smedjeholmen, som började mekanisera vävningen. Det gick dock långsamt. Parallellt med de nya mekaniska vävstolarna hade man många handvävstolar kvar. Och klädesfabriker med handvävning nygrundades ännu under andra hälften av 1800-talet. Ännu 1860 var endast en tiondel av landets vävstolar i klädesindustrin mekaniska, 1865 var det en fjärdedel. På 1860-talet ökade produktionen från de mekaniserade vävstolarna starkt.

Drags yllefabrik inledde på 1850-talet en omorganisering av både arbete och kapital. Driften mekaniserades successivt och bolaget sattes på aktier samtidigt som administrationen utökades och fick fler specialiserade funktioner. I början av 1854 började man sälja ut gamla

maskiner och beställa nya, varav för första gången ett par mekaniska vävstolar från Schönherr och Seidler i Chemnitz. På hösten beslöts att grövre kläden skulle tillverkas i två olika kvaliteter för att man skulle kunna hålla samma pris som konkurrenterna. Den 1 april 1855 antog man "dugliga vävare och väverskor".[5]

Knappt ett år senare konstaterades att bolagets spinnmaskiner inte kunde producera tillräckligt med garn till alla de nya mekaniska vävstolarna under uppsättning. Man beslöt därför genast beställa ett grövre spinneri med 180 spindlar "för att kunna lefvereras på första öppet vatten". Redan på hösten kunde man konstatera att de beställda spinnmaskinerna och andra maskiner i sin tur "kunde lefverera mera arbete än som erfordrades för igång varande Wäfstolar", och därför beställdes ytterligare åtta mekaniska vävstolar för snabbast möjliga leverans. I början av 1862 beslöt man utvidga verksamheten med bl a åtta nya mekaniska vävstolar med växellådor från Schönherr. Ett år senare köptes fyra till från Schönherr. Samma år köptes ett nytt spinneriverk med tillhörande s k selfactor från Chemnitz, sex mekaniska vävstolar från Manchester och en ulltorkningsmaskin från Hartmann i Chemnitz. Under 1866 och 1867 köptes ytterligare åtta mekaniska buckskinstolar från Schönherr och 19 mekaniska vävstolar, varav tio buckskinvävstolar.

År 1867 ville man inskränka den grövre spinningen och utöka den finare, eftersom den utländska konkurrensen lett till sänkta priser på den grövre. Därför beslöt man skaffa ett nytt spinneri för fin och medelfin ull. Spinnstolen till det nya spinneriet skulle vara "en s k self actor (sjelfverkande) för att kunna erhålla möjligaste lägsta arbetslön å den spånad som deri verkställes". År 1869 beslöts skaffa ännu en self-actor om 420 spindlar för spinneriet av Platt Brothers' tillverkning, "sedan den redan uppställda visat sig fullt ändamålsenlig och mycket fördelaktig".

Samma år köptes ännu tio mekaniska vävstolar från Schönherr och fyra från Hartmann i Chemnitz. Nu hade bullret från de mekaniska vävstolarna, som placerats på våningen ovanför kontoret, visat sig vara störande för kontorspersonalen i huset. Kontoret fick flyttas till boningshuset. Året därpå köptes två self-actors till från Platt Brothers i Oldham. År 1872 konstaterades att de nya spinnerierna och vävstolarna gjorde det nödvändigt att beställa nya skärmaskiner från Berlin. Man hade under perioden då och då inköpt även continue-maskiner, kardmaskiner m m.

Det successiva införandet av mekaniska vävstolar krävde alltså i sin tur effektivisering av spinningen. Och införandet av fler spinnstolar, inte minst self-actors, ledde sedan till att det behövdes fler vävstolar. Dessa investeringar drog också med sig behovet att skaffa bättre maskiner även till andra moment. Det tycks ha varit svårt för fabriksledningen att närmare förutse vilka följdinvesteringar, som skulle

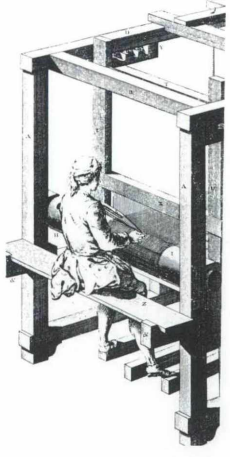
krävas; man kunde inte exakt beräkna den produktionsökning som mekaniseringen av olika moment medförde.

Som en röd tråd genom mekaniseringen går strävan efter sänkta lönekostnader men också efter anpassning av tekniken till de förändringar i produktionens inriktning, som krävdes på grund av konkurrensen på marknaden.

Kättinglimningen var inget svårt arbete, men det tog tid. Klistringsmaskiner började alltmer omtalas i början av 1860-talet (t ex i Norrköpings bomullsväveri AB), även om Sven Ericsson vid Rydboholm redan 1849 fått patent på en sådan maskin. Själva kättingskärningen kunde vid mitten av 1800-talet utföras med hjälp av en s k dressmaskin.

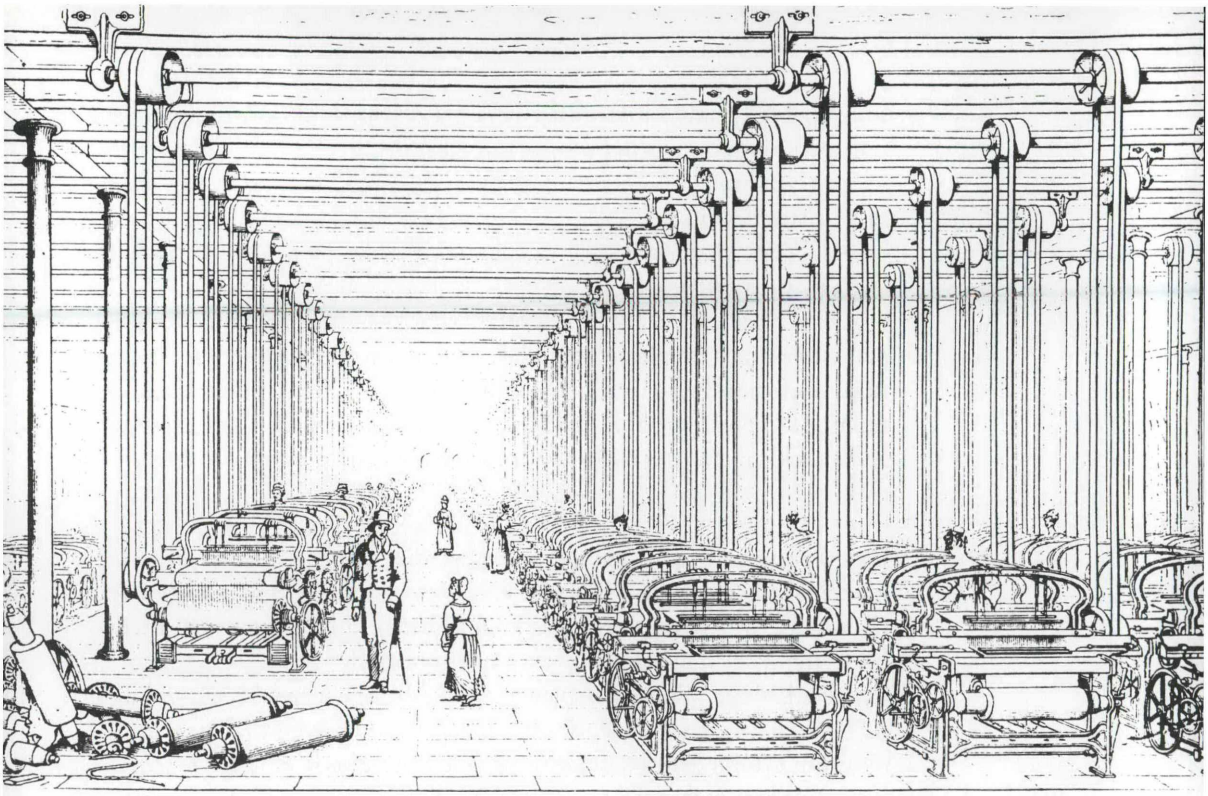
Arbetarna i vävningen

Det (kvantitativt och på andra sätt) dominerande manliga yrket vid klädesfabrikerna var vävningen. Klädesvävningen var traditionellt skråbunden, och inga kvinnor hade tillträde till denna hantverksutbildning. Men fabrikernas verksamhet reglerades av Hall- och manufakturordningen, vilken i princip gav fabriksägarna rätt att utbilda och anställa vem de ville. Ändå var det sällsynt även i fabrikerna att kvinnor utbildades till klädesvävare. Det förekom enstaka kvinnliga klädesvävare, men det var sällsynt. Men det fanns försök från fabriksägares sida att systematiskt utbilda och anställa kvinnor, vilket vi skall återkomma till nedan. I engelska fabriker tycks det dock ha varit vanligt att kläde vävdes av kvinnor. Förutom att de var en billigare arbetskraft, som endast fick två tredjedelar av männens dagslön, ansågs de väva ett jämnare kläde.



Pojkar sattes vanligen i lära under hallrättens överinseende på tre år av fabriksägaren i fråga, som slöt avtal med lärlingen (om han var myndig) eller hans föräldrar, vilket skulle godkännas av hallrätten. Vanligen löpte lärotiden på tre år. Lärlingen skulle själv betala utbildningen med 52 riksdaler riksgälds i lärpenning, vilket avdrogs från den lön han fick, sedan han blivit så pass utlärd att han kunde väva ensam. Vidare stadgades vanligen vilken arbetslön han skulle få. Under lärotiden skulle han även ha fria skatter, medicin och läkarvård. Fabriksägaren svarade för avgifter vid in- och utskrivning vid hallrätten och även material till gesällprovet, då det blev dags för det. I gengäld skulle lärlingen visa flit, nykterhet, anständighet och inte frånvara från arbetet utan lov.

Genom det s k ryckverkets uppfinning cirka 1780 hade det blivit möjligt för en ensam vävare att också väva vid en bred vävstol. Men i Sverige var det vanligast att två män (två gesäller eller mästare eller en gesäll och en lärling) vävde i en bred vävstol. Det ansågs bli ett fastare kläde då. Det gällde att slå hårt och jämnt för att få ett fast kläde. Redan ett slag mindre med bommen gav en lösare väv. Lärlingar fick först öva sig på de grövre klädessorterna, innan de som gesäller fick



8. De mekaniska vävstolarna sköttes av kvinnor under ledning av hantverksutbildade män. Källa: Power Loom Factory of Thomas Robeson, Esq, Stockport. London 1835.

komma till de finare vävstolarna. Ofta hade dock gesällen en lärgosse bredvid sig i stolen, vars utbildning han hade hand om. Det var denne gesäll, som skulle ha de lärpenningar som lärlingen betalade till fabriksägaren för att få gå i lära på fabriken.

Även om just klädesvävning var ett manligt yrke, fanns en del kvinnliga väverskor vid yllefabrikerna. De tillverkade kvaliteter som korderoj, kasimir o d. Och vid de hålkortsstyrda jacquardvävstolarna arbetade enbart kvinnor. Segelduk vävdes dock av män i fabrikerna. Bomull vävdes i hemmen av kvinnor.

Mekaniseringen av vävningen sammanföll med en stark ökning av kvinnlig arbetskraft. Redan Rydboholm rekryterade på 1830-talet enbart unga kvinnor till sitt mekaniserade väveri. På 1890-talet skrev en iakttagare:

"Under det handväfstolarne i fabrikerna alltid skötas af manliga arbetare till följd af den uthålliga styrka, som kräfs för att dag ut och dag in kunna handtera slagbommen, skötas deremot de mekaniska väfstolarne uteslutande af qvinnor, hvilkas göromål sedan väfven väl blifvit uppsatt, hufvudsakligen består uti att öfvervaka maskinstolen i dess bullrande verksamhet, utbyta skyttlarnes tömda spolar mot nya och anknyta sönderbristande trådar."[6]

Samme man anför vidare ett exempel, vilket torde gälla Drags yllefabrik, där i en "storartad klädesfabrik, ingen väfverska sköter mera än en maskinstol, hvaremot i bomullsväfverierna en och samma väfverska omhänderhar flere stolar".

Den hierarkiska struktur med en mer homogen grupp kvinnliga maskinskötare övervakad av enstaka manliga arbetsledare som här beskrivs för en fabrik på 1890-talet, är fullt påvisbar i de mekaniska fabrikerna redan på 1850-talet. Redan vid Rydboholms mekaniska väveri på 1830-talet fanns den fullt utvecklad. Arbetsorganisationen där företedde därmed de särdrag, som kom att bli regel i den senare periodens samtliga mekaniserade fabriker.

Efterberedning

Då klädet vävts, vidtog en serie behandlingsmoment, som i huvudsak skulle bearbeta ytan och göra den hård och glatt. Efterberedningen var också tidigt föremål för "förbättringsförsök". Liksom vid förberedningens mekanisering använde man system av cylindrar och valsar som hjälpmedel.

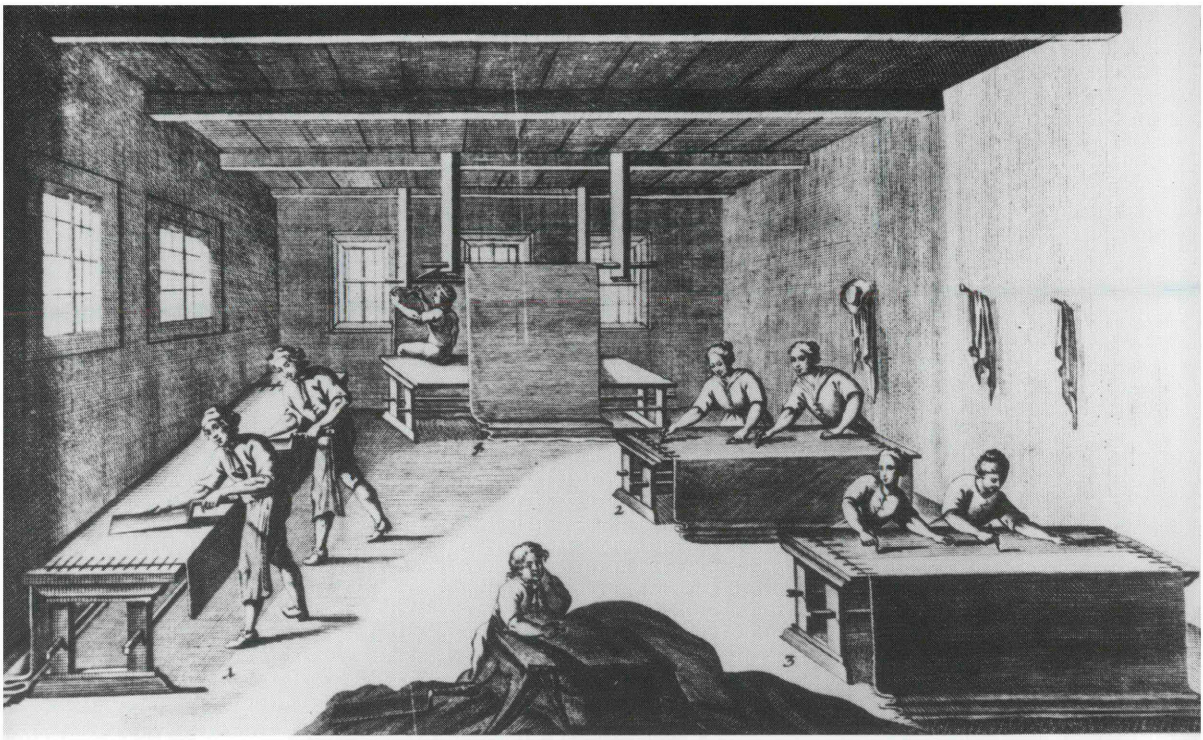
Först hallades (kontrollerades) den färdiga väven en första gång av de s k hallmästarna (vanligen hantverksmästare från olika fabriker). Dessa hängde upp väven mot ljuset. Några *nopperskor* drog den sakta över en stång och hallmästarna granskade väven för att upptäcka eventuella fel. Böter utmättes för de upptäckta felen och drogs från vävlönen. Efter denna s k råhallning skulle felen lagas. Klädet överlämnades till nopperskorna (*lagerskor, stopperskor*). Med en skarp liten nopptång, en sax, stoppnål och tråd skulle hon laga felen i väven. Sedan sopade hon alla kläden rena med en skalad björkriskvast för att få bort trådrester m m.

Genom en andra hallning kontrollerades sedan nopperskans arbete. Eftersom hon fick betalt per lagat fel, var det praktiskt att råhalla klädet både före och efter hennes arbete. Frestelsen var kanske annars stor för henne att uppge fler fel än hon faktiskt lagat. Noppningen förblev manuell men kallades senare tyglagning e d.

Genom valkningen skulle sedan klädet krympas och tätas (*valkare*). I denna process lades klädet i blöt några dygn, fettet hamrades ur och klädet torkades och sträcktes genom att ramslås (*ramslagare*). Så noppades det igen och när det kom tillbaka till valkaren, bearbetade han det i flera timmars tid under hammar i såpvatten. Behandlingen pågick tills klädet förlorat en fjärdedel av sin bredd. Då tvättades det igen, sköljdes noga i vatten och avfettades ibland med urin. Cylindervalken nådde Sverige på 1840-talet. Den sades förkorta arbetstiden för valkningen till en tiondel av vad den tidigare varit.

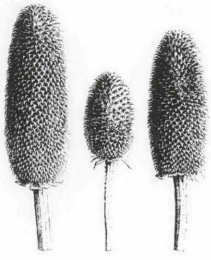
Det s k appreteringsarbetet utfördes eller leddes av *överskäraren*. Här ingick ruggning, överskärning och pressning.

Under ruggningen skulle klädet hänga högt uppifrån en stång och ned i ett kar med ljummet vatten. Det skulle hållas vått under bearbet-



9. Klädet överskäres och noppas. Källa: se fig 1.

ningen. Vanligen arbetade två män samtidigt med ett kläde (*ruggare*). De beströk det med en karda och höll samtidigt emot på andra sidan med en bukig kopparskiva. De började vid var sin kant och drog kardorna uppifrån och ned till sina knän, som om de borstade klädet. De arbetade först in emot mitten, sedan ut emot kanterna. Handruggningen var ett mycket tungt och omständligt arbete, och ruggmaskinen infördes tidigt i Sverige (1806 hos Söderberg & Arosenius, 1817 en vattendriven typ i Arosenius' Normalfabrik, båda i Norrköping). På 1830-talet förekom de rätt allmänt i Norrköping. Ruggmaskinen arbetade efter samma princip som skrubblings- och kardmaskinerna, dvs flera cylindrar med ånga mellan kardytorna ruggade och kalendrerade samtidigt klädet (*kalendrerare*).



Att vårda kardorna var ett viktigt arbete. De kardborrar som användes måste importeras. Kardorna förvarades luftigt för att torka mellan användningarna. En kardbindare satte om dem, så snart de torkat, så att fräscha onötta sidor kom utåt. De sattes i ställ efter nötningsgrad och användes i viss ordning. Det var ett sätt att få arbetarna att använda både nya, svårbearbetade kardor och gamla, lättgående (*kardsättare*). De nya kardorna måste användas vid de sista ruggningarna, då klädet var glatt och håren svåra att dra ur.

Vid ruggningen samlades en hel del flock i kardorna, som genast måste tas bort. Till det arbetet användes barn i åldern 6–8 år. De måste försiktigt med en trästicka eller hornkam rengöra kardorna

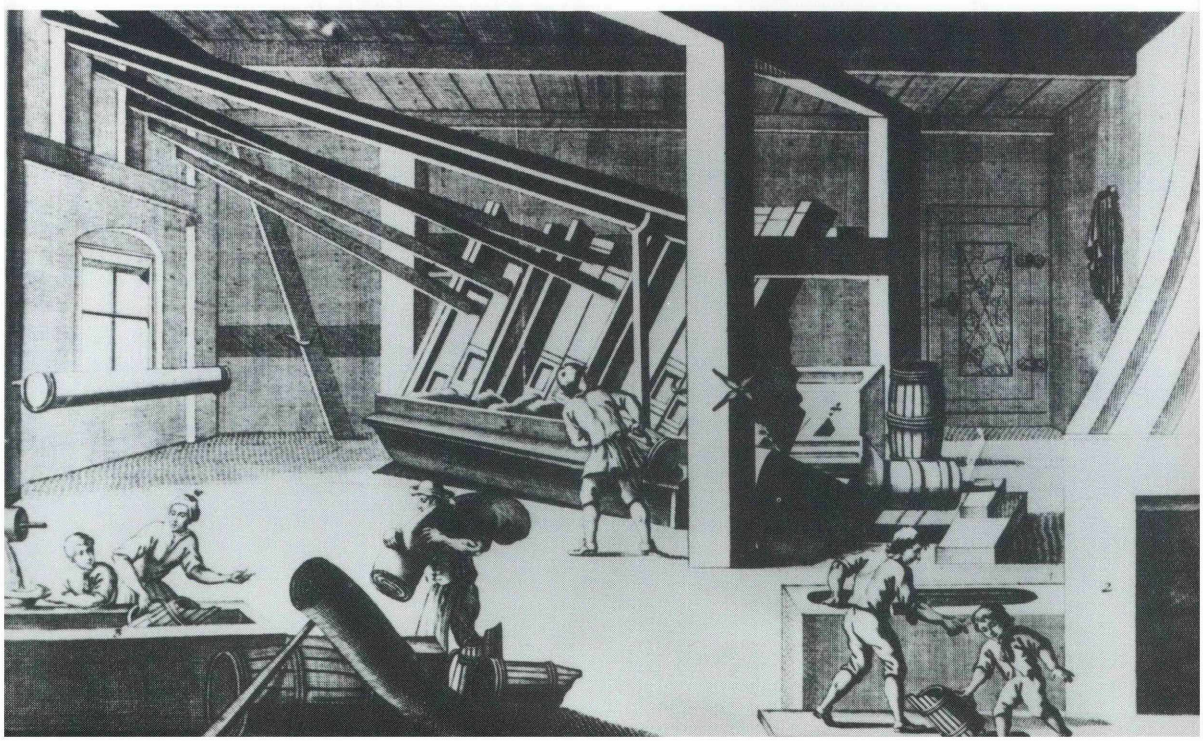
utan att taggarna skadades (*kardrengörare, kardgosse, kardurtagare, kardutstickare*).

Överskärningen var ett svårt och tungt arbete, som krävde koncentration. Det var lättast att utföra, om två lika skickliga överskärare arbetade tillsammans från var sitt håll. Med en stor sax eller kniv klipptes de utdragna håren bort från klädets yta. Varje s k skår måste göras i ett svep utan uppehåll. En van överskärare kunde göra två skår i sekunden, dvs 120 i minuten eller 7 200 i timmen, enligt uppgift. Men det var sällsynt att han orkade skära i mer än en kvart eller 20 minuter i sänder, innan han måste vila.

Efter den första ruggningen följde en s k skärning "ur håren" eller skärning i första vattnet. Den utfördes grovt med en slö kniv. Så följde ruggning igen och skärning i andra vattnet (med valkning mellan momenten). Klädet ramslogs så, medan överskäraren for över det med gamla kardor eller ramborstar. Sist skars det med skarpa saxar.

Grövre kläden skars bara en gång på rätsidan, sedan de skurits "ur håren" på båda sidor. Finare kläden skars i ett tredje vatten. Då började det få sitt ludd och ruggades därför sedan i samma riktning hela tiden. Starkare kardor användes. Melerade eller i ullen färgade kläden kunde behöva ruggas i fyra eller fem vatten, torkas och överskäras. En skicklig arbetare kunde bedöma hur många omgångar och hur många drag i varje omgång, som ett visst kläde tålde och behövde. Det fick inte slitas för mycket i ruggningen eller få för tunn stapel (ludd).

10. Valkning av det färdiga klädet. Källa: se fig 1.



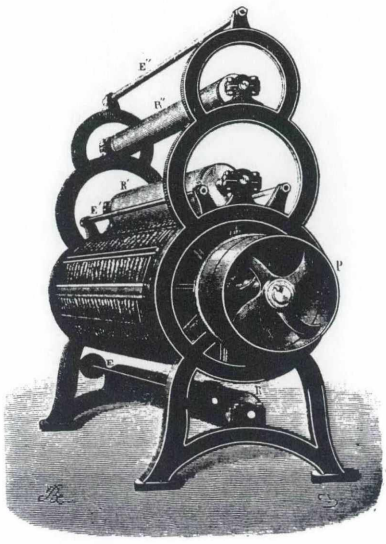
Överskärningen var ett skråbundet hantverk med stadgad lärotid. Det var ett svårt och känsligt arbete, som maskinerna inte på länge kunde klara av lika bra som den yrkesskicklige hantverkaren. Överskärningen för hand fanns kvar till 1850-talet, även om det fanns mekaniska hjälpmedel redan på 1830-talet. Malcolms mekaniska verkstad i Norrköping hade specialiserat sig på bl a sådana. För fina kläden krävdes dock fortfarande på 1850-talet att en van överskärare gick över ytan för hand en sista gång efter maskinskärningen. Vartefter som de grövre klädeskvaliteterna blev dominerande, blev detta moment inte lika nödvändigt. Efterfrågans förändrade inriktning gjorde det med andra ord möjligt att reducera beroendet av hantverksskicklighet.

Det fanns flera typer av överskärningsmaskiner. Den första modellen arbetade längs med klädet, longitudinellt. Eftersom det var opraktiskt när det gällde breda kläden, byggdes sedan s k transversaler, där skärcylindern fördes på en liten vagn över klädet. Den typ som infördes i Sverige bestod av en eller flera knivar, som var fästa vid en vals och roterade. Norrköpingsfabrikerna nämner maskinen som tondeux transversal, tondeux français, tondeux longitudinal och tondeux désiré efter franska och belgiska modeller. Mellan de olika skärningsmomenten måste klädet i början flyttas eller översättas (*översättare*). Det momentet lyckades dock Malcolm rationalisera bort genom en förbättring 1839, varigenom klädet skars helt färdigt, innan det behövde flyttas och man vann tid. Överskärningsmaskiner eller tondeuser var vanliga redan 1840.

Sist ramslogs klädet för att spännas till slutgiltig bredd och längd. Efter torkning var det så färdigt att föras till pressen, dock först efter en sista plysning (nu klädesplysning, dvs samma procedur som ovan nämnda noppning) (*klädesplyserska*). Sedan veks det och pressades till glans under värme. Den hydrauliska klädespressen omnämns först 1845 i Norrköping. Särskilt de mindre fabrikerna använde länge den äldre metoden att lägga tyget väl inpappat mellan värmda järn och pressa ihop det med en skruvanordning. Arbetet underlättades av ett tramphjul, som tillät en enda man att utföra det, jämfört med tidigare flera. Den ångvärmda cylinderpressen som fanns i utlandet på 1820-talet, hade ännu 1850 inte nått Sverige.

Borstning och dekatering fanns det tidigt hjälpmedel för. En ångborste som först ångade upp klädet, sedan borstade det och krympte det med hjälp av valsar och cylindriska borstar, omtalades i Norrköping redan i slutet av 1830-talet. Dekateringsmaskiner fanns också på 1830-talet i Norrköping. Men ingen av de sistnämnda uppfinningarna kan sägas ha varit vanlig då (*borstare, dekaterare*).

Bland de efterberedande arbetsuppgifterna var överskärarnas den överlägset mest kvalificerade, så länge den var ett hantverk. De behövdes länge, eftersom man inte kunde ersätta deras yrkeskunskap



11. Ruggmaskin. Källa: Uppfinningarnas bok, bd VI. Stockholm 1875, s 465.

med maskiner. Men när mekaniska maskiner övertog överskärningen, var det unga kvinnor som anställdes för att sköta dem.

Ruggningen var i de hantverksmässiga klädesfabrikerna ett av de vanligaste manliga yrkena. Till sin hjälp fick ruggaren tidigt den s k ruggmaskinen, en enkel anordning som måste ha sparat hans krafter men samtidigt reducerat hans möjligheter att anpassa behandlingen till det enskilda klädet.

Övriga arbetsuppgifter inom den avslutande behandlingen var alla manliga yrken. Det enda som var kvinnligt var den helt manuella och arbetsintensiva klädesplysningen och noppningen. Assisterande uppgifter såsom översättning sköttes av ungdomar, ofta manliga.

Två interiörer: Klädesmanufakturen 1814

Under en period i början av 1800-talet förekom ett försök att mer systematiskt och principiellt sprida klädesvävningen och alla arbetsuppgifter inom klädesproduktionen till kvinnlig arbetskraft. Det stöddes av den statliga manufakturdiskontfonden, som beviljade anslag till fabriksägaren och färgaren assessor Carl Arosenius, när han år 1814 startade Normalfabriken Pro Patria, vilken var avsedd att bli en mönsterfabrik i alla avseenden.

Normalfabriken hade efter några år en vattendriven ruggmaskin, en skrubbel- och kardmaskin, två spinnstolar, på vilka man kunde spinna 10 000 sträng fint garn, åtta överskärardiskar och fyra tvåmans- och fem enmansvävstolar. Alla arbetare utom den tyske klädesvävarmästaren var kvinnor. Nya maskiner anskaffades successivt för att förbättra tillverkningen, som kontrollerades kontinuerligt av Kommerskollegium och ansågs mycket god. Hallrättens ledamöter

(till stor del fabrikörer) inspekterade fabriken i december 1814 och rapporterade till Kommerskollegium följande:

"...den Herr Assessoren Arosenius tillhöriga gård med owanligt rymlig tomt hvarutinnan fabriken blifvit inrättad, består af 2ne mindre och en större twå wåningars hus, utom derå befinteliga windar samt dertill hörande uthusbyggnader. I det större huset äro endast tvenne rum på hwardera bottnen, men af 24 alnars lengd och 15 alnars bredd, hwardera så rymliga, att i bägge wåningarne tillsammans Tolf stycken 2 mans Klädeswäfveristolar bequämligen kunna upsättas och drifvas. I den andra Bygningen på gården äro boningsrum, hwarutinnan Mästaren och andra till fabriken hörande arbetare för närwarande äro inrymde, men hwarutinnan, om behof göres, ännu flere Klädes Wäfstolar kunna upställas. Den tredje wåningsbyggnaden uptager endast magaziner för rudimateriers samt råa och färdiga warors förwarande.

I ena rummet af stora Byggningens öfra wåning besågos twänne upställda 2 mans Klädewäfvare Stolar, af hwilka den ena var i full gång och arbetades derpå, under en från Sachsen införskrifwen kunnig och skickelig Klädes Mästares Johan Czadeks inseende, af twänne redan inöfwade qvinnor, Enkan Anna Carling och Pigan Anna Rosengren, en hwit 28/00 Klädesduk af ypperlig godhet och beundrades de arbetandes redan wunna färdighet i arbetet samt jämte både kättingens och inslagets godhet, efter hwad af det redan förfärdigade kunde dömas, den wisande fastare wäfnad, än wid härwarande fabriker wanligen åstadkommes.

Utom förenämnda qvinnor är jämwäl Pigan Inga Hjortsberg till wäfnad antagen och kommer hon, som berättades wisa fallenhet härtill, på den ännu lediga wäfstolen med biträde och underwisning af frammannämnde Mästare, att inöfwas.

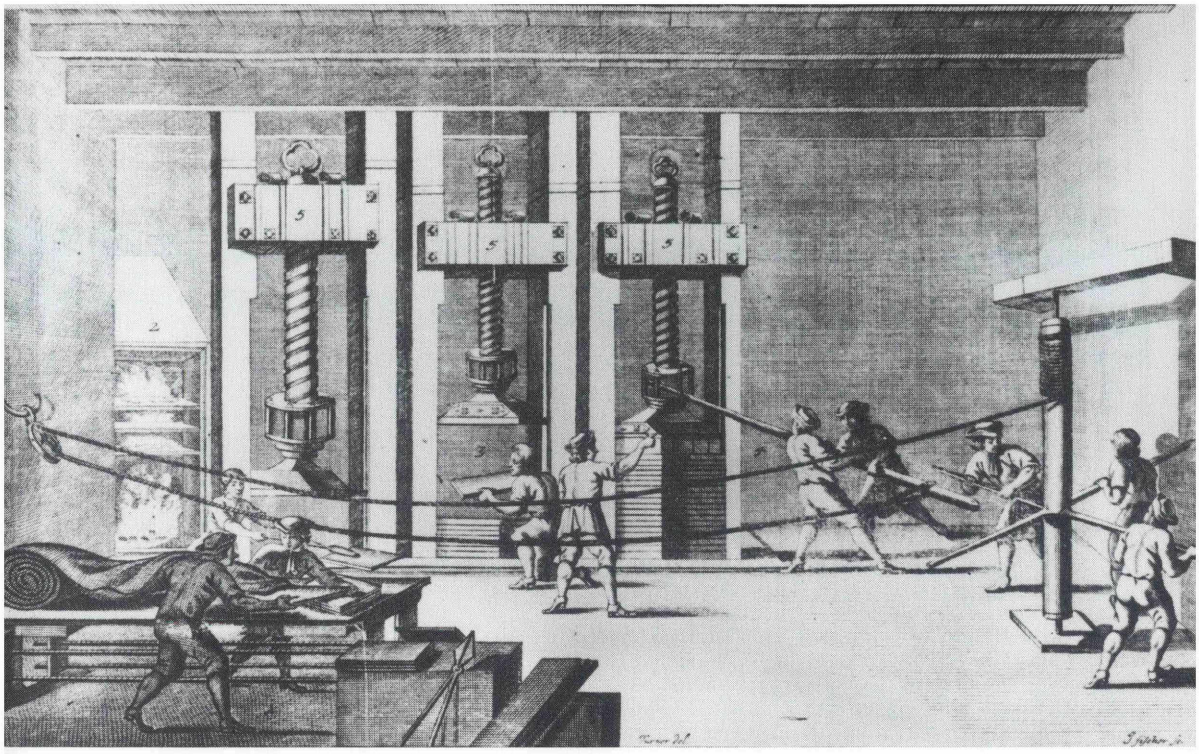
Härefter besågs Ull Magazinet, och der förwarade förråd, som af fabriksegaren upgafs utgöra omkring tre Tusende Skålpund Spansk och Svensk Spansk Ull, och hwilket Rätten ansåg med förhållandet enligt.

Widare öfwerwar Rätten Ullens sortering, som förrättades med urskillning och skickelighet af Klädemakaren Hammarbergs Enka.

Härutom anmärktes, att wid fabriken äro antagna, förutom kringspridda spinnerskor, för spolning, bobining, plåckning, noppning och plysning, fyra flickor och Twå gåssar, af hwilka en del härmed under Rättens ögon sysselsatte, wisade för hwar sin förrättning nöjaktig skickelighet."[7]

År 1835 då fabriksägaren gick i konkurs hade fabriken utvidgats betydligt. Ullplysningsmaskiner hade anskaffats och överskärningen hade mekaniserats. Den spinning som skedde i själva fabriken hade ökat. Ett 80-tal arbetare var anställda, numera dock både män och kvinnor. Man tillverkade fortfarande fina kvaliteter, men hade tänkt gå över till grövre när konkursen kom.

I början av 1820-talet anmälde sig inte längre några kvinnliga elever. Enligt hallrätten berodde det på att de redan utlärda kvinnorna konkurrerade som lärare genom att lära upp elever för billigare avgift än Normalfabriken tog. Det var först med mekaniseringen av yllevävningen, som kvinnor kom att anställas som väverskor i stor skala.



12. Klädet pressades med hjälp av en skruvanordning. Källa: se fig 1.

Den mekaniserade yllefabriken 1859

I de mekaniserade fabrikerna var arbetsorganisationen en annan än i manufakturerna. Det präglade också utnyttjandet av de fysiska lokaliteterna. Drags gamla yllefabrik omorganiserades på 1850-talet till aktiebolag av en rad tidigare klädesfabrikörer och mekaniserades successivt. Fabriken beskrevs 1859 såsom vackert belägen vid västra ändan av staden vid strömmens första höga fall. Två vattenhjul av järn och ett reaktionshjul om tillsammans 100 hästkrafter drev de olika maskinerna. Huvudbyggnaden var 190 fot lång och 60 fot bred och hade fyra våningar förutom två vindsvåningar. Olika produktionsmoment var inhysta på olika våningar. På första våningen fanns valk-, skölj- och ruggmaskiner. På andra våningen fanns 73 vävstolar, varav 39 mekaniska. På fjärde våningen fanns kard- och spinnmaskiner. Femte våningen utgjordes av en ramvind med ullinoljningsmaskin. På sjätte våningen fanns ett plys- och nopprum. Där fanns även "en avstängd plats där 30 fångar från den närbelägna korrektionsinrättningen är under särskild bevakning sysselsatta". I andra byggnader fanns färgeri, appreteringsverk m m. Lokalerna uppvärmdes med hjälp av ånga. I närheten fanns också ett boningshus för arbetare. Det innehöll 30 rum fördelade på 17 lägenheter.

Sammanfattande diskussion

I det tidiga 1800-talets manufakturer förelåg en stark specialisering mellan yrken och arbetsuppgifter och en strikt uppdelning mellan män och kvinnor. Den var dels horisontell mellan branscher och

arbetsmoment. Men den var också hierarkisk på två sätt. Dels hade män i större utsträckning självständiga, kvalificerade och bättre betalda arbetsuppgifter, dels hade de monopol på arbetsledande positioner. Kvinnors arbete var i allmänhet underordnat och gällde i de omekaniserade klädesfabrikerna främst beredning av ull och avsyning av det färdiga klädet. I assisterande uppgifter var deras lön – liksom ungdomarnas – beroende av vävarens eller spinnarens arbetsinsats. Plysning och noppning var arbetsintensiva manuella moment. Förmodligen kunde den förbli sådan under större delen av seklet just därför att det fanns tillgång till outbildad kvinnlig arbetskraft till detta. Ullplysning kunde dessutom utföras i hemmet.

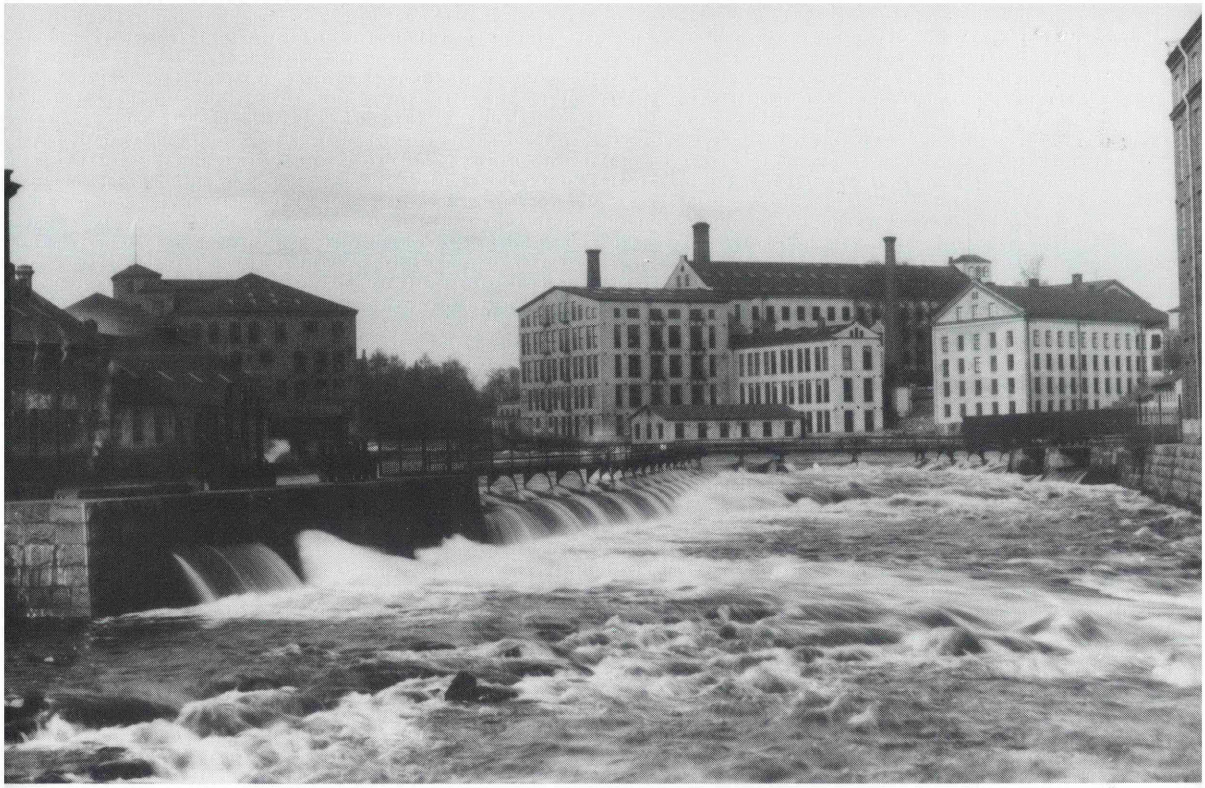


En typ av vävning tillkom dock kvinnor även i manufakturerna, nämligen korderoj-, kasimir- och jacquardvävning. Utmärkande för dessa vävtyper var att de två förra gällde ett enklare grovt kardull- eller halvylletyg och det sistnämnda var fråga om en sorts programmerad vävning. Lönen var lägre än för klädesvävning. Utmärkande för klädesfabrikerna var vidare att det fanns en rad typiska ungdoms- eller barnarbeten. Hit hörde spolning, bobining, översättning och annan assistans. Dessa kunde tjäna som inskolning till andra arbeten, t ex från spolare till spinnare, från kardsättare till spinnare osv. Denna karriärgång var dock en manlig sådan.

Ett viktigt skäl till den manliga dominansen var att männens monopol på hantverksutbildningen inom skråna gav dem ett försprång. Men hall- och manufakturlagstiftningen medgav att andra personer anställdes, vilkas utbildning kunde begränsas till manufakturernas specifika behov. Därmed blev det möjligt för fabriksägare att försöka rekrytera annan arbetskraft än tidigare och att ändra villkoren. Eftersom kvinnor i det äldre samhället traditionellt hade hälften eller en tredjedel av vad männen hade i lön, borde det funnits ett starkt intresse att anställa kvinnor i manufakturerna.

Det fanns också försök från ägarnas sida att i manufakturerna bryta det traditionella manliga monopolet på vissa hantverk. I sidenvävningen lyckades det för fabriksägarna i slutet av 1790-talet att ersätta de manliga sidenvävargesällerna i Stockholm med billigare kvinnlig arbetskraft i samband med att man lade om produktionen till släta, enfärgade typer. Alltför sent förstod gesällerna att det var de lägre lönerna som gjorde kvinnorna till en attraktiv arbetskraft. Då började de kräva lika lön, men det var som sagt försent. Arbetet hade tagits över av kvinnorna.

I början av 1800-talet misslyckades ett försök att ersätta både klädesvävare och andra manliga yrkesgrupper i klädesfabrikerna med kvinnor trots stöd från den statliga manufakturdiskontfonden och från den lokala hallrättens ledamöter, dvs fabrikörerna i Norrköping. Kvinnliga vävare fanns kvar så sent som på 1830-talet. Men i övrigt skedde produktionen då med traditionell könsuppdelning i arbetet.



13. Drags yllefabrik AB, Norrköping. Foto 1901, TM.

Möjligen har det funnits fler försök att byta arbetskraft. Bristen på utbildade hantverkare och den billigare kvinnolönen bör ha varit två starka incitament för att försöka rekrytera kvinnor. Men bristen på källmaterial gör det svårt att undersöka problemet.

En avgörande skillnad mellan de två försöken med vävningen var dock att sidenväverskorna fick lägre lön än sina manliga kolleger och alltså konkurrerade ut dem därigenom, medan klädesväverskorna fick samma lön och betalade samma avgift för sin utbildning som männen. Dessutom finns uppgifter om att de utbildade klädesväverskorna senare lärde ut hantverket till ett billigare pris än brukligt. Det var en källa till irritation, men det är svårt att avgöra om det kan ha varit skäl nog för att sluta rekrytera kvinnor. Det bör ha varit i fabriksägarnas intresse att utöka de utbildades antal. De som kunde ha skäl att klaga var de som drabbades av konkurrensen och på längre sikt kanske fruktade en sämre löneutveckling och statusförlust, nämligen de manliga gesäller, som dels lärde upp lärlingar och vanligen fick ta emot avgiften, dels hade intresse av att begränsa konkurrensen i yrket. Det gällde för dem att begränsa tillträdet till yrket generellt men kanske särskilt gentemot kvinnor, eftersom det bör ha varit viktigt att det fortsatte att ses som ett manligt yrke i ett samhälle, där manligheten var överordnad.

Situationen för klädesvävarna kan ha påmint om den som gällde de manliga mulspinnare i England, som lyckades fördröja ringspinningens införande. Efterfrågan på kläde växte under perioden, produktionen expanderade och på kort sikt kan arbetskraftsbristen och beroendet av de redan anställda gesällerna ha gjort det svårt för fabriksägarna att motsätta sig eventuella krav på manligt monopol.

Det var säkert heller ingen slump att mekaniseringen av yllevävningen gick särskilt långsamt just i Norrköping, där de allra flesta av landets handvävare fanns. Dock fanns det länge kvar en arbetsmarknad för dem, eftersom den äldre tekniken fortsatte att användas. Det är också värt att nämna att många textilproducenter gick över från ylle till bomull i samband med mekaniseringen av vävningen. Och bomullsindustrin var en bransch utan traditioner i staden, något som också torde ha underlättat övergången till en ny sorts arbetskraft.

I samband med teknisk förändring tycks det ha varit lättare att driva igenom och motivera förändrade arbetsvillkor och att en annan sorts arbetare anställdes. Kvinnornas arbetskraft togs i anspråk i större omfattning i fabrikerna just sedan dessa mekaniserats.

Men mekaniseringen innebar inte entydigt en förenklad arbetsprocess. Det bör påpekas att även arbetet vid mekaniska vävstolar krävde inlärning och vana. Då nya fabriker grundades, var man alltid angelägen om att rekrytera en kärna av vana väverskor och andra arbetare från andra fabriker.

Spinning var ett kvinnoarbete i hemmen men ett i huvudsak manligt arbete som hantverk i fabrikerna. När arbetet mekaniserades, delades maskintyperna upp så att vissa maskiner sköttes av män, andra av kvinnor. Principen var i Sverige att män styrde mulspinnmaskiner, medan kvinnor och barn betjänade throstle-spinnmaskiner och senare ringspinningsmaskiner.

I mulspinningen kvarstod länge ett manuellt moment, som ställde krav på utbildning och låg till grund för högre löneanspråk. Mulspinningen definierades i Sverige som ett manligt arbete. I Skottland och vissa områden i USA var det ett kvinnoarbete. Men i England vann männen dragkampen om arbetet. De olika utfallen i olika regioner av konkurrensen om denna arbetsuppgift har legat till grund för en diskussion bland forskare.

Noter

1. Artikeln bygger på Anita Göransson: *Från familj till fabrik. Teknik, arbetsdelning och skiktning i svenska fabriker 1830–1877.* Lund 1988. Skildringen av hantverket är i stora delar hämtad från Sven T Kjellberg: *Ull och ylle.* Lund 1943.
2. Årsberättelser. Fabriker m m. Ser 2 1820. Kommerskollegii arkiv.
3. Kjellberg, a a, s 371.
4. Kjellberg, a a, s 382.
5. Skildringen av investeringsbesluten bygger på styrelseprotokoll från Drags AB för åren 1854–72.
6. Karl Key-Åberg: *Inom textilindustrien i Norrköping sysselsatta arbetares lönevilkor och bostadsförhållanden.* Skrifter utgifna av Lorénska stiftelsen. Stockholm 1896.
7. Bewis öfwer Besigtning å Klädesfabriken Pro Patria, undertecknat av Hall- och manufakturrättens ordförande borgmästaren samt övriga ledamöter den 16 december 1814. Hall- och manufakturrättens i Norrköping arkiv.

From handicraft to factory

Summary

The factory system was first applied to the textile industry. Two main types of factory production are contrasted in the article. In manufacturing the labour process was characterised by handicraft skills and organised around the skilled male worker assisted by women and children (sometimes his own family)—but simultaneously by a wage-labour relationship between the worker and the factory owner.

The mechanised factory was characterised by a developed division of labour and specialisation of collective workers, mainly young women under the supervision of skilled, older men.

The labour process is described in detail as well as the changes brought about by mechanisation and the changes in the gender division of labour. During the first half of the nineteenth century certain mechanical aids were gradually introduced in the first and last stages of the process. The system of rollers made the work easier for the workers but reduced the possibility of more finely adjusting the treatment of the product. The driving power was still manual.

The manufacture-owners were allowed to employ and train any worker of their choice without having to heed the guild regulations and their male monopolies. The growing demand for textile products and the relatively high wages of handweavers should have been reason enough for factory-owners to try to employ women, who were traditionally paid less. But skilled workers in the manufactures were usually men, in spite of these manufacture privileges.

However, there seem to have been several attempts by factory owners to change the gender division of labour. Weaving coarse materials and using the jacquard machines was mostly women's work and much lower paid than cloth-weaving. Silk weaving had been turned over to women in the 1790s as silk factories changed their production to less complicated patterns and products. The male silk weaver journeymen realized all too late that it was the women's lower wages that lay behind this. Then they demanded equal wages but it was too late.

The substitution of women for male hand-weavers in the wool industry did not succeed until mechanisation employing steam or water power during the 1850s was carried out—in spite of a state-supported attempt to do so as early as 1814. The mechanisation of wool weaving was very slow, however, particularly in Norrköping, which had the largest number of skilled handweavers. On the other hand there was a demand for hand-weavers for a very

long time, since wool manufacturing using the old technology continued well into the latter half of the century.

Mechanisation with the help of a central source of energy took place in order to lower the wage costs, to increase productivity and control over the work. It came into question in connection with a big demand for coarser, cheaper qualities, especially of fabrics. The handicraft worker in particular answered for a large proportion of wage costs in the cloth factories. By introducing mechanised looms, cloth cutters etc. it was possible to redefine the work, change qualification demands and recruit a workforce that lacked regulated training and which could not demand the wages of handicraft workers.

During the second half of the nineteenth century the textile industry was dominated by the mechanised factories. The supervising functions had increased and become more specialised. The hierarchical principle depending on sex and age as the principle for the allocation of work, was systematically and even more clearly carried into practice. But now the organisation of work was adapted to the labour process of mass production in industrial capitalism. There were specialised machine minders and their often trade skilled supervisors and machine maintenance men (metal and wood workers and engineers). Supervisors and maintenance men had clearly delineated favoured positions. The work now had more continuity and was integrated and hierarchical.

The gender division of labor seems to have been determined by the relationship between the worker and technology. Machines that assisted the worker were usually controlled by men, while machines that were assisted by the worker were served by women. The control of technology and of construction work was ideologically tied to masculinity, which makes it an efficient tool in the effort of skilled men to limit the competition for their jobs while at the same time keeping the job status up. The gender system that identified femininity with unskilled and subordinate jobs as low value labour, would endanger the job status, should women be allowed to enter.

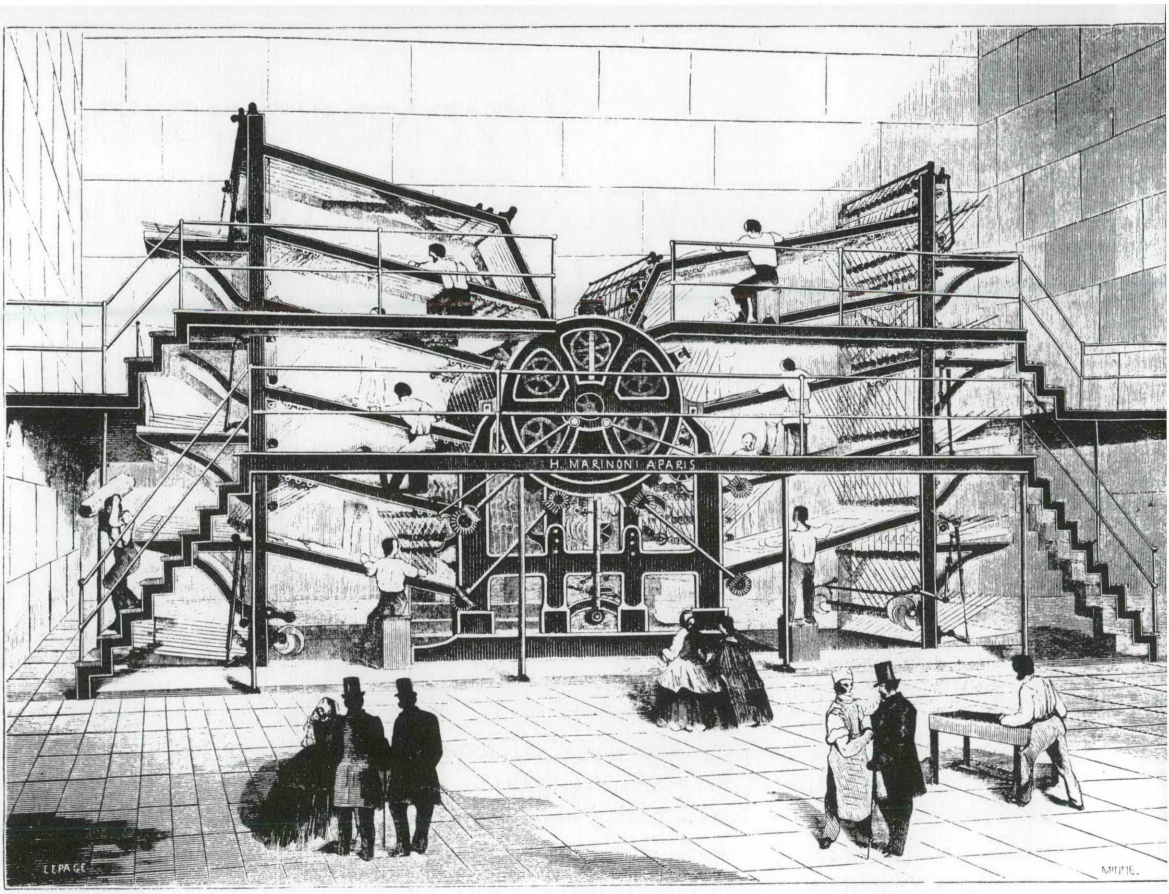
Tryckeriägare, typografer och ny teknik under det industriella genombrottet

Av Lars Ekdahl

Det är en fascinerande tanke att Lars Johan Hierta, endast något år efter att han 1830 startat Aftonbladet, söker sig till Teknologiska Institutet, den tidens Tekniska Högskola, för att konstruera en mekanisk tryckpress. Bakgrunden var att den gamla handpresstekniken inte motsvarade tidningens behov av snabb produktion av för den tiden relativt stora upplagor. Hierta gjorde flera studieresor till England för att där närmare bekanta sig med den nya tekniken. Ändå tycks de tekniska problemen ha blivit honom oöverkomliga – den press han konstruerade kom troligen aldrig till praktisk användning.

Inom den engelska tidningsindustrin hade de tekniska problemen kring tryckningens mekanisering vid denna tid redan lösts. Här var problemen under denna de ludditiska maskinförstörarnas tid i första hand sociala. Den fråga som Hiertas engelska kollegor brottades med var snarast hur de anställdas motstånd mot den nya tekniken skulle kunna brytas. Vid den ärevördiga Times i London fick den frågan ett åtminstone för personalen överraskande svar. Under det största hemlighetsmakeri sattes de nya mekaniska pressarna upp i en till tidningen angränsande byggnad. Och natten mellan den 28 och 29 november 1814 fick så den ordinarie personalen vänta på en påstådd senare pressläggning medan tidningen för första gången framställdes på de mekaniska pressarna.

Redan dessa två ögonblicksbilder ger en antydan om hur omvälvande men också laddade teknikskiften och därmed förenade förändringar av arbetet kunnat vara inom den grafiska industrin. Under perioder har den tekniska utvecklingen gått påfallande snabbt och gett löften om att kunna medverka till genomgripande förändringar av arbetet och dess organisering. Detta har ackompanjerats av skärpta



1. För tryckeriägarna bar den nya tekniken med sig löften om rationaliseringar och ökad produktivitet. Ur *Spécimen de machines de Hippolyte Marinoni, constructeur*, Paris 1860.

motsättningar mellan olika grupper om under vilka villkor denna nya teknik skall införas och om hur den skall utnyttjas. Inte bara det tidiga 1800-talets mekaniska tryckpressar utan även sekelskiftets sättmaskiner och vår tids datoriserade produktionsmedel erbjuder exempel på detta.

Att de sociala hindren på detta sätt kan visas vara väl så framträdande som de tekniska riktar i ett bredare perspektiv ett svårtacklat grundskott mot en av teknikhistoriens mest seglivade myter: att tekniken i någon mer bestämd mening skulle vara neutral och i sig kräva eller förutsätta en viss typ av arbetsorganisation. Erfarenheterna från den grafiska industrin talar snarast om det motsatta: varje ny teknik kan utnyttjas på en rad olika sätt och därför finns det inte bara ett påtagligt handlingsutrymme för de inblandade parterna utan även grund för motsättningar dem emellan kring den nya tekniken.

Under andra hälften av 1800-talet och 1900-talets första decennium genomgick den svenska tryckeriindustrin en av dessa snabba förändringsprocesser. Det var då den sekelgamla hantverksproduktionen på

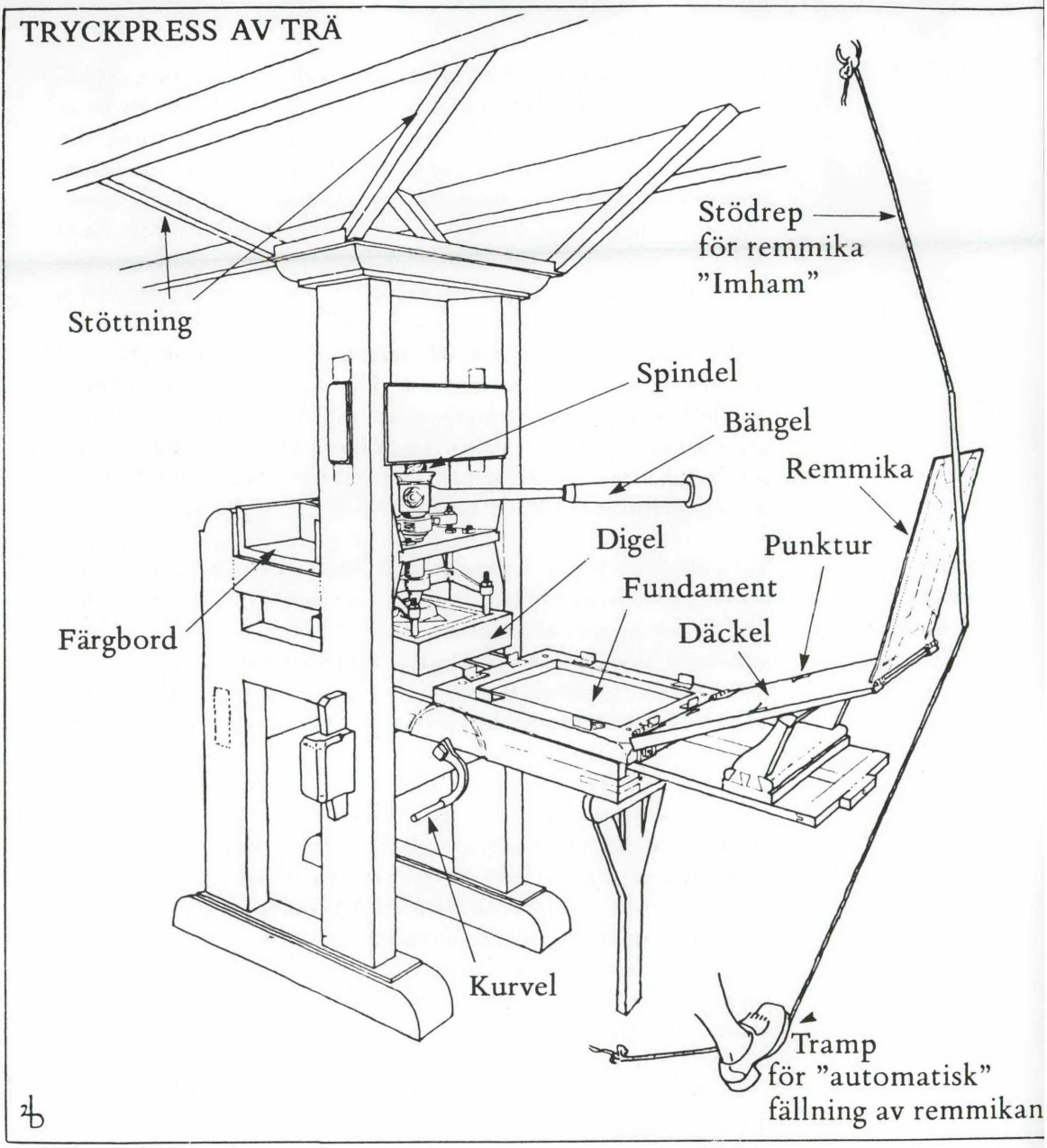
allvar började trängas ut av en frambrytande mekanisering. Mekaniska tryckpressar och sättmaskiner bidrog till att omvandla industrins två dominerande arbetsprocesser, sättning och tryckning. För tryckeriägarna bar den nya tekniken med sig löften om rationaliseringar och ökad produktivitet. För typograferna framstod den snarast som ett hot mot sysselsättning och yrkeskunnande – om införandet av den inte kunde påverkas. Resultatet blev tilltagande motsättningar kring den nya tekniken vilka nådde sin kulmen åren före första världskriget.

I det följande skall jag först visa hur periodens nya teknik togs fram och spreds, för att därefter lägga tyngdpunkten vid de sociala problem som införandet av de nya produktionsmedlen gav upphov till. Tilläggas bör att det empiriska materialet till framställningen huvudsakligen rör förhållandena i vad jag kallar tryckeriindustrin (civil-, tidnings- och accidenstryckerier) i Stockholm.[1]

Hantverksarbetet och dess omvandling

Vid 1800-talets ingång levde den gamla hantverksproduktionen kvar i det närmaste orubbad inom svensk tryckeriindustri. Trots att kapitalistiska produktionsförhållanden alltmer börjat breda ut sig hade industrins arbetsprocesser ännu inte förändrats på något avgörande sätt. Fortfarande stod sättaren vid sin regal och plockade för hand över de i kasten utplacerade typerna i en vinkelhake. Efter att på detta sätt ha satt en eller flera rader lyfte han (före 1870-talet aldrig hon!) över den eller dessa i det s k skeppet, där en kolumn av rader successivt tog form, varpå denna kolumn i sin tur lyftes över i en slutskiva där kolumnerna placerades i önskad ordning. Sedan följde den s k formatpåläggningen, vilket innebar att kolumnerna gavs den rätta platsen i formen. Efter korrekturläsning vidtog så ombrytningen, sättningens andra fas, då den slutgiltiga tryckformen arbetades fram genom uppdelning av kolumnerna i sidor och genom införande av paginering, rubriker, illustrationer och noter. Slutligen skulle en andra korrigering göras och, efter det att formen använts, typerna rengöras och avläggas i kasten.

Även tryckarens arbete kan indelas i två faser. I den första skulle den av sättaren förfärdigade tryckformen inriktas i pressen. Detta högt kvalificerade arbete innebar att tryckaren genom s k klappning och lappning byggde upp formen så att ett jämnt tryck erhölls. Till det förberedande arbetet hörde också att behandla pappersarken och, många gånger, att iordningsställa tryckfärgen. Under själva tryckningen skulle tryckaren med eller utan medhjälpare ombesörja i- och avläggningen av pappersarken och sköta den s k bängeln, den skruvmekanism som förde ner pappersarken över tryckformen. Efter tryckningen skulle så arken hängas på tork och formen gå tillbaka till sättaren.



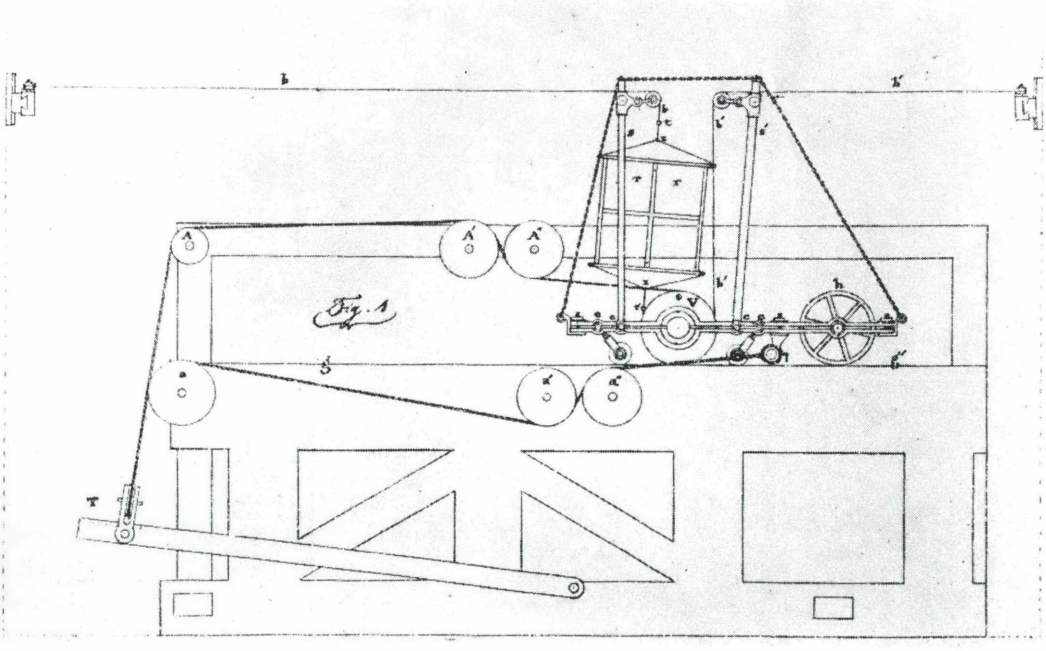
2. Tryckpress av trä. Ur *Det tryckta ordet*, Stockholm 1986.

Tryckningens mekanisering

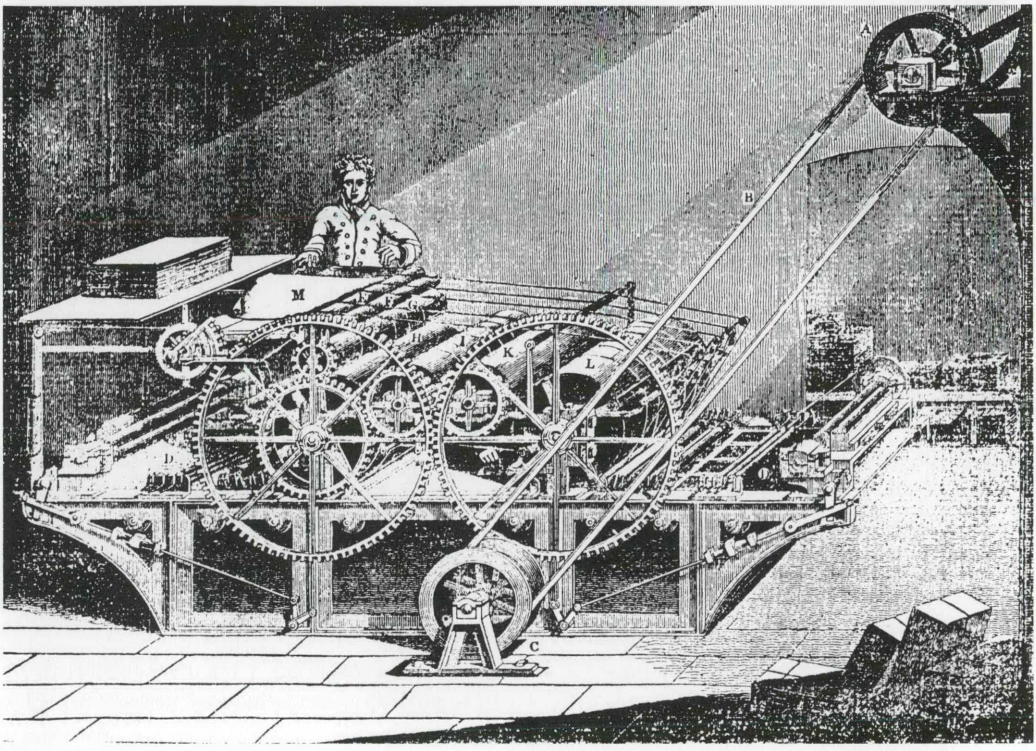
Mekaniseringen av detta tryckningsarbete blev i Sverige en relativt utdragen process. Att Times, som vi sett, redan 1814 började framställas på mekanisk väg gav inte omedelbart till resultat motsvarande förändringar i Sverige. Låt vara att många svenska tryckeriägare vid denna tid genom studieresor och brevväxlingar med sina internationella kollegor höll sig informerade om den tekniska utvecklingen

utanför landets gränser. Ändå skulle det dröja till 1830-talet innan de första snällpressarna togs i bruk vid svenska tryckerier och ännu några decennier innan de blev mer allmänt spridda. En del av bakgrunden till denna relativt långsamma spridning av de mekaniska pressarna kan det vara av intresse att granska närmare.

Det går att urskilja tre olika steg i denna spridning. I ett första gjordes några försök att i Sverige konstruera egna snällpressar. Den som mest energiskt grep sig an uppgiften var Georg Scheutz, jurist och bland annat tryckeriägare. När han 1831 hos Kommerskollegium ansökte om privilegium för tillverkning av en mekanisk press var detta resultatet av decenniers arbete. Hierta, som vi redan träffat på, var dock allt annat än imponerad och fällde beska kommentarer om pressen, som antagligen aldrig kom till praktisk användning. Som vi sett drabbade samma öde troligen den press som Hierta själv konstruerade samma år. Något mer framgångsrik kan Per Götrek, även han bland mycket annat boktryckare, sägas ha varit med en press, som han redan 1829 fick patent på. Såväl Teknologiska Institutet som P A Norstedt, redan vid denna tid en av landets ledande boktryckare, uttalade sig positivt om pressen, som enligt uppgift skulle ha använts på några officiner i Stockholm. Det var dock först mekanikern C A Holms press, med tillverkningsnamnet Scandinavian press, som blev av någon större praktisk betydelse – produktionen av den kom dock att förläggas till England.



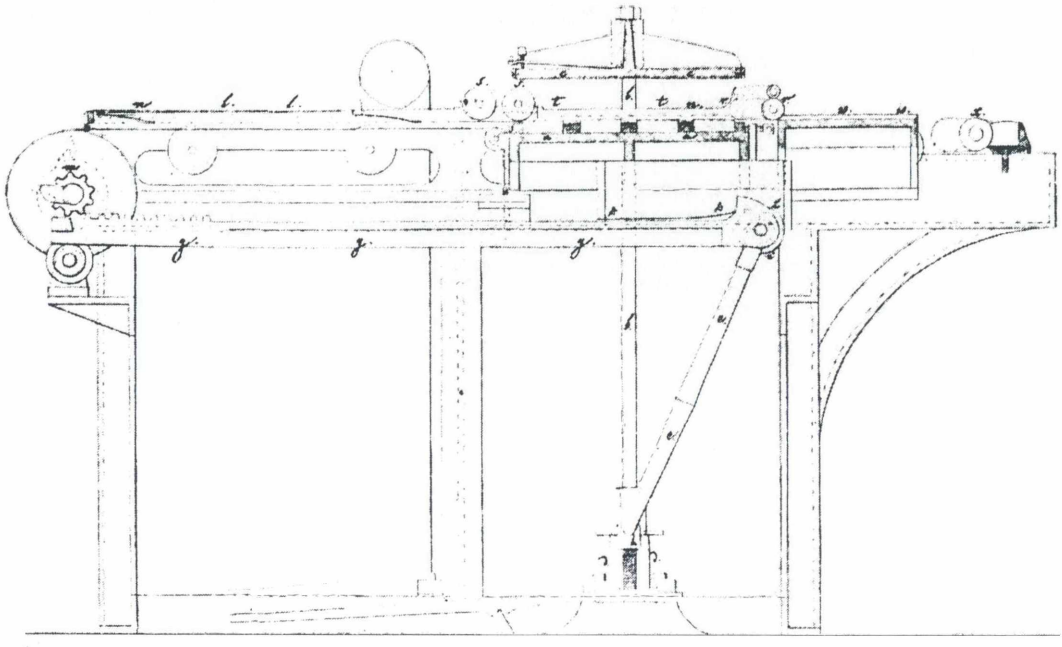
3. Georg Scheutz' snällpress 1831. Ur *Typografiska föreningen i Stockholm ett hundra år*, del I, Stockholm 1946.



4. En tidig snällpress av märket Applegath & Cowper, London, som Lars Johan Hierta presenterade i *Lördagsmagasinet* 1837. Antagligen använde Aftonbladet en sådan press vid den tiden.

Måhända är det symptomatiskt att de tre tryckeriägarna gick bet på den uppgift, som mekanikern Holm så småningom lyckades lösa. Även detta representerar något av ett brott i den tekniska utvecklingen inom tryckeriindustrin. Under den gamla hantverksproduktionen hörde det inte till ovanligheten att tryckeriägarna, som då själva var yrkesutbildade i den egna industrin, med hjälp av sina anställda svarade för en stor del av framtagandet och vidareutvecklandet av produktionsmedlen. Den begynnande mekaniseringen markerade i detta avseende början till slutet på en gammal tradition, en utveckling som kom att stärkas av att framtidens tryckeriägare i allt mindre utsträckning rekryterades från utlärda inom den egna industrin.

Att produktionen av Holms press förlades utanför landets gränser visade sig inte heller vara en tillfällighet. Det andra steget i spridningen av den nya tekniken representeras nämligen av mer eller mindre misslyckade försök att få igång en inhemsk produktion av snällpressar. Fortfarande var det tryckeriägarna som hade initiativet. Deras ambition var nu att importera en fungerande snällpress från utlandet och sedan övertala ett inhemskt mekaniskt företag att med

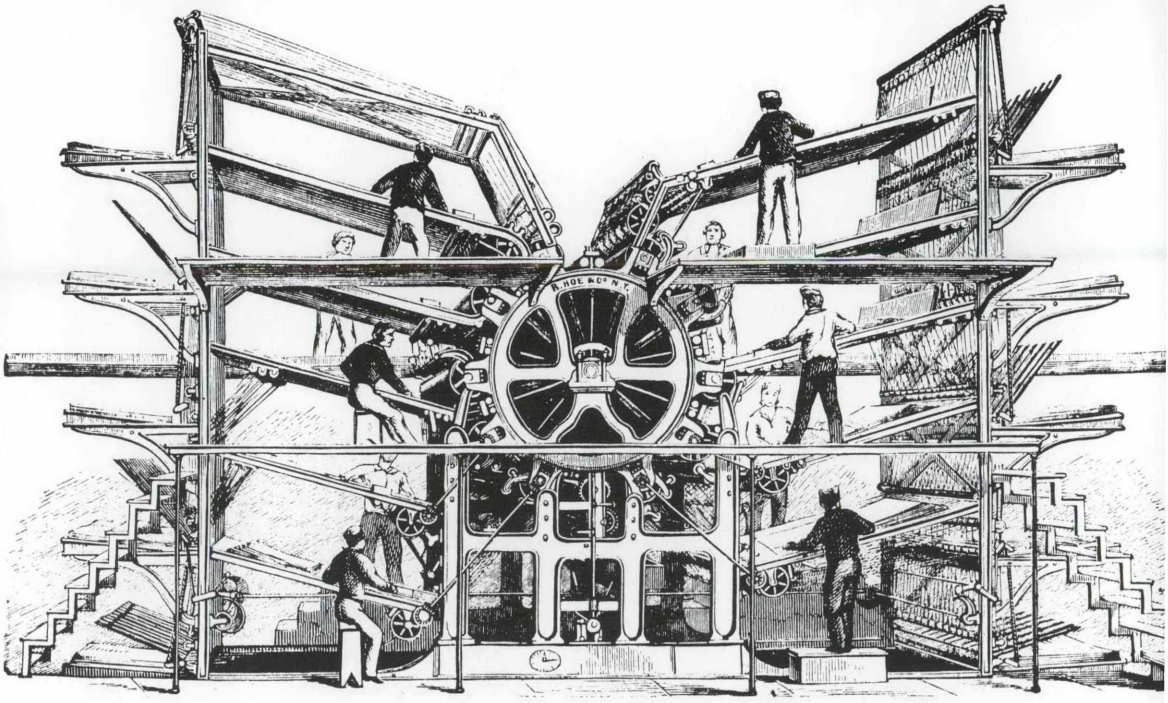


5. C A Holms press 1838. Ur *Typografiska föreningen i Stockholm ett hundra år*, del I, Stockholm 1946.

denna press som modell påbörja en tillverkning av den nya tekniken. På detta sätt hade Theofron Munktell sedan början av 1800-talet svarat för en inhemsk produktion av handpressar. Vid seklets mitt sökte Nathan Marcus, tryckeriägare i Stockholm, få igång en liknande inhemsk produktion av snällpressar. I ett brev till Kommerskollegium i november 1850 redogjorde han för sina planer:

"Under loppet av nästlidna sommar, vidtalade Boktryckaren Herr C. J. Björklund och undertecknad den härstädes boende Fabriksidkaren av mekaniska tillverkningar Herr S. Sahlberg att åt oss vardera förfärdiga en Boktryckarepress... Enär såväl Herr Björklund som jag emellertid önskade erhålla dessa dyrbara redskap så fullkomliga och ändamålsenliga som möjligt, så införskrev jag, på inrådan av bemälde Herrar Björklund och Sahlberg, från Berlin, en snällpress efter nyaste och ändamålsenligaste konstruktion, för att tjäna modell åt Herr Sahlberg vid sådana pressars förfärdigande."

Under åren 1851–1864 producerades också ett trettiotal maskinpressar vid Sahlbergs verkstad på Långholmen, som sysselsatte ett tjugotal arbetare. Ytterligare några försök gjordes i samma riktning under andra hälften av 1800-talet. Detta förrycker dock inte intrycket, att någon inhemsk produktion av mekaniska tryckpressar aldrig på allvar kom till stånd under detta sekel.



6. En tidig rotationspress byggd av Richard M Hoe i New York 1846. Maskinen hade tio cylindrar och krävde med sin manuella iläggning lika många arkmatare. Ur J G Nordin, *Handbok i Boktryckarekonsten*, Stockholm 1881.

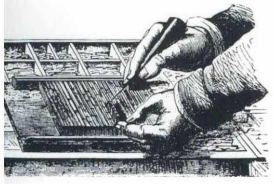
Redan innan Sahlberg startade sin inhemska produktion hade en import av snällpressar börjat komma igång. Även i detta tredje steg i de nya pressarnas spridning hade enskilda tryckeriägare till en början initiativet. Så småningom förlorade dock ägarnas studieresor i utlandet sin betydelse som den främsta kanalen för information om den tekniska utvecklingen. Den rollen axlades istället av de svenska handelsagenturerna för producentföretagen i framför allt Tyskland och Danmark, som startades under andra hälften av 1800-talet. Vid sekelskiftet hade dessa agenturer byggt upp en imponerande försäljnings- och reklamapparat med egna tidskrifter, publikationer och återkommande offentliga visningar av teknikens senaste landvinningar som framträdande inslag.

Trots att en rad initiativ som vi sett togs redan under 1830-talet lät en allmän spridning av snällpressen vänta på sig. Några år in på 1840-talet hade tre av Stockholms större tryckerier införskaffat maskinpressar, ett drygt decennium senare hade en tredjedel av huvudstadens tryckerier introducerat den nya tekniken och vid ingången till 1870-talet var det endast ett antal mindre tryckerier som saknade maskinpressar – en situation som var oförändrad ett decennium senare.

Men vid denna tid hade ett nytt steg tagits i tryckningens mekanisering – utvecklandet av rotationspressen. När denna nått sina fulla utveckling löpte såväl tryckformen som pappret på cylindrar vilket betydligt ökade maskintryckningens kapacitet. Förutsättningarna för detta låg dels i stereotypien som tillät en avtryckning av tryckformen som sedan kunde formas efter en cylinder, dels i framtagningen av det ändlösa pappret. Med början under 1880-talet spreds denna nya teknik relativt snabbt till huvudstadens tidningstryckerier medan den under den här perioden endast togs i bruk bland de större av civiltryckerierna, bland vilka tryckningen med snällpressar fortfarande dominerade.

Sättningens mekanisering

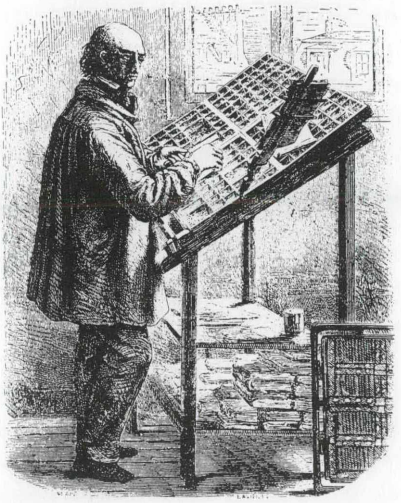
Med mekaniseringen av tryckningen blev sättningen det stora problemet för en snabbare och ökad produktion inom tryckeriindustrin. Redan en blick på förändringarna i arbetskraftens sammansättning inom företagen ger en antydan om problemets omfattning. Under hantverksperioden gick det i genomsnitt en utlärd sättare på varje utlärd tryckare. Efter tryckningens mekanisering hade det förhållandet drastiskt förändrats. Det gick nu i det närmaste ett tiotal handsättare på varje tryckare. Och detta trots att arbetet i sätteriavdelningarna specialiserats och styckats upp i takt med företagarnas ökade ansträngningar att genomdriva en alltmer utvecklad arbetsdelning.



Det var också imponerande resurser, men många gånger en illa tyglad fantasi, som under hela 1800-talet plöjdes ner i försöken att konstruera en sättmaskin. I Sverige var det väl endast Alexander Lagerman, konstruktören av komplettmaskinen för tändstickstillverkning, som mer aktivt drog sitt strå till stacken. Det verkliga genombrottet lät dock vänta på sig. Först på 1880-talet kunde Otto Mergenthalers Linotype tas i bruk och decenniet därefter kom Tolbert Lanstones Monotypemaskin.

Spridningen av sättmaskinen inom den svenska tryckeriindustrin under den här aktuella perioden blev både snabb och begränsad. Mot det förra seklets slut gick Svenska Dagbladet genom inköp av landets första sättmaskin i spetsen för en utveckling som inom några år var allmän för tidningstryckerierna. Bland civiltryckerierna var det dock endast de mer resursstarka som investerade i den nya tekniken och då snarast som ett komplement till den fortfarande dominerande handsättningen.

Denna begränsade spridning kan i hög grad hänföras till en teknisk komponent. De nya maskinerna hade under denna period bara kapacitet för enklare typer av sättning, s k slätsättning eller sättning av brödtext. Även efter denna sättningens första mekanisering måste rubriker, tabeller, annonser och liknande sättas förhand. Och sättningens andra fas, ombrytningen och den slutgiltiga färdiggöringen av tryckformen, påverkades inte på något avgörande sätt av introduktio-



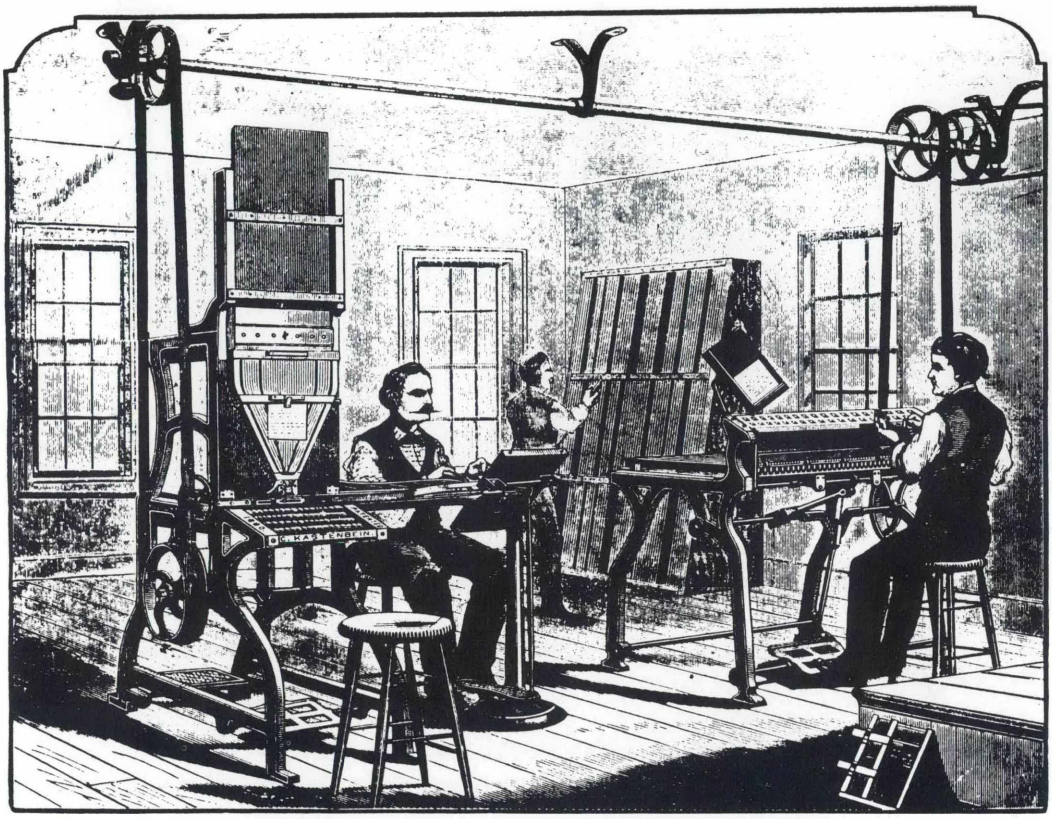
7. Handsättare vid kasten som är placerad på regalen. Manuskriptet är fäst vid en s k tenakel. Ur Th Lefèvre, *Guide pratique du compositeur*, Paris 1872.

nen av de första sättmaskinerna. Det var alltså helt i sin ordning att det var tidningarna med sitt krav på snabb produktion och sin mindre kvalificerade produkt som omedelbart gick över till den nya sättningstekniken medan civiltryckerierna till en början endast utnyttjade den i begränsad utsträckning.

Den första mekaniseringens omfattning

Mot denna bakgrund kan naturligtvis frågan ställas om tryckeriindustrins två dominerande arbetsprocesser verkligen mekaniserades under denna tid. Men kanske är det trots allt mer intressant att försöka bestämma vilka konkreta förändringar av dessa processer som den nya tekniken åstadkom eller skulle kunna medföra. Klart är då, att för de arbetsmoment som mer eller mindre direkt berördes av den nya tekniken var förändringarna betydande. För slätsättningen innebar de att utläggning, rengöring och avläggning av satsen helt eliminerades, att sättningen i vinkelhaken, utslutningen av raden och utskjutningen av kolumnen integrerades i maskinen medan den andra fasens färdiggöring kvarstod oförändrad. Flera samstämmiga källor vittnar om att en sättmaskin kunde ersätta tre eller fyra handsättare. De pekar dessutom på, att den nya tekniken inte alls krävde en längre lärlingsutbildning utan kunde betjänas av en mindre kvalificerad arbetskraft. Helt underordnad maskinen kunde dock sättaren inte bli. Än så länge var det sättaren och inte "maskinen" som bestämde arbetstakten.

För tryckningen var det å andra sidan huvudsakligen den andra fasen som omvandlades av den nya tekniken. Den första fasens inriktning av formen i pressen förändrades endast i de rotationspressar som utnyttjade stereotypitekniken. Under själva tryckningen reducerades däremot tryckarens uppgift till en rent kontrollerande funktion. Med biträdens hjälp kunde därför en tryckare sköta mer än en press. Samtidigt kom den okvalificerade arbetskraften inom tryckeriavdel-



8. Den första sättmaskinen i Sverige togs i bruk 1881 på Norstedts tryckeri i Stockholm. Den var av tysken Charles Kastenbeins konstruktion. Ur *Det tryckta ordet*, Stockholm 1986.

ningarna under en period att drabbas hårt av den tekniska utvecklingen. När automatiska iläggningsapparater och den utvecklade rotationstekniken kom reducerades nämligen behovet av biträden vid tryckningen.

Kampen om den nya tekniken och arbetets organisering

Uppenbarligen strävade tryckeriägarna alltmer systematiskt efter att med den nya teknikens hjälp öka och förbilliga produktionen. I allt snabbare takt och till allt högre kostnader anammades den tekniska utvecklingens senaste landvinningar i första hand av de dominerande företagen i tryckeriindustrin. Spridningen av de mekaniska pressarna och sättmaskinen tyder på att de rent tekniska och ekonomiska problemen vid en övergång till mekaniserad produktion kunde lösas under det sena 1800-talet och 1900-talets första decennium. För tryckeriägarna återstod det dock att hantera och söka hitta en lösning på ett tilltagande socialt problem. De genomgripande förändringar som införandet av den nya tekniken medförde blev nämligen relativt snart en angelägenhet även för typograferna. För dessa, som traditionellt

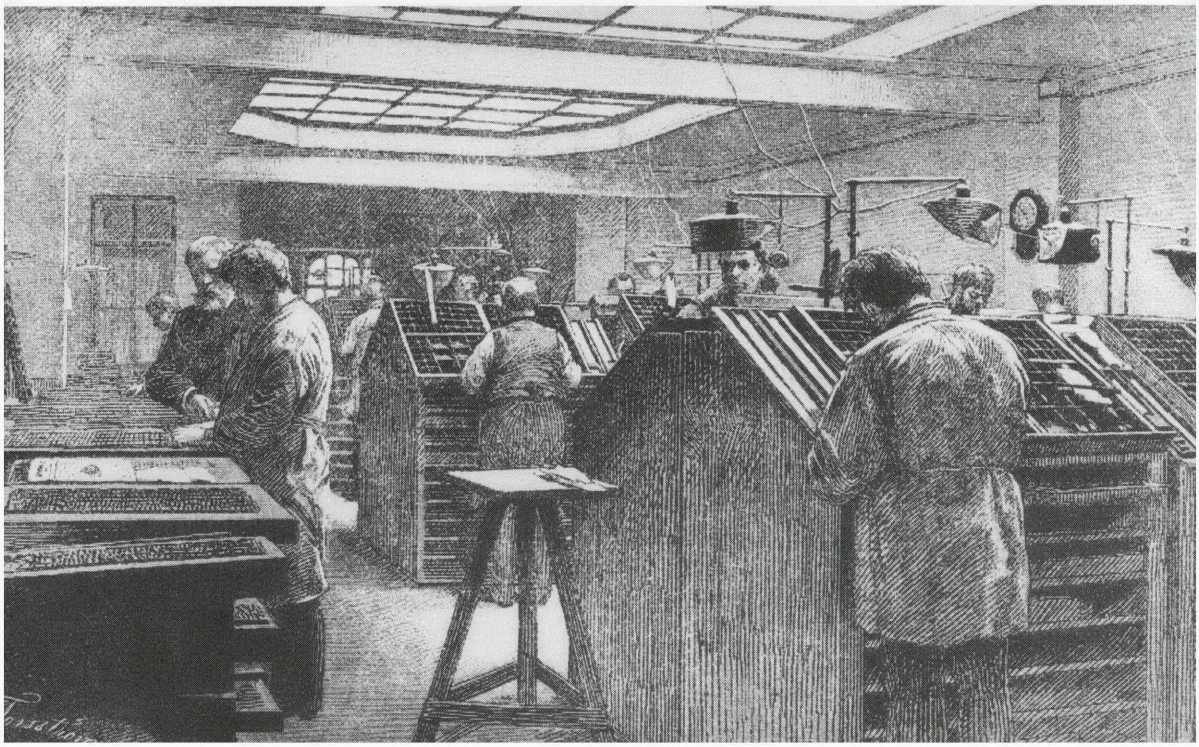
haft en relativt långtgående kontroll över arbetet inom tryckeriindustrin, var det omöjligt att stillatigande bevittna ett införande av ny teknik och en omorganisering av arbetet som direkt hotade denna kontroll och, inte minst, själva deras sysselsättning. Under decennierna kring sekelskiftet ledde detta till en alltmer intensifierad kamp om arbetets omvandling inom tryckeriindustrin.

Den fackliga strategin

När Typografiska förbundet bildades 1886 kom det fackliga arbetet till en början att i hög grad inriktas på att få till stånd ett institutionaliserat förhandlingssystem i tryckeriindustrin och till att utnyttja detta för att driva igenom ett nationellt löneavtal. Något decennium senare hade dessa målsättningar realiserats. 1893 organiserade sig tryckeriägarna i Allmänna svenska boktryckareföreningen medan tidningsägarna 1898 bildade Tidningsutgivareföreningen (TU). Redan före sekelskiftet hade också förbundet accepterats som avtalsslutande part och det första riksavtalet ingåtts. De fackliga organisationerna kunde nu till stor del koncentrera sina ansträngningar till problemen kring den nya tekniken.

Det nybildade förbundet stod inte helt utan erfarenheter på detta område. Sedan sekler tillbaka hade den utlärda arbetskraften inom tryckeriindustrin på olika sätt sökt slå vakt om sin sysselsättning och sitt yrkeskunnande. Medlet för detta sågs tidigt i en kontroll av arbetskraftsutbudet, som syftade till ett försvar av en kvalificerad

9. Aftonbladets handsätteri under det sena 1800-talet. Ur C Lundin, *Nya Stockholm*, Stockholm 1890.



lärlingsutbildning och en begränsning av antalet lärlingar. På detta sätt skulle å ena sidan utbudet av utlärda hållas på en nivå som neutraliserade hotet om arbetslöshet, å andra sidan skulle ett kvalificerat yrkeskunnande garanteras.

Den fackliga strategi som tog form under det sena 1800-talet utgjorde i hög grad en översättning och anpassning av de krav som ställts och de erfarenheter som gjorts under hantverksperioden till en situation med mekaniserad produktion. Även nu var ett värnande av sysselsättning och yrkeskunnande en grundläggande målsättning. Det var inte minst mot den bakgrunden som typograferna skulle driva kravet på de utlärdas betjäningsrätt till den nya tekniken och på en bibehållen lärlingsutbildning i kombination med en begränsning av antalet lärlingar.

När strategin och kraven skulle konkretiseras blev ytterligare en inspirationskälla av central betydelse. Som framgått tidigare hade den nya tekniken, vare sig det gällde snällpress, rotationspress eller sättmaskin, varit i bruk ett antal år utanför landets gränser innan den importerades till Sverige. Detta gjorde det möjligt för de svenska typograferna att lära av de erfarenheter deras internationella kollegor gjort. Alltsedan 1880-talet följde också de fackliga organisationernas tidskrifter nära den internationella utvecklingen och rapporterade kontinuerligt om den nya tekniken och de avtal som typografer i andra länder uppnått. De krav som de svenska typograferna skulle ställa och driva igenom vid betjäningen av de mekaniska pressarna och sättmaskinerna hade alla sina internationella förebilder.

Det var dessa internationella kontakter som fick typograferna att till sina tidigare grundläggande målsättningar om värnad sysselsättning och yrkeskunnande foga en tredje. Utgående från att den nya tekniken skulle medföra ökade vinster för tryckeriägarna hävdade typograferna sin rätt att få del av denna vinst. Mot den bakgrunden växte kraven fram om kortare arbetstid och högre lön för de typografer som skulle betjäna de nya maskinerna.

En man – en press

Mekaniseringen av tryckningen blev åtminstone till en början helt odramatisk. Anledningen till detta var inte bara att typograferna ännu saknade det organisatoriska vapnet för en kamp om den nya tekniken. En avgjord fördel med de mekaniska pressarna var att de eliminerade hantverksproduktionens kanske tyngsta arbetsmoment, den manuella skötseln av bängeln under själva tryckningen. När så industrin fortsatte att expandera förblev de direkta konsekvenserna för sysselsättningen länge marginella.

Förändringen kom med 1880-talets klara tendenser till ett överutbud av arbetskraft. Lärlingarna hade då ökat i en sådan takt att ett överskott av tryckare var att vänta inom en nära framtid. För att neutralisera detta hot reste typograferna kravet att i- och avlägg-



10. Handsätteriet vid Wilhelmssons Boktryckeri AB i början av 1900-talet. Foto i Nordiska Museets arkiv.

ningen vid de nya maskinpressarna inte skulle ombesörjas av lärlingar utan av okvalificerad kvinnlig arbetskraft. Genom att överlåta dessa moment till en speciell kategori okvalificerad arbetskraft skulle antalet lärlingar snabbt kunna reduceras.

Men den nya tekniken hotade tryckarnas sysselsättning på ett mer direkt sätt. Som vi sett skapade de nya mekaniska pressarna förutsättningar för en utlärd tryckare att sköta mer än en press. Under 1890-talet tog de organiserade tryckarna upp kampen mot skyldigheten att betjäna mer än en press. Efter internationell förebild formulerade de ett avtalsförslag som några år före sekelskiftet blev till riksavtal. I detta slogs fast, att "tryckaren kan icke åläggas att samtidigt sköta mer än en press; åtager sig tryckare att sköta två pressar skall ersättning utgå med halv minimilön utöver förutvarande avlöningen. Vid snällpress skall finnas iläggare, iläggarlärling eller iläggningsmaskin".

