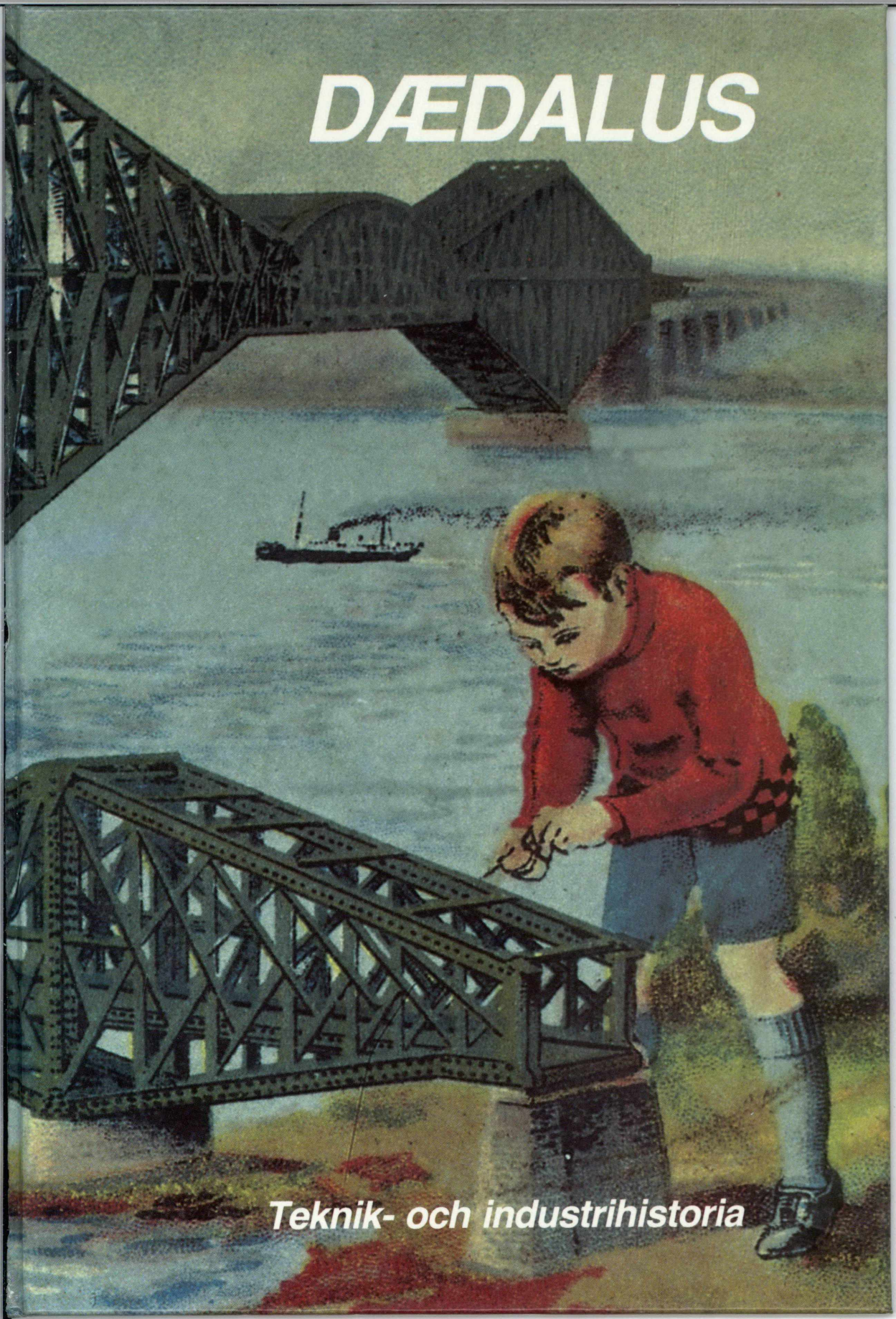
DÆDALUS



Teknik- och industrihistoria

Dædalus 1992

Sextionde årgången

Tekniska Museet
Stockholm 1991

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: Vinjettbilden "världens största bro" på den grön-röda meccanolådan "Meccano, tillbehörsutrustning 1 A", som marknadsfördes 1926–1934.
Foto Gun Kessle.

Dædalus 1992
© Respektive författare och Tekniska Museet
ISBN 91-7616-030-0
ISSN 0070-2528

Redaktör: Jan-Erik Pettersson.
Tryck: Bohusläningens Boktryckeri AB, Uddevalla 1991.

Innehåll

Förord 5
In memoriam 8

Teknik- och industrihistoria

Den värld meccano byggde; uppgång och fall.
Av författaren Jan Myrdal 13
Teknik och arbete i svensk glasindustri 1860–1910.
Av fil dr Christina Johansson 29
Dannemora gruvor.
Av professor Gösta A Eriksson 46
Vallonsmide och bruksliv i Dannemora bergslag under gångna tider.
Av förman Johan de Faire 67
Ett företags teknikskiften. AGAs första 80 år.
Av civilingenjör Ebbe Almqvist 78
Utvecklingen av den svenska kokarreaktorn.
Av civilingenjör Cnut Sundqvist och fil lic Erland Tenerz 111
Från stocksåg till skördare. Skogsavverkningens mekanisering.
Av jägmästare Ingemar Nordansjö 140
Christopher Polhems astronomiska ur.
Av fil mag Gunnar Pipping 156
Victor Kullberg, den svenske kronometermakaren.
Av fil kand Casper Ljungdahl 164
C G Norbergs ångvagn.
Av intendent Gert Ekström 182
Kopiering förr i tiden.
Av kontorsorganisatör Gunne Nyberg 187

Notiser

Kontorssystemmiljö på Telemuseum.
Av museilärare Olle Malmqvist och fil lic Lennart Steen 199
Tekniska Museets Renault 1901 renoverad.
Av civilingenjör Matts Ramberg 201
Utställningar på Tekniska Museet 1990–1991.
Av fil kand Katarina Ek-Nilsson 204

Verksamhetsberättelser

Tekniska Museet 207
Telemuseum 214
Tekniska Museets Vänner 220
Torsten Althins minnesfond 223
Annonser 225

Förord

För Jan Myrdal är meccanot betydligt mer än en leksak från gångna tiders pojkrum. Redan i sin bok "En Meccanopojke berättar" (1988) gjorde han meccanot till en symbol för den victorianska världsuppfattningen, som såg människan som ingenjör, byggare och naturens betvingare. I Dædalus 1992 återkommer han till ämnet apropå planekonomins och statssocialismens fall i öst.

Efter Myrdals fantasifulla inledning följer ett antal artiklar av mer jordbundet slag. Christina Johansson, som 1988 disputerade i ekonomisk historia vid Göteborgs universitet på avhandlingen "Glasarbetarna 1860–1910", beskriver och diskuterar här omgestaltningen av teknik och arbete vid de svenska glasbruken under industrialismens genombrottsskede. Med utgångspunkt i andra industribranscher har jämförbara teknik- och arbetslivshistoriska bidrag presenterats i Dædalus 1988 och 1989/90.

I och med nedläggningen av gruvorna i Grängesberg 1990 och Dannemora 1991 upphör en månghundraårig tradition av järnmalmsbrytning i Bergslagen och i södra Sverige över huvud taget. Järnmalm har genom tiderna brutits på hundratals platser i landet men i dag återstår endast brytningen i Lappland. Inför nedläggningen av Dannemora gruvor tecknas här dess långa och ärorika historia översiktligt av Gösta A Eriksson, som 1955 disputerade på avhandlingen "Bruksdöden i Bergslagen efter år 1850" och 1963–1989 innehade professuren i ekonomisk geografi med internationell marknadsföring vid Åbo akademi. Från Dannemora gick malmen under gruvans storhetstid vidare till hyttor och bruk i omgivningen för framställning av det världsberömda svenska vallonjärnet. För att ge en glimt också av detta senare produktionsled publiceras här postumt en berättelse från Österby bruk av vallonsmeden Johan de Faire (1868–1932), vilken nedtecknades 1924 på Tekniska Museets begäran.

AGA, som grundades 1904, är ett av de klassiska svenska "snilleföretagen". Till skillnad från andra samtida företag fick dock AGA ett starkt diversifierat produktprogram, vilket till stor del byggde på Gustaf Daléns uppfinningar. Det medförde en sällsynt lång rad teknikskiften i företagets historia. För dessa skiften får vi här en initierad redogörelse av Ebbe Almqvist, projektledare vid Innovation, AGAs forsknings- och utvecklingsavdelning, sedan 1969.

De svenska kärnkraftsreaktorernas tekniska utveckling har tidigare berörts av olika författare i Dædalus 1981, 1989/90 och 1991. Bilden

kompletteras här vad gäller särskilt den senare utvecklingen av Cnut Sundqvist och Erland Tenerz, båda Senior Vice President vid ABB Atom AB. Med början vid ASEA 1957 har Sundqvist arbetat inom olika områden av kärnkraften men med speciell inriktning på utveckling och konstruktion. Han har aktivt medverkat i utvecklingen av alla svenska lättvattenkokare (BWR) och personligen lett utvecklingen av de två senaste generationerna. Tenerz började som fysiker vid ASEA 1958. Han blev sedan chef för avdelningen för Reaktorhärdens dimensionering och småningom chef för Bränsledivisionen. Denna befattning lämnade han 1990 och ägnar sig nu åt koordineringsfrågor över hela världen av ABBs nukleära bränsle.

Vidare skildras den genomgripande tekniska utvecklingen inom skogsavverkningen under efterkrigstiden av Ingemar Nordansjö, som är verksam vid Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Kista, sedan 1966 och numera informationschef där. Få områden torde ha genomgått en så snabb och revolutionerande omdaning som just skogsarbetet.

Som student i Uppsala konstruerade Christopher Polhem år 1690 ett märkligt astronomiskt ur, som bevarats i släktens ägo och sedan 1990 är deponerat i Tekniska Museet. Därmed har det nu blivit möjligt att göra en analys av urets konstruktion. Denna granskning presenteras här av en internationell auktoritet på området, Gunnar Pipping, som är verksam vid Tekniska Museet sedan 1966 och sedan 1982 ägnar sig åt forskning kring i huvudsak urmakerihistoria. Pipping var även intendent vid Vetenskapsakademiens vetenskapshistoriska samlingar 1966–1989, där han bl a utarbetade den uppmärksammade katalogen "The Chamber of Physics" (1977).

Förutom Polhem har genom tiderna endast ytterligare en svensk vunnit världsrykte som konstruktör av ur, nämligen Victor Kullberg (1824–1890). Om denne framstående kronometermakare berättar här Casper Ljungdahl, som själv har mästarexamen i horologi (urmakeri) efter studier i Schweiz och Stockholm.

Som den första bilen brukar som bekant den franske artilleriofficeren Joseph Cugnots trehjuliga ångvagn från 1769 räknas. Därefter tillkom självgående ångvagnar av olika slag även på andra håll i Europa, inte minst i England. I vårt land lär den från England invandrade industrimannen Samuel Owen ha skissat på en ångbil 1818 men det första belägget för en sådan konstruktion kan nu förknippas med manufakturfabrikanten Carl Gustaf Norberg. Denne annonserade nämligen i en tidning 1838 en uppvisning av en ångvagnsmodell i Stockholm. Modellen har nu återfunnits och presenteras här av Gert Ekström, som är verksam vid Tekniska Museet sedan 1965 och tillika fordonshistoriker med ett tiotal böcker bakom sig.

Den moderna kopieringsmaskinen uppfanns i Amerika av svensk-ättlingen Chester Carlson på 1930-talet. Men kopiering enligt andra metoder har skett både före och efter denna händelse och det är först

under senare tid som Carlsons uppfinning blivit allenarådande. Om de olika metoderna och om vikten av att i museernas samlingar dokumentera dessa, skriver här Gunne Nyberg, som under flera decennier varit verksam som bl a kontorsteknisk rådgivare.

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 som inspirerar till fördjupade studier och till ny teknik- och industrihistorisk forskning.