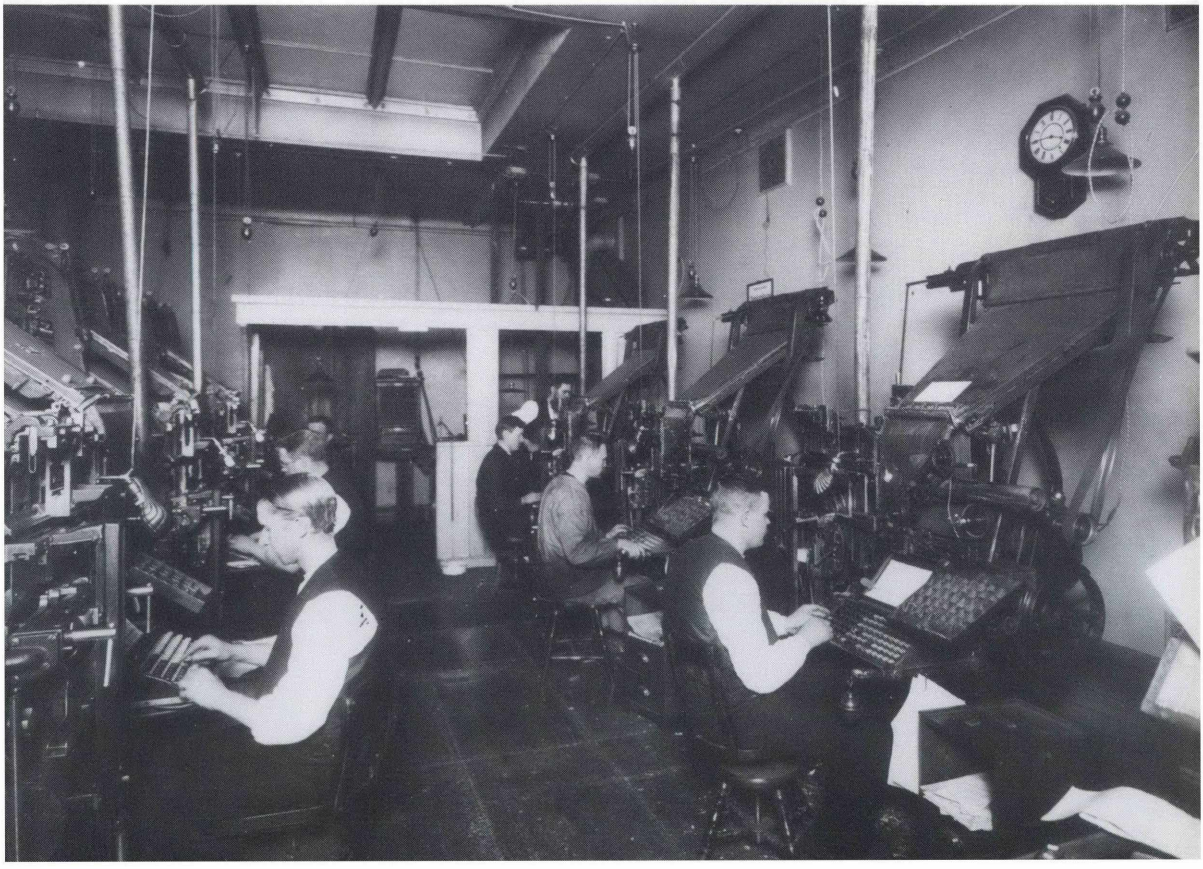
På detta sätt fick tryckarnas kamp för kontroll av arbetskraftsutbudet och sysselsättningen relativt långtgående konsekvenser för arbetets organisation. Tryckarna vände sig inte direkt mot de nya mekaniska hjälpmedlen, utan mot de möjligheter dessa gav att genom rationaliseringar av själva arbetet minska behovet av arbetskraft. Just kombinationen av bestämmelserna om att en tryckare endast skall

sköta en press och att iläggare, inte lärlingar, skall biträda vid tryckningen drog upp klara gränser för tryckeriägarnas möjligheter att utnyttja den nya tekniken och utforma själva arbetet. Ändå var det kring sättmaskinen som de verkliga konflikterna skulle uppstå.

"Att bli maskinens herrar"

Konstruerandet av en fungerande sättmaskin hade, som vi sett, blivit en utdragen process. Typograferna hade därför god tid på sig att enas kring en strategi vid introduktionen av den nya tekniken på detta område. Under hela 1890-talet fördes också en öppen diskussion i förbundets tidskrift om hur typograferna skulle förhålla sig till sättmaskinen. Trots interna motsättningar uppnåddes relativt tidigt enighet om att de fackliga organisationerna måste spela en aktiv roll vid införandet av sättmaskinerna. I förbundstidningen underströks att "för typograferna och synnerligen dess organisation är det av stor vikt att söka bliva herrar över maskinerna i så måtto, att redan före dess införande överenskommelser om tariffer träffas. Sättmaskinerna skola i sinom tid bli en hjälp i fråga om förkortad arbetstid, på samma gång det *kan* vara möjligt att de blir ganska hårda för organisationen att knäppa då det gäller andra frågor."

11. De första sättmaskinerna på Svenska Dagbladet kring sekelskiftet 1900. Foto i Nordiska Museets arkiv.



Vid sekelskiftet slöts den första maskinsättartariffen. Till skillnad från tidigare avtal var lönefrågan här förd i bakgrunden. I stället dominerade frågor om betjäningsrätt, utbildning och arbetstid. Inledningsvis slogs fast att endast utlärda handsättare eller, under vissa omständigheter och i en viss proportion, "mekaniska arbetare" skulle få betjäna de nya maskinerna – de blivande maskinsättarna skulle därtill rekryteras ur den i företagen befintliga personalen. Efter en lärotid av tre månader följde en provsättning som låg till grund för en inplacering i en tregradig löneskala. Arbetstiden bestämdes, i en industri där det normala var en 10-timmars arbetsdag, till 8 timmar per dag och lönen utbetalades som fast veckolön i en industri, där det stora flertalet hade någon form av ackord i sin lön. Maskinsättarna blev också en av de bäst betalda enskilda arbetarkategorierna i tryckeriindustrin och därmed i industrin överhuvudtaget.

Avtalet följdes upp med försök att fördjupa och aktivt slå vakt om dess bestämmelser. Inom något år hade ett lärlingsavtal ingåtts, som begränsade antalet lärlingar och stipulerade om en högre minimiålder och därav motiverade högre löner för lärlingarna. I 1903 års avtal eliminerades den graderade löneskalan för maskinsättare. När detta ute på företagen ledde till framväxten av ett gratifikationssystem, där den maskinsättare som kunde öka produktionstakten belönades med högre lön drev de fackliga organisationerna igång en kampanj mot detta system och förbjöd medlemmarna att delta i de hastighetstävlingar vid sättmaskinen som agenturerna anordnade. För att kontrollera att avtalen följdes inrättade förbundet därtill en "platsanskaffningsbyrå" som krävde att varje medlem som sökte eller erbjöds plats som maskinsättare satte sig i kontakt med förbundsexpeditionen.

Uppenbarligen inskränkte denna fackliga kamp tryckeriägarnas, som det kom att heta i en sedermera berömd paragraf, "rätt att leda och fördela arbetet". Ur deras perspektiv förhindrade typografernas agerande inte bara ett maximalt utnyttjande av den nya tekniken utan även en långtgående rationalisering av arbetet. Så länge de fackliga organisationernas maktposition inte rubbades skulle tryckeriägarnas kontroll över arbetsprocessens förändringar vara begränsad.

Tryckeriägarnas motoffensiv

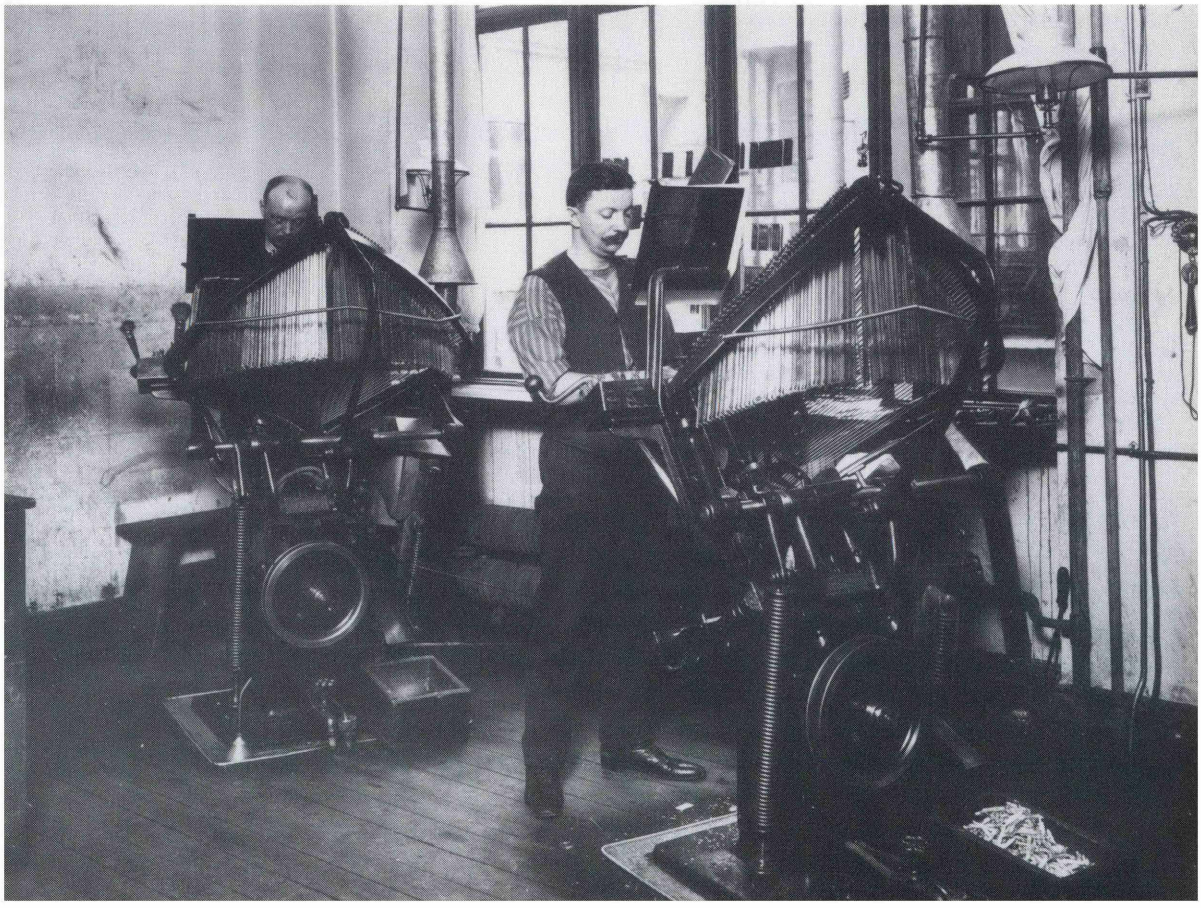
En blick på utvecklingen på Svenska Dagbladet ger en konkret bild av tryckeriägarnas problem. Som ett led i en större reformering av tidningen sökte andreredaktören Tengvall några år in på det nya seklet höja produktionen inom sätteriavdelningen. I ett brev till tidningens styrelse klagade Tengvall över att sättningsresurserna var otillräckliga och hotade att hämma tidningens utveckling. Han föreslog därför en överenskommelse med sätteripersonalen "varigenom en större arbetsprodukt vinnes". Förslaget gick ut på att en ökad arbetstakt vid sättmaskinerna skulle kompenseras med en högre lönesättning. Tidningens faktor förklarade dock, att varje form av skriftlig

överenskommelse enligt Tengvalls förslag skulle strida mot ingångna avtal och därför stupa på Typografförbundets motstånd, samtidigt som ett muntligt avtal förutsatte en helt annan tillförlitlighet från personalens sida. Bättre vore då, blev faktorns slutsats, att investera i ytterligare maskiner.

Faktorns slutsats blev även företagets. Under de närmaste åren inköptes tre nya sättmaskiner. Det dröjde dock inte länge förrän företaget sökte komplettera införandet av de nya arbetsmedlen med en omorganisering av arbetet. Ett förslag presenterades att genom förändringar av maskinsättarnas arbetstid och löneförmåner "möjliggöra besparing i personalens fulla antal". Återigen stupade dock ett förslag till rationaliseringar på arbetarnas motstånd.

Mot den här bakgrunden är det inte att förvåna att tryckeriägarna under 1900-talets första decennium började en mobilisering för att utmana typografernas maktpositioner. Ett intimt samarbete växte fram mellan Boktryckareföreningen och TU, vilket bland annat resulterade i "utsändande på gemensam bekostnad av lämplig person med uppdrag att studera arbetarrörelserna". Inför den väntade avgörande kraftmätningen med de fackliga organisationerna upprättades en

12. Sättare i arbete vid sättmaskinen "Typograph" omkr 1910. Foto i Nordiska Museets arkiv.

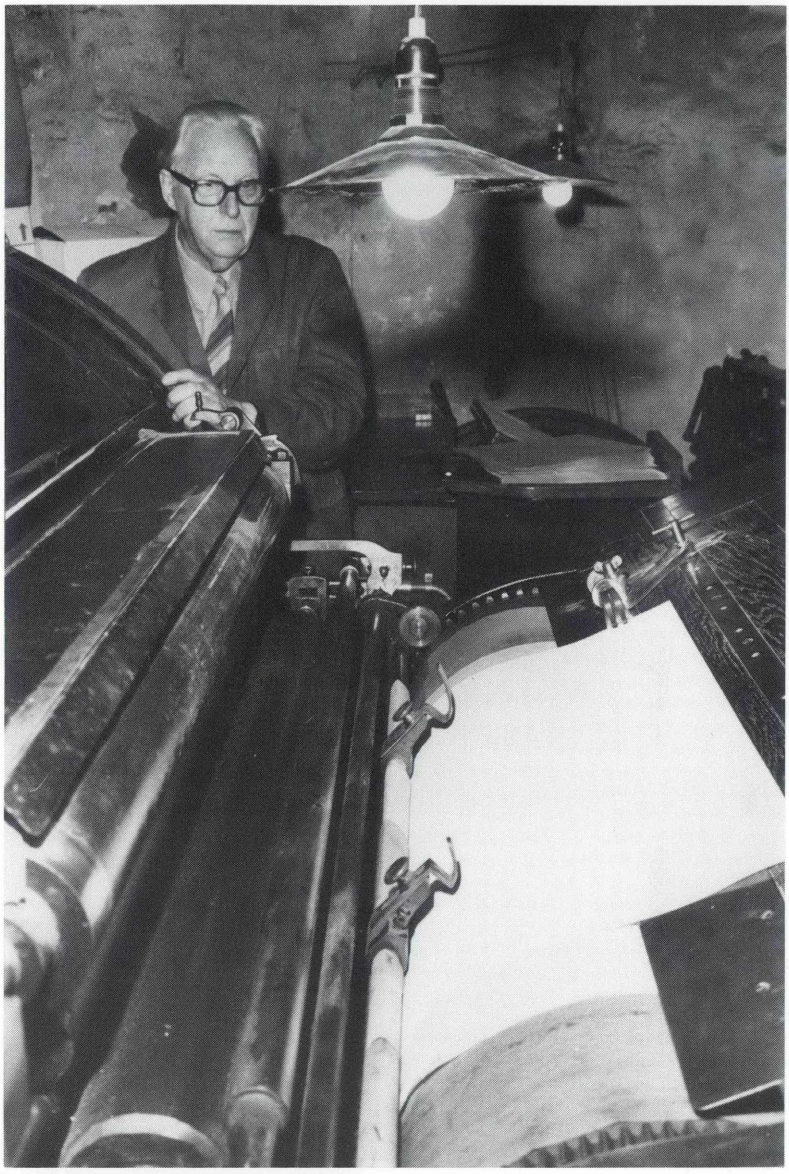


strejkfond, utbildades strejkbrytare och planerades utgivningen av en gemensam tidning under en eventuell konflikt. Parallellt med detta förekom offentliga angrepp på de fackliga organisationerna och hot om att upphäva föreningsrätten för typograferna. Ute på arbetsplatserna gjordes försök att skärpa arbetsdisciplinen med metoder som liknar dagens stämpelklockor och genom att utnyttja den nya tekniken som kontrollinstrument; inte minst började räkneverk kopplas till de nya maskinerna.

1909 års storstrejk och dess efterdyningar

Vändpunkten kom dock först med 1909 års storstrejk. Trots att typograferna stod utanför LO gick de med i strejken. Den vid Stockholms civil- och tidningstryckerier nästan totala uppslutningen fick tryckeriägarna att sätta sina planer i verket. Med alla tillgängliga medel, bland annat de färdigutbildade strejkbrytarna, sökte de och lyckades de i hög grad hålla produktionen igång under konflikten. Efter strejken ingav tryckeriägarna stämningsansökan mot Typografförbundet och utsatte arbetarna för repressalier och trakasserier. Tidigare uppnådda förbättringar av de sociala villkoren såsom betald semester och stöd till personalens sjukkassor slopades i en hast. Fackligt aktiva arbetare utestängdes från arbetsplatserna och tvingades i brist på arbete många gånger emigrera och de som återtogs fick deponera en del av sin lön i företaget som en tröskel mot framtida konflikter.

Med 1910 års tariff blev också konfliktens mer långsiktiga konsekvenser uppenbara. Här fick bestämmelserna om en man – en press, om betjäning av och utbildning vid sättmaskinen och andra inskränkningar i tryckeriägarnas befälsrätt stryka på foten för att ersättas med den paragraf 23 som stipulerade om "arbetsgivarens rätt att leda och fördela arbetet, att fritt antaga eller avskeda arbetare samt att använda arbetare oavsett de är organiserade eller inte". Snart följde också långtgående rationaliseringar av arbetet. Inom den direkta produktionen gick inte bara antalet anställda tillbaka omedelbart efter strejken. Deras kvalifikationsnivå anpassades dessutom klarare till de krav varje arbetsuppgift ställde. I en rapport till bolagsstyrelsen redogjorde faktorn vid Nya Dagligt Allehanda för den nya situationen. Efter ett konstaterande att företaget tidigare på grund av den då gällande tariffen "tvungits att hålla alltför stor och alltför högt avlönade tryckeri- och sätteripersonaler" förklarades att "under sådana omständigheter kom den oförmodade typografstrejken trots alla obehag den medförde att få en rent lyckosam betydelse i det att den visade att sedan hittills gällande typograftariffer överkorsats kunna tidningen med högst avsevärda belopp nedbringa sina tryckningskostnader". I en detaljerad uppställning visade han sedan att företaget näranog över en natt lyckats skära ned antalet anställda med drygt 30 procent. Därtill kom att arbetskraften specialiserats så att ingen individuell



13. Dag Sjöqvist i arbete vid en snällpress av märket "Augsburg" från 1890-talet vid Sjöqvists boktryckeri i Stockholm 1985. Foto Kay Danielson, TM.

arbetare var mer kvalificerad än just hans eller, inte minst, hennes arbetsuppgift krävde.

Även om omsvängningen på Nya Dagligt Allehanda tog sig ovanligt drastiska uttryck står det klart, att åren kring 1909 års storstrejk markerar en brytningstid i typografernas inflytande över förhållandena i produktionen. I takt med att de fackliga organisationernas styrkepositioner underminerades, inte minst genom ett sjunkande

medlemsantal och erfarenheten att produktionen i viss utsträckning kunde hållas igång utan den utlärda arbetskraften, ökade tryckeriägarnas makt över arbetsprocessen och dess förändringar. Därmed inträdde en period i tryckeriindustrins utveckling där tryckeriägarna om inte en gång för alla eliminerat så åtminstone tillfälligt fått kontroll över det sociala hindret för ett effektivt utnyttjande av den nya tekniken och för en rationalisering av arbetet.

Den neutrala tekniken eller tekniken som konfliktområde

De svenska tryckeriägarna strävade under 1800-talet alltmer medvetet efter att mekanisera produktionen. Efter några misslyckade försök till inhemsk konstruktion och produktion av maskinella produktionsmedel kom en import igång, som allt oftare förmedlades av agenturer för de utländska tillverkarna. Med tiden blev gapet mellan den nya teknikens introduktion utanför och innanför landets gränser mindre. Medan det tog decennier för snällpressen att nå de svenska tryckerierna krävde sättmaskinen snarast några få år för sin introduktion och spridning.

De företag som gick över till den nya tekniken möttes inte av någon teknikfientlighet från de svenska typografernas sida. De senares ansträngningar att slå vakt om sysselsättning och yrkeskunnande hamnade dock på kollisionskurs med tryckeriägarnas strävanden att utnyttja den nya tekniken så effektivt som möjligt och använda den för att driva igenom rationaliseringar av arbetet. Arbetsprocessernas konkreta förändringar i tryckeriindustrin, med införandet av ny teknik och omorganiseringar av arbetet, kan därför ses som resultat av en kompromiss i den kamp, som under perioden fördes mellan de fackliga organisationerna och tryckeriägarna. Till en början låg det huvudsakliga initiativet hos de förra medan de senare med utgången av 1909 års konflikt vänt styrkeförhållandena till sin fördel.

Men med facit i hand kan vi idag konstatera att historien inte tog slut med denna utgång av konflikten kring sekelskiftets nya teknik. Under de senaste decennierna har vi tvärtom fått bevittna en ny snabb förändringsprocess inom grafisk industri. Återigen har motsättningarna skärpts kring utvecklingen av nya produktionsmedel och dessas införande ute på arbetsplatserna. Och än en gång har tekniken visat sig vara allt annat än neutral – den kännetecknas inte bara av tekniska och ekonomiska utan även av sociala "problem".[2] Tekniken i sig kan med andra ord inte förklara hur den i praktiken utnyttjas och betjänas och vilken arbetsorganisation som tar form kring den. För att förstå detta är det nödvändigt, nu liksom vid förändringarna ett sekel tillbaka, att rikta blicken mot styrkeförhållandena mellan de olika parterna och de senares agerande mot varandra.

Noter

1. Uppsatsen bygger på min avhandling *Arbete mot kapital. Typografer och ny teknik – studier av Stockholms tryckeriindustri under det industriella genombrottet* (Arkiv

1983) och min forskning inom det ännu inte slutredovisade projektet "Borgarklassens formering. Företagsägare, företagsledare och företagsledning i Stockholms tryckeriindustri före och under det industriella genombrottet."

2. Om konflikterna kring de senaste decenniernas införande av ny teknik på tidningarna har jag skrivit i *Den fackliga kampens gränser. Grafiker, ny teknik och gränstvister på tidningarna* (Arkiv 1988).

Printers, typographers and new technology in the late nineteenth and early twentieth century

Summary

In the graphics industry technological innovations and thereby comprehensive alterations of work practices have more than once shown themselves to be, from the production point of view, revolutionary, and also socially very significant. At certain times technical development has been extremely fast and has promised to contribute to comprehensive changes in the work and its organisation. This has been accompanied by much antagonism between the different groups about the conditions under which the new technology is to be introduced and how it is to be used.

This is the perspective from which the processes of change in the Swedish printing industry during the latter half of the 19th and first decades of the 20th century, are studied here. It was then that the centuries old craft methods of production really began to be pushed aside by progressive mechanisation. Mechanical printing presses and setting machines contributed to the transformation of the industry's two main work processes, setting and printing. For the printers the new technology promised rationalisation and increased production. For the typographers it represented a threat to employment and trade skills. This resulted in great disagreements and sometimes open conflicts about the new technology which reached their culmination in the years before the first world war.

Swedish printers, during the nineteenth century, became more consciously concerned with mechanising production. After a number of unsuccessful attempts at a domestic product, the importation of the requisite technology got under way, and this was increasingly handled by agencies for the foreign manufacturers. In time the gap narrowed between the introduction of new techniques abroad and at home. While it took decades for the high-speed presses to reach Swedish printers, in the case of the new setting machines it took just a few years between their introduction and dissemination throughout the country.

Companies which converted to the new technology did not encounter technical hostility from typographers. Apart from the concern to protect employment and trade skills they rather wanted to guarantee their rights to service the new technology and to have a say in how the work involved in it should be organised. In this way, they found themselves on a collision course with the printers, who wished to use the new technology to rationalise the work. The actual changes in the work of the printing industry in this period can therefore be seen as one result of the struggle which was carried on between the trade union organisations and the printers.

In a wider perspective these experiences offer a challenge to one of the more resilient myths of the history of technology: that technology in some concrete sense is neutral and intrinsically demands a certain type of work organisation. The results of the study indicate instead that every new piece of technology can be used in a number of different ways and that there is therefore both definite room for manoeuvre for the parties concerned and also a basis for conflicts between them concerning the new technology.

Galoscher i svensk storskaleproduktion

Av Folke Millqvist

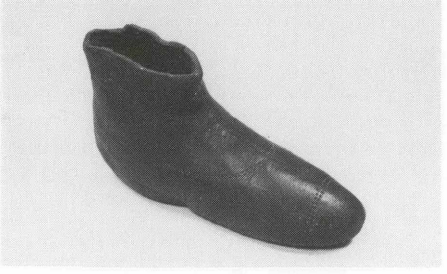
Galoscher, härlett ur latinets gallicae (= galliska ytterskor), användes i Sverige redan under medeltiden. Då tillverkades de emellertid inte av gummi. De hade vanligen en ovandel av läder eller väv. Som skydd mot sörjan på leriga vägar var de försedda med höga sulor och klackar av trä. År 1763 erhöll skomakargesällen Barch ett tillverkningsprivilegium för galoscher av detta slag hos Kommerskollegiet.

"Tag på galoscherna" ropade teaterordonnansen Sven Jonsson efter skådespelaren Lars Hjortsberg, när denne hals över huvud störtade från sin loge i Dramatiska Teatern, inrymd i det brinnande slottet Makalös år 1825. Själv brann Jonsson inne i ett fruktlöst försök att rädda de dyrbara galoscherna.

Så tidigt som år 1615 berättade F J Torquemada om indianer, som använde vattentäta gummiplagg och fotbeklädnader av gummi. Som läster synes de ha använt lera och trä. Ännu tidigare torde dock en sorts gummiskor ha funnit användning i Brasilien och Peru, varvid stundom de egna fötterna lär ha använts som läster. Den franske ingeniören C F Fresneau, som 1747 rapporterade om gummiträd i Franska Guyana, lät åt sig utforma ett par galoscher med hjälp av läster framställda av kartong.

Till USA inleddes under 1820-talet en import från Sydamerika. Sedan såldes galoscher under namnet Fabricas även i Europa. Den brittiska gummiindustrins store pionjär Thomas Hancock tog i liten skala upp galoschtillverkning år 1830 följt två år senare av amerikanska Roxbury, ett företag som hade en viss samverkan med Charles Goodyear.

I skydd av Goodyears patent igångsattes i amerikanska Colchester



1. Indiangalosch (Tretorn).


WILH. WIDLUNDS
Herr- & Dame-
Ekiperings-Magasin
N:o 22 Drottninggatan N:o 22,
STOCKHOLM.
RYSKA GUMMI-GALOSCHER
till billigaste pris, såsom:
Mans- med styfva kappor och hål 3: 50.
Dame- " " " " " 2: 50.
D:o " mjuka " 1: 95.
Goss- " styfva " " " 3: —
Flick- " mjuka " 1: 50.
Barn- " " " 1: 25.
m. fl. sorter

2. Annons 1866 i Sth Adresskalender.

en produktion av vulkade galoscher, som även exporterades till Europa. I Edinburgh i Skottland startade Norris & Co år 1856 en galoschproduktion, som senare under namnet North British Rubber bedrevs i stor skala. Vid denna tid förekom såväl i Storbritannien som i USA en icke obetydlig produktion av galoscher i guttaperka.

I Dædalus 1988 berättades om den dykardräkt med en enkel vattentät fotbeklädnad i gummi, som i Stockholm tillverkades redan omkring 1840 av Fahnehjelm. Där omnämndes också ett guttaperkasulpatent tilldelat Kuntze 1869. I riksarkivets patentregister 1835–1885 finns i övrigt endast några få mycket enkla konstruktioner av vattentäta skor. Skomakarmästaren O Grääs erhöll år 1846 ett patent baserat, som han själv uppgav, på utländska uppfinningar. Skorna hade en mellanläggssula av gummi och överdelen var bestruken med en gummilösning.

Guttaperkagaloscher från USA och Storbritannien började komma i bruk i Sverige mot slutet av 1850-talet bland förmöget folk. De kostade några kronor, vilket var mycket pengar på den tiden. Typisk är den slagdänga, som enligt Klas Olofsson betydligt senare med en udd mot överklassen sjöngs i trakten av Borås:

Herr Hammarström, herr Hammarström mä stövlar och kaloscher,
Du sum ja, ja sum du, så dansa vi mä toffler.

I Stockholms adresskalendrar från 1860-talet uppges ett antal reparatörer av galoscher och guttaperkavaror. Även gummiföretaget Kuntze på Drottninggatan, grundat 1869, åtog sig sådana reparationer.

Äkta ryska galoscher

Ledande i fråga om gummigaloscher i Europa var länge ett ryskamerikanskt företag i S:t Petersburg (Leningrad), grundat 1860. Företagets röda triangel blev vida känd. Ett elegant rött foder gav extra uppmärksamhetsvärde. Det ryska företaget uppges på 1890-talet ha haft över 3 000 anställda, som tillverkade omkring 5 miljoner par galoscher per år, innebärande nära en fördubbling sedan 1885. I Stockholms utställningskatalog 1866 annonserade grosshandlaren Semmy Lamm om försäljning av dessa ryska galoscher. Samma år



3. "Äkta" ryska galoscher i bildannons 1886 (Ahnfeldt).

inflöt i Stockholms Adresskalender en annons om detaljförsäljning av ekiperingsfirman Wilhelm Widholm.

Ledande återförsäljare blev i början av 1870-talet firma John Levin. Denne avled med stor förmögenhet 1873, och verksamheten fortsattes av hans kompanjon, brodern Hartwig Levin. Från år 1880 fram till 1909 skapade man ett imponerande ryskt galoschcentrum i anslutning till kontoret Västerlånggatan 38, en trappa upp. Omkring år 1882 lanserades en reklamslogan, som länge fick stor genomslagskraft i marknaden – "äkta ryska galoscher". Specerifirman Axel Haglund i Stockholm tog upp denna slogan i en bildannons. Den användes också i Helsingborg i annonser under 1880-talet av firma August Nilsson (senare Olof Dahlberg). Ett förnämligt upplagt prisblad presenterades av firma Levin år 1885. Det blev sedan ett stilbildande mönster även för de svenska galoschfabrikerna.

I Hartvig Levins bouppteckning år 1892, bevarad i Stockholms Stadsarkiv, redovisades en miljonförmögenhet. Enda upptagna lagervaran var galoscher med 150 000:–. Där fanns även en mindre

aktiepost i Helsingborgs Gummifabrik. Hartvig efterträddes av sonen Hugo, en dynamisk person full av oberäkneliga inslag.

Levin var emellertid inte ensam återförsäljare. I ett brev till Patentverket meddelade grosshandlaren Oscar Labatt, att fyra handlare svarade för huvuddelen av försäljningen. De två övriga har förmodligen varit Ernst Söderberg och J A Asplund.

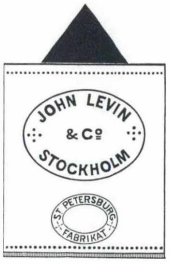
Varumärkesstrider

En märklig varumärkesregistrering skedde 1893 då först Söderberg och strax därefter Labatt med den förres medgivande erhöll inregistrering av det ryska företagets märke med företagsnamnet i rysk text och med triangeln och den kejserliga ryska örnen. Syftet var uppenbarligen att tillskapa ett duopol med sikte på utmanövrering främst av Levin. De nödgades emellertid trots sina protester att efter en tid begära, att märkena skulle avföras. Förmodligen var det Hugo Levin, som motagerat.



4a. Varumärke inregistrerat 1894 24/11, överfört på Levin 1895 23/2 (Svensk Varumärkestidning).

En ny varumärkesstrid uppstod strax därefter mellan Levin och Helsingborg. Henry Dunker berättade på äldre dar, att vid beställning i USA av en märkningsvals hade som prov för märkets placering medsänts en rysk galosch. Följden blev emellertid, att triangeln kom med i märket. Triangelns ryska text torde man ha graverat bort, vilket förklarar den klumpiga svarta trekanten. Märket registrerades i november 1894. Märkning av galoscher igångsattes omedelbart.



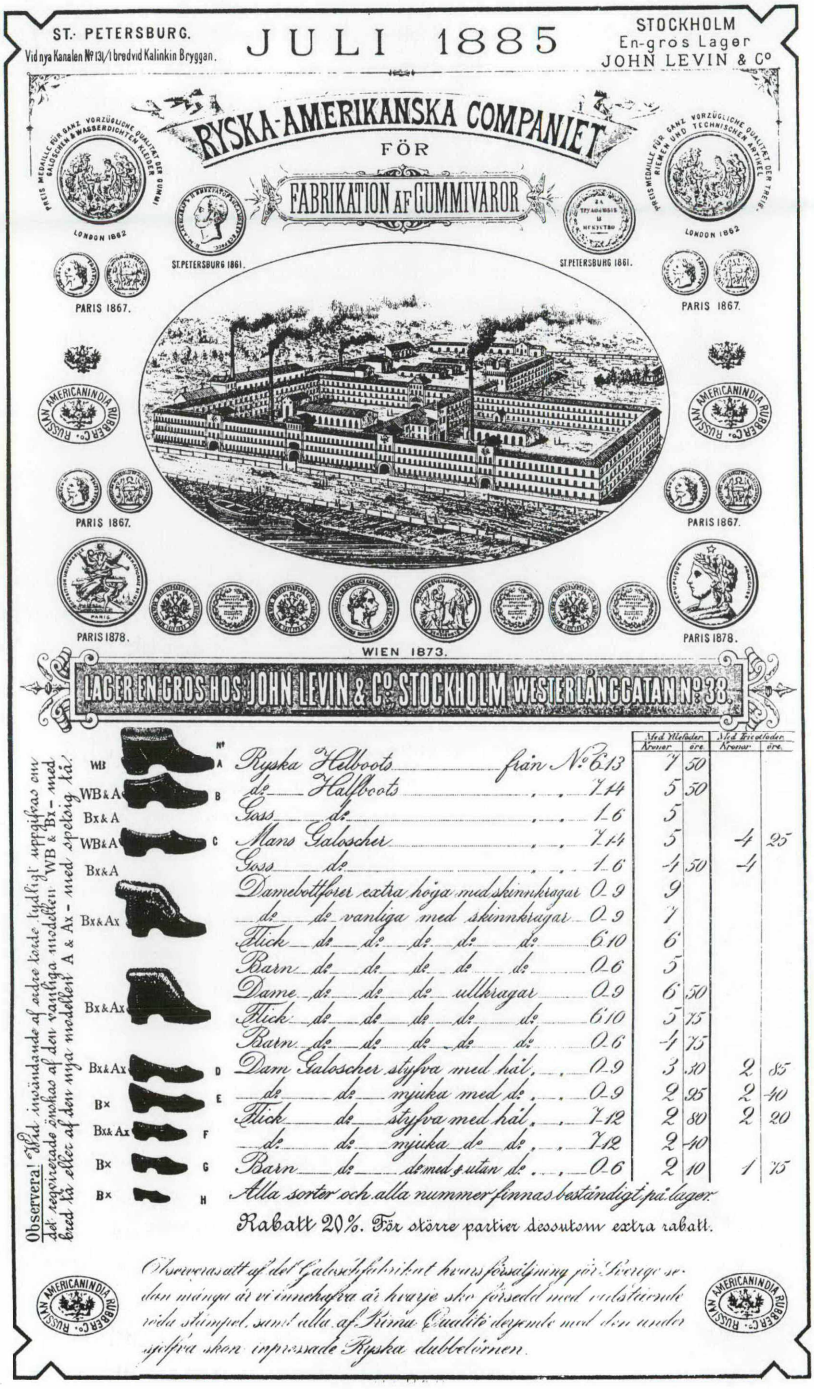
4b. Inregistrerat 1895 27/3 (Svensk Varumärkestidning).

Hugo Levin gick omedelbart till attack. Förmodligen med hänvisning till resultatet av den förra varumärkesstriden lyckades han få en fullmakt av Dunker. Denna gav honom rätt att draga tillbaka märket och t o m att i eget namn inregistrera ett märke innehållande Helsingborgs firmanamn. Följden blev, att samtidigt som märket drogs tillbaka, inregistrerades exakt samma märke i Hugo Levins namn. Levin erhöll ett brev från det ryska företaget med ampla lovord för sina insatser. Däri omnämns att ryssarna godkänt Helsingborgs förslag att på de stämplade galoscherna göra en överstrykning med korsstreck. Levin uppmanades vidare att i eget namn söka inregistrera ett märke. Detta skedde genom att i Helsingborgsmärket enbart byta ut firmanamnet och i ett märke sätta in Russian American Company och i ett annat John Levin & Co. Med förvåning synes man på Patentverket ha iakttagit hela detta spel och tillskrev Helsingborg.



4c. Inregistrerat 1895 27/3 (Svensk Varumärkestidning).

Utan någon belastning längre av utlevererade "felstämplade" galoscher lyckades Dunker att få Levin att återtaga det inregistrerade Helsingborgsmärket. Säkerligen medverkade denna affär till att skärpa den misstänksamhet, som sedan blev ett utmärkande drag hos Henry Dunker. För Levin synes det hela ha resulterat i att han en tid därefter utsåg till generalagent för det ryska företaget. Uppenbarligen är det för övrigt samme Hugo Levin, som tecknade 20 aktier i Gislaved år 1895, blev revisor 1897 och 1899 styrelseledamot och till slut för en kort tid VD under 1902.



5. Prisblad för ryssarna 1885 blev mönster för de svenska fabrikerna (Kungliga Bibliotekets avd okatalogiserat).

Treugolnik och Prowodnik

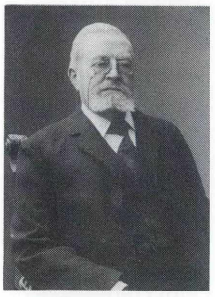
I Sverige arbetade det ryska företaget med det osedvanligt långa namnet "Aktiebolaget för import av gummivaror från rysk-amerikanska kompaniet i S:t Petersburg". Från år 1909, då ny agent tillträdde, moderniserades uppläggningen med hårdare styrning från Ryssland. Varumärket Treugolnik (triangeln) lanserades, och blev den gängse företagsbeteckningen.

Tillkomsten av svenska fabriker minskade inte avsättningen för det ryska företaget. Deras försäljning hade under 1890-talet efterhand ökat till över 500 000 par, m a o en fyrdubbling sedan det tidiga 80-talet. Från år 1902 inleddes emellertid i rådande svenska överkapacitetssituation en stagnation. Även efter det ryska sammanbrottet 1918 levde företaget märkligt nog kvar i omkring 10 år, förmodligen med importvaror från andra länder.

År 1888 startades i Riga den Rysk-Franska Gummifabriken Prowodnik. I något mindre skala fick även denna fabrik i gång en export till Sverige främst via huvudförsäljaren, den nyssnämnde Labatt.

Trevande planer i Helsingborg och Gislaved

Inledande diskussioner om ett galoschprojekt fördes år 1888 i Helsingborg av hamningeniören Johan Dunker och några vänner. Det dröjde dock innan projektet realiserades. Till Gislaved återkom vid denna tid från USA bröderna Carl och Wilhelm Gislow. Där hade de arbetat på en galoschfabrik i Naugatack och träffat samman med en norrman Jörg(en) Gunnerud, som hade ett kvalificerat arbete vid en kalander. Tillsammans enades de tre om att i Gislaved söka starta Skandinaviens första galoschfabrik. En gammal kvarn jämte tomt vid Nissan inköptes år 1889. Projektet stupade emellertid på bristande finansiella resurser. Gunnerud begav sig då på en rundresa till vattenfallsägare i Norge. Överallt möttes han av ett kompakt ointresse. Djupt besviken dök han upp i Kristiania (Oslo) i januari 1890. Av en slump sammanträffade han på ett hotell med en svensk industriman, Johannes Erikson, chef för Rydboholmsbolaget, ett bomullsväveri utanför Borås. Erikson kunde snabbt intresseras för en samverkan.



6. Johannes Erikson (privat).

Hur stor var marknaden? Gunnerud uppskattade den till 800 000 par/år i Skandinavien – Sverige och Norge befann sig ju i union. Inbördes rådde tullfrihet, medan vardera landet hade sina egna yttre tullar. På galoschområdet hade de ungefär samma vikttull, motsvarande ca 20 % på värdet. En produktion borde i första hand kunna inriktas på 250 000 par årligen.



7. Jörg Gunnerud (privat).

Även i Stockholm uppgavs ett projekt vara på gång. Grosshandlaren J A Asplund skrev något senare till Johannes Erikson, att han tillsammans med två affärsvänner tänkte starta en fabrikation. Eftersom han fått vetskap om Viskafors planer, ville han föreslå ett samarbete. Som villkor uppställde han, att ett samarbete skulle inledas med ett ryskt eller tyskt företag. Erikson svarade snabbt. Det ryska företaget skulle säkerligen begära en orimligt hög royalty, och tysk fabrika-

tion kunde bäst karaktäriseras som "schlecht und billig". Under mottot "hellre konkurrens än förlust av handlingsfrihet" avböjdes ett samarbete. Att döma av Hartvig Levins boupptecknin 1892 hade denne en nära förbindelse med Asplund. Var det hela kanske bara en spionkontakt?

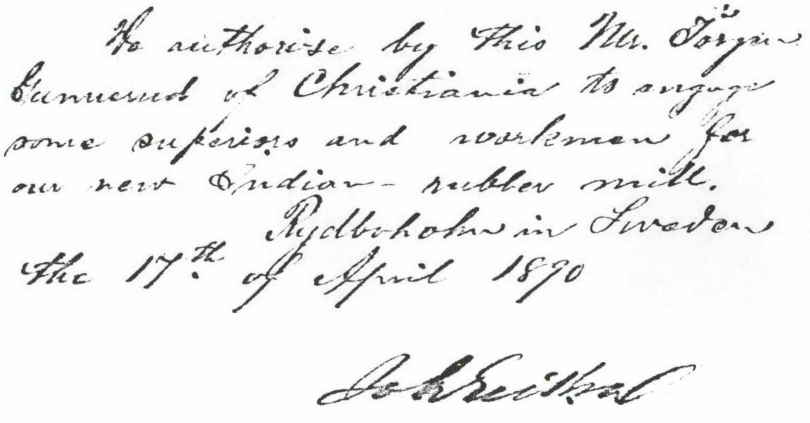
Viskafors först i gång

Redan någon vecka efter sammanträffandet i Kristiania dök Gunnerud upp i Rydboholm. Vid Svaneholm, strax sydväst om Viskafors, ägde Rydboholm en nedlagd mollskinnsfabrik. Efter besiktning befanns den lämplig. Därvid bortsågs från att läget i en brant mellan Viskan och landsvägen var väl hopklämt för en växande fabrik. Trots att läget alldeles invid ett vattenfall redan efter ett par år inte längre innebar någon avgörande teknisk fördel, har lokaliseringen bibehållits genom åren.

Läget ett par kilometer från Viskafors station på linjen Varberg–Borås bedömdes som förmånligt, även om vägen dit var mycket backig och i uruselt skick. Omlastning måste ske i Borås, eftersom fortsättningen till västra stambanans Herrljunga ännu var smalspårig. Där tillkom ytterligare en omlastning. Telefonledning fanns mellan Borås och Rydboholm. På järnvägsbolagets telegrafstolpar fick man tillstånd att draga fram en ledning till Viskafors. Problemen var synnerligen besvärliga alltjämt vid sekelskiftet, särskilt vid transport från järnvägsstationen av tunga valsar för gummibeklädnad i fabriken.

Den 14 april 1890 samlades ett antal intressenter till ett konstituerande möte. Det nya bolaget skulle tills vidare drivas i Rydboholmsbolagets regi med Johannes Erikson som disponent. En nära släkting Hjalmar Hallin blev sammanhållande för bokföring och kontorsadministration och Gunnerud ledare för fabrikens uppbyggnad. En

8. I april 1890 begav sig Gunnerud till Ryssland (Rydboholm i Gbg landsarkiv).



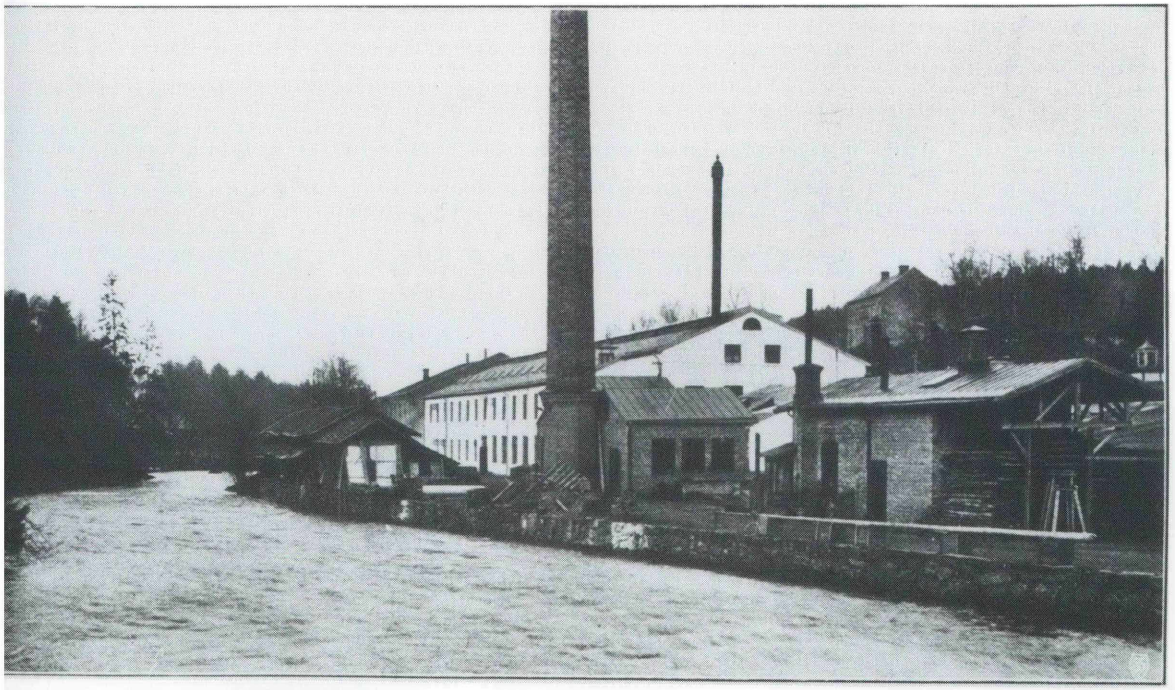
bolagsordning blev stadfäst den 7/8 1890 från vilken tidpunkt breven signerades Skandinaviska Gummiaktiebolaget. Så småningom blev emellertid Viskafors den gängse beteckningen.

Rysk arbetskraft

Gunnerud insåg betydelsen av att rekrytera branschkunniga ryska arbetare. Uppenbarligen hade han redan etablerat vissa "spionkontakter". Med hjälp av handelsfirman Carl Almqvist i S:t Petersburg kom Gunnerud i förbindelse med Semeon Baranoff. Denne hade i 15 år arbetat i det rysk-amerikanska gummiföretaget och därvid under senare år tjänstgjort som biträde till förmannen i blandningsavdelningen. Baranoff utlovade, att han kunde skaffa fram blandningsrecept jämte uppgifter om maskiner m m.

Baranoff kom över till Rydboholm i juli 1890 men återvände snart för att ordna med de övriga ryssarnas resa. Plötsligt var han helt försvunnen för svenskarna trots det kontrakt, som hade ingåtts. Inte nog med detta, plötsligt avled Carl Almqvist på ett mystiskt sätt. Vidare måste Gunnerud bittert konstatera, att de överlämnade recepten var helt värdelösa. De hade kunnat anskaffas "i en droghandel". Uppenbarligen hade Baranoff hela tiden fört ett fult dubbelspel. Fabriksplanerna fördröjdes kraftigt. Snabbt lyckades emellertid Gunnerud engagera en ny man. August Sirak kom från Riga med dess nygrundade stora fransk-ryska fabrik, Prowodnik. Sirak med hustru jämte ett par arbetare, ungkarlar eller gifta med galoscharbeterskor, överflyttade till Viskafors. De tvingades gå sysslolösa i mer än ett halvår.

9. Viskaforsfabriken 1905 (Sveriges Handel och Industri).



Maskiner och råvaror

Vid sidan av den utländska arbetskraften blev maskinanskaffningen Gunneruds viktigaste uppgift. Den första maskinbeställningen, en sul- och ovandelskalander, placerades hos Birmingham Iron Foundry i USA. För blandningsutrustningen liksom ytterligare två kalandrar vände man sig till Francis Shaw i England. En 4-valskalander, beställd hos Robinson i England, fick snabbt porer i valsarna, vilket kraftigt minskade kapaciteten. Inte heller blandningsutrustningen fungerade tillfredsställande. Hastigheten blev betydligt lägre än vad Gunnerud räknat med.

Anskaffningen av rågummi över London via Göteborg skapade inga större problem. Bomullsväv kunde enkelt beställas i Rydboholm. Efterhand uppnåddes goda resultat även med yllevävar från Malmö Ylle. August Claesson i Uddebo i Viskafors närhet blev efter uppträning en pålitlig leverantör av trikåfoderväv.

Läster

Problemen med lästanskaffningen underskattades av Gunnerud. Först vid årsskiftet 1890–91 erhölls kontakt med Carl Lundbom, skolästfabrikant i Lund. I slutet av januari deltog Gunnerud själv i framtagandet av modeller först i trä och sedan i gips. Beställningar av metallgjutna modeller blev resultatlösa, eftersom engelsmännen endast accepterade en uthyrning av modeller för vilka äganderätten behölls i England. Till slut fick man efter vissa inledande besvärligheter Husqvarna Vapen som huvudleverantör. Med ett sortimentsbehov för alla storlekar och med en jämförelsevis lång omloppshastighet i arbetsprocessen krävdes ett stort antal läster. Lästfrågan blev länge en tyngande fråga.

Leveransplanerna försköts först till midsommar och därefter till nyår 1892. Äntligen gick de första provleveranserna dagen före julafton. En ganska aktiv försäljning drogs i gång. Fördelaktiga rapporter strömmade in om att galoscherna var lika bra eller kanske bättre än de ryska. Glädjen blev kortvarig. Typiskt var den varuretur i mars 1892, som skedde till Rydboholm, som alltjämt svarade för kontoret. Claes Håkansson, handelsman i Kalmar, klagade på de sprickor, som uppstått i lackeringen. Dessutom hade han fått "facon B med bred tå". I Kalmar var emellertid endast galoscher med spetsig tå gångbara. Håkansson hade under vintern sålt 2 000 par ryska galoscher utan att ha fått en enda reklamation.

Gunnerud avlider

Under 1892, som hade inletts helt lovande, kom den totala försäljningen inte upp till mer än 38 000 par på grund av problem med ytfinishens hållbarhet.

Gunnerud avled plötsligt i juni 1893. Märkligt nog hade han knappt två månader innan i ett brev till Johannes Erikson framhållit "först nu är äntligen galoscherna, som de skall vara". Felet uppgavs hela tiden ha legat i ojämn temperatur i vulkningen. Glädjen härav blev för

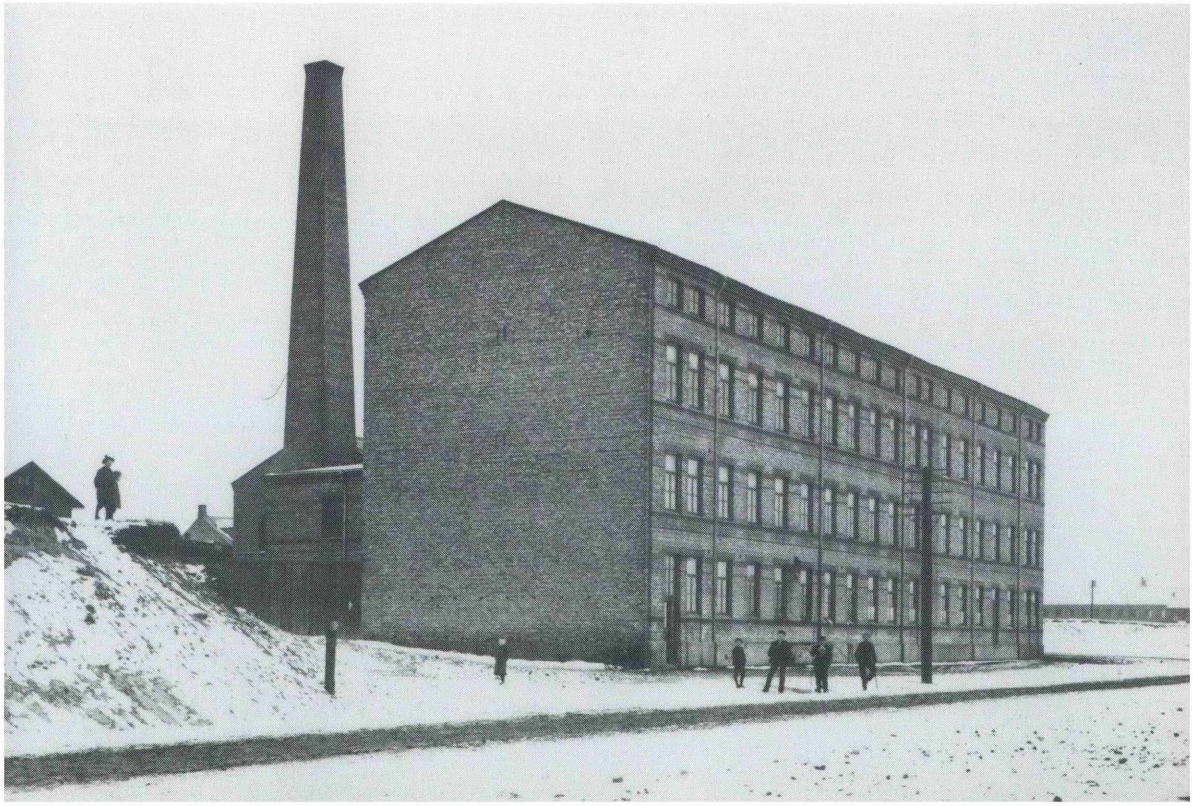
företaget kortvarig, då Gunnerud tog med sig huvuddelen av ett segt förvärvat kunnande i graven. Till platschef och disponent utsågs den tidigare kontaktmannen i Rydboholm Hjalmar Hallin.

Optimistiskt räknade man med den norska marknaden, där dock det brittiska North British, känt redan på 1890-talet för en perfekt blåsvart finish, var väl etablerat. År 1892 sänkte emellertid norrmännen sitt tullskydd med 30 %, varigenom den rådande tullfriheten mellan Sverige och Norge blev närmast värdelös. När denna tullfrihet upphävdes 1898, bortföll helt förutsättningarna för en export till Norge. År 1894, då man kunde utnyttja en svensk tullhöjning, var man uppe i ca 200 000 par. Först 1895 nådde man upp till ursprungligen prognoserade 250 000. Lika illa gick det med den regelbundet tänkta höga utdelningen. För år 1896 lämnades en begränsad utdelning. Katastrofåret 1897–98, då en stor del av produktionen misslyckades, gav stor förlust. Felet rättades till, men de stora vinsterna uteblev även de följande åren. År 1903 framtvingades en helt ny aktieteckning. Tillverkningsproblemen fortsatte emellertid att avlösa varandra.

Helsingborg – sträv inledning

I Helsingborg där, som redan omnämnts, diskussioner hade inletts under 1888 av hamningeniören Johan Dunker, var föret trögt i portgången. Först i mitten av 1890 gick planeringen i gång på allvar. Den

10. Helsingborgsfabriken 1892 (Tretorn).



första kassaboken inleddes i augusti. Den första posten gällde ett utkast till bolagsordning, som hade renskrivits för 3:–. Bolagsordningen fastställdes den 6/12, och den 3/1 avhölls den första bolagsstämman. Bakom företaget stod ett antal ledande helsingborgare med en gästgivarson från Fleninge, konsuln P Olsson i spetsen. Från ursprungliga 150 000 ökades aktiekapitalet år 1893 till 248 000.

Bordläggningen av galoschprojektet i Gislaved medförde helt överraskande, att Wilhelm Gislow år 1891 dök upp i Helsingborg. Där blev han engagerad med att svara för schaktningsarbetet av tomten och sedan som fabriksföreståndare. Han tecknade även aktier i företaget. I början av februari 1891 bokfördes den första gummiposten, en remissa till London. Liksom Gunnerud i Viskafors ställdes Gislow inför en mängd svårlösta problem. Läster beställde även han i Lund. I sina försök att få tag i lämpliga bomullsvävar vände han sig till slut till den arge konkurrentens moderföretag, Rydboholm, som svarade för stora leveranser ända in på 1970-talet. I likhet med Viskafors beställdes trikåväven från Claesson i Uddebo. I september erhölls en ångmaskin från Helsingborgs Mekaniska.

I Rydboholmsarkivet finns bevarat ett intressant "industrispionage", inrapporterat i ett brev till Viskafors den 18/8 1891 från A Ohlsson, som förmodligen var en vävförsäljare för Rydboholm. Vid besöket hade Wilhelm Gislow varit upptagen, och istället blev Ohlsson guidad av en bror från Gislaved. I sitt brev till Viskafors har Ohlsson beskrivit produktion, maskiner och personal vid Helsingborgsfabriken.

11. Gerkan med miljonte galoschparet, invid honom Dunker (Tretorn).



Dunker – Gerkan, ett tandempar

I början av hösten 1891 hemkallades från handelsstudier i Hamburg den endast 21-årige Henry Dunker, f 1870 i Esbjerg och son till hamningeniören. Själv har han berättat, att han nästan omedelbart begav sig till St Petersburg. Kassaboken avslöjar, att resan uppenbarligen skedde tillsammans med Gislow. Tyvärr uppnåddes där inga resultat. Senare erhölls kontakt med en gummikemist i Riga, Julius von Gerkan. Denne beställde bl a en effektiv vulkpanna.

Redan i augusti hade en tysk förman, August Walrich från Hannover, engagerats. Under Gislow svarade han för fabrikationen. Ett avlöningskontor öppnades i oktober, och enligt en bevarad anteckningsjournal hade man vid jultid 28 heltidsanställda galoscharbetarskor. Därutöver hade man en rörlig arbetskraftreserv i form av 34 deltidsanställda. Till Kommerskollegiet inrapporterades en produktion av 8 500 par under 1891. I november, alltså tidigare än Viskafors, hade de första provleveranserna avgått.

Glad i hågen for Dunker i början av 1892 upp till en ledande grossist i Stockholm. Denne grep en galosch och sträckte ut den ordentligt. Tänjningen var helt förträfflig, men tyvärr stannade galoschen kvar i det utdragna läget. Tablå! I Halmstad hade Rydboholms resande kommit över ett par galoscher från Helsingborg. Han rapporterade hem, att "concurrensen icke skulle bliva av någon allvarligare art". Allt detta noterades med tillfredsställelse i Viskafors, särskilt som just då allt såg ganska ljust ut för den egna produktionen.

Upprörd återvände Henry Dunker från Stockholm till Helsingborg. Alla utleveranser stoppades, och fabriken stängdes för all insyn. Snart därefter anlände Gerkan till Helsingborg. Som lön erhöll han 500:– att jämföras med Dunkers 200:– och den nyanställda blivande kontorschefen Leonia Deshayes 75:–. Hon blev känd för stor reda och lojalitet men också för en omutlig stränghet. Dunker fick med Gerkan en intim samverkan, som varade till dennes död 1918.

Från Riga anlände den nya vulkpannan. Vid denna vakade Dunker och Gerkan ofta nätterna igenom, till dess att kvaliteten blev godtagbar. Dunker sökte lära sig allt för att inte som i Viskafors bli helt ställd vid ett dödsfall. Recept och teknikdetaljer bevarades som stora



12. Annons 1892 i Malmö Adresskalender.



13. En miljon par tillverkade 1896 (Tretorn).

företagshemligheter. Under Gerkan fungerade med tiden dennes svåger ingeniören Remmers som en skicklig ledare för blandningsavdelningen.

Lyktljus i fabriken

I ett brev till Tretorn Forum år 1951/4 berättade Fredrika Lilja, anställd 1891–1933 och föreståndarska från 1904: "Jag började år 1891 på hösten (m a o från tillverkningsstarten). Fabriken var då ganska liten, bestod i gamlaste byggnaden vari vi gick in från sjösidan genom vakten. Man tog sin lykta i vakten med upp till sin plats, placerade den på arbetsbordet, varvid vi stod 4 stycken flickor. Inget elektriskt ljus fanns på fabriken den tiden" – elbelysning infördes först i slutet av 1892. "Den tiden utfördes arbetet på träläster, underlig metod, vilken jag inte kan förklara. Vi fingo oss 6 par tilldelade att utföra per dag första tiden, men utökades allt efter hand. Arbetet började kl 6.30 förr. Vi fingo gå hem när den tilldelade s k satsen var färdig för dagen."

"Galoschan" var det populära namnet på företaget bland arbetarna.

Några storkunder

Tidiga storkunder var Herman Östrand i Stockholm, innehavare av bl a Svenska Galoschmagasinet, som snart fick ställning som företagets lagerhållande återförsäljare, L E Andersson i Örebro, John Schlesinger i Norrköping, B Herdin i Falun och Axel Gillblad i Göteborg. Redan under 1892 införde Gummimagasinet P Hansson i Malmö – senare GUMA – i adresskalendern en annons om bl a svenska galoscher. Dessa kom från Helsingborg. I Norrland hade Helsingborg besvärligheter att göra sig gällande. Under Viskafors olycksår 1897–98 övergick emellertid den väl inarbetade P Åberg i Gävle från Viskafors till Helsingborg.

Under 1896 tillverkade Helsingborg 600 000 par galoscher och hade en omsättning på cirka 1 375 000 kronor. Man hade 300 anställda varav 60 procent kvinnor. Detta kan jämföras med Viskaforsfabriken, som tillverkat 675 000 par galoscher med en årsomsättning på endast 844 000 kronor och med 180 anställda varav 54 procent kvinnor.

En markant skillnad mellan de båda företagen var, att Helsingborg bland sina anställda hade över 100 minderåriga, medan Viskafors



14. Tillskärning omkring sekelskiftet (Tretorn).

endast hade ett fåtal under 18 år. År 1898 var Helsingborg uppe i 575 anställda, vilket utgjorde cirka 70 procent av det totala antalet inom svensk gummiindustri. Tillverkningen var då uppe i över en miljon par, en siffra som dock snabbt sjönk. Först 1903 var Helsingborg åter uppe i samma omsättning.

Redan 1893 utbetalades en hygglig aktieutdelning till delägarna, vilket sedan blev en regelbunden vana. Av de många rekordvinsterna var dock Dunker alltid noga med att avsätta huvuddelen till en självfinansiering av framtida investeringar. Under alla år fram till Dunkers död hade företaget en utomordentlig likviditet med ett mycket stort sparkapital, utplacerat på alla sparbanker i Skåne med hänsyn till bankernas bestämmelser om maximibelopp.

Raka kontra fotriktiga galoscher

Enligt fabriksberättelserna i Kommerskollegiet hade Viskafors och Gislaved volymer, som stundom närmade sig Helsingfors. Omsättningen i kronor låg dock genomgående betydligt lägre. Detta torde ha sammanhängt med en högre sekundaprocent, och dessutom på att Helsingborg efterhand i ökad utsträckning inriktade sig på bottiner och andra specialartiklar.

Helsingborg torde vidare ha varit det företag, som tidigast införde "fotriktiga" höger- och vänstergaloscher. Länge användes nämligen "raka" enhetsgaloscher med samma läst för båda fötterna. I Helsing-



15. Tillskärningssal, början av 1900-talet (Tretorn).

borg finns alltjämt bevarad en högergalosch, som år 1905 påtecknats av Notarius Publicus eller motsvarande. Säkerligen var detta den första i vårt land tillverkade fotriktiga galoschen, samtidigt som dock enhetsgaloscher under åtskilliga år försåldes till ett lägre pris. Raka barnstövlar tillverkades alltjämt på 1930-talet.

I sin bok om Viskafors har Nils Holmberg uppmärksammat, att företaget efter det misslyckade produktionsåret 1910 rapporterade en tillverkning av 128 167 1/2 par. Kommentaren "man undrar varför fabriken tillverkat den udda galoschen" får sin naturliga förklaring i förekomsten av enhetsgaloscher. När Carl Gislow år 1907 lade upp fabrikationen för Viking i Norge, var produktionen till en början inriktad på denna typ av galoscher. Detta belyses även av den raka galoschsula, som utgjorde illustration till ett varumärke inregistrerat av Gislaved år 1906. I ett prisblad för 1908 presenterades emellertid även fotriktiga galoscher. På gamla järnläster tillverkades för övrigt i Gislaved för damer raka "gumgaloscher" ännu på 1920-talet. Liksom i Helsingborg tillverkades också "footholds" eller tåhättgaloscher med ett smalt band över hälen, särskilt lämpade för damskor med höga klackar.

Dunker – branschens portalfigur

Inom och utom företaget gjorde Dunker sig känd som en hård chef, som obevekligt drev sitt företags intressen. Själv var han en arbetsnarkoman, som normalt arbetade drygt tio timmar om dagen. En järnhård disciplin upprätthölls. Hans vilja var lag i företaget. Bland arbetarna blev han, även om han ständigt ingav en rädsla, närmast en fadersgestalt, som allt emellanåt visade stor omtänksamhet under den sträva ytan. Vid en lönetvist i april 1896 dikterade han, att han alltid betalade lika höga löner, som någon annan i staden. Efter en lönehöjning hos Fosfatbolaget något år senare höjde han utan påstötning omedelbart arbetarnas löner. År 1899 krävde emellertid de kvinnliga galoscharbeterskorna lika höga ackord som de manliga. Svaret blev lockout, och alla 450 anställda "kördes på porten". Efter en månad bilades tvisten med en obetydlig förbättring av ackorden. Storstrejken 1909 pågick i fabriken under en dryg månad helt utan resultat.

Dunker motverkade till skillnad från flertalet övriga arbetsgivare aldrig bildandet av en fackförening. Storstrejken blev emellertid en bitter erfarenhet för facket. Efteråt kvarstod endast fyra medlemmar. Efter första världskriget växte återigen medlemsskaran. Några allvarligare stridigheter förekom emellertid inte på 1920-talet. I juli 1930 utbröt en strejk på nära tre månader. Den blev närmast resultatlös,

16. Ovandelskalander tidigt 1900-tal. Obs flera småpojkar (Tretorn).



men utgjorde en stor besvikelse för Dunker, som aldrig förlät arbetarna denna strejk. När snart därefter Dunkers 60-årsdag och samtidigt företagets 40-års jubileum firades, skedde detta utan att arbetarna berördes. De allmänt förväntade jubileumsgåvorna uteblev helt.

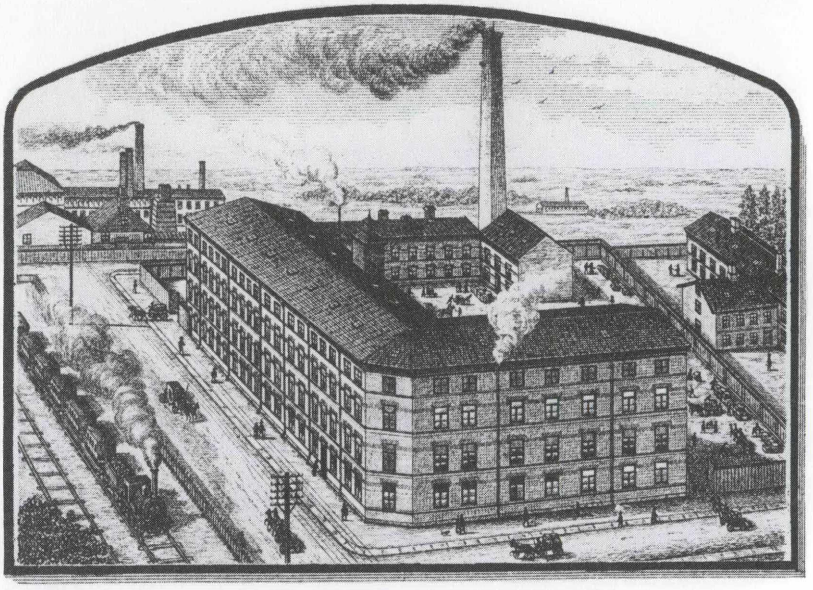
Hårda tjänstemannaavtal

I förhållande till tjänstemän och arbetsbefäl var Dunker ofta oberäknelig. Kontorister betraktade han närmast som något nödvändigt ont. De behandlades så gott som genomgående kitsligt och nedlåtande. På elittjänstemännen liksom på arbetsbefälet var han ofta beredd att lyssna. De fruktade emellertid hans oberäkneliga sätt och ofta framträdande misstro. De högsta tjänstemännen betalades emellertid synnerligen väl, samtidigt som de bands med hårda avtal. Höga böter utgick vid överflyttning till en konkurrent, innan två år förflutit, sedan anställningen upphört.

Över alla inköp höll Dunker ett vaksamt öga. Ännu långt in på 50-talet svarade han själv för rågummiinköpen.

Laboratoriemystik

Dunker och hans förtrogna slog alltid hårt vakt om företagets hemligheter. Ingen utomstående släpptes normalt in i fabriken. En pensionerad maskinreparatör och verkmästare, Carl Skiöld, berättade i Forum 1952/2: "Det var ingenjör Remmers, som skötte alla blandningarna på den tiden. Det var så noga, och det skulle låsas med dubbla lås om blandningarna, så att ingen kunde komma åt hemligheten med desamma. Remmers blev så arg, när han skulle öppna för någon. Vi använde blyvikter, som vi själva gjort, så att ingen kunde se hur



17. Helsingborgsfabriken 1895 (Tretorn).

mycket, som användes i blandningarna. Nu kan man läsa i en bok vad som finns i de olika blandningarna." Denna hemlighetsfullhet var länge utmärkande för hela gummibranschen både utomlands och i Sverige. En utbyggnad av forskningen och en vidgad standardiseringsverksamhet liksom ett utökat ganska öppet samarbete inom branschen har dock under senare år medverkat till att lätta på laboratoriemystiken.

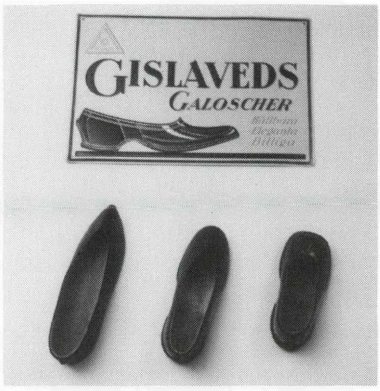
Gentemot aktieägarna liksom även mot styrelsemedlemmarna var Dunker inte särskilt meddelsam. Beslutsunderlag framfördes korthugget. I mitten av 90-talet uppseglade en konflikt inom styrelsen. Dunker meddelade frankt, att om hans förslag inte passade, så var han beredd att sluta. Därvid hade emellertid styrelsen att besinna, att i så fall följde även Gerkan med honom. Denne var nämligen anställd av Dunker personligen. Oppositionen tystnade!

Som gammal man blev Dunker en gång tillfrågad om sitt stoltaste minne. Det var nog när han i slutet av 1890-talet efter en resa till England steg i land i Helsingborg iförd en toppmodern golfklädsel, svarade han överraskande efter en stunds betänkande.

Diversifiering och strukturrationalisering

År 1896 började Helsingborg draga upp linjerna för en produktion av tekniskt gummi. Bl a inregistrerades två varumärken. Två år senare inrapporterades till Kommerskollegiet en mindre produktion, som sedan ökades under de följande åren. En utförlig katalog år 1900 räknade upp bl a slangar, separatorringar och asbestgummi liksom gummiduk under varumärkena Svea och Björnen. År 1904 presenterades volocipedringar i den årliga katalogen över tekniska gummivaror. Man förde såväl ringar med ståltråd, typ Dunlop, och med gummivulster i kanten, typ Continental. Förmodligen hade man övertagit den Dunloplicens, som Velox i Trelleborg tidigare innehaft, men som uppsagts.

Velox, som sedan starten 1896 expanderat mycket kraftigt, hamnade efterhand i besvärliga lönsamhetsproblem. Försök gjordes att tillsammans med övriga fabriker skapa en genomgripande sortimentsuppdelning. Efter det att dessa försök brutit samman, fortsattes diskussionerna mellan Johan Kock i Velox och Henry Dunker. Dessa mynnade år 1905 ut i branschens genom tiderna största strukturrationalisering. Omdöpt till Trelleborgs Gummifabrik övertog Velox Helsingborgs hela produktion av tekniskt gummi och cykelringar. Samtidigt infördes i företagets bolagsordning en passus, som angav, att företaget tillverkade olika gummivaror, dock *ej* gummiskodon. Dunker och Kock erhöll lika stora aktieposter. Ett fåtal aktier överläts emellertid till rådmannen Lagergren, en bulvan för Dunker. På detta geniala sätt hade Dunker tillskapat en fullständig kontroll över Trelleborg, som han sedan behöll genom åren. Ur den på så sätt genomförda specialiseringen framväxte de två företag, som ända fram till



18. Tre tidiga galoschtyper (Gislaved).

1970-talet behöll ställningarna som landets ledande och samtidigt mest lönsamma företag. Ett genidrag av den dynamiske Dunker!

Satsning i Gislaved

Sedan Wilhelm Gislow lämnat sin tjänst i Helsingborg återupplivades de inledningsvis omnämnda planerna. Vissa mindre experiment hade utförts av Carl Gislow i hans färgeri. I liten skala etablerades år 1893 på den tidigare kvarntomten Gislaved Gummifabrik. I brist på finansiärer avstod man från galoscherna och satsade på bollar, dinappar och några enkla tekniska gummivaror. Kontakt erhölls med maskinförnödenhetsfirman Wahlén & Block i Stockholm. Gemensamt instiftades Svenska Gummifabriken år 1895.

Bland aktieägarna märktes Hugo Levin, chef för det stora ryska galoschimportbolaget och Leonard Andersson, chef för gummihandelsfirman Kuntze i Stockholm. För den anlagda fabriken utbetalades till Wilhelm Gislow 42 000:–. Företagets försäljnings- och kontorsadress blev i Stockholm hos Wahlén & Block. Till VD utsågs Johan Block och till teknisk ledare Wilhelm Gislow, medan dennes broder Carl höll ett öga över bokföringen, samtidigt som han drev sitt färgeri och klädesfabrik.

Inköp skedde av den stora egendomen Gyllenfors med ett nedlagt järnverk och med ett glasbruk, som behölls i drift ytterligare några år, och vidare ett betydande markområde. I vissa sammanhang betecknades företaget även officiellt som Gyllenfors Gummifabrik. De tidigare skogarna hade fullkomligt skövlats av trävarufirman Larsson & Seaton i Göteborg, som innehaft egendomen under ett par år. Utöver en kraftstation uppfördes vid ett nytt vattenfall en förnämlig fabriksbyggnad, som stod klar 1897. In i de gamla lokalerna flyttade från Stockholm Wahlén & Blocks läderremföretag. I den nybildade Svenska Remfabriken gick bröderna Gislow in som delägare med Carl som styrelseledamot. Knappt hade detta skett förrän den nybyggda fabriken stod i brand. En hastig återflyttning fick ske till den gamla anläggningen.

Galoschfabrik

En ny stor fabriksbyggnad uppfördes snabbt främst inrättad för galoschproduktion. Fru Nanny Nilsson, som ännu levde 1965, berättade då i personaltidningen. "För att få de svenska galoscherna i klass med de ryska gjordes många experiment. En del av dessa var så hemliga, att jag fick stå vid köksbordet i Gislows kök och lästa upp galoscherna. När upplästningen var klar torkades de i bakugnen, innan de kläddes över med gummi och vulkaniserades." Till en början var "tillgången på läster så liten, att vi inte kunde göra mer än 10 per dag".

Efterhand engagerades en allt större arbetsstyrka, varav flera från Viskafors, men kvantiteterna steg endast långsamt. Vad värre var, huvuddelen av galoscherna var sekunda. Enligt styrelseprotokoll fungerade som verkmästare från 1897 under någon tid S Baranoff. Var det månne Semeon Baranoff, som så skändligt lurade Viskafors vid dess start?

För tekniska gummivaror löpte produktionen bättre, men i gengäld utnyttjade Wahlén & Block sitt ägarinflytande och totala kontroll över försäljningen till att som störste avnämare erhålla alldeles för låga avräkningspriser. Situationen blev ohållbar under 1899. Banken grep in och tilltvingade sig förrådsnycklarna. De på kredit inköpta råvarorna fick endast uttagas mot kontanta inbetalningar.

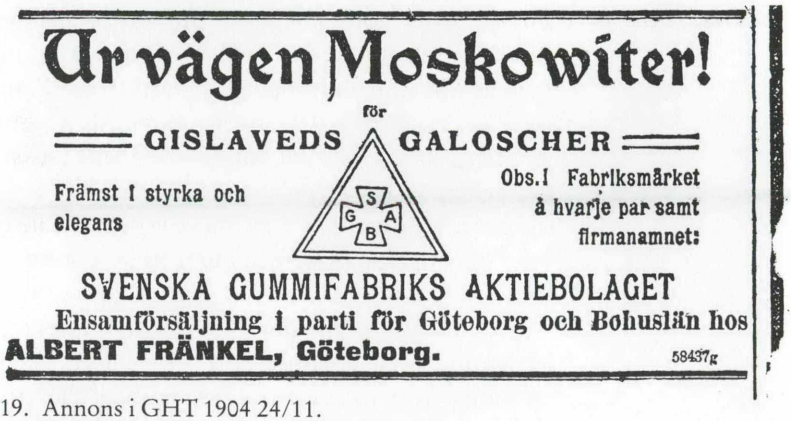
VD- och styrelsekarusell 1899–1904

Plötsligt avsade sig Block VD-skapet. I samband med bolagsstämman 1899 skedde en total ommöblering. Halmstadsborna Magnus Holmqvist och Th Schéle invaldes i styrelsen. Till VD utsågs Ernst Wehtje, häradshövding i Malmö och far till blivande cementkungen. Gislow, som 1898 utsetts till disponent, fick lämna företaget. Tillfälligt utsågs en vikarierande fabriksföreståndare, som dock p g a total oförmåga efter ett par månader fick avpolleteras.

En tid därefter anlände som ny fabrikschef Carl Pieron, tysk fabrikant från Berlin. Till Gislaved kom han med en märklig transportvagn fylld av allehanda möbler m m. Han ställde stora krav på allehanda service och lyckades från början reta galla på ortsbefolkningen. Verksamheten inleddes av honom med en mängd oöverlagda beslut. En skorsten revs, och en ångpanna kastades ut. I stället för att utnyttja befintliga nya lokaler byggdes ett särskilt hus för en ganska omfattande kontorsstab. Vidare inrättades i fabriken en särskild öltappningshall.

Den nyssnämnde Hugo Levin fungerade som revisor åren 1897–99 och tillfälligt som styrelseledamot under 1899. Försök gjordes detta år att få Hugo Levin tillsammans med en annan aktieägare, grosshandlaren Axel Abrahamsson, att åtaga sig Gislaveds galoschförsäljning. Levins svar blev, att detta först kunde ske, när årsproduktionen nått 400 000 par.

År 1899 blev ett katastrofår med en förlust på 70 000:–. På den



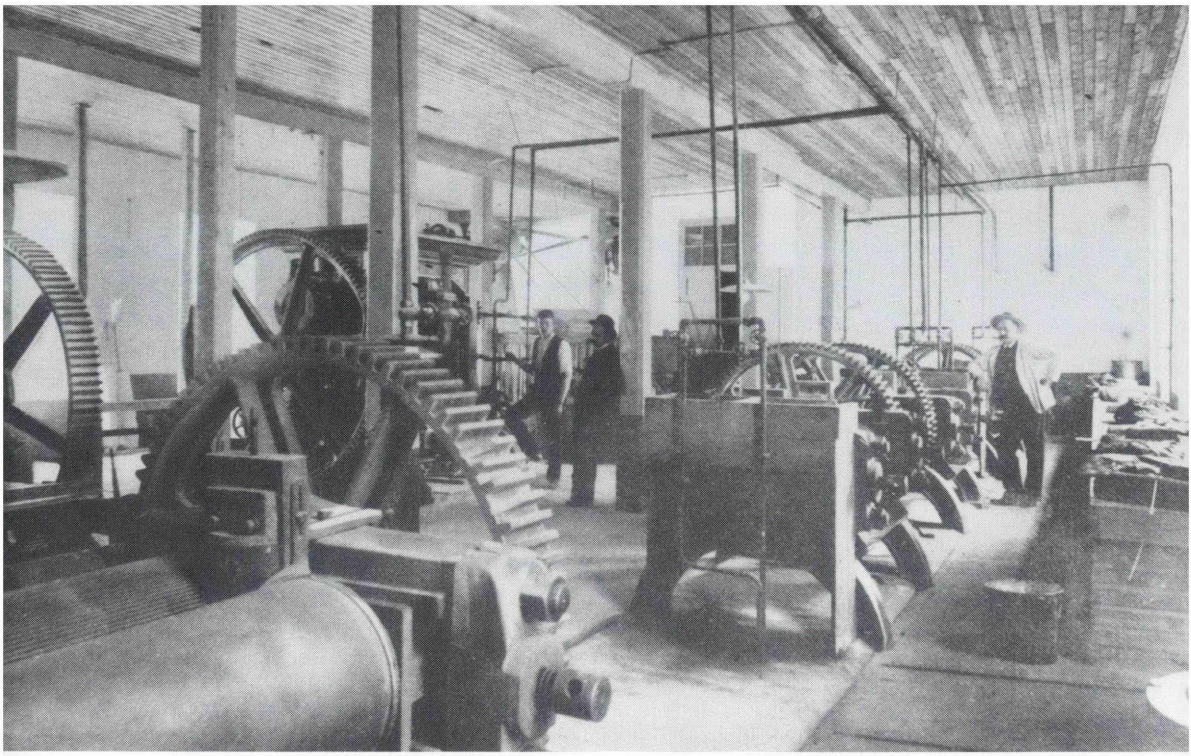
19. Annons i GHT 1904 24/11.

efterföljande stormiga bolagsstämman i Halmstad gick Gislow till frontalangrepp mot den nya styrelsen liksom mot Pieron för alla de många missgreppen. Den nye styrelseledamoten G W Rydin, lokal handelsman, fick extra hård kritik. Han hade fått köpa upp alla de sekunda galoscherna och släppt ut dessa i marknaden utan särskild markering. Dessa angrepp stöttades enligt en efteråt tryckt skrift av ett flertal lokala aktieägare. Styrelsen meddelade, att den avstod från ansvarsfrihet, men blev likafullt omvald. Till ny VD utsågs Th Schéle i Halmstad, som året därpå efterföljdes av Magnus Holmqvist.

Under 1900 blev fabriken ånyo utsatt för en förödande brand, vari tre man omkom. Lokalt spreds ryktet, att den blivit anlagd av Pieron. Vid bolagsstämman året därpå var Gislow återigen rustad till tänderna. Beskyllningarna kring branden togs upp, och olika förseelser radades upp. Pieron lyckades dock rida ut stormen efter att bl a ha tryckt en motskrift, där han försvarade sig punkt för punkt. Däri avslöjade han också, att Gislow inte vilat på hanen utan i Ljungafors utanför Svenljunga var i färd med ett konkurrentbygge.

Återuppbyggnaden av fabriken kom snabbt i gång, men resultaten blev alltjämt mediokra. Den gamla arbetskraften hade till stor del begivit sig av. Nybyggnaden var gjord för 300 personer, men ännu i slutet av 1901 sysselsattes inte fler än 30–50 personer. För 1901 redovisades en ny förlust. En mycket omfattande inventeringslista presenterades av Pieron. Den föranledde hårda angrepp av Carl Gislow, som påvisade ett flertal alldeles för höga värderingar. På grund av slöseri och olämplighet blev Pieron uppsagd i februari med omedelbar verkan men med lön till i juli.

Vid stämman i oktober 1901 framlade Hugo Levin förslaget att bolaget borde upplösas. Kontakter togs därefter genom styrelsens försorg med såväl svenska som utländska fabriker förmodligen dock utan större entusiasm. Vid ett nytt möte konstaterades detta helt kort, och därmed var ärendet utagerat.



20. Blandningsrummet 1905, till höger Wilhelm i mitten Carl Gislow (Gislaved).

Carl Gislow, som tillfälligt åtagit sig VD-befattningen avlöstes efter en kort tid av Hugo Levin. Ett beslut fattades om att Gislaved i fortsättningen skulle koncentrera sig på de väl tullskyddade massproduktionsartiklarna galoscher och cykelgummi. Wilhelm Gislow återanställdes som fabriksföreståndare efter att ha avvecklat sitt galoschprojekt, varvid byggnaden efter en tid övertogs av den nygrundade Ljungafors Yllefabrik. Med vinstutvecklingen äntligen pekande uppåt inleddes för Gislaved år 1903 en dynamisk period. Till VD utsågs grosshandlaren i Reftele Josef Davidsson. Återutnämnd till disponent invaldes Wilhelm Gislow i styrelsen år 1908. Wilhelm Gislow övertog alltmer befälet och utsågs till VD omkring 1915.

När Gislow avled på nyårsafton 1925 stod Gislaved plötsligt utan sin dynamiske ledare. Inom galoschkartellen knakade det i fogarna efter KF:s alla angrepp. Under företagets nye ledare Artur Wahlén, kamrer och ekonomichef, son till en av företagets grundare och stor aktieägare, inleddes underhandlingar, som ledde till att Gislaved övergick i kooperativ ägo. Därvid efterträddes Wahlén av Carls son Gösta Gislow. Samarbetet med KF fungerade friktionsfritt.

Överetablering i galoschbranschen

Som pendang till begreppet "äkta ryska galoscher" presenterades 1902 även "äkta amerikanska galoscher" av firma Söderström & Alm i Stockholm. Firman representerade US Rubber. Kort tid därefter

lanserades Goodrichs olika gummivaror av Amerikanska Gummiaktiebolaget, bakom vilket företag även stod August Lindblad, känd för sitt engagemang med velocipeden Crescent. Även engelska North British aktiverade sin svenska försäljning i början av 1900-talet.

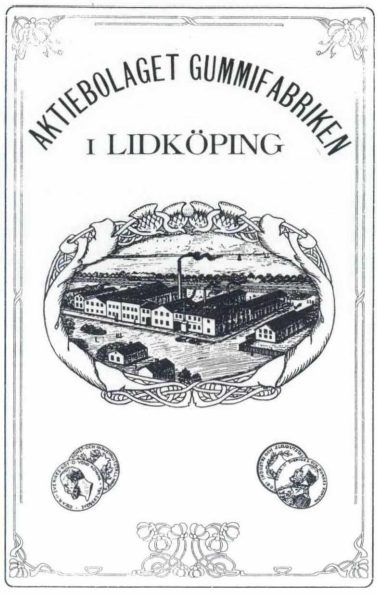
På den inhemska fronten hade en fjärde konkurrent börjat röra på sig med långsam start 1898. Svensk-Engelska gummifabriken uppfördes i Malmö av den kände byggmästaren C L Müller. Till VD utsågs disponenten A Warnholz. Ett antal engelska arbetare engagerades. Under 1901 kom man i gång och var året därpå uppe i en årsproduktion av 600 000 par, en siffra som fördubblades 1903. Man gick ut med en intensiv marknadsföring. Återförsäljarna sökte man intressera med ovanligt höga rabatter. Bruttopriserna till butik låg emellertid 10 % högre än Helsingborgs. P Åberg i Gävle, Helsingborgs huvudåterförsäljare i Norrland, sände 1903 ut en belysande tryckt sammanställning av Helsingborgs och Malmös priser och rabatter.

År 1905 misslyckades emellertid vulkningen totalt. Från Antwerpen och andra ställen rapporterades att galoscherna ankommit helt hopklibbade i lådorna (Romée). En rekonstruktion av företaget framtvingades 1906. Den nybildade Ryska Gummifabriken, alltjämt med Warnholz i ledningen, tillvann sig snabbt en betydande marknadsandel. Redan före 1905 hade en betydande export kommit i gång även av gymnastikskor. I den nya regin ökades gymnastikskoexporten kraftigt bl a till Indien och Kina.

Ytterligare konkurrent i Lidköping

I Helsingborgs förvaltningsberättelse för år 1904 uppvisades ett gott resultat, som föranledde en hygglig utdelning. Samtidigt uttalade emellertid Henry Dunker farhågor för den ständigt ökade produktionskapaciteten. Utöver redan etablerade fyra fabriker hade rapporter ingått om en ny galoschproducent under bildande i Lidköping. Ryktena visade sig helt korrekta. Lidköpings Gummifabrik var emellertid inget undantag beträffande galoschproducenternas inledande problem. Man hann faktiskt aldrig riktigt komma i gång förrän konkursen var ett faktum 1908. Under en ombildad styrelse fortsatte verksamheten under namnet Gummifabriken i Lidköping.

Vissa ekonomiska manipulationer medförde emellertid en ny kris. I förvaltningsberättelsen framhölls att verkställande direktören Axel Malmberg hade lämnat ett av honom själv ägt grossistföretag stora leveranser till ett orimligt lågt pris. Han blev uppsagd. Som teknisk ledare hade företaget engagerat Viskafors avpolletterade verkmästare Balla från Riga. Han misslyckades dock med gummiblandningarna även i Lidköping. Lagren fylldes med stora kvantiteter sekunda galoscher. Hela detta parti såldes till ett lågt pris på en hand till en köpare i Stockholm, utan några säkerheter. Denne gick strax därefter i konkurs och Lidköpingsfabriken fick inte ut mycket på sin för denna tid



21. Fabriken låg vid Vänern (Kungliga Bibliotekets avd okatalogiserat).

höga fordran på 70 000 kr. Framgångarna uteblev, och 1913 tvingades man att avveckla företaget.

Vid en följande inventering konstaterades, att vissa rörledningar och annan utrustning hade starkt korroderat. Man hade nämligen prövat ett nytt konstgummi och hade därav alltjämt ett större lager. Även Helsingborg och Ryska Gummifabriken redovisade konstgummi i sina lager. Priset på detta konstgummi låg uppemot fyra ggr lägre än vanligt rågummi. Det rörde sig om ett sorts gummisurrogat med diverse inblandningar i linolja. Denna råvara kunde dock icke utnyttjas i artiklar utsatta för töjning eller hårt slitage. Huvudsaklig användning blev som utdrygningsmedel under kriget.

Lidköpings nedläggning räddning för Viskafors

Under ny kraftfull ledning med Gustaf Håkansson som VD och fransmannen Paul V Hutchinson som teknisk ledare hade Viskafors år 1914 äntligen fått verklig fart på produktion och försäljning. I stället för att lamslås av en förödande brand i början av år 1915 kom en febril verksamhet att prägla företagsledningen. Den nedlagda Lidköpingsfabriken hyrdes in från ägaren Svenska Tändsticksfabriken. Arbetskraft flyttades snabbt över från Viskafors. Kvinnorna fick en ganska primitiv förläggning i en gammal skofabrik, medan männen inackorderades ute i staden. Från Tyskland inköptes ett helt nytt maskineri. Det var krigstidsbetonat och fungerade undermåligt. Då plockade man i stället fram Lidköpings gamla maskineri, som efter vissa justeringar visade sig fungera förstklassigt. Allt skedde så fram-

gångsrikt, att man under 1916 t o m kunde utdela gratisaktier till stamaktieägarna.

Kriget satte sin prägel på utvecklingen. I februari 1916 kom en kungörelse om statsbeslag på allt gummi. Viskafors hade emellertid strax innan fått in betydande gummileveranser och kunde bl a dra nytta av Lidköpingsfabrikens konstgummilager. Trots en besvärande paratyfusepidemi kunde produktionen hela tiden upprätthållas. År 1917 fick företaget från England in en storsändning av nytt rågummi. Vid denna tid löpte produktionen åter för fullt i den återuppbyggda Viskaforsanläggningen.

Krigshushållning

Samtliga svenska gummifabriker synes ha kunnat utnyttja krigssituationen med dess höga priser till sin fördel. Vinsterna blev skyhöga. Eftersom Gislaved i stort sett enbart tillverkade icke försörjningsviktiga galoscher och cykelringar ställdes företaget utanför råvaruransoneringen. Företaget tvingades att helt stänga fabriken under 1917. En planerad utökad tillverkning av bildäck fick skjutas på framtiden i likhet med planerna på en sådan tillverkning i Viskafors och Helsingborg.

Till Köge i Danmark översände Helsingborg och Malmö stora kvantiteter avfallsgummi. I utbyte erhölls regeneratgummi. De båda fabrikerna startade egna regeneratanläggningar under 1918, som dock aldrig hann få någon större betydelse. Med noteringen "krigskvalitet" markerade Helsingborg i avlöningsjournalen, att tillverkningen var


977

1865 1870 1882 1896

Rysk-Amerikanska Gummicompaniet

"TREUGOLNIC"

S:t Petersburg—Stockholm

rekommenderar sina med en mångfald högsta pris belönade gummivaror:

Galoscher,

tekniska gummivaror af alla slag,
såsom drif- och transportremmar, slangar för ånga, gas, vatten, sprit- och ölpackningar,

kirurgiska gummivaror af alla slag,
såsom isblåsor, handskar, klysopomper,

dinappar, gummisvamp.

De äkta ryska triangelgaloscherna tillverkas ***uteslutande*** af Rysk-Amerikanska Gummicompaniet »Treugolnik» i S:t Petersburg, hvars tillverkningar äro här välkända sedan flera årtionden tillbaka. Tillse därför vid köp af galoscher, att Ni alltid erhåller sådana som äro försedda med vårt triangelmärke.

1860 ТРАУМ. СПЕТЕРБУРГЪ ТРЕУГОЛЬНИКЪ

1860 ТРАУМ. СПЕТЕРБУРГЪ ТРЕУГОЛЬНИКЪ

Hufvudkontor och nederlag för Sverige, Norge och Danmark:

Stora Vattugatan 1, Stockholm.

Postadress: A.-B. TREUGOLNIK.
Telegramadress: TREUGOLNIK.
Telefoner: Riks 48 & 556. Allm. 1433.

Adresskalendern 1912. 62

22. Annons 1912 i Sveriges Handelskalender.



23. Packlådtillverkning (Tretorn).

baserad på regenerat. Både Helsingborg och Malmö var noga med att inget varumärke fick utsättas på dessa galoscher.

Galoschkartell

Galoschproduktionen gynnades av ett högt tullskydd, som 1892 höjdes från 1 kr/kg till 1:20. Den rådande överkapacitetssituationen fick Dunker att taga ett initiativ till prissamverkan med Viskafors och Gislaved från år 1904. Avtalet fick omedelbart en förmånlig inverkan. Tre år senare deltog förutom ryssarna även fabrikerna i Malmö och Lidköping i denna samverkan.

Helsingborg hade 1912 33 % av gummibranschens omsättning enligt den stora statliga branschutredningen. Närmast följde Trelleborg med 21 %, tätt följt av Gislaved med 20 %. Ryska Gummifabriken i Malmö svarade för 15 %, Viskafors för 10 % och den Bungerska radergummifabriken i Alvesta för mindre än 1 %.

Med den dynamiske Dunker som arkitekt tillskapades från 1912 en pris- och produktionskartell, vari samtliga dåvarande fyra fabriker deltog. Årliga produktionskvoter fastställdes anpassade till marknadsutvecklingen. Vid kartellstarten tilldelades Helsingborg en kvot

på 45 %, Gislaved fick 19,5 %, Malmö 18 % och Viskafors 17,5 %. Sedan kvoterna år 1923 sänkts för Helsingborg och för Gislaved höjdes den för Malmö till 20,5 %. Helsingborg och Malmö hade under alla år stora överleveranser medan Viskafors och speciellt Gislaved inte förmådde fylla sina kvoter. De båda erhöll under kartellåren som kompensation för underleverans en sammanlagd ersättning på 1,7 miljoner kronor av de två övriga. Endast av kartellen nominerade grossister fick anlitas. De erhöll mycket förmånliga rabattvillkor men förbands dels att tillämpa den fastställda pris- och rabattskalan och dels att avstå från alla inköp från importörer. Med speciella slutsedlar förbands detaljhandlarna att hålla de fastställda utförsäljningspriserna.

Ryska Treugolnik, som befarade, att de skulle utestängas från de ledande grossisterna anslöt sig indirekt till kartellen under åren 1912–17. Treugolniks leveranskvot blev från början 175 000 par men höjdes till 200 000 år 1917. Strax därefter upphörde emellertid de ryska leveranserna helt. För Prowodnik undertecknade grosshandlare Rubenson en överenskommelse, år 1913 med en försäljningskvot på 100 000 par. Övriga europeiska fabriker tillverkade galoschtyper, som ej var särskilt gångbara i Sverige.

Konstateras kan, att galoschkartellen blev den mest framgångsrika av alla karteller i vårt land. Härtill bidrog ett högt tullskydd och framförallt Henry Dunkers skickliga uppläggning. Stor betydelse hade även kartellsekreteraren borgmästare Spens i Ulricehamn, som visade en otrolig förmåga att utjämna uppstående motsättningar.

Allt skarpare kritik

Eftersom både tillverkare och handlare erhöll goda förtjänster inom kartellens ram fungerade den fram till 1919 utan egentlig kritik. Detta år yrkade emellertid Industrikommissionen på en prissänkning. Efterhand ökade sedan kritiken från olika håll. Trustlagstiftningskommittén ställde sig starkt kritisk till kartellen liksom Bertil Ohlin i Tull och traktatkommitténs branschutredning. I tidningsartiklar år 1922 och 1926 gick Ohlin till frontalangrepp mot galoschkartellen, vars ekonomiska resultat beskrevs som "enastående i svensk produktionshistoria". Ohlin påvisade 1926, att de svenska galoscherna i butik i Sverige såldes till 8:–, medan de i t ex Köpenhamn kunde köpas för 6:– paret. Det hela liknades vid en beskattning av allmänheten på inte mindre än 2 miljoner kr/år. Märkligt nog föranledde den uppenbara dumpingen inte någon förändring av det höga svenska tullskyddet.

För hela svenska gummiindustrin förelåg imponerande siffror. På ursprungligen satsade 4 mkr lämnades under 13 år utdelningar på sammanlagt något över 32 mkr. Härvid är dock att beakta de stora utdelningarna i 1919 och 1920 års låga penningvärde. Företagens främmande kapital sjönk under dessa 13 år från 27,2 % till 4,4 % av

balansomslutningen, delvis dock sammanhängande med obetydliga investeringar i alla företagen utom Helsingborg. (Romée.) Kartellens argaste motståndare blev kooperationen, även sedan KF efter sega förhandlingar hos alla kartellföretagen placerats i högsta rabattklassen.

Kartellen under upplösning

Rågummipriserna var under 1925 tillfälligt i stigande. Trots all kritik, som riktats mot kartellen, genomdrev tre av företagen en höjning av galoschpriset till 8:50 kr/par. Helsingborg reserverade sig utan att dock enligt kartellens regler kunna motsätta sig det hela. Trots återigen sjunkande rågummipriser bibehölls detta utförsäljningspris även under år 1926.

Inom kooperationen blev man alltmera upprörd, och vid kongressen samma år fick förbundsledningen i uppdrag att förbereda en fabrikation i kooperativ regi i anslutning till det något tidigare inköpta Svenska Skoindustri i Almby utanför Örebro. Snart därefter tillskrev KF Helsingborg och begärde en prissänkning med 3:–/par, som en förutsättning för att planerna inte skulle sättas i verket. När frågan togs upp inom kartellen genomdrev Viskafors och Gislaved mot de övrigas reservationer, att sänkningen begränsades till 2:–. Även denna sänkning medförde arga protester från åtskilliga "fria" detaljister, som klagade på stora lagerförluster. De förordade vidare att kartellen skulle bibehållas. Beslutet skulle emellertid snart visa sig alltför kortsiktigt.

24. Gummibeläggning på väv 1924 (Gislaved).



I Helsingborg, som enligt ovan gjort betydande nyinvesteringar, och som lyckats upprätthålla goda kontakter med KF, kände man inga allvarliga farhågor för framtiden. Bland de övriga spred sig en stark oro ytterligare förstärkt av att kartellavtalet var uppsagt till augusti 1927. När KF under hösten 1926 inledde förhandlingar visade sig plötsligt alla utom Helsingborg intresserade av att sälja ut. Malmö, som uppenbarligen av KF bedömdes som intressantast satte ett väl högt pris, medan Viskafors produktionsuppläggning ansågs otillfredsställande. I november beslöt KF att inköpa Gislaved. Att KF därvid lojalt stannade kvar i kartellen till avtalets utgång, torde delvis ha sammanhängt med att man i annat fall skulle ha gått miste om en utgående ersättning med 200 000 för underleverans. Galoschpriset, som under tiden gått ned till 5:50, sjönk under påverkan av rågummiprisutvecklingen ytterligare 60 öre.

Förenade Gummifabrikerna

I Helsingborg hade Dunker hela tiden hållit huvudet kallt. Redan 1927 drogs ritningarna upp för en sammanslagning med Viskafors och Malmö till Förenade Gummifabrikerna. Hela marknadsföringen centraliserades och gummiskoproduktionen, liksom tillverkningen av klackar och sulor i Viskafors, överfördes till Helsingborg. I anslutning till en ny branschrationalisering avvecklades emellertid den nya företagsbildningen. Viskafors avyttrades år 1934 till KF, och med det nybildade AB Tretorn som moderföretag samordnades Helsingborg och Malmö. I Dunkers regi tillkom ett antal "intressentbolag" i ett system av "kinesiska askar", som gav en möjlighet, att med en begränsad grundinsats skapa en majoritetsställning tvärs genom hela asksystemet av dotterbolag.

Källmaterial

Adresskalendrar för Gbg, Mö och Sth.
Sveriges Handelskalendrar, olika årgångar.
Fabriksberättelser i Kommerskollegiets arkiv i Riksarkivet.
Handlingar i Folkrörelsernas arkiv i Hbg.
Handlingar i Gislaveds arkiv, KF:s bibliotek, Tretorns arkiv och i Viskafors- och Rydboholmsarkiven i Göteborgs Landsarkiv.
Handlingar under företagens namn i Kungliga Biblioteket, avd okatalogiserat.
Osvald, Gösta, De Svåra Åren, stencil i Tekniska Museet.
Patent- och varumärkesregister m m i Patentverket.
Patentregister 1835–85 i Riksarkivet.
Radioserie om Henry Dunker av Sigvard Ohlsson.
Romée Stefan, Den svenska gummiindustrins utveckling 1890–1945, opublicerad avhandling i Lund.

Litteratur

Ahnfeldt, Arvid, Sveriges Firmor och Män, Sth 1886.
Barr, Knut, Arbetets Söner, Sth 1906, Om Gislaved.
Den Svenska Gummiindustrin (Henry Dunker), Gbg 1930.
Gisslow, Gottfrid, Släkten Gislow-Gisslow, Gbg 1911.
Gislaveds Personaltidning, utdrag gjorda av Fritiof Larsson.
Helsingborgs Gummifabrik 1891–1916, Sth 1916.
History of the Rubber Industry, Schidrowitz P, Dawson T R (editors), Cambridge 1952.

Holmberg, Nils, Från Montezumas Tenochtitlan till Viskafors, Gbg 1945.
Kylebäck, Hugo, Konsumentkooperationen och industrikarteller, Uddevalla 1974.
Läder- hår och gummiindustrin, undersökning av Kommerskollegiet, Sth 1915.
Mannerfelt, Otto, Skandinaviska Gummi AB, Viskafors 1920.
Millqvist, Folke, 150 years of history, European Rubber Journal, jan 1987.
Millqvist, Folke, Plastforum artikelserie 1984–87.
Millqvist, Folke, Gummiindustrins framväxt i Sverige, Daedalus 1988.
Millqvist, Folke, Viskafors – Äldsta gummiindustrin, Borås Tidning 1986-01-12.
Nilsson, Anna Britta, Gislaveds historia, Gislaved 1975.
Ohlin, Bertil, Den svenska kautschukindustrin, SOU 1922:38.
Röwde & Co, Oslo 1950.
Selge, A, Ett halvsekel gummifabriksarbetarhistoria, Hbg 1945.
Selge, A, 74:an genom 100 år, Hbg 1955.
Sveriges Handel och Industri, Helsingborgs Gummifabrik och Skandinaviska Gummi AB i häften 1903–07.
Tretorn Forum, 1954–1979.

Intervjuer

Ståhlbrandt Åke, f d VD och styrelseordförande Tretorn
Wagnius Margareta, chefsbibliotekarie KF

Swedish mass production of galoshes

Summary

In Daedalus 88 we told the story of the pioneers who started the manufacture of rubber in Sweden in the 1830s. Here we continue with the saga of the rubber industries which were established about 60 years later.

The first two manufacturers, Scandinavian Rubber (Skandinaviska Gummi) in Svaneholm-Viskafors, and Helsingborg's Rubber factory (Helsingborgs Gummifabrik), later called Tretorn, both celebrate their centenary in 1990. The Swedish Rubber factory (Svenska Gummifabriken) in Gislaved is some years younger. The main product for a long time, in all these three factories, was galoshes. At the beginning of the nineteenth century two more factories sprang up, one of which, however, was soon closed down again. In Viskafors and Gislaved a position directly beside a waterfall was chosen. In Helsingborg a steam power station was set up as energy source.

The main European galoshes producer was the Russian-American Rubber factory in St Petersburg (Leningrad). It was founded as early as 1860 and retailed under the trademark Treugolnik (The Triangle). "Genuine" Russian galoshes became, in Sweden, a well-known advertising slogan. A well designed price list was presented in 1885 by the major importer John Levin. This became the model for pricelists for all the Swedish companies. John Levin's nephew, Hugo, eventually became general agent for the Russian company. He got involved in some fierce battles over trademarks, first with two wholesalers and later with Helsingborg. In Viskafors, which was founded in 1890 by Johannes Erikson, the head of the Rydboholms company, the acquisition of a workshop foreman and a number of Russian workers was seen as a central problem. Unfortunately the company was shamelessly cheated by the Russian foreman, who came from Treugolnik. After careful preparations, during a visit to Russia, he disappeared completely from the Viskafors company. Further misfortunes seriously hindered development in the Viskafors company.

Even Helsingborg had certain starting problems. However, the situation changed after the twenty-one year old Henry Dunker was recalled from Hamburg, where he had been studying commerce. In time he became Sweden's uncontested Rubber King. He succeeded in engaging, as his closest

associate, a talented chemist from Riga, Julius von Gerkan. Under the joint leadership of these two men Helsingborg developed, with a specialisation in rubber shoes and balls, into one of Europe's major companies. This specialisation was part of a great structural rationalisation which was carried out in 1905, when Dunker took over the leadership of Velox, Sweden's major company in the vehicle and industrial rubber business; the company thereafter took the name Trelleborgs Rubber factory (Trelleborgs Gummifabrik). In Gislaved, founded by two brothers Gislow, who had worked in rubber factories in the USA, the initial problems were also considerable. Large losses and internal disagreements, in combination with a couple of fires, resulted in constant changes in the leadership of the company and in the board of directors. It wasn't until 1903 that real stability in the leadership of the company was achieved, and as time went on it was increasingly taken over by Wilhelm Gislow.

Because of over-production, in 1904 the Swedish manufacturers collaborated to agree on prices. A regular price setting cartel was created in 1912 by the four galosh manufacturers of the country. Even Treugolnik and Prowodnik joined the cartel in order not to lose their wholesalers. This cartel became the most successful ever known in Sweden, bringing in high monopoly profits for all its members. Strong criticism was directed at the cartel's high prices by, among others, professor Bertil Ohlin in a special investigation and, also, in a number of newspaper articles.

The workings of the cartel found a formidable adversary in the co-operative movement's central organ, the Co-operative Association (Kooperativa Förbundet). The main objective was to get rid of the galosh cartel. After the Co-operative Association bought itself into the Gislaved manufactory the cartel collaboration came to an end and prices were drastically reduced.

In the meantime, however, Henry Dunker was not idle. The remaining manufacturers merged under the leadership of the Helsingborg company. Both Helsingborg and Gislaved, with innovative company leadership, achieved great expansion in the 1930s.

Kung Oscarshyttan i Morgongåva

Av Erik Sundström

När Rauma-Repola OY nu lagt ned tillverkningen av lantbruksmaskiner i Morgongåva är det på sin plats att erinra om det stort tänkta järnverksprojekt som ledde till uppkomsten av industriorten Morgongåva. Genom att man hamnade maximalt fel i konjunkturen blev det adertonhundratalets dyrbaraste fiasko, men ändå hann man bli pionjär inom den svenska järnhanteringen i många avseenden.

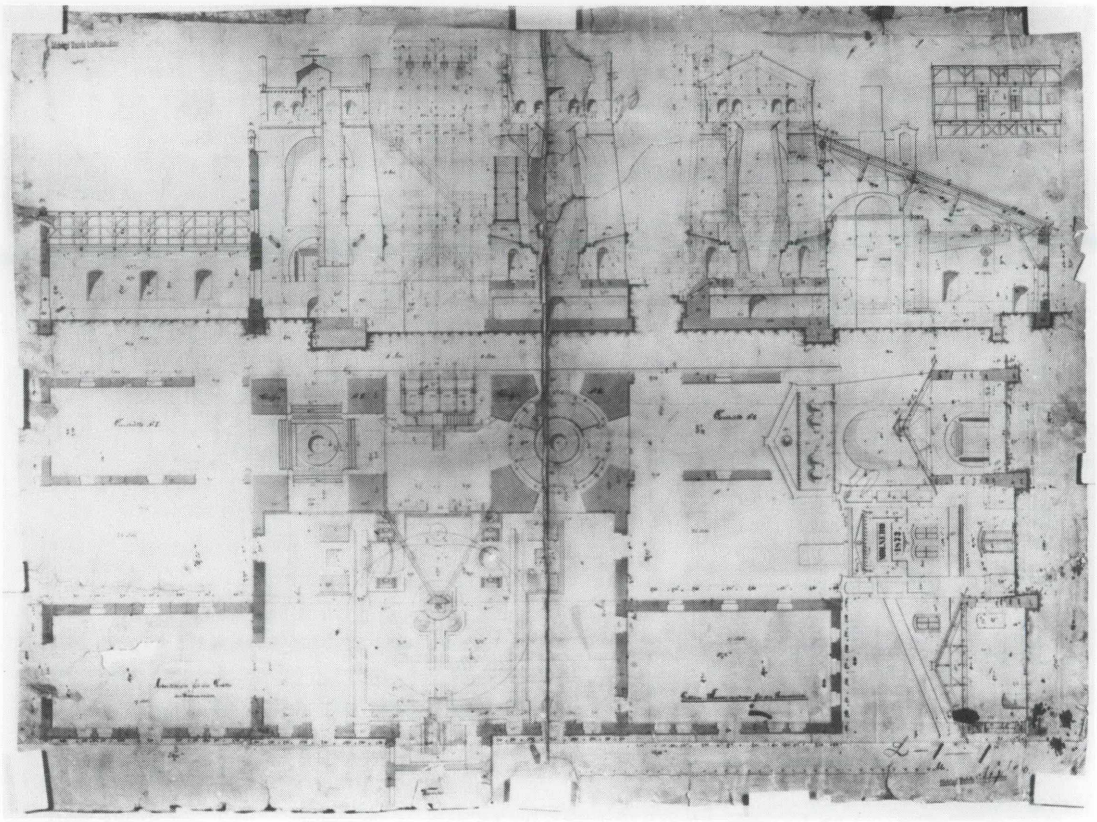
Schlesien

I motsats till grannstaterna Hannover och Sachsen saknade Preussen i början av 1700-talet de vattenfall och skogar som var förutsättningen för en traditionell järnindustri. Sedan Abraham Darby i England omkring 1735 visat att det gick att göra tackjärn med koks lyckades Preussen införliva dels stora delar av Westfalen med kolfälten kring Ruhr, dels efter ett krig med Österrike 1742 större delen av Schlesien med kolfält vid Waldenburg och kol, blymalm och järnmalm vid Kattowitz. Redan 1766 fanns 44 hyttor längs Malapane, en biflod till Oder mellan Tarnowitz och Oppeln.

Sedan Henry Cort 1784 utvecklat puddlingsmetoden för att göra smidesjärn av det svavel- och fosforhaltiga kokstackjärnet beslöt Friedrich von Reden vid kungliga bergverksförvaltningen att inbjuda engelsmän att i Schlesien bygga en rad statliga gruvor och järnverk som skulle visa moderna metoder och tjäna som inspiration för lokala intressenter.

Ångmaskiner för vattenpumpning i gruvorna infördes, ibland annat med en smugglad maskin från James Watt. Ett koksverk byggdes 1787 i Waldenburg för att skeppa koks till hyttan i Rothenburg. Smältning av blymalm med koks infördes i Tarnowitz 1789 av William Wilkinson. Den stora kolgruvan Königsgrube i Chorzow öppnades 1790–1795 med hästbanor och kanaler. John Baildon från det skotska järnverket Carron byggde 1796 Baildonhütte i Gleiwitz och 1802 Königshütte i Chorzow, som förbands med Königsgrube genom den första hästbanan ovan jord i Preussen.

Sedan Tyskland 1871 vunnit kriget mot Frankrike fick tyska stålindustrin ett starkt uppsving, dels genom att provinserna Elsass och Lothringen med deras stålindustri införlivades med riket, dels genom



1. Masugnsbyggnad och bessemerverk – översiktsritning. Ställningarna under bryggan mellan masugnskransarna är på originalet inritade med rött och avser sannolikt den provisoriska ställning på vilken kung Oscar II klättrade upp för att inviga verket 1873. Hundbanan över bessemerverkets tak blev aldrig utförd. Den centrala byggnadskroppen var 34 × 34 m. TM.

det enorma krigsskadeståndet 5 miljarder guldfrancs, som genom bankerna skulle investeras i ny industri. Königshütte hade några år tidigare slagits samman med det närbelägna Laurahütte och ombildades nu till Vereinigte Königs- und Laurahütte AG med säte i Berlin och 6 miljoner Taler kapital. Bland huvudintressenterna var bankirerna S Bleichröder i Berlin och L Behrens i Hamburg, och Generaldirektör (koncernchef) blev K F Richter.[1]

Expansionsmöjligheterna i tyska Schlesien var begränsade, och sedan man förvärvat andelar i Eintrachthütte och zinkverket i Lazyhütte vändes Richters intresse utomlands. På några mils avstånd från Kattowitz, men på ryska sidan av gränsen förvärvades gruvor och järnverk i Sosnowiec och Czestochowa. Även Sverige blev föremål för koncernens expansion.

Molnebo

Till följd av ojämn och svag vattentillgång nedlades åren 1755–1794 i etapper Ramsjö bruk i Vittinge socken i nordöstra hörnet av Väst-

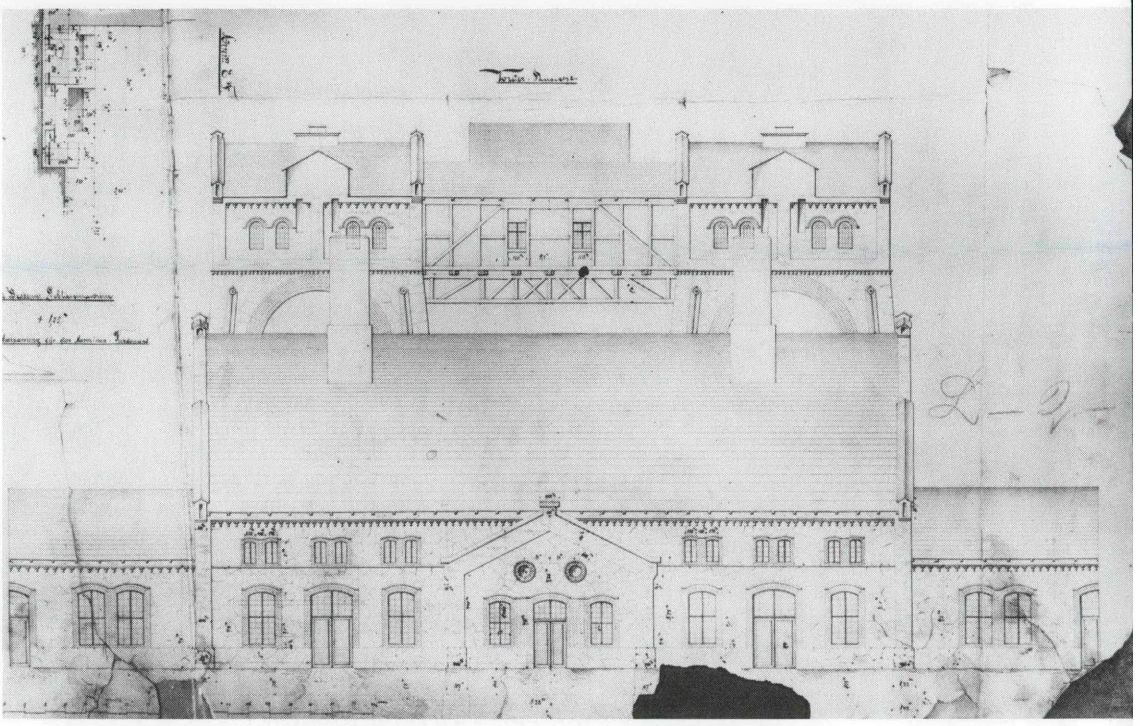
manlands län. Ägarna byggde i stället en halvmil längre norrut ett nytt järnbruk vid Molnebo i Västerlövsta socken, 5 km nordost om Heby. Detta bruk utvidgades sedan så att det 1860 omfattade en masugn med produktion 500 ton/år och en stångjärnssmedja som tillverkade 150–200 ton/år. Malmen togs från Springargruvan och Lungendal i Sala socken, Ekedal i Enåkers socken samt Östanmossa i Norberg dit det var 5 mil. Malm köptes även från Garpenbergs socken.

En ny ägargrupp med järngrossisten J G Schwan (Schön & Co) som även ägde Karmansbo, J A Sparrman som tidigare ägt Jönsarbo bruk, advokatfiskalen G F Hörstadius och brukspatron P M Wetterqvist övertog 1864 Molnebo bruk och började en kraftig utbyggnad. År 1870 hade Schwans och Sparrmans andelar övertagits av fabrikör F T Hylin, som i Stockholm tillverkade tvål, ljus och rakvatten. Masugnen fick nytt formbröst 1868 och påbyggdes 1871 från 36 till 60 fots höjd, troligen för experiment med koksinblandning. Nedanför Molnebo byggdes vid Starbo en nickelhytta som drevs 1870–71 med malm från Gaddbo gruva i Simtuna samt Ekedals gruva.

Skulptören Andreas Fornander, född 1820 i Kalmar, hade 1853 blivit agree vid Konstakademien, en slags juniorledamot, varefter han lät titulera sig professor. Han blev alltmer intresserad av geologi och kemi och utgav 1865 skriften "Om nya malmupptäckter och tankar om Sveriges skattkammare". Sedan han 1866 till ryske tsaren sålt en stor skulptur kallad "Kolossalt lejon" som uppsattes på Luolais exercished i Finland, fick han tid och råd att ägna sig åt den praktiska geologin i fält. Han gjorde hundratals inmutningar av malmfynd i Uppland och Västmanland och drev själv gruvbrytning t ex vid Gaddbo. Han sålde 1870 till Molnebo bruk ett stort antal inmutningar och gruvor i Sala och kringliggande socknar, och flyttade därefter till Norrbotten, där han under resten av 1870-talet drev en gruva på Hindersön i Lule skärgård först åt Rosfors bruk vid Piteå, senare åt Törefors bruk. Vid gruvans nedläggning reste han en minnessten över företaget. På 1890-talet tillverkade han i Uppsala hårbalsamen Gilead.

Molnebo Bergsbruk AB inregistrerades 1871 av Hörstadius, Hylin och Wetterqvist men råkade snart i svårigheter. De nya gruvinmutningarna blev en besvikelse, även om 130 gruvor såg imponerande ut bland tillgångarna på pappret, och den förstorade masugnen gick så dåligt att den snart måste kapas till sin gamla höjd.

Då uppträder 1872 tyskarna K F Richter och Jacob Landau som initiativtagare och finansiär till ett väldigt utbyggnadsprojekt, ett systerföretag till Königshütte. Norra stambanan var vid denna tid under byggnad på sträckan Uppsala–Krylbo. Den skulle göra det möjligt att bygga ett ångdrivet stålverk av kontinental storlek intill den närmaste stationen Morgongåva, och försörja det med malm från både Norberg och de många lokala gruvorna. Ytterligare en gruva i



2. Bessemerverket – fasad mot väster. TM.

Norberg, Lundbergsgruvan i Bålsjöbergsfältet inköptes, och man hade förhoppningar att göra Salatrakten till ett andra Oberschlesien.

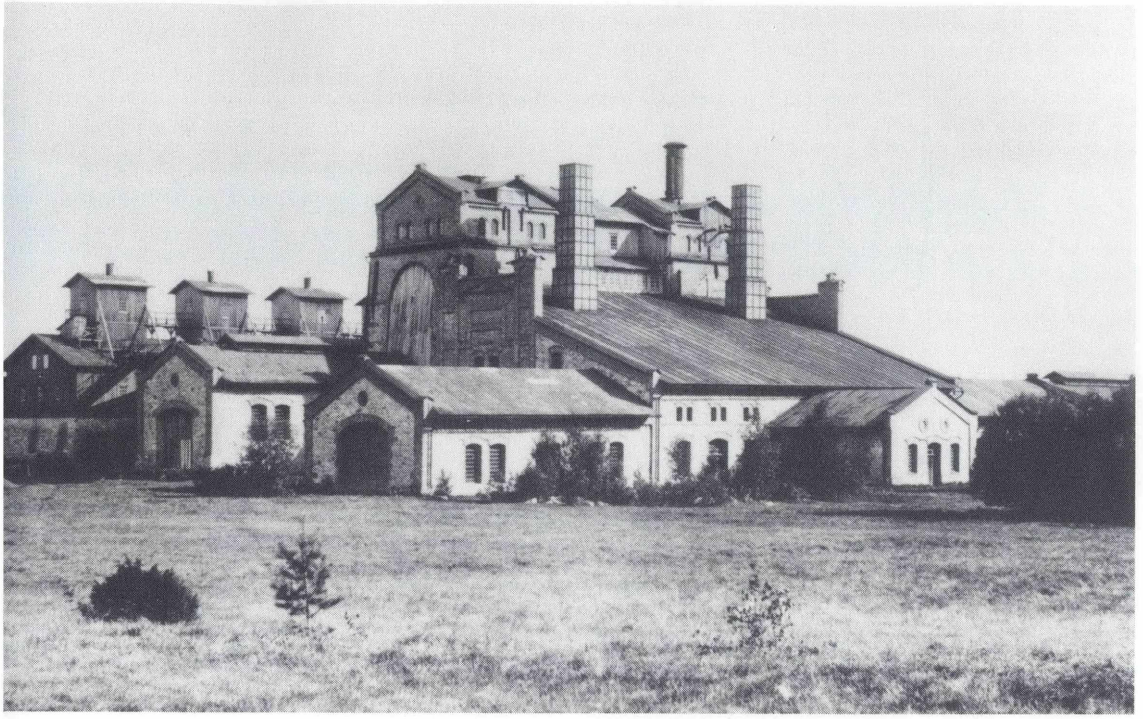
Kontakten mellan tyskarna och Molnebo hade förmedlats av grosshandlaren D Dietrichson i Stockholm, svensk agent för bl a järnimportören L Possehl i Lübeck och son till en tidigare delägare i Molnebo.

Från Molnebo till Morgongåva byggdes 1872–73 en smalspårig 3,7 km lång järnväg med den för Sverige unika spårvidden 785 mm, samma som banorna kring Kattowitz. Banan utrustades med vagnar från Kristinehamns Mek Verkstad. Det var små korta malmvagnar med trävägger och rundbockade långbalkar enligt Harald Asplunds patent av samma typ som vid Nykroppa bruk. Antalet ökades så att det 1877 fanns 18 malmvagnar, 3 grusvagnar, 6 grusskrov och 2 trallor. De första åren drogs vagnarna av brukets 14 hästar, men 1874 levererades från Krauss & Co i München ett litet tvåaxligt ånglok. Det körde 4 tåg om dagen i var riktning med 4–6 vagnar.[2]

I Molnebo delade sig banan i en gren till smedjan och en till sågen och hyttan.

Kung Oscars-hyttan

Det nya stålverket vid Morgongåva omfattade fyra rostugnar, två masugnar, bessemerverk, Cowpers blästervärmare, kolhus, gjuteri och panncentral. Det ritades av G E Nystrand i Forsbacka, och alla



3. Kung Oscarshyttan 1880, sedd från nordväst. Närmast kameran bessemerverket, sedan hyttorna och rostugnarna. Ur Jernkontorets bruksbildsamling.

ritningar kontrasignerades "gesehen, F Richter, Molnebo". Valsverk var planerat men blev aldrig utfört. Forsbacka Jernverk hade 1870–71 byggt hytta och bessemerverk efter Håkan Steffansons konstruktioner och man kan skönja ett visst inflytande. Det första utkastet för Morgongåva hade således hydrauliskt maskineri för hantering av skänkar och konvertrar som vid Forsbacka, men man valde i stället en ångdriven pelarkran med 8 m svängradie. Dimensionerna på masugnar och konvertrar var mycket större än vid Forsbacka eller Sandviken, men man valde samma leverantör Lyckeby Mek Verkstad. Om den misslyckade förlängda masugnen i Molnebo hade haft Sveriges smalaste pipa fick de nybyggda masugnarna desto tjockare. Innerdiametern på bredaste nivån var 3,5 m, höjden 13,7 m, diametern i ställbotten 1,5 m och pipans volym 93 m^3. Man kan jämföra med Sandvikens 1871 byggda masugn vars mått var 3,12 m, 15,6 m, 1,5 m och 87 m^3. Konvertrarna hade 2,55 m innerdiameter jämfört med Sandvikens 2,0.

Byggnadsarbetet drevs i rask takt under ledning av K F Richters yngre broder Wilhelm och med tyska ingenjörer, murare, stenhuggare och mekaniker. Dessa logerades på Molnebo herrgård, och i bruksräkenskaperna kan man se hur utgifterna för öl plötsligt överträffar brännvin.

Med tanke på moderföretagets förnämliga namn Königshütte skulle även det nya verket få ett ståtligt namn, och J Landau fick efter uppvaktning hos kung Oscar II nådigt tillstånd att kalla det "Kung Oscarshyttan", tillstånd att på bolagets bekostnad inrätta en station vid SJ och ett löfte att kungen själv skulle inviga verket i samband med invigningen av stambanan till Krylbo. Man uppskattade då att företaget skulle ge SJ frakter på minst 1 miljon ctr = 42 500 ton årligen.

I augusti 1873 stannade det kungliga tåget vid den ännu icke färdiga stationen. Hyttan var egentligen inte klar, men på en provisorisk brygga tog sig kungen upp på hyttkransen, beundrade utsikten och förklarade anläggningen invigd. Sedan kungen fortsatt sin resa började ett kalas på Molnebo som enligt traditionen avslutades med ett tvådagars slagsmål mellan tyskar och svenskar.

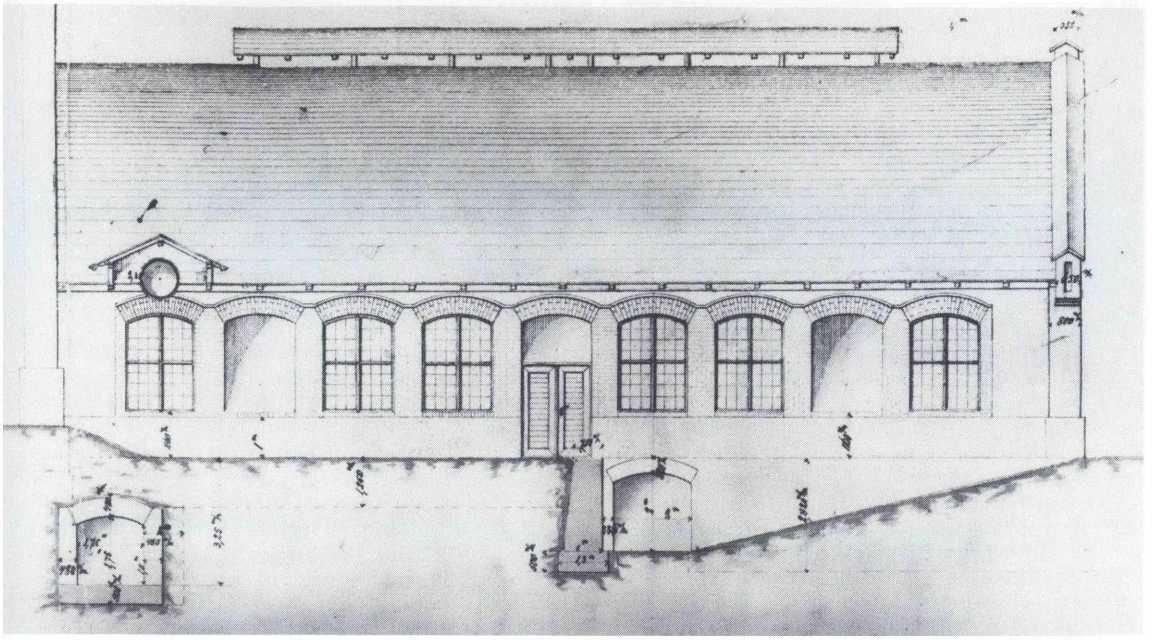
Efter vissa förseningar till följd av den svenska jordförvärvslagen köpte Landau, Bleichröder och Behrens 1874 hela Molnebo Bergsbruks AB, och byggnadsarbetet fortsatte i något långsammare takt.

Axsjö gruva söder om Morgongåva köptes från bönder som förevisade utomordentliga malmstuffer som uppgavs vara hittade där, och man planerade att förlänga den smalspåriga järnvägen dit, men det blev bara ett 0,4 km trallspår till närmaste punkt vid sjön, varifrån malmen fraktades med pråm.

År 1874 börjar stora delar av det storslagna järnverket bli klara och beskrivs i årsrapporten med följande ord:

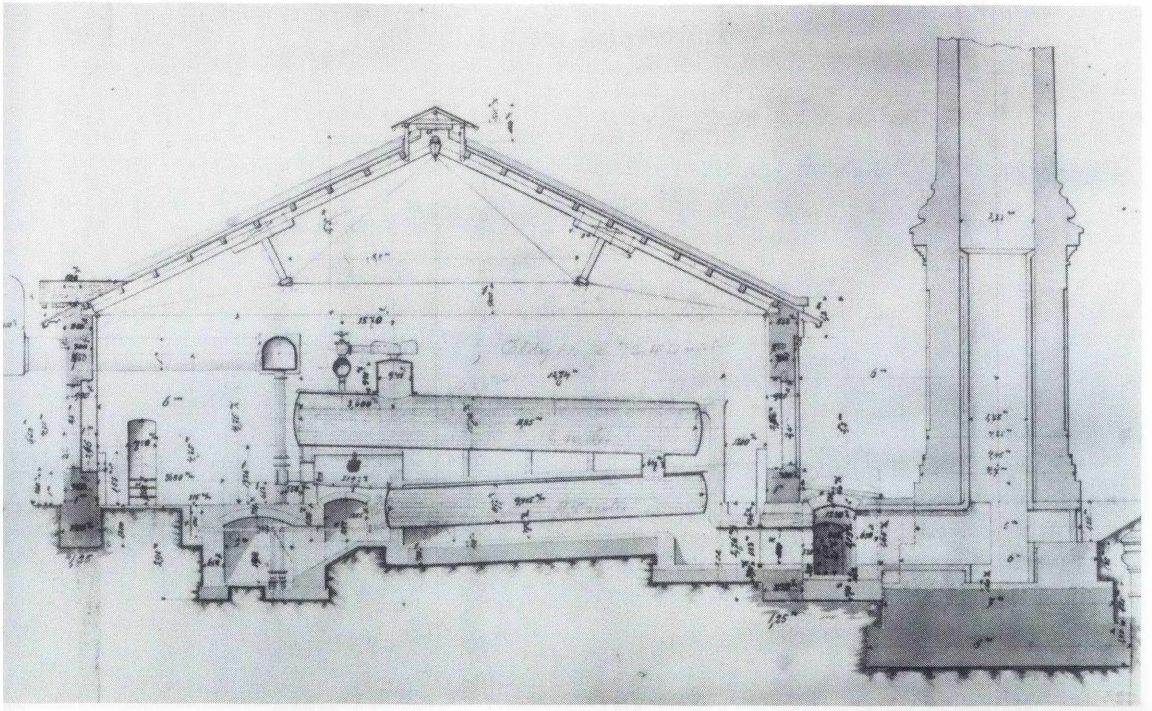
"Den nybyggda Masugnen och Bessemerstålverket Konung Oskarshyttan ligger omedelbart vid Morgongåfva station på nordliga stambanan, 10 mil från Stockholm och 7 mil från Westerås hamn, hvilka i båda riktningarna kunna ennås genom jernbanan, likaså omedelbart mellan de båda insjöarne Axsjön och Ramsjön. Består af 2 Masugnar, 4 rostugnar med en produktionsförmåga av minst 360 000 Ctr råjern (= 15 300 ton) och inrättad för direktberedning av bessemerstål, samt försedt med nyaste och tillräckligt starka maskiner och pannor. Utom de massiva Hytt- och Maskinbyggnaderna befinnas derstädes 2 stora Kol- resp. Cokshus, hvilka kunna befaras med bredspåriga lokomotiv och jernvägsvagnar. Tre malmbryggor med jernvägsspår, ett locomotivstall, ett boningshus för tjenstemän och förvaltningen med 33 rum och källare. Ett hotell med en handelsbod, stall etc. Stora torflager med ett magasin och en locomobil omedelbart framför hyttan och mellan de omnämnde sjöarna, hvilka likaledes äro tätt omgifna med skog. Detta hyttverk är försedt med bred och smalspårig bana så att på och aflastning af ankommande och afgående produkter och materialier kunna verkställas på kortaste tid och lättaste sätt."

Förvaltningen lades i Molnebo, där den befintliga herrgården blev tjänstebostad åt "Dirigenten", med 14 rum, 2 salar, 2 kök och 3 kontorsrum. För de tyska tjänstemännen byggdes i ett skogsbryn norr om herrgården "Beamtehaus Waldschloss", med 16 rum, 4 kök och 2 vindskontor, och vid Morgongåva en kontorsbyggnad i liknande stil.



4. Ångpannehuset – fasad mot väster. Omedelbart till vänster ligger det stora maskinhuset, till höger smalspårsbanan och SJ spårområde. Under huset går en matarvattenkanal från Axsjön. TM.

5. Ångpannehuset – tvärsektion genom en av de nio pannorna. Skorstenen placerades dock 42 m väster om ångcentralen, inte enligt ritningen. Vid östra väggen kommer rör för masugnsgas. TM.



Schisshyttan

Nordost om Ludvika ligger Schisshytte bruk som efter Alexander Keillers konkurs 1870 ägdes av ett konsortium i Göteborg. Till bruket hörde masugn, nedlagt stångjärnsverk, gruvor i bl a Svartbergs-, Gräsbergs- och Stollbergsfälten och en stålsmedja där man i speciella små härdar framställde borrstål ur manganhaltiga malmer från Siksjöberg och Malsjöberg. I Schisshyttan hade man sedan 1868 tillverkat stora mängder spegeljärn, tackjärn med 10–25 % mangan. Spegeljärnet användes som tillsats i bessemerprocessen vid tillverkning av stål med högre kolhalt för att hindra kolet att oxideras och för att bilda en mjuk slagg av eventuell svavelhalt. Därför var tillgång till spegeljärn nödvändigt för det koksbaserade järnverksprojektet. Även Trummelsberg och Finnbo som bägge tillhörde Ferna bruk hade sedan 1867 gjort spegeljärn i mindre mängd av samma malm.

Tyskarna köpte Schisshyttan 1872 genom handelsbolaget Jacob Landau & Co, lade ned stålsmidet och inriktade tillverkningen helt på spegeljärn under ledning av Joseph Sprickmann-Kerkerinck. Därvid använde man i masugnen en blandning av koks och träkol eftersom temperaturen måste vara högre än vid vanlig tackjärnsblåsning. Produktionen var då i genomsnitt 350 ton per månad.

Stollbergsfältets gruvor innehöll sulfidmalmer med brytvärda mängder av järn, mangan, bly, zink och koppar. Till egendomen hörde också skogar och ett sågverk i Rämshyttan.

Schisshyttan med gruvor och skogar överläts 1875 till Molnebo Bergsbruk AB.

Schisshyttan-Molnebo AB

Den våldsamma högkonjunkturen 1872–73, då de europeiska stålverken även levererat stora mängder räls till järnvägsbyggena över den amerikanska kontinenten, fick ett hastigt slut. Börskrascher i Wien 1873, i Berlin och New York 1874 stoppade vidare investeringar och inledde en svår lågkonjunktur.

Ett nytt bolag Schisshyttan-Molnebo AB med samma intressenter övertog verksamheten 1876 för 9,6 miljoner kronor, varav 8 miljoner som aktiekapital. Detta innebar att bolaget var det högst kapitaliserade bolaget i Sverige. Först 1882 tillkom ett större bolag då Gällivare AB grundades med 10 miljoner kronor aktiekapital.

Intressenterna i det nya bolaget var S Bleichröder (Discontogesellschaft Berlin), Deutsche Bank, Breslau Discont Bank och Jacob Landau. Ett antal styrelsemedlemmar innehade småposter, bl a borgmästare O V Lundberg i Sala, Wilhelm Richter (VD), W Weber (Ordf), grosshandlare D Dietrichson i Stockholm, L Possehl i Lübeck, P M Wetterqvist och L von Kauffman.

Den gamla hyttan i Molnebo fortsatte att drivas sedan den kapats till sin ursprungliga höjd, och framställda huvudsakligen gjuteritackjärn för svenska marknaden med bl a Motala Verkstad som stor kund. Dessutom tillverkades slaggull som isoleringsmaterial. Detta tillgick


Schisshyttan-Molnebo-Aktie-Bolag.

Geschäfts-Bericht

pro

1876.

BERLIN

6. Omslaget till det rekonstruerade bolagets första årsrapport, där man konstaterar att all verksamhet på järnbruken ligger nere, men att sågverken går dag och natt trots virkesbrist.

så, att när slaggen tappades ur hyttan blåstes ånga mot strålen ur ett brett platt munstycke. Slaggen drogs då ut i tunna trådar som fångades upp i en plåthuv. Tyvärr uppstod ett damm av vassa slaggnålar som allvarligt skadade lungorna på hyttarbetarna, och en bit in på 1880-talet måste slaggulltillverkningen läggas ned. Intill Molnebo byggdes också en ångsåg vars maskin även drev en ångkvarn, och två mil därifrån en såg i Östfora.

Byggnadsarbetena vid Kung Oscarshyttan fortsatte fram till maj 1876, då bessemerverket stod färdigt. Tackjärnet från de två masugnarna kunde direkt genom rännor fördelas till de två bessemerkonvertrarna, och till varje konverter hörde en liten skänk för spegeljärn som kunde tömmas i rännan när man fyllde konvertern. En panncentral med nio pannor levererade ånga till ångdrivna malmtuggare, malmhissar etc. Pannorna var av schlesisk typ med murad eldstad vars överdel var ett liggande rör med 1 570 mm diameter och 12 m längd. Inne i eldstaden låg ett av elden kringvärvt undre rör med 1 100 mm diameter och 9,5 m längd. Pannorna eldades med såväl masugnsgas som med torv eller stenkol.

Samtidigt tog man per järnväg emot stora mängder råvaror, så att man hade 17 000 ton malm och 6 000 ton koks i lager enligt vagnslaststatistiken för Morgongåva station.

Kung Oscarshyttan var alltså ett handelsstålverk för kokstackjärn. Tidigare användning av koks vid Schisshyttan hade gällt tillverkning av spegeljärn och motiverats av högre temperatur genom blandning med träkol snarare än lägre pris.

I den rådande lågkonjunkturen togs inte Kung Oscarshyttan i bruk, utan från juni 1876 stod den helt still. Wilhelm Richter reste



7. Vid försäljningen 1890 av Molneboegendomarna till sågverksbolaget ingick också den enklav på Oscarshyttans område där man brukade lagra bräder.

hem till Tyskland och blev chef för Eintrachthütte, och direktör för det nya bolaget blev dr Leo. Även hyttorna i Molnebo och Schisshyttan stängdes 1876 liksom många andra företag. Sågverken i Molnebo, Östfora och Rämshyttan arbetade däremot dygnet runt och svarade för huvuddelen av bolagets inkomster.

Sista försöket

Konjunkturen ljusnade något under 1879 så att både Molnebo och Schisshyttan kunde sättas igång igen. Wilhelm Richter återvände till Sverige för att se vad som kunde göras åt Kung Oscarshyttan. Bolaget hade nu bankskulder på över 2 miljoner kronor och kunde inte räkna med nya krediter, så Richter hade lånat upp 500 000 mark till "Betriebsfond der König Oscarshütte" som skulle stå för försöken att få fart på stålverket. Han började med att köpa in ytterligare 12 300 ton malm och 9 650 ton koks. Till platschef utsågs ingenjör Josef Wanjura från Schlesien och från Schisshyttan lånades Sprickmann-Kerkerinck.

Två veckor före midsommar 1880 drogs den ena masugnen vid Oscarshyttan igång och gick sedan fram till julhelgen. Beräknat ur järnvägens godsstatistik förbrukades 9 000 ton koks för tillverkning av 4 300 ton tackjärn, och detta torde ha varit den första tillverkningen av kokstackjärn i Sverige. Bessemerverket tycks inte alls ha

använts. Sifforna visar att kapaciteten hos Kung Oscarshyttan skulle ha varit ca 17 000 ton tackjärn med bägge masugnarna i drift, att jämföra med Molnebo hyttas uppnådda ca 1 600 ton.



Vid

Morgongåfva Bruk,

adress Morgongåfva station,

försäljas följande väl underhållna **Maskiner** och andra till ett jernbruk hörande **apparater**, nämligen:

Två Ångmalmtuggare. Ångcylinderns diam. 265 mm., slagets längd 323 mm., gapets dimensioner 460×330 mm. (Kunna äfven drifvas med rem.)

Tre Wessmanska Rostugnar. 1 obegagnad och 2 obetydligt begagnade.

Kokrörs-Ångpannor med ångdorn. Öfverpannans längd 11,850 m., diam. 1,570 m. Underpannans längd 9,415 m., diam. 1,570 m. Ångdornens höjd 0,941 m., diam. 0,941 m. Rostyta 2,270×1,600 m.

Två stående Ångblåsmaskiner med condensation. Blåscylinder diam. 2 m., större Ångcylinder 0,968 m, mindre Ångcylinder 0,522 m., slagets längd 2 m. Svänghjulens diam. 5 m. Maskinens höjd 10,400 m. Golfyta 6,400×3,980 m.

En liggande Tvillings-Ångblåsmaskin med ventilreglering. Blåscylindrarnas diam. 1,255 m. Ångcylindrarnes diam. 1,098 m. Slagets längd 1,570 m. Svänghjulets diam. 4,708 meter. Golfyta 16,700×6,500 m.

Två tvåcylindriga Ångupp-fordringsmaskiner (»Ång-spel») med omkastning och kuggutvexling till öfverföring på linkorgen samt bromsinrättning. Ångcylinder diam. 240 mm., slagets längd 380 mm. Linkorg diam. 1,220 mm., bredd 380 mm.

En dubbelverkande Vägg-Ångpump med 2 svänghjul och luftklocka. Ångcylinder diam. 210 mm., pumpcylinder 210 mm., slagets längd 315 mm.

Två liggande Ångpumpar. (Lämpliga till fasta ångspannor.) Plungerns diam. 112 mm., slagets längd 305×2 mm.

Två Vattencisterner af gjutjern. Längd 2 m., bredd 2 m., höjd 6 m.

En större Kran. Hela höjden 8,835 m. Armens längd 8 m.

Tre Bessemer-convertrar, obegagnade,

Två Stålskänkar, obegagnade.

Två Jernskänkar, obegagnade.

Ett parti plåtrör. profvade till 4 à 5 atm. tryck med 460×1 500 mm. diam.

En Förvärmare; Kranar af metall och jern.

Ång- och Vattenventiler m. m.

Ofvanstående står att beses efter anmälan hos förman Dahlström vid Morgongåfva. Skriftliga förfrågningar besvaras omgående af Ingeniör A. Heberle, adr. Sala, som äfven tillhandahåller ritningar. (G 22263) (8512)

8. En av flera annonser från 1893–94 där Heberle utbjuder Kung Oscarshyttans maskinutrustning, blott 20 år gammal och obetydligt använd.

Tyvärr visade det sig svårt att sälja tackjärnet, men om det berodde på misstro ifråga om kvaliteten eller problem mellan fonden och fordringsägarna har inte gått att utröna. Inte förrän 1886 transporteras det bort. Ett litet parti blev kvar ända till 1920-talet då bruksforskaren Carl Sahlin lyckades få tag på en bit.

Lagret av malm kunde man ju använda i Molnebo hytta, men koksen var man tvungen att sälja i småposter fram till 1890.

Sedan de tyska tjänstemännen rest hem blev "Beamtehaus Waldschloss" fattighus och kallades Kråkslottet. Det står ännu kvar, på kartorna kallat Skogsslottet.

Wanjura blev chef för Bergverks AB Freja i Koskullskulle, ägt av stålverket Witkowitz i Mähren.

Likvidationen

Sedan man fått undan tackjärnspartiet gav man upp hoppet, och intressenterna satte Schisshyttan-Molnebo AB i likvidation 1887 med en ackumulerad förlust av 11,7 miljoner kronor. Dietrichson fick fria händer att avveckla tillgångarna. Till detta beslut bidrog säkert att det bara några år gamla stålverket Friedenshütte i Beuthen, där dr Leo efter hemkomsten från Molnebo blivit chef, 1887 förstördes genom explosion av ångcentralen, som hade samma typ av liggande tvåvåningspannor som Oscarshyttan. Inte mindre än 44 undre och 20 övre pannor sprang i luften i en väldig kedjereaktion.

Schisshyttan med Rämshyttan, Stollberg och Siksjöberg övertogs omedelbart av ett nybildat AB Schisshyttan med samma tyska intressenter. Sedan masugnen och Siksjöberg 1908 överlåtits till AB Starbo bruksägare bildar Dietrichson och de schlesiska intressenterna 1911 AB Stollbergs gruvor, som senare kommer att ägas av stålkoncernerna Krupp, Hoesch och Rollo, tills de 1948 övertas av AB Statsgruvor.

Några andra gruvor, bl a Axsjö gruva och Kärrgruvan i Norrbärke övertogs av det likaså tyskägda AB Spräkla Gruvor.

Molnebo med herrgård, såg, hytta, gruvor och smalspårig järnväg innefattade enligt en inventarieförteckning från 1884 följande:

"1 Masugn för träkolsbedrifning med en produktionsförmåga af 60–70 000 Ctr Tackjern pr år, med 2 vattenhjul och 2 locomobiler.
1 rostugn, hvilken drifves med gas från masugnen, 2 Kolhus för en 150 000 Tnr Träkol, 1 våghus med våg.
1 Kolhus vid Runhällen ca 0,5 mil från Molnebo vid landsvägen som går till Heby, Enåker, Sala och Molnebo.
1 Gjuteri med 2 kupolugnar och inre inredning.
1 Hammarsmedja med 4 Lancashire härdar, 2 ång- och 2 vatthammare, 1 blåsmaskin med cylinder och vindledning, 3 vattenhjul, 1 ny ångpanna, 1 locomobil, 1 Kolhus och 1 magasin.
1 Tegelbruk med 2 ugnar, 1 lerkran, lider.
1 Klensmedja med 2 härdar.
1 Ångsåg med en Ram, en cirkelsåg, ångmaskin med panna, Elevator för transporterande af sågspån under ångpannan till eldningsmaterial.



9. Gjuteriet och smedjan vid Molnebo 1924. Ur Jernkontorets bruksbildsamling.

1 Ångqvarn med 2 par franska Stenar, sammankopplad med ångsågen.
1 Redskaps- och Snickeriinrättning med svarfstol.
1 Locomotiv med massivt lokomotivstall.
Ångsågen, Qvarnen, Masugnen stå i förbindelse genom en väl underhållen Jernväg, hvilken för till König Oscarshütte resp Morgongåfva Station, hvarför aflastning af alla produkter kunna verkställas beqvämt och på kortaste tid.
1 Kruthus å behörigt afstånd från Molnebo.
4 transportable arbetar baracker."

Molnebo med sågverk, hytta, järnväg och skogsegendomar såldes till det av Anton Schröder och Ernst Uddenberg ägda sågverksbolaget Kopparberg-Avesta AB för 400 000 kronor, och hyttan tas åter i drift en kort period 1890–92, varefter den revs. Delar av den ingår idag i en stallbyggnad i Molnebo. Bolaget drev Molnebo såg till sekelskiftet, och körde bräder på den lilla smalspårsbanan efter häst. Vart det lilla loket tog vägen är oklart, men mycket tyder på att det via Stollberg hamnade på ett tyskt företags museum.



10. Den norra hyttbyggnaden sticker ännu upp bland industribyggnaderna i Morgongåva. Foto förf 1989.

Kung Oscarshyttan så när som en rostugn såldes till dir August Heberle, ägare till Sala silvergruva och köpare av Stollbergs blymalm, för endast 80 000 kronor. Stora mängder malm transporteras bort från Morgongåva 1891–99, men det visar sig svårt att sälja maskinerna, som efter alla år blivit rostiga och omoderna. Dessutom avvek de i många avseenden från de svenska järnbrukens tradition. Åren 1893–94 annonserade Heberle ut maskinerna till salu, men utan framgång.

Ett undantag var dock den oanvända masugnen, som 1896 monterades ned sten för sten och något förändrad murades upp i Domnarvet. Den var av en för sin tid ovanlig modell, där pipan bestod av ett lager kilformade stenar med 0,8 m längd och var avlastad till pelare med ett fritt ställe. Även eldfast inmurningstegel såldes dit.

Resten av maskinerna skrotades, och åren 1896–96 är järnskrot en stor artikel i stationens statistik. Det gamla bruksområdet, med utslagna fönster och fullt av sälgbuskar såg allt mer ut som en makaber spökstad, och en teckning från denna tid visar byggnaderna med söndertagna ångpannor liggande utanför. Carl Sahlin berättar att när hans klass från Bergsskolan 1888 reste förbi Morgongåva tog lärarna helt avstånd från företaget, och bedyrade att ingen svensk bergsman hade varit inblandad i något så illa planerat.



11. Här i Molnebo herrgård hade koncernledningen sitt kontor. Foto förf 1989.

Ny verksamhet i Morgongåva

I Västerås grundades 1874 en verkstad för tillverkning av lantbruksmaskiner, som brann 1879 men återuppfördes på en tomt vid hamnen. På 1890-talet ökade verksamheten starkt och lokalerna blev för trånga. Hösten 1898 grundades AB Westeråsmaskiner som från Heberle köpte de tomma bruksbyggnaderna för 100 000 kr som erlades i aktier. Masugnsbyggnaden ändrades till gjuteri, i sidobyggnaderna inrättades snickeri och smedja. Gamla maskinhuset och ångcentralen blev mekanisk verkstad, och i de väldiga kolhusen som upptog en yta av nära ett tunnland inrättades lokaler för montering och lager av maskiner.

Från Kopparberg-Avesta AB övertogs den tomt väster om Kung Oscarshyttan och längs lastkajen som hade använts som brädgård och där det lilla lokstallet ännu stod kvar.

Iståndsättning av byggnaderna drevs med "amerikansk fart" så att fabrikationen kunde igångsättas före utgången av 1898. Senare byggdes parallellt med järnvägsspåren en fabrikslänga i tegel lik den i Västerås, som man därefter flyttade ifrån.

Noter

1. Karl Friedrich Richter föddes 1829 vid Malapane i Schlesien. Hans första anställning efter bergverksakademien i Breslau var vid kungliga bergverksdirektionen för Königshütte. Vid 27 års ålder blev han chef för den närbelägna Laurahütte, som ägdes av grevarna Henckel von Donnersmark på godset Naklo. Richter såg att Königshütte genom byråkratiska metoder blivit förlustbringande och lät 1869 köpa in verket. På senare tid blev han ordförande i Verein Deutscher Eisenhüttenleute.
2. I Schlesien förekom olika smalspår. Det första loket i Preussen tillverkat 1816 vid kungliga gjuteriet i Berlin var avsett för Königshütte och hade spårvidd 36 preussiska tum = 873 mm. Kring Kattowitz, Beuthen och Gleiwitz började man 1853 bygga ett sammanhängande nät av smalspårsbanor för kolgruvor och järnverk med spårvidd 30 schlesiska tum = 791 mm. I samband med lokinköp 1872 anges spårvidden 30 rhenländska tum = 785 mm.

Källor

Material i Sahlinska samlingen vid Tekniska Museet.
Årsberättelser m m för Schisshytte AB i Johnsonkoncernens arkiv, Ängelsberg.
M J T Lewis: Early Wooden Railways (1970), s 330ff, 341ff.
Das Deutsche Eisenbahnwesen der Gegenwart (1911), s 389, 430.
Jernkontorets Annaler 1904, s 94.
Blad för Berghanteringens Vänner i Örebro län 1879.
Statens Järnvägars Vagnslastgodsstatistik.
J G Wiborgh, Järnets Metallurgi (1904).
AB Västeråsmaskiner 50 år.
Material hos och diskussioner med dir Karl-Erik Fredriksson, Morgongåva.

"Kung Oscarshyttan" at Morgongåva

Summary

Kung Oscarshyttan (King Oscar Furnace) at Morgongåva was the first and extremely unsuccessful attempt to build a large continental type steelworks in Sweden, using coke in the blast furnaces.

Vereinigte Königs- und Laurahütte, with a number of plants in the Kattowitz region of Upper Silesia, decided in 1872 to expand into Sweden and purchased the Molnebo works near Sala, which owned 130 local mines, some of them nickel mines, as well as parts of the renowned Norberg mines. On the northern mainline of the State Railways 4 km from Molnebo they built a steelworks, including two blast furnaces for coke and two Bessemer converters, larger than any in Sweden. It was also the first to use steam power exclusively.

To make Bessemer steel from coke pig iron, manganese has to be added, so they purchased the Schisshyttan blast furnace near Ludvika, which had five years experience of making ferromanganese, and which owned a number of mines yielding iron, manganese, lead and zinc ores.

The new steelworks were named after king Oscar II who inaugurated the half finished works in 1873 along with the railway, but then everything went wrong. The iron market collapsed, the stock market crashed in Vienna 1873, in Berlin and New York 1874. The local mines turned out to be worthless claims purchased from a sculptor turned amateur prospector. In 1876 the market was so depressed that the old furnaces in Molnebo and Schisshyttan had to close for three years. Not until 1880 was any attempt made to start the new works. Only 4 300 tons of pig iron were then produced, but found no buyer.

After a contemporary Silesian works, Friedenshütte, had been destroyed in 1887 by an explosion of its entire steam plant with over 50 boilers of the same kind as at Kung Oscarshyttan, it was decided to sell the whole works as scrap, with a loss of 11 million kronor (1 million pounds). In 1898 the buildings were used as an agricultural machine factory.

Mötet på marknaden

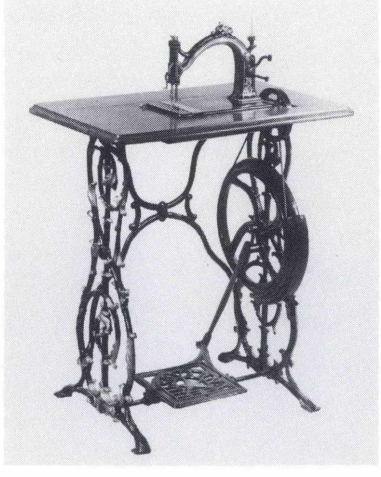
mellan Husqvarnas symaskiner och hemmens sömmerskor

Av Louise Waldén

"Vapensmedjan i hemmens tjänst" – så löd en reklamslogan från Husqvarna på 1940-talet. Smaka på orden. "Vapensmedjan." "I hemmens tjänst." Det är en motsägelsefull, dynamisk kombination. "Vapensmedjan" – ordet är laddat med associationer till sotsvarta män, brinnande eld, järn som formas till vapen, till strid och krig. Till män, manlighet, en manlig värld. "I hemmens tjänst" – fram lockas bilden av milda kvinnor, lekande barn, mat på bordet, krukväxter i fönstren, av lugn och ombonad ro. Av kvinnor, kvinnlighet, en kvinnornas värld.

Så tänkte nog inte den som hittade på slagordet. Kanske föddes det ur en halvt omedveten känsla av stolthet över vapentraditionerna och en saklig medvetenhet om vilken marknad som faktiskt var Husqvarna Vapens.

"Vapensmedjan" hade en lång historia – Husqvarna firar 1989 300-årsjubileum av att staten på Erik Dahlbergs inrådan anlade en filial till Jönköpings gevärsfaktori vid Husqvarna-fallen. "Hemtjänsten" hade en betydligt kortare historia och kom till mer av nödtvång. En lång



1. "Nordstjernan" eller "Kattryggen" – vacker men opraktisk.

fredsperiod och en av flera skäl dålig konkurrenskraft (svag ledning, omodern produktionsapparat, för litet kapital) hade på 1860-talet lett till att "vapensmedjan" stod inför valet mellan konkurs och förnyelse. "Hemtjänsten" blev kärnan i den förnyelsen, symaskinen den första produkten "i hemmens tjänst". 1872 lanserade Husqvarna sin första symaskin, "Nordstjernan", också kallad "Kattryggen" – den liknade en svart katt som sköt rygg.

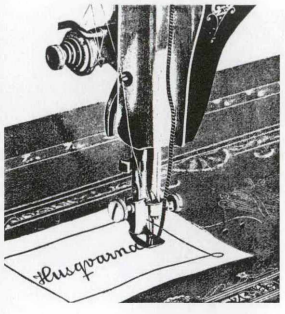
Symaskinen gick att länka in i den yrkeskunskap och tekniska utrustning som redan fanns på Husqvarna. Men den ställde också nya krav. Skillnaden mellan "vapensmedjan" och "hemtjänsten" var inte bara skillnaden mellan en militär och en civil marknad utan också mellan en offentlig beställare och en privat köpare. Symaskinen konkurrerade med mycket annat om hemmets knappa medel. Vapensmedjans hantverkstraditioner räckte inte till, det krävdes en industriell tillverkning för att få ett rimligt pris. Symaskinen blev grunden för Huskvarna som industriort.

Agent i hemligt land



Marknaden för den nya produktionsinriktningen var inte bara fredlig, civil och privat. Den var också kvinnlig. Här möts en teknikinriktad, mansdominerad värld och en människoinriktad, kvinnodominerad. På kort sikt måste säljaren anpassa sig efter köparen. På längre sikt får köparen acceptera säljarens villkor.

Symaskinen är den första industriproducerade tekniska apparat som har kvinnorna som marknad. Den konstruerades visserligen för manliga hantverkares behov, men redan ett par år efter det att en regelrätt produktion kommit igång – i USA på 1850-talet – insåg Singer den möjliga, hem-liga marknad som kvinnorna i hemmen utgjorde. Det var Singer som utarbetade det koncept att sälja till kvinnor som Husqvarna tog över.

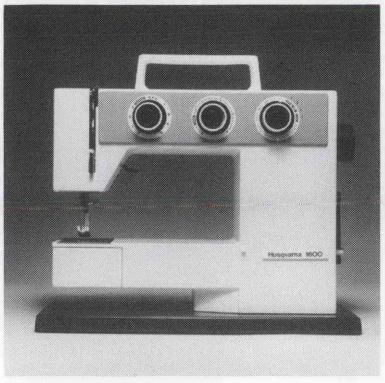


Symaskinen kläddes i guldornament och blomsterslingor för att framstå som ett prydnadsföremål snarare än som en teknisk apparat. Den förkläddes till bord, skåp, chiffonjé för att dölja karaktären av arbetsverktyg. Den förevisades av vackra damer i eleganta salonger för att förknippas med kläder och kvinnlighet. Den såldes via ett helt nytt distributionssystem: symaskinsagenterna, som sökte upp kvinnorna där de befann sig – i hemmen. Och med ett helt nytt betalningssystem: avbetalning. Det innebar inte bara att utgiften fördelades på längre tid utan också att agenten kom på regelbundna besök. Samtidigt som han inkasserade avbetalningen kunde han göra småreparationer och ge råd om användning och skötsel.

Att skola in kvinnorna i teknikanvändning och teknikskötsel var också en ekonomisk nödvändighet för företaget. Annars riskerade man att alltför mycket av agenternas tid gick åt till reparationer i stället för till försäljning, och att alltför mycket av företagets resurser



2. Tre trallande jäntor i fabriksporten till Husqvarnas stora industriområde. Fram till 1970-talet var kvinnorna en försumbar minoritet på Husqvarna – inom själva tillverkningen fanns de knappt.

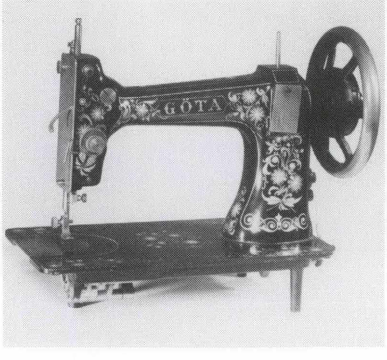


3. Från mitten av 1950-talet började Husqvarna lansera sina s k automatiska symaskiner med ett stort urval nytto- och dekorsömmar. Designen är stram, funktionell – en anpassning till teknikkulturen?

åts upp av garantin. Till symaskinsköpet kopplades därför gratis kurser och sömnadsundervisning.

Symaskinsförsäljarna var hem-liga agenter i kvinnornas land. Deras inkomst var en kombination av en liten fast lön – som pant för lojalitet mot företaget – och provision på varje såld maskin. Att kunna "tas med kvinnor" var en nödvändig förutsättning för framgång och förtjänst. Samtidigt gällde det att vara förtroendeingivande, för både köpets och den äkta mannens skull. Agentens själva levnadssätt innebar något oroande, både skrämmande och lockande: en vandringsman som levde av att besöka kvinnor i deras hem. Äventyrlig och pålitlig, charmant och saklig, med uppgift att sälja en relativt dyr teknisk apparat till otekniska kvinnor utan egen inkomst – det krävde en speciell sorts män. På Husqvarna sades det att man antingen slutade som agent efter två månader eller stannade i yrket livet ut.

1942–1945 ger Husqvarna ut en speciell agenttidning, "Symaskinen". Förutom inkassobesked och information om tekniska nyheter innehåller den huvudsakligen två typer av material: noggranna reportage från symaskinsproduktionen på fabriken och långa artiklar med försäljningspsykologiska råd, med inriktning på hur man "tas med



4. Efter det misslyckade försöket med "Kattryggen" gjorde Husqvarna under senare hälften av 1800-talet en hel rad vackert utsmyckade symaskiner med kvinnonamn. Här är "Göta".

kvinnor". Agentens roll som gränsgångare mellan fabrikens tekniska värld och hemmens kvinnovärld är tydlig.

1945: Hans arbete ger henne fritid

1945–46 inför Husqvarna en serie helsides idéannonser i "Husmodern" under det gemensamma mottot "i fri konkurrens för fortsatt framåtskridande". Rubrikerna växlar: "*Hans arbete* ger henne fritid", "*Lyckliga vi* som har så mycket tid för våra barn, "Den (symaskinen) löste HENNES fritidsproblem", "Ingen yrkade på EMALJ – nu vill ingen vara utan...", "Här har skett en REVOLUTION – och vem har genomfört den?", "Den (cykeln) gör *arbetstiden kortare* och fritiden längre". Men oavsett rubrik är budskapet detsamma: så länge den fria konkurrensen består sporras fabrikanterna att överträffa varandra och husmor får ständigt nya och bättre hjälpmedel. "För husmödrarna betyder det bl a lättare arbete och mera fritid och för industriens arbetare jämn sysselsättning samt därmed också trygghet för framtiden." Hotet mot den fria konkurrensen nämns aldrig vid namn, men man anar att fienden är socialdemokraternas efterkrigsprogram med dess planhushållning.



Intressant i det här sammanhanget är att man talar till husmödrarna som en ekonomisk och politisk maktfaktor. Med all rätt. Antalet hemarbetande kvinnor var vid denna tid lika stort som antalet industriarbetare, cirka 1,5 milj. De var också välorganiserade och självmedvetna. Under bägge världskrigen hade deras hushållningskunskaper tagits i bruk. Första världskriget ledde till att de organiserade sig i "Sveriges husmodersföreningars riksförbund" (1919). Under andra världskriget startades "Aktiv hushållning", "Husmödrarnas samarbetskommitté", "Hushållslärarinnornas samorganisation" och "Hemmens forskningsinstitut". Framför allt det senare, HFI, hade ambitionen att påverka industriproduktionen genom att vara språkrör för husmödrarnas önskemål. Den hem-liga marknaden hade blivit medveten om sitt värde.

När HFI:s representanter besöker Husqvarna mottas de med stor respekt. Deras synpunkter återges i Husqvarnas företagstidning "Insyn". Husqvarna och HFI är samarbetspartners i projektet att rationalisera och effektivisera hemarbetet – med teknikens hjälp.

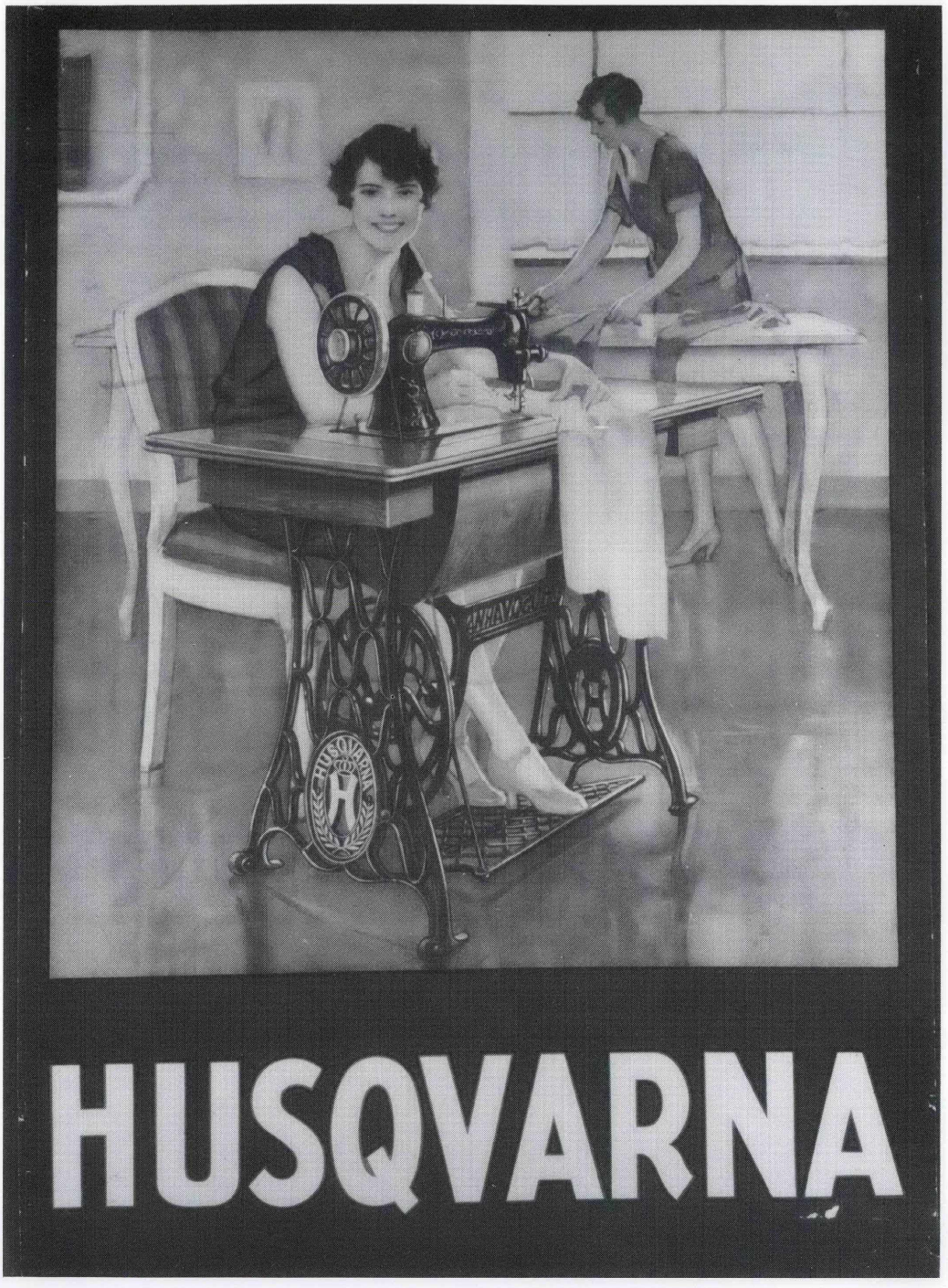
Husqvarnas annonser i "Husmodern" är samtal på stormaktsnivå: företaget "i hemmens tjänst" talar till hemmens chefer. Eller hushållsteknikens mästare talar med hushållningsteknikens mästarinnor.

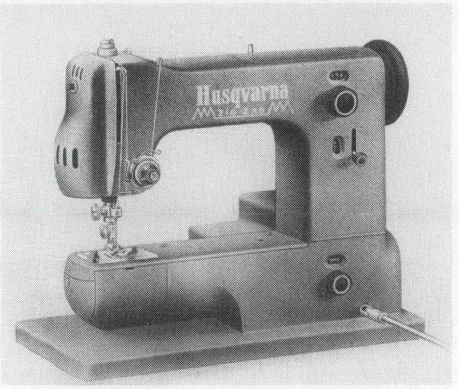
1955: Välj bland 20 modeller

1954 startar Husqvarna på nytt en särskild agenttidning, "Genom nålsögat". Den skiljer sig på många sätt från föregångaren "Symaskinen". I fokus står inte längre symaskinsproduktionen och kvinnopsykologi utan marknadsföring och allmänna säljknep. Agenten rör sig inte i en hem-lig värld utan på en gemensam marknad, där symaskinen slåss med andra konsumtionsvaror om uppmärksamheten.



5–6. Symaskinen kopplades till kvinnlighet: till kläder, barn och rollen som ”husets genius”.


HUSQVARNA



7. "Husqvarnas lilla gröna" – en klassiker bland de moderna symaskiner. Den väcker fortfarande nostalgiska känslor hos kvinnor som minns den från 1950-talet.

Reklam, PR, försäljningsjippon, tävlingar är vapen i kampen. "Nyhet" ett viktigare ord än "pålitlighet".

1954 lanserar Husqvarna sin "lilla gröna", en zigzag-maskin som har sin särskilda plats i symaskinskännarnas hjärta, på grund av sin hållbarhet, pålitlighet, användbarhet. En symaskinernas klassiker.

1954–55 inför Husqvarna i "Husmodern" en annons med rubriken "Välj Er Husqvarna bland 20 modeller". Man erbjuder trampsymaskiner och el-symaskiner, raksömsmaskiner och zigzag-maskiner, symaskiner som möbler och symaskiner i väskor. Året därpå lanseras Husqvarna Automatic med ett antal mönstersömmar, datasymaskinens föregångare. Under en kort period i historien står symaskinens olika utvecklingsstadier sida vid sida. Det finns en valfrihet inte bara mellan modeller utan också mellan tekniska nivåer. Därefter utvecklas egentligen inte symaskinens *funktion*, det är *produktionen* av den som förändras. Allt mer av tillverkningsprocessen flyttas från yrkesarbetarna till automatiska maskiner. Finmekaniken ersätts av elektronik. Idag kan trampsymaskiner inte tillverkas i Sverige – utrustningen är sedan länge såld till Egypten. Man kan fortfarande välja bland olika modeller men inte teknisk nivå. Där gäller säljarens villkor.



1955 är ett märkligt år i "Husmodern". Det är inte bara Husqvarna som annonserar flitigt. Teknikannonserna, som brukar samsas med kulturannonserna om jumboplatsen, rycker fram till tredje plats efter mat och hemskötsel. Och det är inte bara hushållsapparater som får reklam utan också bilar, mopeder, radioapparater, skivspelare. Vad händer egentligen i mitten på 50-talet? I mitten av mitten på 1900-talet?

Industrin producerar hushållsapparater som aldrig förr – men hemmens produktion har till stor del övertagits av industrin. Hemmakvinnan hyllas – men husmodern har nästan försvunnit och ersatts av hemmafrun. Konsumtionsteknik börjar bli en viktigare kunskap än



8. Husqvarnas löpande band var på 1950-talet Sveriges längsta.

hushållningsteknik. Symaskinen marknadsförs inte bara som nyttigt arbetsverktyg utan också som användbar lyx.

Kanske är detta också en kort historisk stund där kvinnor kan välja inte bara mellan olika kvinnomodeller utan också olika nivåer av hemskötsel. Husmödrarnas tradition, med rötter i agrarsamhället och självhushållningen, är fortfarande levande. Den nya kvinnan, självförsörjande och dubbelarbetande, fortfarande i vardande. Kanske vittrar teknikannonsörerna i "Husmodern" detta mellanrum och talar med dubbla budskap: skenbart till kvinnan i hemmet men med en undertext till kvinnan som är på väg att lämna hemmet. En kvinna med egna inkomster, ont om tid och med en förankring i den traditionella kvinnokulturen som mer handlar om bekräftelse av kvinnorollen än om nödvändighet. En användbar lyx snarare än en självklar nytta.

Mötet på marknaden: från könsspecifikt till könsneutralt

Symaskinen kom till Sverige ungefär samtidigt som Sverige började industrialiseras. Men den tekniska förändring samhället genomgick berörde länge främst männen. Kvinnorna i hemmen förblev i en förindustriell tillvaro. Symaskinen var länge den enda och ännu längre den vanligaste tekniska apparaten i svenska hem. För att sälja symaskiner måste producenten söka upp sin marknad, anpassa produkt och språk efter mottagaren.

På 20- och 30-talen elektrifieras de svenska hemmen. Lanseringen av tekniska hushållsapparater kan börja på allvar. God hjälp har producenten av att tjänstefolk och hembiträden blir alltmer sällsynta. Samtidigt växer husmödrarnas självkänsla, man ställer krav på industrin och bemöts med respekt. Tillverkare och användare resonerar med varandra om hur marknaden ska se ut.

Efter andra världskriget kommer automationen och därmed massproduktionen i gång på allvar. Inte bara av hushållsapparater utan också av det som hushållen producerat. Husmödrarnas arbete och därmed deras självkänsla urholkas. Hemmafrun träder i hennes ställe, med en central uppgift som konsument. Mötet på marknaden sker mellan säljaren och köparen, inte mellan tillverkaren och användaren.

Förbindelselänken mellan kvinnornas hemvärld och tekniksamhället utgjordes länge av de tekniska hushållsapparaterna, med deras koppling till kvinnoroll och hemarbete. I mitten på 1950-talet blir kvinnorna målgrupp också för all annan sorts teknik. Kanske är det nu som kvinnorna, 100 år efter männen, på allvar börjar ta steget in i tekniksamhället. Begreppet "husmor" börjar bli ett lika historiskt fenomen som "vapensmeden".

Litteratur

Göransson, E, Husqvarna vapenfabrik 1689–1939. Stockholm 1939.

Hagberg, J-E, Tekniken i kvinnornas händer. Hushållsarbete och hushållsteknik under tjugo- och trettiotalen. Linköpings Studies in Art and Science 7. Liber 1986.

Segerstedt, T och Lundquist, A, Människan i industrisamhället I och II. SNS, Stockholm 1952 och 1955.

SOU 1947: 46: Familjeliv och hemarbete.

Waldén, L, Josefin och teknologin. Teknik och teknikutveckling sedda genom symaskinens nålsöga. Daedalus 1983.

– Den lilla apparatens stora betydelse. Symaskinens roll i den tidiga industrialismen. I Sundin, B (red), I teknikens backspegel. Carlsson, Stockholm 1987.

– Den tidskrävande onyttighetens betydelse. Häften för kritiska studier 1988:3.

Åkerman, B (red), Vi kan, vi behövs! Akademilitteratur, Stockholm 1983.

– Den okända vardagen. Akademilitteratur, Stockholm 1983.

– Kunskap för vår vardag. Akademilitteratur, Stockholm 1984.

Husqvarnas företagstidningar:
Insyn 1945–1965
Symaskinen 1942–45
Genom nålsögat 1954–65

Bolagsberättelser från Husqvarna 1920–65

HUSMODERN (Åhlén & Åkerlund) 1945–65

The meeting on the market place between Husqvarna's sewing machines and domestic seamstresses

Summary

The sewing machine was the first industrially produced, technical apparatus whose market was to be found among women. As early as the middle of the 1850s Singer launched their first sewing machine for domestic use. The sewing machine was adapted to female taste: it was adorned with golden ornaments and flowers so that it could appear as something decorative; it was disguised as a table, a cupboard, a dressing table, to conceal its true character as a work-tool. It was exhibited by beautiful women in elegant salons so that it would be associated with clothes and femininity.

Even on the sales side it was adapted to the conditions of women of the time. It was sold according to a completely new distribution system: sewing machine agents, who visited the women where they were to be found – in the home. And there was a completely new system of payment: by instalment. It was easier for women to put aside a small amount each month than to save up for a capital investment.

The task of the sewing machine agent was to sell a relatively expensive technical apparatus to untechnical women who had no income of their own. To be able to "appeal to women" and at the same time inspire confidence in the presence of the husband were important prerequisites for success and sales.

When Husqvarna's munitions factory began, in the 1870s, to manufacture sewing machines they took over the Singer concept wholesale: everything about the sewing-machine, from its external shape to the sales arguments used, were formed to appeal to women.

During and between the two world wars the confidence of housewives grew. Their house-keeping competence was found to be useful and they began to organise themselves. They made demands on industry and were met with respect as an economic power factor. Manufacturers and users consulted one another about future markets.

After the second world war, automation and thereby mass production, really got under way, not just with regard to domestic appliances but also with regard to the things that households produce. The work of professional *house-keepers*, and thus also their self-respect, was eroded. The *house-wife* appears in her place, with a central role as consumer. In the consumer society seller meets buyer, rather than manufacturer confronting user or technical man meeting untechnical woman. Methods for selling sewing machines have moved from the sexually specific to the sexually neutral. It was perhaps first in the middle of the 1950s that women really began to take their place in the technical society—a hundred years after the men.

Diamanter

Utvecklingen vid ASEA 1953–1965

Av Erik Lundblad

Introduktion

Efter det att både ASEA och General Electric (GE) 1955 publicerat sina diamantsynteser väcktes intresset över hela världen för höga tryck och vad därmed kunde åstadkommas. De båda pionjärföretagens patent publicerades först under 1959 varför spekulationerna var många, dels om hur dessa höga tryck skulle åstadkommas och dels om hur lyckade synteser skulle kunna göras. Många av de stora universiteten tog upp högtrycksforsning på sina program och sedan dess är denna forskningsgren väl etablerad. I Sverige är den främst företrädd vid Umeå Universitet. Många försökte naturligtvis också göra diamanter och en mängd artiklar publicerades – däremot mycket få diamanter.

När patentansökningarna blev offentliga visade det sig att GE sökt patent dels på en specifik högtrycksutrustning och dels på metoder att framställa diamanter med uppgift om tryck- och temperaturområden och lämpliga lösningsmedel. Detta kom att medföra omfattande patentstrider mellan de båda bolagen. Efter de lyckade synteserna bestämde såväl ASEA som GE att uppfinningarna skulle exploateras kommersiellt. Efter en intensiv uppbyggnadsperiod började syntetiska diamanter att marknadsföras vid 60-talets början. För ASEA's del förlades produktion till Robertsfors, en liten norrländsk bruksort några mil norr om Umeå.

Åren 1953–1963: Utvecklingstiden

De första syntetiska diamanterna gjordes i februari 1953 vid ASEA's högtryckslaboratorium i Stockholm (Erik Lundblad: Om konsten att göra diamanter: Dædalus 1988 pp 60–76). Den utrustning som användes var mycket komplicerad och dyrbar och endast ett fåtal syntesförsök kunde genomföras per år. När så GE i början av 1955 publicerade att man lyckats syntetisera diamanter beslöt ASEA's ledning att gå vidare med diamanter och ytterligare klarlägga de betingelser vid vilka diamanter bildas samt att utveckla ny utrustning för höga tryck- och temperaturer. Målsättningen var att kunna göra minst ett experiment om dagen.

Alla förbindelser med Baltzar von Platen bröts och ett nytt laboratorium Quintuslaboratoriet sattes upp i nya lokaler, först vid Norrtull i Stockholm sedan i en nybyggd fastighet i Vällingby. Personalen



1. En typisk uppställning för experiment med Q-10 apparaten. I bakgrunden synes den trådlindade QUINTUS-pressen (14 000 tons presskraft) och i dess gap den cylindriska Q-10 apparaten. Förf t h mäter tryck och temperatur.

utökades och samarbetet med den centrala forskningen i Västerås fördjupades. Författaren fick det direkta ansvaret för utvecklingen och rapporterade till ASEA's tekniske chef – Halvard Liander.

Första steget blev att utveckla en praktiskt användbar högtrycksapparat. För att uppnå målsättningen om minst ett experiment om dagen måste i första hand högtryckskammarens volym minskas från tidigare 600–1 000 cm^3 till någon kubikcentimeter samt den mycket komplexa hydrostatiska kompakteringen ersättas med enklare system. Detta innebar att mycket av de tidigare erfarenheterna ej kunde utnyttjas. Den grundläggande principen om det s k stödtrycket – utvecklat av P W Bridgman – stod dock fast. Den första nya apparaten – Q 10 – hade en fast cylindrisk tryckkammare med en diameter om 10 mm samt en rörlig stans av hårdmetall. Stödtryck och tätning åstadkoms genom mantlar av aluminium. Tryckkammaren kunde isoleras elektriskt och därmed förses med anordningar för uppvärmning och för mätning av tryck och temperatur. (Bild 1.)

Ett flertal varianter av denna apparat utvecklades efter hand, men de led alla av svårigheten att kunna kvarhålla trycket vid höga temperaturer någon längre tid. Efter 20–30 sekunder började den cylindriska delen av högtryckskammaren ge sig. Det visade sig svårt att öka volymen med denna konstruktion.

Mot slutet av 50-talet när det blev helt klart att produktionsmetoder för en kommersiell diamantproduktion skulle tas fram utvecklades och patenterades en helt ny apparattyp – Q 20. Denna apparat (Fig 1) har i centrum en härdad stålcylinder med två kammare, varav den mindre är högtryckskammaren och den större är till för att ge ett

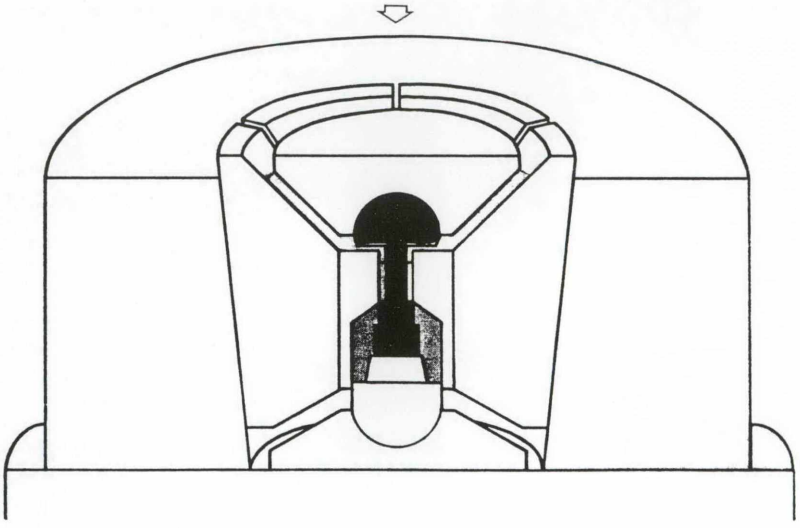


Fig 1 Q-20 Högtrycksapparat

isostatiskt stödtryck åt det stanssystem av hårdmetall, som är avsett att tränga in i och komprimera innehållet i högtryckskammaren.

Runt stålcylindern finns sex koniska stansar som passar i ett koniskt hål i en yttre cylinder. När utrustningen kläms ihop axiellt i ett presstativ kommer trycket i högtryckscylindern att öka, dels genom att det undre stanssystemet tränger in i kammaren, dels genom att hela kammaren komprimeras radiellt.

Det stod vid denna tid klart att diamanter kunde kristalliseras ur grafit löst i en lämplig metallsmälta om processen skedde vid mycket höga tryck. Under sista delen av 50-talet gjordes ett stort antal systematiska försök för att skapa ett underlag för en framtida diamantproduktion.

Tryck

En av de viktigaste parametrarna i diamantsyntesen är det höga trycket och framförallt de begränsningar, som finns för att mäta detsamma. Inga konventionella metoder finns. Tryckkammarens och tryckapparatens geometri ger den övre gränsen för det pålagda trycket. Hur detta sedan fördelar sig i den centrala högtrycksdelen är föremål för mycket subjektiva värderingar. Genom Bridgmans pionjärinsatser om materiens struktur vid höga tryck kan just sådana strukturella förändringar utnyttjas för tryckmätning. Så exempelvis omvandlas vismutmetallens kristallstruktur mycket distinkt vid vissa bestämda tryck. Dessa omvandlingar är ofta förenade med volyms- och densitetsförändringar av mätbar storlek och kan därför användas som kalibreringspunkter för tryck. Med vismut och några andra metaller med liknande egenskaper kan tryckintervallet 0–50 000 bar bestämmas i första hand vid rumstemperatur. Vid högre temperaturer är metoderna fortfarande subjektiva. Noggrannheten vid tryckmätningar över exempelvis 10 000 bar är inte större än ± 500 bar.

Temperatur

Även temperaturer är vanskliga att mäta främst genom att kunskapen om hur exempelvis resistans och smältpunkter – som ju ofta används vid temperaturmätningar – varierar med trycket. En god uppskattning om mätnoggrannhet för temperaturer är ± 50°C.

Tryckapparater

Under tiden fram till 60-talets mitt utvecklades ett antal högtrycksapparater av varierande typ och storlek som möjliggjorde experiment under höga tryck och vid höga temperaturer under kontrollerade förhållanden och under tidsrymden från några sekunder till timmar. Vid sidan om dessa s k statiska högtrycksapparater utvecklades också metoder att studera materien vid de mycket höga tryck och temperaturer, som uppstår, när högbrisanta sprängämnen får detonera. I de uppkomna s k stötvågorna kan trycket bli flera millioner bar och temperaturen flera tusen grader. Varaktigheten är emellertid bara

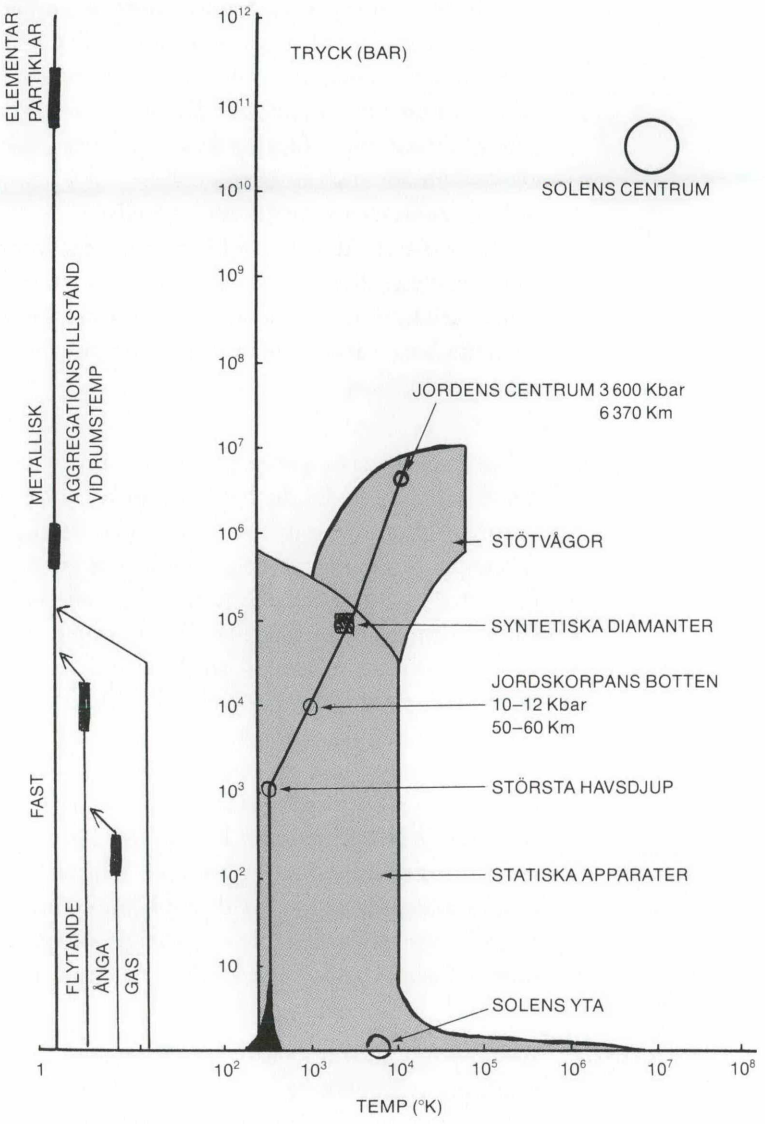


Fig 2

Tryck- och temperaturområden i vårt solsystem. Rastrerade områden är i dag tillgängliga experimentellt. Materiens aggregationstillstånd vid rumstemperatur visas också. Observera att skalorna är logaritmiska. Från 0–10^2 är det 100 bar medan det mellan 10^6–10^7 är tio millioner bar.

bråkdelar av en sekund, men trots detta kan såväl mätningar som synteser genomföras.

Fig 2 visar de tryck och temperaturområden, som vid denna tid var tillgängliga för studier. I diagrammet har också lagts in de tryck och temperaturer, som finns på jorden från dess yta till dess centrum på 6 370 kilometers djup. Kända utrustningar ger således möjligheten att studera materiens tillstånd under alla jordiska förhållanden. Som översikt har också lagts in materians aggregationstillstånd för tryck vid rumstemperatur. Som synes är all materia fast vid tryck något över 100 000 bar och all fast materia metallisk vid tryck över någon million bar. Med metallisk materia menas materia, som kan leda elektrisk ström.

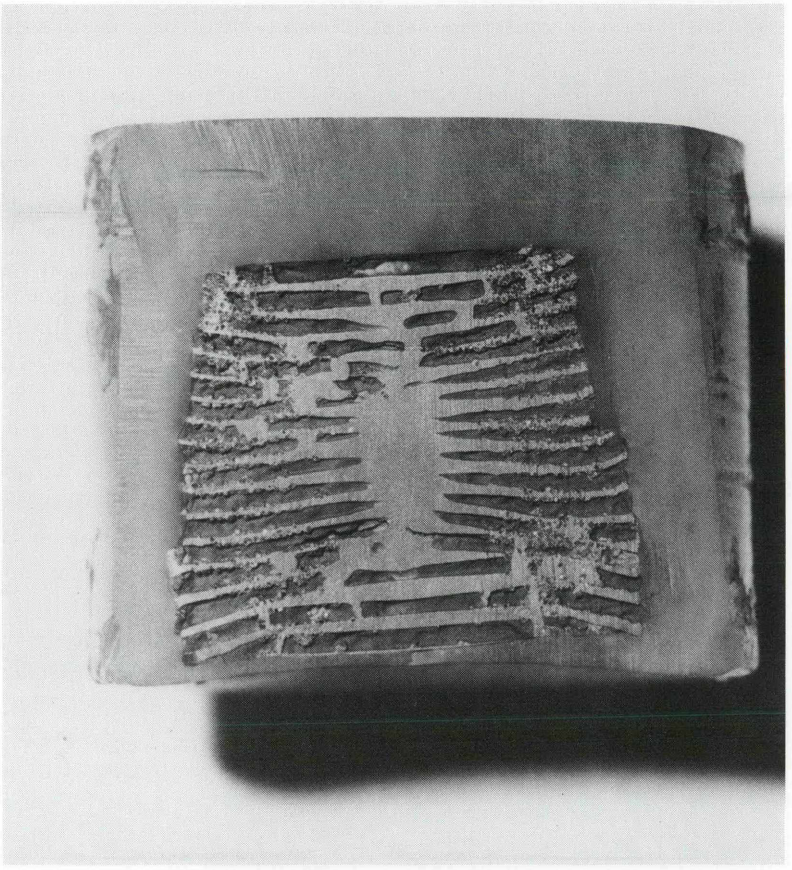
Diamant-syntesen

Parallellt med arbetet att utveckla högtrycksapparater studerades diamantsyntesen. Vid de ursprungliga försöken användes järn som lösningsmedel för grafiten. Med i systemet fanns även platina och tantal. Intresset kom alltmer att inrikta sig på nickel som lösningsmedel. GE visade 1959 i sina patentansökningar att hela periodiska systemets grupp VIII-metaller var användbara. Dessa omfattar förutom järn, nickel och kobolt även platinagruppens metaller.

Efter några års experiment var det diamantstabila området i kolets fasdiagram väl känt samt smältförloppet för de aktuella metallerna.

Ett mycket beprövat sätt att syntetisera diamant ur grafit är följande:

1 Grafitskivor ca 2 mm tjocka tillverkas ur syntetisk grafit tillverkad i gaseldade ugnar.
2 Dessa varvas med brickor ca 1 mm tjocka av nickel tillverkad enligt gasreduktionsmetoden.
3 Allt packas i en cylinder isolerad med ett silikatmineral t ex talk eller porofyllit.
4 Efter insättning i högtrycksutrustningen ökas trycket till ungefär 60 000 bar.
5 Därefter leds elektrisk ström genom skivpaketet som då verkar som ett motstånd och värms upp.
6 När metallen smälter, vilket indikeras genom motståndsändring, löses grafiten och diamanter bildas. Dessa har 50 % mindre volym än grafiten, varför trycket hela tiden måste kompenseras.
7 Trycket och den tillförda strömmen anpassas så att syntesen sker strax ovanför jämviktslinjen.
8 Kristallerna får växa under kontrollerade förhållanden under 5–10 minuter.
9 Temperaturen sänks därefter snabbt till några hundra grader varefter också trycket kan sänkas.



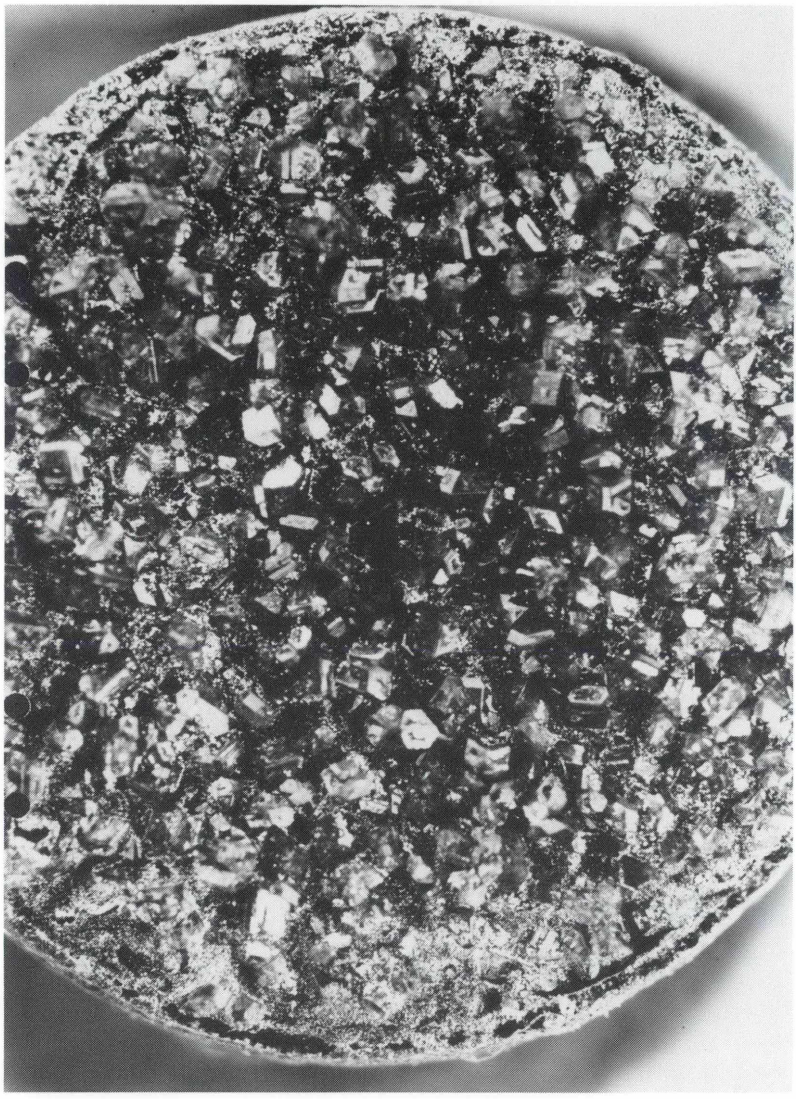
2. Ett tvärsnitt av en högtryckskammare med skivor av grafit och nickel varvade till en stack. De bildade diamanterna syns bäst i stackens ytterområden.

Diamanter har nu kristalliserat ut på båda sidorna om metallplattorna. (Bild 2 och 3.)

När syntesen är avslutad består reaktionskammaren av en klump av hopsmält metall, diamant, isolermaterial samt kvarvarande grafit.