Jan-Erik Pettersson
Redaktör för Dædalus

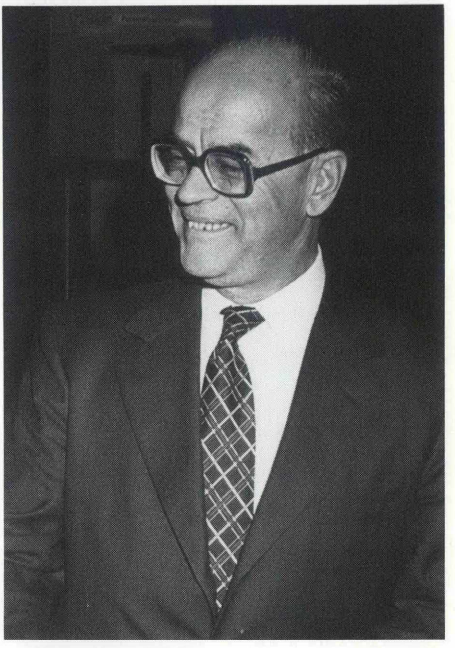
In memoriam



Direktör Gösta Nilsson (1912–1991), Norrtälje, var ordförande i styrelsen för Stiftelsen Tekniska Museet under åren 1971–77. Gösta Nilsson utexaminerades från Kungliga Tekniska Högskolan 1936 och var bl a kraftverksdirektör vid Älvkarleby 1946–48, överdirektör vid Vattenfallsstyrelsen 1948–53 samt verkställande direktör vid AB Scania-Vabis 1953–69, vice ordförande vid Saab-Scania 1969–80, samt ordförande därstädes 1980–83.

Under Gösta Nilssons tid som ordförande i museistyrelsen slöts bl a avtalet med Sandvikens kommun om föremålsmagasin vid Gysinge bruk, Jubileumsfonden för teknikhistorisk forskning inrättades vid museets 50-års jubileum 1974 och det nya Telemuseums första utställningar öppnades 1975.

Direktör Göran Philipson (1918–1990), Strängnäs, var ordförande i styrelsen för Stiftelsen Tekniska Museet under åren 1978–89. Göran Philipson utexaminerades från Kungliga Tekniska Högskolan 1940 och var bl a verksam vid Svenska Gummiforskningslaboratoriet i Uppsala 1941–47, vid Svenska Metallverken från 1948 och verkställande direktör därstädes 1960–70 samt direktör i Grängesberg AB 1970–78.



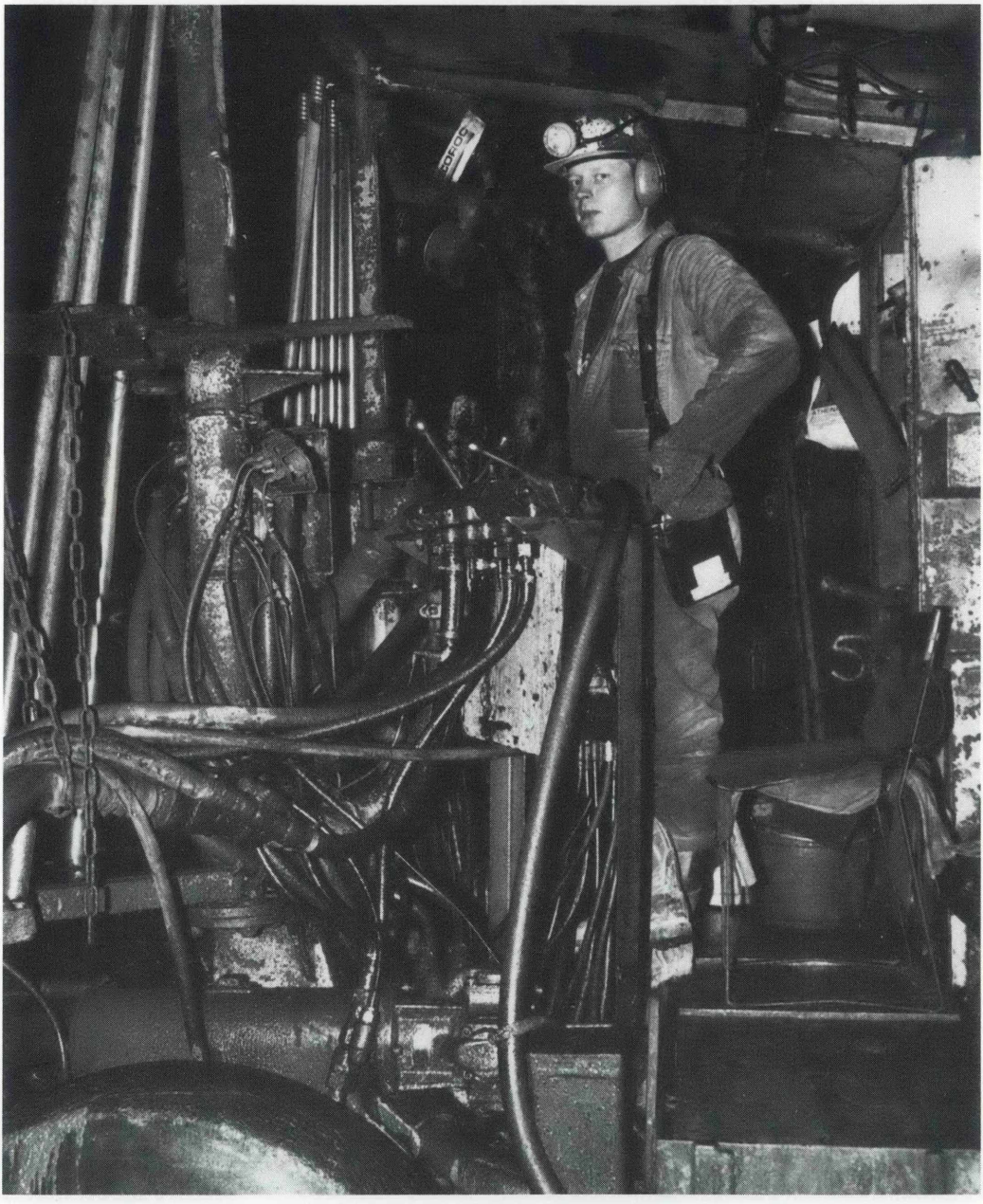
Under Göran Philipsons tid som ordförande i museistyrelsen arrangerades många välbesökta utställningar inom olika teknikområden, t ex rysk rymdforskning och datorernas utveckling, Hej Dator!

Elkraftsmuseum invigdes 1983 och flera teknikhistoriska symposier genomfördes vilka möjliggjordes genom museets Jubileumsfond och dess forskningsnämnd, inrättad 1984.

Museets lyckade satsning på barn- och ungdomsverksamhet, Teknorama, som öppnade 1985 var mycket Göran Philipsons förtjänst, liksom utformningen av det nu gällande avtalet mellan staten och museets stiftarorganisationer som ingicks 1989.

Inga-Britta Sandqvist
Museidirektör

Teknik- och industrihistoria



Ett historiskt borrhål, det sista vid Dannemora gruvor. Därmed upphör all brytning av järnmalm söder om Lappland efter att ha pågått i minst sju hundra år. Foto Kay Danielson 1991, TM.

Den värld Meccano byggde

Uppgång och fall

Av Jan Myrdal

Var skall vi börja? I dagens världshistoria till exempel!

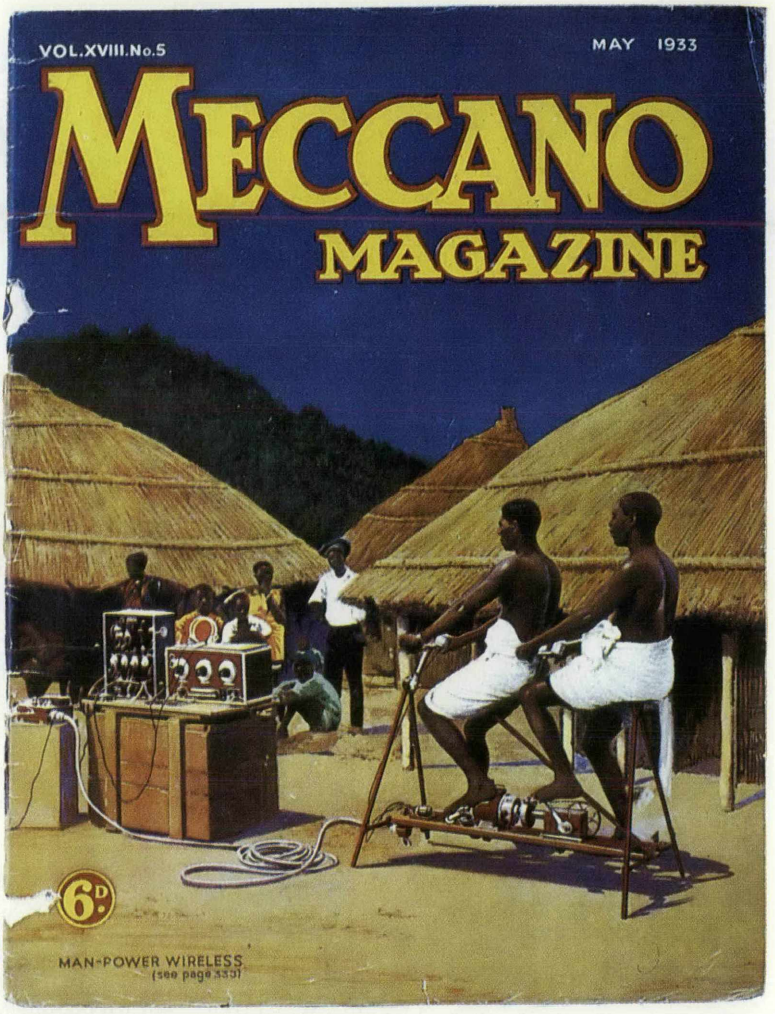
Att åter en värld har fallit vet vi alla. Om inte annat ser vi det på TV-skärmen. Nyss var där industriell supermakt i öster med väldiga industrier, en mäktig armé, sputnikar och vätebomber och lydstater i led på led framför sig. Nu upplöses allt det. Och det imperiet har gått till historien.

Fast vad är det som verkligen skett? Orden fyller luften. De virvlar upp från tidningarnas ledarspalter och yr kring statsmän och experter på TV-skärmen. Men tar man rätt på dem och synar dem finner man att de blott är sådana stora, lätta slöord som flyger tomma bort var gång historien vannas. Ideologi och idealitik.

Bygglådornas världsbild

Fast nog tvivlar jag på att tekniker i allmänhet, det praktiska livets män; verklighetens folk, som de gärna kallar sig inser att när imperiet i öster gick i sär och föll sönder då gick också den bygglådornas världsbild in i historien inom vilken bokhållaren Frank Hornby skapat Meccano vid sekelskiftet. Den världsbild Meccano givit stadga åt fram genom nittonhundratalet. Det låter spekulativt. Dessutom tycker de att man inte skall blanda in politik i allting.

Fast inte heller tror jag att de politiker som varit med om nedmonteringen skulle kunna inse detta sammanhang. Inte för att de inte skulle känna till meccanosystemet. Gorbatjov och Jeltsin tillhör den generation sovjetmedborgare som gick i de stalinska femårsplanernas skola. De fick redan från småklasserna lära mekanikens grunder och tekniskt tänkande med hjälp av perforerade remsor, flata hållare, vinkelhållare, axlar, flänshjul, vikter, och andra standarddelar som skruvades samman på en basplatta (stor perforerad flänsplåt 14 × 24 cm). Deras lärare handledde dem i detta enligt en reviderad översättning (utan upphovsmannens namn) av Frank Hornbys skrift för skolbruk av år 1910: "The Hornby System of Mechanical Demonstration". Också Bush tillhör generationen, men om han byggde med Erector som tolvåring vet jag inte; på mig har han alltid gett intryck



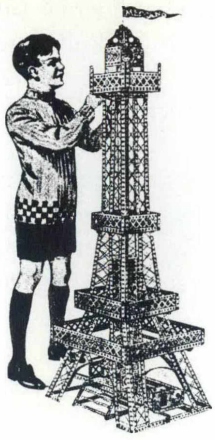
1. År 1916 påbörjade Frank Hornby utgivningen av Meccano Magazine, först som en gratisutdelad reklamfolder och senare som en av världens mest spridda pojktidningar. Här omslaget till vol. XVIII. No. 5 May 1933, vilket återspeglar Meccanos rationella världsbild, hur tekniken och ljuset kommer till svarta Afrika. Foto Gun Kessle.

av en som brukade få färdiggjorda fina Lionel-tåg till jul. Men han hade säkert det företagets "Model Builder" i byrålådan.

Vi kommer att komma dit till detta världshistoriska sammanbrott i öster till slut. Men vi går in i resonemanget en annan väg:

Det finns en hel del sådana för vilka Meccano är nostalgi. Ja, några fnissar lite och menar att meccanopojken var en prydligare upplaga av Bill i Richmal Cromptons Billböcker.

– Mer välkammad.



– Och med en konstig bård på tröjan.

Så säger till exempel bildade yrkeskvinnor i medelåldern. De har nu gått i pension men var lite bättre mans barn på tjugotalet och trettiotalet och hade yngre tonårsbröder.

– Jo, jag känner igen honom, säger hon.

Hon bläddrar i högarna av Meccano Magazine från 1930, 1931. Pojkarna blickar allvarligt fram bredvid de modeller de byggt.

– En Lausbube som är välartad så länge han finns inom käpphåll, som klassföreståndaren sade om min bror en gång. Fast det var skämt egentligen. Inte slog han inte. Det var en radikal tysklärare, han hade prenumererat på Simplicissimus redan före kriget och gav min bror "Tante Frieda" av Ludwig Thoma till minne sommaren innan min bror började i gymnasiet 1931.

– Den läste vi högt ur tillsammans sedan om kvällarna på landet och vi skrattade så vi kiknade. Min bror var bra på tyska. Han hade redan vuxit ifrån Bill och Ginger och det slags enkla tjuvpojkshistorier och kunde i stället se dem utifrån som hos Thoma. Och meccanopojke var han. Far hade prenumererat på Meccano Magazine åt honom i julklapp 1929. Han var duktig att konstruera redan på den tiden och det gick ju också bra för honom sedan. Han tog konsultuppdrag åt saudierna för flygplansbygget i Riyadh när han gick i pension 1982. Det höll han på med i fyra år. Ja, du träffade ju honom.

– Han såg faktiskt då i de första tonåren nästan sådan ut som på lådlocken och i annonserna i alla fall, tycker hon och ler lite. Sådär allvarligt klarögd.

Och fast det nu är sextio år sedan ser hon med ens hur det var när man kom hem till staden då på hösten, hade burit upp sommarflytten och hjälpte hembiträdet dra de vita sommaröverdragen av möblerna. Brodern hade med ens satt sig vid det gula bordet i den gamla barnkammaren och öppnade nu locket till den stora Meccanolådan som stått undanställd över sommaren. Han skulle bygga en stötbollbana, som det hette på den tiden. Det hade han talat om på vägen in.

– Denna modell ger oändlig förströelse, hade han sagt ty han var sådan att han kom ihåg handbokens ord utantill.

– Numera säger man nog pin-ballmaskin, förklarar hon. I vart fall sade man så då jag var vid UNESCO i Paris på femtiotalet. Min dotter gick på Sorbonne men mest tyckte jag hon och hennes vänner hängde över pin-ballmaskinerna på baren om hörnet.

Brodern hade den gången i augusti 1931 lagt upp sex stycken långa perforerade gröna remsor på bordet, nu räknade han upp nitton kortare och började leta efter vinkeljärn. Hon kunde höra honom nynna på "Jag är ute när gumman min är inne":

– Har man som jag fått greppet på tekniken,
man klarar flott sin lilla vän i viken.

Det luktade nybonad parkett i våningen, det var sol i gardinerna, det slamrade av kastruller i köket, telefonen i hallen ringde, vi skulle inte vänta med middagen ty far skulle komma senare och i morgon skulle höstterminen börja med upprop. Så var det med Meccano.

Den minnesbilden är nog sann.

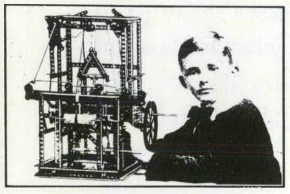
För många av oss står ett skimmer kring tjugotalets och trettiotalets grön-röda Meccano.

Fast om nostalgin får bestämma synen då upptäcker man nog inte att sensommaren år 1991 rasade det sista av Meccanos storbyggen samman.

Frank Hornby

För att förstå det bör vi gå nittio år tillbaka i tiden. Hos köttimportören David Hugh Elliot på 18 James Street i Liverpool arbetade då år 1901 sedan fjorton år den nu trettioåttaårige bokhållaren Frank Hornby. Han var självlärd som bokhållare, hade lärt sig föra bok i faderns livsmedelsbutik.

– Själv är bästa dräng! Envar sin egen lyckas smed! Tidigt i säng och tidigt upp gör mannen frisk, rik och välmående.



Gossarna i nykterhetslogen lyssnade uppmärksamt ty Frank Hornby var en ansedd ungdomsledare i Liverpool. Nykterist, lagom kristen, stolt britt och var kväll när han släckte ljuset och lade sig bredvid hustrun med värmekruset mot fötterna slöt han ögonen och tänkte på the Empire. Två söner hade så hans hustru redan fött åt honom.

Men det var teknikens och vetenskapens värld som fascinerade honom mest. Han läste om de stora uppfinnarna. Han kände sig som en av dem. Inte heller de hade formell utbildning. Varken James Watt eller Thomas Alva Edison hade gått den teoretiska vägen. Han var, som de, en det praktiska livets man.

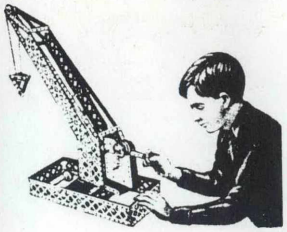
Hustrun förstod honom och Frank Hornby hade sparat ihop till en liten verkstad fast lönen – £1 i veckan – tillät inte inköp av någon ordentlig maskinutrustning. Det var också därför han inte kunnat fullborda sina stora uppfinningar. Varken evighetsmaskinerna eller avsaltningssystemet för det amerikanska fläsk hans principal importerade eller den automatiska biljettmaskin som skulle ha revolutionerat passagerartrafiken på järnvägen. Hade han haft råd att köpa ordentlig finmekanisk verkstadsutrustning då hade han säkert inte drabbats av misslyckanden.

Modeller av verkligheten

I sin verkstad tillverkade han också leksaker åt sina söner. Riktiga och nyttiga leksaker av metall. Sådana som nästan blev modeller av verkligheten.

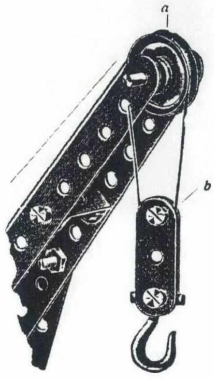
– Ty gossen är mannens fader och leken lär!

Frank Hornby gjorde kranar och järnvägsvagnar och annat åt dem. Fast materialet var dyrt och lönen knapp. Julen för snart två år sedan,



1899, hade han kommit på ett sätt att spara. Man kunde bygga leksakerna på riktigt. Som i verkligheten. Montera dem. Skruva ihop dem av delar. På så sätt kunde materialet användas gång på gång.

Med ens hade han sett framför sig hur det skulle göras. Halvtums breda plåtremsor perforerade på halvtums avstånd. Remsorna skulle ha systematiskt olika längd. 2½ tum, 5½ tum och 12½ tum. Längden bestämdes av funktionen, 12 tum är visserligen 1 fot och det kan se bra ut men en sådan remsa finge inget mittenhål. Hålen avpassade till axlar av 8 B.W.G. ståltråd. Skruv och mutter att binda remsorna samman. Vinkelhållare för att kunna konstruera balkar och foga samman remsor i rät vinkel. Flänsade hjul, kugghjul och annat kunde tillkomma.



Med ett sådant system kunde man tillverka nästan vad man ville.

Under ett år hade han sedan samman med sonen Roland experimenterat med systemet, skurit till remsor, själv tillverkat det slags skruv och mutter han behövde, svarvat hjul och så småningom byggt och byggt om modell efter modell. Kranar, järnvägsvagnar, torn.

Den 9 januari 1901 hade han lånat £5 av sin arbetsgivare och lämnade in en preliminär patentansökan. Den 9 oktober skickade han in specifikationer. De antogs den 30 november.

Om Frank Hornby redan då insåg vad han åstadkommit är tveksamt. Av hans patentansökan framgår det inte:

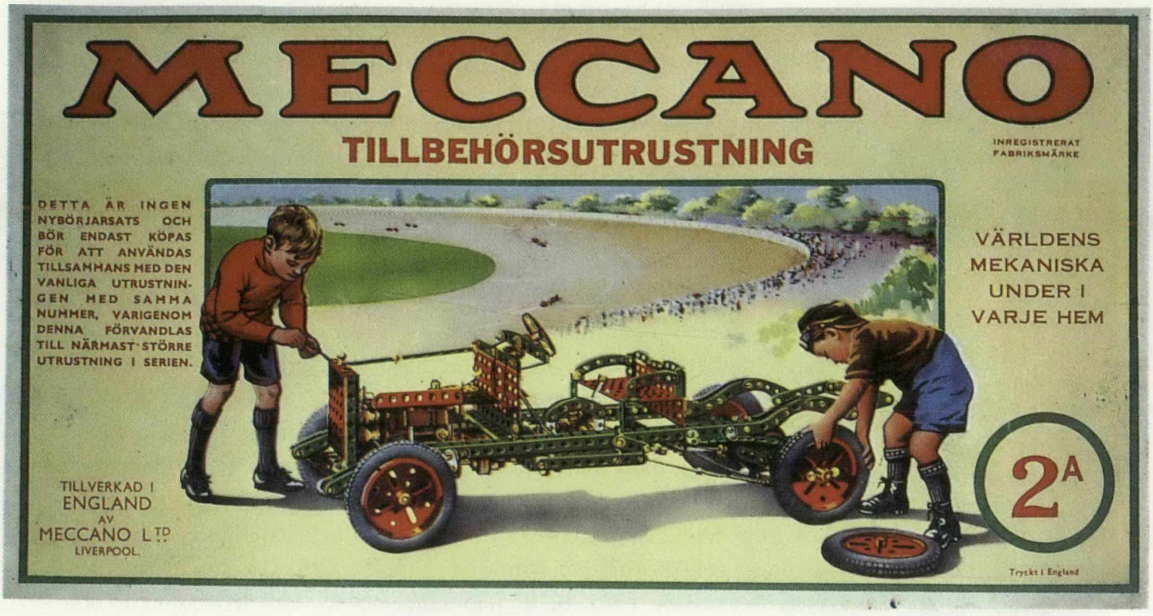
FÖRBÄTTRINGAR AV ANORDNINGAR AVSEDDA FÖR LEK ELLER UTBILDNING ÅT BARN OCH UNGDOM.

...

Det har länge funnits ett behov av en anordning för ungdom som möjliggör för dem att konstruera mekaniska objekt utan de svårigheter som svarvning, borrning och noggrann anpassning utgör. Den föreliggande uppfinningen är avsedd att möta detta behov och ge möjligheter till att ett intresse för mekaniskt konstruktionsarbete från en elementär utgångspunkt höjes och tillika på ett intresseväckande sätt bidra till teknisk utveckling.

Det är en nykter beskrivning av en anständig målsättning. Det system Hornby nu började sälja till leksaksaffärer under titeln: "Mechanics made easy. An Adaptable Mechanical Toy" tycktes vara en bland många system där barn skulle lära teknik och vetenskap i allvarlig lek. Som sådant var det ett av många. Det var på den tid då de svenska skolbarnen fick lära slöjd, då tolvåringen på det borgerliga Östermalm i julklapp fick:

DEN UNGE EXPERIMENTATORN
Anvisning att med obetydlig kostnad förfärdiga apparater tillhörande fysikens område.
(Stockholm, Beijers Bokförlagsaktiebolag 1909)



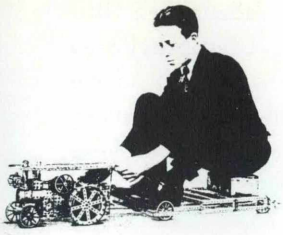
2. Som modeller av verkligheten inträngde "världens mekaniska under i varje hem". Meccano, tillbehörsutrustning 2 A. Foto Gun Kessle.