Med hjälp av en intrikat kemisk process kan diamanterna separeras och resultatet blir ett antal diamanter som kan variera i såväl storlek som form beroende på var i tryckkammaren de vuxit. Detta beror på svårigheten att hålla tryck och temperatur kontrollerade inom hela volymen. Diamanterna sorteras därefter i storleks- och kvalitetsgrupper.

En lyckad diamantsyntes är frukten av ett långvarigt experimenterande där alla prametrar omsorgsfullt utprovats och ingående komponenter getts mycket speciella egenskaper, något som ej alltid kan patentskyddas. Ännu idag sker därför all diamanttillverkning väl skyddad från insyn.



3. Efter den genomförda syntesen syns hur diamanter vuxit över hela nickelskivan.

Jämviktsdiagram

Idag är kolets jämviktsdiagram väl känt och en sammanfattning ges i Fig 3. Diagrammet baserar sig på en kombination av experiment och teoretiska beräkningar. Inom de höga tryck- och temperaturområdena är värdena baserade på resultat ur stötvågsexperiment. Direkt omvandling av grafit till diamant utan något lösningsmedel har gjorts vid tryck över 125 000 bar vid temperaturer över 3 000°C. Idag kan diamanter även fås att växa vid rumstemperatur i det metastabila området.

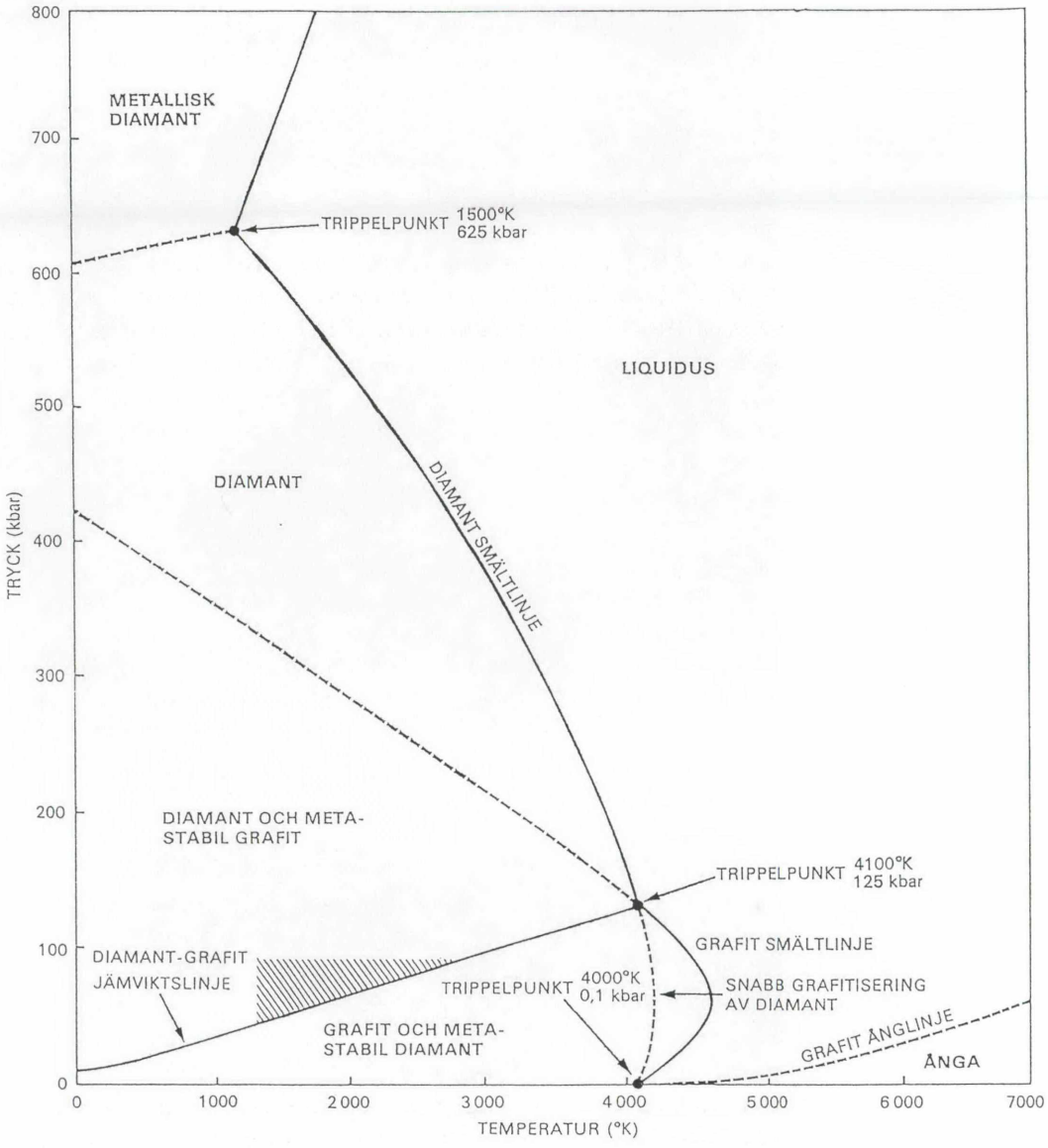


Fig 3 Kolets jämviktsdiagram. Det snedstreckade området visar gränserna för diamantsyntes i statiska apparater. Övriga linjer bygger på experiment med stötvågor.

Patentläget När GE's patentansökningar blev kända i början av 60-talet och det visade sig att ansökningarna omfattade de viktiga parametrarna för en syntes och dessutom indirekt skyddade diamanter gjorda i enlighet därmed blev detta naturligtvis ett allvarligt bakslag för ASEA. ASEA var först ute och gjorde diamanter mer än ett år före GE men sökte inte patent på sin metod, som var baserad på användning av järn som

lösningsmedel. Bedömningen då var att erforderliga betingelser var förutsagda i litteraturen och därför ej kunde patenteras. ASEA hade endast sökt patent för utrustningen.

Beslutet blev nu att göra invändningar mot GE's ansökningar där detta var möjligt. GE hade sökt i alla industriländer varför uppgiften blev omfattande och tidsödande och trots stora insatser från ASEA's patentavdelning och dess ombud världen över blev resultatet tämligen negativt. GE fick så småningom sina patent t o m i Sverige. I USA omfattade patentet dock ej diamanterna som sådana eftersom det indirekta produktskyddet inte, såsom i andra länder, var tillämpligt i USA. ASEA som då investerat stora belopp och satsat på egen produktion stod inför ett allvarligt hot om att dels bli stoppade och dels om de fortsatte få betala inte bara böter utan även skadestånd.

I Sverige bedömdes tillverkningen kunna fortsätta baserad på s k föranvändarrätt dvs ASEA kunde visa att de framställt diamanter, innan GE sökt sina patent.

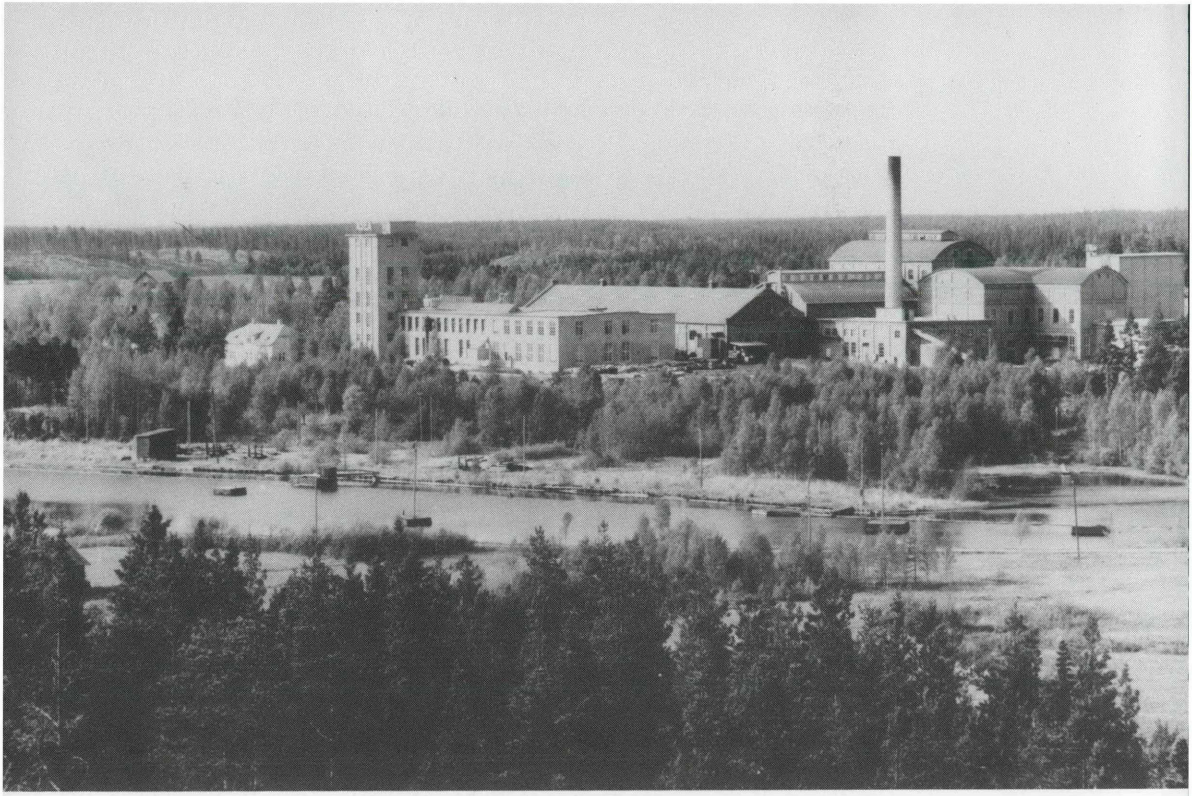
ASEA beslöt att fortsätta att tillverka diamanter i Sverige baserad på den förväntade föranvändarrätten men att endast marknadsföra diamanterna i Sverige och i USA samt i de länder bl a i östeuropa där GE ej sökt eller beviljats patent.

Detta innebar allvarliga begränsningar, ej minst för ASEA's kunder som ej kunde exportera de produkter de tillverkat med ASEA-diamanter utan risk för repressalier från GE. Situationen var känslig och den nystartade produktionen var hotad.

Robertsfors 1963–1965

1962 ombildades diamantverksamheten vid ASEA till en sektor – Diamantsektorn – med författaren som sektorchef. En dåtida sektor motsvarar dagens divisioner eller dotterbolag med ansvar för såväl resultat, personal, produktion, utveckling och marknadsföring. Samtidigt bestämdes att den kommande verksamheten skulle förläggas till Robertsfors. Detta var ett litet brukssamhälle 5 mil norr om Umeå som på 1700-talet grundats som järnbruk. Under slutet av 1800-talet och fram till andra världskrigets slut var där främst skogsindustri med sulfatmassa som specialitet. Sulfatfabriken lades ner efter kriget och ASEA övertog fabriksbyggnader och personal. Detta var under den epok då bristen på industriarbetare var stor och man t o m importerade arbetskraft. Ett tillskott på ca 300 industriarbetare var därför välkommet för ASEA.

Fabrikslokalerna byggdes delvis om för mekanisk tillverkning, för ytbehandling samt för tillverkning av isolermaterial. Även tillverkning av glasfiber förlades hit. Glasfibrer blev i Sverige en helt ny produkt som framförallt skulle användas för att isolera elektriska maskiner. Utvecklingen inom glasfibrer blev emellertid en helt annan. Efter en tid kom huvuddelen av produktionen att användas som armeringsmaterial för plaster.



4. ASEA's fabriksområde i Robertsfors vid 50-talets slut. Byggnaderna användes ursprungligen för sulfitmasseproduktion.

Situationen förändrades snabbt och det beslöts att utvecklingen och tillverkningen av glasfibrer skulle flyttas söderut närmare marknaden. Falkenberg bedömdes som lämplig ort. Glasfiberutvecklingen hade sysselsatt 50–75 man som nu kunde användas till annan verksamhet. Detta var en av orsakerna till att diamanterna hamnade i Robertsfors. En annan orsak var platsens relativa isolering som lättare förhindrade otillbörlig insyn. (Bild 4.)

Igångkörning

1962–1963 blev för Robertsfors en hektisk tid. Hela den tidigare verksamheten förlades till diamantsektorn. Lokalerna byggdes om och en stor del av personalen skolades om. Det var en anmärkningsvärd prestation av personalen att gå från yxskaft och timmerstockar över till glasfibrer, som var så tunna, att de knappast syntes till i en hypermodern högteknologi med mängder av styr- och reglerutrustningar och i en miljö där vita rockar passade bättre än blåställ. Även den andliga skolningen gick bra. Robertsfors var ett mycket traditionellt bruk med allt vad som förknippas därmed. I och med ASEA's ankomst vitaliserades bruket och den gamla "bruksandan" blev snabbt ett minne blott.

Ett annat problem blev att rekrytera kvalificerad personal. Ett

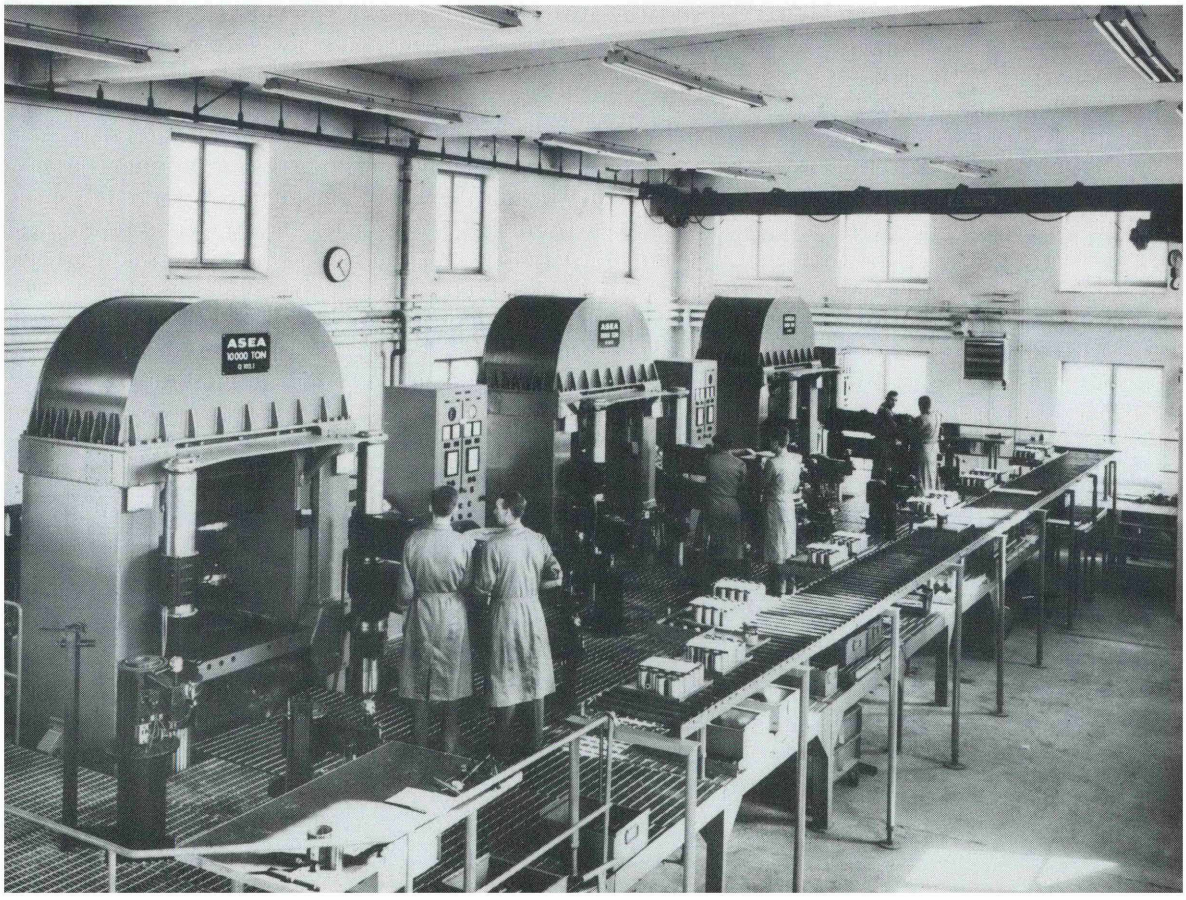
drygt tiotal civilingenjörer eller likvärda akademiker behövdes och endast någon enstaka av de tidigare anställda var beredda att följa med. Även detta gick. Omsättningen i början var stor men när det så småningom stod klart att nyckelpersonen var hustrun gick detta lättare. Hustrun måste vara född i Norrland annars blev hemlängtan för stor.

Mest synbart bland det nya var de tre stora QUINTUS-pressarna om vardera 10 000 tons presskraft. Dessa hade utvecklats och byggts i Västerås och blev där sedan grunden för ett helt nytt affärsområde – QUINTUS-pressar. ASEA blev därmed pionjärer för utrustningar för tillämpad högtrycksteknik – ett område där ASEA och dess efterföljare ABB ännu i dag är ledande inom.

De nyutvecklade högtrycksapparaterna av Q-20 typ monterades i tandem, två och två på varandra. Varje press var således försedd med fyra apparater. När det ena paret var i drift kunde det andra paret förberedas för drift. Pressarna kunde därmed utnyttjas på ett optimalt sätt.

På grund av det osäkra patentläget och för att skydda ej patentsökta konstruktioner var sekretessen stor och insynen i verksamheten mini-

5. Presshallen i Robertsfors 1964 med 3 10 000 tons QUINTUS-pressar och högtrycksutrustning för diamanttillverkning.





6. Författaren bland tryck- och reglerutrustning till en tandemkopplad QUINTUS-press.

mal. Detta fick ibland något originella konsekvenser. Så blev t ex den enda frisläppta bilden av diamantpressarna bildmässigt något underlig med operatorerna två och två döljande högtrycksutrustningen och med ryggarna vända mot kameran. (Bild 5.)

Tandemuppställningen av tryckapparater har sedermera blivit etablerad praxis. (Bild 6.)

Verktyg

Den centrala delen av Q-20, den cylindriska tryckkammaren var av höglegerat verktygsstål och härdad på ett speciellt sätt. Cylindern hade dimensionen ∅ 80 × 120 och kunde bara användas en gång, varför Robertsfors vid full produktion blev en av landets största användare av verktygsstål. Även övriga detaljer i högtrycksutrustningen fick bytas ut relativt ofta. En egen verktygstillverkning byggdes därför upp och integrerades med diamanttillverkningen.

Industri-diamanter

Alla dittills förekommande diamanter var naturliga. Diamant är ett av jordens mest sällsynta ämne och förekommer på ett fåtal platser, främst i Sydafrika och i Sibirien. Mer än nittio procent av alla funna diamanter går till industrien. Övriga går till smycken. Även bland dessa är endast fem–tio procent av investeringskvalitet. En del av

industridiamanterna sorteras i storleksgrupper och används fram för allt till borrkronor för olje- och gruvindustrien. Övriga krossas ner till pulver och flisor som sorteras i storleksgrupper varav de största är någon millimeter stora. Dessa används sedan för tillverkning av slipskivor för bearbetning av hårda material, för borrar t ex för tänder, för sågar för stenindustrien och för ett flertal specifika användningsområden. Alla nämnda produkter har speciella geometriska former. Eftersom diamanter ej kan formas efter verktyget krossas de därför ner och sintras eller binds sedan ihop med lämpliga bindemedel till verktygets form.

Syntetiska diamanter, som ju endast kunde framställas i storlekar upp till någon millimeter, tog snabbt över den naturliga diamantmarknaden. Skälen härför var många, men viktigast var kanske den högre kvaliteten, som förbättrade de mycket dyrbara verktygens prestationsförmåga. De naturliga industridiamanterna består som nämnts av kross från större diamanter. Dessa splitter blir oregelbundna till formen och har ofta sprickor och inbyggda spänningar som försämrar deras hållfasthet. De syntetiska diamanterna är däremot oberoende av sin storlek vuxna till sin rätta morfologiska form och har därför mindre inbyggda spänningar.

Marknadsföring

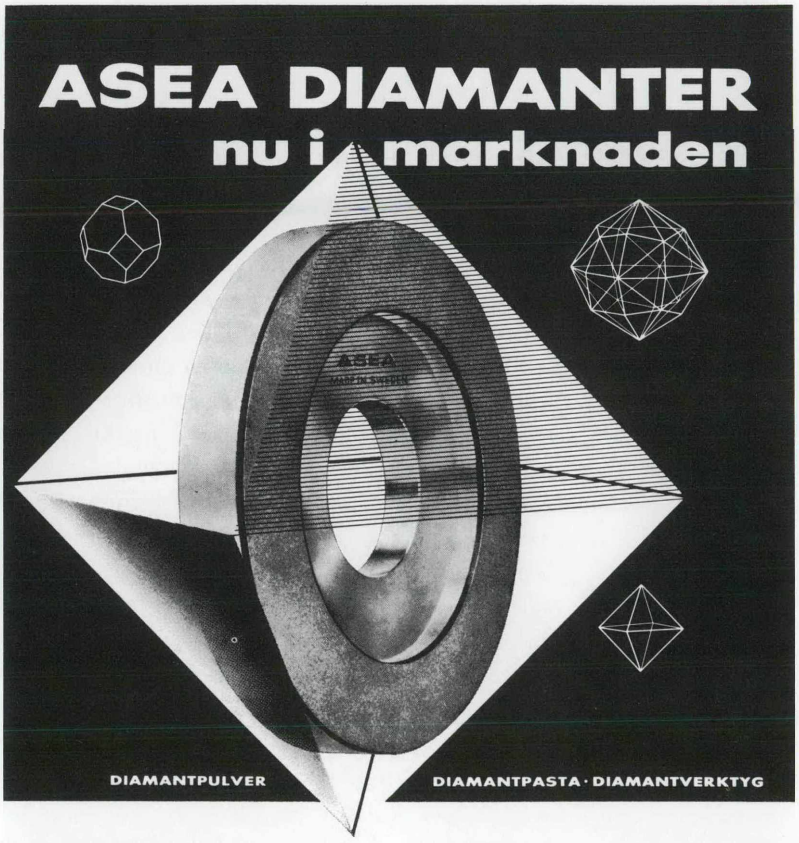
Svårigheterna att bygga upp en marknad med en ny produkt var från början klart underskattade. Första försöken att sälja diamanterna gjordes via ASEA's försäljare världen över men med nästan ingen framgång alls. ASEA var ett helt okänt namn i denna nya bransch och dessutom var produkten oprövad. (Bild 7) För att få en säljkanal köpte därför ASEA diamantdelen av Crealius AB, ett företag ägt av Atlas Copco. Genom köpet tillkom inte blott en marknadsorganisation utan även ett omfattande register av diamantprodukter främst slipskivor.

Trots nya säljkanaler kvarstod svårigheterna att sälja diamanter inte minst genom de restriktioner patentläget förorsakade. USA blev den viktigaste marknaden och där då i stor konkurrens med GE.

Köpet av Crealius diamantdel, där ju också produkter ingick, började få vissa negativa konsekvenser. Kunderna, som ju själva var produkttillverkare, ville inte fortsätta att gynna en konkurrent. Diamantförsäljningen gick ned. I det läget togs beslutet att ännu hårdare satsa på produkter och använda de egna diamanterna för dessa.

Diamantprodukter

En ny organisation byggdes upp för att utveckla de nya produkterna. Det know-how Crealius tillfört var begränsat. Ett systematiskt utvecklingsarbete över nya bindemedel, tillverkningsmetoder och inte minst provmetoder resulterade i en hel serie nya produkter för slipskivor, tandläkarborrar, polermedel och verktyg för bearbetning av betong. Diamant är det hårdaste av alla kända material och lämpar sig



Redan 1953 lyckades en forskargrupp vid ASEA framställa diamanter – något, som dittills ingen lyckats med.
Diamanter tillverkas nu i industriell skala vid ASEAs fabrik i Robertsfors, beläget mellan Umeå och Skellefteå.

Vid extremt höga tryck och temperaturer långt över tusen grader omvandlas vanlig mjuk grafit till det hårdaste ämne naturen känner – diamant.

Diamantens enastående hårdhet utnyttjas inom industrin för bearbetning av andra hårda material såsom sten, betong, glas, härdat stål, hårdmetall och keramiska ämnen.

Vid ASEAs välutrustade laboratorier arbetar vi nu intensivt för att finna nya användningsområden för diamanter och för att kunna förse våra kunder med allt bättre diamantprodukter. ASEA kommer successivt att introducera alla förekommande typer av diamantprodukter för användning inom verkstads-, sten- och byggnadsindustrierna.
Redan nu marknadsföres diamanter i mesh- och mystorlekar, diamantpasta samt fenoplastbundna slipskivor.

QUINTUS är inregistrerat varumärke för ASEAs syntetiska diamanter.

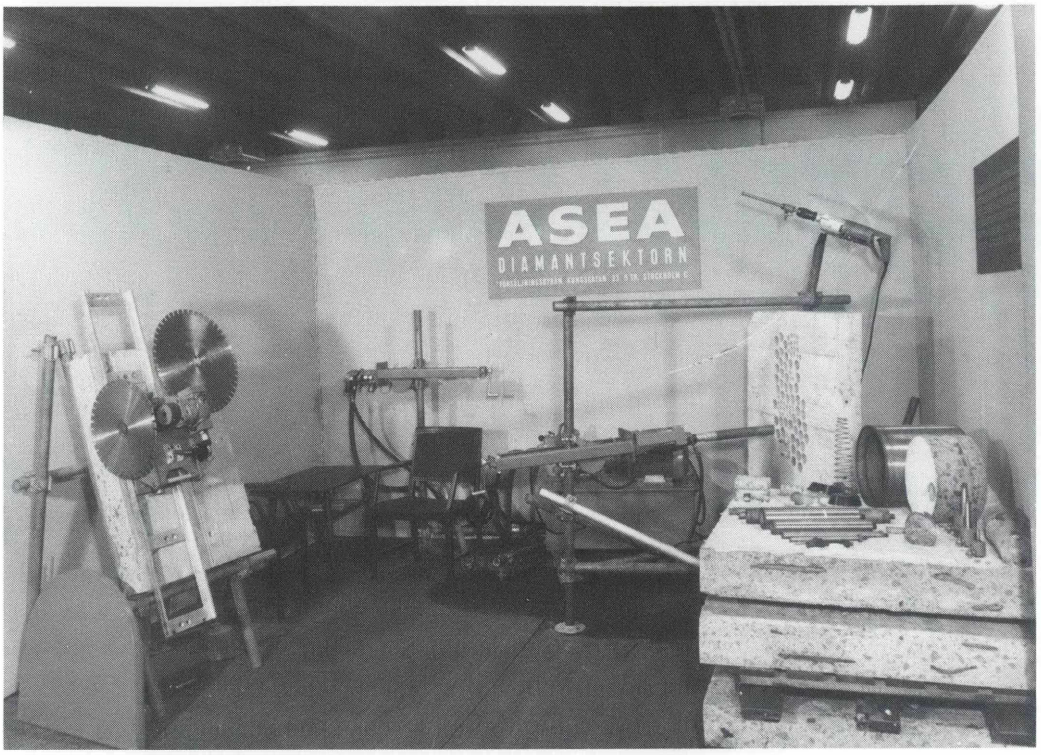
ASEA DIAMANTPRODUKTER

Tillverkning: ASEA, Diamantsektorn
ROBERTSFORS

Försäljning: ASEA, Diamantsektorn
Kungsgatan 33, STOCKHOLM 1, tel. 20 09 83, 10 19 12

7. Reklamblad från 1964.

därför synnerligen väl för att bearbeta andra hårda material. Diamant är säkert cirka tusen gånger hårdare än betong. Ändå hade ingen utvecklat metoder för bearbetning av betong med diamantverktyg. Vid håltagning och annan bearbetning användes uteslutande bilning en metod med nästan uteslutande nackdelar. Den var bullrande, dammande och spräckte sönder betongen långt utanför det bearbetade området och medgav ingen som helst precision. En serie utrustningar och verktyg för sågning och borrning i betong utvecklades och utpro-



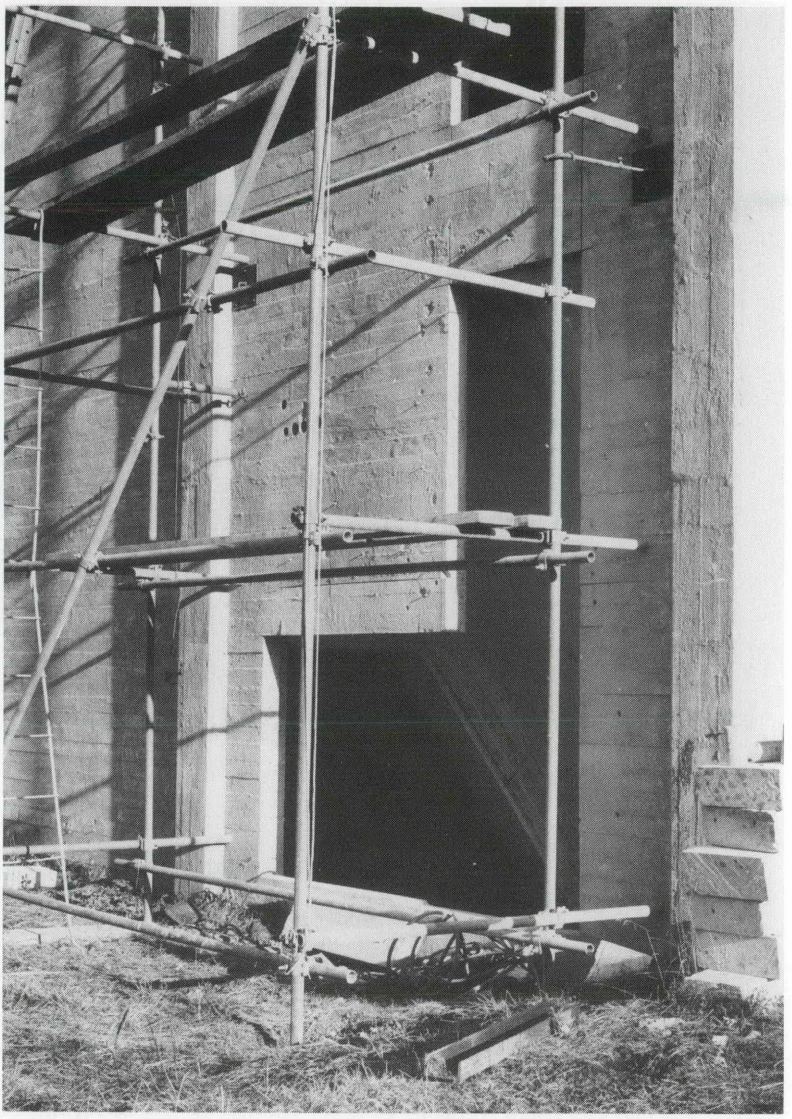
8. Diamantverktyg för bearbetning av betong.

vades. (Bild 8.) Fabriksområdet i Robertsfors med den gamla sulfatfabriken gav rikliga tillfällen till praktiska prov. (Bild 9.) De metoder som togs fram visade att det var ungefär lika lätt att borra och såga i betong som att med vanliga metoder borra och såga i hårt trä. Armeringsjärn utgjorde heller inga hinder. Enda nackdelen var att verktygen måste kylas med vatten för att hålla nere temperaturen.

Den nya tekniken borde snabbt förändra metoderna för att bygga med betong. I stället för dyrbar formsättning för hål och öppningar kunde dessa lätt tagas upp efteråt. Introduktionen blev även här långsammare och svårare än tänkt. Byggbranschen var konservativ och nya metoder accepterades inte utan vidare. I dag är dock diamantverktyg standard även här.

Diamantslipskivor är av två grundtyper – de plastbundna och de metallbundna. de vanligaste är de plastbundna där diamantkornen fästes i ett bindemedel av någon lämplig plast. Denna skivtyp användes inom verkstadsindustrien främst för slipning av hårdmetallverktyg. De metallbundna skivorna används för slipning av keramiska material. (Bild 10.)

Sveriges ledande ställning som tillverkare av hårdmetallverktyg (Sandvik och Fagersta) och den därmed stora efterfrågan på plast-



9. Diamant skär lika lätt i betong som en såg i trä. Bilden visar uppsågning av en betongsilo.

bundna diamantverktyg gjorde dessa extra intressanta ur utvecklingssynpunkt. Bland annat studerades ingående hur diamantkornen fäste vid och bands av plastmaterialet. Det visade sig att slitaget nästan uteslutande berodde på att diamantkornet lossnade och försvann eller att det sprack och att fragmenten därefter lossnade. Dåtidens teknik för dessa skivor var således mycket ineffektiv och den naturliga utvecklingsvägen blev att finna ett bättre sätt att binda diamanten till bindemedlet.



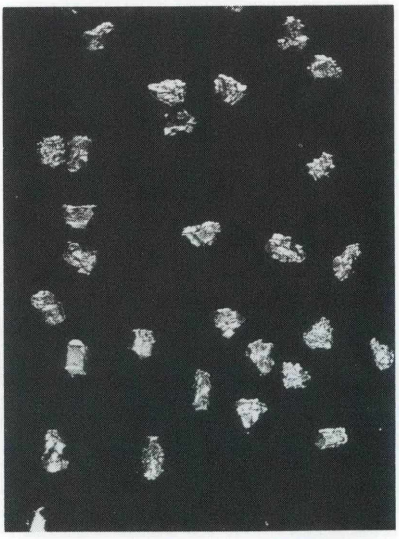
10. Såväl plast- som metallbundna slipskivor av ASEA's tillverkning. Sålda under varunamnet OUINTUS. Bilden från 1964.

Nicodur

Diamant är inte enbart hårt, det är också kemiskt inert och angrips inte av kemikalier. detta är orsaken till att plaster och andra bindemedel inte fäster. I stället för diamantens överlägsna egenskaper blir det bindemedlets styrka som avgör verktygets prestation. Olika metoder provades för att förbättra bindningen. En av dessa visade sig bli särskilt viktig nämligen att omge diamanten med en tunn hinna av nickel. Slipprov med sådana diamanter visade sig markant öka slipskivans livslängd. Ett systematiskt utvecklingsarbete klarlade att den gynnsamma effekten endast ernås om metallhöljets tjocklek ligger mellan 5 och 20 tusendels millimeter.

En slipskivas effektivitet mäts i GR (Grinding Ratio) som är förhållandet mellan avverkad volym material till förlorad volym slipskiva.

Prov med de metallbelagda diamanterna visade att GR i samtliga fall blev minst det dubbla mot tidigare – i många fall t o m större.



11. NICODUR. Diamanter belagda med en 10 μm tjock nickelhinna.

Metallhöljet bildade ett mekaniskt skal runt diamanten och gav ett väsentligt bättre fäste till bindemedlet. Dessutom ökade diamantens volym, vilket gav mindre påkänning i bindemedlet för samma sliptryck och därmed ökad livslängd. Metallhöljet höll också kvar eventuella splittrade diamanter bättre än den rena plasten. detta är några av orsakerna till de förbättrade resultaten.

Den nya uppfinningen döptes till NICODUR. "NIC" efter nickel och "DUR" av det latinska ordet för hård. (Bild 11.) Den patentsöktes i alla väsentliga länder och offentliggjordes så snart patentsökningarna var inlämnade (Lindström-Lundblad Svenskt Pat Nr 306 271 och 312 098). Resultaten bekräftades snart världen över och efterfrågan på de nya belagda diamanterna ökade snabbt. Samtidigt blev konkurrenterna, inte minst GE, tagna på sängen. En stor del av deras diamanter gick till produktion av plastbundna skivor och plötsligt befann de sig i ungefär samma läge som ASEA dvs risken för patentintrång och för efterföljande skadestånd var stor.

Scandiamant AB

ASEA's situation var nu med en gång mycket bättre och dess verksamhet inom diamantområdet måste tagas på allvar av alla konkurrenter.

Helt dominerande inom diamantområdet är De Beers i Syd Afrika. De äger och kontrollerar då som nu alla naturliga diamanter i hela världen.

De Beers satsade själva på att utveckla syntetiska diamanter när det blivit bekant att sådana kunde göras. Även för dem var GE's patent ett hot och situationen blev inte bättre, när NICODUR-ansökningarna blev bekanta. Då kom även deras naturliga diamanter in i bilden.

En patentstrid mellan stora rika koncerner leder oftast till någon form av förlikning.

Efter många turer och kontakter parterna emellan blev slutet att De Beers tecknade ett licensavtal med GE med rätt att utnyttja alla deras patent inom diamantområdet.

ASEA och De Beers bildade ett hälftenägt bolag, Scandiamant AB, som övertog Diamantsektorn och all verksamhet i Robertsfors. De Beers erhöll därvidlag rätt till ASEA's patent på diamantområdet inklusive NICODUR-ansökningen. Ett separat avtal mellan Scandiamant och GE gav också dem rätt till NICODUR. Scandiamant fick via uppgörelsen med De Beers en sublicens på utnyttjandet av även GE's patent.

Slutet gott – allting gott. I och med de nya uppgörelserna var hotet mot ASEA's diamanter borta. Patenten på NICODUR säkrades i alla väsentliga industriländer efter mer än tio års intensiva insatser världen över.

I och med bildandet av Scandiamant AB 1965 var ASEA's operativa roll i diamantprojektet slut. Författaren blev VD för det nya företaget

och hälften av styrelsen kom från ASEA med tunga namn som Curt Nicolin i spetsen. Relationerna med ASEA var mycket goda och förblev så till 1975 då ASEA helt lämnade företaget.

Scandiamant AB har fortfarande kvar sin verksamhet i Robertsfors men nu helt i utländsk ägo.

ASEA's aktiva insatser för utvecklingen av diamanter fick ett långdraget men mycket spännande förlopp. Tiden för de första trevande försöken 1942 till den första lyckade syntesen 1953 och därefter ytterligare tio år till produktionsstart och ytterligare tio år till marknadsdominans kan synas lång men är ej ovanlig för kvalificerade industriprodukter.

Pengar, tålamod och en stark tilltro till produkten ger på sikt normalt utdelning – i detta fall en mycket god sådan.

When the first diamonds were made in 1953, ASEA decided to develop the process for commercial production.

Summary

Extensive work was carried out between the years 1953 and 1963 in order to establish the limits for the synthesis of, and also for the designing of more suitable high pressure apparatus for production than the previous used sphere (Erik Lundblad: Dædalus 1988 pp 60–75).

In 1955 GE and ASEA announced that they had succesfully made diamonds synthetically. Neither of them, however, described how the diamonds were made except that high pressures and temperatures were used. No details were given. When, in 1960, patents were published it turned out that ASEA had applied for high pressure apparatuses only, wereas GE had applied both for pressure and temperature ranges, solvents and for apparatuses. In ASEA's view most of this was prior art known already in the litterature. In spite of this GE's applications were granted in most countries.

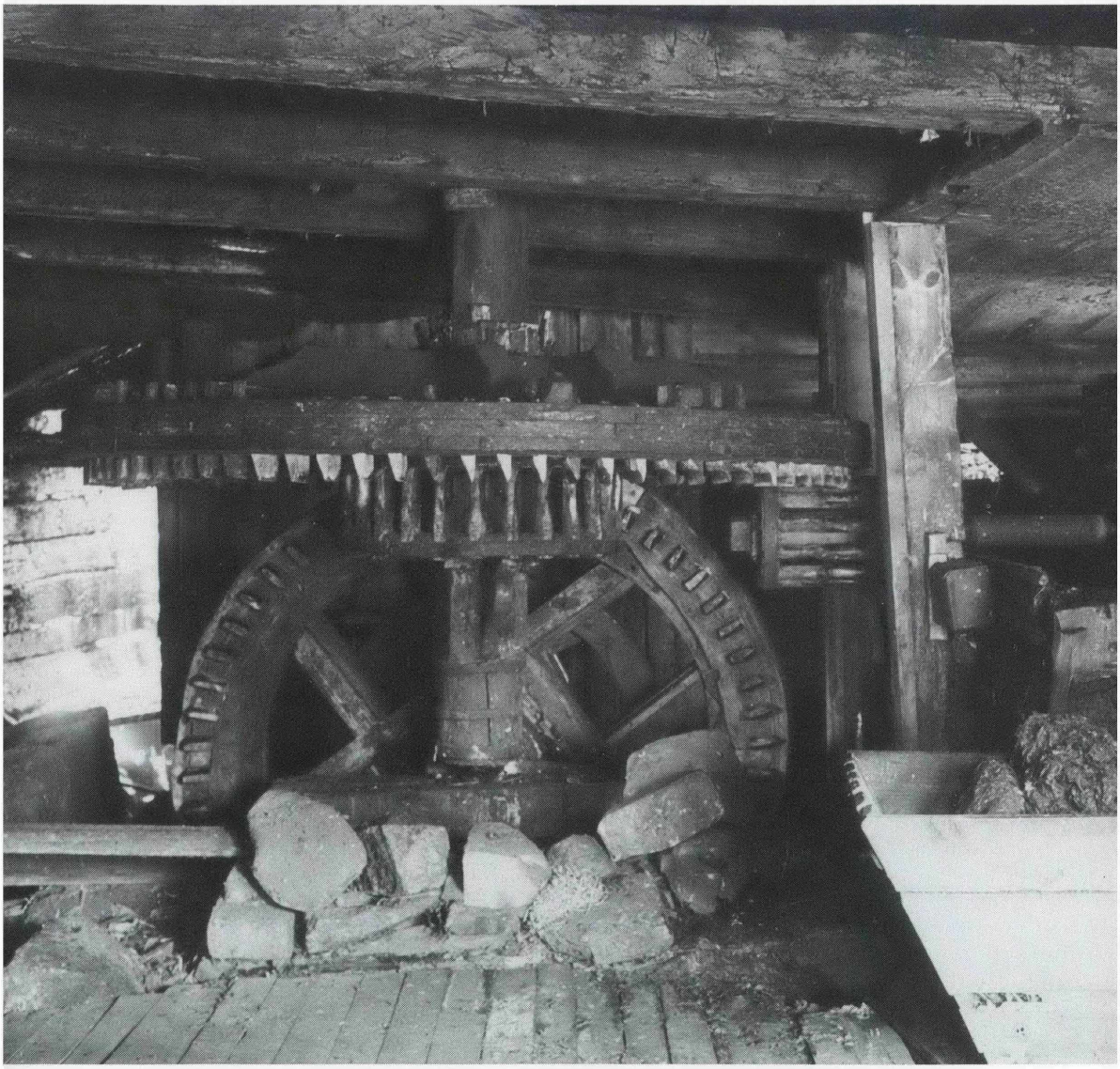
ASEA built up production facilities in Robertsfors and organized the marketing of the produced diamonds primarily in Sweden and in the USA. ASEA also started developing and producing diamond products. They pioneered in the development of a complete line of tools for drilling and sawing in concrete.

After looking into the properties of resin bonded grinding wheels a new invention was made which at least doubbled the efficiency of these wheels. Each separate diamond was first coated in a thin layer of nickel. These coated diamonds, NICODUR, were patented worldwide.

Production in Robertsfors, 1963–1965, is described and a recipe is given for a typical diamond synthesis. In 1965 ASEA merged its diamond operation with De Beers of South Africa, a company, which beside their natural diamonds, had also become engaged in synthetics. A new company, Scandiamant AB, jointly owned by ASEA and De Beers, was founded. A licence agreement was signed with GE involving all patents.

ASEA left Scandiament AB in 1975. The company, now wholly owned by De Beers, still operates at Robertsfors very successfully.

Teknikhistoria



Valshjulet i Ösjöfors handpappersbruk. Foto Torsten Althin 1926, TM.

Vägmätare, vattenmöllor och astronomiska instrument

Om kugghjulets äldsta historia

Av Örjan Wikander

Det är inte någon slump att Tekniska Museet till sitt emblem valt ett kugghjul – om än inte ett vanligt kugghjul utan ett spärrhjul för frammatning, hämtat från Christopher Polhems manufakturverk vid Stjärnsund. Kugghjulet betecknar sedan gammalt teknisk och industriell tillväxt: när hjulen snurrar, blomstrar ekonomien. "Kuggarna i maskineriet" är ett annat uttryck, som vill visa vad det är som håller verksamheten i gång. Än i dag bevarar kugghjulet sitt symbolvärde, och enbart en symbol är det heller inte. Vi stöter ständigt på kugghjul i vårt dagliga liv: när vi tittar på klockan (om än i konkurrens med modernare digitalteknik); när vi tar fram vår gamla vevförsedda gräddvisp; när vi stiger på vår cykel; när vi lägger in en växel i vår bil; osv.

Vad är det då som gör kugghjulet så viktigt? Det överför rörelse, men det gör mer än så. Det kan ändra rörelsens hastighet, och det kan ändra dess riktning. Vi talar normalt om kugghjul som om det vore ett entydigt begrepp, men de uppträder i själva verket i många olika varianter. Det finns hjul med radiellt utstående, triangulära kuggar, hjul med radiellt eller vinkelrätt utstående piggar, och stavdrev; ett kugghjul kan vidare kombineras med en evighetsskruv (snäckväxel), en kuggstång eller en kedja – för att nu bara nämna några av de vanligast förekommande varianterna.

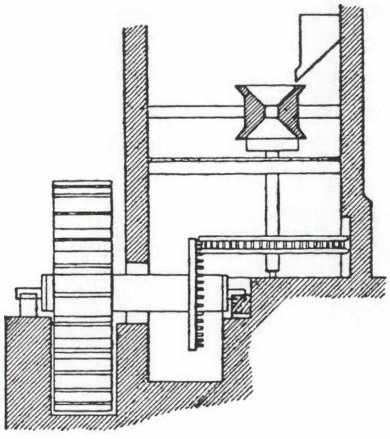
Länge har kugghjulets skrivna historia i realiteten börjat under högmedeltiden, där 1200- och 1300-talens urverk var utgångspunkt för den fortsatta utvecklingen. I och för sig har man hela tiden vetat att uppfinningen stammar från antiken, men kunskaperna om dess äldsta historia har varit näst intill obefintliga. Vi får en tydlig bild av problematiken genom att studera den bok som länge utgjorde ett ständigt citerat standardverk, Conrad Matschoss' *Geschichte des Zahnrades* (1940). Här behandlas den antika utvecklingen på mindre än tre sidor,[1] där vi i korthet får veta att Aristoteles (384–322 f Kr)

nämner kugghjul i sin skrift *Mekaniska problem*, att Archimedes (287–212 f Kr) kände både vanliga kugghjul och evighetsskruven, att Heron av Alexandria teoretiskt visat hur stora tyngder kan lyftas med hjälp av en snäckväxel, att Vitruvius kort före Kristi födelse beskrev dels en kugghjulsutväxlad vägmätare (hodometer) och dels en vattenmölla, samt att det i Athens Nationalmuseum förvaras resterna av en kugghjulsförsedd kalendermekanism av brons.

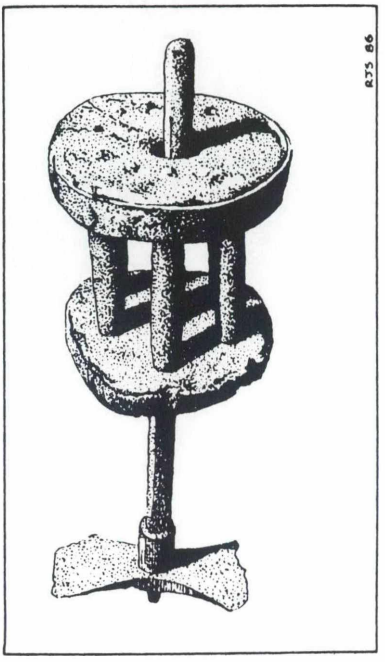
De punkter Matschoss tog upp var kända långt tidigare, men då Archimedes ansågs ha varit helt ointresserad av praktiska uppfinningar, Herons maskiner sågs som rena skrivbordskonstruktioner, och vattenmöllan påstods ha slagit genom först i tidig medeltid, kunde kugghjulet självfallet inte uppfattas som något väsentligare inslag i den antika civilisationen. Först de senaste decenniernas forskning har tillfört väsentlig ny information. Matschoss' punkter utgör än i dag kärnan i vår kunskap om antikens kugghjul,[2] men medan man tidigare knappast alls ägnat dem en kritisk analys, har de nu alla blivit föremål för detaljerade studier. Även om en syntes av resultaten mig veterligen fortfarande saknas,[3] har vi nu förutsättningar att åtminstone grovt skissera det antika kugghjulets historia, och den bild vi skymtar är inte bara mer detaljrik utan skiljer sig också på många punkter i grund från tidigare etablerade uppfattningar.

En av våra viktigaste antika textkällor är Vitruvius' beskrivning av den vattendrivna kvarnen (Fig 1):

"Enligt samma princip vrids också vattenmöllor, i vilka allt är detsamma, förutom att ett tandat hjul är fäst i ena änden av axeln. Men detta, som är placerat lodrätt på högkant, vrids tillsammans med vattenhjulet. Närmast detta är placerat ett större horisontellt hjul, också det tandat, av vilket det hålles fast. Genom att driva på tänderna på det horisontella hjulet tvingar således tänderna på det hjul som är fäst vid axeln kvarnstenarna att bedriva sin cirkelrörelse..."[4]



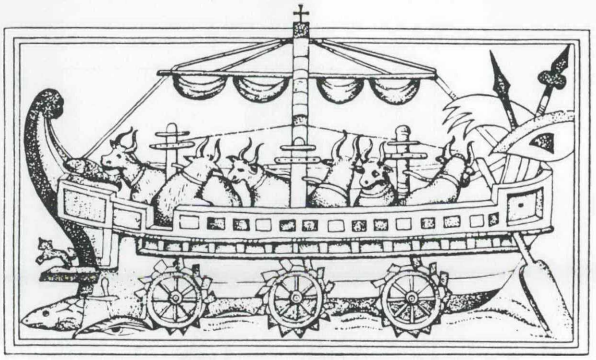
1. Rekonstruktion av Vitruvius' vattenmölla. Från Matschoss (not 1), fig 11.

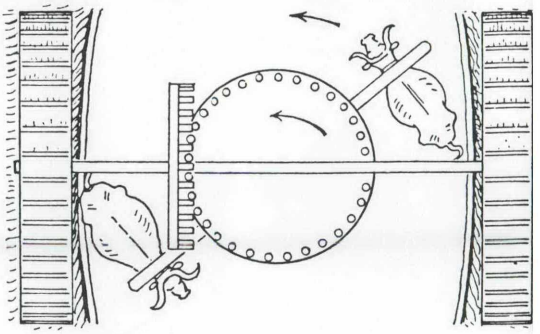


2. Kvarnjärn med stavdrev från Zugmantel. Från R J Spain, "The Roman water-mill in the Athenian Agora", *Hesperia* 56, 1987, s 341, fig 5.

Vi torde utan vidare kunna utgå ifrån att de stora kugghjul det här är fråga om varit gjorda av trä, så som de nästan undantagslöst varit i senare tiders vattenmöllor ända in i vårt eget århundrade. Det är sålunda knappast ägnat att förvåna att inga arkeologiska rester bevarats av det vertikala kugghjulet, men vi kan ändå uttala oss med relativ säkerhet om dess utseende. Kuggarna har i senare tid alltid placerats vinkelrätt mot själva hjulet, varigenom de utsatts för en avsevärt mindre påfrestning än om de suttit radiellt. Att samma förhållande gällde redan i antiken, bekräftas av två arkeologiskt undersökta vattenmöllor, där de vertikala kugghjulen råkat sitta snett och följaktligen lämnat tydliga spår i möllegravens tegelvägg.[5]

Det horisontella kugghjulet ersattes troligen ganska snart av ett stavdrev, och ett sådant – sammansatt av två cirkelformade träskivor och sex järntenar (Fig 2) – har faktiskt påträffats intakt i det romerska kastellet Zugmantel vid den germanska gränsen, nära Frankfurt am Main (100- eller tidigt 200-tal e Kr). Det härrör knappast från en vattenmölla, men väl från en hästdriven kvarn med samma form av utväxling – en kvarntyp som spelade en viktig roll i europeiska städer ännu i förra hälften av 1800-talet.[6] Hästmöllans genombrott, åtminstone sedan det andra århundradet e Kr,[7] visar på ett annat användningsområde för stora, vinkelställda träkugghjul. Ett ytterligare, åtminstone teoretiskt sådant, representeras av idén att bygga oxdrivna skovelfartyg, som framlades av en anonym författare i andra hälften



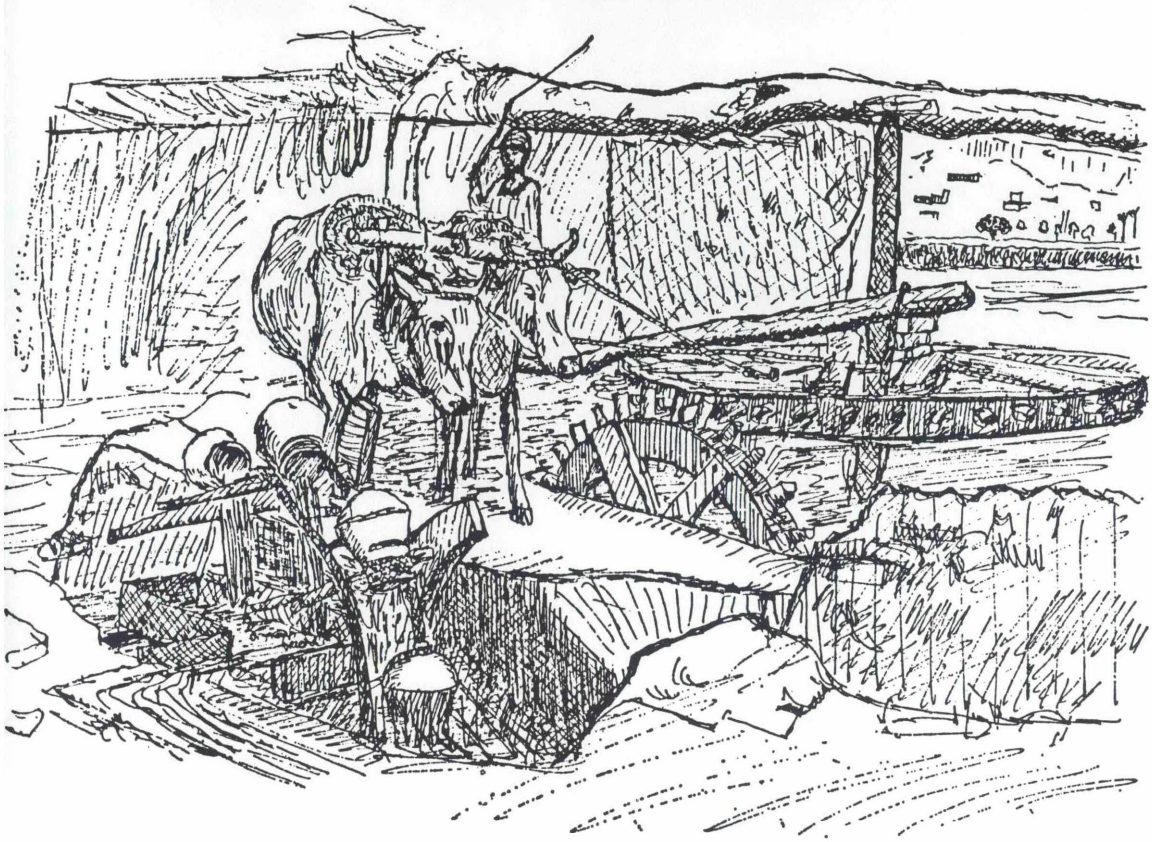


3–4. Anonymus Byzantinus' oxdrivna skovelfartyg, enligt handskriftsillustration (till vänster) och i rekonstruktion (till höger). Från *A History of technology*, Vol II, Oxford 1956, s 606, fig 549, respektive J G Landels, *Engineering in the ancient world*, London 1978, s 16, fig 1.

av 300-talet e Kr – även om den med all säkerhet aldrig kom till utförande (Fig 3–4).[8]

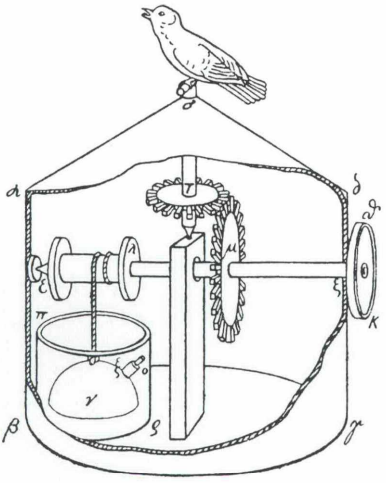
Vattenmöllan uppfanns sannolikt under det första århundradet f Kr,[9] men det är inte givet att dess kugghjulsväxel är av samma datum. En nära nog identisk konstruktion förekommer i ännu en antik maskin, som förefaller vara något äldre. Sāqiyan, som den brukar kallas med en arabisk term, är ett vattenuppfordringsverk bestående av en paternoster-kedja driven av oxar eller andra djur med hjälp av en rätvinklig kugghjulsväxel (Fig 5). Redan Matschoss misstänkte att sāqiyan hade antika anor men kunde inte dokumentera sitt antagande. Först år 1973 presenterade Thorkild Schiøler en ingående historisk studie av denna för senare tiders konstbevattning så viktiga maskin. Hans arbete har fortsatts av John P Oleson, och genom dessa båda forskares insatser är vi nu tämligen väl förtrogna med sāqiyans konstruktion, utveckling och spridning under antiken.[10] Uppfinningen stammar med all sannolikhet från det östra Medelhavs-området, men det äldsta exempel vi för ögonblicket känner har påträffats i Cosa i Italien och låter sig dateras till ca 100 f Kr.[11]

Vår mest rikhaltiga antika källa rörande apparater med kugghjul är den tidigare nämnde Heron av Alexandria, vars verksamhetstid numera kan säkert bestämmas till tiden kring 62 e Kr. Av honom har vi en rad skrifter med tekniskt innehåll bevarade, några på grekiska, andra endast i arabisk översättning. Den normerande utgåvan av hans verk publicerades kring sekelskiftet i fem band,[12] men trots den centrala plats de intar i vår kunskap om antik teknologi, har de varit föremål för förhållandevis få moderna studier. Ett avgörande steg framåt togs år 1963, då Aage G Drachmann publicerade en kritisk studie över en rad antika texter, fr a Heron. Drachmann kunde visa att vår uppfattning om Herons apparater i många avseenden byggt på felaktiga förutsättningar. Framför allt påvisade han att de renritningar

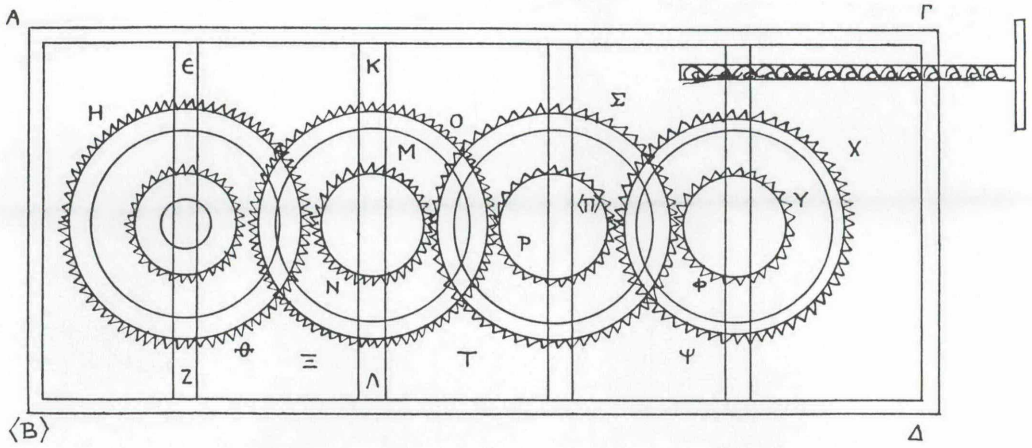


5. Sāqiya nära Konungarnas dal i Egypten. Från Schiøler (not 10), fig 67.

av de medeltida manuskriptens illustrationer, som publicerats i den normerande tyska upplagan och därifrån reproducerats i senare teknikhistorisk litteratur, långt ifrån alltid ger en rättvisande bild av originalen.



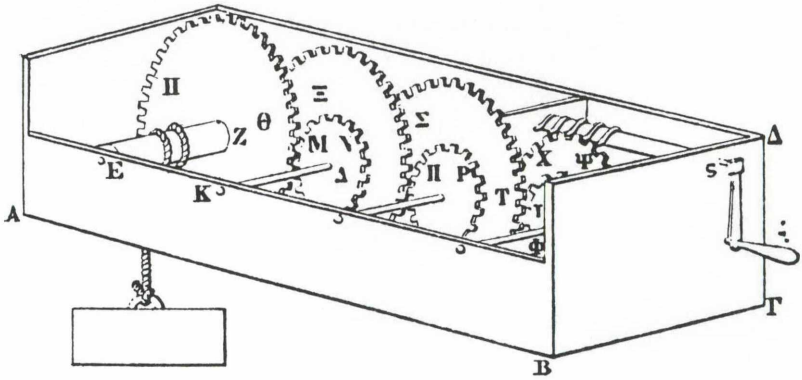
6. Den sjungande fågeln; ett automaton av Heron av Alexandria. När man vrider på ratten, snurrar fågeln och sjunger. Från Hero Alexandrinus (not 12), Vol I, s 301.



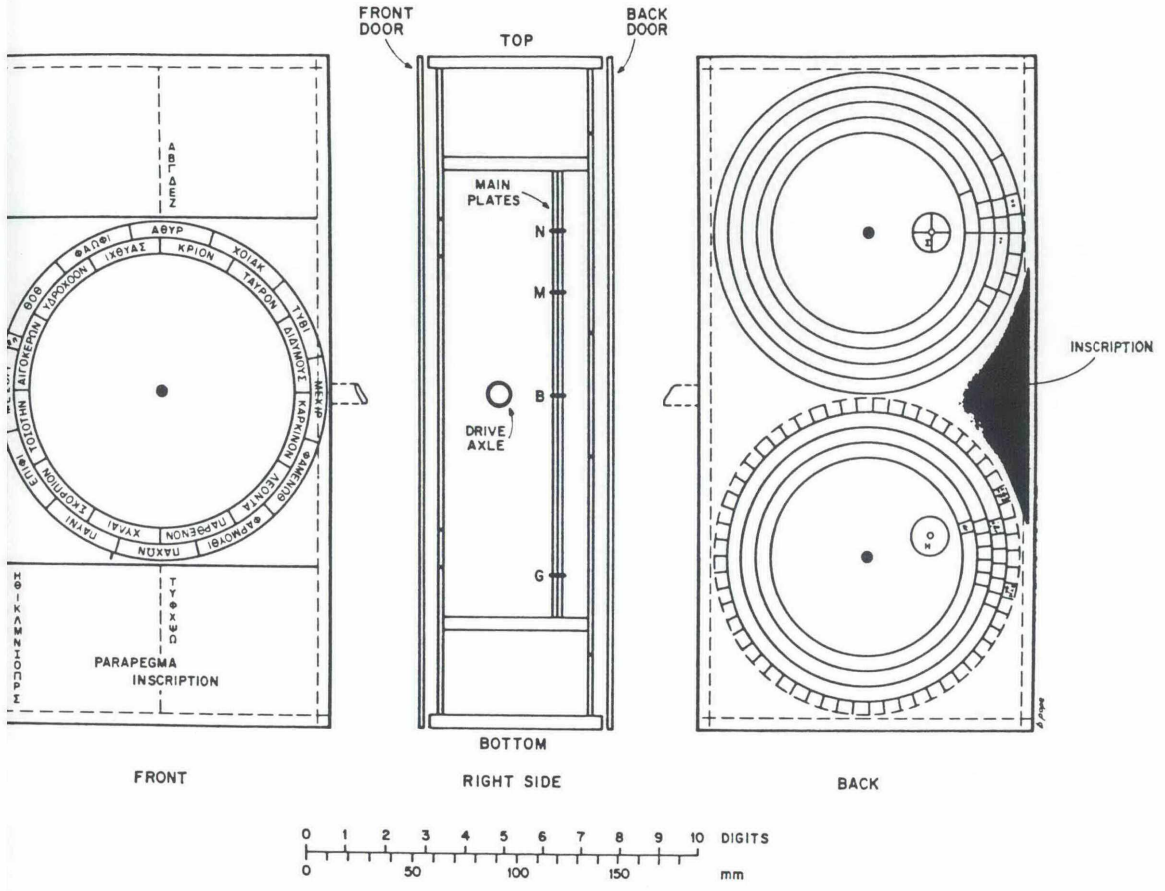
7. Herons *barulkos*; medeltida handskriftsillustration. Från Drachmann 1963, fig 6.

Heron ägnar påfallande stort intresse åt skruven, och de flesta av hans kugghjulsapparater innefattar en snäckväxel,[13] i allmänhet kombinerad med parallella kugghjul. Vi möter också parallella hjul ensamma, kugghjul i kombination med kuggstänger, och i ett fall rätvinkligt engagerade kugghjul (Fig 6).[14] 1800- och 1900-talens teknikhistoriker har framför allt intresserat sig för hans *barulkos*, en apparat som med hjälp av en snäckväxel och upprepade parallella kugghjulsväxlar skall kunna lyfta 2 000 talenter (ca 52 ton) med en kraft av bara fem (ca 130 kg) (Fig 7–8).[15]

Drachmann förklarar upprepade gånger att han inte tror att maskinen fungerat i verkligheten – antagligen med rätta. Problemet att lyfta stora tyngder med en begränsad kraftinsats löstes både enklare och effektivare med block och talja. Frågan har emellertid en vidare räckvidd. Man har tenderat att över huvud taget se Herons apparater



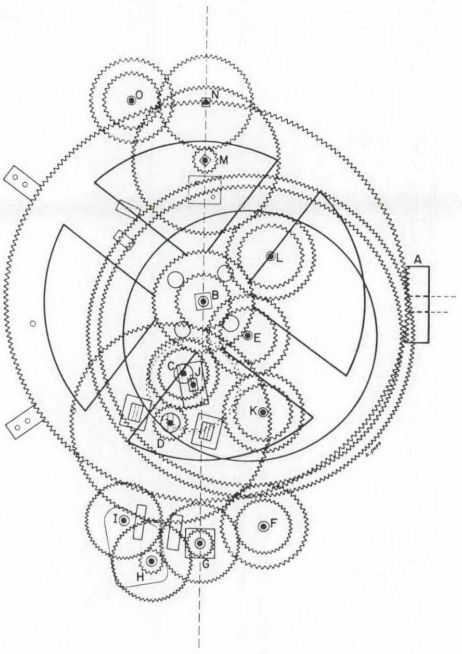
8. Herons *barulkos*; rekonstruktion av Schoene. Från Drachmann 1963, fig 63 e.



9. Rekonstruktion av Antikythera-mekanismens hölje. Från Price 1974, fig 7.

som leksaker eller rent teoretiska spekulationer, och som en följd av detta har hans beskrivningar av olika slags kugghjulsväxlar, liksom den tekniska och finmekaniska kompetens de förutsätter, aldrig tagits riktigt på allvar.

Redan år 1900, då resterna av den s k Antikythera-mekanismen påträffades i ett romerskt skeppsvrak söder om Peloponnesos, fick man åskådliga bevis på graden av detta kunnande. Antikythera-fyndet nämns sedan dess regelmässigt i teknikhistoriska översikter (t ex av Matschoss), men i realiteten kom inte heller det att påverka den etablerade inställningen, förrän det långt om länge fått sin definitiva vetenskapliga presentation år 1974.[16] Derek J de Solla Price började arbeta med de fyra oformliga bronsklumparna, som låg relativt obeaktade på Athens Nationalmuseum, redan i början av 1950-talet. Genom noggrant studium, med bl a röntgenundersökningar, kunde han presentera en tydning av instrumentet och dess detaljer, som på det hela taget torde komma att stå sig.[17]



10. Antikythera-mekanismen. Rekonstruktion av kugghjulssystemet. Från Price 1974, fig 29.

Instrumentet var inneslutet i en rektangulär låda av trä och metall, 30 cm lång, 15 cm bred och 7,5 cm hög (Fig 9). Det bestod av 31 parallella kugghjul av brons med mellan 15 och ca 225 kuggar var (Fig 10), med vars hjälp man kunde genomföra komplicerade astronomiska beräkningar. Resultaten avlästes på tre visartavlor på instrumentets fram- och baksida. Här kunde man jämföra solår med månår och synodiska månader, och därmed förutsäga sol- och månförmörkelser, avläsa olika stjärnbilders upp- och nedgång, osv. Price betonar att vi här inte, som ofta tidigare hävdats, har att göra med ett navigationsinstrument som tillhörde skeppets ordinarie utrustning. Det är ett instrument vars vetenskapliga och tekniska komplexitet – bl a omfattande en differentialväxel – vida överstiger det för sådana praktiska ändamål rimliga. Det är i stället ett dyrbart lyxföremål, snarast jämförbart med de grekiska bronsstatyer som skulle fraktas till Rom på samma skepp. Vraket kan dateras tämligen noga till tiden omkring 80 f Kr, en period då vi vet att medlemmar av den romerska överklassen visade intresse för tekniska uppvisningsstycken av detta slag.[18]

Price nöjer sig inte med att rekonstruera Antikythera-instrumentet; han sätter också in det i dess teknikhistoriska sammanhang. Astrolabia av enklare konstruktion var kända först inom det arabiska kulturområdet tusen år senare, men mekanismen från Antikythera hör utom varje tvivel hemma i den hellenistisk-grekiska världen. Slutsatsen kan bara bli en: våra kunskaper om antikens teknik är inte bara ofullständiga – de är i många avseenden över huvud taget icke existerande.

Antikythera-instrumentet är inte en tillfällig uppfinning fristående från den tekniska utvecklingen i övrigt. Dess konstruktion förutsätter en lång och omfattande utveckling av teoretisk såväl som praktisk finmekanisk art. Sambandet framåt i tiden har nyligen bekräftats genom upptäckten av ett byzantinskt astrolabium från ca 500 e Kr,[19] medan existensen av komplicerad kugghjulsapparatur redan före Antikythera-instrumentet har kunnat beläggas genom André W Sleeswyks studier kring Vitruvius' hodometer.

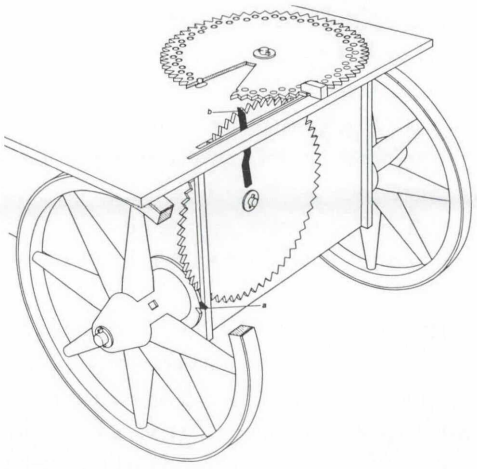
Antika vägmätare (för bruk både till lands och till havs) beskrivs även av Heron,[20] men Vitruvius' beskrivning är av större tekniskt intresse:

"Vår avhandling skall nu behandla en nyttig och högst genial uppfinning, förmedlad till oss av våra föregångare, som gör det möjligt för oss, när vi sitter i en vagn på vägen eller seglar på havet, att veta hur många mil av resan vi tillryggalagt. Det går till på följande sätt. Låt vagnens hjul ha en diameter av fyra fot, så att om ett hjul har ett märke på sig och börjar röra sig framåt från detta märke..., kommer det att ha passerat en sträcka av precis tolv och en halv fot, när det når det märke där det började snurra.

Låt sedan... ett tympanum [= massivt trähjul] med en enda tand stickande ut utanför omkretsen fästas ordentligt vid hjulnavets innersida. Låt sedan däröver ordentligt fästa en låda vid vagnskroppen, som innehåller ett roterande tympanum ställt på högkant och fäst vid en axel. På dettas yta sitter 400 tänder, placerade med jämna mellanrum och i kontakt med tanden på det undre tympanum. Det övre tympanum har dessutom en tand, som är fäst vid dess sida och som sticker ut längre än övriga tänder.

Sätt sedan däröver ett horisontellt tympanum, tandat på samma sätt och inneslutet i en annan låda, med tänder i kontakt med tanden på sidan av det andra typanum, och låt göra så många hål i detta [tredje] tympanum som ungefär... motsvarar det antal mil[21] som en vagn kan förflytta sig på en dagsresa. Låt placera en liten rund sten i vart och ett av dessa hål, låt göra ett hål i behållaren som innehåller detta tympanum och fäst därvid ett litet rör, genom vilket stenarna i tympanum, när de når denna punkt, kan falla en och en ned i ett bronskärl placerat undertill i vagnskroppen.

Således, då hjulet vid sin rörelse framåt för med sig det understa tympanum, och då tanden på detta vid varje varv slår emot tänderna på det övre tympanum och får det att röra sig, blir följden den att det övre tympanum rör sig ett varv för 400 varv på det understa och att tanden som fästs vid dess sida trycker fram en tand på det horisontella tympanum. Eftersom det övre tympanum sålunda kommer att snurra ett varv mot 400 för det nedersta, kommer sträckan man passerat att bli 5 000 fot eller en mil. Följaktligen kommer varje sten, som ger ett klingande ljud ifrån sig då den faller, att ge besked att vi förflyttat oss



11. Rekonstruktion av Vitruvius' hodometer. Från Sleeswyk 1981 (not 23), s 166.

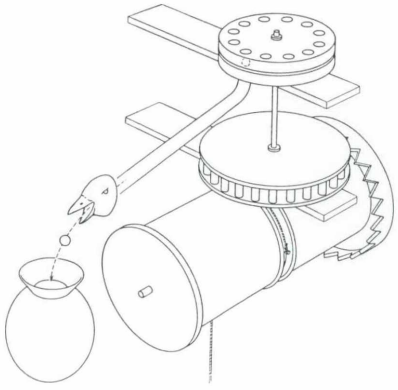
en mil. Antalet stenar som samlas ihop undertill och räknas kommer att visa hur många mil man tillryggalagt under dagens resa."[22]

Beskrivningen är detaljerad, men inte helt lättförståelig. Det förvånar knappast, att Lionardo da Vinci fascinerades av den och försökte återskapa Vitruvius' maskin vid ritbordet. Två väsentligen olika lösningar finns bevarade av hans hand, men båda avviker på avgörande punkter från förlagan, och senare Vitruvius-uttolkare har genomgående resignerat inför problemets olöslighet. Ännu Drachmann (1963) menade att det måste röra sig om en ren skrivbordskonstruktion.

Sleeswyk's lösning är helt baserad på Vitruvius' beskrivning.[23] I motsats till Lionardo avviker han inte från texten på någon punkt, även om han tillgriper mindre konventionella lösningar i fråga om vissa detaljer där Vitruvius inte lämnar någon information. Att konstruktionen faktiskt fungerar, har han visat med hjälp av en modell i skala 1:4. I den tecknade rekonstruktionen (Fig 11) har för tydlighets skull antalet kuggar på kugghjulen drastiskt reducerats, men principen förblir densamma. Den största svårigheten – att få hjulaxelns enda kugg att engagera det lodräta kugghjulet utan att vare sig slira eller fastna – löste Sleeswyk genom att dels göra ett litet urtag bakom den ensamma kuggen, dels låta hjulen mötas ca 30° under horisontalplanet.

Sleeswyks lösning förefaller övertygande, och den ger oss en ytterligare inblick i antikens finmekaniska kunnande. Men än mer intressant blir det, när han går vidare och frågar, vilka de "föregångare" var som Vitruvius nämner som förmedlare av kunskapen om vägmätaren – för även om vi av hävd brukat kalla maskinen "Vitruvius' hodometer", visar texten otvetydigt att vi har att göra med en äldre uppfinning.

I sitt resonemang utgår Sleeswyk från en detalj, obetydlig men



12. Rekonstruktion av Archimedes' vattenur. Från Sleeswyk 1981 (not 23), s 168.

kanske avslöjande. Det gäller systemet med efter hand nedfallande kulor, som inte sällan förekommer i den islamska världen, men som för antikens del är betygad endast i ett annat fall – ett vattenur som enligt ett arabiskt manuskript skall ha konstruerats av Archimedes (Fig 12). Vattnet i en behållare rinner långsamt ut, varvid en flottör sjunker och drar ned ett rep, vars övre del är uppvirat kring en trumma. I dennas ena ände sitter ett kugghjul med vinkelställda kuggar, som engagerar ett stavdrev, på vars lodräta axel också sitter en rund skiva med hål för kulor, liknande den på hodometern.[24]

Attributionen av vattenuret till Archimedes är långt ifrån säker, men Sleeswyk bygger under sin teori med ytterligare argument. Det kanske viktigaste gäller själva motivet för skapandet av hodometern. Vilket rimligt syfte kan man ha haft att förse en vagn med en så komplicerad (och säkert ytterst dyrbar) vägmätare,[25] när de romerska huvudvägarna normalt var försedda med milstenar på ett inbördes avstånd av endast en och en halv kilometer? Sleeswyk argumenterar övertygande för att sammanhanget i själva verket var det omvända: romarna behövde hodometern, när de började sätta ut milstenar på 250-talet f Kr. Vid det laget var Archimedes en man i 30-årsåldern, redan högt ansedd för sin vetenskapliga begåvning och verksam vid hovet hos tyrannen Hieron II av Syrakusa, en av Roms nära allierade i det första puniska kriget. Inget kunde vara naturligare för romarna än att vända sig till Hieron med bön om teoretisk hjälp med detta praktiska problem, ingenting naturligare för Hieron än att beordra Archimedes att bistå dem med en lösning.

Om Sleeswyks teori är riktig, och mycket talar för att så är fallet, skänker den oss inte bara en bättre förståelse av hodometerns konstruktion och bakgrund. Den skulle också ge oss anledning till en helt ny uppskattning av Archimedes som teknisk innovatör. I och för sig känner vi namnet på åtminstone en skrift av hans hand med tekniskt innehåll, liksom beskrivningar av hans verksamhet som konstruktör

av krigsmaskiner under romarnas belägring av Syrakusa 212 f Kr. Men hans tekniska skrifter har gått förlorade, och hans insatser under kriget har förringats med hänvisning till uppgiften att han "ansåg ingenjörskonsten och över huvud taget all verksamhet som syftade till dagliga behov lågsinnad och tarvlig".[26] I dag förknippas hans namn främst med matematiska och geometriska problem.

Ändå är Sleeswyks teser inte helt uppseendeväckande. Till Archimedes' äldsta bevarade skrifter hör "Cirkelns dimension", där han bestämmer pi till ett värde mellan $3\frac{10}{70}$ och $3\frac{10}{71}$[27] – ett studium som mycket väl skulle kunna sättas i samband med hans eventuella, ungefär samtidiga, arbete med hodometern, för vars funktion ett någorlunda korrekt värde för pi är av avgörande betydelse. Dessutom har flera viktiga innovationer med mer eller mindre direkt samband med kugghjulsmekanismer sedan gammalt förknippats med hans namn. Såsom mannen bakom "Archimedes' skruv"[28] är det knappast förvånande att han länge betraktats som upphovsman till evighetsskruven, men väl så viktiga slutsatser kan dras utifrån de skildringar som bevarats av hans planetarium. Den intressantaste lägger Cicero i munnen på L Furius Philus, konsul 136 f Kr och en av tidens ledande statsmän:

"Jag minns att C Sulpicius Gallus, som ni vet en ytterst lärd man, då ... han råkade vara hos M Marcellus som varit konsul tillsammans med honom, bad denne ta fram den [himmels-]glob som Marcellus' farfader fört hem efter erövringen av det rika och sköna Syracusae. Fastän jag till följd av Archimedes' berömmelse mycket ofta hört talas om denna glob, blev jag inte över måttan imponerad av dess utseende; ty den glob som samme Archimedes tillverkat och samme Marcellus låtit sätta upp i Virtus' tempel var vackrare och mera berömd. Men sedan Gallus mycket initierat börjat förklara dess funktion, insåg jag att den berömde siculen ägt större genialitet än vad som föreföll möjligt för en människa. Ty Gallus berättade, att den andra solida och massiva globen var en gammal uppfinning, som först tillverkats av Thales från Miletos...

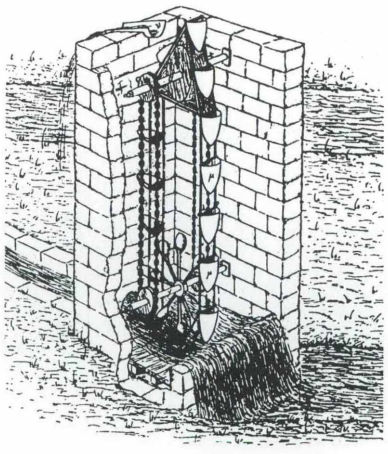
Men den här sortens glob, sade han, som visade solens och månens rörelser och de fem stjärnors som kallades irrande och liksom kringströvande [dvs planeterna], innehöll mer än vad som rymdes på den solida globen, och däri var Archimedes' uppfinning beundransvärd, att han tänkt ut hur en och samma vridning skulle kunna hålla samman föränderliga och olikartade rörelser med helt skilda hastigheter. Då Gallus satte denna glob i rörelse, inträffade det att månen följde efter solen med lika många vridningar på den där bronsmodellen som dagar på själva himmelen, varigenom också samma solförmörkelse inträffade på globen [som på himmelen], och månen kom till den gräns som jordens skugga utgjorde, just då solen från... [*lucka i texten*]"[29]

Varken denna beskrivning eller andra ger oss en helt klar bild av apparatens funktion, men det ligger närmast till hands att föreställa sig någonting liknande de tredimensionella solsystemsmodeller som för inte länge sedan förekom i våra skolor, där man genom att vrida på en vev fick en åskådlig förevisning av planeternas rörelse kring solen och månens kring jorden. Även om ingenting uttryckligen sägs om kugghjul i Archimedes' planetarium, måste vi utgå ifrån att det var sådana som förmedlade rörelsen till planetariets olika delar. Det är i och för sig sant att rörelse i antiken oftare tycks ha förmedlats med block och talja, släta hjul o dyl,[30] men man kan inte med dessa metoder uppnå den exakthet som är en grundförutsättning för planetariets funktion.

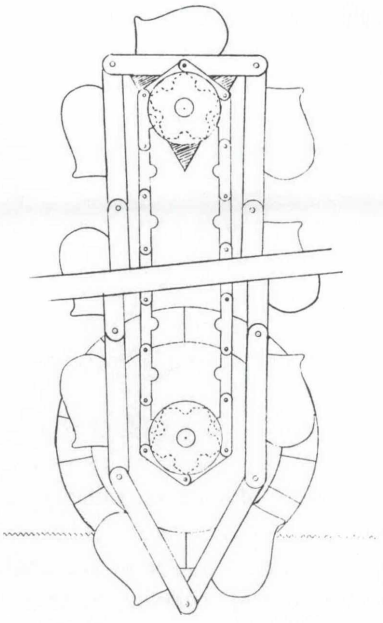
Archimedes' betydelse för kugghjulets tidigaste utveckling kan alltså knappast överskattas. Flera av dess viktigare varianter kan med större eller mindre sannolikhet föras tillbaka på honom. Men han var ändå inte den som först utnyttjade kugghjulets princip. Redan ett par decennier innan Archimedes inledde sin uppfinnarbana har vi att datera det äldsta någorlunda tillförlitliga omnämnandet av en kugghjulsmekanism: Ktesibios' vattenur, i vilket kombinationen kugghjul-kuggstång spelade en avgörande roll.[31]

I början av 1980-talet publicerade Vernard Foley och tre andra engelska forskare en studie rörande kugghjulets ursprung,[32] där de tar fasta på förhållandet att de äldsta exempel vi känner inte består av vanliga sammankopplade kugghjul utan av kugghjul och kuggstång (Ktesibios, ca 280 f Kr) respektive kugghjul och evighetsskruv (Archimedes, ca 260 f Kr). Med utgångspunkt från detta föreslår de att kombinationen kugghjul och kedja kanske också kan ha tillhört denna tidigaste utvecklingsfas.

Det är ett sedan länge erkänt faktum, att Carra de Vaux' i teknikhistorisk litteratur ofta reproducerade rekonstruktion av Philons av



13. Philons av Byzantion vatten-uppfordringsverk; rekonstruktion av Carra de Vaux. Från Foley *et al* (not 32), fig 1, t v.

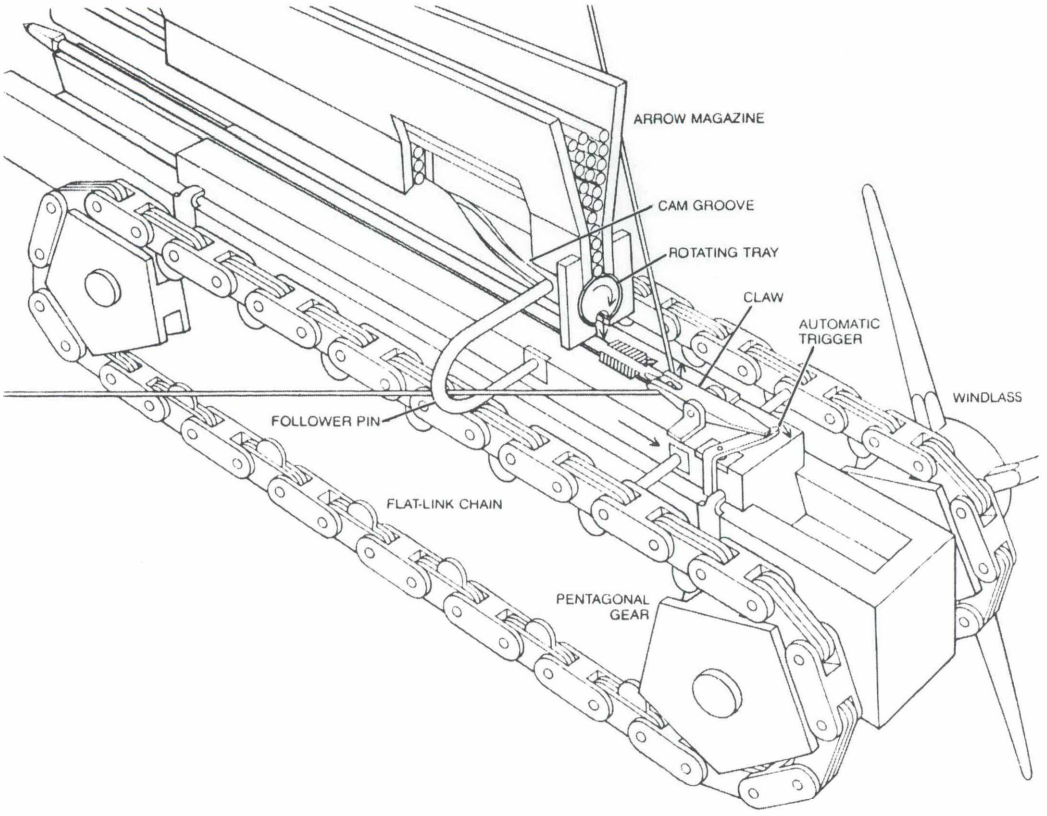


14. Philons av Byzantion vatten-uppfordringsverk; rekonstruktion av Foley *et al* (not 32), fig 1, t h.

Byzantion vattenuppfordringsverk, daterbart ca 220 f Kr (Fig 13), måste revideras. Foley och hans medförfattare påpekar speciellt att drivkedjan inte kan ha löpt på släta hjul utan snarare på femsidiga prismor med ett mindre urtag i varje sida för att undvika glapp (Fig 14). Samme Philon beskriver en repeter-katapult konstruerad, sannolikt ca 300 f Kr, av en viss Dionysios av Alexandria, med användning av kedja och pentagonala prismor (Fig 15). Om det femsidiga prismat förses med urtag på varje sida för att gripa säkrare tag i kedjan, är steget inte långt till ett verkligt kugghjul.

Teorien är bestickande och bör åtminstone kunna bidra till att förklara kugghjulets ursprung. Huruvida alla dess varianter sedan är att föra tillbaka på en och samma uppfinning, är en annan fråga. Det femsidiga prismat leder naturligt över till hjul med triangelformade kuggar, medan de med utstående piggar mycket väl skulle kunna ha ett annat, ungefär samtida men självständigt, ursprung. För ögonblicket skulle våra kunskaper om kugghjulets äldsta historia kunna sammanfattas som följer:

Ca 300 f Kr började man förmedla rörelse med hjälp av ett femsidigt prisma kombinerat med en över detta löpande kedja (Dionysios); efter hand effektiviserades kopplingen genom att prismats sidor försågs med urtag. Ca 280 kombinerades en kuggstång med ett tandat hjul (Ktesibios). Ca 260 möter vi snäckväxeln och på 250-talet vanliga kugghjul som engagerar varann såväl parallellt som rätvinkligt (Archimedes).



15. Rekonstruktion av Dionysios' av Alexandria repeter-katapult. Från Foley *et al* (not 32), fig 4.

Efter mindre än ett halvt århundrade, kanske redan på ett par decennier, hade man alltså avancerat från ingenting till en hel repertoar av kugghjulsväxlar. Utvecklingen var intensiv och av allt att döma främst baserad på rent teoretiskt tänkande, bland vetenskapsmän i Alexandria och Syrakusa. Hur långt utanför deras kretsar nyheten hunnit spridas kring mitten av 200-talet, kan vi inte säga någonting säkert om. Däremot kompliceras bilden av ett förvirrande faktum: ca 230 f Kr är kugghjul belagda i en helt annan del av världen, i Kina.[33] Denna relativa samtidighet skulle naturligtvis kunna skyllas på slumpen, om det vore så att kugghjulets spridning varit ett isolerat fenomen; men detta är alltså inte fallet. En rad grundläggande innovationer från de sista århundradena f Kr låter sig beläggas ungefär samtidigt i Kina och i Medelhavs-världen; förutom kugghjulet gäller detta t ex vridkvarnen och vattenkraften. Att uppfinningar på något sätt kunnat snabbt förmedlas från ena änden av den Eurasiska kontinenten till den andra, kan knappast betvivlas,[34] men hur detta har gått till

saknar vi fortfarande möjlighet att bedöma. Däremot kan man med fog ställa frågan: är det rimligt att tänka sig att kunskapen om kugghjulet nått Kina (eller möjligen hämtats därifrån – tidsskillnaden är för liten för att vara helt avgörande) utan att den samtidigt fått en vidare spridning i länderna kring Medelhavet?

Det måste dock betonas, att intet av de användningsområden vi hittills känner för kugghjulet under 200-talet f Kr är av det slag som kan tänkas ha spritts utanför en mycket liten, exklusiv krets av vetenskapsmän och aristokratisk överklass. En förändring i detta avseende kommer först med sāqiyan och vattenmöllan under de båda sista århundradena f Kr. Sambandet mellan dessa maskiners kraftiga träkugghjul och den äldre finmekaniken är inte uppenbart, men vi måste rimligen postulera att det finns. En självständig uppfinning, utan bakgrund i den tidigare utvecklingen, förefaller mindre sannolik, även om den för ögonblicket inte kan helt uteslutas.

Rätvinkligt engagerade kugghjul mötte oss redan hos Archimedes, men hur har då denna exklusiva, strikt vetenskapliga kunskap kommit att appliceras på så uppenbart praktiskt inriktade maskiner som sāqiyan och vattenmöllan? Knappast genom en hellenistisk vetenskapsmans insatser, utan snarare – så som jag skisserat i en tidigare artikel i Daedalus – genom förmedling av en ingenjör eller tekniker "med tillräckliga teoretiska kunskaper för att förstå vetenskapsmännens resonemang, med tillräckliga kunskaper om det praktiska livet för att förstå dess behov, och med tillräcklig kreativ begåvning för att koppla samman dessa båda sfärer".[35] Sådana begåvningar möter vi före 1800-talets mitt framför allt inom krigsmakten, som redan i antiken hade behov av kvalificerade ingenjörsförband för att bygga befästningar och broar och lösa andra uppgifter av strategisk eller försörjningsmässig natur. Till de problem en hellenistisk ingenjör kan ha ställts inför hör – inte minst i Egyptens och Sydvästasiens ökentrakter – upphissandet av tillräckliga mängder färskvatten ur djupa brunnar, en uppgift som mycket väl kan ha varit den för sāqiyan ursprungliga, innan den övergick till att främst bli ett medel för konstbevattning.[36]

I fortsättningen delar sig kugghjulets historia i två: å ena sidan den finmekaniska, som från Antikythera-mekanismen löper via byzantinska och arabiska astrolabia till högmedeltidens klockverk, och å den andra det grova kvarnhantverket, som skulle förändras föga under kommande århundraden. Dessa båda utvecklingslinjer förenades på nytt i den begynnande industrialismen, där de utgjorde "kuggarna i maskineriet" tills andra metoder för kraftöverföring kunde ta över.

* Denna artikel är en vidareutveckling av ett föredrag avhållet vid sammankomster med Föreningen Svenska Atheninstitutets Vänner i Malmö och Göteborg 5/5 1988 respektive 20/3 1989. Översättningarna av de klassiska texterna är mina egna. Oftare citerade verk förkortas enligt följande:

Drachmann 1963 = A G Drachmann, *The mechanical technology of Greek and Roman antiquity: A study of the literary sources,* Copenhagen 1963.
Oleson 1984 = J P Oleson, *Greek and Roman water-lifting devices: The history of a technology* (Phoenix, Suppl vol 16), Toronto 1984.
Price 1974 = D J de Solla Price, *Gears from the Greeks. The Antikythera mechanism – A calendar computer from ca 80 B C* (Transactions of the American Philosophical Society, n s 64:7), Philadelphia 1974.

Noter

1. C Matschoss, *Geschichte des Zahnrades.* Nebst Bemerkungen zur Entwicklung der Verzahnung von K Kutzbach, Berlin 1940, s 6 och 8–9.
2. Med undantag för Aristoteles-texten, som dels inte är författad av Aristoteles själv utan av en okänd lärjunge (ca 280 f Kr), dels med största sannolikhet inte alls handlar om kugghjul. Se Drachmann 1963, s 13–14 och 201.
3. Drachmanns sammanfattning (1963, s 200–203) innebar ett stort steg framåt jämfört med Matschoss, men är också den i dag föråldrad på många punkter. Jfr även Price 1974, s 53–60.
4. Vitruvius, *De architectura* X 5,2.
5. A W Parsons, "A Roman water-mill in the Athenian Agora", *Hesperia* 5, 1936, s 83, med not 3, fig 10; Th Schiøler & Ö Wikander, "A Roman water-mill in the Baths of Caracalla", *Opuscula Romana* 14, 1983, s 53–54, fig 7 och 10.
6. H Jacobi, "Römische Getreidemühlen", *Saalburg Jahrbuch* 3, 1912, s 89–90, fig 44, Taf XVII; L A Moritz, *Grain-mills and flour in Classical Antiquity*, Oxford 1958, s 125, Pl 14c.
7. Ö Wikander, *Exploitation of water-power or technological stagnation? A reappraisal of the productive forces in the Roman Empire* (Studier utgivna av Kungl Humanistiska Vetenskapssamfundet i Lund, 1983–1984:3), Lund 1984, s 35–36.
8. Anonymus Byzantinus, *De rebus bellicis* 17. För närmare detaljer, se *A Roman reformer and inventor, being a new text of the treatise De rebus bellicis.* With a translation and introduction by E A Thompson, Oxford 1952, s 50–54, 81 och 119–120.
9. De äldsta skriftliga beläggen för vattenmöllan härrör alla från augusteisk tid; inget kan med säkerhet dateras tidigare än det sista decenniet före Kristi födelse. Uppfinningens tillkomst kan alltså mycket väl ligga så sent som 50/20 f Kr. Se Ö Wikander, *Vattenmöllor och möllare i det romerska riket*, Lund 1980, s 98–102. De äldsta arkeologiska fynden stammar från det andra århundradet e Kr.
10. Th Schiøler, *Roman and Islamic water-lifting wheels*, Odense 1973, passim; Oleson 1984, i synnerhet s 370–385.
11. Oleson 1984, s 201–204 (Cosa 2), 371 och 378.
12. Heronis Alexandrini *Opera quae supersunt omnia*, Vol I–V, Leipzig 1899–1914 (med tysk översättning).
13. Drachmann 1963, s 22–24, fig 5 (*Mechanika* I 1); s 24–26, fig 6 (*Dioptra* 37); s 43–46, fig 11–12 (*Mechanika* I 19); s 59–61, fig 18a–b (*Mechanika* II 6); s 76–79, fig 28a–d (*Mechanika* II 18); s 89–91, fig 32 (*Mechanika* II 29); s 159–165, fig 62a–b (*Dioptra* 34); s 165–170, fig 63a, e–f (*Dioptra* 38); s 197–198 (*Dioptra*).
14. Parallella: *Mechanika* II 21–22 (Drachmann 1963, s 82–86, fig 29a–c); kuggstång: *Mechanika* I 15 (Drachmann 1963, s 33–37, fig 8a–d), *Pneumatika* I 34, II 36; rätvinkliga: *Pneumatika* II 32.
15. Heron, *Mechanika* I 1, *Dioptra* 37; Pappos, p 1 060. Se Drachmann 1963, s 22–32.
16. Price 1974. En sammanfattning av Price's resultat lämnas av G Pipping, "Redan de gamla grekerna... Antikytherafyndet i teknikhistoriens ljus", *Polhem* 4, 1986, s 202–213.
17. På vissa punkter korrigeras Price av A G Bromley, "Notes on the Antikythera mechanism", *Centaurus* 29, 1986, s 5–27.
18. Jfr Ciceros entusiastiska beskrivning av det planetarium som just vid samma tid konstruerats av hans lärare Poseidonios på Rhodos: *De natura deorum* II 34,88.
19. J V Field & M T Wright, "Gears from the Byzantines: A portable sundial with calendrical gearing", *Annals of Science* 42, 1985, s 87–138, idem, *Early gearing. Geared mechanisms in the ancient and mediaeval world*, Science Museum, London 1985.