Inledningens resonemang återspeglar samma grundtanke som hos Frank Hornby:

Om man betänker, vilken okunnighet i fysikaliskt-tekniska ting som röjes hos ett flertal människor, så måste man ovillkorligen göra sig den frågan, varför icke skolan skall vara i stånd att även i dessa saker bibringa en bestående kunskap. Grunden härtill ligger enligt min åsikt i den bristande självverksamhet som unnas lärjungarna inom denna undervisningsgren. Om dessa även med uppmärksamhet följa förloppet av t.ex. den elektriska gnistans överslag på blixttavlan eller den galvaniska strömmens verkan, så finna vi dock, om vi efter några månader företaga en ny prövning, att föga mer än några, måhända utantill inlärda, minnessatser, vilka dessutom endast osäkert hava fäste i minnet, äro tillfinnandes. /.../ Det finnes alltså endast en utväg: lärjungen måste själv förfärdiga sin apparat.

Konstruktiva leksaker

Tanken på enkla element vilka byggs samman formulerades tidigt. I Sverige utformades de praktiskt av Christopher Polhem. Men när mot slutet av sjuttonhundratalet barnet i den borgerliga världen började ses som växande människa överfördes denna tanke till pedagogiska leksaker. Sådana medvetet och systematiserat konstruktiva leksaker vilka inga leksaker är utan byggstenar i barnets utveckling till förnuftig varelse är samtida med den industriella revolutionen. Det var år 1798 som Maria och R L Edgeworths "Practical Education" publice-



rades. Byggelement för barn var förnuftsenliga. Med dem kunde barn inte blott bygga utan när delarna byggdes till en helhet skulle de lära fysikens element. John Ruskin som vid sju års ålder började bygga enligt Edgeworths metod påpekade att det var så han praktiskt lärde de lagar vilka styrde valvens och byggnadernas stabilitet.

Att fostra det tekniska medvetandet hos barn och ungdom var central uppgift för den nya pedagogiken. Och att byggblock ingick i Friedrich Fröbels system var heller inte förvånande; det var på arkitektkontor han börjat. Sambandet mellan barnens lek och det tekniska nyskapandet var då helt tydligt. Bröderna Lilienthal var pionjärer såväl för flyget som för konstruktionslådorna. De uppfann de fernissade och pressgjutna byggblock för barn som återfanns i goda borgerliga hem i sin trälåda med Arkitekturens gudinna på locket. (Om denna fas i konstruktionslådornas utveckling se Witold Rybczynski i New York Times 17.2.1991.)

I den officiella och sköna litteraturen i idealisk riktning från tiden kring sekelskiftet och fram till nutid återspeglas detta dåligt. Det har sina skäl. Om "verklighetens män" i den borgerliga världen sysslade med teknik och vetenskap och vid tiden kring sekelskiftet möjliggjort det stora tekniskt vetenskapliga språnget i den andra industriella revolutionen befann sig de officiella ideologerna; filosofer, präster, konstnärer och författare redan i vild flykt från förnuft och realism. Det hade sina skäl. Tecknen på de väldiga sociala spänningar som då och då kommer till utlösning i världskrig, krig och värdskriser var – är – tydligt iakttagbara för den som har ögon att se med. Men sådant medvetande kan föra till eget ansvarigt handlande. Inte undra på att de i anden svaga flyr till falskt medvetande; ger sig av upp i ideologierna och in i katastroferna. Nå, det för långt! Åter till bygglådorna.

Vad dess poeter än skaldade om hade också även den svenska borgerligheten målmedvetet fostrat sina gossar till teknik och vetenskap i början av den andra stora industriella revolutionen. De köpte åt sönerna in de klassiska verken för ungdomens vetenskapliga fostran. Gaston Tissandiers "Vetenskapliga Tidsfördrif eller Undervisning och Lek" hade kommit på Gotlands Allehandas tryckeri i Visby 1882; Arthur Goods "Tom Tits Experiment. Vetenskapliga förströelser" på Adolf Johnsons förlag i Stockholm 1898. I dess företal hälsade A E Hellgren

"Tom Tits experiment" välkomna till vårt lands ungdom, som genom dess angenäma studium rätt snart torde bilda en kår af – små naturforskare.

Frank Hornby befann sig helt i tidens verkliga huvudfåra. Och när han först började sälja sin plåtlåda med delar till "Mechanics made easy" ställdes de i de stora leksaksaffärerna bredvid andra lådor.

Sådana med vilka barn kunde sätta ihop cyklar och sådana med vilka de kunde skruva samman tåg eller båtar. Det fanns i butikshyllorna ännu byggsatser i trä av arkitektoniska grundelement med vilka barn kunde bygga broar, grekiska tempel eller till och med romanska katedraler. Hornbys lådor tycktes vara av samma sort. Lite mer utvecklingsbara kanske. Men inte annorlunda.

Men de var annorlunda.

Ingenjörens arbete i miniatyr

Att de var det skulle Frank Hornby så småningom själv bli övertygad om. Han menade att han hade skapat en leksak som var mer än en leksak ty, som det skrevs i hans svenska handbok 1920 när Meccano – som systemet nu hette – börjat erövra världen:



Det är av vigt att komma ihåg att när en gosse leker med Meccano så utövar han i miniatyr en ingeniörs arbete, och att detta arbete är helt och hållet av samma art som ingeniören utövar i det praktiska arbetet. Inga andra konstruktionsmodeller kan därför vara så nyttiga. Andra leksaker vilka söka tjäna samma ändamål genom andra metoder måste begagna sig av grundkonstruktioner vilka ej äro de rätta grunderna för ingeniörsvetenskapen, och följaktligen om än en gosse lyckas göra leksaker med dem, så äro de blott och bart leksaker, och ingenting annat och hans sinne med avseende till verklig mekanisk konstruktion och metoder är förvrängt i stället för undervisat. På det sättet lär han felaktiga principer, och när hans ärelystnad lockar honom att uppfinna eller konstruera mera fulländade modeller skall han bli hindrad av bristfälligheterna i hans mekaniska system.
INGEN ARTIKEL ÄR ÄKTA UTAN DEN BÄR VARUMÄRKET MECCANO.

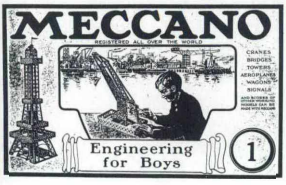
Det var sant om än inte helt och i alla delar sant. Gossarna utövade i miniatyr en ingeniörs arbete men Meccanos egna konstruktioner var inte alltid "helt och hållet av samma art som ingeniören utövar". Frank Hornby var ju heller inte ingeniör. Det skulle hans konkurrenter snart skjuta in sig på.

Före Första världskriget hade Meccano samarbetat med bröderna Märklin i Tyskland. Frank Hornby höll nästan på att fastna i Tyskland vid krigsutbrottet. Under kriget beslagtogs där hans Meccanopatent. Kejsaren själv ansåg det dock väsentligt att tyska gossar lärde teknik och Märklin fortsatte att utveckla Hornbys system under eget namn. Gör så än i dag. Utan polemik mot Hornby dock.

Men i de första efterkrigsåren när vapenfabrikanterna i Tyskland enligt fredsfördraget tvungits ställa om till fredsproduktion och Walther & Co i Berlin inte spred sina pistoler utan försökte vinna marknaden för metallbygglådan "STABIL: För små ingeniörer, mekaniker och maskinbyggare", då skrev Franz Walther i bygglådans förlagebok av oktober 1921 i polemik mot Meccano:

Bland alla byggsystem är endast Stabil utarbetat på riktig fackmässig grund... De avbildade modellerna är mönstergillt uppbyggda och utprovade enligt mekanikens och maskinbyggnadsteknikens regler... Avbildningarna är tekniskt riktiga... Walthers Stabil-bygglådor skall huvudsakligen tjäna till att föra in gossen i maskinbyggnads och järnkonstruktionernas område; att så att säga utbilda små maskinbyggnads- och järnkonstruktionsingeniörer... I beskrivningarna till andra byggsystem ges dock barnen helt felaktiga fackuttryck.

Men även om det var riktigt att Frank Hornby inte var en utbildad tekniker, att hans system hade vissa tekniska svagheter och endast tillnärmelsevis kunde kallas ingeniörskonst för gossar innebar hans uppfinning dock ett kvalitativt språng.



Meccano var något annat än de tidigare bygglådorna och experimentböckerna. Den var inte bara en annorlunda bygglåda. Den innebar något radikalt nytt. Frank Hornby hade med sitt system av perforerade remsor inte bara skapat en bygglåda som var "en anordning för ungdom som möjliggör för dem att konstruera mekaniska objekt" utan skapat ett modulsystem för barns konstruktiva fantasi. Ett öppet och tillsynes i det oändliga utbyggbart system med vilket de faktiskt kunde ta språnget ur leken in i den verkliga teknikens värld.

Chr Sylwan diskuterade år 1920 i Industritidningen Norden (nr 11, 12.3.1920) standardiserade element med anledning av svenska patentet nr 46362, Goiffons patent avseende konstruktionsdetaljer för provisoriska byggnadsanordningar. Men illustrationerna togs också från annat håll än Goiffons patent:

I medio av februari utställdes av Nordiska Kompaniet i Stockholm en del leksakskonstruktioner, utförda av gossar och ynglingar med delarna i en "meccano" eller "märklinlåda". Utställningen visade resultatet av en tävlan som firman anordnat, och tilldrog sig allmänhetens stora intresse. Efter vad i tidningarna skrivits om densamma, synas reflexionerna ha stannat vid den pedagogiska innebörden av ynglingarnas prestationer, och tvivelsutan har denna en viss betydelse. Men det är icke utan att förf. till denna lilla uppsats såväl av leksakslådornas möjligheter som av Goiffons patent misstänker, att något föreligger som kan vara av omedelbart praktiskt värde för tekniken.

Johanssons måttsats

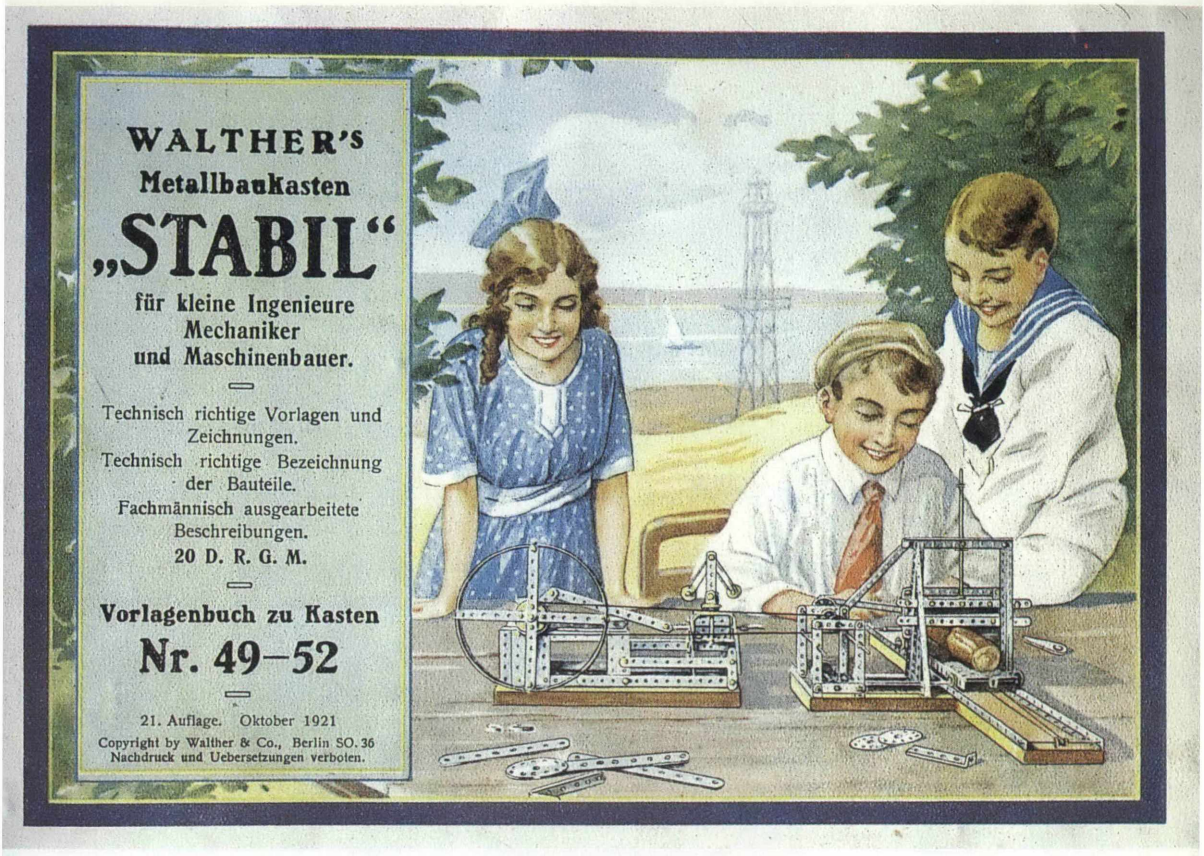
Ja, för att få perspektiv på bokhållaren Frank Hornbys – enligt konkurrenterna närmast oavsiktliga – storverk kan man inte bara jämföra med P Goiffons från Lyon standardiserade konstruktionselement utan jämföra den med Hornby nästan på året jämnårige finsnickaren Carl Edvard Johanssons samtidiga uppfinning av kombinationsmåttsatsen.



3. ”När en gosse leker med Meccano så utövar han i miniatyr en ingenjörs arbete.” Omslag till Meccano Magazine vol. XVIII. No. 11 november 1933. Foto Gun Kessle.

Nå, det finns en uppenbar olikhet. Johansson var tekniker, en genial ingenjör (även om han inte gått vägen över Högre allmänt läroverk). Han hade arbetat i verkstadsindustrien och vidareutbildat sig i teknisk aftonskola och så småningom avlagt besiktningsrustmästarexamen och ledde tillverkningen av specialmaskiner vid Carl Gustafs stads gevärsfaktori i Eskilstuna när Hornby förde bok åt köttimportören David Hugh Elliot på 18 James Street i Liverpool.

Men det Hornby gjorde för gossar gjorde Johansson för den nya industriella revolutionen. 1897 hade han insett att med standardiserade passbitar av yttersta precision skulle varje måttvärde kunna uppnås. Under det Hornby uppfann ett modulsystem med perfore-



4. Bygglådan "Stabil" för "små ingenjörer, mekaniker och maskinbyggare". Foto Gun Kessle.

rade remsor, patenterade det, gav det namnet Meccano och började sprida byggsatserna ut över världsmarknaden utarbetade Johansson sitt modulsystem av precisionspassbitar till en standardiserad kombinationsmåttsats och 1907 spreds lådorna med "System C. E. Johansson" till industrin. De möjliggjorde masstillverkning av maskindelar. Först med Johanssons passbitar kunde Taylorsystem, löpande band och den nya fordismen förverkligas. Det var också hos Ford som C E Johansson blev Mr Measurement.

Denna nya tekniska revolution som med massproduktion (för krig som för fredlig expansion!) skulle förvandla världen från nittonhundratiotal till nittonhundrasextiotal möjliggjordes av de exakta måtten, passbitarna. Men de ingenjörer vilka ledde forskning och produktion, vidmakthöll och utvecklade de allt väldigare industrierna dessa årtionden hade i Sverige som i England, i Frankrike, i Tyskland (Märklin!) som i Ryssland varit just sådana pojkar som Hornby genom Meccano en gång försett med perforerade remsor, axlar och flänshjul att förverkliga sina drömda konstruktioner.

Tävlande meccano-pojkar

I Göteborgs-Posten 16.1.1989 publicerade professor Jan Hult ett fotografi föreställande vinnande gossar på Nordiska Kompaniets Meccanotävling 1935 (bild 5). Själv står han där som andre pojken från höger i andra raden. Han skulle fem år efter det att fotografiet togs själv som en av tre Meccano-pojkar på Östra Real i Stockholm bli "redaktör och ansvarig utgivare" för Meccanobladet Bulten. Ännu en generation senare var han professor vid Chalmers och:

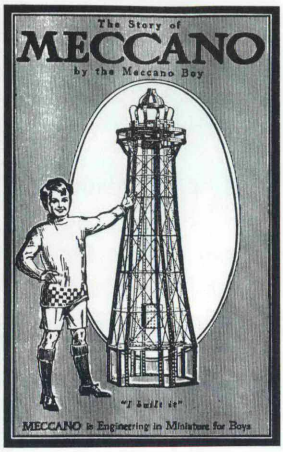
Till vår kurs i teknikhistoria på Chalmers byggde jag för ett par år sedan en Meccanomodell av ett ur med loddrift och spindelgång, den äldsta typen av mekaniskt ur från 1200-talet. Denna mycket enkla tickande maskin, med bara två rörliga delar, där man omedelbart ser hur allt fungerar, gav upphov till spontana fascinerade kommentarer ("Va häftigt!). Detta alltså från teknologer som finner det helt naturligt att köra bil, spela in videoprogram eller arbeta, med datorer.

Ingenjör Nils-Edward Nerell har mer än ett halvt sekel efter det att han som en av de vinnande Meccano-pojkarna bilden – den fjorton-

5. "Meccanopojkar" på NK:s leksaksavdelning 1935. Av dessa blev flera småningom ingenjörer, t ex Jan Hult (pojken i väst t h om den lille "sjömannen") som blev professor i hållfasthetslära vid Chalmers i Göteborg.



åring som står mitt i bakersta raden med vattenkammat hår och fast blick – redovisat Meccanos betydelse:



Jag har i flera sammanhang konstaterat att man som Meccano-pojke redan "avslöjade" vilken inriktning man skulle få i sitt framtida värv i synnerhet om det skulle bli i ingenjörsyrket. Detta kom ganska uppenbart till uttryck i de modeller/konstruktioner som man byggde. Själv byggde jag nästan alltid sådant som "rörde sig": bilar–flygplan–tåg–traverser–kranar. Jag har sålunda alltid varit intresserad av fordon, och har under hela min yrkesverksamma tid haft förmånen att få syssla med sådana, huvudsakligen bussar. (Pensionär 1985 som överingenjör vid AB Linjebuss.)

Under ett antal år under 1940–50-talet samarbetade jag ofta med en byggnadsingenjör vid SJ banavdelning som också varit Meccano-pojke. Det framkom att han enbart hade byggt broar–hus–tunnlar (till sitt tåg), dvs. sådant som inte "rörde sig". Jag har fler exempel på detta och tycker att det är ett ganska intressant bevis på hur yrkesanlag/inriktning kan skönjas i unga år.

Jag vill hävda att mina Meccano-år (från 7 och upp till 15–16 årsåldern) var bland de mest grundläggande och lärorika som jag haft under min ut- och fortbildning. Jag lärde mig förstå samband mellan komponenter och rörelser och elementära styvhetskrav och jag fick genom misstag – och därav nödvändiga förändringar – en känsla för, om en konstruktion var rätt och hållbar. Jag kallar det nu för "tekniskt omdöme" i sin vida bemärkelse och anser att detta är en förutsättning för att en tekniker skall nå framgång, hur teoretiskt utbildad eller begåvad han än är.

När jag senare studerade grafostatik t.ex. kände jag igen mig direkt och mindes med tillfredsställelse pojkårens glädje där dessa lagar redan hade tillämpats och verifierats med mitt Meccano! Man lärde sig också göra okomplicerade, enkla konstruktionslösningar, ofta efter att först ha krånglat till det för sig. Det är också en lärdom som sitter i: att eftersträva enkla konstruktioner som fungerar effektivt utan komplicerade underhållskrav.



Fram genom årtiondena från sekelskiftet till i skiftet mellan nittonhundrafemtiotal och nittionhundrasextiotal levde vi i Meccanopojkarnas värld. Men den världen var inte enbart de blivande ingenjörernas; den var själva Meccano-tänkandets värld ty:

... meccano och märklinsystemen ... skrev Chr. Sylwan i Industritidningen Norden 1920 ... kunna måhända göra tjänst som slagruta för att träffa på ingenjörsgeniets åder hos ynglingarna – men därvid bör man döma med försiktighet och reservation, ty utpräglade konstruktiva anlag hos en pojke kunna efter hans studietids fullbordan ha fört

honom in på läkarens, advokatens, politikerns, detektivens, affärsmannens, romanförfattarens bana...

Detta är det avgörande. Meccano och dess tänkande, Meccanopojken var inte bara den som var besluten att göra framsteg, den som uppmärksam och ärelysten och strävade efter att kunna bäst; han såg också världen som en där förnuftet och tekniken ständigt skulle erövra nya områden.

Jag minns hur jag gick genom "Morgondagens värld" på världsutställningen i New York 1939 och levde mig in i dess bild av den värld vi alla skulle leva i 1960. En av "väldiga mångfiliga motorvägar där man kunde köra i full fart då alla korsningar var planskilda och alla städer skulle bli rena för nu år 1960 renades alla vatten och alla avgaser och jag såg jättestäder med jättemotorvägar och överallt nya hus och nya industrier" och jag var tolv år och Meccanopojke och helt övertygat lycklig.

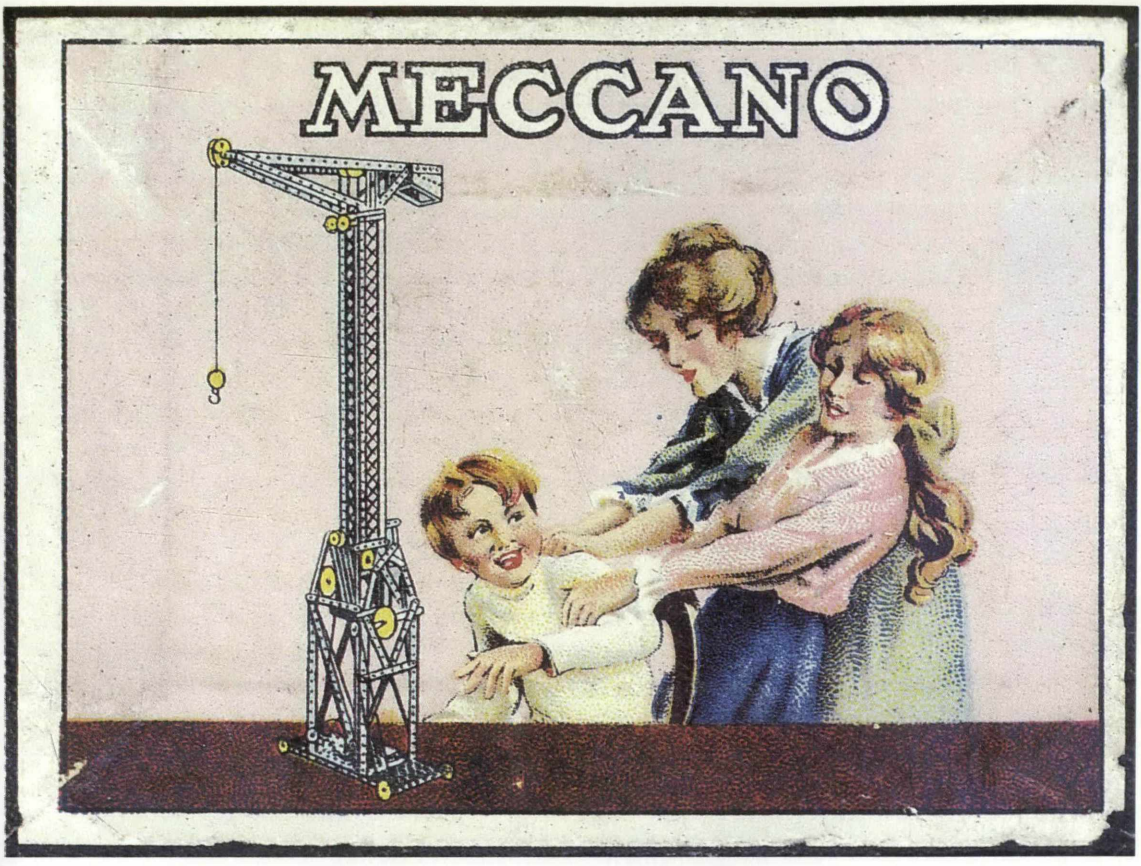
Det var inte en värld utan problem, men det var en värld där det gavs tekniskt förnuftiga lösningar på alla mänskliga problem. Visst fanns det bilder som även en tänkande tolvåring fann märkvärdiga. De svarta som trampade fram energi åt radioteknikens framsteg i Afrika till exempel. Och nog hade jag menat att Hornby själv var rätt uråldrigt reaktionär, värre än den värsta republikan i Förenta staterna eller högerman i Sverige om jag hört att han blev parlamentsledamot på slagordet Storbritannien främst! Imperiet för evigt! för i likhet med många andra Meccanopojkar i våra länder växte jag upp i en miljö som kallades "liberal" i Förenta staterna och "radikal" i Europa. Men jag hade till 100 % delat den världsbild som framställdes på den karta där Meccano visade hur Ingeniören med teknik och förnuft tränger fram i land efter land.