20. Heron, *Dioptra* 34 och 38. Jfr ovan not 13.
21. En romersk mil är 1 480 m.
22. Vitruvius, *De architectura* X 9, 1–4.
23. A W Sleeswyk, "Vitruvius' waywiser", *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 39, 1979, s 11–22 (fransk översättning i *Pour la science* [Paris] 1981, no 50, s 13–21). I mera populär form presenterar Sleeswyk sina rön i "Vitruvius' odometer", *Scientific American* 245, 1981, no 4, s 158–171.
24. D R Hill, *On the construction of water-clocks*, London 1976.
25. Därtill också väl stor och klumpig att placera på en vagn avsedd för andra ändamål. Detta är ett av Drachmanns argument mot hodometerns verklighetsunderlag (1963, s 158–159, med fig 61).
26. Plutarchos, *Marcellus* 17,4. Plutarchos levde emellertid mer än 300 år efter Archimedes, och det har påpekats att han här kanske gör sig till tolk för sin egen inställning snarare än för Archimedes'.
27. W R Knorr, "Archimedes and the elements: Proposal for a revised chronological ordering of the Archimedean corpus", *Archive for History of Exact Sciences* 19, 1978, s 211–290.
28. De tvivel som framförts rörande hans upphovsmannaskap tillbakavisas av A G Drachmann, "The screw of Archimedes", *Actes du VIIIe Congrès International d'Histoire des Sciences*, 9), Paris 1958, s 940–943.
29. Cicero, *De re publica* I 14, 21–22. Övriga antika texter återges (i engelsk översättning) och kommenteras av Price 1974, s 57.
30. Jfr ovan not 2 rörande Pseudo-Aristoteles' *Mekaniska problem* 1. Anmärkningsvärt är att Herons hela "automatiska teater" fungerade på detta sätt, utan kugghjul: Heronis Alexandrini *Opera quae supersunt omnia*, Vol I, Leipzig 1899, s 334–453.
31. Vitruvius, *De architectura* IX 8,5.
32. V Foley, W Soedel, J Turner & B Wilhoite, "The origin of gearing", *History of Technology 7*, 1982, s 101–129.
33. J Needham, *Science and civilisation in China.* Vol IV:2, *Mechanical engineering*, Cambridge 1965, s 85–89.
34. Beträffande problematiken i stort, se J Needham, *Science and civilisation in China.* Vol I, *Introductory orientations*, Cambridge 1954, s 150–248.
35. Ö Wikander, "Vetenskapsmän och ingenjörer. Om kunskapsspridande i den antika världen", *Daedalus* 1986, s 16–27.
36. Det är härvid inte utan intresse att konstatera, att vårt äldsta skriftliga belägg för sāqiyan beskriver hur den egyptiska armén hissade upp havsvatten i samband med striderna mot Caesar år 48 f Kr (Hirtius, *De bello Alexandrino* 6,1). Jfr Oleson 1984, s 54–55 och 371.

Odometers, water-mills and astronomic instruments. On the earliest history of gearing

Summary

The development of ancient gearing has recently been the subject of intense study. New facts have been added, and the general picture emerging diverges considerably from earlier views.

As early as about 300 BC, movement was transmitted by the use of pentagonal prisms and chains (the repeating catapult of Dionysios of Alexandria); ca 280 a rack was combined with a toothed wheel (the waterclock of Ktesibios). Ca 260 we find evidence of the worm gear and shortly afterwards of ordinary cog-wheels engaging in parallel or at right angles (the odometer and planetarium of Archimedes).

The advance from nothing to a large repertoir of gears was, thus, achieved in less than half a century. How far this knowledge had spread beyond strictly scientific circles, we cannot say. The picture is complicated by a disturbing fact: ca 230 BC, cog-wheels are in evidence in another part of the

world, China. A number of important innovations from the last centuries BC appear almost contemporaneously in China and in the Mediterranean world; besides the cogged wheel, this is true, for instance, of water-power and the rotary quern. How ever it was achieved, new inventions obviously spread rather quickly from one end of the Eurasian continent to the other.

In the third century BC, we know of no application of the cog-wheel that is likely to have been used outside a small circle of scientists and the aristocratic upper class. These conditions did not change until the introduction of the sāqiya and water-mill during the last two centuries BC. The connection between the heavy wooden gearing of those machines and the earlier "mathematical" gearing is not obvious, but we must reasonably postulate its existence: a separate invention, with no background in earlier developments, is even less probable.

Right-angle gears were already known to Archimedes. The transfer of this strictly scientific piece of knowledge to heavy machinery was hardly the work of Hellenistic scientists, but rather of engineers with education enough to understand scientific writings, with enough knowledge of practical life to understand its needs, and with enough creative gifts to connect those fields. Before the middle of the nineteenth century, such persons were mostly to be found in the army. One problem which a Hellenistic military engineer may have encountered – not least in the desert areas of Egypt and south-west Asia – was the lifting of great amounts of drinking water from deep wells, a purpose that may well be the original one of the sāqiya rather than irrigation which was later to dominate completely.

Den första svensk-byggda bilen

Av Gert Ekström och Curt Borgenstam

Målaren som blir konstruktör

Målarmästare Jöns Cederholm föddes 1855. Jöns arbetade som dekoratör och kyrkomålare vid restaurering av tak, tavlor och andra dekorationer, titeln till trots. Brodern Anders Cederholm var utbildad smed, även han flyttade senare till Ystad. Det råder ingen tvekan om att Jöns var den som kom på tanken att bygga en "ångvelosiped". Att brodern Anders deltog i arbetet kan vi se i Jöns dagbok.* Hur mycket han var med vid konstruerandet är idag obekant. Vagnmakare Anders Eliasson tillskrivs ibland äran av ett omfattande arbete. I en intervju 1933 berättar han att arbetet inskränkte sig till allt träarbete, gjutmodeller samt trähjulen till den andra bilen.

Två bilar

I dagboken kan vi läsa att den första bilen provkördes 1892. Eftersom den inte fungerade så bra togs delar från den första till den förbättrade andra. Den var färdig någon gång mellan 1893–1895.

Jöns Cederholm hade troligen blivit intresserad av att bygga en bil genom det som skrevs i samtida svenska tidningar. 1886 byggdes de första användbara bilarna i Tyskland av Gottlieb Daimler och Karl Benz. I flera länder byggdes tidigare ångdrivna bilar, bussar, lastbilar som får betraktas som föregångare till dagens förbränningsmotordrivna bilar.

Tekniskt intresse

Jöns Cederholm gjorde under 1890-talet ett par studieresor i Europa. Där kom han i kontakt med "systemet lättare än luft" – varmluftsballonger och luftskepp. För fullständighetens skull har vi med några dagboksanteckningar om luftskepp. Det är intressant att läsa hans, för Sverige, långtgående tankar om hur "snart hvarje människa... lägga sig till med ett enmansluftskepp".

* Målarmästare Jöns Cederholm i Ystad förde dagbok under sitt långa liv, i stort sett hela tiden. En släkting, Birgit Dalhamn, har låtit oss ta del av hans anteckningar. För de tekniska kommentarerna svarar marindirektör Curt Borgenstam.



1. Målarmästare Jöns Cederholm 1855–1925. Från Berit Dalhamn.

Dagboken

1890 den 8 October

En önskan att komma fort fram i verlden, eller ännu bättre att kunna flyga högt upp i luften, är väl ett efterlängtat mål som mången dödlig sträfvat efter, och som mången mekaniker offrat hela sitt lifs krafter på. Äfven jag har under årens lopp umgåts med den tanken, att medelst ångkraft drifva en fyrhjulig velosiped. Då nu min bror Anders numera har slagit sig ned i Ystad som egen mästare att drifva smedyrket, har jag tänkt mig att med hans hjälp kunna realisera mina tankar på den sjelfgående velosipeden. Jag har uppgjort fullständiga ritningar till ångvelosipeden i såväl detalj som i sin sammansatta helhet. Huvudprinciperna med själva maskinen, är, att det ej skall finnas någon direktånga fram utan ångan skall tillverkas i ett rörsystem, och i mån efter som den förbrukas. En eller flera starka benzinlågor upphetta en del kopparrör lindade i spiral (?) och äro upprättstående och bilda således en stående spiralcylinder. Inuti denna cylinder brinner benzinlågorna. Vattnet pumpas in i dessa rör i mycket små portioner, och ångan utvecklas. Pumpen är afvägd så pass att den insprutar just så mycket vatten som åtgår till ångförbrukningen. Skulle det bildas öfvertryck regleras detta på pumpen så den tager mindre vatten, samt om maskinen behöfver stanna eller sakta fart, rusar det öfverflödiga vattnet i rörsystemet ut genom en säkerhetsventil till vattenbehållaren. Återigen om maskinen behöfver forcera reglerar maskinen automatiskt pumpen så att denne återigen sprutar in mera vatten. Då ångan inträder i cylindern och skall utföra sitt arbete har den passerat det sista röret i spiralcylindern. Detta sista rör är glödande (eller åtminstone brunvärmt). Ångan har nu blifvit öfverhettad, och mycket utvidgad. Den är således till ytterlighet spenstlig. Maskinen skall hafva blott en arbetscylinder samt arbeta med sväng-

hjul, och stor hastighet. Wagnens hastighet skall regleras med tre olika utvexlingar, allt skall göras klart, och så lätt som möjligt. Ekrarna i vagnens hjul skall göras af ståltråd i likhet med en vanlig velosiped. Dock utan gummiringar. Den förbrukade ångan skall passera ett större rörsystem af zinkblock anbrakt under vagnens botten, och sålmedelst afkylas till vatten för att på nytt kunna brukas i maskinen.

CR Nybergs primuskök gav idén?

Benzinlågan åstadkommer på så sätt att benzinen förs i ett böjdt rör, hvilket först blifvit upphettat med spritlåga. Ett vist lufttryck är i benzinbehållaren som tvingar benzinen att stiga upp i det på förhand upphettade krökta röret, där nu benzingasen bildas, och sedan sprutar den ut genom ett hårfint hål, och antändes och brinner med en fräsande blåhvit låga mitt under det krökta röret, som således af sig sjelf jemt hålles upphettad. Ju starkare man vill hafva lågan desto flera sådana krökta rör använder man, hvilka alla stå medelst mindre rör i förbindelse med en gemensam behållare. Hvarje rör eller enskild låga kan medelst en kran afstängas hvarför sig. En mycket stark värme kan erhållas då alla de enskilda lågorna äro tillkopplande, och förenade till en enda härd. Jag har mycket tänkt på att ångbildningen skulle sjelf

2. Första "bilen" fotograferad i Ystad med sonen Ivar Cederholm i sätet. Från Birgit Dalhamn.



kunna automatiskt afstänga eller tända åtminstone en del af de enskilda lågorna. Därigenom skulle en vesentlig del av tillsynen öfver eldningen kunna inbesparas. Wagnen skall hafva plats för fyra personer att åka. Wagnens stomme, eller såkallad korg, skall göras af trä. Maskinen skall öfverföra sin kraft medelst en blockkedja på den bakre hjulaxeln, och kunna hjulen oberoende af hvarandra, hvar för sig, under vagnens gång medelst ett spärr från eller tillkopplas den rörliga axeln.

Wagnen kan styras medelst en häfarm bekvämt placerad för en af de åkande. Häfarmen står i förbindelsse med främsta hjulparet.

1890 Den 20 December

Arbetet på ångvelisopeden skrider efter förhållandet ganska raskt framåt. Ju mera man kommer in i arbetet desto mera nöje, och intresse har man af det. Men ett är dock säkert, det blir icke så billigt.

1891 Den 1 Juni

För att bättre kunna forsera arbetet med min ångvelosiped har jag i dagarna inköpt en jernsvarf (till att hyra af bror Anders). Svarfven kostade i ett för allt Kr 457.25. Som jag hoppas kommer nog det vanliga smedarbetet att gå bra för Anders i Ystad. Och då blir det således en lätt sak för Anders att framledes medelst små afbetalningar bli ägare till svarfven i fråga.

Provkörning

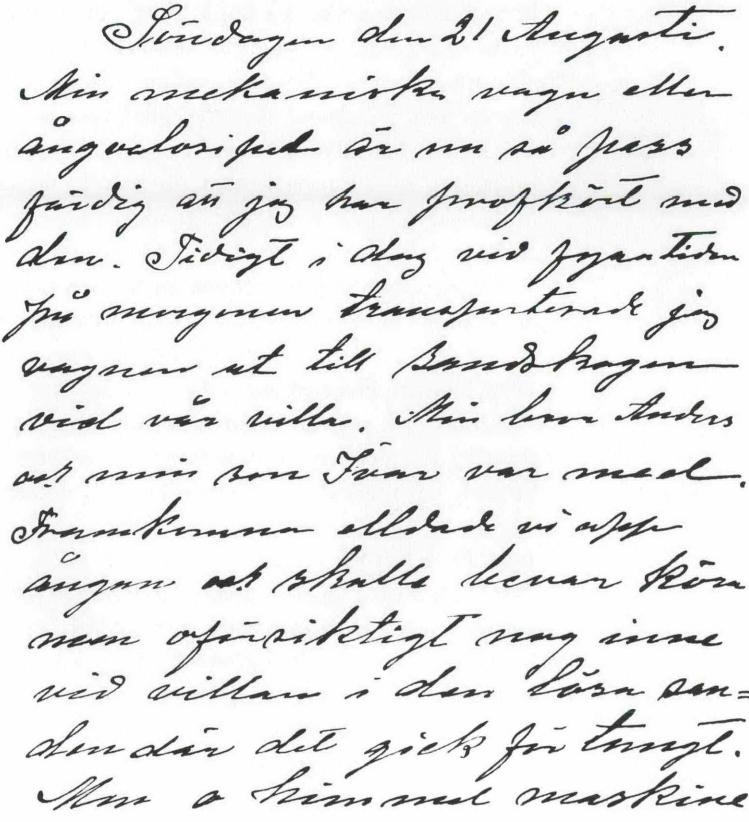
1892 Söndag den 21 Augusti

Min mekaniska vagn eller ångvelosiped är nu så pass färdig att jag har profkört med den. Tidigt i dag vid fyratiden på morgonen transporterade jag vagnen ut till Sandskogen vid vår villa. Min bror Anders och min son Ivar var med. Framkomna eldade vi upp ångan och skulle köra men oförsiktigt nog, inne vid villan i den lösa sanden, där det gick för tungt. Men, o himmel, maskineriet befanns vara för klent byggdt. En axel krökte sig och tänderna å ena drefvet sprang i sönder. Glädjen denna dag är ej stor, mens missräkningarna äro desto större. Då jag nu ser hvilka summor jag offrat som läropengar, på mitt experiment. Men modet kan jag icke – eller får icke låta falla. Emellertid felen har jag nu sett, och de skola ofördröjligen rättas.

Andra bilen

1896, Söndagen den 22 Mars

I dag profkörde jag min mekaniska vagn, för andra gången. Numera i en förbättrad form. Men äfven denna gång tjenstgjorde den inte till min belåtenhet. Jag hoppas dock på bättre. Det är i hufvudsak styrinrättningen som tarfvar en förbättrad konstruktion för att bli lydig.



3. En sida ur dagboken från 1892.

1897 Den 21 Januari

I går var jag resande i Klagestorp hos bror Anders med något arbete till min ångvelosiped.

1901 Den 31 Januari

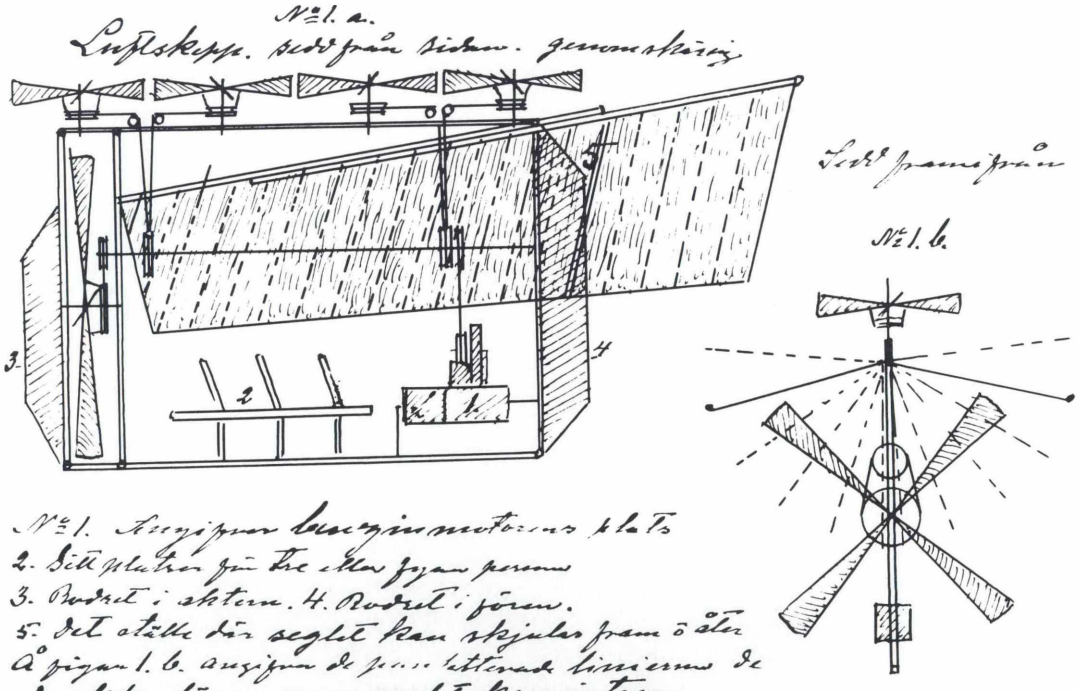
Sedan någon tid tillbaka har jag sysselsatt mig med några vetenskapliga experiment. Det har gält att sammanpressa luft, och sedan medelst köld förvandla den i flytande form. I korta drag vill jag försöka att här beskrifva den mekaniska inrättningen härför.

Luften hoppressar jag först i ett rörsystem till omkring 100° tryck då den intager ändast 1/6 del af sin vanliga volym och sedan afkyler detta isvatten. Den sammantryckta luften som genom isvattnet ändast nu innehåller 0 g låter jag strömma ut i ett mindre rum eller rör, ombonad med filt och nöthår. I det ögonblick luften utströmmar intager den sin ursprungliga volym, men på samma gång sjunker värmen hos luften.

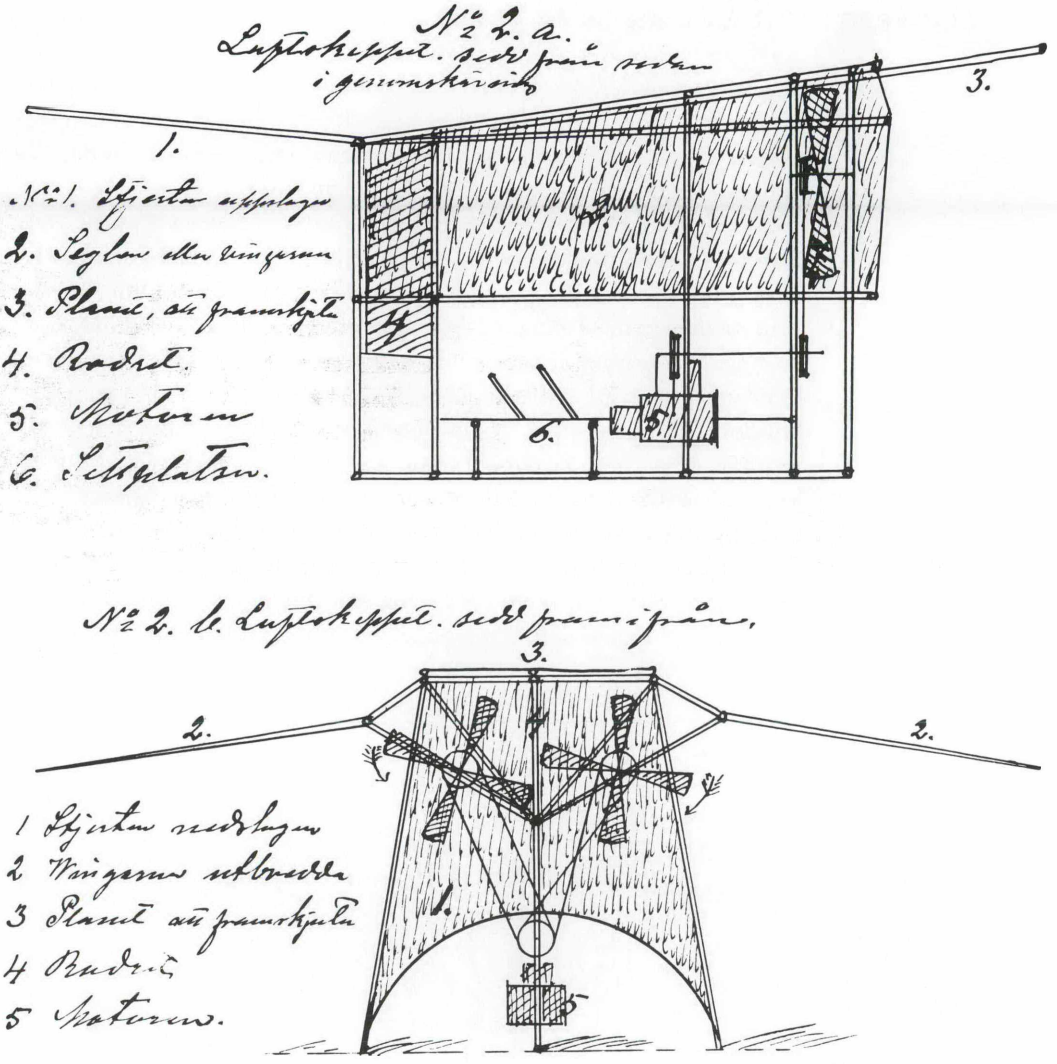
Luftskepp 1901 Annandag Jul den 26 Dec

Det är en mycket mörk och dyster dag i dag. Men för att rycka upp mig lite grand, vill jag leta fram ur minnet ett par ideer eller uppfinningar som jag länge gått och burit på allt i den tanken att vid lempligt tillfälle få göra ett litet försöksexperiment. Men tiden går undan för undan, och penningar har jag ej råd att nu offra.

Nu tänker jag mig att här nedskrifva hufvudindéerna för att bevara dem för kommande dagar. Det är nemligen inte mer och inte mindre än en Flygmaskin eller ett luftskepp, som jag i årvis haft i mitt hufvud – om jag så får uttrycka mig. För ett eller ett par år sedan fick jag höra att grefve Zeppelin hade offrat ofantliga summor på sitt styrbara luftskepp, utan att hafva lyckats. Likaledes har fransmannen Santos Dumont gjort en massa försök utan att nemdvärt hafva nått något resultat. Min tanke är den, att sålänge man vill begagna sig af luftbalongen i hvilken form det vara må, så har man inga utsikter, eller förhoppningar att kunna lyckas. Emedan om balongen skall vara så stor att den kan bära luftskeppet uppe, blir den en lekboll för vindriktningen. Äfven om den göres lång och rund (cigarrformig). Jag för min del är af den absoluta meningen, att om ett luftskepp skall kunna



4. Teckningar av de "benzinmotordrivna" luftskeppen. Ur dagboken från 1901. Forts s 166.



bli någon verklighet, så måste det byggas utan någon som helst balong. Det måste hållas uppe, sväfvande i luften likt en fågel, medelst propellrar (vingar).

Propellerdrivning, två roder

Min idé härför klargöres best af vidstående figuren. Skeppets ramverk bygges af bamburör eller också af askträd. Öfverst är plaserade 4 st propellrar, som hafva till uppgift att lyfta skeppet rätt upp från marken. I aktern sitter en större propell som skall drifva skeppet framåt. Ett roder före och ett roder i akten. Ett dubbelsegel är placerat i ramverket, och kan delas så att helften står till hvardera sidan och bildar då en slags skärm eller plan. Dessutom kan främsta delen af seglet skjutas fram och åter beroende på balanseringen af tyngderna i

skeppets nedre delar. Då skeppet kommer upp i luften, upphöra de fyra öfversta propellrarna att arbeta. I fall det skulle behöfvas kan dock de 2 aktersta propellrarna arbeta något. Den aktersta propellern eller den stora sättes nu i rörelse och all maskinens kraft tillföres denna propell, ner skeppet rör sig framåt. Seglet utbredes och hela skeppets tyngd hvilar nu på det sluttande planet. En del mindre detaljer är ej angifvna på ritningen, emedan det skulle taga för stort utrymme. Maskinen har jag tänkt mig vara gjord af stål och aluminium, samt drifven med Benzin. Kraftledningen til akterpropellern sker medelst blockkedja, till de fyra öfvre med lina. Då man betraktar skeppet framifrån, så finner man att det har så godt som inga motståndsytor kvar i vinden eller luftströmmarna kunna göra sig gällande. Detta är just ett af de uppgifter man måste taga med i beräkningen.

Omstående skiss Nr 2a och b visar en annan idé angående Luftskeppets byggande och för propellrarnas plaserande. Här finns ändast två propellrar plaserade lodrätt framtill och under ett lutande plan med tillhörande ställbara vingar och stjert och roder. Då skeppet skall höja sig från marken slår vingarna och stjerten ned och skeppet liknar då ett skåp, hvilket gör att den luftström som propellrarna pressar in under det lutande planet måste få en rikning nedåt och alltså i sin ordning luften skeppet uppåt. Då skeppet kommer nogot upp i luften, bredes vingarna så småningom ut, skjuter luften och skeppet seglar framåt. Allt hvad som är en hufvudsak för dessa skepp, är att propellrarna ej äro för små. Det är afgjort bättre om propellrarna äro stora nog och gå långsamt, än som om propellrarna äro små och gå fort. Ty om man ser på naturen så stämmer det nog. För om Örnen hade Dufvans vingar så hjälpte de honom inte till väders, om man satte dem i alldrig så stor hastighet eller rörelse. Dessutom har den släta propellern benägenhet för att slunga luften åt sidorna ifall den går för fort. I hvilket fall som hälst, bör propellerbladen vara böjda inåt på ytterändan. Detta hindrar luften att slungas åt sidan, utan i stället måste då luften prässas bakåt in under det lutande planet.

Då skeppet står på marken har det sitt stöd i den nedslagna stjertens båda ben. Såsom synes af skiss Nr 2b.

Framtidsvisioner

Jag är fullt öfvertygad om att denna idé för ett luftskepps byggande, är en idé som framtidens Ingeniörer kommer att bearbeta och förbättra. Hade jag mynt tillräckligt så skulle jag vilja göra ett försök. Naturligtvis kom jag då att göra en fullständig ritning, hvilken antagligen kom att betydligt avvika från de här angifvna i såväl proportioner, smak som detaljer.

Luftskeppet har framtiden för sig, och jag skulle vilja gå så långt i förutsägandet att antagligen kommer framtidens luftskepp att göra stor revolution i menniskornas lefnadssätt och förhållanden. De kom-

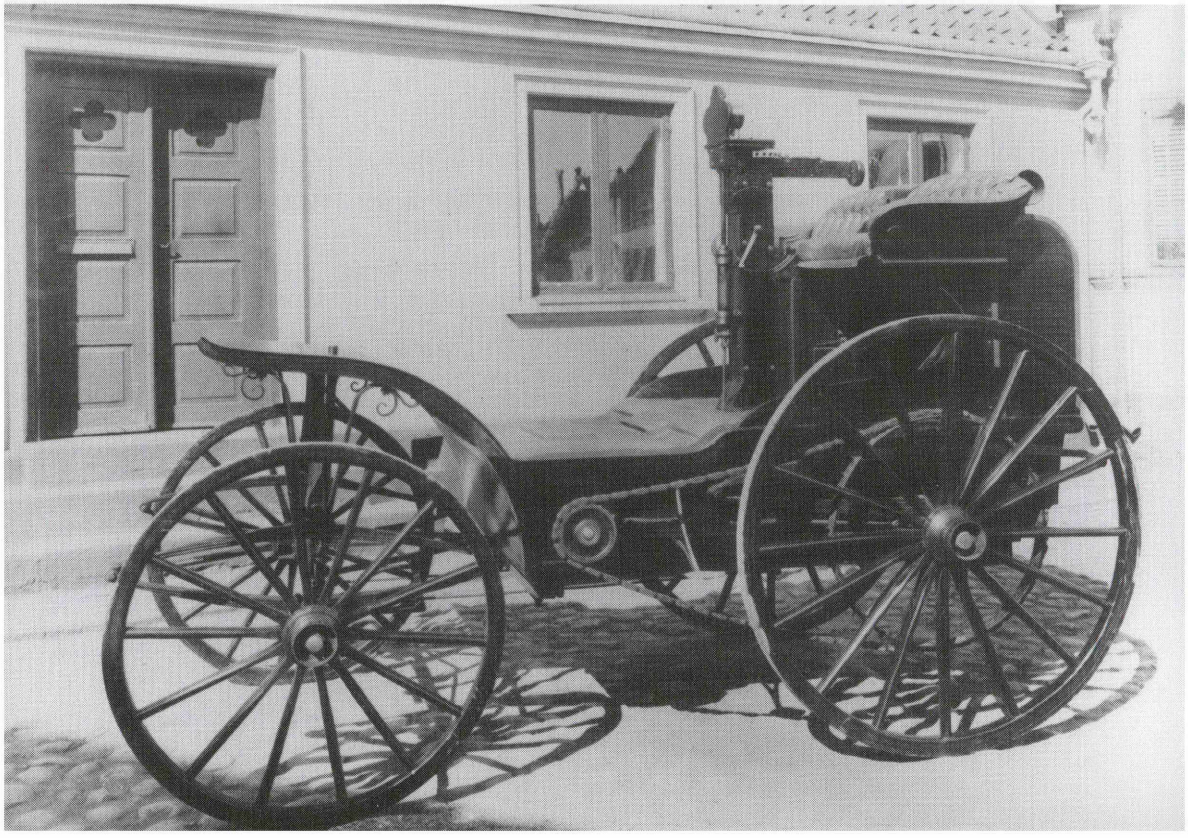
mer visserligen alldrig att lämpa sig för transporter af tunga varor. Men däremot kommer i en framtid snart samt hvarje menniska, som vill följa med sin tid att lägga sig till med ett enmansluftskepp. Ja, man skall en gång få se hela svärmar af luftseglare, flanera hit och dit uppe i de högre regionerna. Alldeles så som man nu ser hela svärmar af Cyckelryttare på landsvägarna. – Så är tiden inne för det ideella som menniskorna eftersträfvat i årtusenden – nemligen att kunna flyga.

Att färdas från Europa till Amerika, skulle taga en tid af omkring ett dygn. För att fara öfver Östersjön, behöfver man bara svänga sig upp i luftens högre lager vid ena hafvstranden, och sedan låta skeppen i sudande fart glida på rätt plan i sluttande riktning mot hafvets andra strand. Naturligtvis måste ett sådant luftskepp vara försedd med nödiga försiktighets åtgärder i händelse av olycka.

Tekniska kommentarer till första bilen

Vagnen försågs med fyra höga hjul av järn, smäckert och elegant byggda, enligt samma principer som tillämpades för dåtidens höghjuliga cyklar. Framhjulen var vridbara på var sin spindelbult. Detta var ett stort framsteg eftersom de flesta dåtida ångbilar och primitiva automobiler hade s k centralpivåstyrning, ett system som övertagits från hästvagnarna, men som var direkt olämpligt för ett hästlöst fordon, där framaxeln inte vreds av en häst via skaklarna.

5. 1915 överlämnades "en af gifvaren konstruerad motorvagn" till Ystads Fornminnesförening. Andra bilen före renoveringen 1967. TM arkiv.



Ångpannan stod mitt i vagnen, men utformades inte som ett spiralformat rör som Jöns Cederholm först hade tänkt sig. Enligt en beskrivning från 1923, troligen skriven av John Nerén, hade pannan "ett i horisontalsektion ringformigt cylindrigt vattenrum med en yttre och en inre mantelplåt med diam 20 resp 15 cm, således avståndet mellan väggarna 2,5 cm. Pannans höjd 60 cm. Genom mittpartiet 8 st radiellt placerade vattenrör, hårdlödda vid den inre mantelplåten, som var så konstruerad att den, tillsammans med tuberna, kunde skruvas loss från pannans övriga del. Materialet i pannan var koppar."

Pannan eldades med fotogen eller bensin i en brännare, som hos ett Primuskök, i pannans mittparti. Med en maskindriven luftpump sattes bränslebehållaren under tryck. Pumpslaget kunde regleras med två excenterskivor för att få önskat övertryck. I ledningen från bränsletanken till brännaren fanns en regleringsventil som reglerade bränsletillförseln och därmed maskineffekten.

För att ge bättre drag i pannan var pannans mittparti förlängt med en skorsten. För att minska värmeförlusterna till omgivningen var pannan isolerad med asbestpapp i flera lager. Panntryck 8–10 kg.

Encylindrig liggande ångmaskin

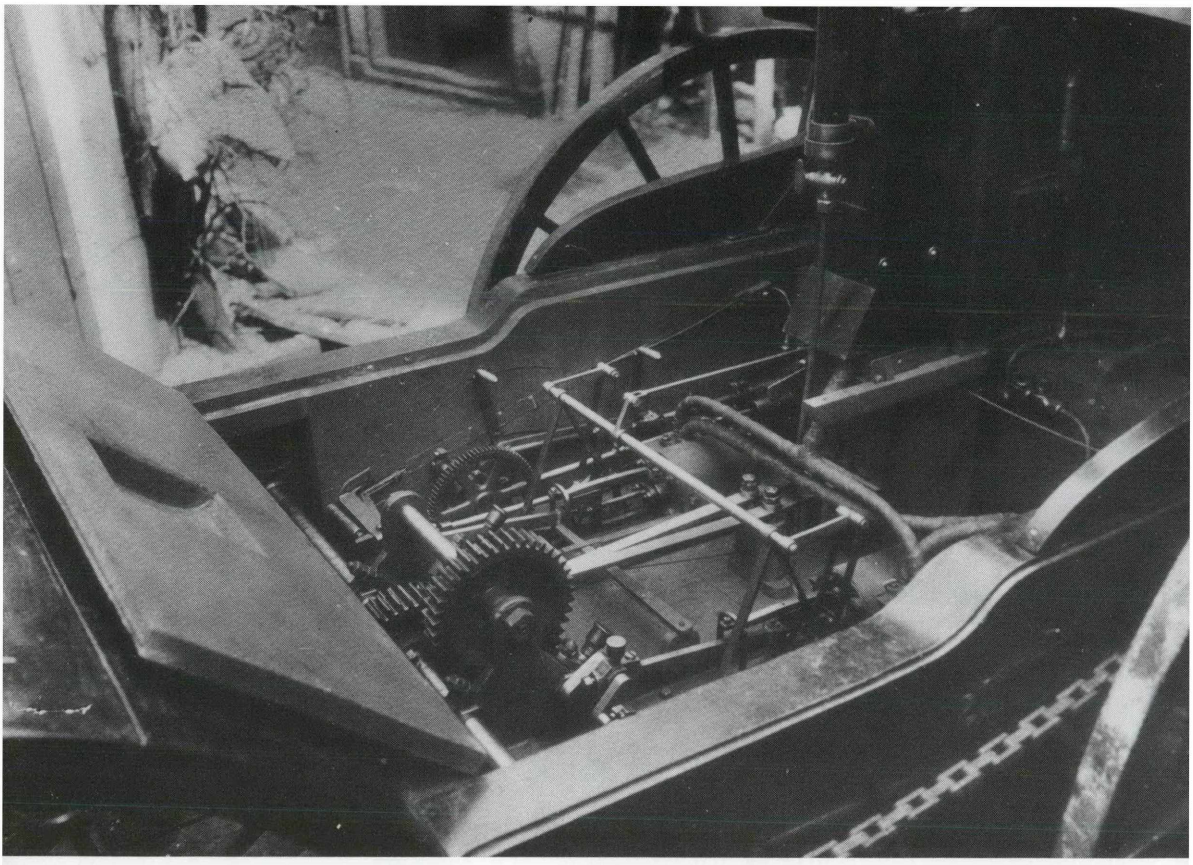
Den encylindriga ångmaskinen var placerad under pannan och hade cyl diam 12 cm och slaglängd 16 cm. Fyllningsreglering och omkastning skedde med en vanlig Stephenson slidmekanism, kopplad till en handspak vid förarplatsen.

Kraftöverföringen till bakaxeln skedde via en kuggväxel med två valbara utväxlingar. Till bakaxeln överfördes kraften med en kedja. Vardera bakhjulet kunde frikopplas med var sin spak för att medge kurvkörning, då vagnen saknade differential.

Från ångmaskinen leddes avloppsångan till en kondensor, påminnande om en värmeradiator, placerad innanför vänstra bakhjulet. Kondensatet rann till en matarvattentank under vagnsgolvet. Härifrån återfördes vattnet till pannan med en maskindriven kolvpump. Det passerade även en matarvattenförvärmare, bestående av ett rörsystem inlagt i en av de grövre horisontella tuberna i kondensorn.

Bröderna Cederhoms ångbilbygge omnämns i Öresundsposten den 5 februari 1892 under rubriken "Mekaniska uppfinnare i Ystad". Där sägs bl a att pannan är avsedd att eldas med fotogen och kan eldas upp på 5 a 10 minuter. Hur den "nya, sinnrika och rationella anordningen för ångbildningen är beskaffad, därom ha vi ej tillåtelse att undervisa allmänheten. Men... denna idé kommer med tiden att, beträffande självgående landsvägsvagnar, bli en svår konkurrent till gas- och fotogenmotorerna, synnerligen som den torde kunna drivas med ännu mindre omkostnader än dessa."

Enligt Jöns Cederholms anteckningar skedde den första provturen den 21 augusti 1892 i Ystads Sandskog, där bröderna hade en sommarstuga. Där gick det tungt i den lösa sanden så att vagnen körde



6. Det liggande ångmaskineriet i andra bilen. TM arkiv.

fast. Därvid krökte sig en axel och kuggarna brast på ett av kedjedreven. Tydligen har vagnen och dess mekanism inte fyllt konstruktörernas förväntningar och de påbörjade i stället bygget av en helt ny vagn.

Andra bilen, den bevarade

Den nya vagnen fick överta en del detaljer och komponenter från den första vagnen. Ångmaskinen behölls, men kompletterades med en ytterligare cylinder med vevmekanism, på samma axel.

Denna andra vagn var av mer konventionell konstruktion, troligen till följd av att man för dess bygge anlitade den nyssnämnde vagnmakaren Anders Eliasson som i huvudsak baserade bygget på den vagnmakarteknik han hade blivit lärd. Den fick t ex vanliga vagnshjul av trä, skodda med järnringar, så som på dåtida hästvagnar. Den första vagnen hade haft ett sinnrikt spiralfjädrings-system, men den nya fick vanliga bladfjädrar.

Ångpannan var en vattenrörpanna med en större ångbehållare upptill och horisontella tuber, sålunda helt avvikande från Jöns Cederholms ursprungliga idéer. Pannan placerades nu bakom förarsätet och eldades med ett antal Primusbrännare, i stället för en central brännare i mitten som tidigare.

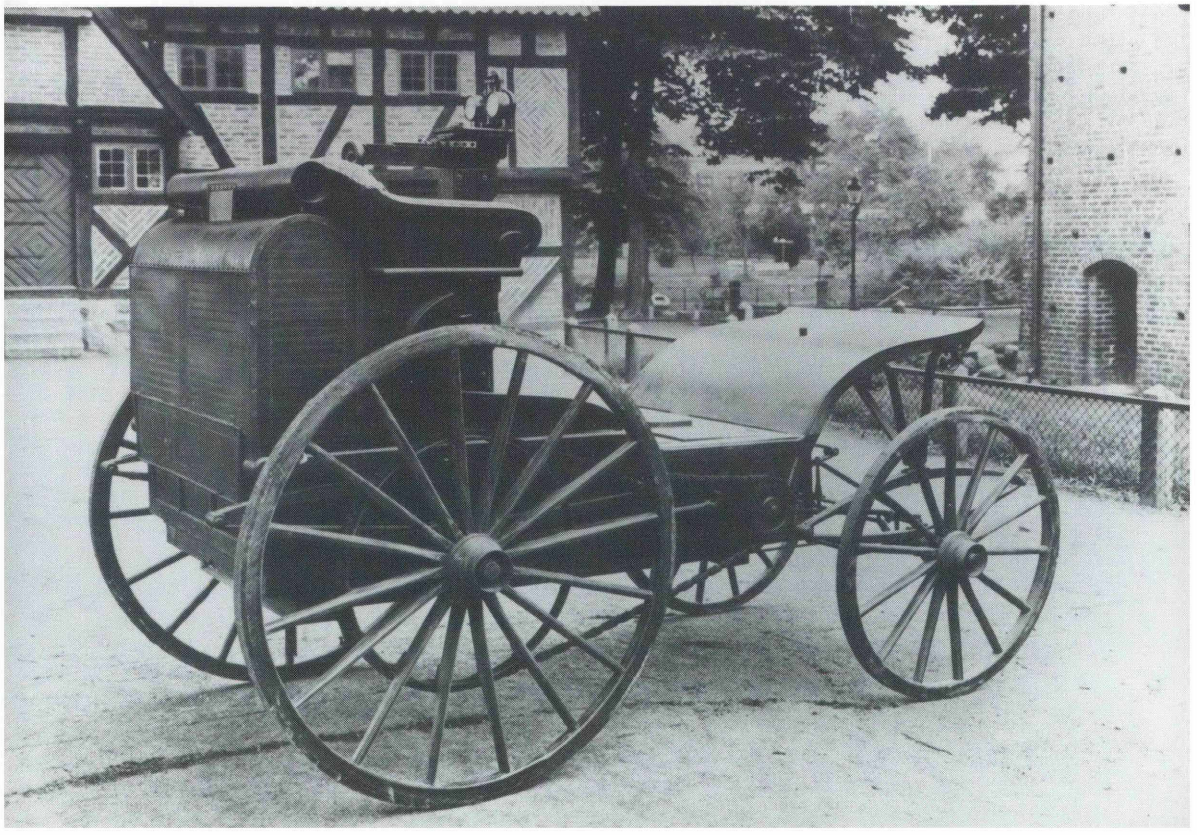
I Uppfinningarnas bok anger professor Edward Hubendick att denna andra vagn blev klar 1894.

Jöns och Anders Cederholm hade en yngre broder, Olof, som var med då ångbilen provades. Han berättade enligt Ystads Allehanda av den 26 april 1925 att "bilen bara gick någon kilometer åt gången, varpå man måste stanna för att motorn gick varm". Tidningsreportern skriver: "Visst kunde vagnen gå, men icke så långt. Vid provturen i Sandskogen visade det sig att kondensorn icke räckte till för att förtäta ångan. Cederholm hade glömt en så enkel sak som att han skulle behöva förhållandevis betydande mängder kallt vatten till avkylningen, och han kunde ju icke föra hela tunnor med på ekipaget eller stanna vid varje pump." Troligen hade väl varken reportern eller den yngre brodern riktigt klart för sig varför vagnen måste stannas och varför man fyllde på vatten, men det är tydligt att kondensorn, som nu låg under vagnsgolvet, var otillräcklig för att kondensera avloppsångan, som i stället gick ut i luften.

Sveriges första "bilolycka"

Flera källor anger att vagnen var svårstyrd, och att den vid ett tillfälle rände mot en husvägg, så att den blev skadad. Troligen fick denna andra vagn till en början centralpivåstyrning vilket gjorde att det var svårt att vrida hela framaxeln. Vagnmakaren Eliasson uppger att han gjorde en förbättring av styrningen, som sannolikt bestod i att fram-

7. Andra bilen snett bakifrån med ångpanna och luckor för brännare.



hjulen i stället lagrades i var sin axeltapp, vridbar kring en spindelbult, så som på den första vagnen.

Bröderna Cederholms försök att finna finansiärer för fortsatta experiment misslyckades tyvärr.

På 1910-talet upphörde Jöns Cederholms måleriröreIse och ångbilen donerades år 1915 till Ystads fornminnesförening. Bröderna Jöns och Anders avled i Malmö 1925.

Åter körklar 1967

År 1967 väcktes ångbilen åter till liv genom ett systematiskt och tålmodigt arbete av bilhistorikern och hembygdsforskaren Manfred Almqvist i Skurup. Han satte sig in i maskineriets funktion, demonterade och renoverade dess komponenter. Pannan kontrollräknades av Ångpanneföreningen och godkändes för drift sedan dess säkerhetsventil utbytts mot en ny, mer tillförlitlig. Vagnen demonstrerades under gång, dels i Ystad, dels utanför Tekniska Museet i Stockholm 1975 med Manfred Almqvist vid styrspaken i samband med museets 50-års-jubileum, då även Hans Maj:t Konungen bjöds på en åktur.

I samband med automobilens 100-årsjubileum demonstrerades åter Cederbloms ångbil under Manfred Almqvists tekniska ledning i Malmö 1986.

The first Swedish built Car

Summary

Jöns Cederholm (1855–1925) was a scene painter in Ystad, southern Sweden. In his diary, from 1890 onwards, we can follow his thoughts about building a "steam velocipede". In 1892 the vehicle was completed and is Sweden's first known "car".

Jöns Cederholm was assisted by his brother Anders, a smith by trade. The wood work was carried out by carriage maker Anders Eliasson in Ystad.

The steam car was built according to his own ideas but was clearly inspired by what had been written in contemporary Swedish newspapers about earlier steam vehicles built abroad.

The first car, of 1892, had large wire spoked iron wheels, like a bicycle's, an upright steam boiler and a horizontal steam engine, partly under the boiler. The boiler was fired by kerosene or petrol like a spirit stove, an invention of manufacturer C R Nyberg, 1882. The steam pressure was 8–10 kg. Power was transmitted to the rear wheels via a gear system with two alternative gears. The test runs in 1892 showed that the car was difficult to steer and the transmission was under-dimensioned; gear teeth broke and an axle was bent.

The second car was probably completed in 1894. Cederholm writes that the car was tested a second time in 1896. Some parts from the first car were used but with a new boiler and a new combustion system. This second car was more similar to a horse-drawn carriage. It is preserved by the Ystad Antiquarian Society. It has been faithfully restored by Mr Manfred Almqvist to running condition and was driven a few times in the 1960s and 1970s. The car is difficult to steer and its condenser is too small to turn the steam back into water for the boiler. The same problem, in other words, that made Jöns Cederholm at the turn of the century give up his experiments with cars, or "steam velocipedes" as he called them in his diary.

Den resistiva töjningsgivarens historia

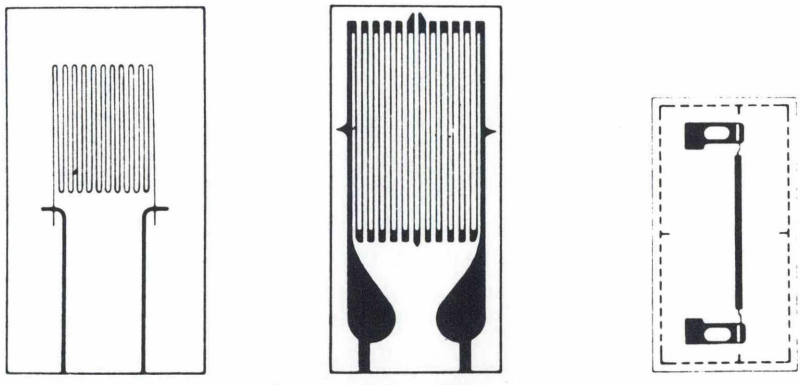
Av Knut Fristedt

Förutom transistorn har troligen ingen annan enskild uppfinning haft ett så vittgående och varaktigt inflytande på mättekniken som den limmade resistiva töjningsgivaren. Den har under de senaste fem årtiondena dominerat den experimentella hållfasthetstekniken och huvuddelen av marknaden för kraft-, vikt-, tryck- och accelerationsmätgivare.

En resistiv töjningsgivare är i princip ett ohmskt motstånd som limmat på ytan av ett objekt följer ytans mekaniska töjning och svarar mot denna med en motståndsändring. Ett icke ledande skikt isolerar motståndselementet, som kan vara av metall eller av halvledarmaterial (fig 1 och 2), från underlaget och överför samtidigt underlagets töjning. Givarens geometriska utformning bestämmer mätriktningen.

Motståndsändringen kan vid konstant temperatur uttryckas med

$$\triangle R/R = g \cdot \varepsilon = g \cdot \sigma/E$$

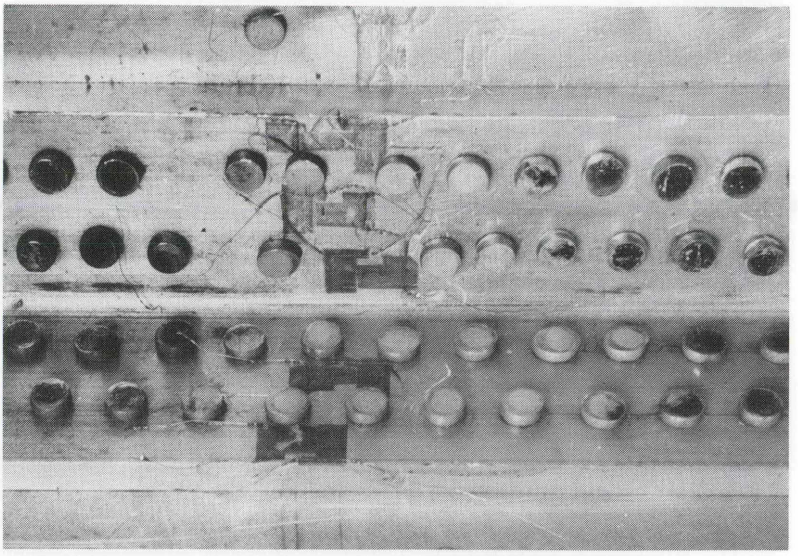


1. Den resistiva töjningsgivarens tre huvudtyper:

Till vänster den ursprungliga trådtöjningsgivaren bestående av en tunn tråd formad till ett galler och limmad mot ett papper.

I mitten folietöjningsgivaren, som idag är den vanligast förekommande typen. Den består av ett galler fotoetsat ur en metallfolie. Underlaget är epoxy eller polyimid.

Till höger en töjningsgivare av halvledartyp. Den består av en p- eller n-dopad kristall av kisel med en bestämd kristallografisk riktning upplimmad på ett plastunderlag.



2. Ett nitat balkelement med ett antal trådtöjningsgivare av FFA typ limmade på plats. Från slutet av 40-talet.

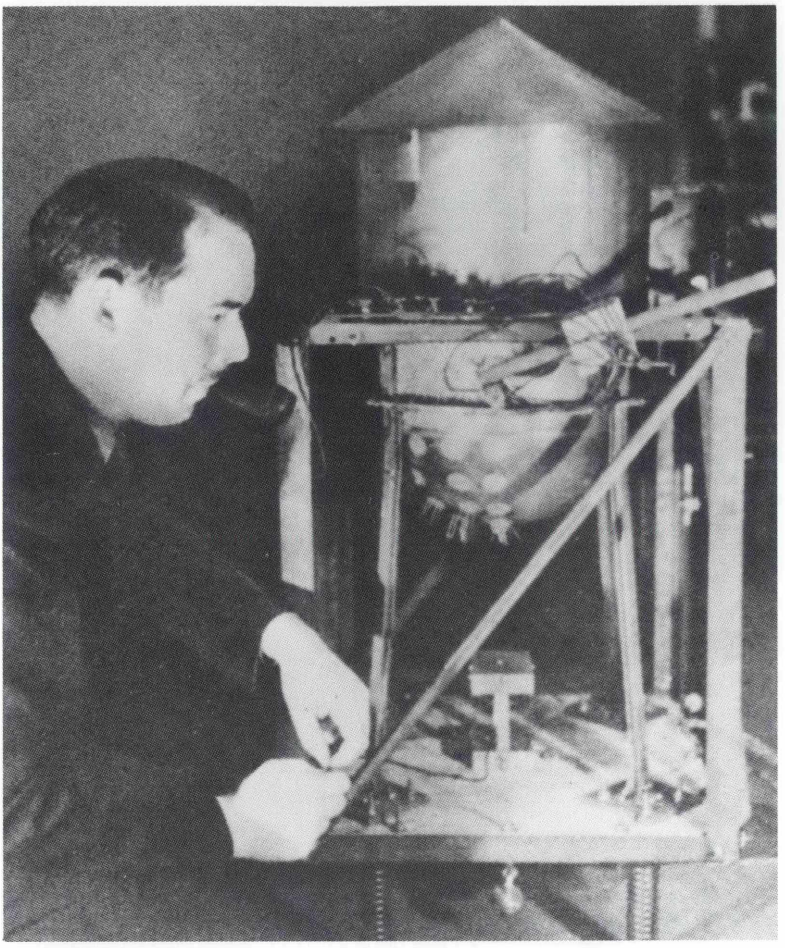
där $\triangle R$ = den av töjningen orsakade motståndsändringen
R = givarens begynnelsemotstånd
ε = underlagets mekaniska töjning
σ = underlagets mekaniska spänning
E = underlagets elasticitetsmodul
g = givarens töjningskänslighet eller gaugefaktor

Gaugefaktorn är ungefär 2 för mångkristallina metaller och ligger i området −130 till 175 för halvledande enkelkristaller.

Som alla ohmska motstånd reagerar resistiva töjningsgivare också mer eller mindre för temperaturändringar. Detta är en oönskad motståndsändring som kan undertryckas med en lämplig bryggkoppling.

Amerikanen E E Simmons deltog under 1936 i en undersökning vid CalTech (California Institute of Technology) av stötkrafter vid pendelförsök och föreslog efter ett antal misslyckanden med andra mätmetoder att man skulle limma en tunn motståndstråd av Advance (företaget Driver-Harris handelsnamn på legeringen konstantan) på försöksanordningens dynamometer. Mätsignalen visade sig vara tillräckligt stor för att kunna registreras på ett oscilloskop och mätresultatens repeterbarhet var över förväntan.

Knappt två år senare och utan vetskap om Simmons arbete fick A C Ruge (fig 3) professor vid MIT (Massachusetts Institute of Technology) under sina studier av jordbävningssäkra strukturer för vattentankar idén att limma en tunn motståndstråd i form av ett galler på en



3. A C Ruge uppfann oberoende av Simmons föregående arbete den limmade trådtöjningsgivaren 1938, när han försökte mäta de mekaniska spänningarna i en skalad modell av en vattentank utsatt för simulerade vertikala jordbävningskrafter.

av sina dynamiskt skalade modeller. Även han använde Advance och lyckades få reproducerbara resultat över förväntan.

Simmons tillskrevs så småningom den grundläggande uppfinningen av den limmade resistiva töjningsgivaren i ett patent beviljat 1942. De fysikaliska förutsättningarna för givaren och dess tillämpningar hade emellertid klarlagts långt tidigare.

Tiden före år 1900

1678 publicerade Robert Hook sin upptäckt att en fjäders förlängning är direkt proportionell mot den belastande kraften och att inom det elastiska området det ursprungliga tillståndet återfås när kraften upphör. Detta är fortfarande den mekaniska huvudregeln för alla mätgivare med resistiva töjningsgivare som avkännande organ. Det skulle

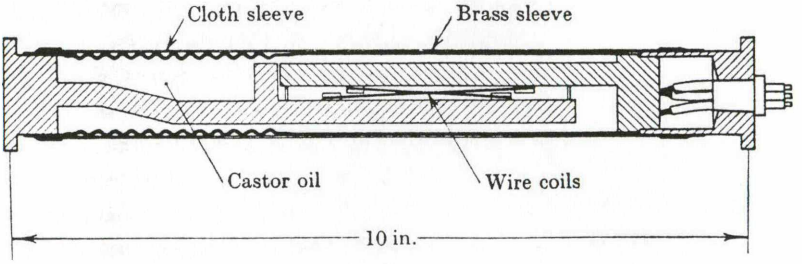
emellertid dröja nästan två sekler innan motsvarande elektriska kunskaper blev tillgängliga.

Ohms upptäckt av sambandet mellan ström, spänning och motstånd (1827) tillät Wheatstone att utveckla sin brygga (1843) för mätning av små motståndsändringar. Engelsmannen Thomson (senare Lord Kelvin) arbetade längs samma linjer och 1856 publicerade han sin upptäckt att motståndet hos trådar av järn och koppar ändrades vid mekanisk belastning inom det elastiska området och återgick till sitt ursprungsvärde när belastningen upphörde. Han betraktade effekten som icke önskvärd och drog aldrig slutsatsen att den kunde användas för mättekniska ändamål. Landsmannen Tomlinson fortsatte dessa försök och rapporterade 1883 sina resultat i den form vi idag kallar töjningsgivarkänslighet eller gaugefaktor.

Formuleringen av de hållfasthetstekniska samband som man utnyttjar vid mätningar med limmade resistiva töjningsgivare gjordes också för länge sedan. Begreppet elasticitetsmodul (endimensionell) är förknippat med Robert Young (1807) och spännings- och deformationstillstånden vid flera dimensioner med fransmannen Cauchy. Till den matematiska elasticitetsteorin bidrog också Saint-Venant och Poisson. Den senare har sitt namn förknippat med begreppet tvärkontraktion. Grunderna för analys av plana spännings- och töjningsfält publicerades av tysken Clebsch 1862, och därmed återstod endast att ge analysen en mer praktisk form och att skapa lämpliga mätverktyg för att kunna utföra allmänna experimentella hållfasthetsundersökningar.

Tiden 1900 till 1940

1908 visade tysken Lindeck att motståndet hos en metalltråd lindad runt ett rör och fixerad med schellack ändrades proportionellt mot trycket i röret. Han använde sig olyckligtvis av manganintråd, som har en låg gaugefaktor, men kunde konstatera att utslaget var linjärt och mätbart vid högre tryck. Han föreslog att metoden skulle prövas vid konstruktion av tryckmätgivare, men varken han själv eller någon annan tog upp idén. 1917 byggde tysken Nernst en tryckmätgivare



4. R W Carlsons fritrådsextensometer från 1932. Den användes med framgång vid mätning av lokala töjningar i stora betongkonstruktioner. (Bilden ur Experimental Stress Analysis av G S Holister.)

bestående av en kolv som belastade och sträckte ett fritrådsystem. Han lyckades att på detta sätt mäta trycket i en förbränningsmotor på elektrisk väg.

En extensometer ungefär 250 mm lång och av fritrådtyp för mätning av töjningar huvudsakligen i betongkonstruktioner konstruerades och patenterades i Amerika av R W Carlson i början av 30-talet (fig 4). Ungefär samtidigt utförde amerikanen Kearns töjningsmätningar på flygplanspropellrar, varvid han limmade grafitmotstånd nedslipade till tunna skivor på provobjekten. Trots stor hysteres och temperaturberoende ansågs mätningarna vara framgångsrika. En vidareutveckling av detta koncept var professor deForests Ess-strip, som bestod av en bakelitfilm impregnerad med grafit. Några år senare användes grafitgivare också i Tyskland.

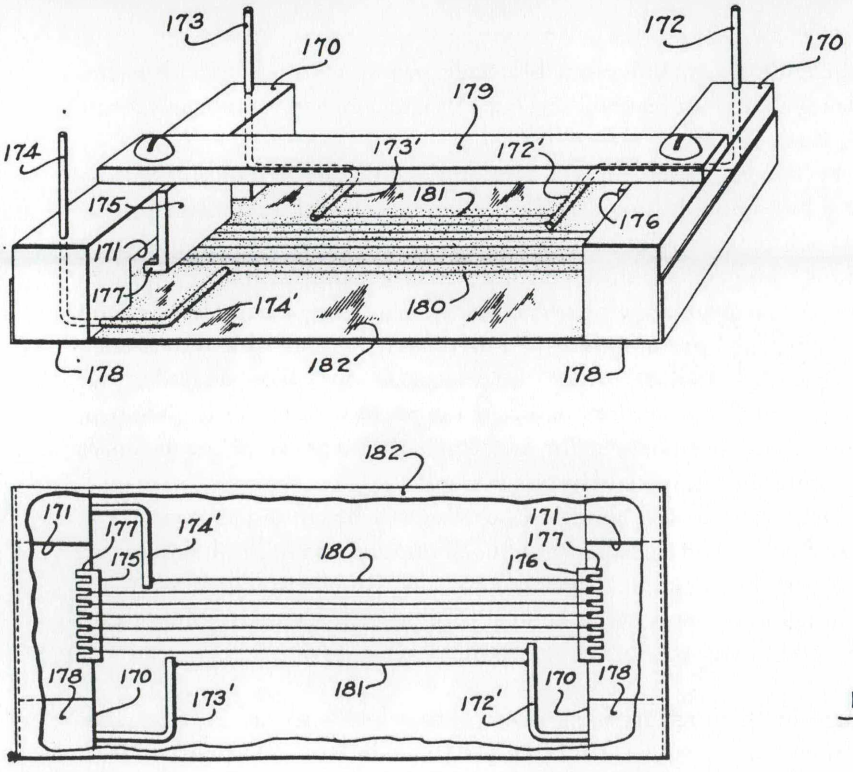
Utan vetskap om Simmons och Ruges arbeten undersökte tysken Czerlinsky 1938 egenskaperna hos fria trådar utsatta för dragning och fann att konstantan (Advance) var det lämpligaste materialet, ett resultat som i stort gäller än idag. Någon tysk resistiv töjningsgivare gav dock hans arbete ej upphov till.

Trådtöjningsgivarens patentering

Ruge insåg tidigt att hans konstruktion bestående av ett trådgaller limmat vid ett papper, som i sin tur kunde limmas vid ett provobjekt, hade ett kommersiellt värde. Genom sin kollega deForest fick han hösten 1939 kontakt med Frank Tatnall (fig 5) som hade en lång yrkesgärning som försäljare av utrustningar för materialprovning vid Baldwin-Southwark (senare Baldwin-Lima-Hamilton eller BLH). En överenskommelse träffades, som innebar att BLH skulle söka patent i Ruges namn mot att ensamrätten till försäljning av dennes trådtöjningsgivare (fig 6), som den resistiva töjningsgivaren då kallades, tillföll BLH.



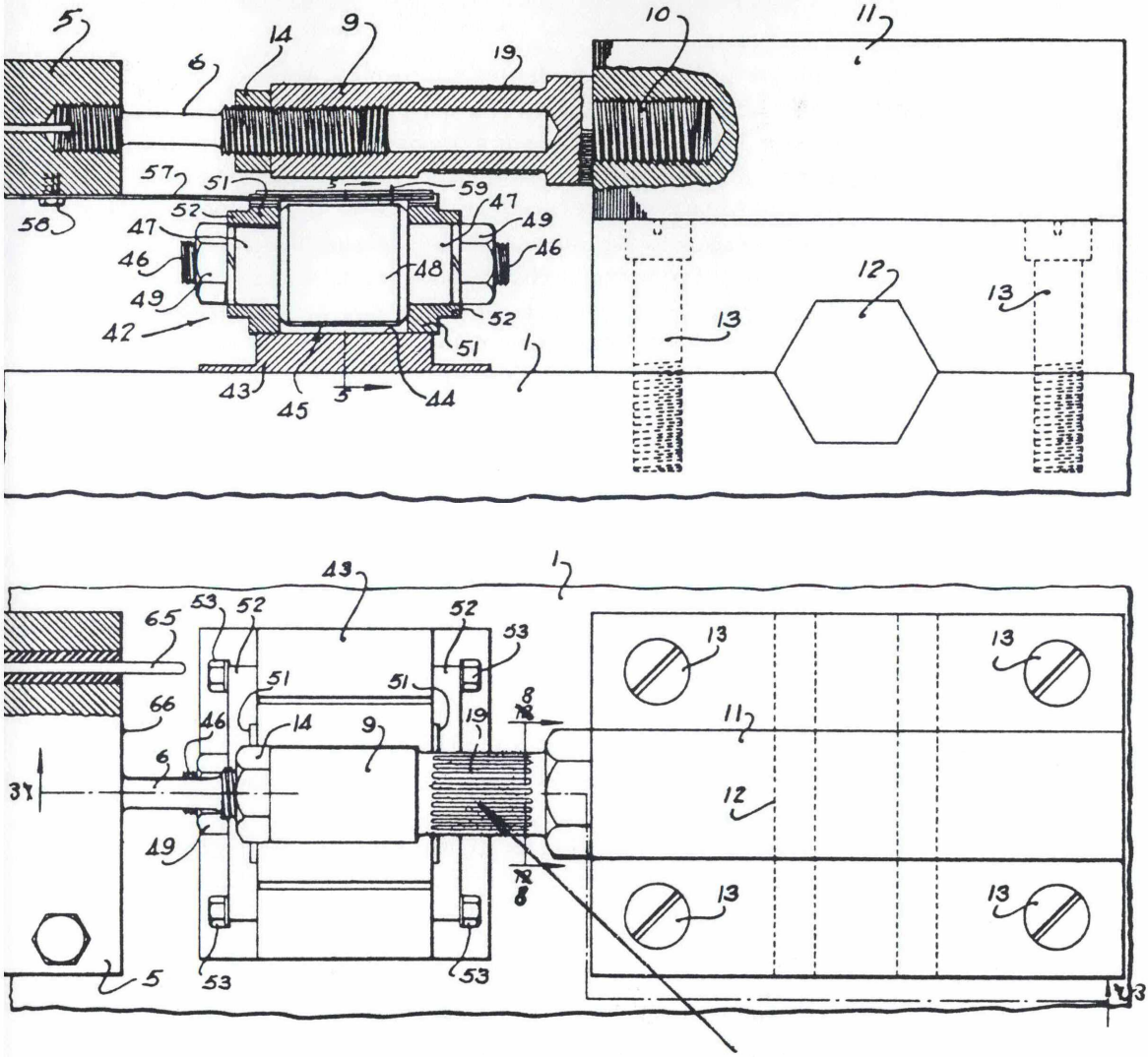
5. Frank Tatnall vid BLH var från 1940 och under mer än två årtionden den resistiva töjningsgivarens främste agitator. Att givaren fick en så snabb spridning var till stor del hans förtjänst.



6. Ruges ursprungliga resistiva töjningsgivare med ett trådgaller upplimmat på ett papper. Efter det givaren limmats vid ett provobjekt avlägsnades stödkonstruktionen. I samband med givartypens utveckling övergavs den senare.

Under patentärendets förberedelser kom det fram att Simmons givare (fig 7) redan publicerats vid en mätteknisk konferens i juni 1938 och att denne sålunda hade prioritet. Till att börja med var Simmons ovillig att söka patentskydd emedan han ansåg givaren vara oväsentlig. Genom Tatnalls insatser kom ett möte till stånd mellan alla i frågan inblandade. Härvid beslutades att BLH i Simmons namn skulle söka ett grundläggande patent gällande idén att limma en motståndstråd mot ett objekt och använda motståndsändringens beroende av töjningen som mätinformation och i Ruges namn ett tilläggspatent gällande givargeometri och idén att limma tråden på ett papper, som i sin tur kunde limmas mot ett provobjekt. Vid mötet kom man också överens om att BLH mot ersättning till uppfinnarna skulle ha ensamrätt på givarnas marknadsföring. Patentansökningarna lämnades in 1940 och beviljades 1942 respektive 1944.

CalTech gjorde anspråk på drygt hälften av Simmons ersättning men frändömdes rätten till detta i en rättegång med motiveringen att Simmons vid uppfinningens tillkomst var studerande vid CalTech och ej anställd. För Simmons del innebar domen att han blev ekonomiskt



7. Simmons dynamometer för mätning av stötkrafter vid pendelförsök. Pilen visar dynamometerkroppen med den fram- och återgående motståndstråden.

oberoende för resten av sitt liv. Han deltog ej mer i den resistiva töjningsgivarens utveckling eller gjorde någon ytterligare insats inom den experimentella hållfasthetstekniken.

Ruge måste genom sin anställning vid MIT erbjuda uppfinningen till sin arbetsgivare. Till hans lycka svarade patentkommittéen vid MIT att han kunde behålla sin uppfinning emedan den föreföll att vara av ringa kommersiellt intresse. Detta gjorde att också Ruge så småningom blev en välbärgad man. Som en parentes må nämnas att man år 1983 enbart i USA framställde resistiva töjningsgivare till ett marknadsvärde av cirka 10 miljarder kronor.

Tiden 1940 till 1950

I början av 1940 tillverkade flygindustrin på Amerikas västkust sina egna trådtöjningsgivare. Den grundläggande informationen för denna verksamhet torde ha kommit från både CalTech och MIT. BLH kunde inte hävda någon prioritet då de sökta patenten ännu ej var beviljade. De hade ej heller till att börja med en tillräcklig produktion av givare igång för att kunna möta efterfrågan. När patenten beviljats, kunde man fortfarande ej hävda prioritet på grund av det pågående andra världskriget; man fick vänta tills efter krigsslutet 1945.

Under tiden utvecklades trådtöjningsgivaren liksom lim, fuktskyddsmedel och verktyg till industriprodukter av Ruge och hans medhjälpare. Bland annat tog man fram en givartyp, inbakad i bakelit, som bättre stod emot fukt än pappersgivarna. 1940 tillverkade man 100 givare, och redan 1942 var man uppe i en produktion av 100 000 enheter.

Användningen av trådtöjningsgivare som avkännande organ i mätgivare för kraft och vikt tog under denna tid fart. Dock dröjde det ännu ett par årtionden innan sådana mätgivare kunde krönas och användas i handelstekniska sammanhang. BLH föreskrev vid försäljningen av sina givare att dessa av kunden ej fick användas i någon form av permanent mätgivare. Detta gjorde att många sökte sig andra vägar. Statham startade till exempel en framgångsrik tillverkning av tryckmätgivare och accelerometrar efter samma linjer som Carlsons fritrådgivarpatent.

Trådtöjningsgivaren föddes i USA, och det dröjde till efter krigsslutet 1945 innan den började spridas över världen. Ett undantag var England, där man redan hösten 1940 tillverkade enkeltrådgivare med pappersunderlag. Om detta var en engelsk originalidé eller om man byggde på amerikansk information, är ej klart. Från 1941 tillverkades givare liknande BLH:s vid företaget Tinsley. Andra typer baserade på vävningsteknik framställdes vid Rolls Royce. Det tredje landet i ordningen med egen tillverkning av givare torde ha varit Sverige. Detta behandlas längre fram.

Tiden 1950 till 1960 folietöjningsgivaren

Introduktionen av folietöjningsgivaren i början av 50-talet representerar förmodligen det största enskilda utvecklingssteget i den resistiva töjningsgivarens historia. Trådgallret ersattes därvid med ett galler fotoetsat ur en tunn metallfolie, tidigare sammanvalsad med en isolerfolie av araldit (senare andra plaster). Metoden innebar att man kunde ersätta ett manuellt tillverkningsförfarande med ett maskinellt och den öppnade en väg för tillverkning av praktiskt taget varje tänkbar form av givargeometri. Mot slutet av 50-talet gav den också upphov till två omvälvande patentprocesser i USA.

1952 började den engelska flygplanfirman Saunders-Roe att tillverka foliegivare. Skälet till företagets insats var inte brist på givare utan irritation över att tillgängliga givartyper så ofta gick sönder

genom utmattning. Foliegivaren kurerade emellertid inte detta problem till att börja med. Det var först senare efter amerikanska insatser på etsningsområdet, som utmattningsproblemet något så när löstes.

Den ursprungliga fotoetsningsprocessen också känd som tryckt krets teknik utarbetades av det engelska företaget Technigraph Printed Circuits, som också patentsökte densamma. I USA startade BLH 1954 tillverkning av fotoetsade givare utan någon licens, och ett par år senare följde TMS (Tatnall Measurement Systems) i spåret. Det senare företaget hade bildats med Frank Tatnall som ledare efter det denne lämnat BLH och hade som målsättning att göra allt vad BLH gjorde men bättre. BLH stämde TMS för patentintrång 1957, emedan de ansåg att Simmons patent också måste gälla för motståndselement av metallfolie.

Avgörande patentprocesser

I sin plädering före domens avkunnande ett år senare började domaren med frågan om Simmons patent egentligen representerade någonting nytt, eftersom tråd som motståndselement redan använts av Carlson och eftersom Kearns hade limmat motståndselement av grafit på sina propellrar. Han konstaterade dock att innan Simmons idé att limma en tråd mot en yta var känd hade många utan speciell framgång försökt mäta mekaniska töjningar på flera olika sätt. Efter offentliggörandet hade Simmons idé accepterats helt, och detta ansåg domaren vara ett bevis på att Simmons idé var unik och att patentet måste anses gälla även om tråden ersattes av en metallfolie.

BLH vann sålunda processen, men i nästa andetag förklarade domaren att BLH förverkat rätten till patentet på grund av missbruk och skulle förlora detsamma. Bakgrunden till detta var BLH:s skriftliga förbehåll vid leverans till en kund, att denne endast fick använda den köpta givaren som ett tillfälligt mätinstrument och icke i någon form av permanent mätgivare. Något lagligt stöd för ett sådant förbehåll fanns ej, och därför förlorade BLH patentet till följd av "missbruk". Något allvarligt ekonomiskt avbrott innebar dock ej detta för BLH, ty endast ett år återstod av skyddstiden när domen avkunnades, och TMS kunde återuppta sin tillverkning av foliegivare.

1959 fick Technigraph patent i England på sin etsningsprocess och trodde sig därmed kunna avtvinga ett antal amerikanska företag stora licensavgifter. Man öppnade samma år en process mot Bendix Corp och väntade sig en lätt seger. Bendix advokater letade emellertid fram ett amerikanskt patent från 1939 gällande en elektrisk orgel, och i denna skrift fanns samma tryckta kretskortsteknik som Technigraph åberopade, beskriven som en tillverkningsmetod för orgelns elektriska system.

Därmed fanns inte några skyddande patent kvar. Vem som helst som ville kunde nu tillverka resistiva töjningsgivare av tråd eller folie.

Halvledartöjningsgivaren

Ett annat viktigt utvecklingssteg under 50-talet var den resistiva töjningsgivaren av halvledartyp. I samband med grundläggande forskning kring transistorteknologi vid Bell Telephone Lab påvisades 1953 den piezoresistiva effekten i enkelkristaller av germanium och kisel. Detta gav upphov till den resistiva halvledargivaren, som genom dopning kan ges mycket stora både positiva och negativa g-faktorer. Mot slutet av 50-talet startade flera företag tillverkning av sådana givare utan att träffa några licensavtal med Bell Telephone Lab. Detta företag antog dock ej utmaningen och någon motsvarighet till de beskrivna patentprocesserna gällande konventionella töjningsgivare uppstod aldrig.

Självtemperaturkompenserande givare

Under TMS utveckling av folietöjningsgivare gjordes upptäckten att man kunde påverka temperaturberoendet hos givare av Advance eller Karma genom en i förväg gjord värmebehandling av folien. Detta gav upphov till självtemperaturkompenserande givare, en egenskap som är utomordentligt användbar vid hållfasthetstekniska undersökningar.

TMS:s (senare omdöpt till Budd Instrument Div) mycket omfattande utvecklingsarbete avsatte också miniatyriserade folietöjningsgivare med en aktiv yta av $0{,}6 \times 0{,}6$ mm^2 och ett motstånd av 350 ohm. I och med detta hade fotoetsningstekniken nått en hög grad av mognad och blivit standardmetoden för framställning av konventionella, resistiva töjningsgivare, en position som metoden försvarar än idag.

1960 och framöver

Under 60-talets första år tillmätte man den limmade resistiva halvledargivaren en lysande framtid. Högt pris, olinjäritet, stort temperaturberoende och framför allt tillkomsten av billiga och stabila förstärkare, som kunde ta hand om de konventionella givarnas små signaler, gjorde att framtiden blev helt annorlunda.

Istället för att limma enskilda halvledargivare på ett objekt (t ex ett membran i en tryckmätgivare) lärde man sig att diffundera in hela Wheatstonebryggor i kiselplattor, som sedan direkt kunde fungera som både avkännande och mätande organ. Tekniken, som fordrar stora serier för lönsamhet, dominerar idag marknaden för tryckmätgivare.

1963 fick amerikanen Denyssen patent på en metod att stansa ut motståndsgaller ur en folie. Han kunde härigenom framställa givare ur material som inte kunde fotoetsas. Denyssen använde sig av en platina-wolfram legering med g-faktorn 4,5. Dentronics, som företaget kallades, tillverkade givare under ungefär 10 år. Det köptes upp av ett företag, som med framgång använde stansningstekniken till att framställa magnethuvuden.

Den idag marknadsledande tillverkaren av konventionella resistiva töjningsgivare Micro Measurement (MM) bildades 1962 av personal

som lämnade Budd Instrument Div, och tog detta företags tillverkningsprogram med sig. MM har vidareutvecklat både folieframställnings-, sammanfognings- och fotoetsningstekniken så att givare med mycket högt motstånd (4 000 ohm) kan framställas utan att givarnas aktiva yta behöver bli stor ($1{,}5 \times 1{,}5$ mm^2).

Ända sedan 40-talet har man sökt göra givare användbara för höga temperaturer. Den mest framgångsrika typen användbar upp till 450 C togs fram i början av 60-talet av Microdot. Den består av en motståndstråd inpackad med hjälp av magnesiumoxid i ett smalt rör av rostfritt stål. Vid användning svetsas röret fast vid provobjektet. För ännu högre temperaturer finns idag kapacitiva givare.

Stathams tryckmätgivare och accelerometrar med fritrådsystem började under 60-talet att betraktas som gammalmodiga. För att behålla sin marknadsandel satsade företaget på utveckling av tunnfilmsgivare, som i princip är konventionella foliegivare med högt motstånd. Tillverkningsmetoden fordrar stora serier och innebär att man på t ex ett membran i en tryckmätgivare genom vakuumförångningsteknik (sputtering) först anbringar ett isolerande skikt (aluminiumoxid) och sedan ett tunt skikt av metall (Advance eller Karma). Därefter fotoetsar man en Wheatstonebrygga i metallskiktet. Tekniken ger mycket tunna folier och sålunda små givare med högt motstånd. Metoden används också för framställning av avkännande organ i billiga massframställda hushålls- och badrumsvågar.

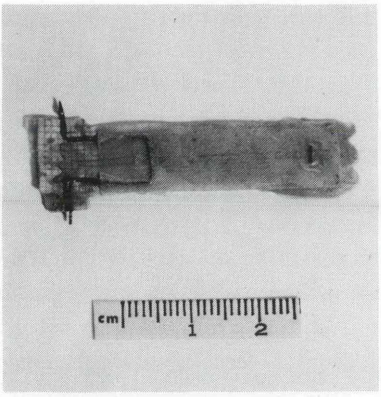
Behovet under senare år av billiga tryckmätgivare till bilmotorer har givit upphov till tjockfilmstekniken. Härvid belägger man tryckmätgivarmembranet med ett isolerande keramiskt material, för på ett metalliskt gallermönster med silkscreenteknik och bränner ihop det hela vid hög temperatur. Metoden förutsätter stora serier och kan automatiseras.

FFA-givaren en svensk töjningsgivare

Flygtekniska Försöksanstalten (FFA) inrättades 1940 med uppgift att bistå den växande svenska flygindustrin. För hållfasthetstekniska mätningar förfogade man från början över ett antal Huggenberger Tensometrar. De var mekaniska, med visuell avläsning, och kunde ej användas i dolda utrymmen. Genom tekniska tidskrifter kände man till nyheten trådtöjningsgivare, men det pågående kriget förhindrade import av sådana.

Under sommaren 1945 strax efter krigsslutet fick FFA, förmodligen genom SAAB tillgång till några trådtöjningsgivare och en mätbrygga från BLH. Detta gav Gotthard Gustafsson, som förestod den mättekniska sektionen vid FFA, möjlighet att bekanta sig med nyheten.

Hösten 1945 sändes Gustafsson på en resa till USA för att skaffa sig så mycken information som möjligt om trådtöjningsgivare och deras instrumentering. Han blev väl mottagen vid BLH och fick studera



8. Prototypen till FFA-givaren tillverkad i december 1945. Två längsgående 0,0015″ Advancetrådar, tvärgående 0,4 mm koppartrådar och ett mm-papper som underlag. Aktiv längd 24 mm, motstånd 50 ohm.

både tillverkning och användning av givare. Han lärde sig att den använda tråden var oisolerad, 0,001″ tjock och framställd av Advance. Med sig hem hade han en liten rulle isolerad, 0,0015″ tjock tråd, några färdiga trådtöjningsgivare och BLH:s instruktioner om hur dessa kunde installeras och användas.

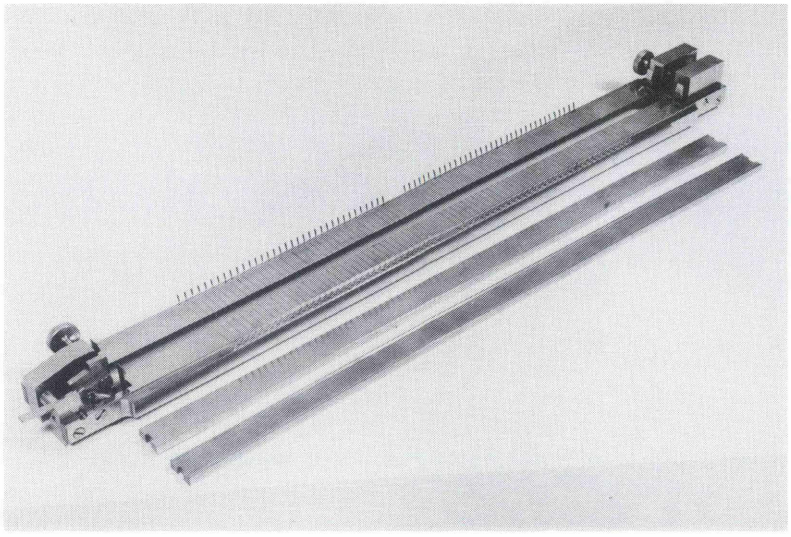
Gustafsson var emellertid en idérik uppfinnare och ville göra sina egna trådtöjningsgivare. För att komma runt BLH:s patent med en fram- och återgående sammanhängande tråd konstruerade Gustafsson en givare bestående av längsgående parallella trådar och fastlödda grövre tvärtrådar. Konstruktionen innebar, att givarens tvärkänslighet blev liten och att töjningskänsligheten blev oberoende av givarlängden. Båda dessa egenskaper bedömdes vara värdefulla.

Redan i december 1945 hade Gustafsson och hans assistent Gösta Scherling* med hjälp av den hemförda tråden tillverkat och provat givaren i fig 8. Ett jämförande prov med en BLH givare visade att konceptet fungerade, och detta inspirerade till fortsatt utvecklingsarbete, vilket också uppmuntrades av FFA:s ledning.

FFA-givarens utveckling

Lämplig tråd fanns endast i USA. Efter diverse svårigheter fick man under 1946 hem ett parti oisolerad Advancetråd av rätt diameter från Driver-Harris. Hur inköpet i detalj gick till och vilka vägar man utnyttjade, är höljt i dunkel. Idén att ersätta det isolerande papperslagret med en genomskinlig folie, åstadkommen genom att man sprutade ett lackskikt på ett underlag, föddes också under 1946 och kom att i stort bestämma givarens slutliga konstruktion och även tillverkningsmetoden. Den genomskinliga lackfolien underlättade också givarens orientering på ett provobjekt.

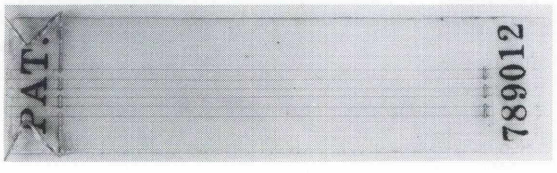
Det stod tidigt klart att tillverkningen skulle bli manuell med inslag av underlättande jiggar och verktyg. Under 1946 och början av 1947 konstruerades en jigg i princip lik den i fig 9. Den bestod av en ställning på vilken man kunde spänna upp tvärtrådar och längsgående



9. Jigg för tillverkning av FFA-givare. Längd ungefär 0,8 m. Den ena linjalen var mjuk och användes som mothåll vid tvärtrådarnas avskärning. Den andra linjalen var hård och bildade underlag för det påsprutade lackskiktet. Normalt tillverkades 24 givare samtidigt på en linjal.

trådar och löda samman dessa till ett galler. Tvärtrådarna kapades sedan på så många ställen att önskade sammanhängande trådslingor bildades. Båda dessa processer utfördes under mikroskop. En i förväg med lack sprutad linjal trycktes upp mot trådgallret, och med ytterligare lacksprutning åstadkom man en isolerande inneslutning av trådslingorna. När lacket torkat och hårdnat skalade man av den tillverkade remsam av givare från linjalen med ett stämjärn och klippte upp den till individuella givare. Givarkonstruktionen patentsöktes av Gustafsson hösten 1947, och patent beviljades två år senare (fig 10). I efterhand kan man säga att patentet troligen ej skulle ha beviljats om BLH bevakat sina intressen.

Under sina studier av olika trådlegeringar kom Gustafsson 1949 i kontakt med en ny legering med handelsnamnet Karma. Specifika motståndet var tre gånger så högt som för Advance, och då oisolerad tråd med diametern 0,001″ gick att få, kunde man framställa mycket



10. Den färdigutvecklade FFA-givaren. Motstånd 120 ohm. Genom att variera längden och antalet parallella trådar kunde givare för olika ändamål tillverkas.

kortare givare än förr med bibehållet givarmotstånd. Att gaugefaktorn var något högre än för Advance var också en fördel. Med facit i hand kan man konstatera att Gustafsson använde Karma cirka 10 år före andra tillverkare av resistiva töjningsgivare.

Bärfolien bestod ursprungligen av cellulosalack men ersattes ganska snart av polymeriserande lack (golvlack). 1950 provade Gustafsson epoxy, och med detta som utgångsmaterial skapades ett lim, som döptes till V-lim och som än i dag används av företaget SEG-Instrument.

FFA-givaren på FFA

På FFA fanns två områden för resistiva töjningsgivare, som mätgivare vid hållfasthetsundersökningar på flygplanstrukturer och som avkännande organ i kraftmätgivare, företrädesvis i vindtunnelvågar. FFA:s tillverkning av givare uppgick under 1947 till något hundratal, men behovet var större, och man var fortfarande hänvisad till viss import. Produktionstakten ökade emellertid och under 50-talet var FFA i stort sett självförsörjande. Gustafsson arbetade också under denna tid intensivt med att utveckla en givarvariant för högre temperaturer, baserad på användning av fritrådsystem och keramiskt lim. Denna verksamhet mer eller mindre självdog, när utvecklingen av svenska flygmotorer upphörde.

Behovet av geometriskt mindre givare gjorde sig allt mer gällande och då FFA-givaren ej praktiskt kunde göras kortare än 5 mm (3 mm aktiv längd), måste man söka sig ut på marknaden. Under 50-talets senare del hade det amerikanska företaget TMS lyckats framställa mycket små givare med hjälp av fotoetsningsteknik. Dessa givare motsvarade bättre FFA:s behov, och 1963 beslöt FFA:s ledning att man skulle lägga ner den egna givartillverkningen och satsa på inköp utifrån. En bidragande orsak var kanske också att Gustafsson detta år pensionerades från sin befattning och lämnade FFA.

FFA-givaren utanför FFA

Under 40-talets senare år började den svenska industrin alltmer att uppmärksamma FFA:s och Gustafssons insatser på töjningsgivarområdet. En konsultverksamhet byggdes upp, och alla givare man kunde avvara såldes, under 1949 ungefär ett tusental. 1950 slöts ett avtal mellan Gustafsson och FFA, där den förre tillerkändes rätten att själv tillverka och sälja givare till kunder utanför FFA.

I början av 50-talet inledde Gustafsson ett samarbete med Huggenberger i Schweiz, som tillät denne att tillverka givare på licens och marknadsföra dessa internationellt. I samband med detta introducerades namnet GH-givare, där GH står för Gustafsson-Huggenberger. Samarbetet upphörde av okänd anledning i början av 60-talet.

1965 sålde Gustafsson sin egen utrustning för givartillverkning till SEG-Instrument AB, som fortfarande tillverkar GH-givare för sitt eget behov.



11. Gotthard Gustafsson uppfinnare av FFA-givaren.

Gotthard Gustafsson

Gotthard Gustafsson (fig 11) föddes den 14 november 1902 och dog den 5 mars 1975. Efter att ha arbetat i sin fars byggnadsfirma, där han bland annat murade fabriksskorstenar, studerade han teoretisk och teknisk fysik vid universitetet i Lund och på KTH i Stockholm. Han blev fil lic 1937 och civ ing 1945. Han tjänstgjorde som amanuens vid KTH mellan 1933–41 och arbetade vid FFA som chef för den mättekniska avdelningen från 1941 till sin pensionering 1963. Han var en ledande auktoritet inom töjningsmättekniken och anlitades av svensk industri som konsult. Gustafsson intresserade sig också för andra områden inom fysiken såsom malmprospektering med magnetiska metoder. Vid sin bortgång arbetade han med konstruktion av en avancerad Wankelmotor.

Gotthard Gustafssons minne hedrades tillsammans med andra pionjärers vid den limmade resistiva töjningsgivarens 50-årsjubileum den 19 oktober 1988 i samband med "IMEKO XI World Congress" i Houston, USA.

* Gösta Scherling arbetade som Gustafssons assistent under hela utvecklingsarbetet med FFA-givaren och bidrog ofta med praktiska problemlösningar. Redogörelsen om FFA-givaren bygger på de minnesanteckningar han gjorde 1978–79.

Källor och litteratur

Carlson, R W, U S patent 2 036 458.

Dean, M, Semiconductor and Conventional Strain Gages, Academic Press, New York 1962.

Dorsey, J, "Very High Resistance Bonded Foil Strain Gages", Preprint, IMEKO 9th World Congress, Berlin 1982.

Gall, M W, "Early Days of the Resistance Strain Gauge", Preprint, 1988 BSSM Measurement Lecture.

Gustafsson, G, Svenskt patent 126 420.

"History of Strain Gages, Brittle Coatings and Loadcells, 50 Year Jubilee", Preprints from Sessions of TC3 and TC15 at the IMEKO XIth World Congress in Houston, USA, Oct 19 1988.

Nielsen, H A, From Locomotives to Strain Gages, Vantage Press, New York 1985.
– "The Ten Dollar Loadcell", Exp Tech, Feb 1988.
Ort, W, "Eine Neue Technologi zur Herstellung von Dünnfilm-Denungsmesstreifen", HBM Messtechnische Briefe, 13, 1977.
Ruge, A C, U S patent 2 360 972.
Simmons, E E, U S patent 2 292 549.
Smith, C S, "Piezoresistance Effect in Germanium and Silicon", Phys Rev, 94, 1954.
Tatnall, F G, Tatnall on Testing, Chapman & Hall, London 1966.
Timoshenko, S P, History of Strength of Materials, McGraw-Hill, London 1953.

The History of the Bonded Resistance Strain Gauge

Summary

The bonded resistance strain gauge was invented by the Americans E E Simmons and A C Ruge, independently of each other, at the end of the 1930s. Both needed to be able to measure dynamic mechanical stresses and there was no suitable gauge. Ruge soon realised the commercial value of the gauge and developed it into an industrial product. The company BLH (Baldwin – Lima – Hamilton) took care of marketing the product, and since the beginning of the forties the gauge has steadily increased in importance. Today it is the most important tool in the study of the strength of materials and, as a measuring device it dominates the market for force-, weight-, pressure- and acceleration gauges.

The resistance strain gauge consisted originally of a thin wire shaped into grid form and called a wire strain gauge. At the beginning of the 1950s the foil strain gauge was made and today it dominates the market. It is made by photo-etching a metal foil which is bonded to an insulating plastic foil.

The semi-conductor strain gauge, which is a by-product of transistor development, is nowadays mass produced as pressure and acceleration gauges, but it is also integrated in cheap household and bathroom scales.

As early as 1945 Sweden was in the process of developing her own wire strain gauge. The reason for this was that the aircraft industry was in need of equipment for testing the strength of materials and it was difficult to import such equipment. This work was carried out at the Aeronautical Research Institute of Sweden (FFA) under the direction of Gotthard Gustafsson.

The birth and development of the resistance strain gauge is described together with some of the patent disputes which took place.

Optiska gitter och gittermaskiner

Av Lennart Lundin

Vad är ett optiskt gitter?

I sin moderna form består ett optiskt gitter av en till hög precision slipad glasspegel, plan eller konkav, vilken försetts med en några tusendels millimeter tjock metallbeläggning, vanligtvis aluminium. I denna beläggning har sedan graverats (ritsats) ett stort antal parallella fåror (ritsor, linjer) med en täthet av upp till 1 800 per millimeter. Den precision som krävs i avståndet mellan de enskilda ritsorna är av storleksordningen 1 miljondels millimeter varför ritsningen endast kan utföras med speciella gitterritsningsmaskiner. Även med dessa är svårigheterna att framställa ett bra gitter oerhört stora och ett helt perfekt gitter har aldrig, och kommer kanske aldrig att kunna framställas, även om man på senare år med hjälp av interferometriskt styrda gittermaskiner kommit idealet nära. Längden på ritsorna och den totala ritsbredden (totala antalet ritsor) beror dels på gittrets användningsområde, dels på gittermaskinens kapacitet. Med rent mekaniska gittermaskiner har goda gitter med en ritsad yta av upp till 15 × 30 cm framställts, men med interferometriskt styrda maskiner har man på senare tid lyckats framställa gitter för astronomiskt bruk i storlekar upp till 40 × 60 cm.

Det optiska gittret utnyttjas som dispergerande (spridande) element i spektrometrar och spektrografer för hela det optiska området, från extremt ultraviolett till infrarött. Man låter det ljus (blandljus, vitt ljus) som skall analyseras falla in mot den ritsade gitterytan. Ljuset reflekteras av de enskilda gitterritsorna och genom interferens avlänkas det reflekterade ljuset i en vinkel vilken är beroende av ljusets våglängd. Denna uppspaltning av ljuset i dess enskilda våglängder ger en möjlighet till spektralanalys, dvs man kan från det utsända ljuset fastställa vilka atomer och/eller molekyler som ingår i det ljusutsändande mediet liksom deras procentuella förekomst, med andra ord dess kemiska sammansättning.

Den betydelse för forskningen som det optiska gittret har haft och har framgår bäst av ett citat från en av de ledande experterna inom området, professor George R Harrison vid MIT, Boston, som skriver:

"Det är svårt att peka på någon enskild instrumentdetalj som har frambringat mer betydelsefull experimentell information till varje område av den vetenskapliga forskningen än det optiska gittret. Fysikern, astronomen, kemisten, biologen, metallurgen, alla använder de det som ett rutinverktyg av oslagen noggrannhet och precision, som en detektor av grundämnena för att fastställa den kemiska sammansättningen hos himlakropparna och förekomsten av atmosfärer hos planeterna, till att studera atomers och molekylers struktur och till att ta fram tusen och ett informationsunderlag utan vilka den moderna naturvetenskapen skulle vara gravt handikappad. Det optiska gittrets historia är också av speciell betydelse genom framhävandet av experimentatorns betydelse med sitt krav på perfektionism i framställningen av nya instrument, vars tillgänglighet ofta tas som en självklarhet av andra forskare."

Historik

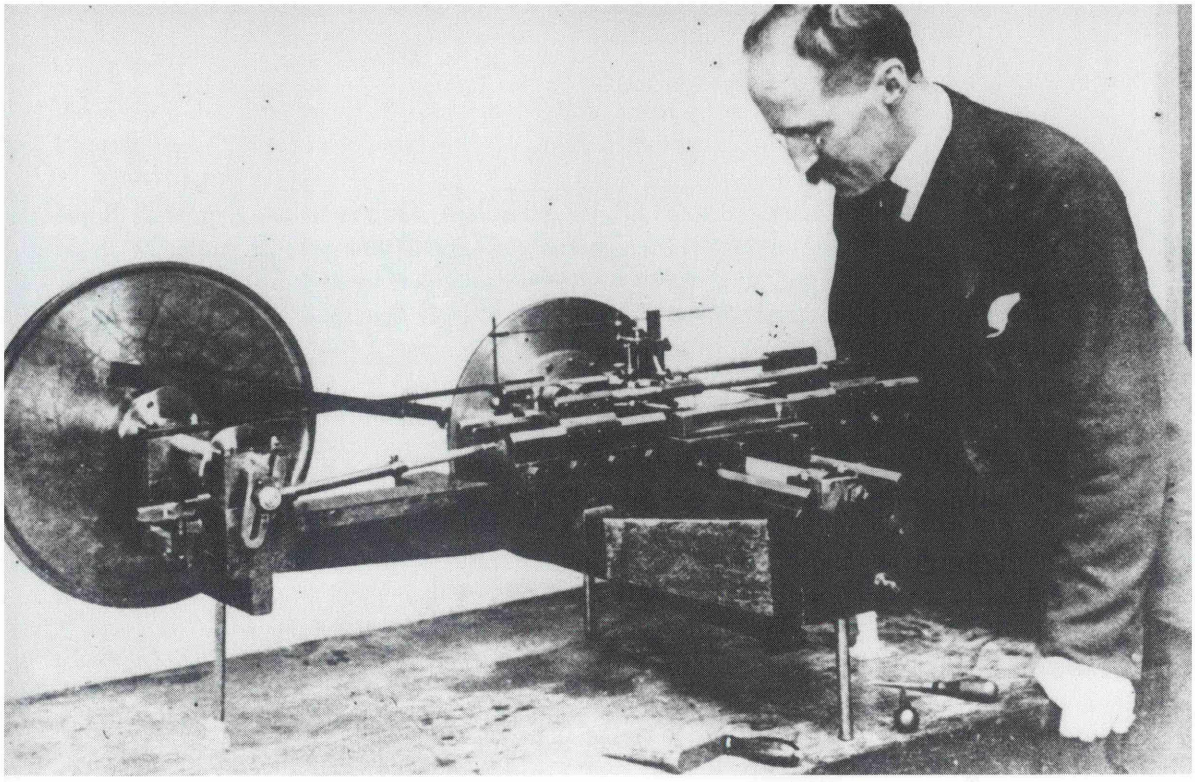
Konstruktion av gittermaskiner har utgjort en oemotståndlig lockelse för ett stort antal ingenjörer och vetenskapsmän under de senaste hundra åren. Den grad av mekanisk perfektion som gittertillverkning kräver finner man knappast inom något annat område, samtidigt som gittret obarmhärtigt avslöjar det minsta avsteg från dessa höga krav. Det har sagts, och inte utan orsak, att det inte finns någon oärlig gittertillverkare då varje uppgift om gittrets kvalitet relativt enkelt kunde kontrolleras genom ett spektroskopiskt prov.

Gittermaskinens uppgift är att på en metalliserad glasspegel framställa en serie av mycket raka fåror eller ritsor, fördelade med maximalt möjliga likformighet över gittrets hela bredd. Med raka menas här att de inte avviker från en perfekt rak linje med mer än 25 miljondels millimeter på någon punkt utefter ritsens hela längd. Beträffande den likformiga fördelningen av ritsorna får det ackumulerade felet ej på något ställe över gittrets hela bredd överstiga 25 miljondels millimeter.

Det största problemet utgör emellertid de periodiska felen, dessa gittermaskinkonstruktörens verkliga plågoandar, vilka innebär att ritsorna ej är placerade på exakt lika avstånd från varandra utan varierar periodiskt över gitterytan. Sådana periodiska fel avslöjas av det färdiga gittret redan vid en amplitud av några tiomiljondels millimeter genom uppkomsten av falska linjer i spektrum, s k "spöken".

Det första dokumenterade experimentet med ett diffraktionsgitter gjordes 1786 av D Rittenhouse, en astronom från Philadelphia och vän till den amerikanske fysikern och politikern Benjamin Franklin. Han använde en fin silkesnäsduk som ett grovt transmissionsgitter (4 trådar/mm) och mätte vinkelspridningen hos det synliga ljuset. Han mätte visserligen inga våglängder hos ljuset men fastställde diffraktion som orsak till spridningen.

Joseph von Fraunhofer (1787–1826) kan betraktas som uppfinnaren (1821) av det vetenskapligt användbara gittret. Han byggde en gittermaskin vars prestanda han glorifierade men vars konstruktion han aldrig beskrev. Han undersökte noggrant gittrets egenskaper och lyckades även ta fram gitterformeln som matematiskt beskrev diffrak-



1. Henry A Rowland vid sin första gittermaskin 1882.

tionsvinkelns beroende av våglängden trots att hans bästa gitter var endast 12 mm i kvadrat och innehöll 4 000 ritsor. Fraunhofer förstod också att gitterritsens geometri påverkade ljusfördelningen mellan olika ordningar av spektrum men ritsdiamantteknologien vid denna tid tillät honom ej att utnyttja denna kunskap.

Lord Rayleigh (1842–1919) visade teoretiskt att gitter kunde bli mycket mer användbara än prismor för högupplösande spektroskopi under förutsättning att de kunde framställas med mycket hög precision.

I slutet av 1870-talet framställde L M Rutherfurd i New York ett antal för den tiden goda gitter som säkert skulle fått stor användning inom forskningen om han inte några år senare (1882) fått konkurrens av Henry A Rowland vid Johns Hopkins University i Baltimore.

Rowland (1848–1901) kan utan tvekan betraktas som skaparen av det moderna gittret, inte bara för sin konstruktion av tre gittermaskiner med hög precision för stora ritsade ytor, utan framför allt för sin uppfinning av konkavgittret. Han fann att om gittret ritsades på en sfärisk konkavspegel, med ritsorna likformigt fördelade över spegelns korda, fungerade gittret både som dispergerande och fokuserande element. Härigenom eliminerades kravet på fokuseringslinser och spektrometrarna blev användbara inom hela det optiska spektralom-

rådet. Det öppnade upp en hel era av spektrometrisk forskning. Rowlands tre gittermaskiner var, med smärre uppehåll, i produktion i över ett halvsekel.

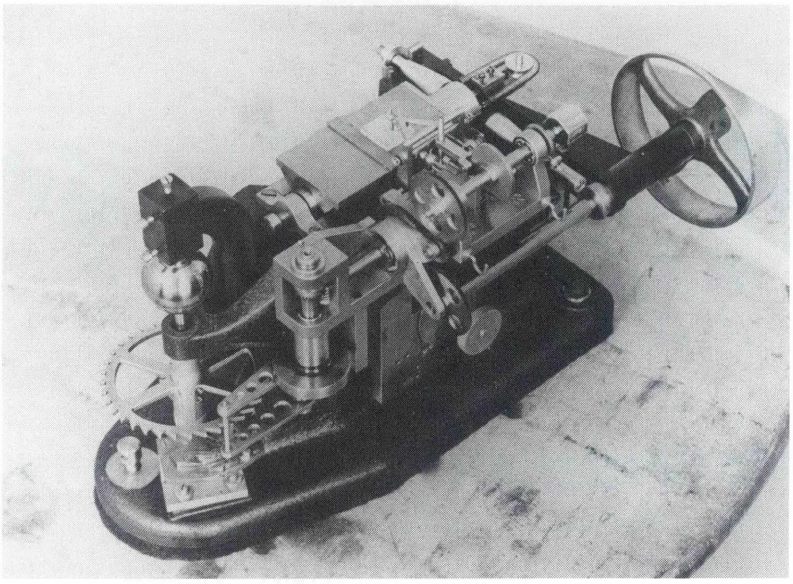
Senare bidrag till gittermaskinsutvecklingen kan spåras till Rowlands efterföljare vid Johns Hopkins, främst John A Anderson, R W Wood, W H Perry och John Strong. Vidare A A Michelson och H G Gale vid University of Chicago, H D och H W Babcock vid Mount Wilsonobservatoriet, Manne Siegbahn Uppsala/Stockholm, George R Harrison MIT, Boston m fl.

Alla fann att stabiliteten hos konstruktionsmaterialen satte en gräns för precisionen omöjlig att överskrida hur sofistikerad man än gjorde den mekaniska konstruktionen. George Harrison vid MIT lyckades i slutet av 1950-talet lösa detta problem genom att kombinera interferometri med modern servokontroll för att styra en gittermaskin. Härigenom kunde man kraftigt reducera de återstående mekaniska felen och kvaliteten på gittren höjdes avsevärt. Under 1960-talet ombyggdes flertalet gittermaskiner för interferometrisk kontroll, medan några överfördes till museer för att representera den mekaniska eran 1820–1970. Sålunda finns en av Rowlands maskiner på Smithsonian Institution i Washington DC, lord Blythswoods maskin på British museum i London och Manne Siegbahns gittermaskin typ II på Tekniska museet i Stockholm.

Manne Siegbahn

Att man i Sverige, av några få länder vid sidan av USA, på 1920-talet kom att ta upp det mycket speciella problemet att framställa optiska gitter hade sin orsak i Manne Siegbahns framstående och framgångsrika forskningsverksamhet inom det röntgenspektroskopiska området. Han hade som professor i Lund och Uppsala för dessa arbeten tilldelats 1924 års nobelpris i fysik och hade vid sina mätningar bl a kommit fram till att ett ritsat gitter skulle ge en möjlighet att utsträcka mätningarna till den långvågiga röntgenstrålningen. Men då lämpliga gitter för detta ändamål vid denna tid var sällsynta och svåråtkomliga, beslöt han att själv försöka framställa dem. För ändamålet konstruerade och byggde han 1927, med I Lindell som instrumentmakare, en mindre gittermaskin avsedd enbart för framställning av specialgitter för röntgenområdet. Denna maskin, som nu finns utställd i biblioteket på Fysikum i Uppsala, ritsade gitter direkt på glas med en längd på ritsorna upp till 20 mm och med en ritstäthet upp till 1 800 ritsor/mm, men med en total ritsad bredd av endast 3 mm. Då det emellertid rörde sig om plangitter vilka skulle användas vid strykande infallsvinkel fanns inget krav på större total ritsbredd då en sådan enbart skulle försämra upplösningsförmågan.

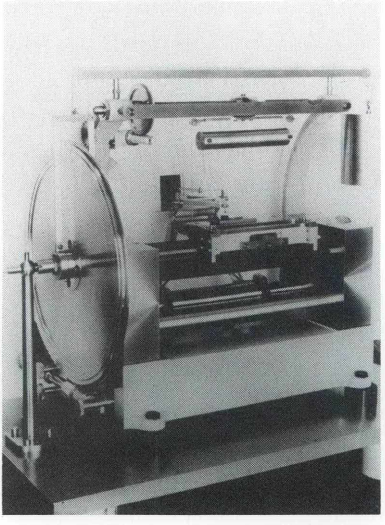
Efter detta första relativt blygsamma försök hade emellertid hos Manne Siegbahn ett personligt intresse väckts (ett intresse han för övrigt höll levande livet ut) för gitterproblematiken i allmänhet och



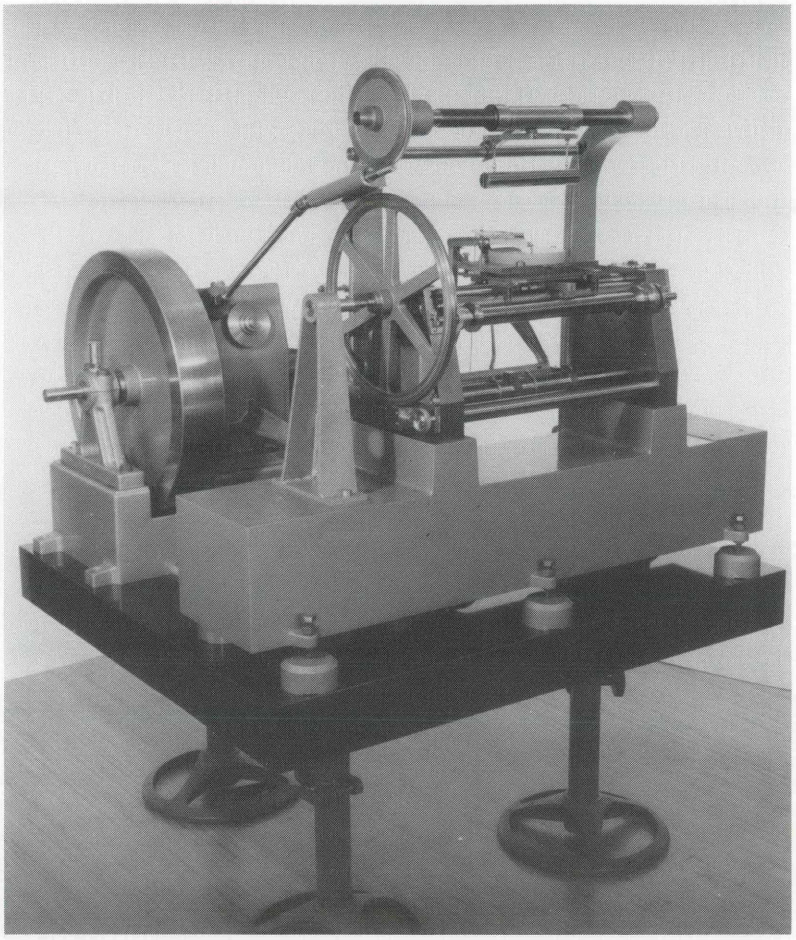
2. Manne Siegbahns röntgengittermaskin, 1928.

särskilt för den betydligt svårare uppgiften att framställa gitter med stor ritsad yta för det ultravioletta och synliga spektralområdet.

Han påbörjade 1932 konstruktionen och byggandet, nu med hjälp av instrumentmakaren Ernst Tingvall, av en gittermaskin, typ I, med en kapacitet att ritsa en yta upp till 6 × 12 cm och med gitterkonstanterna 288, 576 och 1 152 ritsor/mm. Med denna maskin som 1937 överflyttades till Nobelinstitutet för fysik i Freskati, Stockholm, framställdes under åren 1936–1957, och speciellt under periodens



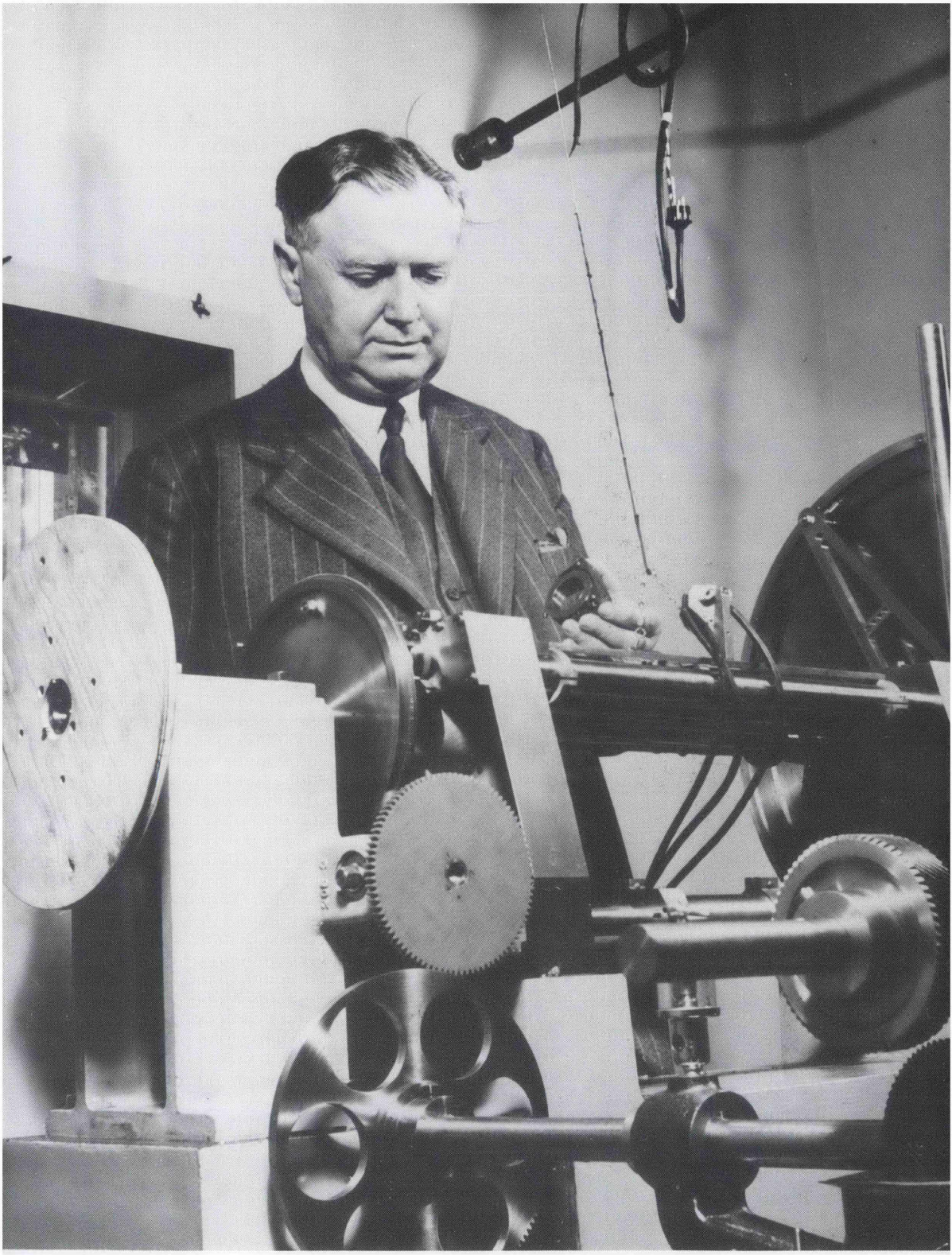
3. Gittermaskin typ I, 1935.



4. Gittermaskin typ II efter ombyggnaden, 1956. Maskinen ingår nu i Tekniska museets samlingar.

senare hälft, ett stort antal goda gitter som utnyttjades inom laboratorier och institutioner världen över. Gittermaskin typ I såldes 1957 till Hilger & Watts Ltd i London för produktion av gitter till deras spektrometertillverkning.

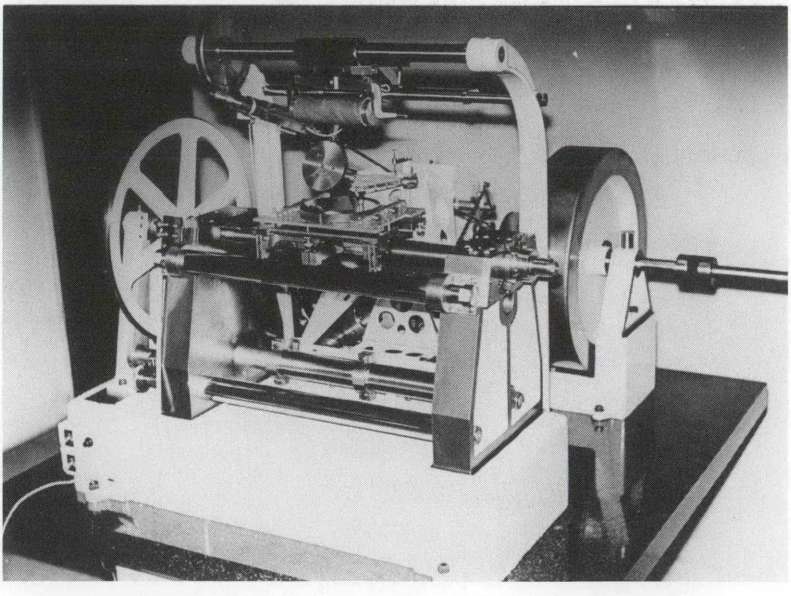
När testningen av gittermaskin typ I började visa positiva resultat var Siegbahn redo att ta nästa steg. År 1935 påbörjades konstruktionen av en betydligt större gittermaskin typ II. Som konstruktör anlitades Matts Vigborg. Denna maskin, numera på Tekniska museet i Stockholm, kunde ritsa en yta upp till 12 × 24 cm och ursprungligen med gitterkonstanterna 360, 720 och 1 440 ritsor/mm. Byggandet av maskinen genomfördes sedan vid Nobelinstitutet för fysik av Ernst Tingvall som flyttat med Siegbahn till Stockholm från Uppsala. Testningen av denna maskin fortgick med kortare avbrott under kriget



5. Professor Manne Siegbahn vid gittermaskinen i början av 1950-talet.

fram till Tingvalls död 1945. Resultaten hade emellertid varit ganska nedslående. Man hade vid konstruktionen fallit för frestelsen att införa en rad tekniska finesser som alla i sig till synes innebar förbättringar men som visade sig ha den gemensamma nackdelen att de introducerade periodiska fel i ritsningen. Siegbahn återupptog 1947 arbetet med gittermaskinerna och ansvarig för verksamheten blev då författaren. Efter ett par års försök att nå ett godtagbart resultat med maskin typ II, beslöts 1950 att företa en genomgripande omkonstruktion av maskinen. Ombyggnaden genomfördes sedan i flera etapper fram till 1954 av instrumentmakarna Robert Selén och Johnny Hilke. Den innebar bl a att det stora och tunga delningshjulet som krävde en speciallagring, byttes ut mot ett mindre och lättare som kunde monteras direkt på precisionsskruven. Maskinens gitterkonstant ändrades därvid till 270, 540 eller 1 080 ritsor/mm. 1954 började maskinen visa positiva resultat och producerade fram till verksamhetens upphörande 1968 nära två hundra goda gitter.

Siegbahn beslöt 1956 att bygga ytterligare en gittermaskin, typ III, som ersättare för den lilla gittermaskinen (typ I). Denna maskin (typ III) som byggde på de nu rika erfarenheterna från I och II, konstruerades av författaren och byggdes av Johnny Hilke. Maskin typ III blev av mellanstorlek och klarade en ritsad yta av 12 × 18 cm med gitterkonstanterna 288, 576 eller 1 152 ritsor/mm. Slipningen och poleringen av precisionsskruven, ett ytterst tids- och tålamodskrävande övervakningsarbete av storleken ett manår, förkortades genom



6. Gittermaskin typ III, 1958, som togs ur drift i slutet av 1960-talet då gitterverksamheten vid Nobelinstitutet för fysik upphörde.

skiftesarbete på kvällar och nätter av institutets vaktmästare. Maskinen kunde därför färdigställas på rekordtid och redan under 1958 kunde produktionen av gitter startas. Denna maskin såldes efter verksamhetens upphörande i slutet av 1960-talet till Kina.

De specialgitter med ritsning direkt på glas för det mjuka röntgen- och det extrema ultravioletta området som Manne Siegbahn började sin gitterverksamhet med under 1920-talet fick senare moderna efterföljare i form av konkavgitter med ritsade ytor upp till 2 × 6 cm. Detta ledde fram till att hans gitter ritsade på maskin typ III, utnyttjades i spektrometern i det första av NASA uppsända satellitsolobservatoriet OSO I som placerades i bana runt jorden den 7 mars 1962. Från denna satellit registrerades över 6 000 spektra i området 40–400 Å och för första gången kartlades sambandet mellan den extrema ultravioletta strålningen och soleruptionerna.

I mitten av 1960-talet ställdes gitterverksamheten vid institutet inför nya problem. Den påbörjade utbyggnaden av tunnelbanan till Mörby skulle, inte bara under sprängningsarbetena, utan allt framgent genom vibrationer från trafiken omöjliggöra gitterproduktion inom institutets lokaler. Vidare hade, genom laserns tillkomst och möjligheten att därigenom interferometriskt styra gittermaskinerna, de rent mekaniska maskinerna i ett slag blivit omoderna. En ombyggnad av de egna maskinerna skulle samtidigt innebära en avsevärd ekonomisk investering. Då dessutom gitterbehovet i världen i framtiden i stor utsträckning kunde tänkas bli täckt genom den replicateknik (kopiering) för optiska gitter som framgångsrikt hade utvecklats på flera håll, beslöts 1968 att gitterverksamheten vid Nobelinstitutet för fysik skulle upphöra.

Den av Manne Siegbahn startade gitterverksamheten fick sin största betydelse under åren 1945–1965. Det fanns vid denna tid ett mycket stort behov av optiska gitter för såväl grundforskning som industriell forskning och analys, men tillverkarna var få och ofta uppbundna till egna projekt. "Siegbahngittren" blev därför populära världen över och utnyttjades i laboratorier från Japan i öst till Kalifornien i väst. Behovet av standardgitter täcks idag i huvudsak genom kommersiell tillverkning.

Optical gratings and grating machines

Summary

An optical grating consists of a precision polished glass mirror, plane or concave, which is furnished with a thin metal coating, usually aluminium. A large number of parallel ruled lines are then drawn on this with a density of up to 1 800 per millimeter. The ruled surface can be anything from 2 cm^2 to 2 000 cm^2. The grating is used as a dispersing element in optical spectographs where the incoming light is reflected in the ruled lines and because of interference is deflected at different angles depending on wave length. This

makes possible a spectral analysis i e the determination of the light emitting medium's chemical composition.

In order to make a ruling of an optical grating a grating ruling machine of extremely high mechanical precision is required. Joseph von Fraunhofer produced (1821) some simple ruled gratings with which he was able to show the mathematical connection between wave length and angle of diffraction. But it was only when Henry A Rowland at Johns Hopkins University in Baltimore in 1882 began to be interested in the question of gratings that a major step was taken in the development of modern gratings. His invention of the concave grating which eliminated the need for focusing lenses in spectrographs was a great contribution to this field.

There were a number of successors to Rowland at John Hopkins, principally John Anderson, R W Wood, W H Perry and John Strong. Others who have contributed to the development of the grating ruling machine are A A Michelson and H G Gale, University of Chicago, H D and H W Babcock at the Mount Wilson Observatory, Manne Siegbahn, Uppsala/Stockholm and George R Harrison, MIT, Boston. The last mentioned succeeded, at the end of the 1950s, in introducing the interferometric control and servo-control of grating ruling machines and thereby made a significant advance towards the present day high quality grating.

In Sweden it was Manne Siegbahn who, in connection with his work on X-ray spectroscopy in Uppsala in the 1920s, became interested in the production of gratings. In Uppsala he built a grating ruling machine for X-ray gratings and also a smaller machine for gratings to be used in the visible wavelength region. In Stockholm at the Nobel Institute of Physics in the 1940s and 1950s, two bigger grating ruling machines were built. With these machines a large number of good gratings were produced which were used in laboratories all over the world. Among other things one of these gratings was used in the NASA satellite observatory, OSO I, in 1962, in order to register solar spectra in the wavelength region 40–400 Å.

The biggest of his grating ruling machines, type II, is now at the Technical Museum in Stockholm.

Utvecklingen av svenska tungvatten-reaktorer 1950–1970

Av Harry Brynielsson

Även om tungvattenreaktorn inte blev den typ som valdes för det kommersiella svenska kärnkraftprogrammet utgjorde erfarenheterna från utvecklingen av denna reaktortyp en god grund även för introduktionen av svenska lättvattenreaktorer. Det gäller särskilt rörande reaktormaterial inklusive bränsleelement, säkerhetsfrågor, värmeteknik, projektarbete och industrierfarenheter. En kort summering av dessa arbeten kan därför ha ett industrihistoriskt intresse.

Varför tungvattenlinjen?

Den svenska energipolitiken under 1950-talet hade två, delvis sammanfallande huvudsyften. Det ena var att begränsa den alltmer ökande importen av bränsle, särskilt olja, som utgjorde en handelspolitisk belastning. Det andra var att skapa större trygghet mot tillfälliga avbrott i bränsleimporten. Man hade krigsårens erfarenheter i gott minne. Motståndet mot en fortsatt exploatering av vår stora inhemska energiresurs, vattenkraften, blev också alltmer kännbart.

Mot bakgrunden av våra – visserligen låghaltiga men mycket stora – egna urantillgångar betraktades kärnenergin, eller som man då sade atomkraften som ett för Sverige särskilt intressant alternativ. 1951 års bränsleutredning kallade sitt 1956 publicerade betänkande "Bränsleförsörjningen i Atomåldern".[1] I utredningens slutsatser sägs bl a "Det torde knappast finnas något annat industriland, som av behov och tillgångar så entydigt som Sverige hänvisas till att för en tryggad energiförsörjning snabbt utveckla atomvärme och atomkraft". Man var medveten om att det svenska uranet måste bli dyrare än utländskt, som framställts ur högvärdiga mineral. Kravet på självförsörjning bedömdes dock som mycket viktigt. "Fördelen av en lägre kostnad för importerat uran än för inhemskt lär aldrig kunna bli så stort att den uppväger beredskapsvärdet av en av världsmarknadsläget oberoende, kontinuerlig uranproduktion."

Självförsörjningsaspekten var det kanske viktigaste incitamentet för den kraftiga svenska satsningen på kärnkraftutveckling. Det enda atombränsle som bedömdes vara av intresse för vårt land var då naturligt uran. Studier visade att vi inte kunde ha resurser att uppföra sådana enorma anrikningsanläggningar som stormakterna, främst USA, hade i gång särskilt som det tekniska underlaget ej var tillgängligt. Vid drift av reaktorer med naturligt uran bildas vidare plutonium, som senare skulle kunna användas för låganrikning av det naturliga uranet och i framtiden för breederreaktorer med mångfaldigt högre utnyttjande av atombränslet.

Tänkbara reaktortyper

Med naturligt uran som bränsle fanns det två tänkbara reaktortyper, grafitreaktorer och tungvattenreaktorer. Grafitreaktorer, som bl a byggdes i England och Frankrike krävde för varje enhet betydande mängder, flera tiotal ton, uran och högren grafit, medan tungvattenreaktorer kunde göras betydligt mindre.

Hade man tillgång till anrikat uran med t ex 2–3 % uran 235 mot 0,7 % i natururan, kunde man som moderator och kylmedel använda vanligt "lätt" vatten. Sådana reaktorer utvecklades främst i USA. Man brukade säga att det behövdes antingen anrikat uran och naturligt (lätt) vatten eller naturligt uran och anrikat (tungt) vatten.

Valet av tungvattenlinjen

Medan anrikat uran låg utanför våra möjligheter att framställa kunde tungt vatten erhållas med metoder inom räckhåll för våra tekniska resurser. Bakom valet av tungvattenlinjen låg således klara tekniska överväganden. Om beslutet att starta med tungvattenlinjen rådde också full teknisk och politisk enighet. Många andra länder satsade också på tungvattenreaktorer därför att reaktortypen ansågs ha goda utvecklingsmöjligheter och man kunde bli oberoende av import av anrikat atombränsle. Detta betraktades som ett strategiskt material som kunde beläggas med handelsrestriktioner och villkor.

Ledande i utvecklingen av tungvattenreaktorer var Kanada, som helt baserar sin utbyggnad på denna reaktortyp. Den kanadensiska kärnkraftutbyggnaden, som idag är större än den svenska, har varit framgångsrik och man har även exporterat några tungvattenreaktorer. Andra länder, som under 1950-talet planerade tungvattenreaktorer var England, Frankrike, Italien, Norge, Schweiz, Japan och Indien. I samband med att anrikat bränsle blivit tillgängligt på kommersiella villkor har de flesta av dessa projekt avvecklats.

Det har spekulerats om det svenska tungvattenprogrammets koppling till frågan om svenska atomvapen. Fram till 1966 gällde som officiell svensk policy den s k handlingsfrihetslinjen. Statsmakterna skulle, om så bedömdes nödvändigt, ha möjlighet att senare fatta beslut om svensk kärnvapentillverkning. För att en sådan policy skulle ha någon trovärdighet internationellt krävdes att vi hade egna

kunskaper om uranproduktion, reaktorkonstruktion och upparbetning av använt kärnbränsle. Det civila programmet gav sådana erfarenheter och tillfredsställde därmed även dessa politiska krav. Det var dock helt inriktat på atomvärme och atomkraft för civilt bruk.

Ansvarigt för detta utvecklingsprogram var det halvstatliga AB Atomenergi, (Atombolaget) där de löpande kostnaderna täcktes av årliga statsanslag.

Forsknings- och utvecklingsarbete

Det tekniska underlaget för reaktorkonstruktion var vid början på 1950-talet både tunt och glest. Av militära skäl hemlighöll stormakterna många nyckeldata. Det var först i samband med Genevekonferensen 1955 som "deklassifieringen" kom igång på allvar.

För ett land som Sverige fanns det två samverkande sätt att få fram den information som krävdes: eget FoU-arbete och internationellt samarbete. Erfarenheter från ett eget utvecklingsarbete krävdes för att man skulle kunna förstå och utnyttja andras resultat och det kunde vidare utnyttjas i det internationella samarbetet.

Det var främst inom fyra områden som kunskapsunderlaget behövde breddas:

reaktorfysik
reaktormaterial inklusive bränsle
reglerings och säkerhetsteknik
värmeöverföring.

På alla dessa områden krävdes en stor satsning för att man skulle få fram ett underlag, som möjliggjorde projektering och uppförande av reaktorer för produktion av värme och el.

Reaktorfysik

Reaktorfysiken är den styrande faktorn vid alla reaktorkonstruktioner och berör inte bara bränsle och moderator utan även konstruktionsmaterial, reglerutrustning, temperatur- och tryckförhållanden m m. Genom att bygga en experimentreaktor R1 fick man de första erfarenheterna av uppförande och drift och kunde göra mätningar av betydelse för kommande projekt.

Med dagens måttstock var R1 en enkel reaktor: den arbetade med låg effekt, vid låg temperatur utan tryck. Vid den tidpunkten var R1-bygget ett mycket kvalificerat projekt ur både teoretisk och praktisk synpunkt. Det lyckade resultatet och den intressanta forskning som bedrevs vid reaktorn gav internationell respekt och blev av stor betydelse för samarbetet med andra länder.

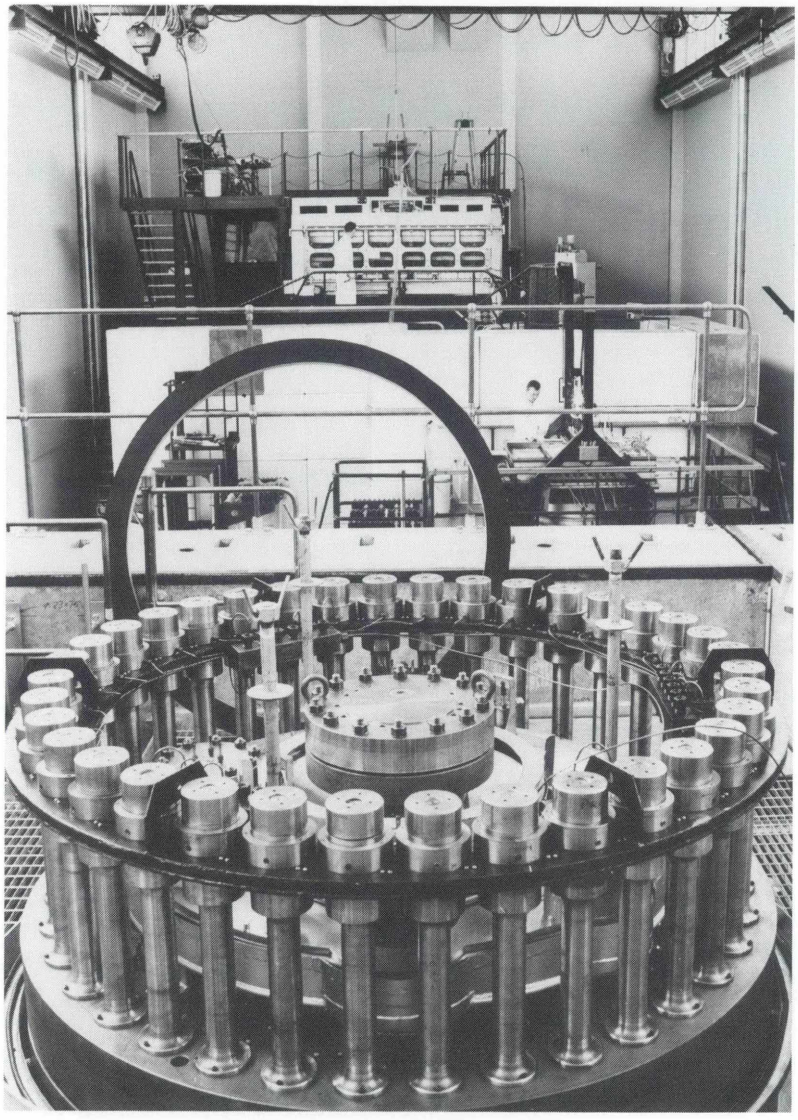
R1 Reaktorn innehöll ca 3 ton uranmetall kapslat i aluminiumrör och ca 5 ton tungt vatten. Vid den tidpunkten hade vi inga möjligheter att framställa uranmetall utan fick hjälp av de franska myndigheterna. De levererade uranstavarna mot löfte att återfå motsvarande mängd uran i koncentratform, då vår produktion i Kvarntorp kommit igång om ett par år. Det förhållandet att vi utvecklade metoder att industriellt utvinna uran ur de låghaltiga skiffrarna i Närke och Västergötland – Europas största uranförekomst – bidrog till att vi internationellt ansågs som en intressant samarbetspartner.

Det tunga vattnet inköptes från Norsk Hydro, som hade en produktion i Rjukan. Norge satsade också på tungvattenreaktorer och vi hade ett nära samarbete med Institutt för Atomenergi i Kjeller. R1 placerades vid Drottning Kristinas Väg nära KTH så att den skulle kunna användas vid forskning och undervisning där. Att den förlades i ett bergrum ca 15 m under marken sammanhängde främst med att övriga på området verksamma institutioner ivrigt bevakade sina expansionsmöjligheter ovan jord. Det faktum att R1 blev världens första bergrumsförlagda reaktor innebar samtidigt en extra skyddsbarriär mot strålning och bidrog säkert till att inga allvarliga invändningar gjordes av dem som hade sina bostäder och arbetsplatser i närheten.

Forskningsreaktorn R1 har tidigare beskrivits i olika sammanhang, bl a i Daedalus 1981.[2,3] Här behöver endast konstateras att den utgjorde ett pionjärprojekt av stor betydelse för den svenska kärntekniska utvecklingen.

Zebra, R0, TZ och KRITZ Uranstavarna i R1 var placerade i ett fast geometriskt mönster, som inte utan ombyggnad av reaktorn kunde förändras. För optimering av kommande reaktorer var det av intresse att studera hur stavarnas dimensioner och inbördes placering i moderatorn påverkade reaktiviteten. Därför byggdes intill R1 en uppställning Zebra (zero energy bare reactor assembly) där man kunde omflytta bränslet och studera olika bränslegeometrier. Den flyttades sedan till Studsvik och ombyggdes till en "tryckzebra" TZ, (levererad av Kockums Mekaniska Verkstad) för mätningar upp till 250°C. I Studsvik uppfördes även en nolleffektreaktor R0, som kunde uppnå kritikalitet och för mätningarna inte behövde den externa neutronkälla som fanns hos zebrorna.

År 1969 ombyggdes TZ till en 0-effektreaktor KRITZ, som bl a användes till utprovning av bränsleelementen för den första Oskarshamns-reaktorn. Till R1 och experimentanläggningarna hade som nämnts uranet varit i metallform, kapslat i aluminiumrör. För de höga temperaturer som erfordras i elproducerande reaktorer är denna kombination inte möjlig. Lösningen blev här uranoxid UO_2 i form av pressade och sintrade små cylindrar, s k kutsar kapslade i rör av

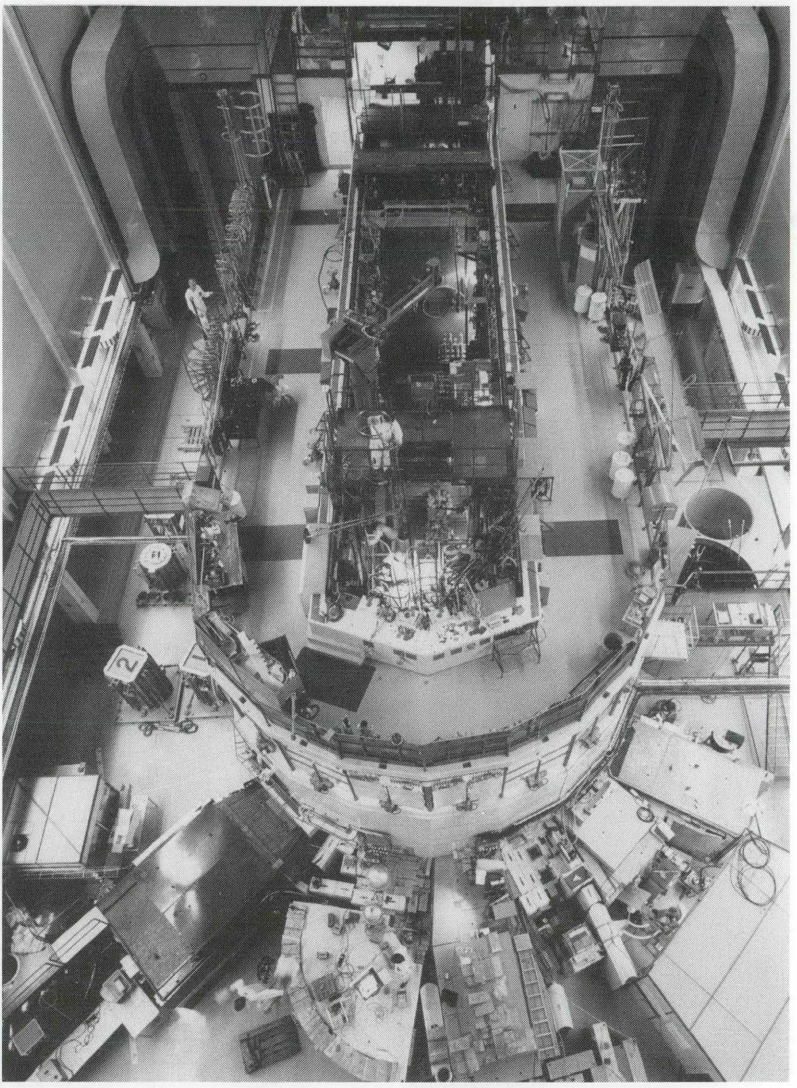


1. Närmast kameran KRITZ-reaktorns överdel, längst bort R0-reaktorn.

zirkoniumlegeringen Zircaloy 2. Metoder för framställning av oxidbränsle utvecklades och en mindre fabrik uppfördes i Stockholm. Zircaloyrör utvecklades av Sandviken i samarbete med Atombolaget och levererades senare även på export.

I bränsleelementfabriken tillverkades element till forskningsreaktorer i Studsvik och utlandet, till Halden-reaktorn i Norge samt till Ågesta och Marviken. Till Ågesta-elementen levererade även ASEA och Kohlswa jernverk uranoxidkutsar.

I en reaktor råder en hög intensitet av neutroner som på olika sätt



2. R2-anläggningen i Studsvik. Den 9 m djupa bassängen, som är fylld med vatten, är delad i tre avdelningar. Närmast kameran reaktorkärnan, därefter förvaringsutrymmen och längst bort R2-0-reaktorn. På golvet framför bassängen experimentuppställningar för forsknings- och utvecklingsarbete.

påverkar ingående material: bränsle, kapsling, reglerutrustning och konstruktionsmaterial inklusive själva reaktortanken. Dessa frågor studeras i materialforskningsreaktorer, där neutronintensiteten kan vara många gånger högre än i kraftproducerande reaktorer och man alltså kan göra accelererade prov.

R2 Ursprungligen var tanken att i Studsvik bygga en materialprovningsreaktor av tungvattentyp ungefär motsvarande den kanadensiska

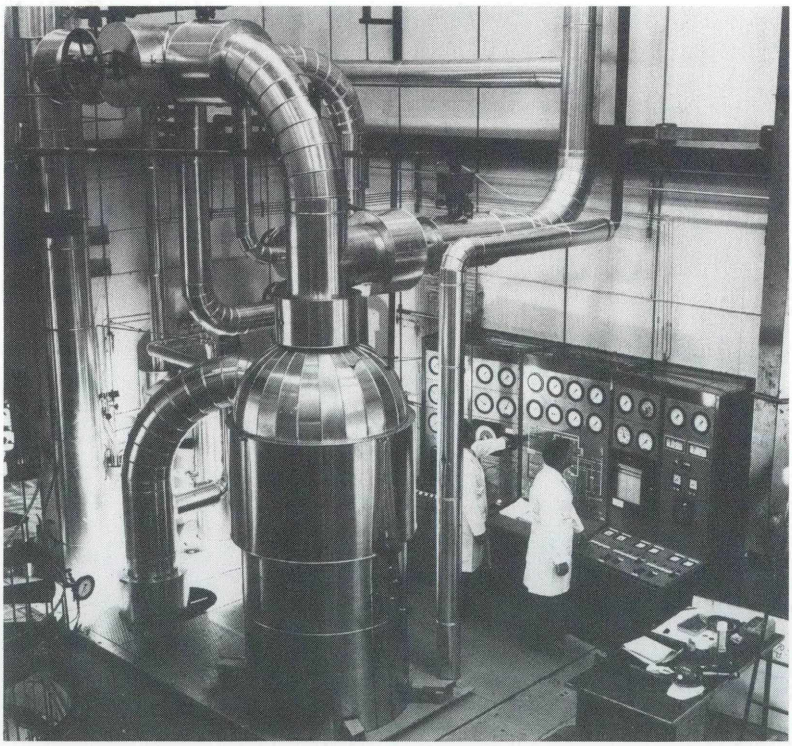
NRX-reaktorn. Sedan USA erbjudit vissa mängder anrikat uran för forskningsändamål anskaffades i stället en anrikad "bassängreaktor" av MTR-typ, R2, inköpt från ACF-Industries i USA. I samma bassäng uppfördes en nolleffektreaktor (levererad av ASEA) för kartläggning av R2-reaktorns kärna med experimentanordningar och för strålskyddsmätningar.

Efter bestrålning i en materialforskningsreaktor blir proven starkt radioaktiva och måste undersökas i "aktiva" laboratorier med strålskydd och manipulatorer. Materialforskningsreaktorn R2 och de aktiva laboratorierna utgör centrala delar i den forskningsstation Studsvik, som började byggas 1955. R2-reaktorn, som blev färdig 1960 är fortfarande i drift med uppdrag från Sverige och utlandet.

Inne i reaktorkärnan arrangeras ett antal "slingor", där man efterliknar den miljö (kylmedium, tryck, temperatur etc) som råder i en kraftproducerande reaktor.

Reaktorsäkerhet

Förutom de "normala" säkerhetsföreskrifter, som tillämpas för apparater som arbetar vid förhöjda tryck- och temperaturförhållanden tillkommer vid reaktoranläggningar för energiproduktion de speciella villkor som den radioaktiva strålningen medför.



3. Försökskretsen SEPA för ångvattenseparation i det värmetekniska laboratoriet. Experimenten sker i full skala med normala driftdata 70 bar och 285°C.

Strålningens inverkan på konstruktionsmaterial har tidigare berörts. Då det gäller det radiologiska skyddet för personal och omgivning hade vi i Sverige en fin tradition att bygga vidare på genom bl a professor Rolf Siewerts arbeten vid Radiofysiska Institutionen, Karolinska Sjukhuset. Redan vid projekteringen av R1 bildades en sektion för strålskydd, som nära samarbetade med in- och utländska experter. Det var också ett område, där det internationella samarbetet inte begränsades så mycket av "red tape". Det visade sig också i det fortsatta arbetet på värme- och kraftproducerande reaktorer att strålskyddsfrågor kunde utgöra en styrande faktor.

I nära samarbete med strålskyddsspecialisterna arbetade instrumentsektionen som bearbetade regler- och kontrollsystem för reaktorer. Ett grundläggande och delvis nytt område gällde neutronmätningar, där nya instrument utvecklades.

Värmeteknik

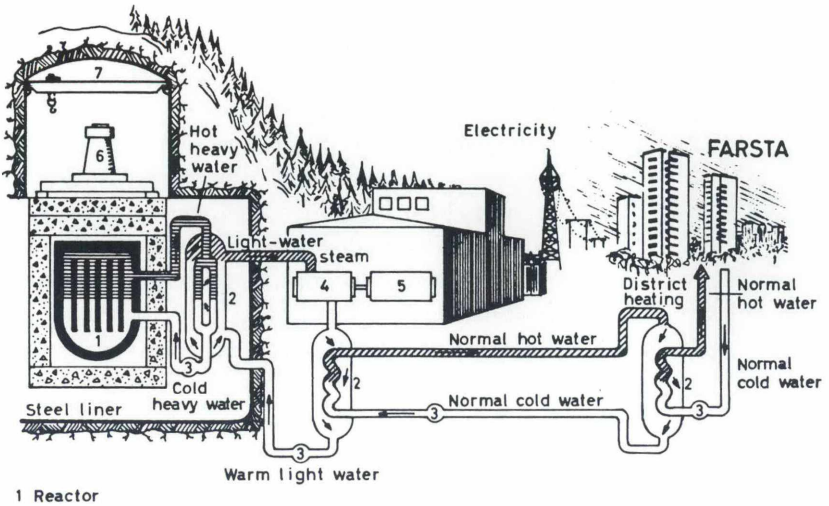
Karakteristiskt för kärnenergin är den mycket stora energitäthet som råder i ett bränsleelement och som optimalt måste utnyttjas. Värmeöverföring och därmed sammanhängande strömnings- och kokningsförhållanden studerades i ett värmetekniskt laboratorium i Studsvik. Här utprovades också flera av de komponenter som ingick i prototypreaktorerna. Studier av "burn-out"-förhållanden hos bränslet och ång/vattenseparation i kokarreaktorer blev av intresse för både tungvatten- och lättvattenreaktorerna.

Ågestaprojektet

Adam och R3

Då det gällde de första energialstrande reaktorerna fanns det olika förslag. Vattenfall i samarbete med ASEA lanserade projekten Adam och Eva, där Adam var en enbart värmeproducerande reaktor, som arbetade vid låg temperatur, och Eva ett atomkraftverk för elproduktion. Inom Atombolaget bearbetades R3-projekten, där R3a var en värmeproducerande reaktor och R3b en värmereaktor med mottrycksdrift, där en del av energin kunde tas ut som el. Det senare alternativet var visserligen tekniskt svårare men gav samtidigt erfarenheter av drift vid höga temperaturer. Alla dessa projekt baserades på systemet med naturligt uran och tungt vatten. Vissa diskussioner fördes även om lättvattenreaktorer med anrikat uran, men självförsörjningsargumentet för bränsle vägde tyngre. De anrikade systemen ansågs då mer intressanta för mycket små värmeverk och fartygsdrift.

Det stora intresset för värmeproduktion sammanhängde med att Bränsleutredningen bedömt att vi skulle behöva ett stort antal, kanske 100 atomvärmeverk för att effektivt bromsa oljeimporten. Det var



1 Reactor
2 Heat exchanger
3 Pump
4 Turbine
5 Generator
6 Charge machine
7 Overhead crane

4. Principskiss för Ågesta kraftvärmeverk.

först i slutet av 50-talet som man insåg, att huvudintresset för vår kärnkraft gällde elproduktion.

Om man planerar ett atomvärmeverk behöver man en tillräckligt stor värmekund, som via ett fjärrvärmenät kan nyttiggöra energin. Vattenfall träffade för Adam överenskommelse med Västerås stad och Atombolaget ingick 1956 ett avtal med Stockholms Elverk om värmeleveranser till förorten Farsta, som då var under utbyggnad. Båda projekten skulle enligt planerna i huvudsak finansieras via statsanslag via Vattenfall resp Atomenergi. Under arbetets gång visade det sig, att projekten krävde större insatser av arbete och pengar än vad de första optimistiska kalkylerna visat. Under hösten 1958 skedde därför en sammanslagning till ett projekt som blev R3b. Projektet kallades en tid R3/Adam, men fick senare namn efter förläggningsplatsen Ågesta.

Avtalet mellan Atomenergi och Elverket beträffande värmeleveranser kvarstod. Finansieringen av reaktordelen delades mellan Atombolaget och Vattenfall och ASEA blev huvudleverantör för stationen.

Ågesta dimensionerades för en effekt av 65 MW, varav 55 MW togs ut som värme och 10 MW som el. Efter några års drift höjdes dessa värden till 80 resp 12 MW. Värmeproduktionen räckte till ca 3500 hushåll i Farsta. Förläggningen ordnades även denna gång i ett bergrum 3,5 km från Farsta centrum. Det var första gången en reaktor förlades så nära tät bebyggelse, och för att bergrummet skulle bli helt tätt "tapetserades" det med ett svetsat skal av 4–8 mm stålplåt.

Motstånd mot Ågesta

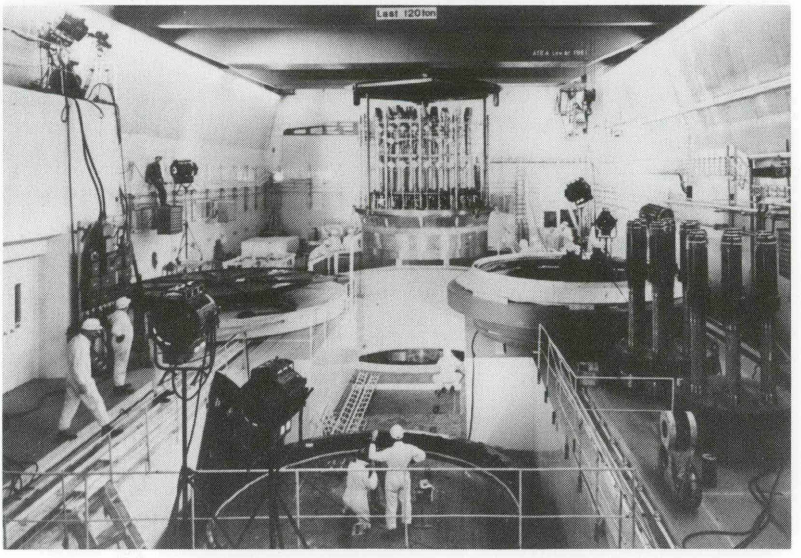
Det kan vara intressant att konstatera, att rädslan för strålningsrisker fanns även då. Motståndarna till verket organiserade sig i Magelungens intresseförening, som på olika sätt protesterade mot verket. Särskilt gällde detta i Vattenöverdomstolen, som skulle ta ställning till utsläpp av små mängder radioaktivt vatten i sjön Magelungen. Som expert anlitade intresseföreningen bl a nobelpristagaren Linus Pauling. Efter långa diskussioner, där de svenska myndigheterna ansåg förläggningen godtagbar beviljades de tillstånd som krävdes för stationens drift.

Som reserv för stationen byggdes nära Farsta ett oljeeldat värmeverk, som skulle träda i funktion, då Ågestaverket inte kunde leverera värme på grund av t ex bränslebyte eller underhållsarbeten. Vid ett par tillfällen, då den oljeeldade stationen var i drift, ringde Farsta-bor till Ågesta och frågade, när man skulle köra igång reaktorn. Röken och sotet från den oljeeldade centralen upplevdes som störande.

Industribilden

En huvuduppgift för Ågestaverket var att ge svensk industri erfarenheter av de kvalitetskrav som kärnkraften ställer. Fordringarna på tillförlitlighet och precision, materialbeständighet, täthet och renhet är betydligt strängare än vad industrin normalt tillämpar. Begreppet "reaktorkvalitet" användes såväl i Sverige som internationellt.

Samordnande huvudleverantör var som nämnts ASEA, som även levererade många komponenter, bl a kontrollutrustningen. Reaktortanken – det största föremål som dittills transporterats på järnväg i Sverige – tillverkades av Degerfors. Den stora laddningsmaskinen



5. Från monteringen av Ågesta. Närmast kameran schaktet för reaktortanken, längst bort tanklocket med genomföringar.

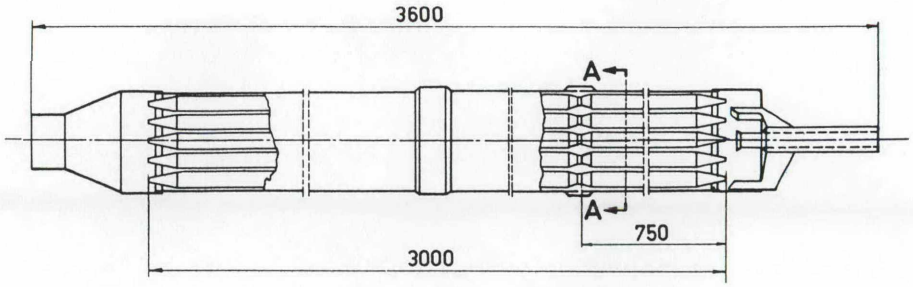


6. Reaktortanken och yttre termiska skyddet på plats i Ågesta.

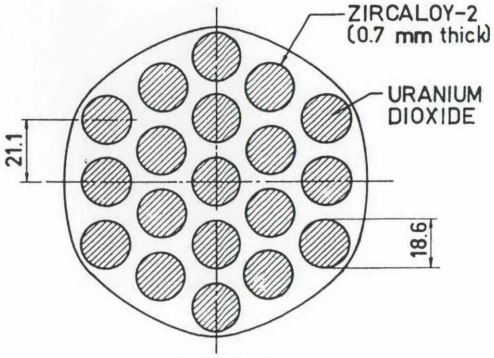
beställdes från NOHAB inom Boforsgruppen och värmeväxlarna från JMW och Rosenblads Patenter. De enda centrala delarna i den primära kretsen som importerades var huvudpumparna för tungt vatten som köptes från Hayward Tyler, England.

Nedanstående uppställning ger några av stationens viktigaste data:

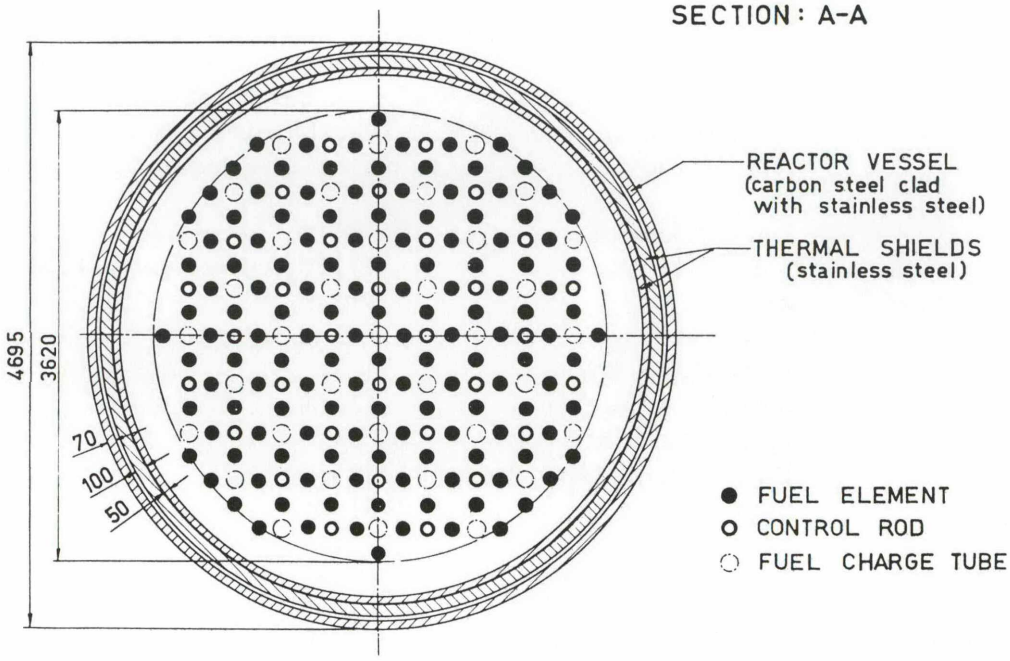
konstruktionseffekt	65 MW, senare höjt till 80 MW
därav el	10 MW, senare höjt till 12 MW
drifttryck	33 bar
bränsleladdning	18,5 ton UO_2
bränsleelementknippen	140 st
bränslestavarnas diameter	17 mm
bränslets medeltemperatur	500°C
bränslets maximumtemperatur	1 325°C
tungt vatten	69 ton
tungt vatten i reaktorn	51 ton
tungt vatten i externa kretsar	18 ton
effekt i bränsle	60 MW
effekt i moderator	5 MW
arbetstemp i ånggeneratorer	196–215°C
temp varmvatten till Farsta	75–120°C
temp varmvatten från Farsta	52–68°C
ångproduktion	105 ton/h



FUEL ELEMENT



SECTION : A-A



HORIZONTAL SECTION

7. Bränsleelementen i Ågesta.

En fullständig teknisk beskrivning av Ågesta finns i boken "The Ågesta Nuclear Power Station, a staff report". AB Atomenergi 1964.[4]

Tidtabellen för verkets utbyggnad är i stora drag:

November 1956: preliminära studier och avtal med Stockholms Elverk
November 1957: utsprängningen av bergrummet börjar
Hösten 1958: sammanslagning av R3 och Adam till Ågesta
Januari 1960: bergrummet färdigutsprängt
December 1962: provkörningar med lätt vatten, bränsleelement och kontrollsystem
Juli 1963: första kriticitet
Våren 1964: full effekt och leverans av värme och el
1965: Vattenfall övertar driften av Ågesta
Juni 1974: reaktordriften upphörde

Enligt avtalet med Elverket betalades värme- och elkraften med ett pris, som motsvarade framställningskostnaderna vid en oljeeldad anläggning. För en liten försöksanläggning som Ågesta innebar det, att man inte fick full täckning för de löpande kostnaderna. Vissa ytterligare marginella inkomster erhölls genom att en del bränsleelementpositioner uthyrdes för prov av bränsle och material i reaktormiljö. Totalt belastade dock driften Vattenfalls och Atomenergis budget med ca 4 milj kronor per år.

Nedläggning av Ågesta

År 1974 bedömdes att de ytterligare erfarenheter, som en fortsatt drift skulle ge inte motiverade denna kostnad, varför man beslöt avbryta driften och avveckla verksamheten.

Några månader senare steg i oljekrisens skugga priserna kraftigt innebärande, att verket skulle kunnat täcka sina löpande kostnader. Beslutet om nedläggning kvarstod dock, ty delar av anläggningen, bl a plåtskalet var i behov av översyn och reparation.

Sammanlagt hade då Ågesta levererat 800 000 MWh värme och 415 000 MWh el. Under perioden 1964–1974 hade stationen varje år under eldningssäsongen varit i drift med mycket hög tillgänglighet. Enda undantaget var under en period 1968 då skador på några bränsleelement gjorde att reaktorn fick stängas av. Även denna i och för sig negativa händelse gav dock värdefulla erfarenheter för bränsleelementens konstruktion och för hantering av starkt radioaktivt material.

Kostnader

Ågesta drabbades, liksom motsvarande prototypanläggningar i andra länder av fördyringar och förseningar i förhållande till de ursprungliga planerna totalkostnaden blev ca 205 Mkr inklusive indexmässiga fördyringar mot drygt 100 Mkr i de första kalkylerna. Till största delen berodde detta på att man underskattat behovet av arbetsinsatser

och hjälputrustningar. Inte minst säkerhetsfrågorna spelade en stor roll, t ex den dyrbara plåtinklädnaden av bergrummet.

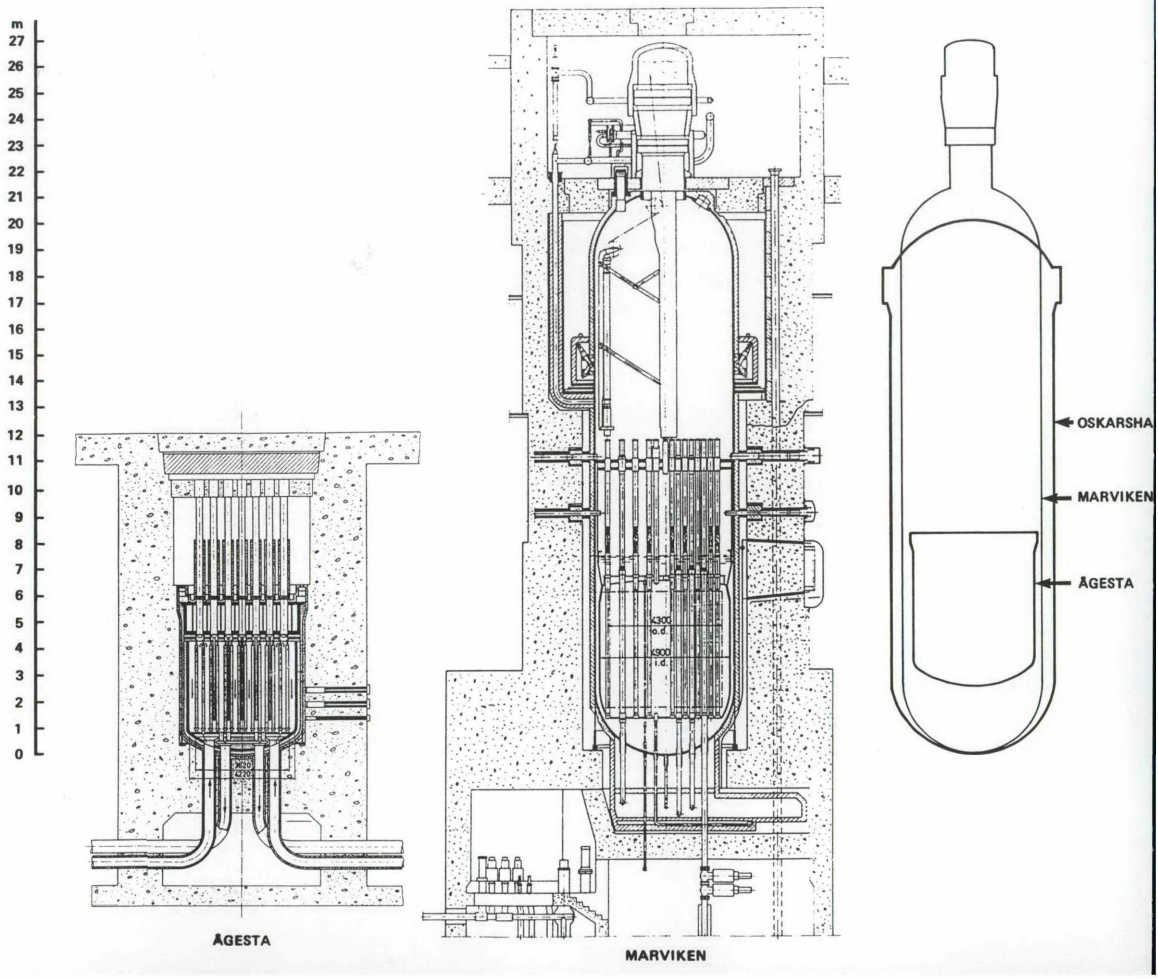
Alla deltagarna i projektet fick dock de första erfarenheterna av konstruktion, tillverkning, montering och drift av ett industriellt kärnkraftverk.

Marvikenprojektet

Medan Ågesta kan betraktas som ett lyckat projekt, som gav de önskade erfarenheterna beträffande uppförande och 10 års drift blev läget för Marviken det motsatta. Det blev en reaktorstation, som uppfördes, men aldrig togs i drift. På sitt sätt utgör den en illustration av uttrycket: "det bästa kan bli det godas fiende".

Med facit i hand kan det vara intressant att följa projektets utveckling och se vilka faktorer som påverkade utformningen.

8. Genomskärning av Ågesta- och Marvikenreaktorerna. T h har som jämförelse medtagits tanken för Oskarshamn 1.

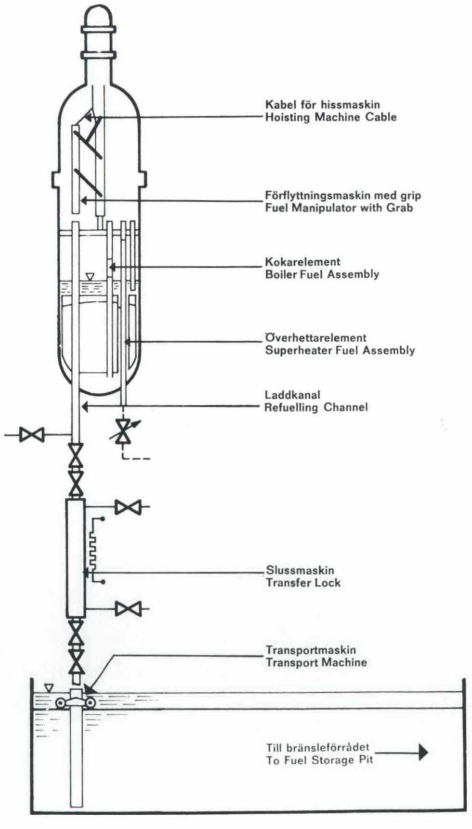


Eva och R4

Erfarenheter utifrån och beräkningar här hemma visade storleksfaktorns betydelse för ekonomin. Först vid mycket stora anläggningar kunde priset på atomkraften bli konkurrenskraftigt. Med "mycket stora" anläggningar menade man då effekter om 400 MWel eller mer. Man var överens om, att man inte kunde gå direkt från Ågesta till en anläggning av den storleken utan att det behövdes ett mellansteg. Vattenfalls Eva och Atomenergis R4 var sådana mellansteg på ca 100 MWel. Kostnadsutvecklingen och bristen på kvalificerad personal medförde även här en sammanslagning av de två projekten. En tid användes beteckningen R4/Eva, som sedan blev Marviken efter förläggningsplatsen vid Bråvikens södra strand.

Då det gällde typvalet var två frågor särskilt viktiga: konstruktionsprincip och kylmedel. Skulle man välja det kanadensiska utförandet med trycktuber av Zircaloy eller behålla det trycktanksutförande, som använts i Ågesta? Vilket kylmedel var mest lovande: vatten, ånga eller gas?

Efter ingående överläggningar stannade man för trycktankskonstruktionen, som också användes i de amerikanska lättvattenreaktorerna. Även då det gällde kylmedel var man konservativ och behöll inledningsvis Ågestalösningen med tungt vatten under tryck. Att det



9. Anordning för bränslebyte under drift i Marviken.

skulle vara en tungvattenreaktor, som kunde drivas med naturligt uran var alla överens om. Reaktorn var liksom de kanadensiska planerad för bränslebyte under drift, vilket möjliggör högre utbränning av bränslet, och bättre ekonomi.

Det avtal som tecknades mellan Vattenfall och Atomenergi i september 1957 gällde alltså en 100 MWel reaktor med tungt vatten under tryck. Denna princip bibehölls ända till 1962 och man kan i efterhand beklaga, att den då ändrades.

Redan då avtalet mellan Vattenfall och Atombolaget slöts fanns det många som tyckte att man borde ta ett djärvare utvecklingssteg, särskilt som kokarreaktorer började tilldra sig allt större intresse i många länder.

Tidsplanen

Vad gäller tidplanen ville man naturligtvis dra största möjliga nytta av de erfarenheter, som successivt kom fram i Ågesta-projektet. Förseningarna i Ågesta innebar därmed automatiskt en försening även för Marviken. Atomenergi och den tillverkande industrin ville dock att tidsmellanrummet mellan de två projekten inte skulle bli alltför stort, då man önskade kontinuitet i verksamheten och annars riskerade att förlora kvalificerad personal.

Efter Suez-krisen var även Vattenfall intresserat av ett snävt program, då man förutsåg ett ganska nära behov av stora atomkraftverk för att ersätta oljeimporten. CDL framhöll 1959 att man senast 1965 måste ha tillgång till stora atomkraftverk och föreslog import för att man skulle kunna hålla denna tidsplan.

I början av 1960-talet ändrades situationen och oljan blev både lättillänglig och billig. Behovet av stora atomkraftverk för elproduktion var inte längre lika aktuellt, och man kunde ur den synpunkten ha mer tid för projektering. Tidpunkten för färdigställande av Marviken, som ursprungligen hade angetts till 1963 försköts successivt till slutet av 1968.

Kokning och överhettning

Under dessa år fördes en intensiv debatt om Marvikenreaktorns utformning. Det var framförallt två frågor som behandlades: kokning och överhettning. I en kokarreaktor med direktcykel behöver man inte de dyrbara värmeväxlare och pumpar, som krävs i en tryckvattenreaktor. Om man dessutom kunde lösa frågan om nukleär överhettning skulle man nå de temperaturer som den modärna turbintekniken utnyttjade och därmed höja verkningsgraden. Diskussionen påverkades av både studier här hemma och impulser utifrån. De som föreslog gaskylning önskade likaledes komma upp i högre temperaturer och förbättra verkningsgraden. Gaskylningen avskrevs dock, då den skulle innebära en för oss ny och okänd materialteknologi.

Reaktorexperimentet RX

Under dessa diskussioner kom tanken på ett särskilt "reaktorexperiment RX" i Studsvik att spela en viss roll. Atombolaget föreslog i slutet av 1959 att man skulle utreda om en anläggning kunde byggas, som innehöll "en utskuren del" av en stor reaktorkärna med samma kylmedel och data betr temperatur och tryck som den tänkta fullstora anläggningen. Med flera bränsleknippen skulle man även få viss statistik på bränslestavarnas och andra komponenters uppförande. Efter något år avbröts dessa studier, då man fann att anläggningen skulle bli för dyr och komplicerad. Med hänsyn till det stora intresset för mer avancerade konstruktioner för Marviken diskuterades RX-konceptet dock under de kommande åren som alternativ eller komplement till Marviken.

Den intressantaste frågan var hur man skulle få erfarenheter av kokarreaktorer. Sedan 1958 deltog Sverige tillsammans med ett flertal europeiska länder i Halden-projektet i Norge. Reaktorn där var en tungvattenkokare, som dock inte hade turbin utan enbart inriktades på ångproduktion. Halden var av särskilt intresse för oss eftersom Atombolaget levererade bränslelementen till reaktorn. Sverige hade personal vid Haldenreaktorn så att vi kunde få direkta erfarenheter av kokning. I slutet av 1961 förordade regeringens rådgivande Atomenergidelegation att man skulle utreda om reaktorexperimentet RX kunde utformas just för studium av kokning. Vidare skulle man vidareutveckla ett förslag om att tryckvattenreaktorn i Marviken skulle förses med en mindre kokartillsats om ca 20 MW. Våren 1962 föreslogs att Marviken även skulle kompletteras med en tillsatsturbin om ca 30 MW.

Intresset för kokarreaktorer var som synes i tilltagande. Även de enskilda kraftproducenterna hade 1959 planerat en importerad lättvattenkokare om 60 MWel till Simpevarp. Ett genombrott för kokarreaktorer kom 1960 då lättvattenkokaren Dresden i USA om 210 MWel togs i drift. Tillverkare var General Electric, medan den andra stora amerikanska reaktorleverantören Westinghouse satsade på tryckvattenreaktorer.

Marviken K200

Det var under sommaren 1962 som förslaget om en omläggning av Marvikenprojektet från tryckvatten- till kokarreaktor, Marviken K200, lades fram av ASEA och Atomenergi. Det hade föregåtts av många interna studier, bl a den s k Bashful-utredningen (Boiling And SuperHeating FULlscale Reactor). För att man skulle få ut ytterligare erfarenheter skulle Marvikenreaktorn byggas så att man där även kunde utprova nukleär överhettning. Alla var medvetna om att detta var ett djärvt steg. Man tog det för att "hämta in stormakternas försprång". Vattenfall förordade dock att projektet fortsatte som tryckvattenreaktor med kokartillsats.

På Delegationens begäran inriktade samtliga deltagare, Atom-

energi, ASEA och Vattenfall arbetet på att till slutet av 1962 ta fram erforderligt projekteringsunderlag för en offert på Marviken K200.

Man kan säga, att detta ställningstagande till K200-idén var ett tecken på en gradvis förskjutning av motiven för kärnenergisatsningen från energipolitik till industripolitik. Kvar stod dock kravet på att stationen skulle kunna drivas med naturligt uran om än med något reducerad effekt.

Överhettning osäker faktor

Det som kvarstod som den största osäkerhetsfaktorn var överhettningen. I många länder bedrevs nu och under de närmaste åren ett omfattande arbete att få fram bränsleelement, som kunde arbeta vid de höga temperaturer turbinkonstruktörerna var vana vid. För de dittills byggda och projekterade kraftreaktorerna hade man fått använda specialturbiner för mättad ånga – ett förhållande som gäller även idag. Av turbiner för enbart mättad ånga fanns då knappast några nyinstallationer efter första världskriget i storlekar som var intressanta och turbintypen bedömdes av många som 1800-talsmässig.

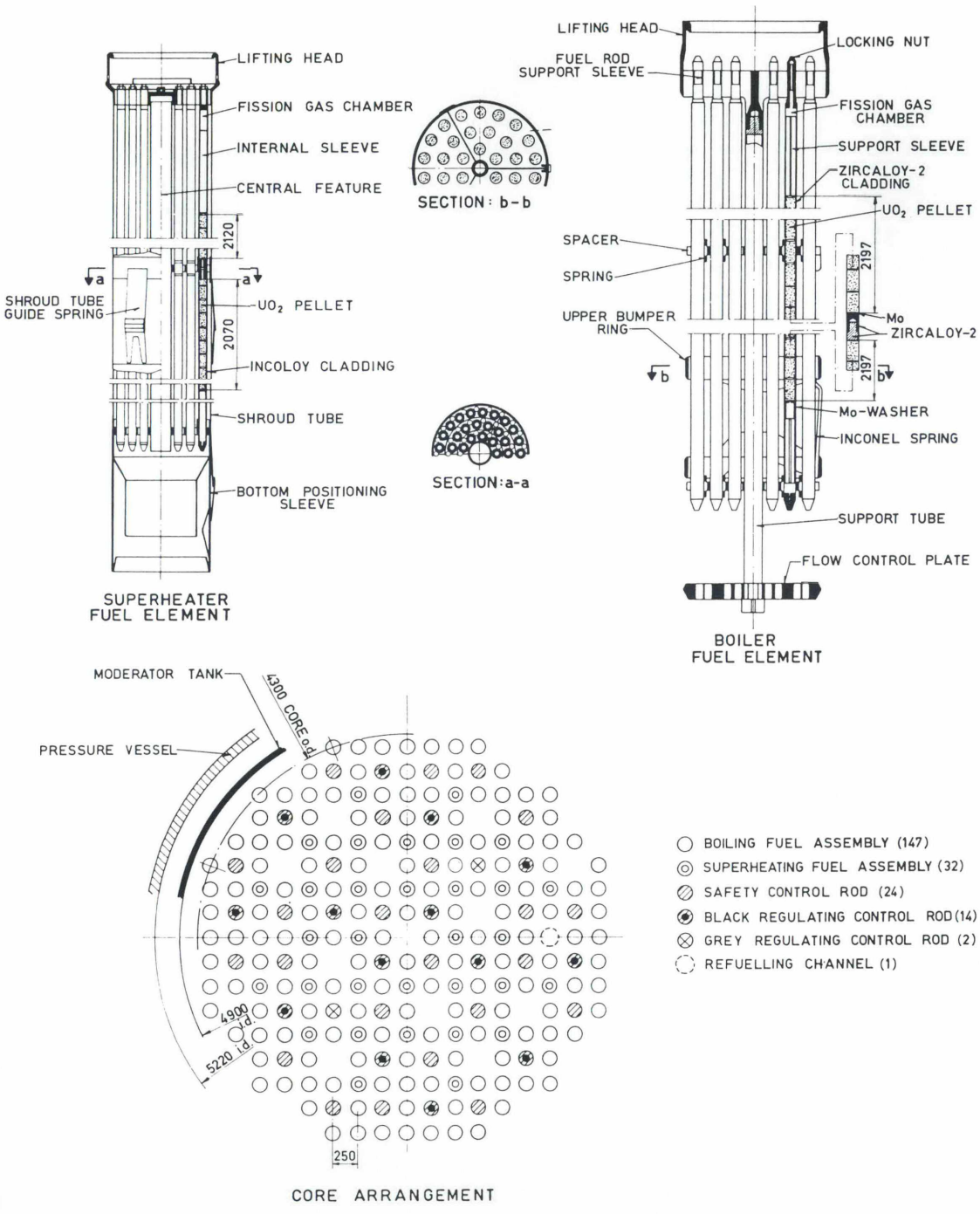
Optimismen om överhettning var stor. I USA byggdes 1961 tre reaktorer för studier av överhettning, Borax, Bonus och Pathfinder och i USSR en i Byeloyarsk. Två gästforskare från Borax kom 1964 till Sverige och medverkade i Marviken. Även i England och Tyskland planerades reaktorer för överhettning och vid Genevekonferensen 1964 rapporterades goda framsteg. Målet i Marviken var att kunna utprova överhettning men man betonade att frågan inte var löst.

Av betydelse vid bedömningen av dessa frågor var också den s k turbinutredningen, som utförts av berörda industrier och som visade att det var möjligt att konstruera turbinerna tillräckligt täta för att tillåta drift med tungvattenånga.

I den rapport som Atomenergi och Vattenfall i december 1962 överlämnade till Delegationen redovisades tre driftsfall:

enbart mättad ånga	anrikning 1,2 %	effekt 138 MWel
överhettad ånga	anrikning 1,2–1,8 %	effekt 206 MWel
beredskapsdrift	naturligt uran 0,7 %	effekt 130 MWel

För överhettningen var anrikning nödvändig på grund av framför allt den speciella kapsling som krävdes. Även för normaldrift med kokning föreslogs viss anrikning. Utsikterna att erhålla amerikanskt anrikat uran för kraftreaktioner hade förbättrats och 1966 slöts ett avtal med USA, som möjliggjorde inköp av anrikat uran för svenska kraftreaktorer. Med de gällande priserna gav en lätt anrikning bättre ekonomi och högre utbränning. Möjligheten att driva stationen även med naturligt utan hade bl a krävts av riksdagens statsutskott. Vid



10. Bränsleelementen i Marviken.

större reaktoreffekter, t ex 400 MWel skulle drift med naturligt uran vara kommersiellt intressant.

Fig 8 visar en genomskärning av reaktortanken. Drift enligt det första alternativet förutsatte att man inte i tid kunnat lösa överhettarfrågan och att överhettarkanalerna då skulle vara tomma och tjäna som utlopp för den mättade ångan. Den komplicerade utformningen av härden skapade svårigheter vid säkerhetsbedömningen och farhågor beträffande driftsförhållanden och tillgänglighet. Det gällde särskilt överhettningen. Vattenfall föreslog därför att man skulle slopa överhettningen och i stället bygga en tungvattenkokare av enklast möjliga utförande. Projektet hade nu alltmer fått karaktär av utvecklingsarbete varför Atomenergi måste ta ansvaret för reaktordelen. Ett avtal med denna innebörd slöts under 1964. Då intresset för överhettning kvarstod, reaktortank och andra styrande komponenter redan upphandlats, vilket blockerade större konstruktionsförändringar, fortsatte dock projektet och Marviken K200 blev det utförande, som skulle föras fram till färdigställande i slutet av 1968.

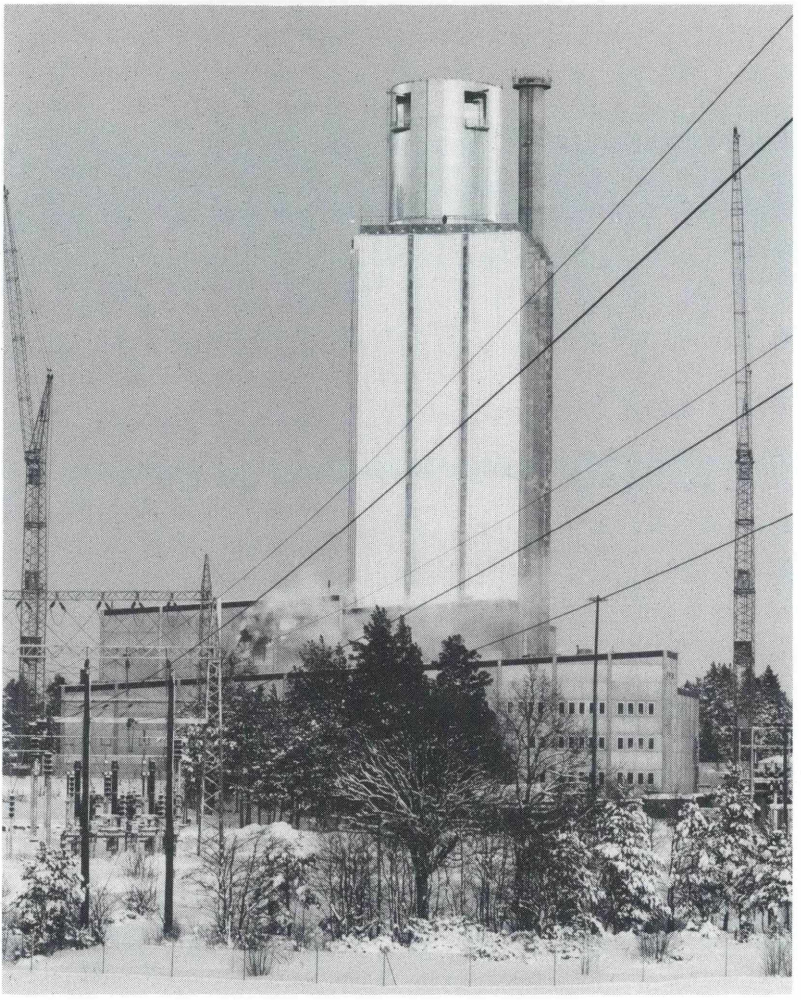
Tekniska data

Följande tabell ger några viktiga konstruktionsdata för Marviken K200[5]

	Enbart kokare	Överhettning
Termisk effekt	463 MW	593 MW
Elektrisk effekt netto	132 MW	193 MW
Bränsleladdning	26,3 ton UO_2	+ 7,3 ton UO_2
Bränsleknippen	147 st	+ 32 st
Anrikning	1,35 % U235	1,75 % U235
Tungt vatten	180 ton	
Drifttryck	49,5 bar	
Temperatur utg ånga	259	472
Temperatur matarvatten	120	126

Industribilden

Vad gäller konstruktion, tillverkning, montage och kontroll ville man liksom i Ågesta i största möjliga utsträckning engagera svenska industrier. ASEA och Nohab bildade 1958 samarbetsgruppen R4/Eva, som fick i uppdrag att utarbeta offert på reaktordelen i tryckvattenversionen. Atomenergi svarade för bränsle och tungt vatten. Sedan konstruktionen ändrats till Marviken K200 gav 1964 en industrigrupp Reaktorteknik (ASEA, Johnsongruppen, Nohab och Uddeholm) in en offert på reaktordelen. Offerten bedömdes av Atomenergi och Vattenfall som bristfällig och priset var alltför högt, varför offerten avböjdes. I stället offererade ASEA kokardelen till ett pris som var mer acceptabelt. Här ingick alla utrustningar och funktioner som erfordrades för kokningsdrift, erforderliga samfunktioner och ställda säkerhetskrav. I juni 1964 upphandlades därför kokardelen hos



11. Reaktorbyggnaden i Marviken.

ASEA, som blev huvudleverantör. Avtalet kompletterades 1965 med överhettarutrustningen samt en i kontrollsystemet integrerad dator för registrering och styrning. Såsom framgår av fig 8 utgjorde överhettardelen en med reaktorn i övrigt sammanbyggd del. Som kapslingsmaterial för överhettarelement bedömdes legeringen Incoloy positivt efter prov i utländska reaktorer. Ett samarbete inleddes med den amerikanska atomenergikommissionen AEC om överhettning i vattenreaktorer.

Projekt-organisationen

Ansvarsfördelningen var alltså den att Atomenergi svarade för reaktordelen, där ASEA var huvudleverantör och Vattenfall för stationen i övrigt. För att man skulle få en effektiv koordinering av arbetena placerades Atomenergis projektledare och stab hos Vattenfall i Råck-



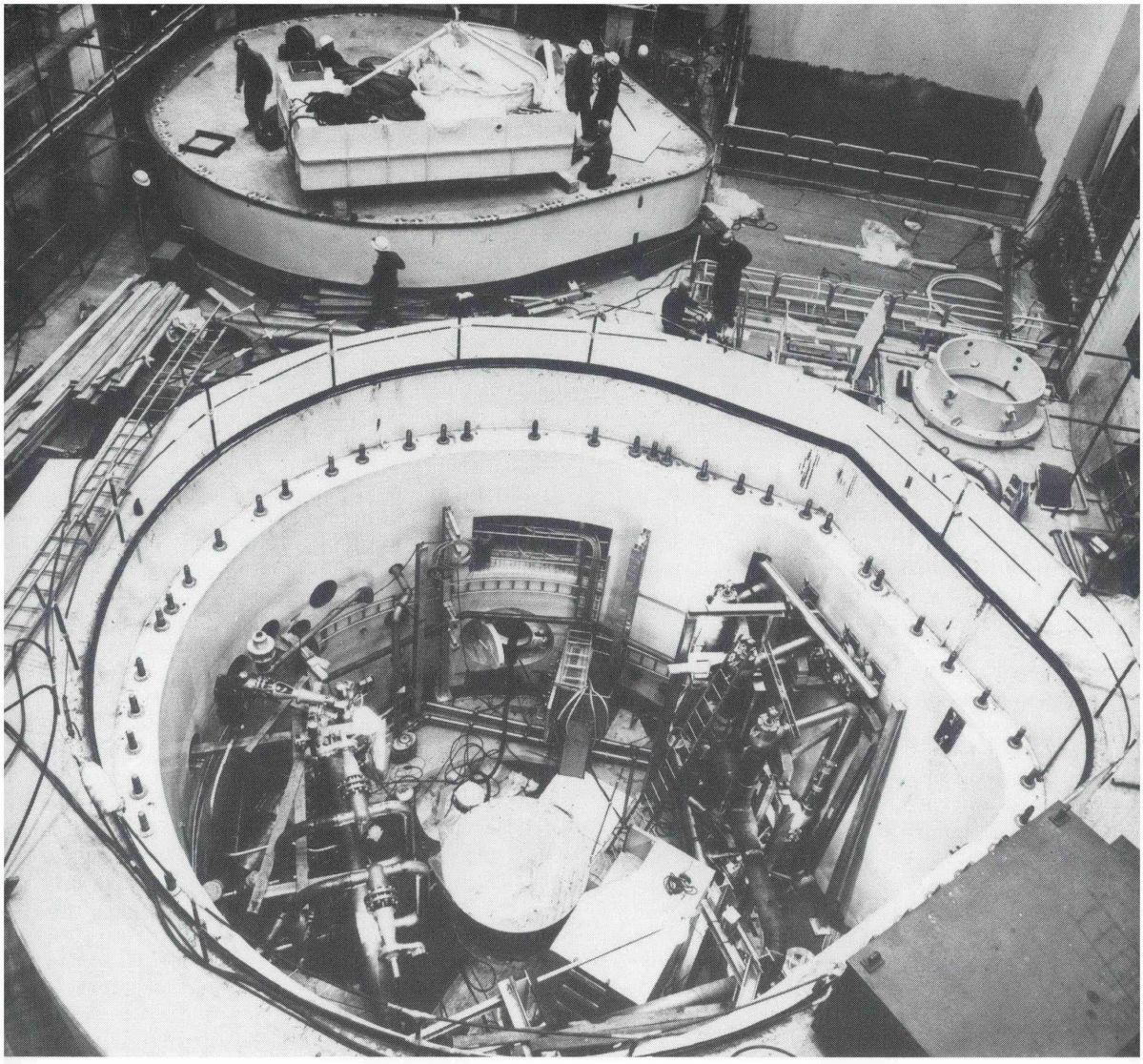
12. Reaktortanken (vikt 180 ton) transporterades från Uddeholms AB, Degerfors järnverk till Marviken på Göta kanal.

sta. Ett nära samarbete etablerades också med den organisation som ASEA byggde upp för sitt åtagande. Som ett viktigt planeringsinstrument användes den i Sverige då rätt nya "PERTmetoden" och datakörningarna skedde hos SAAB i Linköping. Erfarenheterna från denna projektorganisation blev av betydelse för de kommande kärnkraftprojekten.

Sedan Reaktorförläggningskommittén 1963 rekommenderat ett prliminärt tillstånd för Marvikenförläggningen exklusive överhettning kunde byggnadsarbetena komma igång genom Vattenfalls byggnadsavdelning först med vägar och grundläggningsarbeten samt process- och serviceinstallationer och sedan med de olika stationsbyggnaderna. Koncession för kokarutförandet meddelades i november 1963.

Stations-byggnaden

Själva reaktorbyggnaden, ca 90 m hög inklusive källare uppfördes med glidformsgjutning av Skånska Cementgjuteriet och kunde 1967 ta emot den stora reaktortanken, här liksom i Ågestafallet levererad av Degerfors Jernverk. Denna leverans som var styrande för hela tidsprogrammet hade beställts redan 1963. Transporten av trycktanken (ca 200 ton, längd 22 m, diameter 5,5 m) skedde denna gång med tåg



13. Schaktet för reaktortanken i Marviken. Reaktorlocket i bakgrunden.

från Degerfors till Otterbäcken och sedan med båt genom Göta kanal och fram till Marviken, där en av ASEAs stora kranar lyfte den på plats. Tanken täthetprovades med gott resultat i början av 1968.

Reaktorinneslutningen gjordes med den av General Electric utvecklade "pressure suppression principen", där själva reaktorkärlet inryms i ett trycktätt rum av förspänd betong och ångan vid ett ev rörbrott får passera en vattenbassäng i botten av inneslutningen, där den kondenseras. Denna princip används nu allmänt för kokarreaktorer både här hemma och utomlands.

Montage

Montagearbetena i Marviken för system såväl till reaktordelen som stationen i övrigt hade varit igång sedan 1965. Bränsleelementen för

kokarkanalerna tillverkades vid Atomenergis fabrik i Stockholm och levererades i form av 4,5 m långa stavar med UO_2 i Zircaloykapsling till Marviken, där de byggdes ihop till knippen om 36 element i varje ledrör. 40 ton anrikat uran med 1–2 % U 235 hade 1964 beställts hos den engelska atomenergimyndigheten UKAEA. Zircaloyrören tillverkades av Sandviken, som även levererat till Ågesta. Det tunga vattnet sammanlagt 180 ton levererades huvudsakligen från USA 1968.

En projektgrupp med deltagare från Atomenergi och Vattenfall i förberedde idrifttagning. Personal för den blivande driftorganisationen utbildades i Ågesta.

Lättvattenreaktorernas genombrott

Medan monteringen av stationen pågick inträffade flera händelser som skulle få stor betydelse för den fortsatta utvecklingen. Lättvattenreaktorerna fick sitt definitiva genombrott som ekonomiska och driftsäkra anläggningar. USA var berett att leverera anrikat material för bränsle även till kraftalstrande reaktorer och även andra länder, England, Frankrike och USSR väntades kunna offerera anrikat material. Lättvattenreaktorer blev därför den reaktortyp som kraftföretagen i de flesta länder valde för sin utbyggnad.

Under 1965 träffades samarbetsavtal mellan ASEA och Atomenergi inte bara rörande stora tungvattenkokare utan även lättvattenkokare. Projekterings- och konstruktionsarbetet utfördes av ASEA och Atomenergi medverkade med utredningar i reaktorfysik, värmeteknik och bränsleelementteknologi samt bränsleprov under reaktordrift. En licensöverenskommelse träffades även varigenom Atomenergis erfarenheter av bränsle för vattenkylda reaktorer ställdes till ASEAs förfogande.

Oskarshamn och Ringhals

ASEA offererade samma år en 400 MW lättvattenkokare Oskarshamn 1 till Oskarshamnsverkens Kraftgrupp och i juli beställdes denna första på kommersiella grunder upphandlade svenska kärnkraftanläggning. Den tidigare planerade importerade lättvattenkokaren var inte längre aktuell. 1968 beställde Vattenfall av ASEA den första lättvattenkokaren till Ringhals kärnkraftstation och samtidigt en tryckvattenreaktor från Westinghouse.

Asea Atom bildas

Sommaren 1968 bildades av staten och ASEA AB Asea-Atom för att bedriva en "självständig, konkurrenskraftig och lönsam industriell verksamhet på kärnkraftområdet" främst rörande termiska reaktorer. Personalen rekryterades främst från ASEA och Atomenergi och Atomenergis bränsleelementfabrik liksom ASEAs kärnkraftlaboratorium och bränslefabrik i Västerås överfördes till det nya bolaget. Atomenergis resurser särskilt i Studsvik skulle stödja såväl Asea-Atom som andra svenska företag. Bildandet av Asea-Atom var ett

naturligt sätt att utnyttja de samlade svenska resurserna till att bygga upp en svensk kommersiell reaktorindustri. Till det nya bolaget överfördes beställningarna av Oskarshamn 1 och Ringhalsreaktorn, däremot inte Marviken som var ett utvecklingsprojekt.

Asea-Atomsatsningen innebar den slutliga tyngdpunktsförskjutningen av det svenska kärnkraftsarbetet från att huvudsakligen ha energipolitiska motiv till att bli industripolitiskt. Visserligen hade riksdagens Statsutskott betonat att Marviken som en beredskapsåtgärd skulle kunna drivas med inhemskt naturligt uran, men reellt hade detta argument nu föga tyngd. Även lättvattenreaktorer har energipolitiska fördelar jämfört med fossila bränslen och i det marknadsläge som rådde fick det räcka.

Alla dessa faktorer, lättvattenreaktorernas genombrott, beställningarna av Oskarshamn 1 och Ringhals och tillkomsten av Asea-Atom kom att i hög grad påverka Marvikenreaktorns öde.

Överhettningen slopas

Under 1969 blev problemen för Marviken allt svårare. Projektet var inemot ett år försenat. Från olika håll i omvärlden rapporterades, att överhettningen ur ekonomisk synpunkt endast skulle ge mycket marginella förbättringar. Lösningen av de svåra tekniska problemen hade däremot knappast gjort några framsteg. De amerikanska försöken med överhettarreaktorer upphörde därför. Pathfinderreaktorn byggdes om till ett gaseldat kraftverk. Hos oss innebar överhettningen problem bl a då det gällde säkerhetsbedömningen och möjligheten till drifttillstånd. Man beslöt därför att avstå från möjligheten att utprova överhettning och i stället utföra Marviken som tungvattenkokare. Den komplicerade konstruktionen med överhettarkanalerna som utlopp för den mättade ångan gick dock inte att ändra på. Vid provdriften med lättvatten visade ångan för hög fuktighetshalt vilket krävde vissa modifikationer. Det mest allvarliga var dock att nya beräkningar, där underlaget under hand hade förstärkts, visade att man inte i alla lägen kunde garantera full stabilitet för reaktorn utan en ombyggnad av bränsleelementknippet. Stabiliteten var givetvis en förutsättning för stationens drift.

Säkerheten kräver ombyggnad

Ombyggnaden beräknades kosta ca 40 MKr och innebära ett par års försening. Då tungvattenreaktorn inte längre bedömdes aktuell för den fortsatta svenska utbyggnaden, beslöts i början av 1970 att projektet skulle avvecklas. Härom var alla deltagare, Atomenergi, Vattenfall och ASEA överens.

Projektet avvecklas

Man kan säga att bakom beslutet att avbryta arbetena fanns tre skäl. Säkerhetsfrågorna måste vara lösta. Då reaktortypen inte längre var aktuell för utbyggnaden kunde kostnaderna för att lösa säkerhetsfrågan inte motiveras. För att satsningen på ASEA-Atom skulle lyckas

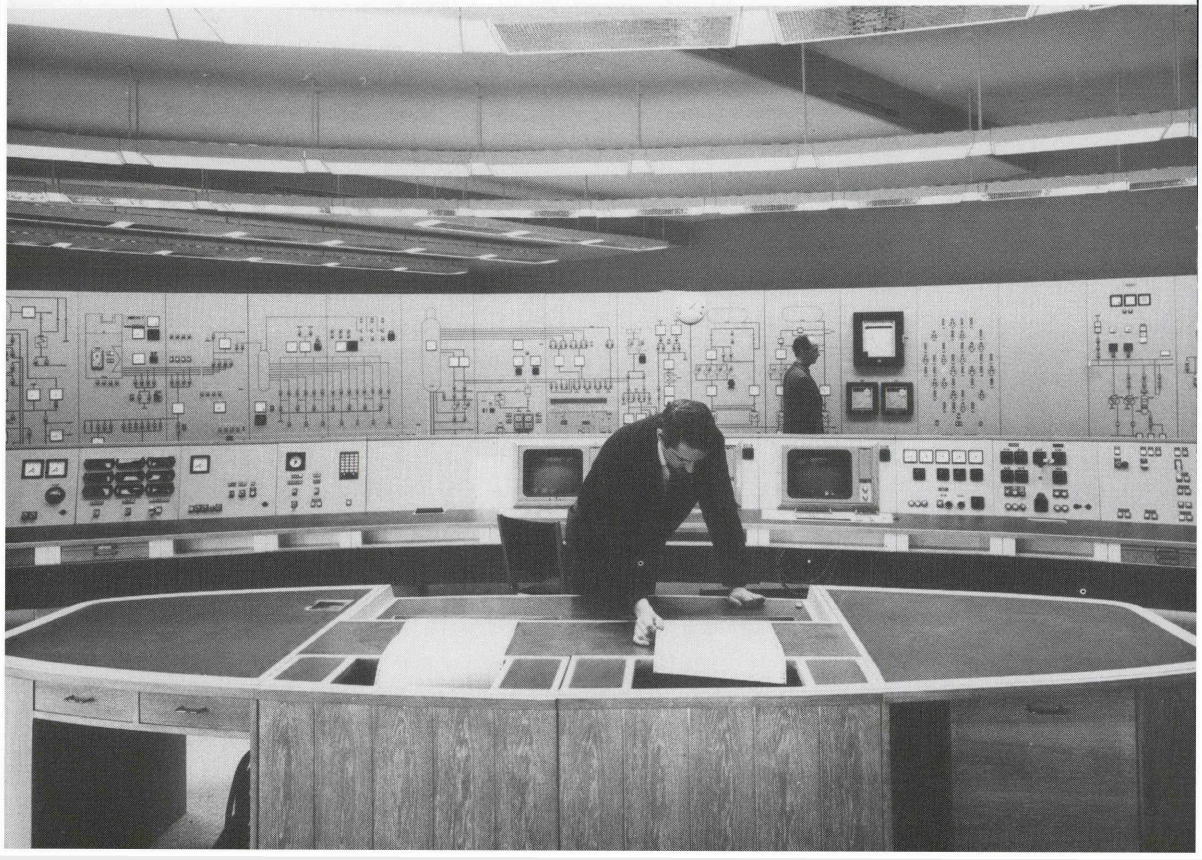
och utbyggnaden med lättvattenreaktorer skulle bli framgångsrikt måste alla krafter sättas in härpå och en splittring på två reaktorlinjer var därför inte möjlig. Det var naturligtvis ett svårt men nödvändigt beslut som måste fattas. Om reaktortypen efter ombyggnad 1972 hade varit av intresse för den svenska kraftindustrin hade det kanske varit aktuellt att satsa de 40 MKr, – motsvarande ca 10 % av reaktorkostnaden – som krävdes, men med hänsyn till lättvattenreaktorernas goda ekonomi och etablerade ställning fanns inga hållbara motiv.