En värld för gossar



Feminister kan hävda att det var en värld för gossar. Flickor förekom blott som beundrande eller störande i dess bilder. Det fanns bara några få Meccano-flickor (och vad jag minns ingen kvinna bland Live Steams prenumeranter). Men redan som tolvåring ansåg jag att Strindberg hade fel i att det fanns en särskild (oförnuftig och därmed lägre) kvinnlig intelligens. Jag menar fortfarande att skälet till att flickor leker med dockskåp och inte med ångmaskiner är samhälleliga och inte medfödda.

Nu har denna värld fallit. Att Meccano försvann som massleksak och att Mark Sylwans (Chr Sylwans son) geniala byggsystem FAC aldrig kunde slå igenom är därför lika lagbundet som att den tidens storindustri förändras. Varven i Göteborg, Femårsplanens giganter, fordismen, de tillhör alla det förflutna. En ny tekniskt vetenskaplig revolution har skapat andra förutsättningar för produktionen. Men de



6. Meccano var en värld för gossar där flickor förekom blott som beundrande eller störande. Foto Gun Kessle.

sinnevärldsliga samhälleliga konflikterna har därmed inte upphört, de har fördjupats.



Det är också nu vi verkligen fått de två kulturerna. Styrsystemens män och kvinnor i den tidigare epoken – oavsett politiska förhållanden – var nästan alla fostrade i Meccanos anda. Världen var dem begriplig och därmed byggbar. Den begripligheten var tvådimensionell dock. De kunde därför inte inse att det de byggde blev till system som skapade sin egen föränderlighet; som upphävde sig. Det skulle de vetat om de förmått hålla fast vid den andra stora borgerligt förnuftiga traditionen; den dialektiska. Jag kan alltså kritisera dem för deras brist på medveten filosofisk tradition, för sociala skygglappar, visa deras blinda fläckar men det är först nu efter den tredje grundläggande tekniska revolutionen jag träffat det verkliga fnoskets företrädare högt uppe i styrsystemen.

Det är inte märkligt. Runtom i administration och på kontor surrar datorer. Miljoner anställda världen runt knappar dem. Få vet vad de gör. Det är nytt. Hantverkarna i den förindustriella tiden var ett med

sina verktyg. Men även de arbetande i den tidigare industriella fasen – till och med vid Fords fabriker – hade insikt i teknikens grunder.

Jag ser dem där de sitter framför datorerna, barnen. Trollerilådan. Min dotterson är åtta år och spelar Nintendo-spel. Det gläder mig. Han lär sig bli operatör. Men det räcker inte. Min grannes elvaåring spelar redan Larryspel. Klarar av de mångtydiga svaren på frågor som inte ställs öppet. Han och hans vänner kiknar av skratt när figuren glömt ta av kondomen och polisen tar honom. Också det gör mig glad. De lär sig tänka i krok. Min sonson är tretton, han har hunnit fram till att skriva och redigera en tidning på ordbehandlare och börjar gå in i systemen; ändra programmen. Det är bra. Allt detta är bra. Men det räcker inte. I bästa fall lär de sig de trollformler som öppnar dörrarna in till systemets skatter. Jag väntar på vem av dem som först kommer att gå in i hårdvaran, återta Meccano-tänkandet på högre nivå och upphäva trollerilådan.

Ja, det som sker bakom det som synes ske är att den värld Meccano byggde har fallit. Men om vi inte kan se till att förnuftet i det tänkande som förde från Polhem över Hornby och Johansson återtar sitt företräde och styrsystemets män och kvinnor sitter vid sina trollerilådor och talar sinsemellan om behovet av astrologi och psykoterapi och åt envar sin nya värld då går det oss alla fruktansvärt illa! Då blir sammanbrottet för Femårsplanernas giganter bara en liten repetitionsövning.

Teknik och arbete i svensk glasindustri 1860–1910

Av Christina Johansson

Svensk glashistoria är kanske främst en konsthistorisk angelägenhet men den är även ett stycke industrihistoria. Visserligen ett i ekonomiska avseenden blygsamt stycke men med en egen specifik tappning av teknik och sätt att organisera arbetet. Denna tappning har intresse som exempel på den mångfald av produktionsformer som ledde fram till uppkomsten av den moderna fabriksindustrin. Utvecklingen följde inte teorins raka spår från hantverk över manufaktur till fabriksindustri i empirin. Istället gick den med olika kopplingar via ett antal produktionsformer. Vid sidan av hantverket och manufakturen fanns exempelvis också näringsslöjden, förlagsindustrin och den klassiska bruksbildningen.

Avsikten med artikeln här är att från denna utgångspunkt resonerande beskriva och karaktärisera tekniken och arbetet vid glasbruken under det industriella genombrottsskedet. Det senare fastställt till åren 1860–1910. Framställningen på denna punkt kommer sedan att relateras till löneutvecklingen och till rekryteringen av arbetskraft. Inte minst med anledning av det stora antalet barnarbetare.

Artikeln ägnas först tillverkningstekniken, därefter uppmärksammas sätten att ordna arbetet och avslutningsvis berörs först lönerna och därefter behandlas arbetskraftens sammansättning ifråga om ålder och kön.

Artikeln är inriktad på själva hyttarbetet. Slipning och andra slag av vidareförädling har utelämnats liksom också råmaterielhanteringen, bränslehanteringen, transporterna och hela raden av sidoordnade verksamheter inom brukets ram. Hela denna omfattande produktionsstruktur under enhetlig ledning – bruket – och utvecklingen av densamma är givetvis betydelsefulla komponenter i en karaktäristik av produktionsformen. Här har de emellertid på det hela taget lämnats därhän.

Samtiden indelade vanligen glasindustrin i tre sektorer: buteljglas, fönsterglas och småglas. Till den sistnämnda kategorin räknades hushållsglas, servisglas, prydnadsglas, konstglas, tekniskt glas m m.

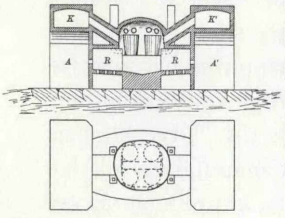
Exempel och data i det följande är företrädesvis hämtade från Kostabruket. Det var 1860–1910 ett av landets större småglasbruk och sysselsatte vid sekelskiftet omkring 500 arbetare. Motsvarande siffra för branschen i sin helhet var ca 5 000.

Ugnar och eldning

De tekniska huvudmomenten i glasproduktionen var smältning och upparbetning. I det följande kommer intresset därför främst att ägnas dessa båda.

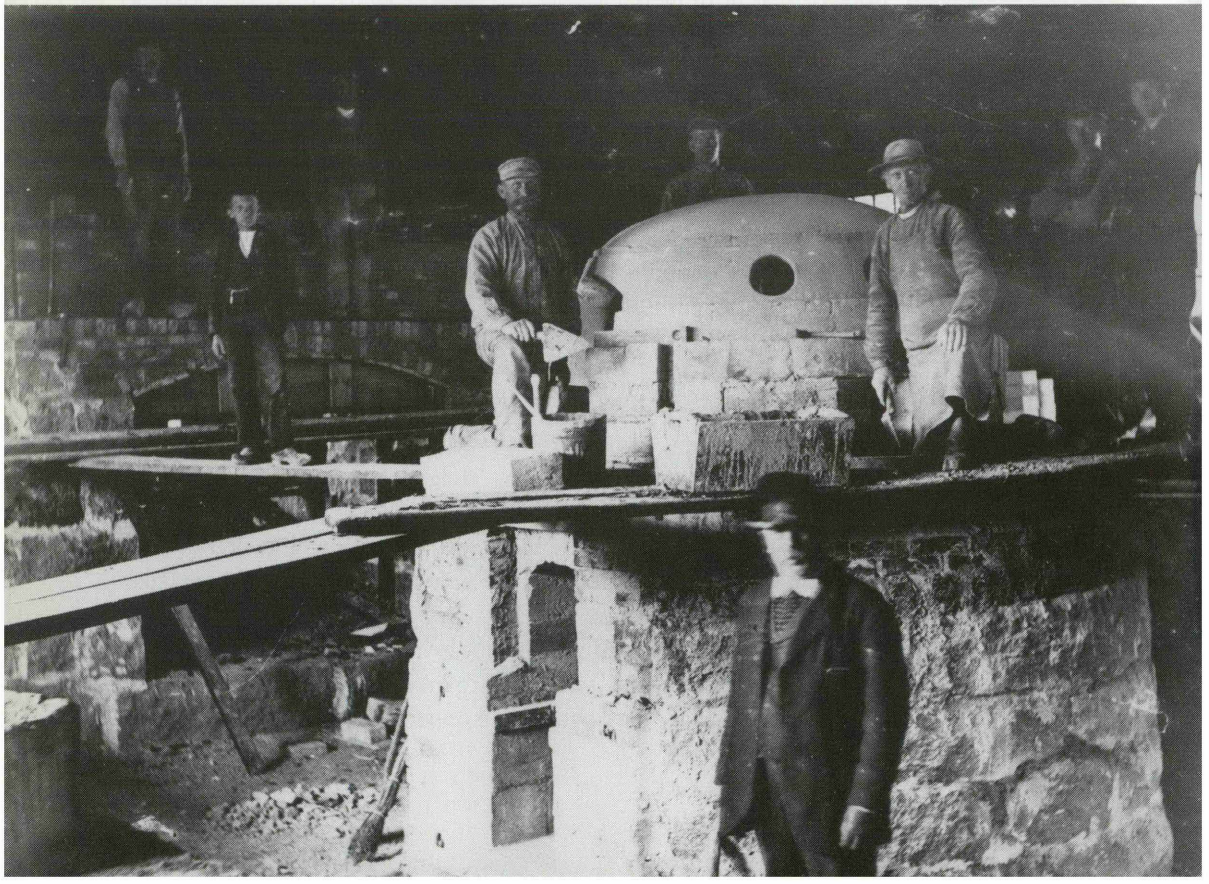
Om vi först ser till sammansmältningen av de glasbildande ämnena, så var den i hög grad avhänging kapaciteten hos glasugnarna. Denna inverkade bland annat på tidåtgången vid smältning och smältans storlek.

Alldeles i början av det här aktuella tidsskedet, var ugnar av traditionell direkteldningstyp förhärskande. I dem var eldstaden belägen i anslutning till deglarna med glasmassa, de eldades med ved och röken från dem leddes direkt ut i hyttan istället för att dras ut via en skorsten. Ugnar av denna typ rymde vanligen fyra deglar.



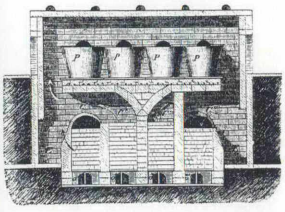
Vid direkteldning föregick smältningen alltid upparbetningen och kunde ta ända upp till 35 timmar i anspråk. Vanligen var dock

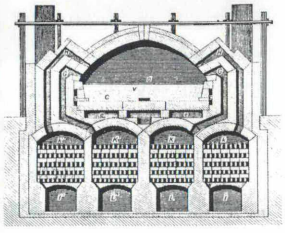
1. Ugnsbyggnation vid Transjö glasbruk på 1880-talet. År 1910 hade de allra flesta bruken gått över från direkteldade till gaseldade glasugnar. Foto Smålands Museum.



smältningstiden kortare. Inom småglassektorn torde den aldrig ha uppgått till mer än "en natt". Vid buteljblåsning kunde den däremot ibland sträcka sig över längre tid än natten och vid fönsterglashyttorna slutligen vara långa smälttider, upp till de nämnda 35 timmarna, regel.

Olikheterna i smältningstid förklaras till stor del av variationerna i smältvolymer. Den jämfört med butelj- och småglastillverkningarna materialslukande fönsterglasproduktionen krävde stora volymer glasmassa för "ett arbete".