Anläggningskostnaderna för Marviken utgjorde för Atomenergis del ca 210 MKr och för Vattenfall ca 290 MKr eller sammanlagt ca 500 MKr. Nedläggningen av Marviken väckte naturligtvis stor uppmärksamhet både här hemma och internationellt. Sverige hade vid sidan av Kanada varit ett ledande land i utvecklingen av tungvattenreaktorer. Många länder med tungvattenreaktorer på sitt program beklagade det svenska beslutet, men har – med undantag för Kanada – senare fått göra samma bedömning.

Kritiken mot Marviken

Kritiken här hemma blev naturligtvis kraftig såväl bland politiker och tekniker som i massmedia. Regeringen lät utarbeta en vitbok[6], där de olika faserna av kärnenergipolitiken belystes. Ingen ifrågasatte dock riktigheten av beslutet i det läge som uppstått. I massmedia som under

14. Manöverrummet, Marviken.



årens lopp rapporterat om projektets utveckling och svårigheter blev det förstasideskommentarer med både berättigad och dåligt underbyggd kritik. I manöverrummet på Marviken hade personalen satt upp två textade anslag. Det första löd: "Egen härd är guld värd." Det var det motto som hade varit huvudmotivet för satsningen på reaktorer som kunde drivas med naturligt svenskt uran och tungt vatten. Det hade inte längre någon större tyngd. Det andra anslaget löd: "Det är skönare lyss till den sträng som brast..." De omdömen som följde på nedläggningsbeslutet var dock inte sköna att lyssna på. Marviken blev ett av de mest utskällda projekten i svensk industrihistoria. Och visst fanns det anledning till kritik då ett så stort och ambitiöst projekt inte kunde fullföljas utan måste avvecklas. Många av de mest utpräglade kritikerna var dock ganska okunniga om den utveckling som ledde fram till beslutet.

Den ofta överdrivna kritiken drabbade också oförskyllt de många skickliga tekniker på olika nivåer, som gjort en förnämlig insats och löst många mycket svåra tekniska problem...

Hur utnyttja Marviken?

En viktig fråga var nu hur man skulle kunna utnyttja så mycket som möjligt av anläggningen. För den levererade turbinen beställde Vattenfall en oljeeldad panna och man fick därmed ett reservkraftverk om ca 200 MW. Det tunga vattnet och bränslematerialet försåldes, vilket inbringade ca 65 MKr. Man undersökte möjligheten att utnyttja byggnader och hjälputrustning för en lättvattenkokare, men förslaget bortföll av ekonomiska skäl.

Internationellt projekt för reaktorsäkerhet

I stället blev det för experimentella studier av säkerhetsfrågor vid kärnkraftanläggningar som Marvikens reaktorutrustning kom att spela en intressant roll.

En av de svåraste bedömningarna vid alla reaktorbyggen är konsekvenserna av en allvarlig olyckshändelse, t ex brott på en huvudledning för ångan eller en härdsmälta. I båda fallen frigörs momentant inte bara mycket stora ångmängder utan även radioaktiva aerosoler, som rycks med i den häftiga ångströmmen. Hur fungerar kondensationen och hur mycket radioaktivitet går vidare till omgivningen? Svar på sådana frågor krävde experimentell verifikation, helst i full skala.

Som nämnts var Marvikens reaktorbyggnad konstruerad för "pressuresuppression" inneslutning av reaktortanken, och här fanns en unik möjlighet att simulera vissa tänkbara olycksfallsförlopp. Atomenergi (numera Studsvik AB) utarbetade en serie testprogram, som väckte stort internationellt intresse. Med hjälp av en elektrisk ångpanna kunde vattnet i reaktortanken uppvärmas till ca 275°C och 57,5 bar och med hjälp av sprängbleck kunde man simulera brott på huvudångledningen. Då tanken var dimensionerad för en tungvatten-

kokare var den större än aktuella lättvattentankar och försöken blev därför i full skala. Ångflöden på 14 ton/sek kunde erhållas. Med tillsats av inaktiva isotoper kunde beteendet hos klyvningsprodukter från en härdsmälta studeras.

Under åren 1972–1985 genomfördes i Marviken fem experimentserier med sammanlagt ett 60-tal försök med kylmedelsbortfall och 5 experiment med aerosoltransport av inaktiva ämnen motsvarande klyvningsprodukter från en härdsmälta.

Följande länder deltog i olika omgångar i experimenten och bidrog med finansieringen: Danmark, England, Finland, Frankrike, Förbundsrepubliken Tyskland, Italien, Japan, Kanada, Nederländerna, Norge, Sverige och USA. Försöken samordnades med andra säkerhetsexperiment och studier i främst Tyskland och USA. Dessa arbeten har gett ett väsentligt säkrare underlag för bedömning av konsekvenserna av ett reaktorhaveri. Det största experimentet gällde just aerosolers uppträdande och resultaten från storskaleförsöken i Marviken, Karlsruhe och Hanford behandlades vid ett symposium i Schweiz sommaren 1988. En utförlig översiktsrapport förbereds nu. Dessa arbeten i Marviken kostade sammanlagt ca 170 MKr. Bidrag om ca 120 MKr erhölls genom det internationella deltagandet.

Tvärströms-reaktorn

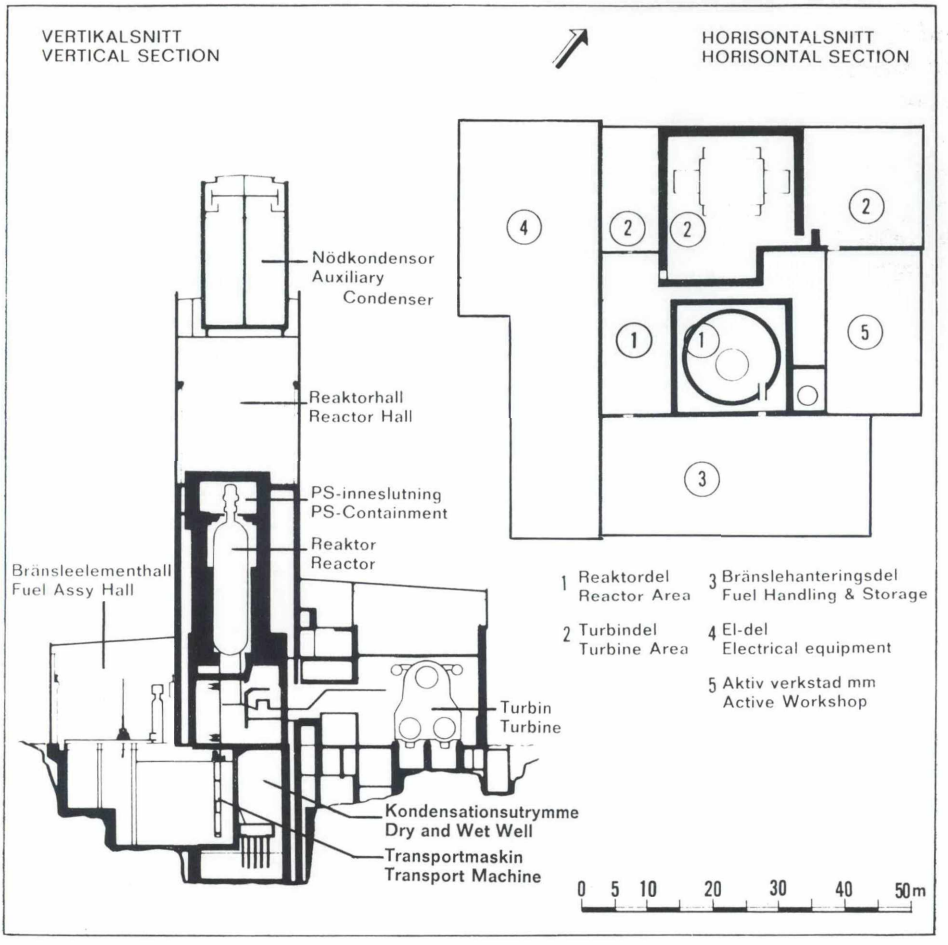
Även i denna summariska redogörelse över utvecklingen av tungvattenreaktorerna bör nämnas två mer udda projekt: Tvärströmsreaktorn PHWR och Betongtanksprojektet. Båda var nära knutna till tungvattenprogrammet och tilldrog sig även visst internationellt intresse, men är idag bortglömda.

Under arbetena med Ågesta och Marvikens tryckvattenversion lanserades idén, att man inte behövde ha bränsleelementen ordnade i knippen, omslutna av ledrör. Om man i stället hade bränsleelementen jämnt fördelade i reaktortanken fick man en mer direkt kontakt mellan bränsle och moderator/kylmedel. Den negativa temperaturkoefficienten gav därvid en bättre självreglerande effekt, vilket kunde förenkla kontrollsystemet. Konstruktionen intresserade bl a Johnsonkoncernen, som tillsammans med Atomenergi lät Westinghouse och Bechtel i USA göra en utvärdering, som visade att ekonomin var jämförbar med lättvattenreaktorer av tryckvattentyp.

I mars 1964 slöts en överenskommelse med den indiska atomenergikommissionen om en projektstudie av en PHWR-reaktor på 350 MW i Kalpakkam nära Madras. Indien, som sedan flera år samarbetat med Kanada och hade en kanadensisk trycktubsreaktor i drift valde dock slutligen att fortsätta med den kanadensiska typen.

Betongtanks-projektet

Ett problem för alla trycktanksreaktorer och särskilt för tungvattenvarianten, som måste ha större volym för att kunna använda naturligt uran, var själva reaktortanken. Inte minst transporten av stora och



15. Planskiss över Marviken.

tunga stråltankar från tillverkaren till reaktorstationen skapade ibland svårigheter. Vidare oroades vissa experter av möjligheten till och konsekvenserna av ett momentant tankbrott. Numera känner man bättre brottsmekanismen och bedömer att en eventuell sprickbildning kommer att ske gradvis, och kan upptäckas vid de återkommande inspektionerna.

Ett sätt att komma ifrån dessa problem vore om man på platsen kunde bygga en trycktank av armerad betong. Sådana trycktankar hade redan använts för de gaskylda reaktorerna i England och Frankrike. Det gällde nu att finna en konstruktion, som lämpade sig för vattenreaktorer, vilket krävde andra isoleringssystem och avtagbart lock. Denna lösning skulle vara av särskilt intresse för länder, som saknade resurser att framställa stora ståltankar. Under 1966 gjorde Atomenergi, ASEA och Vattenfall utredningar om betongtankar för vattenreaktorer, som visade på besparingar vid reaktorer på 600 MW och högre. År 1967 kom man överens om att bygga en trycktanksmodell i Studsvik i ungefär halv skala. Deltagare och finansiärer i projek-

tet var de danska, finska och norska atomenergimyndigheterna och från Sverige Atomenergi, ASEA, Vattenfall och de enskilda kraftproducenterna. Erfarenheterna bedömdes som intressanta för såväl tungvatten- som lättvattenreaktorer.

Tanken, som byggdes av Skånska Cementgjuteriet hade en inre diameter på 2 m och en inre höjd på 4 m, medan yttermåtten var 4 resp 7 m. 120 horisontella och 120 vertikala kablar svarade för förspänningen med dragkrafter på 170 resp 45 ton. Tanken provtrycktes med gott resultat 1970. I en fortsatt fas 1971–1973 med ytterligare deltagare studerades genomföringar för vatten och ånga och gjordes simuleringar av olyckor. Arbetena inriktades främst på kokarreaktorer. I en sista verifikationsfas deltog som associerade intressenter England, Frankrike och Italien. Särskilt Frankrike var aktivt intresserat fram till 1975, då man beslöt att överge kokarlinjen och endast gå in för tryckvattenreaktorer.

Ståltankarna hade under tiden etablerats som en säker teknologi även i mycket stora enheter och intresset för betongtankar upphörde. Utvecklingsarbetena visade dock på en alternativ trycktanksteknologi och har även varit av intresse i samband med ASEAs arbeten på Secureреaktorn.

Litteratur

1. Bränsleförsörjningen i Atomåldern, SOU 1956–46.
2. Kärnreaktorn R1, K E Larsson, Daedalus 1981.
3. Kärnkraftens historia i Sverige, K E Larsson, Kosmos 1987.
4. The Ågesta Nuclear Power Station, AB Atomenergi 1964.
5. Marviken, Ragnar Nilson, Nuclear Engineering, juni 1966.
6. Svensk Atomenergipolitik, Industridepartementet 1970.

The Development of Swedish Heavy Water Reactors

Summary

The very considerable Swedish investment in nuclear power during the 1950s was principally dictated by the demands of energy politics. The only type of reactor possible for us, which fulfilled those demands, was the heavy water reactor using natural uranium. The prototype reactors were of the pressure tank kind fuelled by uranium oxide canned in zircaloy. Both pressurized water and boiling water reactors were studied.

However, the market developed towards light water reactors which came to dominate reactor expansion both at home and internationally. The scientific and technical know-how which had been built up for the heavy water system constituted a good basis for the introduction of light water technology. The similarities between the two lines are especially evident with regard to the question of materials (fuel, canning, pressure tank etc) but even the reactor physics, thermo-hydrodynamics, control and safety questions have clear points in common. Ågesta and Marviken supplied the manufacturing and power industries with experience of the manufacture, erection and running of nuclear power stations. Many of the installations in Studsvik could also be utilised in the light water programme. The heavy water investment has therefore contributed greatly to laying the foundations of the high standards which characterise the Swedish nuclear power industry.

John Ericsson

En minibiografi

Av Carl-Göran Nilson

Det är i år 100 år sedan den redan i livstiden legendariske uppfinnaren, ingenjören, konstruktören och vetenskapsmannen John Ericsson dog.

Han såg sig själv som konstruktör och ingenting annat. Vid 23 års ålder lämnade han Sverige för alltid och kom sålunda att lägga hela sin livsgärning på främmande botten. Så småningom blev han amerikansk medborgare, men vi räknar honom trots detta som svensk – något som han själv i hög grad gjorde.

Barndomen

John Ericsson föddes den 31 juli 1803 i Långbanshyttan i Värmland som andre son till bergsmannen Olof Ericsson och dennes hustru Brita Sofia f Yngström. Olof Ericsson var en välutbildad man, språkligt och matematiskt kunnig, stor beundrare av Polhem. Brita Sofia hade under ledning av sin far, brukspatron Johan Yngström på Långbanshyttan, blivit mycket boksynt. Dessutom beskrevs hon som en ovanligt vacker flicka.

I äktenskapet föddes tre barn: Anna Carolina (1800), Nils (1802) och Johan (1803). Anna Carolina, intelligent och vacker som sin mor gifte sig med en kyrkans man, sedermera prosten Clas Odhner. Nils blev vår store järnvägsbyggare. Han adlades för sina förtjänster och vi känna honom som Friherre Nils Ericson. Johan, döpt efter Brita Sofias förfäder i fyra led, skulle bli den mest kände av dem, men under namnet John.

Den från början mycket välbärgade familjen drabbades hårt av vikande konjunkturer. Olof förlorade allt han ägde och familjen fick flytta in i en torpstuga om ett rum och kök. Brita Sofia, stark och gladlynt, får tillskrivas mycket av det faktum att barnen trots allt upplevde sin barndom som lycklig. Det ljusnade emellertid när Olof år 1810 vann anställning vid Göta Kanalbygget för att leda sprängningsarbetena vid Forsvik i Västergötland.

Pojkarnas intresse för mekaniska ting uppdagades tidigt. Deras utbildning påbörjades i hemmet. På grund av deras klart visade anlag engagerades olika specialister anställda vid kanalbygget för undervisning i ritkonsten och andra ingeniörsmässiga ämnen. Utbildningen i humaniora fick även sitt genom i hemmet anställd informator.



1. John Ericsson. Källa: Stackelberg, O, John Ericsson och etthundra av hans uppfinningar. Stockholm 1866.

Under denna period kom bröderna under ögonen på kanalprojektets ledare greve Baltzar von Platen. Han fick ett stort inflytande på deras fortsatta utveckling och han såg bl a till att de blev kadetter vid Flottans Mekaniska Corps, vars uniform de buro till dess att de blev antagna som "kanalelever".

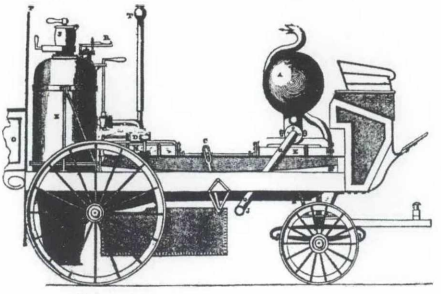
Vi koncentrera oss nu på Johns vidare öden. Vetgirig och läraktig gjorde han snabba framsteg. Utbildningen – som han kompletterade med självstudier i matematik, mekanik m m – förenades med praktik vid kanalbygget och detta ledde till att John vid endast 14 års ålder basade för en arbetsstyrka om 600 indelta soldater!

Jämtlands Fältjägare

Trots sin uppenbara fallenhet för ingeniörsyrket och trots v Platens avrådan följde John nu en böjelse för den militära banan. År 1820 inskrevs han således vid "Jemtlands Fält Jägare Corps" och ett år senare blev han fänrik. Det härdande militärlivet utvecklade honom till ett fysiskt praktexemplar. Därtill blev han en skicklig skytt och han fick insikt i artilleriteknik vilket han hade stor nytta av under sina år i Amerika.

Sin militära utbildning kompletterade han år 1822 med en lantmäteriexamen. Hans skicklighet som ritare och laverare gjorde de av honom framställda kartorna till rena konstverk. Några kartor kom under ögonen på Carl XIV Johan vilket medförde ett mycket hedrande kungligt specialuppdrag plus en utnämning till löjtnant.

Kort tid före denna utnämning tog han tjänstledigt från det militära och blev tjänsteman vid lantmäteriet. Under ett av sina lantmätaruppdrag träffade den omvittnat stilige och chevalereske löjtnant Ericsson en flicka vid namn Carolina Lillieskiöld och ömsesidigt tycke uppstod. De unga tu förlovade sig men fick ej tillåtelse att gifta sig. De hade emellertid så att säga gått händelserna i förväg och Carolina födde i november 1824 en son som döptes till Hjalmar. Han skulle naturligtvis smusslas undan, men hamnade efter några turer under sin



2. John Ericssons brandspruta 1829. Källa: Tekniska museets arkiv.

farmors vingar och gjorde så småningom en vacker karriär under det konstruerade efternamnet Elworth. (E från Ericsson, l från Lilliesköld.)

Under sin tid i Jämtland gjorde John Ericsson sin första uppfinning: en varmluftmotor av typen "eldslukare", en obestridlig teknisk framgång men i perspektivet skymtade behovet av pengar till experiment och utveckling.

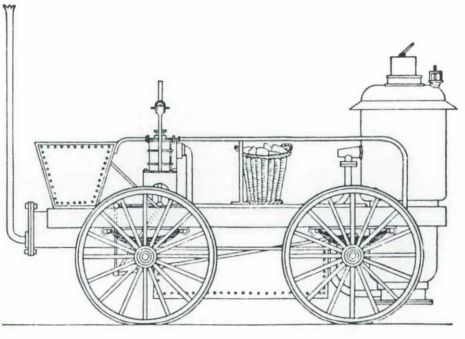
England

Sverige var nu uppenbarligen för litet för den dynamiske John. Med tjänstledighet från lantmäteri och regemente för ett år samt rekommendationsbrev och 1 000 lånade riksdaler på fickan for han så i maj 1826 till England för att med stöd av en nyförvärvad vän, löjtnanten i Kungliga Flottan greve Adolf von Rosen försöka lansera sin maskin.

Det blev emellertid ett fiasko. Det vanliga bränslet i England, stenkol, var klart olämpligt för maskinen. Snart nog var såväl pengar som tjänstledighet slut. Han hade till råga på allt överskridit tiden så att han i lagens mening faktiskt var desertör! En skrivelse till regementet ordnade dock den saken och genom ett nytt ingripande av Carl XIV Johan blev han samtidigt utnämnd till kapten.

Ekonomin hölls uppe med hjälp av diverse lån men situationen var minst sagt besvärlig. En ljusglimt var dock bekantskapen med en verkstadsidkare vid namn John Braithwaite. Denne blev så intresserad av John Ericsson idéer att de båda ingick kompanjonskap.

Under de därpå följande åren gjorde JE flera tiotal uppfinningar



3. Lokomotivet Novelty. Källa: Uppfinningarnas Bok, Bd IX, Stockholm 1906.

varav ca 30 st patenterades. Han kom in på ångteknikens område. Hans mest uppmärksammade insats härvidlag var lokomotivet "NOVELTY" som deltog i den berömda lokomotivtävlingen vid Rainhill år 1829. Ett trivialt maskinfel gjorde dock att NOVELTY fick dra sig ur tävlingen som vanns av George Stephenson's "ROCKET".

Rönen från NOVELTY – ångpanna med forcerat drag m m – återfanns på bl a brandsprutor, vilka var så effektiva att de anklagades för att "stjäla jobbet" från brandkårerna.

JE's ekonomiska situation blev dock allt mera kritisk, så kritisk att han år 1832 sattes på gäldstuga, en erfarenhet som han senare skulle få uppleva en gång till, men t o m i gäldstugan arbetade han vidare bl a på en ny typ av ångmaskin och på sina idéer rörande en "Caloric engine" (varmluftmaskin). Resultatet blev att det i London år 1833 ställdes ut en varmluftmaskin som utvecklade 5 hästkrafter vilket väckte ett mycket stort uppseende dock utan kommersiell framgång.

År 1836 gifte sig JE med den charmfulla Amelia Byam, 14 år yngre än John. Efteråt betecknade han sitt äktenskap närmast som en störning i sitt arbete. Makarna levde mestadels åtskilda.

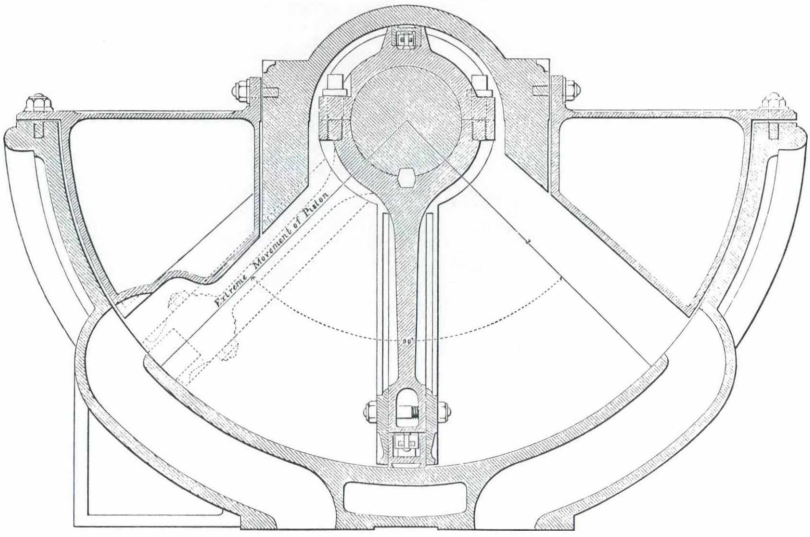
I England ägnade sig JE även åt en anordning som många före honom sysslat med: Propellern. Hans propellerutformning var konkurrenternas vida överlägsen och vi kan känna igen den än i dag. Trots framgångsrika demonstrationer med ett fartyg som bar namnet "FRANCIC B OGDEN" till sin sponsors ära lyckades JE ej övertyga Royal Navy om propellerns överlägsenhet över skovelhjulen. Inte heller förslag till krigsfartyg med JE's lågbyggda ångmaskin och andra finesser inklusive propeller, dvs med alla vitala delar under vattenlinjen och totalt oåtkomliga för fiendens projektiler rönte något intresse hos "the Lords of the Admiralty".

Emellertid så hade JE år 1837 i London träffat en löjtnant Robert F Stockton i US Navy, som efter en tur med FRANCIS B OGDEN var övertygad om propellerns förträfflighet. På hans uppdrag byggdes därför ett propellerfartyg av järnplåt vilket döptes till "ROBERT F STOCKTON" och i maj 1838 som första propellerfartyg korsade Atlanten.

Amerikaåren

John Ericsson som nu tröttnat på England for själv till Amerika och landsteg i New York i november 1839 efter en stormig överfart. Han lyckades bättre här än i England med sin propeller och snart fanns en lång referenslista över propellerfartyg. Detta bidrog naturligtvis till att stabilisera hans alltid ansträngda ekonomi.

Nu visade det sig tyvärr att Stockton var en ful fisk. Ett projekt som avsåg världens första propellerdrivna örlogsfartyg, USS PRINCETON blev en verklig prövosten. Fartyget var en fregatt i vilken inarbetats en hel rad av JE's idéer, men Stockton gjorde allt genom



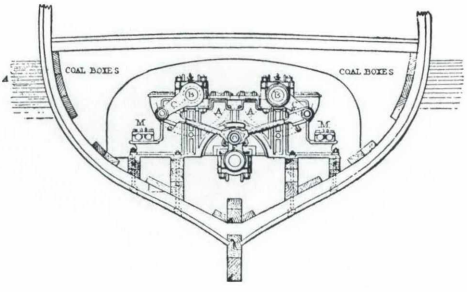
4. Ena cylindern av PRINCETON's lågbyggda ångmaskin med oscillerande klaffkolv. Källa: Ericsson, John, Contributions to the Centennial Exhibition. New York 1876.

intriger och förtal för att han skulle få äran medan JE endast skulle framstå som hans assistent.

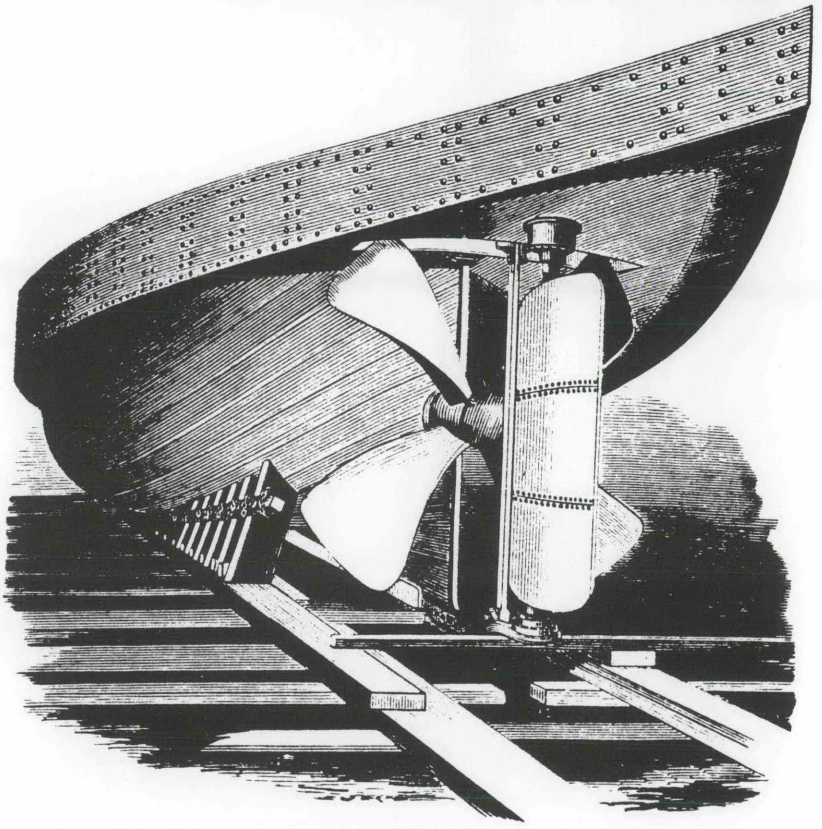
Fartyget hade i sin bestyckning 2 st 12 tums kanoner, den ena en mantlad pjäs av JE's konstruktion och den andra med gjutet omantlat eldrör (något som JE varnat för) av Stocktons konstruktion. Vid en demonstrationstur med eldgivning med kanonerna bar det sig inte bättre än att Stocktons kanon sprängdes varvid sex personer, varav två ministrar dödades och många personer däribland Stockton skadades.

Även i detta fall lyckades Stockton – nu kapten – vältra över skulden på John Ericsson! Naturligtvis fick detta stora negativa följdverkningar för JE som i många år därefter fick strida för att få ut åtminstone en del av sitt arvode av staten.

Lyckligtvis hade JE mycket snart efter ankomsten till Amerika sammanträffat med en gjuteri- och verkstadsidkare vid namn Cornelius Delamater. Livslång vänskap uppstod och på Delamaters verkstad tillverkades ett med åren mycket stort antal varmluftmaskiner



5. Sektion av PRINCETON som visar dess maskineri helt under vattenlinjen. Källa: Church, W C, The life of John Ericsson, Vol 1. London 1890.



6. En av John Ericssons monitorer på stapelbädden. Propellern är av häpnadsväckande modern form. Källa: Se fig 4.

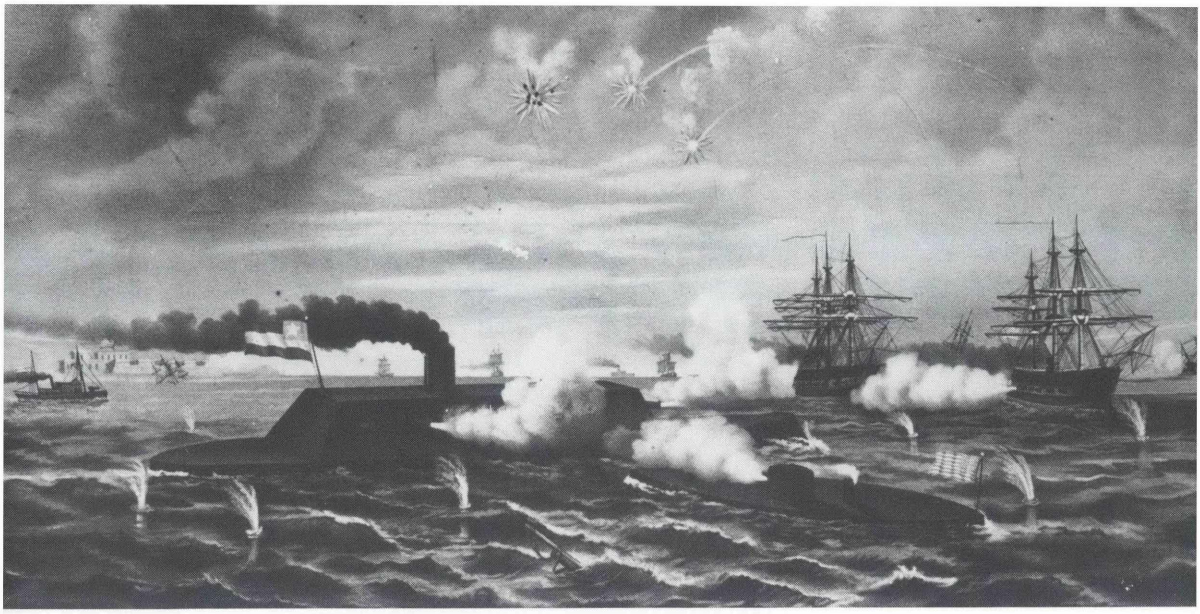
vilkas framgångsrika försäljning kom att bli ryggraden i JE's ekonomi.

I USA kom JE att framträda med sitt mest spektakulära projekt. När Marinministeriets ärkekonservativa policy lett till att Nordstaternas flotta var hopplöst omodern när inbördeskriget bröt ut år 1861 inbjöd man i sin nöd förslagsgivare att inkomma med idéer. Bland dem som framträdde var även JE som tog fram ett redan utarbetat förslag till ett radikalt annorlunda pansarfartyg: MONITOR.

Detta strykjärnsliknande fartyg med ett enda men vridbart kanontorn – "en flotte med en ostkupa på" – var alltför radikalt för att utan vidare gillas, men efter diverse rävspel av JE's anhängare och häpnadsväckande ekonomiska garantier från JE fick han i uppdrag att på 100 dagar bygga fartyget.

I drabbningen vid Hampton Roads den 9 mars 1862 satte MONITOR punkt för vidare härjningar av Sydstaternas pansrade fartyg MERRIMAC. Detta blev en vändpunkt inte bara i sjökriget, även landkriget påverkades.

John Ericsson blev nu i ett slag nationens hjälte. Monitorerna blev stilbildande och återfanns snart i åtskilliga av världens örlogsflottor –



7. Drabbningen vid Hampton Roads. Källa: Tekniska museets arkiv.

även den svenska, där monitoren HMS JOHN ERICSSON bar kanoner som donerats av JE som vid det laget kommit på grön kvist. Alltid godhjärtad hade han även under de svåra tiderna sökt draga försorg om de sina hemma i Sverige och han fick nu möjligheter till en utökad, storartad välgörenhet.

Berömmelsen medförde även en rad hedersbetygelser i form av ordnar och hedersdoktorat m m men han behöll hela livet sin enkla kaptenstitel.

På ålderns höst blev denne ofta nog hetlevrade man alltmera en originell enstöring, som in i det sista arbetade med nya idéer. Kreativ som han var gjorde han flera hundra uppfinningar varav endast några få antytts här.

Han dog stilla den 8 mars 1889. Förenta Staterna ärade honom genom att föra hans kista till Sverige ombord på en av sina kryssare. Sålunda ankrade USS BALTIMORE på Stockholms ström söndagen den 14 september 1889. Kistan fördes i land under stora hedersbetygelser varefter den med ett extratåg fördes till Filipstad nära hans födelsebygd, där den nu vilar i ett pampigt mausoleum.

John Ericssons egen önskan att bli begravd i den svenska jorden hade gått i uppfyllelse.

Biografier:

Church, W C, The Life of John Ericsson, London 1890.
Goldkuhl, Carola, John Ericsson – Mannen och uppfinnaren, Stockholm 1961.
Adelsköld, Cl, John Ericsson – Biografiska teckningar, Stockholm 1894.
Bishop P W, John Ericsson (1803–89) in England, The Newcomen Society, Transactions Volume 48, London.

Speciella uppsatser:

Borgenstam, Curt, John Ericssons Monitor, Daedalus 1976.
Nilson, Carl-Göran, John Ericsson och hans Caloric-maskiner, Daedalus 1987.

”Allting här inne bär snillets stämpel”

Föremål, forskning och popularisering i tre tekniska museer i Paris

Av Boel Berner, Bosse Sundin, Örjan Wikander

Hur såg egentligen Pascals räknemaskin ut? Varför alstras elektricitet ur en magnetspole? Hur känns det att viktlöst sväva i ett rymdskepp högt ovan ”Spaceship Earth”? Tre frågor med teknikhistorisk anknytning som besvaras och gestaltas på högst olika sätt av tre berömda parisiska museer. Pascals räknemaskin kan man beundra i *Musée National des Techniques*, de grundläggande naturvetenskapliga principerna bakom tekniken förklaras i *Palais de la Découverte* och rymdfärder och andra högteknologiska äventyr får man vara med om i ett omgjort och gigantiskt gammalt slakthus, *Cité des Sciences et de l'Industrie*, i *La Villette* i nordöstra Paris.

När en grupp från Tekniska Museet våren 1988 besökte dessa institutioner, var det inte bara för att studera tre extremt skilda sätt att presentera teknik. För museets fackfolk gav resan både inspirerande och avskräckande exempel på utställningsteknik (se Katarina Ek-Nilssons artikel i *Dædalus* 1988). Författarna till denna artikel – ledamöter av Tekniska Museets Forskningsnämnd – var dessutom intresserade av vad vi kunde lära oss om ett museums betydelse för teknikhistorisk forskning. Hur kan museets (eller anläggningens, ty två av dessa institutioner vill inte kalla sig museer) föremål användas som resurs i sådan forskning? Hur knyts utställningsverksamhet och teknikhistorisk forskning samman inom ett museums ramar? Hur kan forskningen berika populariseringen och vice versa?

Men vi betraktade också dessa anläggningar med den vanlige museibesökarens ögon. I artikeln funderar vi därför även över hur de tre institutionerna använder sina föremål för att förmedla kunskap om teknik och göra tekniken tillgänglig och begriplig för en intresserad allmänhet.

Vi vill först ge några allmänna kriteria för vad vi anser vara en god användning av föremål för forsknings- respektive populariseringsän-

damål. Mot denna bakgrund diskuterar vi sedan de tre museer vi besökte i Paris och gör avslutningsvis en jämförelse med vårt eget Tekniska Museum i Stockholm.

Föremål och teknikhistorisk forskning

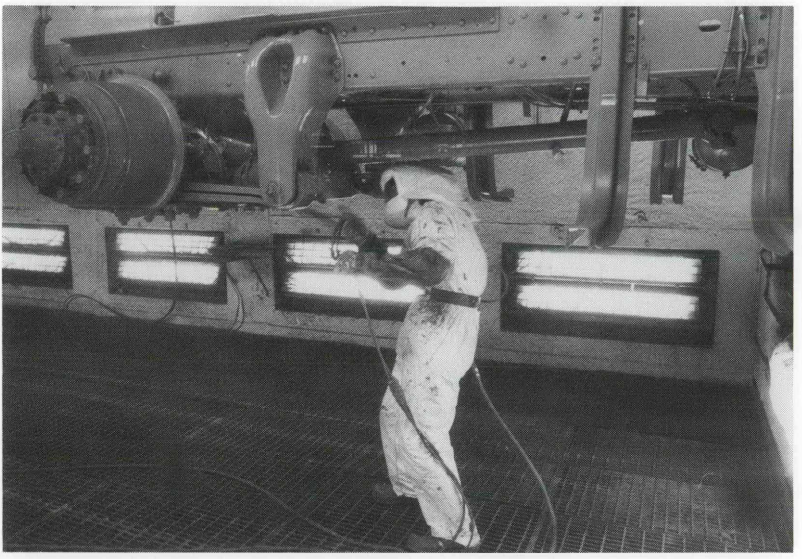
Teknikhistorisk forskning har under senare år fått ett internationellt och intellektuellt uppsving. Också i Sverige märks detta ökade intresse, inte minst manifesterat i Nationalkommittéen för Teknikhistoria, skapandet av tidskriften *Polhem*, flera akademiska avhandlingar samt inrättandet av den första professuren i ämnet, vid Tekniska Högskolan i Stockholm.

Teknisk utveckling har länge setts som en viktig faktor vid ekonomisk, social och kulturell förändring. Men idag problematiseras teknikutvecklingen mer än förut. I såväl den allmänna som den vetenskapliga debatten ifrågasätts den moderna teknikens inriktning och effekter. Här kan teknikhistorisk forskning bidra till en större förståelse av de sociala och tekniska sammanhang som formar innovationerna, som sållar fram viss teknik och missgynnar annan. Den kan ge en bild av hur tekniken skapas respektive mottas av olika grupper i samhället och av hur den påverkar och påverkas av kultur och levnadssätt. Den teknikhistoriska forskningen har således flera tyngdpunkter: den dokumenterar och beskriver tekniska förändringar i olika epoker; den söker visa på de faktorer i historien som mest påverkat teknikens utformning och effekter; den undersöker med exempel ur historien hur teknik medfört sociala och kulturella förändringar, och den studerar utvecklingen av den tekniska kunskapen och dess samband med vetenskap och andra kunskapsområden.

Teknikhistoria bedrivs – i Sverige och internationellt – av forskare med mycket varierande bakgrund: teknisk/naturvetenskaplig, samhällsvetenskaplig eller historisk/humanistisk. Denna bredd ger möjligheter till tvärvetenskapligt samarbete, något som är oumbärligt för att förstå de sammanhang som formar de tekniska föremålens, de tekniska processernas, de tekniska systemens och den tekniska kunskapens utveckling och användning. Tvärvetenskapligheten har också medfört att en tidigare relativt deskriptiv inriktning på många håll ersatts av en mer teoretisk och generaliserande, med inspiration från nyare samhällsvetenskaplig och humanistisk analys.

Ett postulat i denna "nya" teknikhistoria är att man inte bara bör skriva "segrarnas" historia. Det är inte enbart de lyckade uppfinningarna och den framgångsrika tekniken som skall studeras om man vill få en riktig bild av hur teknik utvecklas. Också "förlorarna" – prototypen som inte fungerade, produkten som slogs ut i konkurrensen, det gamla som övergivits till förmån för ny teknik – säger oss mycket om den tekniska förändringens innehåll och villkor.

Detta innebär också att processen fram till färdig teknik är väl så intressant som den färdiga tekniken och dess användning i olika



1. Bakom en viss tekniks utformning ligger bl a ekonomiska överväganden och anpassning till miljökrav. Kompletteringsmålning i chassiverkstaden vid Saab-Scania i Södertälje. Foto Kay Danielson, TM.

sammanhang. Bakom en viss tekniks utformning ligger sådant som kunskapsutveckling, ekonomiska överväganden, sociala värderingar, anpassning till miljökrav och till politiskt och juridiskt bestämda regelverk, tycke och smak... Det är således inte bara de "rent" tekniska möjligheterna och kraven som styr processen fram till färdig teknik.

De tekniska föremålens värde som bärare av historisk kunskap borde vara uppenbar. Det är dock ett välbekant faktum att det – åtminstone vad avser forskning om modernare tid – ofta funnits en motsättning mellan de forskare som begränsat sig till att enbart studera föremålen – och som lite nedsättande kallats "nuts and bolts"-entusiaster – och de som eftersträvat att undersöka den tekniska utvecklingen ur ett vidare samhälleligt perspektiv. Den akademiska teknikhistoriska forskningen i Sverige har också – om vi bortser från de forskare som sysslar med epoker från vilka dokument är sällsynta – hitintills i mycket liten utsträckning utnyttjat föremål som källmaterial. Man har, med några få viktiga undantag, föredragit att bygga forskningen på för historiker mer traditionella källor, främst olika former av skriftliga dokument. Ambitionen måste emellertid – och då självklart från museernas sida – vara att öppna forskarnas ögon för hur värdefulla deras föremål kan vara i teknikhistorisk forskning. En sådan intresseförskjutning får naturligen viktiga konsekvenser för hur föremål skall samlas och bevaras. Vi kan tänka oss ett antal kriteria som bör gälla för föremålssamlingar för forskningsändamål:

1. *Tillgänglighet.* En självklar förutsättning för föremålens användning i forskningen är att de kan identifieras, lokaliseras och studeras. Detta kan uppnås på olika sätt – dels genom att föremålen finns lättöverskådligt uppställda i utställningar eller magasin, dels, och framför allt, genom att de finns dokumenterade i ett effektivt söksystem i form av kortregister eller databas.

2. *Dokumentation* rörande föremålens proveniens och historia är väsentlig. Viktiga vetenskapliga slutsatser har visserligen i många fall dragits utifrån föremål helt utan eller med ofullständigt känd proveniens; artefakten kan ha ett vetenskapligt värde i sig. Men värdet ökar, särskilt för den mer samhällsinriktade forskningen, ju mer omfattande dokumentation om föremålet som finns att få.

3. *Bevarandegrad.* Det är ett självklart önskemål att föremålen är så kompletta och i så gott skick som möjligt. Detta innebär dock inte att mindre välbevarade föremål utan vidare kan utrensas. För äldre teknikhistoria är vi till stor del hänvisade till arkeologiskt återvunnet och därmed ofta mer eller mindre fragmentariskt material. Endast under förutsättning att bättre bevarade, identiska föremål föreligger i samlingen, bör en utmönstring övervägas.

Den andra – och väl så viktiga – sidan av bevarandeaspekten gäller föremålens behandling i museerna. Medan t ex mässing påverkas obetydligt av skiftande temperatur och luftfuktighet, kräver trä och järn – för att inte tala om textilier – konservering och ibland artificiell klimatisering för att inte skadas ytterligare under utställning och magasinering. Med hänsyn till storleken hos många tekniska artefakter kan detta innebära extra stora problem för museer med denna inriktning. Hur ser t ex Tekniska Museets nyligen förvärvade Volvo av år 1985 (*Daedalus* 1988, s 193 f) ut om hundra år – då den börjar bli verkligt intressant för forskare och besökare – om inte kontinuerliga konserveringsåtgärder sätts in redan nu?

4. *Kvantitet.* Mängden föremål är många museers mest akuta bekymmer. Genom en kombination av medvetet samlande och slumpartade donationer tenderar samlingarna lätt att spränga de ramar som sätts upp av tillgängliga utställningsutrymmen och magasineringskapacitet. Gallring löser problemet tillfälligt. Men den är också en riskabel metod, då möjligheterna att förutse vad som kan komma att bli relevant för framtida forskning är begränsade. Det som i en period förefaller vara ett representativt urval, kan i ett senare forskningsläge visa sig vara allt annat än representativt. Inte minst är risken stor att mindre "lyckade" varianter rensas ut till förmån för de mer framgångsrika, något som på ett avgörande sätt kan försvåra den idag allt viktigare forskningen om "misslyckad" teknik och teknik under utveckling.

5. Ett museums samlingar måste också kunna tjäna forskningen i form av *dokumentärt material* – inte bara om museets egna föremål

(existerande och före detta), utan också om annat, besläktat material. Ett centralt tekniskt museum förefaller vara den naturliga platsen att arkivera dokumentärt material – fotografier, ritningar etc – om tekniska föremål och anläggningar som av olika skäl inte kunnat, eller ansetts böra, flyttas till museet. Ofta ingår också föremål i tekniska system som, på grund av sin storlek eller komplexitet, inte går att bevara i sin helhet. Det är då, om artefakten inte ska bli stum för eftervärlden, viktigt att dokumentera dess funktion i systemet.

Av liknande skäl kan det vara angeläget att också bevara material som skildrar användningen av ett föremål. Många föremål förutsätter ett "handlag", en skicklighet, en teknisk kunskap hos användaren som, om den går förlorad, väsentligt minskar föremålets värde för såväl forskning som popularisering. För forskning om teknisk utveckling är det givetvis även viktigt att personliga dokument – dagböcker, brev, laboratoriejournaler etc – från dem som medverkade i utvecklingsarbetet bevaras.

Ett konsekvent insamlande av dessa olika slag av dokumentärt material måste ses som en viktig del av museets arbetsuppgifter.

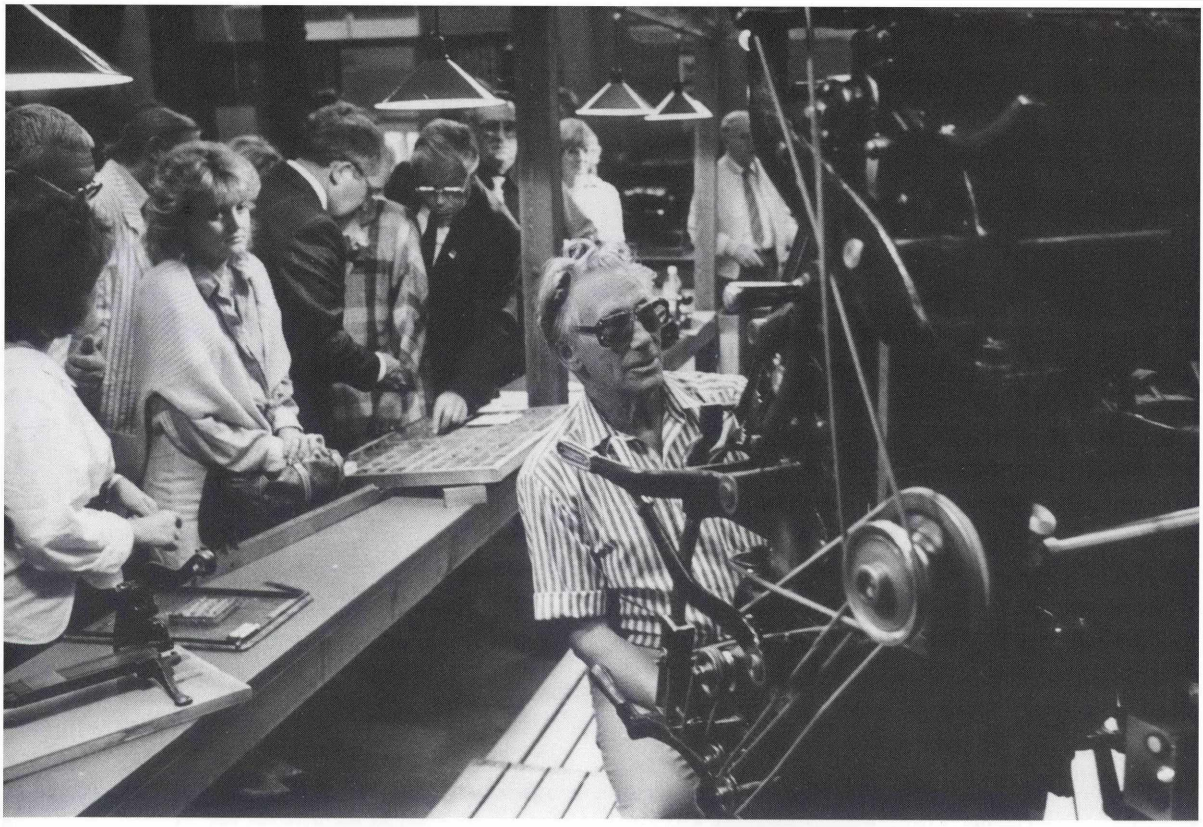
Föremål och popularisering

Vi vill här också ge några kriteria för god och effektiv popularisering med utgångspunkt i ett museums föremålssamlingar.

1. En viktig förutsättning för utställningars kvalitet är *kontakt med forskningsläget* på området. Det kan ske genom egen forskning vid museet eller genom nära kontakt med den teknikhistoriska forskning som bedrivs på annat håll.

På samma sätt som ett intimt samband mellan forskning och undervisning är avgörande för en universitetsinstitutions framgångar, bör forskning och utställningsverksamhet vid ett tekniskt museum stå i nära och ömsesidig kontakt. Om dessa båda funktioner allt för mycket frigörs från varandra, kommer båda att bli lidande. Detta innebär en viss, men inte nödvändigtvis total, styrning av den forskning som bedrivs vid museet. Den måste åtminstone i någon mån inriktas på frågor som kan införlivas i planeringen och utformningen av kommande utställningar, tillfälliga sådana såväl som basutställningar.

2. En annan given förutsättning för att tekniska uppfinningar skall kunna göras begripliga är att grundläggande fysikaliska, kemiska osv *principer åskådliggörs.* Detta låter sig göras på olika sätt, men vi vill i detta sammanhang framför allt betona vikten av personliga presentationer, av förevisare som inte bara är pedagogiskt skickliga och entusiasmerande utan som också har verkligt gedigna kunskaper i ämnet. Ambitionen att göra tekniken begriplig får emellertid inte stanna vid redovisning av naturvetenskapliga principer. Mycken teknik – i synnerhet i äldre tid – har utvecklats oberoende av teoretisk kunskap. Att lyfta fram den tekniska yrkeskunskapen – den kunskap som funnits



2. Teknisk förståelse genom föremål i användning. Typografen Gösta Linde demonstrerar här sättmaskinen linotype i Tekniska museets maskinhall. Foto Kay Danielson, TM.

hos hantverkare, konstmästare, industriarbetare, ingenjörer och andra – måste vara en väl så viktig uppgift för ett tekniskt museum.

3. För att tekniken ska kunna göras begriplig är det därför också angeläget att besökaren inte bara får se diverse fristående artefakter, utan också *föremål i användning*, maskiner som arbetar osv. Om möjligt bör dessa hanteras av yrkeskunniga personer eller också bör besökaren själv, där så är möjligt, ges tillfälle att själv utnyttja föremålet i fråga och genom eget experimenterande kunna skapa sig en klarare bild.

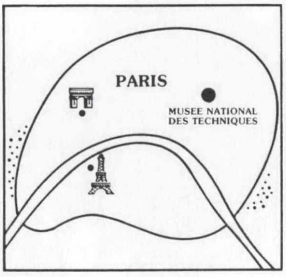
4. Popularisering förutsätter att kunskapen görs någorlunda lättillgänglig för mottagaren. Men den kräver också att denne uppfattar kunskapen som seriös och meningsfull. För att information om tekniska innovationer inte skall riskera att uppfattas som ren kuriosa måste den *sättas in i sitt sociala, ekonomiska och kulturella sammanhang*. Teknikens bakgrund, framväxt, spridning, genombrott och följdverkningar måste kunna ges en sammanhängande historisk belysning. Dessutom måste ett tekniskt museum även tillåta att teknik och teknisk utveckling gestaltas med ett kritiskt förhållningssätt (vilket, som ska framgå, enligt vår mening inte är detsamma som en negativ

attityd). Ett museum får inte ge besökaren uppfattningen att det är ett skyltfönster, en partsinlaga för "industrin" eller etablerade särintressen inom teknikens värld.

Hur uppfyller de besökta museerna dessa kriteria?

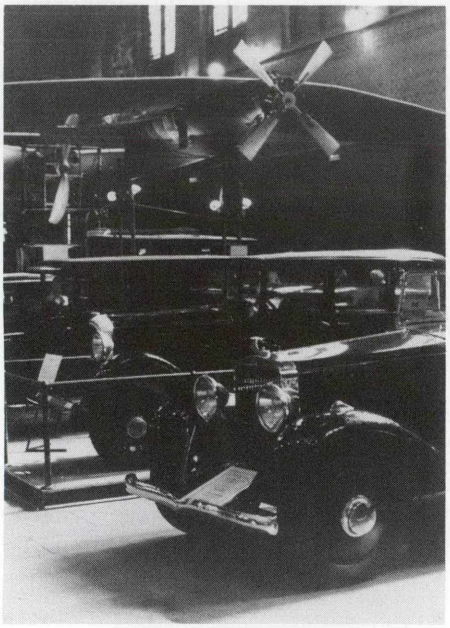
1. MUSÉ NATIONAL DES TECHNIQUES

Museet (som tidigare hette Conservatoire National des Arts et Métiers, CNAM) instiftades 1794 av revolutionsregeringen. Målet var att skapa "en offentlig samling av maskiner, modeller, verktyg, teckningar, beskrivningar och böcker rörande alla slags hantverk". Grunden utgjordes av föremål tillhörande de kungliga samlingarna och den kungliga vetenskapsakademin, men samlingen växte sedan kraftigt och täcker nu väsentliga delar av teknikutvecklingen från 1500- till början av 1900-talet.



Ur *forskningssynpunkt* har vi här att göra med en imponerande föremålssamling – ca 80 000 föremål – av vilka endast en mycket liten del finns utställd. Graden av tillgänglighet är i övrigt mycket svår att uppskatta. Kapaciteten för registrering, dokumentation och konservering förefaller begränsad, då museet kämpar en ojämn kamp om resurser och lokaler med CNAM:s andra del, en institution för högre teknisk utbildning.

Tillgången till dokumentärt material om annat än museets egna samlingar är väl tillgodosett. Till museet är knutet ett "Centre de documentation d'histoire des techniques", en forsknings- och dokumentationsenhet, specialiserad på modern och samtida teknikhistoria. Dessa samlingar står öppna för allmänheten. Här finns, förutom



3. "Kyrkan ändrad till magasin!" utbrister August Strindberg i en dikt 1883 apropå denna utställningshall vid CNAM. Foto Jan-Erik Pettersson, TM.

omfattande skriftlig och fotografisk dokumentation av modern teknik, också ett bibliotek med bland annat stora samlingar av engelsk- och tyskspråkig litteratur, som till väsentliga delar annars inte är tillgänglig i Frankrike. Här ges också undervisning i teknikhistoria: 1988 gavs den första doktorandkursen i ämnet i Frankrike, och den framtida teknikhistoriska forskningen och undervisningen har åtminstone delvis tryggats genom skapandet av landets första professur i teknikhistoria, också det år 1988.

Ur *populariseringssynpunkt* kan CNAM:s samlingar vara en guldgruva för den som besitter vissa teknikhistoriska eller tekniska förkunskaper. För en bredare allmänhet är de till stor del obegripliga. Principerna bakom tekniken presenteras inte, vare sig allmänt eller för olika slags teknik, föremålen ställs ut som fristående artefakter med ett minimum av informativ text, och det historiska sammanhanget lyser i stort sett med sin frånvaro. Konkurrensen från La Villette om resurser för utställningar och modernisering upplevs akut av museets personal.

Icke desto mindre är det säkert så att föremålens ofta spektakulära eller eleganta yttre – i kombination med den gammalmuseala uppställningen i lokaler som bland annat omfattar en övergiven klosterkyrka – torde ge många av de 80 000 årliga besökarna en känslomässig upplevelse som inte skall underskattas. Låt oss citera en imponerad museibesökare i slutet av förra seklet:

> Vilka syner? Har jag gått galet?
> Kyrkan ändrad till magasin!
> Där de lågo, de dödas gravar,
> är nu murad en vattenbassin;
> där en turbin med skovlar kavar,
> där en hydaulisk press är igång;
> här med högtrycksmaskin i täten
> ångan sjunger sin nya sång
> till ett lov åt elektromagneten,
> som det sprider med telefon.
> Och vid ljus av elektriciteten
> helig skymning viker ifrån,
> och då ser han man använt kyrkan
> till ett museum för yrken och slöjd:
> *Arts et metiers* här skänkes dyrkan,
> här utilisten en gång blir nöjd!
> Se, där har du ett rensat tempel,
> inga bilder och ingen fetisch;
> allting här inne bär snillets stämpel,
> nyttan här har nått sin prestige.
>
> (August Strindberg, *Sömngångarnätter*, 1883)



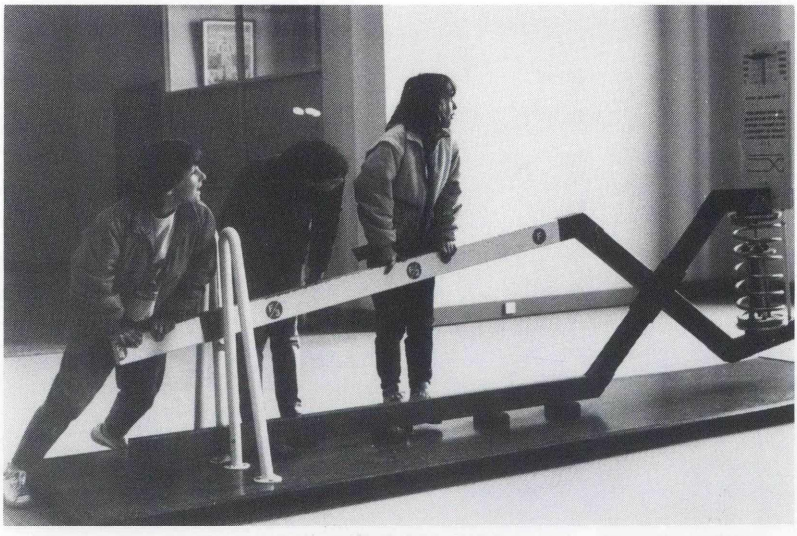
4. Genom den vackra entrén till Palais de la Découverte passerar ca 650 000 besökare per år. Foto Jan-Erik Pettersson, TM.

2. PALAIS DE LA DÉCOUVERTE

Museet instiftades 1938 efter en internationell hantverks- och teknikutställning i Paris året innan. Teknik i industriell mening spelar här dock en obetydlig roll; teknikhistoria berörs knappast alls. Tyngdpunkten ligger i stället på en presentation av naturvetenskapernas – framför allt fysikens – grundprinciper. Stor vikt har också tilldelats den moderna medicinska och genetiska vetenskapen. I konsekvens härmed är föremålssamlingarna av begränsad omfattning.

Ur *forskningssynpunkt* är Palais de la Découverte nära nog försumbart. Av ca 200 anställda tycks ingen direkt syssla med forskning. Ett visst arbete läggs dock ned på dokumentation. Till museet hör ett fototek och ett bibliotek med ca 10 000 volymer.

Ur *populariseringssynpunkt* är utställningarna i många avseenden föredömliga, bland annat i sin användning av audiovisuell teknik och andra presentationsformer (t ex i de nyare utställningarna om medicin, i den vid vårt besök aktuella vandringsutställningen om insekter), men framför allt genom de personliga och mycket kunniga visningarna. En av våra större museiupplevelser överhuvud taget var att följa en grupp unga synskadade, som under stor förtjusning och med hjälp av alla tillgängliga sinnen fick olika naturvetenskapliga fenomen demonstrerade för sig av initierad och entusiastisk personal. För den utomstående betraktaren var det en övertygande demonstration av hur oöverträffad den levande människan är för att förklara det utställda – och även av att ett museum inte enbart behöver lita till visuella intryck.



5. Hävstångsprincipen prövas vid Palais de la Découverte. Foto Jan-Erik Pettersson, TM.

Besökssiffrorna vittnar om att Palais de la Découverte är attraktivt: omkring 650 000 besökare per år, varav ca 25 % i grupp.

3. CITÉ DES SCIENCES ET DE L'INDUSTRIE (LA VILLETTE)

Initiativet till denna – åtminstone vid en första kontakt – överväldigande anläggning med 34 000 kvadratmeters utställningsyta och mer än 1 000 anställda togs under de sista åren av 1970-talet. Den öppnades 1986. La Villette arbetar i nära kontakt med fransk industri (som bl a fungerar som sponsor vid tillfälliga utställningar) och lägger en mycket markerad tyngdpunkt på avancerad högteknologi. Rymdavdelningen är ett exempel, medan datorer överallt utnyttjas som bas för kunskapsförmedlandet.

Ur *forskningssynpunkt* är La Villette än så länge av begränsad betydelse. Det finns en särskild forskningsavdelning, som med sina åtta heltidsarbetande forskare och gästforskare är den största samlade gruppen teknikhistoriska forskare i Frankrike. Detta "Centre de Recherche en Histoire des Sciences et des Techniques" anordnar seminarier och konferenser med stark internationell inriktning. Tyngdpunkten ligger på teknik och teknisk-professionell verksamhet efter år 1800.

Centret är ett oberoende forskningsinstitut med bidrag från forsk-

6. La Villette, en överväldigande anläggning med 34 000 kvm utställningsyta. Foto Jan-Erik Pettersson, TM.





7. Vid la Villette är inslaget av datorer ovanligt stort och barnen rusar ofta från knapp till knapp utan att veta vad som händer och varför. Foto Jan-Erik Pettersson, TM.

ningsråd och andra myndigheter. Organisatoriskt är det länkat till ett imponerande "mediatek", som omfattar 150 000 böcker och 5 000 tidskrifter för allmänhetens behov. Biblioteket innehåller också en forskningsdel med idag 50 000 volymer. Det är under intensiv uppbyggnad; bland annat deponeras relevant litteratur från de skilda akademierna och Institut de France i detta bibliotek. I färdigt skick beräknas det omfatta inte mindre än 800 000 band, huvudsakligen om vetenskaps- och teknikhistoria, vetenskaplig utbildning och informationsspridning samt vetenskaplig/teknisk museologi.

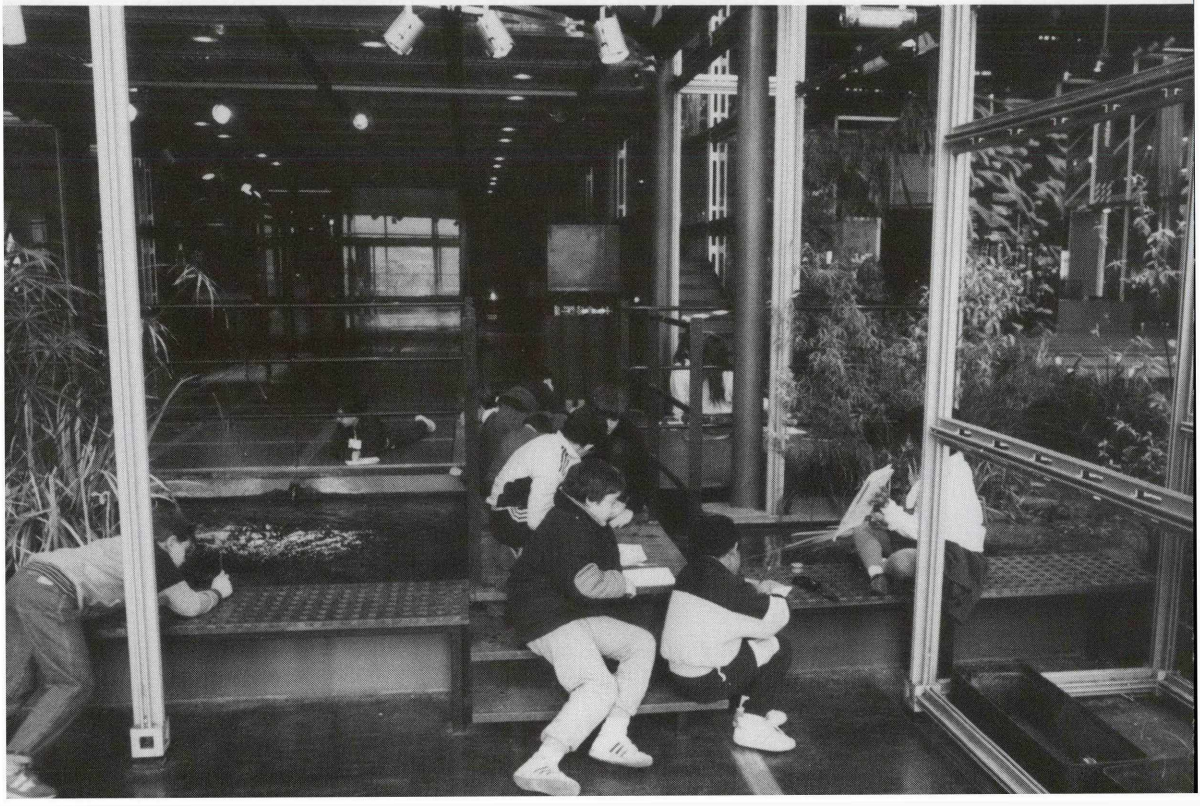
Forskningens kontakter med utställningsverksamheten är mer begränsad. Det har visat sig svårt att samordna seriös teknikhistoria och kommersiella intressen. Det ursprungligen svala intresset från La Villette-ledningens sida för teknikens bakgrund och sociala sammanhang tycks emellertid vara på väg att förändras. Kritiken har varit stark mot att utställningarna saknat historisk dimension och under La Villettes nya ledning ges den historiska förståelsen ett större utrymme. Centrets forskare deltar aktivt främst i de tillfälliga utställningarna, t ex i revolutionsårets utställning om forskarna och den franska revolutionen.

Ur *populariseringssynpunkt* är La Villette minst sagt kontroversiellt. Man talar själv stolt om "utställningar som tar andan" av besökarna, och strävan att betona människornas litenhet inför tekniken genomsyrar stora delar av utställningen. Å andra sidan betonas också vikten av att ge besökaren tillfälle att själv experimentera och det finns ett stort antal guider (120 stycken) som aktivt skall presen-

tera olika företeelser. Av dem märker dock den vanlige besökaren ganska litet. Risken är stor att utbytet av en jätteanläggning som La Villette blir ganska magert, trots många intressanta enskildheter. Besökaren vill gärna få valuta för inträdesavgiften och jäktar därför – utan att ta sig tid till eftertanke – från avdelning till avdelning. De spektakulära naturfilmerna inuti jättegloben la Géode är avsedda att locka publik till anläggningen men torde knappast ge en balanserad eller fördjupad kunskap. Framför allt är det dock anläggningens stora beroende av datorer och av att dessa skall vara tillgängliga och i funktion som gör utställningarna sårbara. Det blir tråkigt att stå i kö framför de mest attraktiva föremålen, man blir irriterad när inget händer hur mycket man än trycker och drar, förmedlingen blir lätt "gadgetinriktad" och kunskapernas sammanhang kan gå förlorat.

Det finns således en tydlig risk för publikfriande effektsökeri i Science Center-inrättningar av La Villettes typ; de får lätt karaktären av nöjesfält snarare än av pedagogiskt centrum. Barn och ungdomar, som uttalat eller underförstått är den viktigaste målgruppen rusar från knapp till knapp, från spak till spak. Vad som händer och varför något händer spelar mindre roll för dem. Det viktiga tycks vara *att* något händer. Datorer och andra apparater för mer komplicerade eller "häftiga" operationer ockuperas av dem som redan från andra sammanhang är väl bevandrade tangenttryckare.

8. En liten grön oas med fiskdamm utgör ett populärt inslag vid det annars så sterila la Villette. Foto Jan-Erik Pettersson, TM.



La Villettes mest kreativa och pedagogiska användning av videos och datorer såg vi i avdelningen för språk och kommunikation, som också är den avdelning som är klart populärast bland besökarna. Interaktionen mellan besökare och teknik är här, efter vad vi kan se, mer utvecklad än på andra håll i La Villette. Arrangörerna utnyttjade besökarnas "vardagskunskaper" och intresse för de egna sinnena och för mänskliga relationer. De gav besökarna möjlighet till val i umgänget med tekniken och byggde vidare på deras förhandskunskaper med vetenskapliga och tekniska resonemang – men också med överraskningar och en god portion humor.

Det ligger i sakens natur att teknikhistoria spelar en ganska liten roll i en anläggning som La Villette, vilken i huvudsak är tänkt att visa upp den franska teknikens och industrins avancerade status. Men insikten ökar om att teknikhistoria samt mer av teknikens sociala och ekonomiska sammanhang krävs om utställningarna – som en av våra sagesmän uttryckte det – ska appellera till andra än elvaåriga teknikfrälsta pojkar. Här och var bland datorerna och elektroniken finner man därför sekelgamla artefakter ur CNAM:s outsinliga lager. I de tillfälliga utställningarna vid La Villette finns också en strävan efter mer omfattande historisk-kulturella inslag.

Teknikens sammanhang

Vad är ett tekniskt museums uppgift? Enligt vår uppfattning är den inte att kritiklöst förhärliga tekniken, men inte heller att allmänt ta avstånd från den. En viss kritisk distans till tekniken är nödvändig för att göra de tekniska museerna intressanta i allmänhetens ögon och för att ge en nyansrik bild av teknikens utveckling. "Teknikkritik" är emellertid i sig lika lite teknikfientlig som exempelvis litteraturkritik är litteraturfientlig! Alla vet att en litteraturkritiker fäster stor vikt vid och har en i grunden välvillig inställning till den del av kulturlivet han eller hon analyserar. Därav följer inte att allt som presteras ges positiva omdömen eller att enbart det som är värt att förhärligas presenteras. Vi förväntar oss i stället prövande och analyserande granskningar, där den mindre bevandrade får hjälp att förstå litteraturen mot bakgrund av det större historiska, kulturella och sociala sammanhanget. På liknande sätt bör tekniken studeras och presenteras.

Ett tekniskt museum kan för den oinsatte förklara och åskådliggöra grundläggande tekniska och naturvetenskapliga principer samt maskiners, processers och tekniska systems sätt att fungera. Science Center-ambitionen får dock inte ta över på bekostnad av museets övriga uppgifter. Det kan överhuvud taget ifrågasättas om det alltid är lyckligt att kombinera ett museums uppgifter som förvaltare av ett kulturarv med den pedagogiska uppgiften att verka som Science Center. Den övergripande målsättningen för ett tekniskt museum måste vara att sätta in tekniken i ett mångfacetterat historiskt sammanhang. Besökarna ska ges möjlighet att inse att teknik skapas och hanteras av

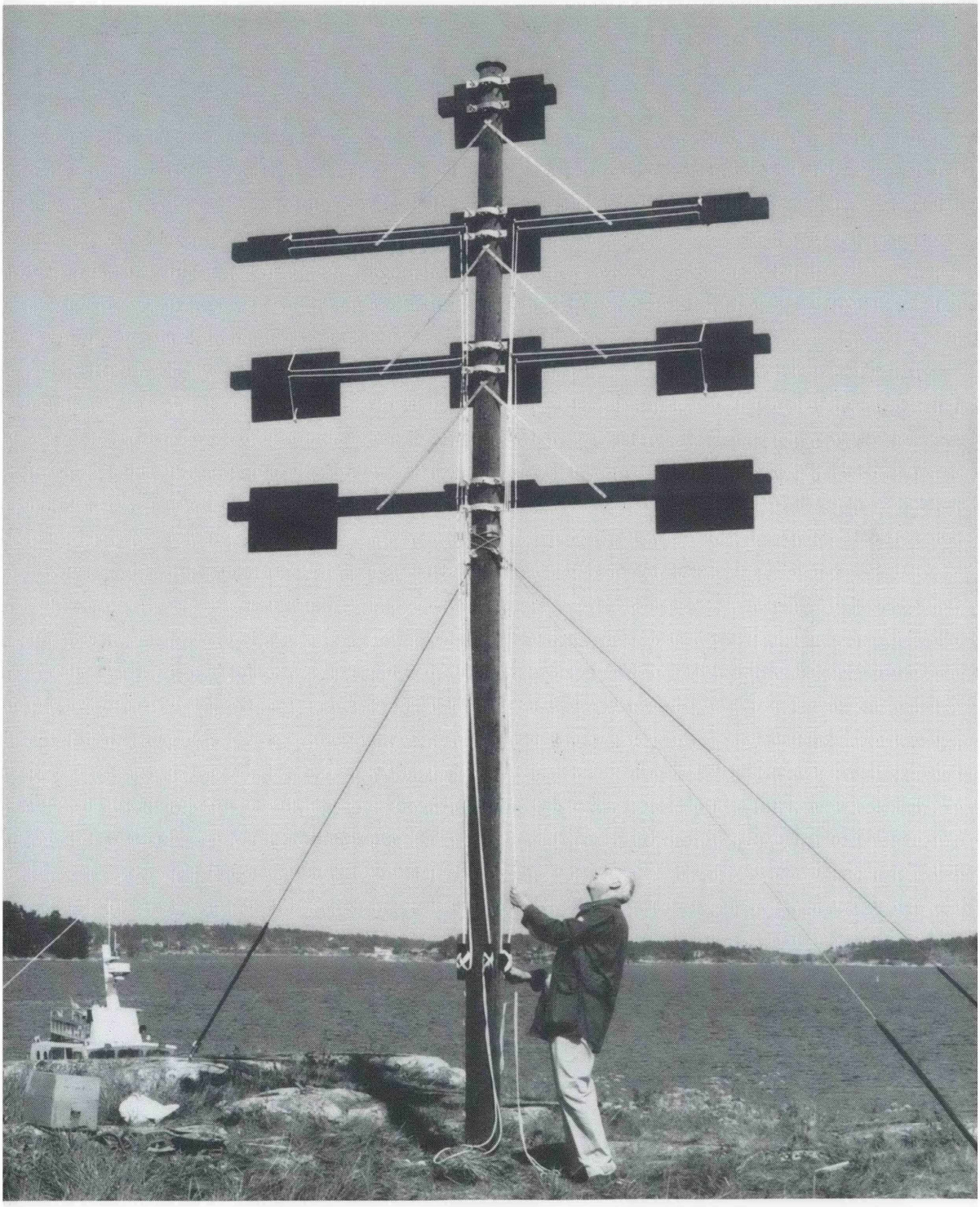
människor, påverkas av dessas önskningar och intressen och får effekter på mänsklig verksamhet av olika slag. En uppgift är just att identifiera och tydliggöra aktörerna i teknikhistorien. Därmed nyanseras också bilden av tekniken. Både dess positiva och negativa effekter kan föras fram. Ett öppet erkännande av det negativa – eller åtminstone av att det förts och förs en diskussion om teknikens effekter – kan förhoppningsvis hjälpa besökaren att rätt uppfatta även teknikens positiva sidor.

Här kommer de franska institutionerna alla till korta. CNAM presenterar föremålen – med något undantag – som isolerade artefakter. La Découverte har sin styrka i presentationen av grundläggande principer, men avstår nästan helt från försök att anknyta tekniken till den samhälleliga utvecklingen eller till sociala aktörer (förutom de klassiska vetenskapliga "hjältarna"). Detsamma gäller La Villette, som genom sitt ofta bombastiska förhärligande av avancerad teknik riskerar att avskilja besökaren från en till synes obegriplig och opåverkbar teknik, snarare än att locka henne att ta aktiv del. Det finns således skäl att fråga sig om den omedelbara entusiasm, som avdelningar som La Villettes rymdteknologiska tycks uppamma hos en i huvudsak ungdomlig publik, låter sig naturligt föras över till ett aktivt och konstruktivt teknikintresse.

I detta sammanhang hävdar sig Tekniska Museet i Stockholm tämligen väl. Trots sin relativa litenhet i fråga om personal, utställningsyta och andra resurser, uppfyller det inte bara ambitionen att i sig förena de tre Paris-museernas skiljaktiga inriktningar. Det kan också uppvisa ambitiösa satsningar på det som vi här velat understryka och som de franska museerna i stort sett saknar: det historiska, sociala och ekonomiska perspektivet. Visserligen skulle vi även här önska ett mer uttalat teknikkritiskt perspektiv (i ovan antydd bemärkelse). Men i många av museets utställningar exemplifieras ändå den syntes av åskådliggjorda tekniska och vetenskapliga principer, strikt teknikutveckling och historiska sammanhang som vi efterlyst och finner absolut nödvändig.

Den nyare svenska teknikhistoriska forskningen har dock satt mycket obetydliga spår i museets utställningar. Detta beror emellertid i hög grad på forskarna själva. Föremålen – museets självklara kärna – har, i enlighet med rådande forskningstraditioner, endast i undantagsfall utnyttjats som källmaterial. Dessutom är forskare ovana vid eller till och med ovilliga att utnyttja utställningar och andra populariserande medier. Låt oss hoppas på en ändring. Ty här – i mötet kring föremålen – finns en väldig potential, som skulle kunna stimulera såväl verksamheten vid Tekniska Museet som den teknikhistoriska forskningen i landet.

Notiser



Signalen ”De våra hava skingrat de fientliga” ställs in på den optiska telegrafen på Dalarö Skans. Foto Björn Tång, Televerket.

Nygammal telegraf i Stockholms skärgård

För sjöfarande i Stockholms skärgård liksom i skärgårdarna invid Karlskrona och Göteborg, måste de optiska telegraferna med sina master och signalluckor ha utgjort ett spektakulärt inslag under 1800-talet. Uppbyggnaden av dessa telegraflinjer hade påbörjats 1794 – ungefär samtidigt med Chappes optiska telegraf i Frankrike – med ett system som konstruerats av A N Edelcrantz. Linjerna från Stockholm skulle komma att få en utbredning upp till Gävle i norr och till Landsort i söder. En optisk telegraflinje sträckte sig via Grisslehamn och Signildsskär till Eckerö på Åland. Den optiska telegrafen användes i ett tidigt skede företrädesvis för militära ändamål och kom att spela en viktig roll under finska kriget 1808–09. Efter denna tid fick den optiska telegrafen förfalla för att återuppbyggas med början 1836 med vissa förändringar i linjernas sträckning. Bl a förlades en station till Furusund, som efter restaurering ännu kan beskådas. En viktig omständighet med de återuppbyggda linjerna var att den optiska telegrafen nu också var öppen för allmän trafik, t ex sjöfartsunderrättelser, och att den en tid efter 1853 kom att användas i samverkan med den då införda elektriska telegrafen.

Den optiska telegrafens signalluckor hade sifferbetydelse. Varje signal gav en treställig sifferkombination som hämtades ur eller avlästes med hjälp av en kodbok.

Idén att sätta upp ett antal repliker av optiska telegrafer med autentisk placering i Stockholms skärgård väcktes för något år sedan i Mästerlotsen Edward Sjöbloms Kulturstiftelse Skärgårdsfonden (ESS) – en ideell organisation som gjort stora insatser för att bevara miljö och kultur i skärgården. Man vände sig till Televerket, Telemuseum och Stockholms kustförsvar för att få till stånd finansiering och kunskapsunderlag för projektet. Reaktionen var genast positiv, något som också kännetecknade responsen från Vaxholms Fästnings Museum och Värmdö kommun. Ett entusiastiskt samarbete resulterade i att två platser, Fredriksborg (med placering högst upp på det gamla fästningstornet) och Dalarö Skans, i slutet av maj 1989 fick "nygamla" optiska telegrafer uppsatta. De hade tillverkats genom Televerkets försorg och satts på plats av personal från Televerket och Försvaret. Väderskyddade informationsskärmar som tagits fram på Telemuseum finns uppsatta på båda platserna för att ge besökare möjlighet att få kunskap om den optiska telegrafens historia. En invigningsceremoni med ett stort antal inbjudna gäster ägde rum på Fredriksborg den 9 juni 1989.



1. Telegrafattrappen sätts på plats på Fredriksborgs fästningstorn. Foto Björn Tång, Televerket.

Syftet med de uppsatta telegrafreplikerna är dels att bevara ett kulturellt inslag i skärgården, som under nästan ett sekel varit av stor betydelse, och dels att sprida kunskap om den optiska telegrafen. Mycket få människor har i dag vetskap om att den funnits och än mindre om hur den fungerat. Det är en förhoppning att de nu uppsatta telegraferna skall väcka nyfikenhet bland människor som rör sig i skärgården. Fredriksborg har ett mycket strategiskt läge intill Oxdjupet där de stora finlandsfärjorna passerar och avsikten är att



2. Mästerlotsen Edward Sjöblom talar vid invigningsceremonin vid Fredriksborgs fästningstorn med den optiska telegrafen i bakgrunden. På bilden ser man också en av de tre skärmarna med information om den optiska telegrafen. Foto Björn Tång, Televerket.

någon form av information om den optiska telegrafen skall kunna spridas också bland passagerarna.

Tidigare har den optiska telegrafens historia i Sverige belysts i en artikel i Daedalus 1964: Einar Malmgren, Den optiska telegrafen i Furusund.

Lennart Steen

Vetenskapsakademiens 250-årsjubileum

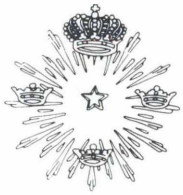
Den kungliga svenska vetenskapsakademien stiftades i juni 1739 på Riddarhuset i Stockholm. Samtidigt bildades genom en anspråkslös samling naturföremål det som senare blev Naturhistoriska riksmuseet, en statlig institution, vilken till 1965 stod under akademiens tillsyn. De båda organisationernas 250-årsjubileum firades för akademiens del i mars 1989 och för riksmuseets del i september samma år.

Vetenskapsakademien är en frukt av det naturvetenskapliga genombrottet under 1600-talet med en institution som the Royal Society of London som förebild och med Isaac Newton som vägledande gestalt.

Den 2 juni 1739 stiftades den svenska Vetenskapsakademien på Riddarhuset i Stockholm av Linnaeus (von Linné), von Höpken, Triewald, Alström (Alströmer) och Bielke. Personerna återges här i naturlig storlek, modellerade i vax, i en jubileumsutställning på Naturhistoriska riksmuseet. Foto Staffan Waerndt.







1739 – 1989

Den svenska akademiens första ändamål var emellertid att förbättra Sveriges ekonomi efter det förödande stora nordiska kriget 1700–21. Under seklers lopp har Vetenskapsakademien utan tvivel spelat en central roll i Sveriges kulturliv. Härtill har bidragit att akademien inom sig haft betydande vetenskapsmän med internationellt rykte såsom Carl Linnaeus, astronomen och statistikern Pehr Wargentin samt kemisten Jacob Berzelius. Under lång tid hade akademien privilegium på att utge den svenska almanackan, vilket medförde goda inkomster. Med hjälp av dessa kunde akademien inrätta en rad institutioner, astronomiskt observatorium, fysisk institution, institutioner för marin biologi, astrofysik samt för studium av arktiska levnadsbetingelser för fauna och flora. Akademien inrättade också ett bibliotek som i sitt slag räknas bland Europas främsta.

Akademiens och Naturhistoriska riksmuseets gemensamma historia har ihågkommits genom en stor utställning i Riksmuseet, där såväl akademiens som museets forskningsinstitutioner och andra uppgifter har levandegjorts. Jubileumsåret har också sett en rad andra aktiviteter ta form i anslutning till akademien och museet. Sålunda utkom flera jubileumsskrifter. Symposier har anordnats, framförallt genom akademiens nyligen inrättade Centrum för vetenskapshistoria. Riksmuseets nya avdelning "Polarmuseet" har invigts. Stockholms gamla observatorium, en av Europas äldsta byggnader för vetenskapliga ändamål, får sin byggnad restaurerad. Här inrättas ett astronomiskt museum.

Wilhelm Odelberg

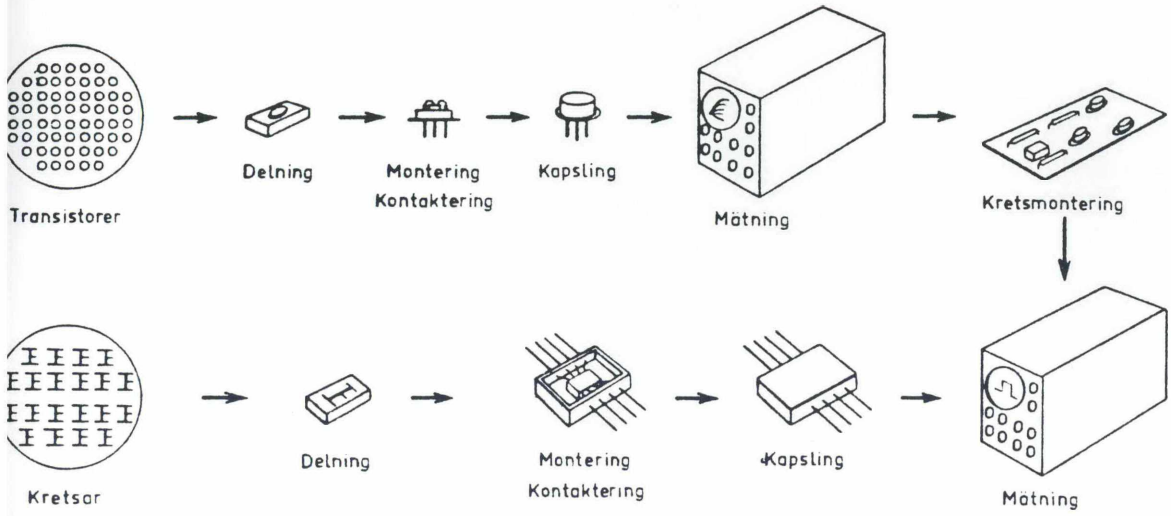
Solid Logic Technology (SLT) 30 år

I slutet av 1500-talet gjorde den engelske läkaren *William Gilbert* (1540–1603) – tillika drottning Elizabeths livmedikus – upptäckten att det fanns ämnen med märkvärdiga egenskaper, som han kallade "elektriska". År 1600 publicerades *De magnete* – Gilberts klassiska studium av de elektro-magnetiska fenomenen. Det relativt nya ordet elektronik kan hänföras till den naturvetenskapliga disciplin som i dag kallas för elektronfysik, dvs läran om och studiet av laddande partiklars rörelser i vakuum, gaser och fasta kroppar. Inom datorteknologin utgör elektroniken det område som täcker utveckling och tillverkning av komponenter och kretsar avsedda för behandling, förmedling och lagring av information. Elektronikens utveckling inom ramen för vårt tema kan delas in i 1: *elektronrör* (vakuum), 2: *transistorer* (fasta kroppar = det fasta tillståndets fysik) och 3: *integrerade kretsar.*

I en tysk lärobok från 1921, *Elektronen-Röhren*, kan man läsa följande: "En mäktig teknisk och ekonomisk utveckling har påbörjats inom området informationsbehandling." Ungefär femtio år efter att den tyska läroboken kom ut, skriver en amerikansk historiker: "Transistorn innebar en teknologisk revolution, som förändrade människans sätt att leva." Då hade även femtio år förflutit sedan ryssen *O Lossjew* uppfann kristalldetektorn. Däremellan finns ett historiskt datum: 1947. Det året publicerar de amerikanska forskarna *John Bardeen, Walter H Brattain* och *William Shockley* resultatet av årslånga och målinriktade experiment med vissa ämnens elektriska egenskaper, närmare bestämt elektrontransporten i halvledarkristaller: Transistorn. Utvecklingsarbetet ägde rum vid *Bell Laboratories*, USA. År 1956 belönades de tre forskarna med Nobelpriset i fysik.

År 1955 byggde Bell Labs världens första transistoriserade datamaskin, TRADIC. Året efter, 1956, konstruerade Electrotechnical Laboratory i Tokio en transistoriserad laboratoriemaskin uppbyggd av laboratoriets egna transistorkonstruktioner. Under de följande två åren byggde samma laboratorium samt de amerikanska företagen Burroughs, Univac (Remington Rand) och IBM i tur och ordning var sin transistoriserad datamaskin.

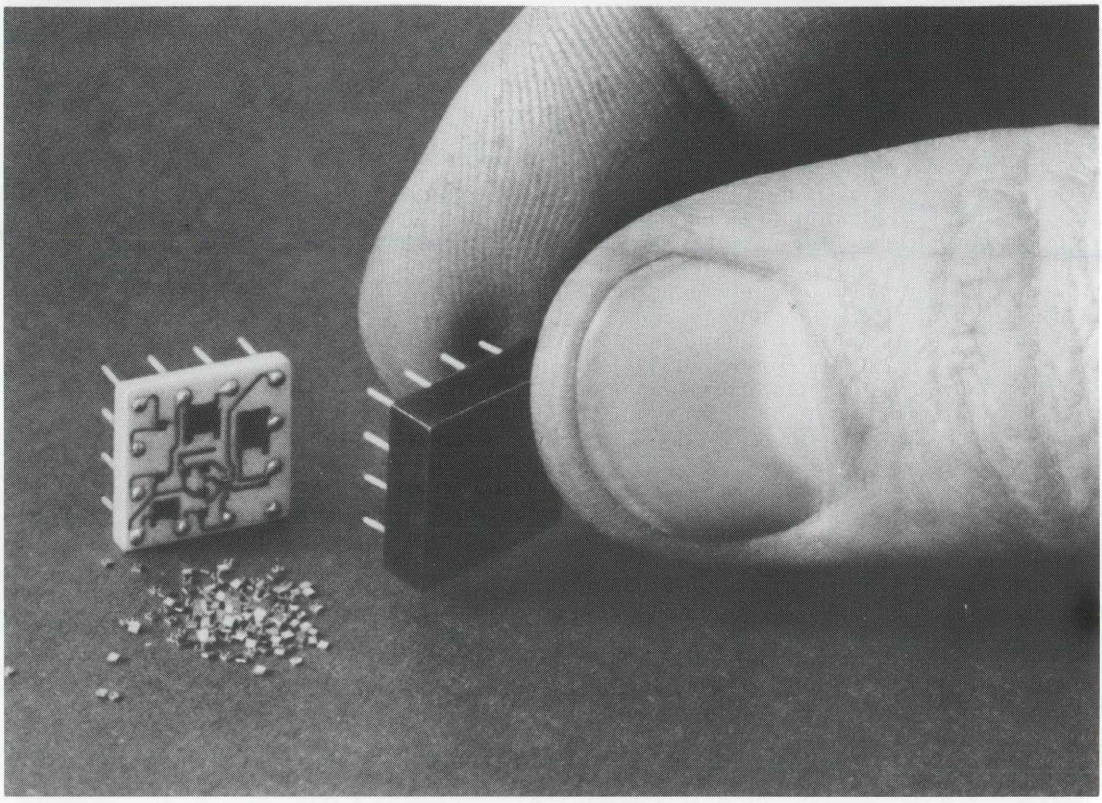
Transistorn såsom enskild komponent (solid state device) skulle visa sig ha många fördelar jämfört med elektronröret, bland annat i



1. "Principschema över arbetsprocesserna vid uppbyggnad och kontroll av elektroniska kretsar via enskilda komponenter i jämförelse med den nya integreringstekniken." Ur Dick Lundqvist, *Den tredje generationens elektronik*. TVF 1966, vol 37, nr 1, s 10–20.

fråga om utrymme, effektbehov, tillförlitlighet och livslängd. Dess egenskaper som byggelement gjorde det möjligt att tillsammans med andra halvledarkomponenter, till exempel dioder och kondensatorer, konstruera små och lätthanterliga enheter. Sådana enheter, moduler, monterades på kort, kortmoduler. Samtidigt började man experimentera med oupplösliga förbindningar av enskilda element (integrerad kretsteknik) som komplement till eller ersättning av lödda eller svetsade förbindningar (diskret komponentteknik). Grunden hade alltså lagts till miniatyrisering – och därmed till modern mikrominiatyrisering i form av mycket högintegrerade respektive ultraintegrerade kretsar (VLSI). Termen mikrometer, en miljondels meter, var i datorsammanhang en abstraktion 1959. Tio år senare, 1969, ansågs den vara en realitet att räkna med. Då hade redan begreppet "computer on a slice", "dator på en skiva", myntats. I skrivandes stund, september 1989, sysslar konstruktörerna med dimensioner understigande 1 mikrometer. Man börjar – enligt vissa forskare – att närma sig gränserna för vad som är fysikaliskt möjligt.

Det är bara trettio år sedan IBM introducerade sin så kallade SMS-dator "7090" (Standard Modular System) uppbyggd av transistoriserade kortmoduler i storleksordnignen 63,5 × 114,3 mm. 1964 introducerade IBM den första i vedertagen bemärkelse moderna datorn, "System/360", uppbyggd av kretskort bestående av halvledarkomponenter och tryckta kretsar (Solid Logic Technology SLT) – allt som



2. IBM "System/360", SLT-kretsar. Foto IBM 1964.

ett resultat av en enorm satsning kallad Project COMPACT (Cost-Oriented Machine Program in Advanced Computer Technology). Redan då var man nere i kretsstorleken en halv kvadrattum (ca 18 × 18 mm).

Jörgen Lund

Sevärt teknikhistoriskt minnesmärke

En av löphjulsskovlarna till världens första stora kaplanturbin har efter 58 års klanderfri drift i Lilla Edets vattenkraftstation tagits tillvara och ställts upp på ett fundament utanför Tekniska museet i Stockholm. Konstruktionen har haft stor betydelse för vattenkrafttekniken utveckling i hela världen. Här ges bakgrunden till denna för sin tid märkliga uppfinning som anpassats till praktiskt bruk av en svensk konstruktör.

Det är ett allmänt känt faktum att teknisk utveckling ofta baseras på den svåra konsten att omsätta teorier på ritbordet till praktiskt fungerande konstruktioner. Så var fallet vid tillkomsten av ovannämnda turbin. Teoretikern var professor Viktor Kaplan (1876–1934), känd som en av Österrikes mest geniala uppfinnare genom tiderna. Men han hade stora svårigheter att få sina idéer accepterade och omsatta i praktiken. Ingenjören, praktikern var Elov Englesson (1884–1962), chefskonstruktör vid Karlstads Mekaniska Verkstad (KMV), Kristinehamn, en framsynt och eminent tekniker med sinne för praktisk tillämpning av uppfinningar. Han insåg på ett tidigt stadium värdet av professor Kaplans geniala teorier, men även svårigheterna att omsätta dem i praktiken.

Kaplan och Englesson träffades helt inofficiellt en majdag 1921 i den österrikiska staden Brünn (numera Brno i Tjeckoslovakien) – ett möte som skulle visa sig bli historiskt och på sikt medföra en enorm, världsomspännande utveckling av vattenkrafttekniken. Efter några dagars gemytligt och tydligen mycket givande umgänge kom de överens om ett licenskontrakt för KMV på en turbinuppfinning som Kaplan hade patent på. Det hör till saken att KMV redan år 1913 hade tillverkat en provturbin med 700 mm löphjulsdiameter. Men så kom första världskriget 1914 – och kontakten med Kaplan hade brutits.

Vid denna tidpunkt arbetade KMV:s tekniker för högtryck med en för företaget viktig offert till Kungliga Vattenfallsstyrelsen, som Vattenfall hette på den tiden. Det handlade om en aktuell turbinupphandling för blivande Lilla Edets vattenkraftstation i Göta älv. I förfrågan ingick olika typer av turbiner. Eftersom det skulle bli ett flodkraftverk med stora flöden och låg fallhöjd var, enligt Englesson, kaplanturbinens speciella egenskaper mycket lämpade för detta projekt och borde göra den helt överlägsen dittills kända turbinkonstruktioner.

Efter hemkomsten satte Englesson omedelbart igång med den svåra uppgiften att bl a konstruera en komplicerad omställningsmekanism för bladen. Navkonstruktionen som utarbetades och patenterades av



Englesson blev sedermera en stor framgång för KaMeWa:s tillverkning av turbiner och fartygspropellrar.

Kungl Vattenfallsstyrelsen accepterade KMV:s offert och världens första stora kaplanturbin upphandlades i början av 1922. Verket tog därmed en viss risk eftersom kritiker ansåg att denna nya turbintyp var oprövad. Man hänvisade till resultaten från de i Österrike hittills tillverkade turbinerna av denna typ – som dock hade jämförelsevis

små dimensioner. Kritikerna bortsåg tydligen från Englessons betydelsefulla insats för att omsätta Kaplans teori till praktiskt bruk.

Kaplanturbinen till Lilla Edet var för sin tid rekordstor: Löphjulet hade fyra skovlar och vägde totalt 63 ton. Diametern var 5,8 m och effekten 11 500 hk (8,5 MW) vid 6,5 m fallhöjd och 62,5 varv/min. Skovelvikt 5,5 ton.

Den med stor spänning emotsedda idrifttagningen gick klanderfritt och den 7 januari 1926 togs kaplanturbinen i kommersiell drift och provades av en sakkunnig kommitté under sommaren. Det visade sig att provresultaten väl stämde med beräkningarna och modellproven. Man kunde till och med utan problem överbelasta turbinen till 14 200 hk istället för garanterade 11 200 hk. Verkningsgraden blev 92,5 procent.

I samband med ombyggnad och modernisering i Lilla Edets kraftstation togs turbinen ur drift 1984 efter hela 58 års klanderfri drift. Den hade då via sin generator producerat ca 3,2 miljoner kWh. Lilla Edet var en pionjäranläggning och ett flertal andra kraftstationer utrustades sedermera under årens lopp med denna typ av turbiner.

Löphjulsskovlarna togs tillvara vid ombyggnaden tack vare en kulturbevarande insats av Vattenfallingenjören Alfon Hagström, Trollhättan. De har på hans initiativ restaurerats och konserverats av yrkeskunnig personal vid Vattenfalls region Västsverige, Trollhättan. En av löphjulsskovlarna har arrangerats på en sockel och försetts med beskrivande text. Den är uppställd utanför gången mellan Tekniska museets huvudbyggnad och elkraftavdelningen. Överlämnandet skedde den 15 september 1987 och ordföranden för Stiftelsen Sveriges Tekniska Museum tackade för Vattenfalls initiativ att ta till vara och bekosta uppsättningen av detta intressanta teknikhistoriska minnesmärke.

Lennart Thörnquist

Dimkammaren

Tekniska Museet har genom ett generöst bidrag från Vattenfall, kompletterat av ASEA-ATOM, beretts möjligheten att inköpa en dimkammare speciellt gjord för demonstration av partikelstrålning.

Dimkammaren är utvecklad av PHYWE i Västtyskland och avsedd för utställningar i museer och liknande och ger på en yta om 80 × 80 cm en levande bild av främst den kosmiska strålningens verkan vid jordytan.

Jorden utsätts för radioaktiv strålning från såväl dess inre, som från djur och växter på dess yta, och inte minst från rymden. Denna s k bakgrundsstrålning är ett naturförlopp som vi inte kan påverka, och eftersom denna strålning är en del av vår naturliga omgivning är den ej skadlig.

Vi kan inte förnimma denna strålning med våra sinnesorgan, däremot kan den göras såväl synlig som hörbar med hjälp av diverse instrument. Dimkammaren är ett sådant instrument som kan göra den laddade partikelstrålningen synbar.

En speciell vätska förgasas och kyls ner till näst intill kondensationspunkten över en svartfärgad skiva.

När joniserande strålning passerar gasen intill skivan bildas kondensationskärnor och vätskedroppa, som belysas från sidan och som då framträder som vita spår och streck. Samma teknik som gör att vi ibland kan se var flygplanen dragit fram på himlen.

Kammaren är i museets version konstruerad så att nästan enbart sekundärspåren efter den kosmiska strålningen synes. Denna består till ca 90 % av protoner med mycket hög energi, som när de tränger in i atmosfären kolliderar med dess atomer och molekyler. Detta ger upphov till kärnreaktioner och kärnsönderfall. Nya kärnor och elementarpartiklar bildas. Dessa kan i sin tur ge upphov till nya kärnreaktioner. Dessa s k sekundära effekter kan ses i dimkammaren.

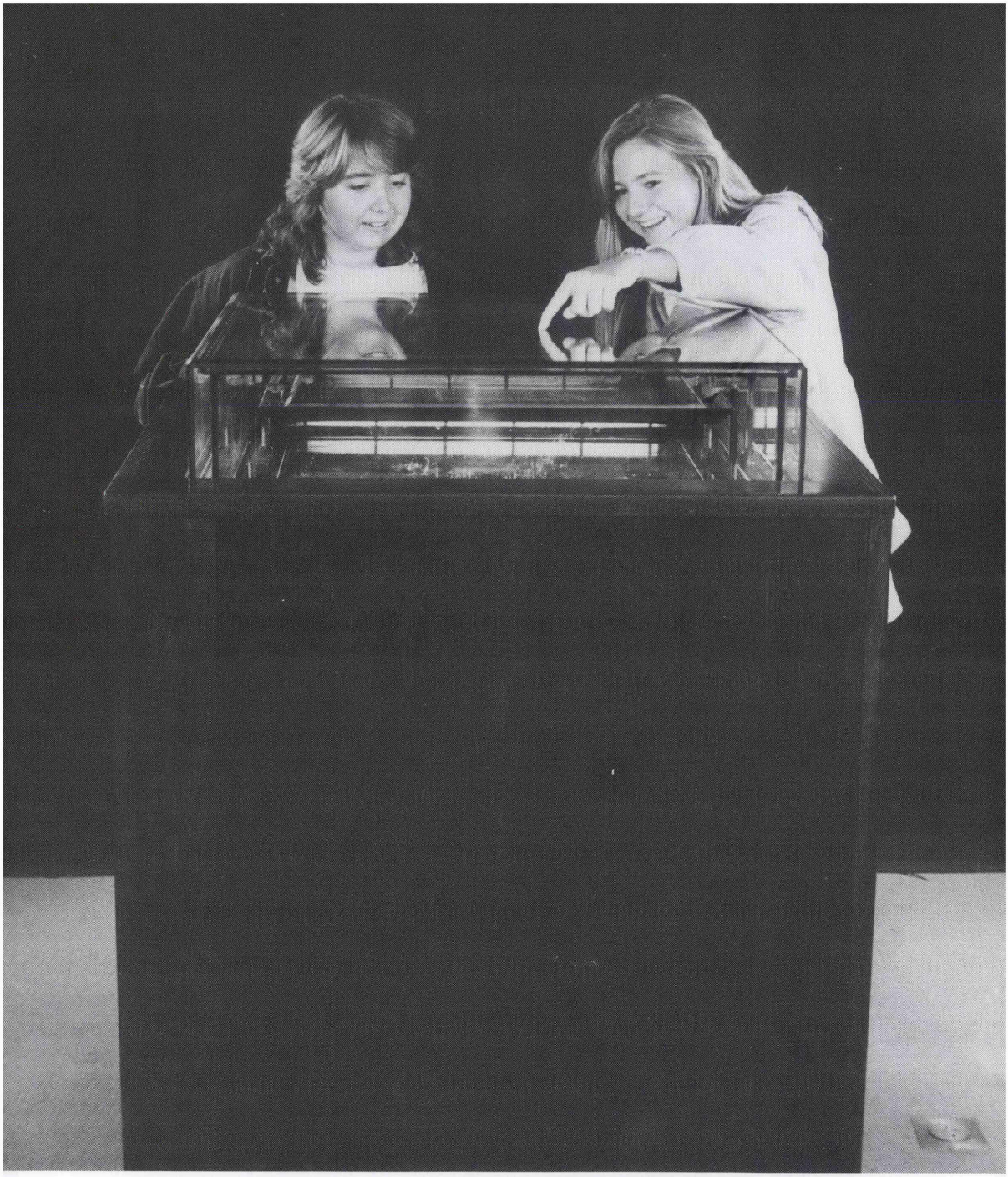
Man ser hela tiden en mängd spår, streck och prickar av olika tjocklek och längd. En del spår är raka, andra böjer av, eller går i krökar. Alla dessa spår representerar någon form av atomkärnpartikel.

Spåren nybildas hela tiden allt efter det att nya kollisioner sker.

Störst och bredast är spåren efter protoner. Neutroner, fotoner, elektroner och positioner, mesoner och myoner m fl ger andra typer av spår.

Genom att studera spåren av kända preparat kan varje partikeltyp identifieras.

Dimkammaren är ett av partikelfysikens viktigaste instrument. Den har tidigare aldrig gjorts så lättillgänglig som i museets instrument.



Cecilia och Elisabeth Borglund studerar de synliga spåren förorsakade av den kosmiska strålningen. Foto Rigmor Söderberg, TM.

Det är en fascinerande upplevelse att kunna se naturens radioaktiva strålning och dess konsekvenser just när den sker – live!

Erik Lundblad

Utställningar på tekniska museet 1988–1989

Livsmedelsteknik, konst, rymdfotografering... mycket kan inrymmas under ett utställningsår på Tekniska Museet. Verksamhetsåret inleddes med utställningen VINDENS KRAFT. Den visade hur människan använt vinden, tekniskt som energikälla och konstnärligt som lek. Utställningen tillkom sommaren 1986 på Gerlesborgsskolan i Bohuslän i samarbete mellan konstnärer, forskare och tekniker. Den var ett exempel på hur man kan använda konstnärliga uttrycksmedel för att berätta om en teknik.

Under sommaren uppsattes på Gärdet, alldeles utanför Tekniska Museet, ett vindkraftverk, som ett resultat av idéer kring utställningen VINDENS KRAFT.

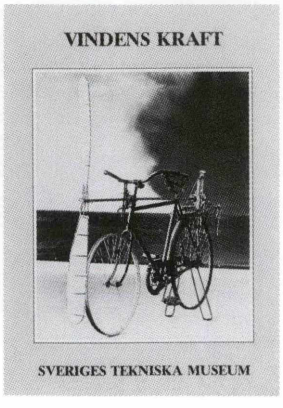


1. Findus första frysförpackning, från 1940-talet.

Under hösten producerades, i anslutning till Nordiskt Teknologiår 1988 och under tillskyndan av Sveriges Civilingenjörsförbund, en utställning om svensk livsmedelsindustri under 100 år. Utställningen gavs namnet "Från konservburk till evigt röd tomat". Konservburken och den evigt röda, dvs bestrålade, tomaten fick symbolisera två skilda tekniker som kan sägas representera början respektive slutet av den senaste hundraårsperioden inom livsmedelsteknisk utveckling.

Utställningen gav en bild av hur svensk livsmedelsindustri vuxit fram under den period som Sverige utvecklats från ett agrart samhälle med huvudsakligen självhushåll till ett högindustrialiserat samhälle där en väl fungerande livsmedelsdistribution och en högteknologisk livsmedelsindustri är en förutsättning för samhällets överlevnad.

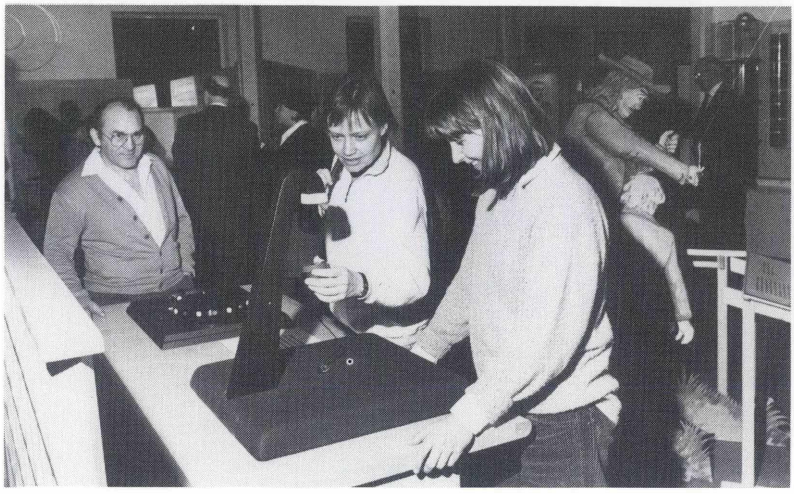
I utställningen presenterades några väsentliga svenska uppfinningar, såsom Gustav de Lavals separator, Munthers och von Platens kylskåp och Rausings Tetra Pak.



Under utställningstiden, fram till senvåren 1989, genomfördes en rad programpunkter såsom debatter om moderna konserveringsmetoder och matkvalitet, och föreläsningar som anknöt till utställningens tema.

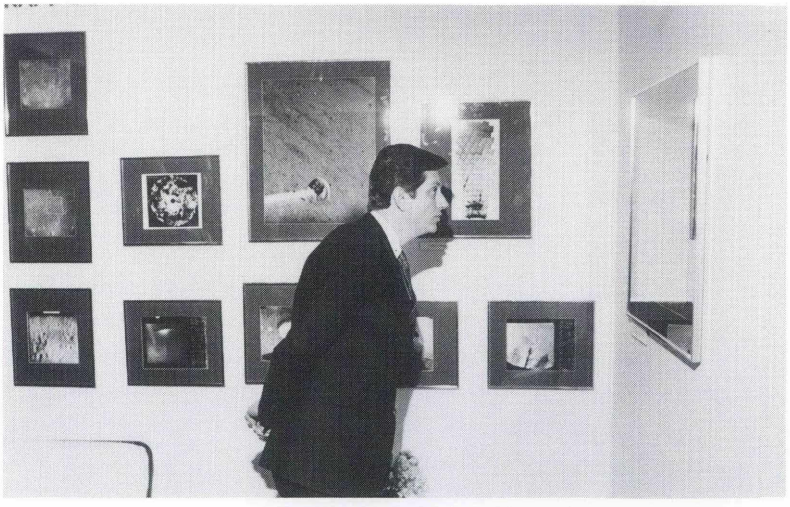
Under sommaren 1989 har "Från konservburk till evigt röd tomat" börjat sitt nya liv som vandringsutställning vid Polhemsstiftelsen i Stjernsund. Därefter går den, under hösten, vidare till Falbygdens Museum i Falköping.

Utställningsåret gick vidare. Före jul öppnade museet en konstutställning, också av egen produktion. Museet äger i sina samlingar en



2. Från Eloteket, invigt i januari 1989.

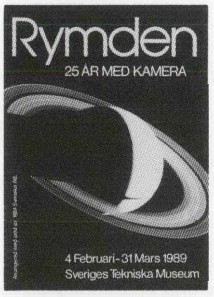
del konst av god kvalitet, företrädesvis konst med teknik- och industrihistoriska motiv. Ur samlingarna visades under december och januari oljemålningar, teckningar, akvareller, grafik och skulptur av bl a Albin Amelin, Johan Ahlbäck, Carl Eldh, Isaac Grünewald och Jenny Nyström. En attraktion på utställningen var fyra textilapplikationer av Isaac Grünewald, sydda för Svenska Yllefabrikantsföreningens avdelning på den stora Industriutställningen i Göteborg 1923.



3. Utställningen "Rymden – 25 år med kamera" invigdes 3 februari 1989 av USAs ambassadör, Gregory Newell. Här ses han studerande en av bilderna på utställningen.



4. Under sportlovet fick barnen bygga sina egna rymdraketer i Maskinhallen. De som byggde de bästa och roligaste raketerna fick fina priser.



Mycket goda publiksiffror hade museet under februari och mars, då en utställning om rymdfotografering visades. Utställningen, som kallades "Rymden – 25 år med kamera", kom från Jet Propulsion Laboratory och Pasadena Gallery of Contemporary Art i Kalifornien. Den visade fotografier tagna under en tidsperiod om 25 år i rymden. I samband med fotoutställningen presenterades också svensk rymdverksamhet, i samarbete med Svenska Rymdbolaget, Institutet för Rymdfysik och Satellitbild i Kiruna.

Under sportlovet genomfördes föreläsningar kring temat rymdforskning, och även om hur meteorologerna använder sig av satellitbilder. Dessutom fick alla besökande barn rita och bygga sina egna rymdraketer, ett mycket populärt program! Under vissa helger genomfördes också program kring tema Rymden.

Under vintern invigdes en ny etapp av elkraftsutställningen, det s k Eloteket, som är en avdelning där besökarna själva får pröva olika elektriska fenomen och apparater. De olika experimenten sätts in i sitt historiska sammanhang.

1989 års sommarutställning kom, med anledning av fototeknikens 150-årsjubileum, att ägnas denna teknik. Det var 1839 som Franska Vetenskapsakademien tillkännagav att konsten att framställa och fixera bilder var uppfunnen av fransmannen I J M Daguerre. Museets utställning som fick namnet "Solteckningar – fotografiet 150 år" visade bl a Daguerres första serietillverkade kamera och utrustning för sensitering och framkallning. Den kom till Sverige redan 1840 och ägs av Uppsala Universitet. Dessutom handlar utställningen om fotografiens pionjärer, de första kamerorna och den äldsta fototekniken. Utställningen kommer att pågå under hösten.

Katarina Ek-Nilsson

Verksamhets-berättelser

Stiftelsen Sveriges Tekniska Museum

Verksamhetsberättelse budgetåret 1988/89

Allmänhetens intresse för museets verksamhet har varit oförändrat stort. Mer än 222 000 besökare har registrerats. Klagomålen har varit få, uppskattningarna desto flera. Klagomålen rör främst parkeringsproblem och den otillräckliga busstrafiken. Trots ett flertal kontakter med berörda myndigheter är kommunikationerna till och från museet fortfarande ett stort problem. Vid större evenemang på Gärdet är det ofta totalstopp till museiområdet.

Ett nytt avtal har träffats mellan staten å ena sidan och å andra sidan de fyra stiftarorganisationerna.

Avtalet har till syfte att reglera förhållandet och samarbetet beträffande museet, i huvudsak för att säkerställa en långsiktig och betryggande finansiering av museets verksamhet.

Museet ändrar namn till Stiftelsen Tekniska Museet dvs det återtager det ursprungliga namnet. Museets huvudbyggnad kvarstår i Stiftelsens ägo, men förvaltas och sköts av byggnadsstyrelsen enligt ett separat avtal.

Staten svarar även för nödvändiga reparationer och upprustning av huvudbyggnaden. Hela Teknoramabyggnaden ställs till museets förfogande.

Staten utökar sitt verksamhetsbidrag med en miljon kronor, allt i fast penningvärde samt står för samtliga byggnaders hyreskostnader.

Stiftarna skall, å sin sida, inom en treårsperiod räknat från 1988-01-01, genom Ingenjörsvetenskapsakademien upprätta en fond om 50 miljoner kronor, vilken fond under en femårsperiod skall växa till minst 75 miljoner kronor.

Tillsammans med fondens avkastning och direkta bidrag från näringslivet och enskilda företag beräknas museet tillföras minst 5 miljoner kronor årligen utöver tidigare nämnda bidrag.

Tekn dr Curt Nicolin har åtagit sig att för stiftarnas räkning säkerställa de angivna medlen och har vid budgetårets utgång meddelat att nämnda fond nu kan upprättas.

Parterna skall ha överinseende över Stiftelsen genom av dem utsedda 24 huvudmän varav staten och stiftarna utser vardera hälften. Huvudmännen utser en styrelse om 8 personer, fyra från vardera part. Styrelsen utser museidirektör.

Gällande stadgar skall omarbetas med beaktande av det nya avtalet.

Avtalet gäller under en 10-årsperiod från 1989-01-01 och förlängs automatiskt fem år i sänder därest det ej sägs upp av endera part.

Avtalet har fastställts av regeringen 1989-05-03. Däremot har vid budgetårets utgång ej nya stadgar fastställts och ej heller har samtliga huvudmän utsetts, varför den sittande styrelsens mandat kommer att förlängas tills en ny styrelse kan tillträda.

Till hedersledamot av Stiftelsen Tekniska Museet har styrelsen enhälligt beslutat kalla Göran Philipson.

Styrelsen har också enhälligt beslutat att tilldela Curt Nicolin museets förtjänstplakett i guld som tack för framgångsrik gärning till museets bästa. Dr Nicolin är sedan tidigare hedersledamot av Stiftelsen.

Vidare har museets förtjänstplakett i silver tilldelats: Pehr Clementz för hans förtjänstfulla arbete inom Teknoramaprojektet. Sven-Gunnar Jonsson för framstående gärning vid Faktorimuseet i Eskilstuna.

Föremåls-samlingarna

Under året har ett mindre datornät installerats. Nätet består av fyra stycken persondatorer kopplade till en s k server. Inregistreringshjälp har anlitats och vid årets slut har ca 25 % av samlingarna lagts in på data.

Nyaccessionen har under året varit mycket begränsad.

Magasin

Samtliga magasin i Gysinge har inventerats och ställts i ordning. I och med att detta arbete slutförts, har det uppdagats att en oacceptabelt stor del av samlingarna där är svår att identifiera. Arbetet med att "spåra" och dokumentera dessa föremål har påbörjats. Det systematiska fotograferings- och registreringsarbetet som påbörjats i magasinen i Stockholm har inte kunnat fortskrida i önskvärd takt på grund av brist på personal. Under delar av året har museets förrådsmästare varit tjänstledig.

Konservering

Stora delar av museets basutställningar har inspekterats och åtgärdats.

Arkiv och bibliotek

I syfte att nå flera museibesökare har arkiv och bibliotek även detta år haft "öppet hus" tre helger vilket har visat sig mycket uppskattat av besökare som inte annars har möjlighet att göra studiebesök på ordinarie öppettider. Biblioteket har under året inlett en inventering och gallring i boksamlingarna.

För att få en totalbild av arkivsamlingarnas storlek har också en

inventering av arkivsamlingarna som förvaras både i och utanför arkivlokalen gjorts.

Arkivalier rörande teleteknik har överförts till Telemuseum i likhet med föremål och litteratur som överförts tidigare. Uppordningsarbetet i museets ämbetsarkiv fortsätter.

Museet har under flera år fått hjälp av två forskare, Ernst-Folke Lindberg och Greta Gyllensvärd, att ordna två stora brevsamlingar, Wedbergska arkivet och Heijkenskjöldska samlingen i samband med deras forskning.

Föremål ur Carl Sahlins bergshistoriska samlingar som tidigare legat tillsammans med arkivalier har överförts till en separat föremålsserie.

Bild- och negativarkivet

Uppordningen av museets stora bild- och negativsamlingar fortsätter med registrering, montering och byten av emballage till syrafria kuvert och kartonger m m.

Mikrofilmning av glasnegativ har påbörjats med bra resultat. Till hjälp i registreringsarbetet har ett datorprogram för bildregistrering tagits fram för att börja användas kommande budgetår.

Dokumentation och forskning

Forskningsprojektet rörande Christopher Polhems manufaktursystem pågår sedan 1987 och beräknas avslutas 1990. Det finansieras av Riksbankens Jubileumsfond. Projektet Hälsinglands elektrifiering har avslutats under året. Projektet Svenska och finländska urmakare har i samarbete med Nordiska museet fortgått och beräknas avslutas 1991. Vissa resultat har nyligen publicerats i boken "Hantverk i Sverige" (LTs förlag 1989). Arbetet med datorhistoriken "Från kula till data", del 2 har avslutats samtidigt som del 1 har utkommit på Gidlunds förlag.

Den av Skogsindustrierna (f d SCPF) bedrivna inventeringen och dokumentationen av massafabriker och pappersbruk i Sverige, etapp 4 Mellansverige, har under året fortsatt i samarbete med museet. Projektet väntas pågå t o m 1989 och redovisas i bl a en rapport avseende Östergötland. Vidare har tillverkningen dokumenterats vid Saab-Scania i Södertälje, Katrineholm och Oskarshamn samt vid Atlas Copco i Stockholm och Örebro. I samarbete med Västmanlands läns museum har slutligen tillverkningen vid ABB Generation i Västerås dokumenterats.

Museet har liksom tidigare år utnyttjats som teknikhistorisk remissinstans och sakkunnig i olika industriminnesvårdande frågor.

Teknorama

Museets science center, Teknorama-Upptäcka-Utforska-Uppleva, har under året haft 144 000 besökare varav ca 300 i förväg bokade skolklasser och grupper som fått handledning och undervisning.

Besökarna får på Teknorama undersöka, utforska och uppleva

naturvetenskapliga och tekniska grundprinciper inom bl a mekanik, elektricitet, ljus, ljud och värme.

En utvärdering av besökarnas synpunkter på verksamheten har sammanställts.

Demonstrationer och experiment har utvecklats och nya stationer har tillkommit.

Planeringsarbete för en utökad science centerverksamhet har pågått och denna kommer från det nya budgetåret att omfatta hela Teknoramabyggnaden.

Teknoramas drift bekostas huvudsakligen av medel från stödprojektet Svensk industri i tiden, där 23 svenska industriföretag medverkar.

Tillfälliga utställningar

Eloteket, som är en experimentavdelning inom elkraftutställningen, invigdes den 27 januari. På Eloteket får besökaren själv pröva olika fenomen och apparater. Experimenten är insatta i ett historiskt sammanhang.

Under verksamhetsåret har följande tillfälliga utställningar visats:

15/4–30/9 VINDENS KRAFT. En utställning om hur människan använt och använder vinden. I samarbete med Gerlesborgsskolan och Riksutställningar.

1/5–15/10 SÄLLAN SKÅDAT. Udda föremål och uppfinningar ur museets magasin och arkiv.

25/11–28/5 FRÅN KONSERVBURK TILL EVIGT RÖD TOMAT. En utställning om 100 år med svensk livsmedelsteknik, matvanor, debatt och framtidsvisioner. Samarbete med Sveriges Civilingenjörsförbund inom ramen för Nordiskt Teknologiår 1988.

10/12–29/1 KONSTUTSTÄLLNING PÅ SVERIGES TEKNISKA MUSEUM. Målningar, akvareller, grafik, skulptur och applikation ur museets samlingar.

4/2–31/3 RYMDEN – 25 ÅR MED KAMERA. Producerad av Baxter Art Gallery, California Institute of Technology, Pasadena med ekonomiskt stöd av IBM Corporation. Rymdbilder framställda för NASA av Jet Propulsion Laboratory. Utställningen arrangerades på Tekniska Museet med stöd av IBM Svenska AB. Utställningen kompletterades med material om svensk rymdverksamhet från Svenska Rymdbolaget, SMHI, Institutet för Rymdfysik och Satellitbild i Kiruna. Även Svenska Rymdrörelsen bidrog med material.

8/4–11/4 UNGA FORSKARE. Gymnasieelever från hela landet visar resultat av egna forskningsinsatser. Ca 70 projekt. Samarbete med Förbundet Unga Forskare.

15/6–19/11 SOLTECKNINGAR – FOTOGRAFIET 150 ÅR. En utställning om fotografiens pionjärer och den äldsta fototekniken.

Dessutom har små tillfälliga utställningsarrangemang gjorts i museets entréhall, bl a om "julens teknik" och om "grammofonskivan 100 år".

Hos Patent- och registreringsverket har en utställning om svenska patenterade uppfinningar arrangerats.

Museet har medverkat i utställningen "Människan och tiden" på Läckö slott 9/6–16/8.

Vandringsutställningar

JOSEFIN OCH TEKNOLOGIN har visats på Kristianstads museum, på Kvinnomuseet i Århus, Danmark, på Hörby museum och på Husqvarna AB, Huskvarna.

POLHEM – DEN SVENSKE DÆDALUS har visats på Polhemsstiftelsen, Stjernsund, på Skellefteå museum och på John Erikssongården i Långban, Filipstad.

STRÅLNING har visats på Hörby museum och på Norsk Teknisk Museum i Oslo.

FRÅN KONSERVBURK TILL EVIGT RÖD TOMAT har gjorts till vandringsutställning och börjat sin vandring på Polhemsstiftelsen i Stjernsund.

Föreläsningar och debatter

Museets intendenter har vid drygt 30 tillfällen hållit offentliga föreläsningar över skilda teknikhistoriska teman.

I samband med utställningen RYMDEN – 25 ÅR MED KAMERA visades 5/2 ett bildspel om norrsken, samt hölls en föreläsning om forskningen som bedrivs vid Institutet för Rymdfysik i Kiruna.

I samband med utställningen FRÅN KONSERVBURK TILL EVIGT RÖD TOMAT arrangerades 16/4 en temadag kring ämnet "Har vi den mat vi förtjänar?" med debatter och föreläsningar.

Familjedagar

4/12 Gör ditt eget papper.
11/12 Tryck ditt eget julkort.
29/1 Lek med el.
23/4 Fotografiet 150 år. Experiment med att bygga lådkamera av kartong, fotografera och framkalla.

Övriga program

15/10–16/10 ÖPPET HUS i arkiv och bibliotek. Tema METALLER OCH GRUVOR.

20/1–22/1 KVINNOR OCH TEKNIK-dagar. För elfte året i rad arrangerade museet i samarbete med Fredrika Bremer-förbundet Kvinnor och Teknik-dagar. I år var temat Genteknik, Livsmedelsteknik och Tekniken i praktiken.

22/4–23/4 ÖPPET HUS i arkiv och bibliotek. Tema FOTOGRAFIET 150 ÅR.

Sportlov Under sportlovet ordnades aktiviteter på Tema Rymden. Frågetävlingar kring utställningens tema ordnades, rymdfilmer visades. En modellbyggarverkstad gav möjlighet att göra egna modeller av rymdraketer och att teckna rymdmotiv för att delta i en tävling om de bästa bilderna och modellerna. Ett annat inslag under veckan var ett kåseri om hur SMHI använder satellitbilder för sina prognoser.

Undervisning Museets undervisning har i första hand inriktats på grundskolan och gymnasiets olika årskurser. Museet har under året meddelat undervisning till 1 095 grupper, vilket innebär en ökning från föregående år. Därav Teknorama 277 grupper och Telemuseum 149. Den senare siffran innebär också en ökning.

Undervisningen fördelar sig mellan stadierna på följande sätt: förskola 85 grupper, lågstadiet 180 grupper, mellanstadiet 290 grupper, högstadiet 279 grupper, gymnasium 111 grupper och vuxna 225 grupper.

Museet har hållit ca 15 studiedagar för lärare och förskolepersonal.

Studiematerial till olika visningsteman har producerats.

I anslutning till utställningen "Från konservburk till evigt röd tomat" ordnades i samarbete med Medborgarskolan och Kursverksamheten vid Stockholms Universitet föreläsningsserier.

Publikationer Under året har endast utgivits museets årsbok Dædalus.

Styrelse Museets beskyddare är HM Konungen. Hedersledamöter är Åke Martenius och Curt Nicolin.

Styrelsen har utgjorts av Göran Philipson, ordförande, utsedd av Sveriges Industriförbund (SI), Jan Olof Carlsson, 1:e vice ordförande, utsedd av Sv Civilingenjörsförbund (CF), Gunnar Ribrant, 2:e vice ordförande, utsedd av regeringen, samt Lars Arosenius, CF, Arne Bergström, Svenska Uppfinnareföreningen (SUF), Harry Brynielsson, Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), Per Fahlström, IVA, Hans Ch Fischer, IVA, Göran Grimvall, stiftelsens styrelse, Jan Lindgren, CF, Torsten Lindström, SI, C-G Nilson, stiftelsens styrelse, Sam Nilsson, SUF, Marie Nisser, regeringen, Lars Sundblad, SI, Nils-Eric Svensson, stiftelsens styrelse, Bengt Thelin, t o m sept -88, stiftelsens styrelse, Harry Törnqvist, regeringen, Erik Wångby, SUF, Olov Dahlström t o m jan -89, Marianne Lundqvist fr o m febr -89, personalrepresentant SACO/SR, Dan Jacobson, personalrepresentant ST-Museer samt Erik Lundblad, museidirektör och Inga-Britta Sandqvist, vice museidirektör (adjungerad).

Styrelsens arbetsutskott har utgjorts av Göran Philipson, ordfö-

rande, Jan Olof Carlsson, Gunnar Ribrant, Harry Brynielsson, Jan F Neumüller, Marie Nisser, Harry Törnquist, Olov Dahlström, t o m jan, Marianne Lundqvist, fr o m febr, Dan Jacobsson samt Erik Lundblad och Inga-Britta Sandqvist (adjungerad).

Styrelsen har under året haft fyra protokollförda sammanträden, arbetsutskottet ett.

Personal och organisation

Museet har under året varit organiserat i fyra avdelningar, en administrativ avdelning, med byrådirektör Christer Welin som chef, en dokumentationsavdelning, med 1:e intendent Jan-Erik Pettersson som chef, en undervisnings- och informationsavdelning, med 1:e intendent Katarina Ek-Nilsson som chef och en science center-avdelning, Teknorama, med vice museidirektör Inga-Britta Sandqvist som chef. Inom avdelningarna är verksamheten uppdelad på sektioner.

Telemuseum

Verksamhet under 1988

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 Sveriges Tekniska Museum 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, lokaler, planering av verksamheten, samarbetet med Tekniska Museet samt ekonomi.

Utställningar

BASUTSTÄLLNINGAR

Informationsteknologi. Telemuseum har medverkat i den projektgrupp med medlemmar som representerar Tekniska Museet, Televerket, Ericsson, IBM, Nokia och Telemuseum, som förbereder en basutställning om informationsteknologi på Tekniska Museet och med ett avsnitt om telekommunikation i Telemuseum. Utställningen, som kommer att bli mycket omfattande, planeras bli invigningsklar våren 1990.

Mobila teletjänster. Planeringen av en basutställning om mobila teletjänster har påbörjats i samarbete med Televerket Radio. Den avses bli invigningsklar våren 1989.

TILLFÄLLIGA UTSTÄLLNINGAR

"Myggan och spindeln" – en utställning om smeknamn på telefoner, radiomottagare m m producerades inför sommaren och visades tiden juni–september.

Fiberoptisk kommunikation. Den tidigare producerade tillfälliga utställningen "Fiberoptisk kommunikation", som fungerar som vandringsutställning, har i vissa delar blivit föråldrad och en bearbetning för förnyelse och komplettering har påbörjats under hösten. Arbetet sker i samarbete med Televerket.

Rikstelefonkatalogen 100 år. Produktionen av en liten utställning om rikstelefonkatalogen, som 1989 utgivits i 100 år, har påbörjats för att kunna visas under jubileumsåret.

EXTERN UTSTÄLLNINGSVERKSAMHET

Telemuseum har deltagit med utställningar och demonstration av föremål ur samlingarna vid evenemang utanför museet enligt följande:

Telehistoriska utställningar vid Televerket i Falun under januari och februari (fortsatt utställning från november 1987), i Sparbanken i Landskrona (för Helsingborgs tlo) under tiden februari–oktober, vid Televerket i Kalix 6–10 juni, vid Televerket i Skara 6–9 juni i samband med stadens 1000-årsjubileum, på Televerkets dag i Karlskrona den 8 juli samt i Rörstrands museum i Lidköping (för Borås tlo) 28–29 september.

Utställningen "Fiberoptisk kommunikation" i Falun under januari och februari (fortsatt utställning från november 1987), i Östersund 21 mars–25 maj och 21 juni–7 juli, i Skara 6–9 juni samt i Lidköping 28–29 september.

Telemuseums medverkan med utställningar har i några fall (Skara, Karlskrona och Lidköping) ombesörjts av personer ur Telemuseums personal. I övriga fall har utställningarna fungerat självständigt. Den externa utställningsverksamheten har bedrivits med kostnadstäckning för museet.

Program-verksamhet

Återkommande programinslag under den aktuella perioden har varit de verksamheter som bedrivs av Sveriges Sändaramatörer i Tekniska Museets amatörradiostation samt av Sveriges DX-förbund. Vidare film- och videovisningar som genomförs regelmässigt under lördagar och söndagar men även under vardagar då museets samlingssal ej varit upptagen för annan verksamhet.

Särskilda program i evenemangsform har genomförts vid ett flertal tillfällen, oftast på lördagar och söndagar. Innehåll och omfattning framgår av följande:

Särskilda DX-dagar 6 och 7 februari i samarbete med Sveriges DX-förbund.

Sportlovsveckan 27 februari–6 mars med aktiviteter för sportlovsledigа barn innehöll traditionella inslag såsom radiostudio, lyssnarhörna, telefonmontering, filmvisning samt demonstration av optofiberskarvning (samarbete med Televerket), av polisens trafikradar (samarbete med trafikpolisen) samt av TV-pejling (samarbete med Televerket). Den avslutande helgen gavs trolleriföreställning som familjeunderhållning.

Under rubriken "Trevlig båtsommar" anordnades ett evenemang 26–27 mars i samarbete med Sjöfartsverket, Televerket Radio, SMHI

m fl. På programmet stod information om säkerhet till sjöss med inslag rörande utbildning, material, väder, sjövett m m.

"Ljudeffekter förr och nu" var temat 23–24 april då Hans Edelskog från Riksradion demonstrerade ljudeffekter som används eller har använts vid Riksradions teateravdelning.

Telemuseum deltog den 28 maj tillsammans med Tekniska Museet i Teknikens Dag som traditionellt anordnades av Tekniska Museets Vänner. Aktiviteterna på Telemuseum omfattade demonstration av stålbandsmaskin och gravérverk, visning av L M Ericssons Minnesrum samt filmvisning.

"Telefonisten i centrum", temadagar om telefonistens yrke förr och nu anordnades 22–23 oktober med utställningar, demonstrationer samt sång- och musikframträdanden. Ett viktigt och uppskattat inslag var estradsamtal med inbjudna telefonister.

5–6 november berättade Kjäll Fröderberg med medarbetare från Riksradion om hur "Ring så spelar vi" och andra önskeprogram fungerar. Förbindelse för telefon och data fanns uppkopplad mellan Telemuseum och grammofonarkivet och besökarna hade möjlighet att beställa egna önskeskivor.

19–20 november ordnades återigen DX-dagar i samarbete med Sveriges DX-förbund.

Ett sista helgevenemang med namnet "LM-rummet – kulturhistorisk attraktion på Telemuseum" ägde rum 26–27 november. Visningar av LM-rummet kombinerades med musikunderhållning av en pianotrio och Björn Hallerdt, Stadsmuseum, kåserade över temat "Strövtåg i L M Ericssons Stockholm".

Undervisning

Undervisning inom museets verksamhetsområde, särskilt för skolklasser, har för första året huvudsakligen genomförts av Telemuseums egen personal. Viss utbytesverksamhet har dock förekommit så att Tekniska Museets museilärare tagit visningar på Telemuseum och vice versa. Den föregående år inledda försöksverksamheten i samarbete med Televerket, innebärande att skolklasser ges möjligheter till grupparbete med modern teleutrustning, har fortsatt. Bokningen för denna verksamhet har skett genom Televerkets försorg, medan bokningen för klassbesök i övrigt omhänderhafts av Tekniska Museets bokningscentral.

Telemuseum har deltagit i arbetet inom den pedagogiska gruppen vid Tekniska Museet.

För användning i undervisningen, men också för annan publik verksamhet, har videofilmen "En telehistoria" producerats i samarbete med Informationsenheten vid Televerket. Utarbetandet av ett studiematerial i anslutning till filmen har påbörjats under året.

Föremålssamlingarna

Telemuseums föremålssamlingar har under året genom gåvor, depositioner och inköp tillförts ca 60 föremål.

Renovering har påbörjats av den optiska telegrafstationen i Furusund.

Telemuseum har beretts möjlighet att placera delar av samlingarna i Televerkets storlager i Nässjö, vilket på ett utmärkt sätt löser museets brist på förrådsutrymmen för detta ändamål.

Arkiv och bibliotek

Telemuseums arkiv och bibliotek har under verksamhetsperioden genom gåvor och inköp tillförts fem arkivhandlingar, ca 40 böcker och häften, två videogram, en film, två diabildserier samt sex fotografier.

Arkiv och bibliotek har anlitats av forskare och skribenter m fl. Besöken har gällt teknik, personhistoria, statistiska uppgifter, bildsökning m m. Liksom tidigare har ett väsentligt antal besökare i arkiv och bibliotek utnyttjat äldre årgångar av telefonkatalogen.

Utlåning och depositioner

Utlåning och depositioner av föremål (i vissa fall oregistrerade rekvisitaföremål) från museet har skett för längre eller kortare tid för användning i utställningar och teaterpjäser samt för filmning och fotografering. Låntagare/depositionsmottagare har huvudsakligen varit Televerket (bl a informationsenheten, arbetscentraler och telekontor), Sveriges Radio, kommuner, museer, teatrar samt foto-, video- och filmateljéer. Fotografering och filmning av registrerade originalföremål har normalt endast fått ske inom museet.

Dokumentation

Verksamheten med bandupptagningar av intervjuer med tidigare televerks- och radioanställda och med andra med telehistorisk kunskapsbakgrund har fortsatts. Årets intervjuer har berört försöksverksamheten med TV-sändningar från Tekniska Högskolan 1948–1955, tillkomsten av den första svenska TV-sändaren från 1935 samt arbetsförhållanden för telefonister inom Televerket. Intervju har vidare gjorts med Brita Törnqvist, den första kvinnliga telegrafassistenten som anställdes vid Televerket 1939.

Ett dokumentationsprojekt har påbörjats för att tillskapa ett systematiskt ljudarkiv med inspelningar av karaktäristiska ljud inom telekommunikationens område, exempelvis olika typer av signalering, telefonsignaler, arbetsljud från telefonväxlar etc.

Telemuseum har i samarbete med Tekniska Museet, Norsk Teknisk Museum och Telekommunikasjonsutstillingen i Oslo, påbörjat arbete med klassificeringssystem för föremål som förberedelse för framtida dataregistrering.

Arbete med dataregistrering av Telemuseums bildarkiv har påbörjats.

Uthyrning av lokaler

Lokaler inom Telemuseum, samlingssalen, Telegrafstyrelsens sessionsrum och entréhellen, har hyrts ut för sammanträden, konferenser, kurser och samkväm. Bland institutioner och organisationer som utnyttjat lokalerna kan nämnas Televerket, Tekniska Museet, TMV, Ericsson, försvaret, föreningar för teknik och forskning samt andra ideella föreningar. Som regel har debiterats en hyra med 350 kronor, vartill har lagts eventuella bevakningskostnader.

Besökande

Antalet besökande har under år 1988 varit ca 136 000 personer inberäknat enskilda besökare, skolklasser och andra grupper. Besöksantalet visar därmed en minskning jämfört med år 1987, då antalet var ca 142 000 personer.

Besökande grupper har kommit från bl a Televerket, Ericsson, försvaret, skolor, företag och föreningar. Grupper av utländska besökare har förekommit i samband med arrangemang ordnade av Televerket och Ericsson.

Antalet besökande skolklasser som fått visning av museilärare har varit 165, ca 4 000 elever, motsvarande ca 3 % av totala antalet besökare.

Av besöksstatistiken framgår att minskningen av antalet besökare huvudsakligen skett under hösten 1988, och att en väsentlig del av minskningen hänför sig till osedvanligt få skolklassbesök under höstmånaderna. Förhållandet är likartat på Tekniska museet. Det bör påpekas, att även om Telemuseum fått vidkännas en viss minskning av antalet besökare under 1988, så hävdar sig museet mycket väl i jämförelse med övriga museer inom Stockholmsregionen.

Information

Information om Telemuseums verksamhet har lämnats i den s k museirutan som publiceras varje vecka i de stora Stockholmstidningarna. Inför evenemang har separat annonsering skett och pressmeddelanden utskickats. I vissa fall 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

Administrationen av Telemuseum har ombesörjts av Tekniska Museet.

Telemuseums tjänstebil av äldre modell har under året genom inköp ersatts av en nyare, rymligare och mer ändamålsenlig bil.

Museets film- och samlingssal har utrustats med en videoprojektor och ny filmduk för bättre möjlighet att presentera videogram för besökarna.

Museets resurssituation

Telemuseum har resursmässigt haft en gynnad situation som har tillåtit en utveckling av programverksamheten. En uppbyggnad av organisationen för skolverksamheten har kunnat påbörjas, vilket bör leda till att museet i framtiden skall få en ökad volym skolbesök.

Genom omdisponeringar i utställningslokalerna har i viss utsträckning utrymmen kunnat beredas för grupparbeten. Behovet av mer personal för föremålshanteringen har delvis lösts genom en omdisponering av en museivärdtjänst.

Bristande resurser kvarstår beträffande utrymmen för arbetsplatser, bibliotek och arkiv samt för undervisningsändamål.

Ekonomi

Televerkets huvudkontor har godkänt den för 1988 uppgjorda driftkalkylen och i anslutning härtill tilldelat Telemuseum 7 925 000 kronor för driften av museet.

Förslag till driftkalkyl för åren 1989 och 1990 samt prognos för kostnadsutvecklingen åren 1991 och 1992 har inlämnats till Televerkets huvudkontor.

Förslag till driftkalkyl för år 1989 har godkänts av Televerkets generaldirektör enligt skrivelse av den 29 december 1988.

Nämndens sammansättning

Av Televerket utsedda ledamöter:
Informationsdirektör Åke Rangborg, t o m 1988-03-10
Informationsdirektör Uno Grönkvist, fr o m 1988-03-11
Överingenjör Evert Jarnbrink

Av Stiftelsen Tekniska Museet utsedda ledamöter:
Direktör Gösta Lindberg
Museidirektör Erik Lundblad

Av Televerket utsedda suppleanter:
Avdelningsdirektör Karl-Väinö Tahvanainen
Överingenjör Arne Andersson

Av Stiftelsen Tekniska Museet utsedda suppleanter:
Tekn lic Lars Arosenius
Vice museidirektör Inga-Britta Sandqvist

Som ordförande i nämnden har fungerat museidirektör Erik Lundblad.

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 som bitr chef. Vid Telemuseum har i övrigt 16 personer varit anställda, samt extra personal 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 1988. Icke minst gäller detta alla de medverkande – artister, tekniker, föreläsare och andra – i de 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.

Tekniska Museets Vänner

Verksamhetsberättelse för 1988

Styrelsen har under året utgjorts av, *ordförande*, generallöjtnant Nils Sköld, *vice ordförande*, direktör Göran Philipson (utsedd av styrelsen för Stiftelsen Sveriges Tekniska Museum).

Ledamöter, professor Folke Blomberg, marindirektör Curt Borgenstam, civilingenjör Rut Bäcklund-Larsson (nyval), civilingenjör Fritiof Rehnberg, docent Eric Dyring, intendent Egon Ekenhed (nyval), intendent Gert Ekström, tekn dr Anders Franzén, direktör Olle Franzén, professor Ingvar Jung, redaktör Björn-Eric Lindh, programmerare Håkan Ljungqvist, museidirektör Erik Lundblad (sekreterare), direktör Bo Molander, professor Carl-Göran Nilson, fil kand Bengt V Nilsson, civilingejör Lars Norling, tekn dr Jonas Norrby, direktör Gunnar Nyberg, fil dr Bengt Nyström, direktör Alexej Pellijeff, fil lic Inga-Britta Sandqvist, 1:e intendent Lennart Steen, docent Per Sörbom, fru Marianne Tranhammar (nyval), ingenjör Inger Wiik och ingenjör Erik Wångby.

Revisorer, revisor Ulf Egenäs, revisor Jan Ehnborg (suppl), ingenjör Stig Elg, tekn lic Rune Glimenius (suppl, nyval).

Valberedning, docent Per Sörbom, ingenjör Erik Wångby.

Hedersledamot, tekn dr Håkan Sterky.

Ledamoten civilingenjören Fritiof Rehnberg avled 1988-06-20.

Tekniska Museets Vänner (TMV) kan se tillbaka på ett händelserikt år, där föreningen genom många olika aktiviteter verkat för ett ökat stöd till Tekniska Museets verksamhet. Vid årsskiftet hade föreningen 1662 (87:1657) medlemmar av olika kategorier. Ökningen är i realiteten ännu större, då antalet icke betalande medlemmar minskat med nära 200. Enligt reglerna avförs de medlemmar, som efter påminnelse, ej betalat in sin årsavgift.

Förutom fritt inträde till museet och alla dess speciella evenemang får varje medlem museets årsbok Dædalus. Medlemmarna inbjudes vidare till ett flertal speciellt för dem ordnade föredrag, visningar och utflykter.

Under året har speciella ansträngningar gjorts för att värva korporativa medlemmar.

Årsstämma hölls 1988-04-12 med ett 75-tal medlemmar närvarande. Vid stämman godkändes bl a föregående års verksamhetsberättelse samt resultat- och balansräkning samt beviljades styrelsen full ansvarsfrihet. Val av styrelse, revisorer och valberedning gjordes och resultatet framgår i ingressen.

Stämman avslutades med att intendent Gert Ekström visade bilder och kåserade om "Konstiga grunkor och evighetsmaskiner ur museets magasin" samt med den sedvanliga eftersitsen.

Styrelsen har under året haft två protokollförda sammanträden.

Medlemsutskottet med Lars Norling (sammankallande), Bo Molander, Erik Wångby och Egon Ekenhed har vid fyra tillfällen skrivit och sänt ut TMV's medlemsblad med aktuell information om museets och föreningens pågående aktiviteter.

Programutskottet med C-G Nilson (ordf), Inger Wiik (sammankallande), Ingvar Jung, Håkan Ljungqvist, Lennart Steen och Marianne Tranhammar har under året organiserat ett antal intresseväckande och lärorika möten och utflykter. TMV's medlemmar har visat stor uppskattning och i snitt har ett 50-tal medlemmar infunnit sig vid de olika sammankomsterna.

2 febr *Sigvard Strandh-afton*

Bengt V Nilsson f int vid STM, Wilhelm Odelberg f överbibliotekarie vid KVA, Jan Hult prof CTH och Lars Rundkvist chefredaktör för Ny Teknik gav minnesglimtar från samarbete med Sigvard Strandh. Vidare visades en film i vilken Sigvard Strandh visade Björn Ahlander runt i Maskinhallen och talade om framtidsplaner. Vid eftersitsen kom flera spontana inlägg. En mycket levande afton.

9 mars *Varmluftmaskinens historia*

C-G Nilson berättade om denna skenbart bortglömda maskin som dock lever vidare i sin sentida ättling gasturbinen. Som avslutning kördes tre modellmaskiner; två Stirlingmotorer och en "eldslukare".

28 april *Swedenborgs flygmaskin*

F d SAS-direktören Henry Söderberg berättade om Emanuel Swedenborgs år 1716 i "Daedalus Hyperboreus" publicerade "Utkast til en Machine at flyga i Wädret". Denna världens första flygmaskin med välvd vinge har – ehuru aldrig luftburen – fått berättigad internationell uppmärksamhet jubileumsåret 1988, 300 år, efter Swedenborgs födelse.

7 maj *Bussresa till Leufsta Bruk*

Omkring 40 TMV-are deltog i en tvådagars utflykt till Leufsta Bruk. Inger Wiik och Marianne Tranhammar hade utarbetat ett omfattande och intresseväckande program från den svenska industrins födelse, ända fram till modern tid, vilket uppskattades mycket av deltagarna.

28 maj *Teknikens dag*

Tack vare Gert Ekströms goda förbindelser åt snart sagt alla håll kunde TMV i samverkan med Polis och Brandkår, Marinen och

Flygvapnet, Teknik för Alla, Contact Communication m fl inbjuda till ett synnerligen rikt och omväxlande program med både utomhus- och inomhusaktiviteter. Tyvärr var vädret alldeles för vackert, varför antalet åskådare ej blev vad man hoppats på.

22 sept *Höstterminen inleddes med att TMV i samarbete med Svenska Radioklubben* arrangerade en afton där ämnet var supraledare. Docenten vid KTH Venkat Rao och hans medhjälpare demonstrerade olika supraledande fenomen.

6 okt *TMV besökte Stockholms VA-verk på Torsgatan*, där en intressant inblick i problemen, när det gäller att hålla en storstad med ett gott dricksvatten och att sedan ta hand om det i form av avloppsvatten, förmedlades av TMV's egen Sven Anderberg på ett sätt som livligt uppskattades av deltagarna.

13 okt *SAS-huset med dess nya arkitektur i Frösundavik* visades för TMV-are under sakkunnig ledning.

15 nov *Medeltidsmuseet*
TMV's medlemmar guidades genom museet med tonvikten lagd på det medeltida skeppsbyggeriet.

Dædalus Årsboken var i år tryckt och distribuerad i god tid före julhelgen. Innehållet var tvärvetenskapligt och populärt och belyste ett antal intressanta områden inom teknik- och industrihistoria.

Ekonomi Föreningens ekonomi redovisas i resultat- och balansräkning. Tekniska Museet har fått ett bidrag om 158 600 kronor för täckandet av kostnader för Dædalus och för representation.

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 1990 är för enskild medlem 125 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



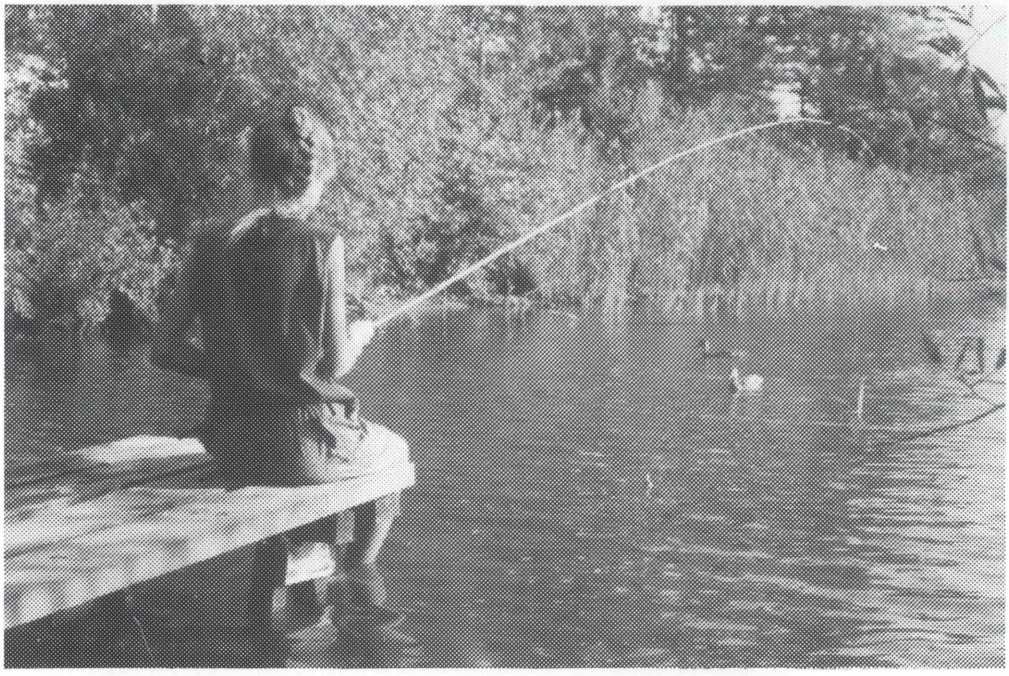
Adressuppgifter:
Tekniska Museets Vänner, Museivägen 7, S-115 27 Stockholm
Tel 08-663 10 85, postgiro 49 24-7, bankgiro 964-2711

ABB
ASEA BROWN BOVERI

Asea Brown Boveri, ABB, är en elektroteknisk koncern med verksamhet i 140 länder. Intäkterna ligger på över 110 miljarder kronor och antalet anställda är ca 200 000.

Asea Brown Boveri AB
721 83 VÄSTERÅS
Tel 021-32 50 00

Kommer hon att få napp?



Allt oftare får vi rapporter om hur utsläpp av svavel, kväve, tungmetaller och sot förstör vår miljö.

Naturvårdsverket har beräknat att en femtedel av 85.000 svenska sjöar är så försurade att inte ens kalkning, annat än tillfälligt, kan ge bättring. På sikt kommer våra vatten och fiskar att dö – om vi inte gör något.

För kärnvärmeverket SECURE är utsläppskraven redan lösta. Metoder finns för att ta hand om det lilla avfall som blir. Men inte bara det. SECURE ger dig också lägre uppvärmningskostnader. Även på lång sikt.

SECURE är både miljövänlig, ekonomisk och säker.

SECURE – alternativ fjärrvärme.

ABB Atom

721 63 Västerås Tel. 021-10 70 00
Telefax 021-18 94 71

ABB
ASEA BROWN BOVERI

Vi är hemma överallt, men mest av allt härhemma.

Företag kommer och går. Men Alfa-Laval har funnits i över 100 år. Och vuxit och vuxit. Kanske för att vi alltid följt den gamla uppmaningen "Skomakare bliv vid din läst, men öka sortimentet av läster". Det började med mjölkseparatorn i det gamla bondelandet Sverige.

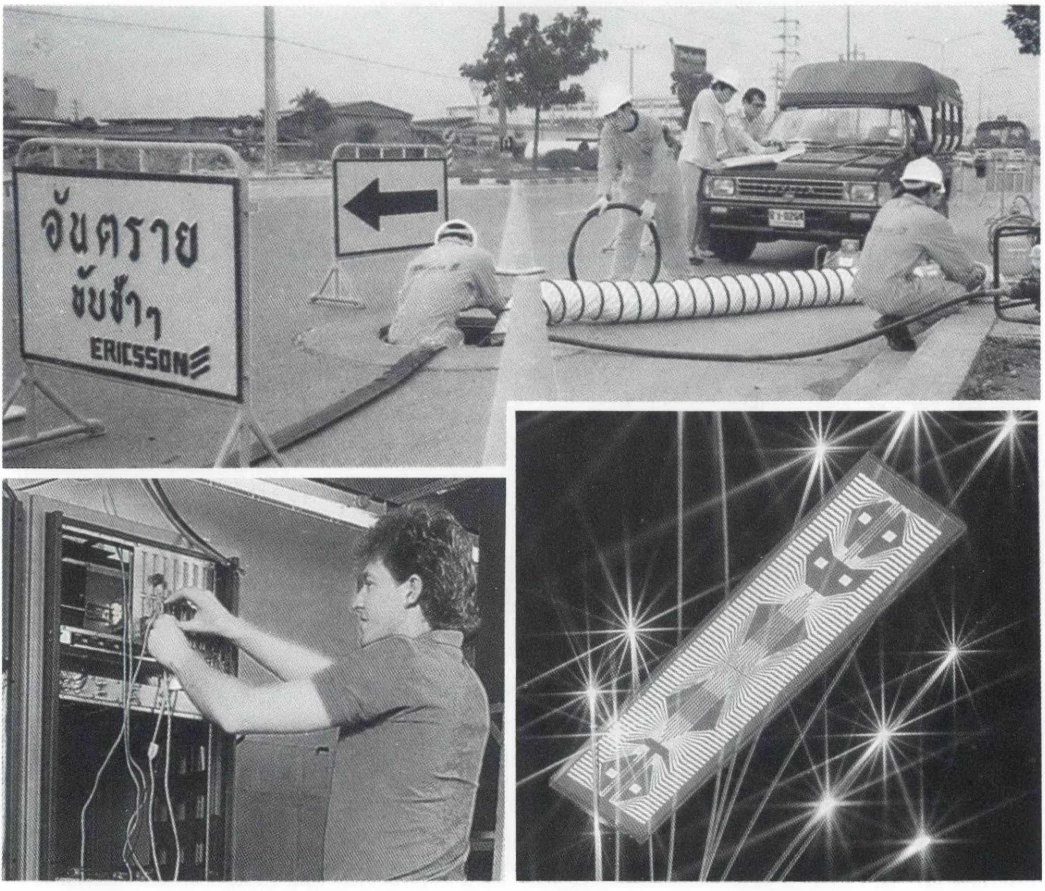
Idag säljs det Alfa-Lavalprodukter över hela världen för 10 miljarder kronor. Mycket tillverkar vi härhemma i Sverige. Högteknologiska processer och system för livsmedel, energi, miljövård, återvinning.

Vi skördar nu frukterna av vår ständiga satsning på forskning och utveckling – under den senaste 10-årsperioden investerade vi 2,4 miljarder i framtidsidéer. Stora marknader ligger fortfarande och väntar ute i världen. Ju bättre vi lyckas där, desto bättre för Alfa-Laval i Sverige. För våra anställda. Våra aktieägare. Våra underleverantörer. Och vårt samhälle.

Vi är hemma överallt, men mest av allt härhemma.

ALFA-LAVAL

Ericsson: Världsledare inom telekommunikation.



Atelje Elefanten & Föret AB

Ericsson är ett av världens ledande företag inom telekommunikation, en ställning som baseras på avancerad teknologi, gediget nätverkskunnande, internationell erfarenhet och kundanpassning.

Ericsson är också en ledande leverantör av elektroniska försvarssystem.

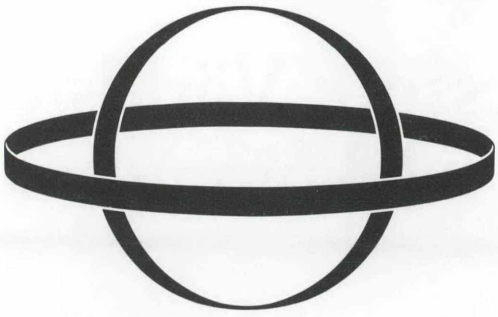
Vår samlade Forskning och Utveckling (FoU) uppgår till 11 procent av omsättningen och sysselsätter 10.000 ingenjörer och tekniker.

Koncernen har 65.000 medarbetare och aktiviteter i 80 länder. Årligen omsätts drygt 30 miljarder kronor.

Vill du ha mera information är du välkommen att ringa eller skriva.

ERICSSON

Telefonaktiebolaget LM Ericsson
Koncernstab Information
126 25 Stockholm.
Telefon: 08-719 00 00



Luft är ett av de klassiska naturelementen och symboliseras i Västerlandet av cirkeln. Fläkt är världsledande i luftteknik inom såväl yttre miljövård som inomhusklimat. Företaget är etablerat sedan 1920, idag verksamt i 35 länder och har ca 20 000 anställda.

Ren luft – bättre liv.

Fläkt utnyttjar luft- och energiteknik för att skapa en höjd livskvalitet och för att bidra till bättre arbetsmiljö, ökad produktivitet och energihushållning inom industri och näringsliv världen över.

Fläkts produkter och system bekämpar luftburna föroreningar, skyddar miljön från försurning och ger bra inomhusklimat genom effektiv luftbehandling och ventilation.

System för industriell torkning inom pappers- och cellulosaindustrin, gör också Fläkt världsberömt. Dotterbolagen Stal Refrigeration som levererar kompletta kylanläggningar och Gadelius med hundraårig erfarenhet från industriell handel med Japan och Sydostasien, fulländar Fläkts världsomspännande verksamhet.

Fläkt ingår i Asea Brown Boveri-gruppen och arbetar inom sex rörelsegrenar: Industriella Processer, Inomhusklimat, Gadelius, Service, Komponenter och Kyla.

Fläkt

Fläkt AB, Box 81001, 104 81 Stockholm. Tel 08-714 40 00.

fundia

Fundia AB, tidigare Welbondkoncernen, har uppdelats i två affärsområden – Fundia Bygg AB och Fundia Steel AB.

Fundia Bygg AB, *tidigare Halmstads Järnverk, är specialisten på armeringsprodukter och produkter för systembyggnation i stål. Tillverkningen omfattar 350 000 ton som marknadsförs inom vår hemmamarknad Norden och dotterbolag i Holland, Frankrike, England och Danmark. Fundia Bygg är marknadsledande i Sverige.*

Fundia Bygg med säte i Halmstad finns också på 8 andra orter i Sverige bl a Smedjebacken där vi producerar 100 000 ton. Konceptet är att vara nära marknaden.

Fundia Steel AB, *tidigare Smedjebacken Boxholm Stål, är Nordens största leverantör av stångstål med valsverkskapacitet på 350 000 ton per år. Fundia Steel tillverkar och vidareförädlar stångstål för framförallt verkstads- och fordonsindustrin. Till Fundia Steel hör också Hallstahammar Stål AB.*

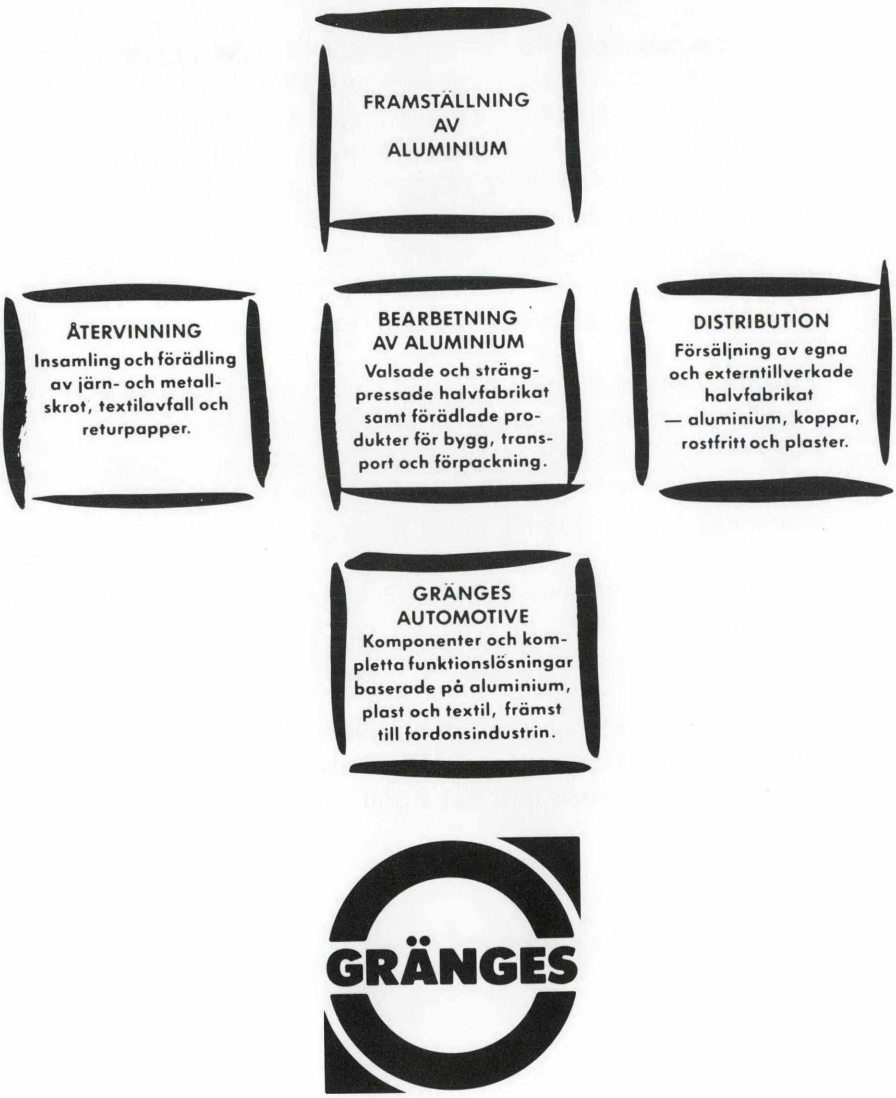
Fundia Steel med säte i Smedjebacken finns även representerat på 7 andra orter i Sverige och har dotterbolag i Tyskland, Holland och England.

Fundiakoncernen äger även handelsbolaget Scansider AB och Forsbacka Jernverk AB . Koncernen omsätter 2,5 miljarder kronor och har 2 500 anställda.

Fundia AB

Box 501, 777 01 SMEDJEBACKEN. Tel 0240-711 00. Fax 0240-768 95

Det nya Gränges



Industrifonden

är ett bra alternativ när det gäller

* riskfinansiering av industriella utvecklingsprojekt

* utvärdering av ett projekts tekniska och kommersiella möjligheter

Våra kunder säger att det är enkelt att samarbeta med oss

Beställ vår informationsbroschyr!

INDUSTRIFONDEN, Regeringsgatan 30—32, 111 53 STOCKHOLM Tel 08-14 43 45

Vår ambition:

Intressanta riskprojekt får inte läggas på hyllan bara för att ingen kände till Industrifondens möjligheter.



Metallverken ingår i Outokumpu Copper Oy, som är en av världens största tillverkare av halvfabrikatprodukter i koppar och mässing med ca 6 300 anställda och en omsättning på ca 6,5 miljarder kronor.

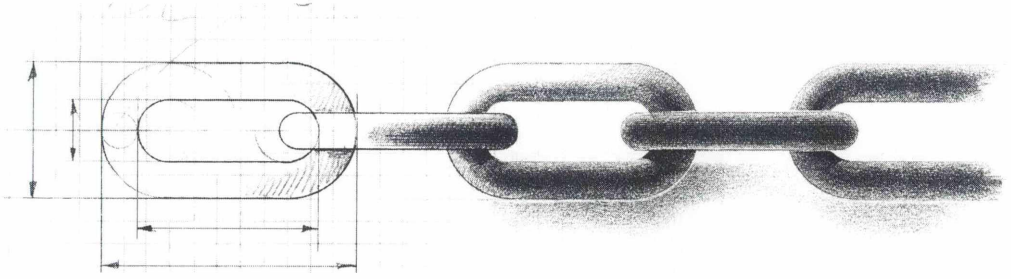
Från årsskiftet 1989/90 byter Metallverken namn och organiserar om sin verksamhet till fristående bolag.

- Outokumpu Copper Radiator Strip AB
- Outokumpu Copper Rolled Products AB
- Outokumpu Copper Tubes AB
- Outokumpu Copper Brass Rod AB
- Outokumpu Copper Rawmet AB
- Outokumpu Copper Partner AB
samt
Johnson Metall AB

outokumpu copper

721 88 Västerås. Tel 021-19 80 00.

LÄNKEN MELLAN TEORI OCH PRAKTIK



Hos MEFOS kan Ni testa Era teorier i praktiken.
Speciellt inom områdena processmetallurgi, bearbetningsteknik, värmningsteknik, processtyrning och förgasningsteknik.
All forskning utföres under fullständig sekretess!

MEFOS erbjuder många fördelar:

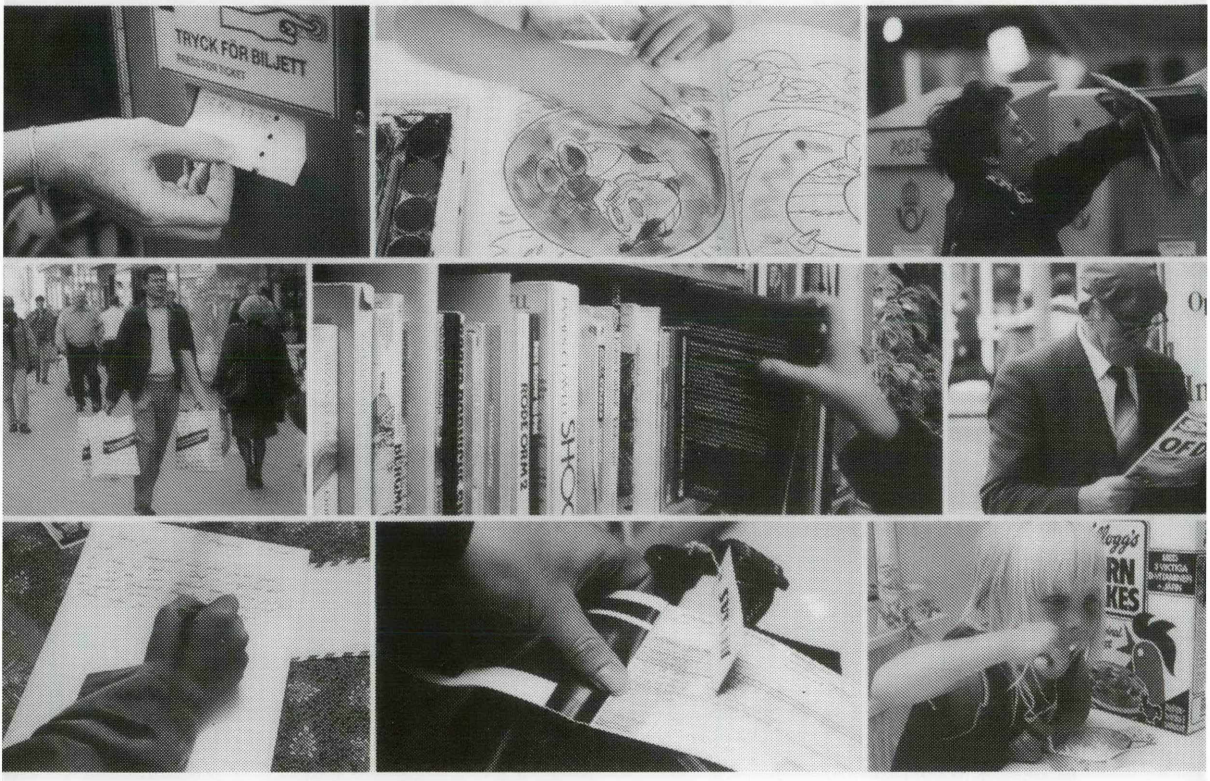
- Tung industri i halvstor skala med komplett industriell infrastruktur.
- 40 forskare och tekniker, alla med hög kompetens.
- 20 års erfarenhet av pilotförsök och industriell produktion.

MEFOS har kunder över hela världen som väljer oss för vårt tekniska kunnande, vårt oberoende och vår sekretess.

MEFOS

BOX 812, 951 28 LULEÅ. TELEFON 0920-556 40
TELEX 80 482 MEFOS S. TELEFAX 0920-558 32

VARJE TIMME!
DYGNET RUNT!
ÅRET OM!
HELA LIVET!



PAPPER, PAPPER,
PAPPER, PAPPER.

MoDo



IBM PS/2 kan ge dig en ny syn på personlig data behandling.

IBM PS/2 har alla förutsättningar att uppfylla de krav som du bör ställa på en persondator.

Bland annat genom en ny teknik, IBM Micro Channel Architecture, och ett nytt operativsystem, IBM OS/2, för Modell 50 och uppåt.

Det kommer att lägga grunden för persondatorlösningar som ingen trodde var möjliga, eller ens sett skymten av idag.

Kontakta närmaste IBM Auktoriserad Återförsäljare. Där får du veta mer om persondatorn som går att leva med i ett längre perspektiv.

IBM

IBM PS/2. Du kan inte hitta dess like.

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

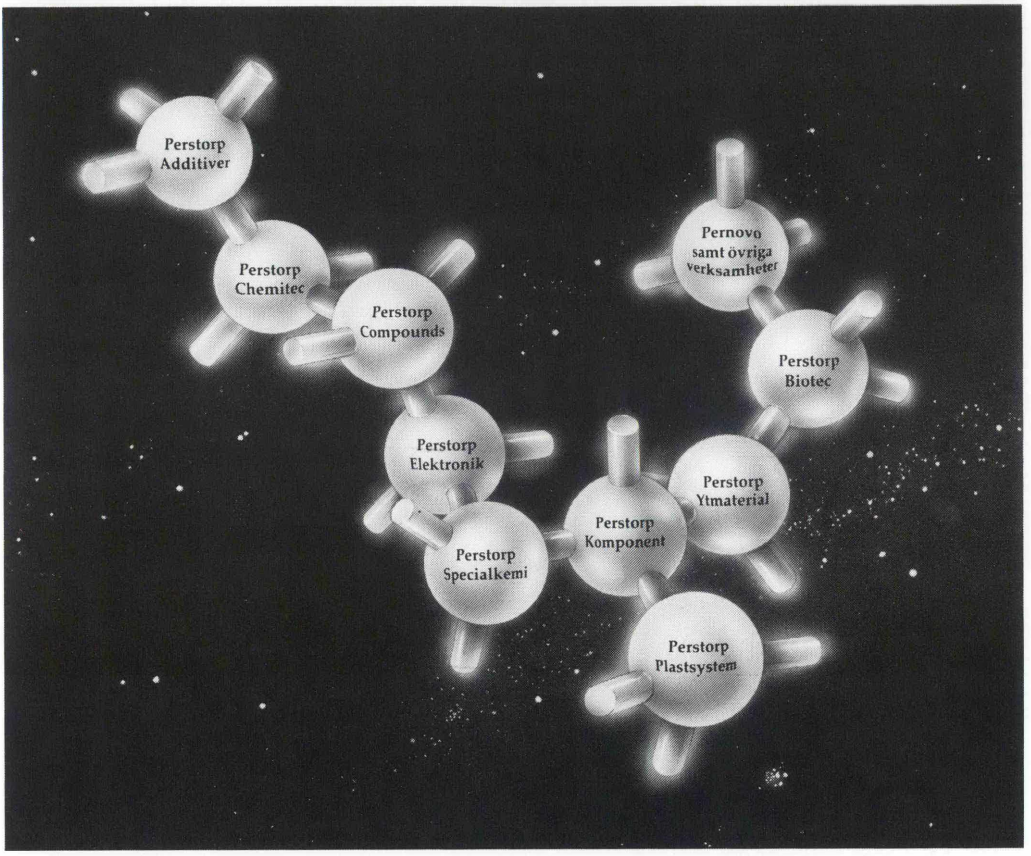
I Gyttorp, som genom åren blivit centrum för sprängämnesteknologi och bergsprängningsteknik, förmedlas kunskaperna vidare i kurser på alla nivåer.

=det kompletta sprängämnesföretaget!

Nitro Nobel

125 ÅR 1864-1989

Gyttorp, 713 82 Nora, tel 0587-850 00



Kreativ Kemi

Perstorp är en internationell koncern som satsar på kreativ kemi. Det innebär att vi koncentrerar oss på affärsområden som kräver både djupt kemikunnande och ett kreativt utvecklingsarbete.
Koncernen växer snabbt och inom flera av våra verksamhetsområden tillhör vi de ledande företagen i världen.
Perstorp har tillverkande företag i fjorton länder i Europa, Nord- och Sydamerika och 80 procent av försäljningen sker utanför Sverige. Omsättningen uppgår till över 7 miljarder kronor och Perstorp har ca 7.500 anställda.

Perstorp

Perstorp AB, 284 80 Perstorp Tel. 0435-380 00

1990 års modell



Lika miljövänligt, lika energisnålt men nu betydligt snabbare. 4400 hästkrafter och 200 km/h i toppfart med plats för över 250 passagerare. Det nya snabbtåget klarar sträckan Stockholm–Göteborg på mindre än 3 timmar 1994, då banan anpassas till högre hastigheter. Totalt är då 20 snabbtåg i drift!

Vi flyger inte – det bara verkar så

SJ

Innan du köper aktier, fundera över vad det är folk inte klarar sig utan.



Bilar klarar vi oss inte utan. Kylskåp måste vi ha. Frysskåp har vi vant oss vid. Samma med tvättmaskiner och diskmaskiner.

Verktyg måste vi ha; spadar, tänger, mejslar, skiftnycklar. Gräsklippare vill vi inte vara utan. Potatisskalare och häftstift är närmast livsnödvändiga.

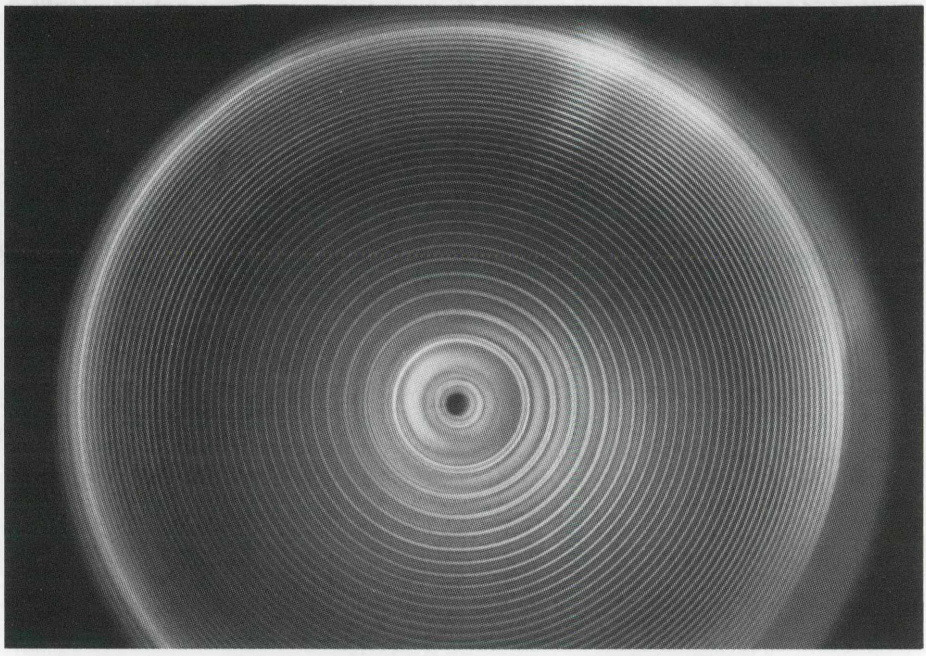
I allt detta är stål huvudsak. I Sverige svenskt stål.

Lägg därtill broar, järnvägar, fartyg, byggnader; balkar, fasader, tak. Stål är förvisso ingen trendvara.

Nu är Svenskt Stål på börsen. Vi har breddat ägandet för att kunna försvara och utveckla vår roll i det svenska näringslivet.

— en aktie på sikt för den som tror att även framtidens samhälle vilar på stål.

SVENSKT STÅL
Ett av börsens hårdaste papper.



Opto-fiber i stark förstoring. Genom att leda ljus i glasfibrer kan man överföra fler tele-och dataförbindelser genom tunnare kablar, helt utan störningar.

Vi satsar miljarder på framtidsteknik.

I över hundra år har Televerket arbetat för att människor skall nå varandra. Utifrån idén "kommunikation alla till alla" bygger vi nät och terminaler som överför tal, text, data och bild. Inför framtiden spänner vi bågen ytterligare.

Stora utmaningar väntar.

• Allt större och mer komplicerade informationsmängder skall överföras. • Kraven på snabbhet, kvalitet och säkerhet ökar. • Människor skall nå varandra, oavsett var de befinner sig. • Produkter och tjänster skall vara enkla att använda.

En miljard om året.

För att uppfylla dessa krav investerar vi varje år en miljard kr i forskning och utveckling. Främst satsar vi på:

Optoteknik för att snabbt kunna överföra stora informationsmängder.

Programvara för att styra trafiken, skapa nya tjänster och få hög driftkvalitet.

Radio- och mobil kommunikation för att människor skall nå varandra överallt.

Öppna standarder för att även kommunikationen mellan datorer skall bli enkel.

Ergonomi. Våra produkter och tjänster skall vara anpassade till människan, och även kunder med handikapp skall kunna dra nytta av tekniken.

Samarbete över gränserna

Öppenhet och samarbete inom forskningen ger oss kunskap och möjlighet att påverka, inte minst standarder. Därför deltar vi bl a i EG:s stora forskningsprogram på informationsteknologiområdet.

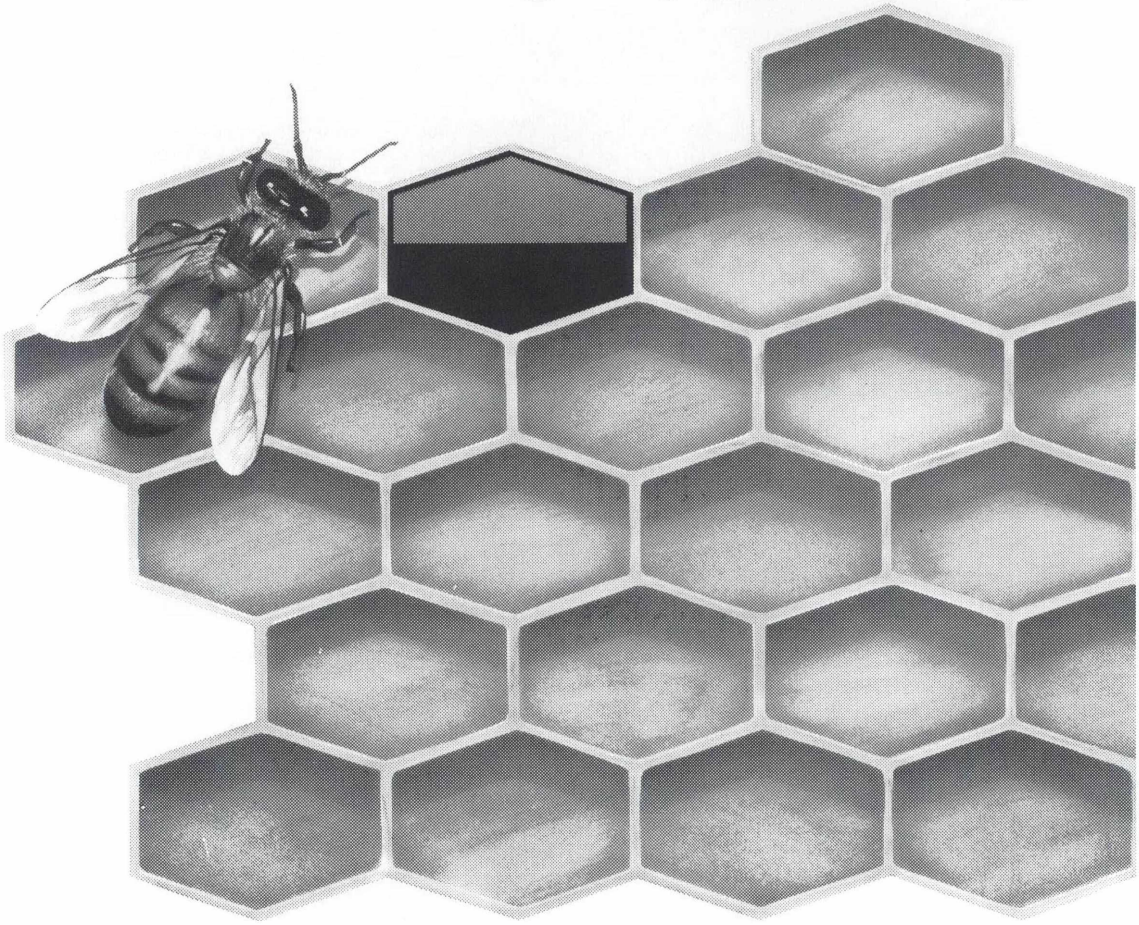
Vårt mål är globala kommunikationer. Vi arbetar för en "rundare" och öppnare värld. Vi håller fast vid idén om "kommunikation alla till alla" och erbjuder både standardlösningar och skräddarsydda system.

Att inte bara storstäderna skall få effektiva kommunikationer är för oss en självklarhet. Därför har vi särskilda utvecklingsprogram för glesbygden.

Du kan lita på Televerket. Även de kommande hundra åren.

Televerket

Nämn ett flitigt byggföretag.



Här är några ledtrådar:

Vi bygger daghem i Solna likaväl som vattenkraftverk på Sri Lanka, tunnelbanestationer i Washington och småbåtshamnar på Västkusten.

Vi renoverar villakök och bygger om gamla kulturhus, levererar nyckelfärdiga storhotell och underjordiska hetvattenlager.

Vi gör det både för våra kunders och vår egen räkning.

I Sverige är vi det lokala byggföretaget med lokalkontor på över 80 platser. Utomlands är vi storbyggaren som har genomfört projekt i ett sextiotal länder.

Sammanlagt är vi närmare 30.000 anställda som arbetar hårt för att ge våra kunder bästa möjliga service.

Namnet är Skanska.

EN SVERIGEHISTORIA I NORGE



I vårt kära broderland har det funnits biltullar i flera decennier. De första systemen byggde på kontantbetalning. Köerna blev enorma.

För att öka genomströmningstakten installerade man betalningsmaskiner. Det hjälpte, men inte tillräckligt.

Svensk produkt eliminerar köerna.
Ålesund, på norska västkusten, blev först i världen med att installera Philips nya patenterade system Premid, som gör det möjligt att passera en biltull utan att stanna eller ens dämpa farten.

Hemligheten är en liten plastbricka, stor som ett ID-kort, som fästs på bilrutan. Brickan kan avläsas på avstånd med hjälp av en mikrovågsantenn vid vägkanten.

När ett fordon passerar en tullstation registreras det automatiskt och en dator belastar förarens konto med en avgift.

Premid är ett bra exempel på den nya svenska ingenjörskonsten. Grundidéerna härstammar från Tekniska Högskolan i Stockholm. På några få år blev idéerna till en konkret produkt, som nu massproduceras av Philips Kistaindustrier.

Omfattande utveckling och tillverkning i Sverige.
Philips har en bred industriell bas i Sverige med högteknologisk inriktning. Vid anläggningen i Vällingby utvecklas banksystem som exporteras världen över. Bankterminalerna tillverkas i Järfälla, där vi också utvecklar och tillverkar utrustning för telekommunikation.

I Kistafabriken tillverkas mätinstrument, strömförsörjningsprodukter, mikrovågskomponenter och identifieringssystem.

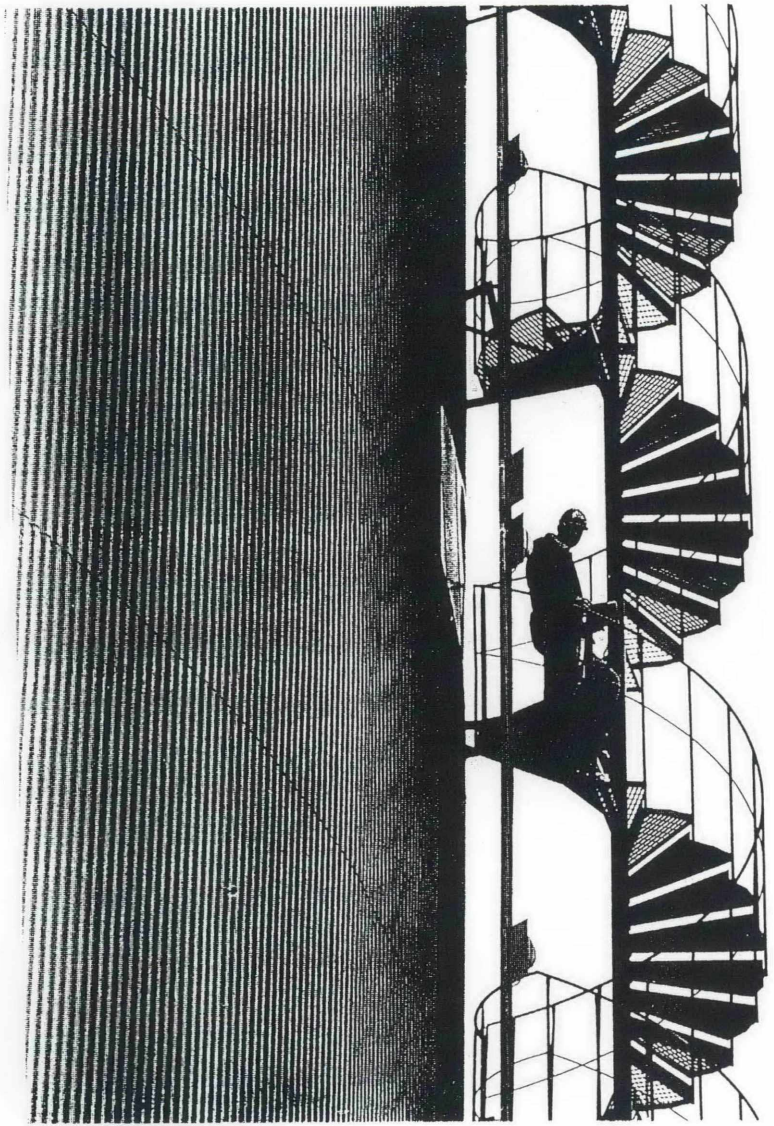
Tillsammans omsätter Philips exportindustrier i Stockholmsområdet nära en miljard kronor.

Philips är marknadsledande på flera produktområden.
Den svenska Philipskoncernen har totalt 2.000 anställda och omsätter drygt tre miljarder kronor.

Philips är marknadsledande i Sverige på ljus, TV och stora delar av hushållssortimentet samt har ett brett utbud av produkter inom data, komponenter och medicinsk elektronik.

PHILIPS

PHILIPS



STOCKHOLM ENERGI.

NYTTIGT.

Stockholm Energi förser stockholmaren med ljus, kraft och värme – tre grundläggande mänskliga behov.

RESURSSTARKT.

Vårt arbetsfält spänner över hela energikedjan: användning, distribution och produktion av el, fjärrvärme och gas.

TILLFÖRLITLIGT.

Med en halv miljon kunder är vi Sveriges största detaljdistributör av energi och vi håller en leveranssäkerhet på 99%.

MILJÖMEDVETET.

Årligen satsar vi miljontals kronor på forskning, utveckling och demonstration av effektivare och miljövänligare energiteknik.

TRIVSAMT.

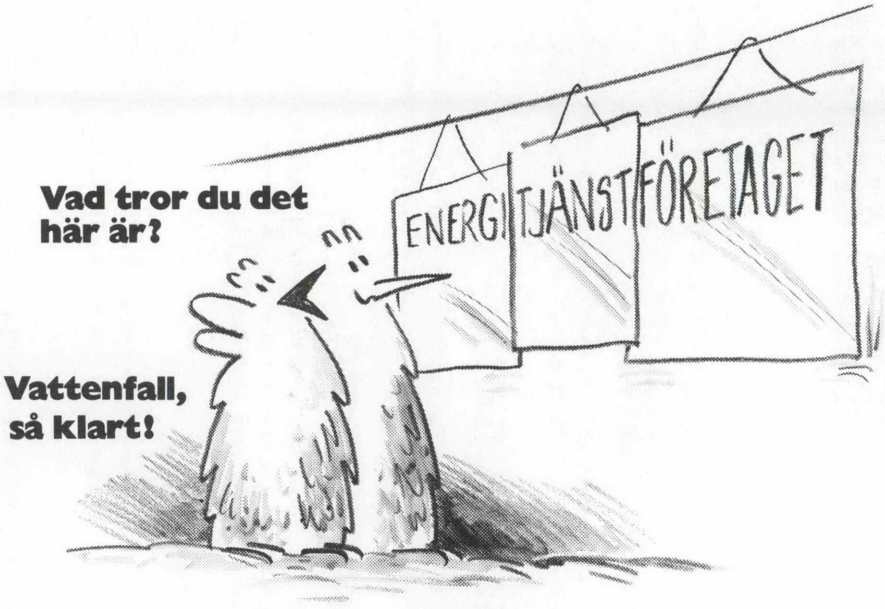
Sök jobb på Stockholm Energi. Vi erbjuder trygghet, spännande arbeten och personlig utveckling.

VI BEHÖVER DIG!

Ring 08-736 70 00!

STOCKHOLM
ENERGI

ETT ENERGI-TJÄNSTFÖRETAG



Vattenfall är energitjänstföretaget. Vi levererar energi till ljus, kraft och värme. Energi på det sätt som du använder den. Vi ger råd och service. Vi löser våra kunders energiproblem.

Dagens och morgondagens energimarknad ställer hårda krav. Vi arbetar i konkurrens och nya riktlinjer har tillkommit. Sverige har satt upp mål på miljö- och energiområdet som begränsar handlingsutrymmet för alla verksamma på marknaden.

För oss innebär det utmaningar och förändringar. Samtidigt som vi utnyttjar vattenkraft och kärnkraft, satsar vi nu mer än någonsin på energihushållning, biobränslen och naturgas. Vi ska kunna erbjuda miljövänlig energi, till lägsta möjliga kostnad, också i framtiden.

Vattenfall
energitjänstföretaget

16287 Vällingby, Tel: 08-739 50 00

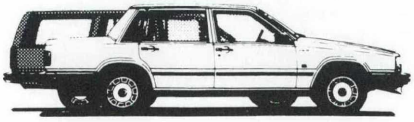


Allt vi ser i backspegeln sporrar oss!

Med Lambdasonden introducerade vi 1976 – som första biltillverkare i världen – en ny generation avgassystem som renar avgaserna till 90%. Vi har nu levererat över en miljon katalysatorbilar.

Volvos innovationer inom säkerhetsområdet har drivit på lagstiftningen i flera länder. Kvaliteten bevisas av den långa livslängden och det höga andrahandsvärdet.

Vårt säkerhetscentrum, vår nya vindtunnel och vårt unika CAE Application Center ger oss idag goda möjligheter att överträffa vår historia och göra framtiden minst lika spännande.



VOLVO

Volvo Personvagnar AB

ÅF-koncernen i näringslivets tjänst

ÅF-koncernen bedriver konsulterande verksamhet vid ett 40-tal kontor i Sverige. Verksamheten är uppdelad i fem affärsområden:

- El och instrument
- Energi och VVS
- Management och data
- Process och miljö
- Mekanik och elektronik

Totalt har koncernen 1400 medarbetare. Moderbolag i ÅF-koncernen är AB Ångpanneföreningen som är noterat på Stockholms Fondbörs AII-lista.



AB ÅNGPANNEFÖRENINGEN

AB Ångpanneföreningen, Fleminggatan 7,Box 8133,
104 20 STOCKHOLM. Telefon 08-57 10 00.

Aktuell bergshistorisk utgivning

SVENSK JÄRNHANTERING UNDER TRE SEKLER

skildrad av landets förnämsta ekonom-historiker i två lättillgängliga översikter



SVENSKT JÄRN

Sexton- och sjuttonhundratal
Exportindustri före industrialismen

av Karl-Gustaf Hildebrand



SVENSKT JÄRN OCH STÅL

1800—1914

av Artur Attman

Böckerna ingår som nr 20 och 21 i Jernkontorets Bergshistoriska skriftserie och kostar vardera 220 kr. ***Böckerna är rikligt illustrerade med kartor, diagram, tabeller, ritningar och foton. Marie Nisser har svarat för bildurval och redaktion.***

I Jernkontorets bergshistoriska skriftserie har också utkommit
Nr 22 ”Lågteknisk järnhantering i Jämtlands län” av Gert Magnusson (100 kr)
Nr 23 ”Järn- och stålverket i Oxelösund. Anteckningar rörande verkets tillkomst, utveckling och roll i strukturomvandlingen” av Erland Waldenström (65 kr)
Nr 24 ”Stålet i STORA från 1965 till 1978” av Sven Rydberg (50 kr).

Samtliga böcker kan köpas genom Jernkontoret, Box 1721, 111 87 Stockholm.
Porto och expeditionsavgift 25 kr tillkommer varje beställning.

Ostron à la Trelleborg.



Få fransmän kan tänka sig en tillvaro utan ostron. Under t.ex. jul och nyår är de läckra skaldjuren lika självskrivna på det franska bordet som skinka och kalkon på det svenska. Därför var den franska nationen dubbelt skakad när fransk TV med jämna mellanrum rapporterade om olyckor i samband med ostronfisket. Ostronfiskarna utnyttjar nämligen de stora tidvattenskillnaderna vid Bretagnes kuster. Fångstredskapen består av rep, spända mellan pålar på havsbotten. När det är flod fastnar ostronen på repen. Vid ebb kör fiskarna ut med specialbyggda traktorer och plockar delikatesserna. Olyckorna inträffade när traktorerna körde fast och överraskades av det inkommande tidvattnet. Tillbuden upphörde emellertid när man började använda Trelleborgs Twin-däck.

Twin-däcken ger traktorer och andra arbetsfordon enastående framkomlighet på sanka underlag. Däcket arbetar med mycket lågt lufttryck och det har en kontaktyta som är ca 30% större än den hos andra, liknande däck.

Det här är ett exempel på hur Trelleborg löser svåra problem med gummiteknologins hjälp. Vi har utvecklat nya gummimaterial och nya metoder att förena våra material med metaller och syntetfibrer. Framstegen har gjort det möjligt för oss att skapa bättre gummiprodukter och att ge våra material nya användningsområden.

En utveckling vars effekter sprider sig som ringar på vattnet. I det här fallet, från vårt laboratorium, till Frankrikes fiskarfamiljer och matälskare.

TRELLEBORG

Trelleborg AB, 231 81 Trelleborg.

Trelleborg AB, med huvudkontor i Trelleborg, är moderbolag i en av Sveriges största och snabbast växande industrikoncerner med 26 miljarder i omsättning och 27 000 anställda inom fyra verksamhetsområden: Gruv/Metall, Mineralhantering, Bygg/Distribution och Gummi/Plast. Trelleborgs verksamhetsområde Gummi/Plast, som har sitt huvudkontor och omkring 2 000 av sina totalt 6 000 anställda i Trelleborg, är ett av världens ledande företag inom polymerteknik med tyngdpunkt inom områdena industrigummi och specialdäck för bl a jord- och skogsbruk. Försäljningen uppgår till omkring 4 miljarder, varav 75 procent sker utanför Sverige.



TEKNISKA MUSEET

ISBN 91-7616-020-3