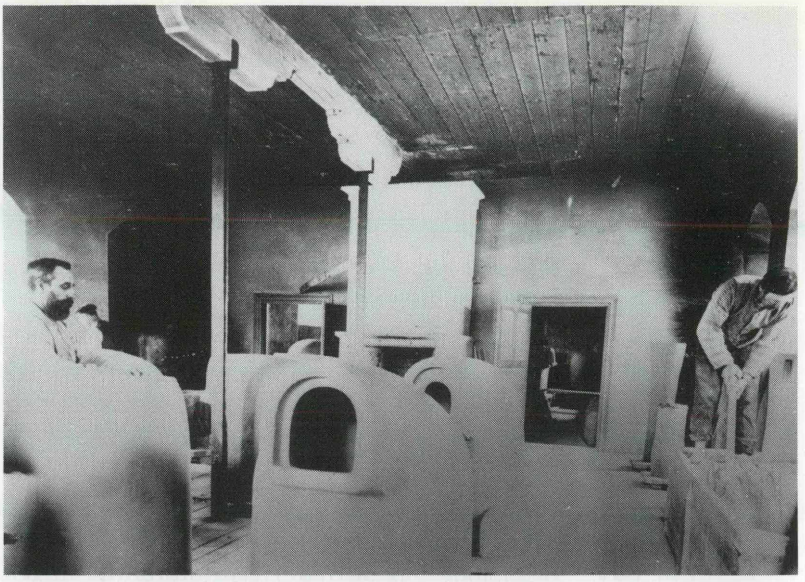
Kring mitten av förra århundradet förefaller branschfolk tämligen allmänt ha hyst uppfattningen att direkteldningsugnarna inte motsvarade tidens krav på industriell teknik och försök gjordes för att förbättra ugnstypens prestanda. Lösningen på problemet med den låga ugnskapaciteten kom emellertid från annat håll – genom gaseldade glasugnar. De första ugnarna av denna typ hade utvecklats av Siemens och patenterats år 1856. I dem upphettades smältrummet av brinnande gas alstrad i generatorer. Tekniken öppnade vägen för andra och billigare bränslen än prima ved.

Produktionstekniskt var de gaseldade ugnarna vida överlägsna de direkteldade. Medan maximikapaciteten hos en degel i de senare var ca 300 kilo smält glasmassa, kunde deglarna i en gasugn vid behov rymma upp till 600 kilo vardera. De gaseldade ugnarna kunde dessutom byggas för ett större antal deglar än vedugnarna. Vidare kunde deglarna ersättas av en vanna och smältvolymerna därigenom ytterligare avsevärt ökas. I vannorna kunde dessutom smältningen fortgå kontinuerligt. De gaseldade vannugnarna fick spridning inom butelj- och fönsterglasproduktionen.

Förutom att den nya tekniken eliminerade de tidigare påtagliga begränsningarna ifråga om smältkvantiteter, kortade den smälttiderna och introducerade moderna metoder för reglering och övervakning av smältningsförlopp och ugnstemperaturer.

Trots de klara tekniska fördelarna, gick det åtskilliga år innan gastekniken helt ersatt direkteldningen. Mellan det första gasugnsbygget och rivningen av den sista vedugnen passerade inemot 70 år. Övergången inleddes med ett ugnsbygge vid Edabruket år 1860. Under sextio- och sjuttiotalen följde så de andra storbruken med undantag för Kosta. Detta bruk installerade gaseldning först år 1888/89. Vid de medelstora och mindre bruken var övergångsperioden längre. Bland de sistnämnda kom genombrottet för gastekniken åren strax efter sekelskiftet.

Den samtidiga användningen av vedeldade och gaseldade ugnar under drygt ett halvsekel, kan förstås mot bakgrund av de många småbruken. De anlades till största delen år 1870–1900 och gastekniken utgjorde åtskilliga gånger ett alltför kostsamt alternativ för dem. Istället var de hänvisade till den billigare, väl kända och lätt tillgäng-



2. Degelkammaren vid Kosta glasbruk. Torkad, krossad lera blandades med vatten och trampades smidig (t h i bild). Därefter slogs deglarna och ställdes för torkning. Den kalkylerade livslängden för en degel var tre, fyra månader. Foto Smålands Museum.

liga direkteldningen. Härigenom etablerades en dubbel teknisk standard, med gaseldning vid storbruken och vedeldning vid småbruken, som var både en förutsättning för och en följd av den branschstruktur som kom att formas genom tillkomsten av småbruken. Omkring år 1900 fanns, på den ena sidan, en dryg handfull storbruk som tillsammans sysselsatte hälften av branschens arbetsstyrka och, på den andra, ett fyrtiotal mindre bruk.

Glasblåsning

När glasmassan var färdigsmält vidtog upparbetningen. Alla glasämnen, oavsett om de var avsedda att formas till buteljer, fönsterglas eller småglas, bearbetades manuellt och blåstes i de allra flesta fallen. Undantagna från blåsningen var pressglastillverkningar med hjälp av enkla handpressar.

Den manuella blåsningen, analog med nutidens, utfördes antingen helt på fri hand eller med stöd av formar. Exempelvis var fönsterglas frihandsblåst medan buteljer vanligen blåstes i formar.

Under blåsningsmomentet formades ämnet med olika, enkla handverktyg som sax och tång. De användes också när glasmassa formades till ben och fot, handtag och annat liknande.

Om glasämnet färdigställdes helt i direkt samband med blåsningen, benämndes produkten hyttarbetad eller, med en annan term, "driven". Utfördes de avslutande momenten däremot först sedan glaset

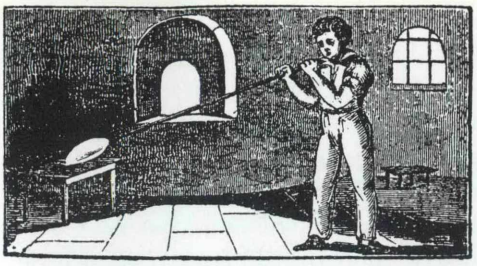


Bild 1.

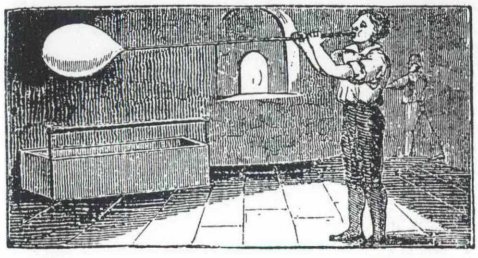


Bild 2.

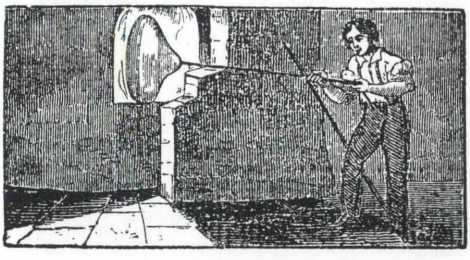


Bild 3.

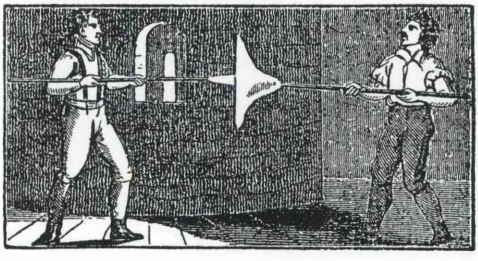


Bild 4.

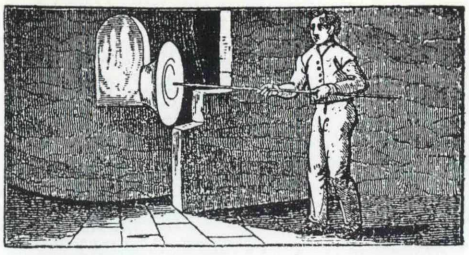


Bild 5.

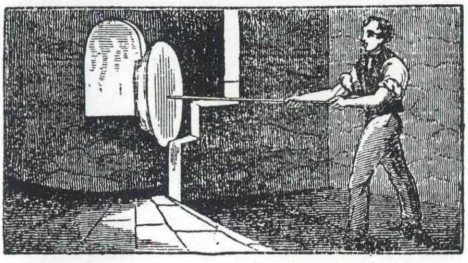


Bild 6.

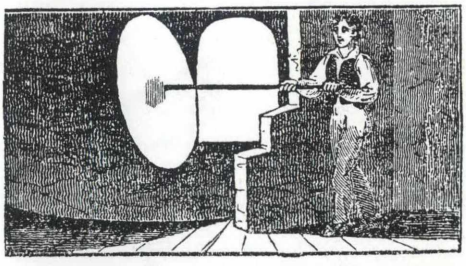


Bild 7.

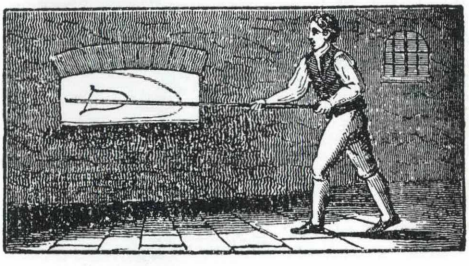


Bild 8.

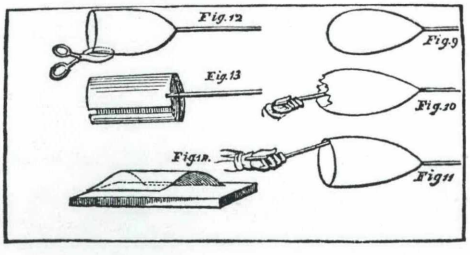


Bild 9.

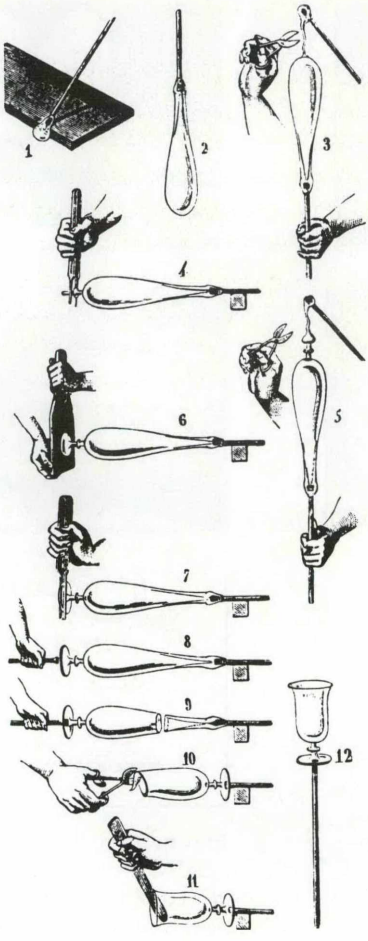
3. Två olika metoder för blåsning av fönsterglas. Bilderna 1–8 illustrerar fönsterglasblåsning enligt en äldre metod. Glasämnet formades under blåsningen till en cirkelformad skiva. Efter kylningen skars denna i fönsterglasrutor. Fönsterglas framställt på detta sätt omtalas som månglas. Bild 9 visar de olika momenten vid blåsning av fönsterglas enligt den metod som var gängse åren 1860–1910. Under blåsningen formades ämnet till en cylinder – valsen. Denna öppnades sedan i längdriktningen och planades ut till en rektangulär skiva i en sträckugn. Skivan skars därefter till fönsterglas. Fönsterglas tillverkat enligt denna metod benämndes taffelglas. Lördags-Magasinet den 3, 10 och 17 december 1836.

blivit kylt, var benämningen "sprängt glas". Denna senare metod var den mest använda och den fick allt större utbredning.

I de fall glasämnet försågs med dekor eller var föremål för konstnärlig bearbetning, ägde också dessa arbetsmoment rum antingen under hyttarbetets gång eller i kylt glas. I det senare och vanligare fallet användes tekniker som slipning, gravyr, etsning och målning.

Till skillnad från ugnstekniken, var upparbetningstekniken i allt väsentligt densamma åren 1860–1910. Manuell blåsning var och förblev förhärskande teknik oavsett ugnstyp. I den mån tekniska nyorienteringar förekom, berörde de avgränsade moment som exempelvis sprängningen och bestod huvudsakligen i enkla mekaniseringar av arbetsredskap.

För upparbetningens del inleddes den avgörande vändningen bort från hantverket år 1910. Detta år tog Surtebruket en buteljmaskin i kommersiellt bruk och dryga tjugotalet år senare hade det maskinpro-



4. Olika moment vid frihandsblåsning av vinglas. Vid blåsning i form blåstes ämnet (posten) från fig 1 till fig 2 i form. Uppfinningarnas bok, VII, Stockholm 1903.

ducerade glaset helt slagit ut manuell blåsning av buteljer, fönsterglas och mycket annat bruksglas.

Glasframställningens teknikhistoria åren 1860–1910 kan sammanfattas i två punkter: 1) De direkteldade glasugnarna blev utkonkurrerade av de gaseldade. Dessa senare introducerades på 1860-talet och vann först spridning vid de större bruken. Bland de mindre kom den stora övergången till gasteknik alldeles i början av detta århundrade. I ett längre perspektiv var gastekniken en nödvändig förutsättning för mekaniserad och automatiserad produktion. I vårt kortare perspektiv frigjorde den tillverkningen från vedugnens begränsningar av smältningsprocessen. 2) Den manuella blåsningen var och förblev dominerande upparbetningsteknik inom alla tillverkningsriktningar. Den mekanisering som ägde rum inom upparbetningsledet var marginell och berörde underordnade moment. Eftersom upparbetningen bör ges företräde framför smältningen vid en sammanfattande teknisk karaktäristik, måste glastillverkningen härvidlag betecknas som ett hantverk under hela perioden.

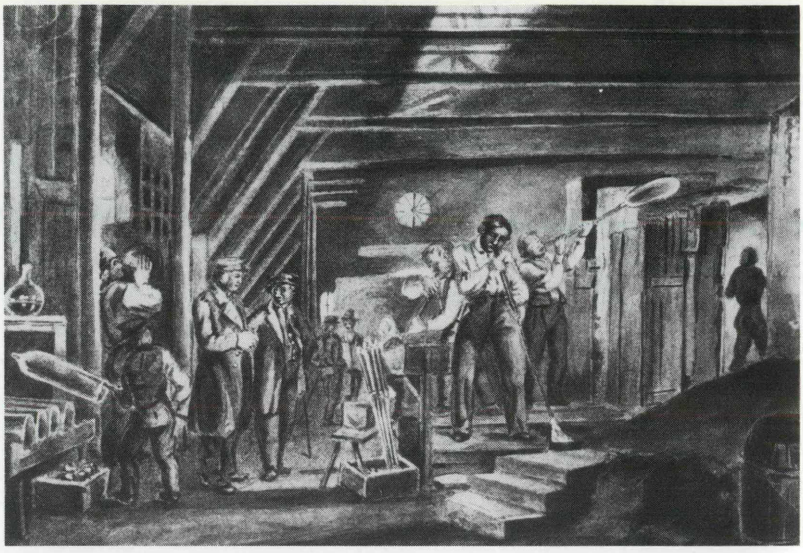
Hantverk eller industriellt arbete?

Med utgångspunkt från produktionens rent tekniska sidor, betecknade vi ovan glastillverkningen som ett hantverk. Manuell teknik i sig är emellertid inte liktydig med den historiska produktionsformen hantverk. Tvärtom var den manuella tekniken, som motsats till den maskinella, gemensam för ett flertal industriella driftssystem, förutom hantverket, exempelvis hemslöjden, förlagsindustrin och manufakturen. Den avgörande skillnaden mellan de här produktionsformerna är således inte den tekniska karaktären; särskiljande är istället de sociala sammanhangen, dvs hur arbetet var ordnat och hur arbetsmedlen och arbetsföremålen kontrollerades. Ur denna synpunkt kännetecknande för det historiska hantverket är att mästaren, vilken ägde redskap och råämnen, genom egenarbete förfärdigade produkten antingen för kunds räkning eller för öppna marknaden och oftast med hjälp av löneanställda gesäller och biträden. Manufakturen, å andra sidan, utmärktes historiskt av att hantverkarna/arbetarna var verksamma flera tillsammans i en gemensam arbetslokal under enhetlig ledning samt av att de vanligen inte ägde arbetsmedel och arbetsmaterial. Manufakturen skiljde sig från hantverket även däri att själva sysslan sönderdelades i deloperationer utförda av många händer. Denna arbetsdelning, som i Adam Smiths berömda knappnålsexempel, var både ett led i och en följd av att arbetet i manufakturen formellt hade underordnats kapitalet.



Hur orienterade sig glasindustrin i förhållande till dessa generella ekonomisk-historiska kategorier?

Ifråga om arbetslokalen, arbetsmedlen, arbetsföremålen och lönearbetet hade den genomgående mest gemensamt med manufakturka-



5. Fönsterglasblåsning vid Kosta på 1850-talet. Glasblåsarna formar cylindrarna – valsarna – genom blåsning och svängningar. Till höger den traditionella direkteldningsugnen. Akvarell av Kilian Zoll 1852, Nationalmuseum.

tegorin. Mästarna/glasblåsarna ägde inte, även om undantag kanske står att finna, glasugn, ved och råvaror och de arbetade flera tillsammans och de var löneanställda. Frågan om manufakturindustriell arbetsdelning praktiserades är inte lika enkel att någorlunda entydigt besvara.

Vi börjar ringa in svaret med stöd av ett glasbruksreglemente från 1799. Det visar att man den gången på avgörande punkter hade det klassiska hantverket som förebild för driftssystemet vid glashyttorna.

Enligt reglementet hade förvaltaren övergripande ansvar för verksamheten i såväl hytta som pottkammare och annan sidoordnad verksamhet. Omedelbart under honom och med särskilt ansvar för hyttan fanns en hyttmästare. Denne hade till uppgift att leda och ordna hyttarbetet samt att beräkna råvaru- och bränslebehov. Han förutsattes också ha kännedom om mängrecept. Under hyttmästaren arbetade, med reglementets ordval, gesäller, lärlingar och uppassare samt smältare, skyrare, vedtorkare och vedhuggare. Gesällerna, dvs glasblåsarna, hade var sin "påtta" i ugnen och arbetade glaset med hjälp av en lärling och en uppassare. Varje gesäll följde sin egen tillverkning i alla led från blåsningen och framåt och "levererade" den slutligen till bokhållaren. Smältarna beredde och blandade mängen och gjorde iläggningen i deglarna samt övervakade smältningsförloppet. Eldningen av ugnen sköttes av skyrarna och vedtorkarna.

Reglementet förespråkar alltså en strikt arbetsordning i överensstämmelse med manufakturens men har samtidigt hantverksförebilder

såväl i terminologin som i hanteringen av glasblåsarnas arbete. Detta senare behandlas som ett hantverk utan sidoblickar åt arbetsdelningen.

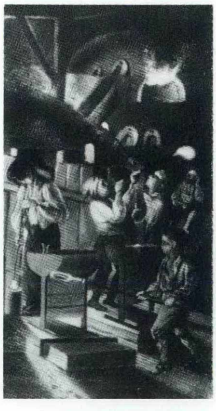
Hur väl överensstämde den arbetsorganisation som reglementet presenterar med verkliga förhållanden? Hur det förhöll sig på den punkten vid det bruk som reglementet avfattades för, vet vi inte, men det föreligger, trots tidsskillnaden, uppenbar korrespondens mellan reglementet och den organisation som, enligt bruksböckerna, tillämpades vid Kostabruket under förra hälften av 1870-talet.

Utvecklingen vid Kosta

Upparbetningen vid Kosta var vid denna tidpunkt organiserad i hyttverkstäder. Verkstäderna bestod vanligen av tre arbetare: mästaren/glasblåsaren, lärlingen/indragaren samt uppassaren/brogossen. Under bruksåret 1874/75 var inalles 18 verkstäder i arbete. Sexton av dem förestods av en mästare ("att ha egen verkstad") och de två återstående var "delade" verkstäder, dvs de var bemannade med två mästare vardera. Vid sidan av mästaren/-na arbetade, i genomsnitt, knappt en indragare och drygt en brogosse per verkstad. I medeltal räknade en verkstad av denna typ 3,1 arbetare vid detta tillfälle.

Smältare, skörare (benämningen avser vedtorkare) och stoppare (eldare), dvs de hyttarbetare som sysslade med eldning och smältning, var ställda vid sidan av verkstäderna. Delar av råmaterial- och bränslehanteringen samt degelmakeri, formmakeri och smide var helt sidoordnat hyttarbetet. Samma gällde för inpackning och transporter. Det fanns, slutligen, även en hyttmästare. Dennes ansvarsområden var dock av betydligt mindre omfattning än de som anges i reglementet.

Men det nu beskrivna sättet att ordna arbetet, var de olika momenten i upparbetningsledet knutna till hyttverkstaden. Denna, och därmed mästaren, tilldelades härigenom en central position i tillverkningsprocessen. Kvantitativt kan det förhållandet åskådliggöras med stöd av den arbetade tiden. Den i glastillverkningen totalt arbetade tiden år 1874/75, slipningen och övrig ytdekoration frånräknade, utgjordes till 60 % inom hyttverkstäderna. En annan indikator är mästarnas utomordentligt höga löner.



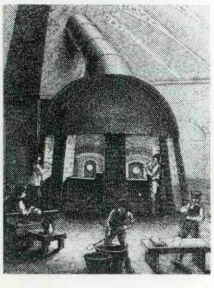
Författaren till 1799 års reglemente skulle förmodligen ha funnit sig väl tillrätta vid ett besök i Kostahyttan år 1875. Hade däremot besöket dröjt i ytterligare trettio år, är det tveksamt om hemkänslan infunnit sig. Under 1800-talets sista decennier ägde nämligen genomgripande förändringar rum i hyttarbetet.

Skeendet, som för Kostas vidkommande inleddes i och med högkonjunkturen på 1870-talet, vägleddes av idéer om arbetsdelning och följde väsentligen två riktningar. För det första ändrade hyttverkstaden karaktär från arbetslag inrättat med förebild från det historiska hantverket till arbetslag organiserat med den systematiska arbetsdel-

6. Interiör från Kostahyttan år 1902. Foto Smålands Museum.

ningen som riktningsgivare. För det andra lösgjordes arbetsmoment från hyttverkstaden och överfördes antingen till specialiserade verkstäder eller till hyttnivån.

Vid Kosta år 1905 avtecknade sig denna omvandling bland annat i användningen av, jämfört med år 1874/75, nya yrkesbenämningar inom hyttverkstaden. Här återfanns numera, vid sidan av mästare och biträden, benmakare, uppblåsare och anfångare. Beteckningen lärling existerade däremot inte längre. Några år senare hade ytterligare uppgiftsanknutna yrkesbenämningar tagits i bruk. En komplett småglasverkstad uppgavs nu inräkna mästare, benmakare, uppblåsare, anfångare, benanfångare, fotangångare, avputsare, inbärare och formhållare. I de flesta fall torde dock tillverkningen inte ha lämnat utrymme för en arbetsdelning som fordrade 8–9 man i verkstaden. I själva verket förefaller den genomsnittliga verkstadsbemanningen inte att ha ökat särskilt mycket. Exempelvis räknade de tjugo hyttverkstäderna vid Kosta år 1905 i medeltal tre till fyra arbetare. Införandet av en rad nya uppgiftsorienterade yrkesbenämningar bör således snarast tolkas som ett sätt för samtiden att hantera den nya verkstadsstruktur



som höll på att växa fram och inte som en reflex av en överlag så långt driven arbetsdelning som raden av nya benämningar antyder.

Den andra sidan i övergången till ett nytt sätt att ordna arbetet, dvs att flera arbetsmoment flyttades från hyttverkstadsfären, ledde till uppkomsten av specialverkstäder såsom sprängarverkstäderna samt till att sysslor överfördes från hyttverkstads- till hyttnivå såsom ifråga om uppläggarna vid kylugnarna/kylrören. Kvantitativt kan förloppet åskådliggöras genom förskjutningar i den arbetade tidens fördelning mellan olika arbetsställen. Vid Kosta bruksåret 1874/75 kunde, som redan omnämnts, ca 60 % av den i glastillverkningen sammanlagt arbetade tiden, exklusive tid för slipning och annan ytdekoration, hänföras till hyttverkstäderna. År 1905 hade motsvarande andel minskat till i runt tal 35 %.

De anförda exemplen har hämtats enbart från Kostabruket, men utvecklingen var likartad inom hela branschen. Mest genomgripande torde omvandlingen av arbetet ha varit inom buteljglassektorn medan den omvänt vann det minsta insteget vid fönsterglashyttorna.

Arbetsdelningens förutsättningar

Vilka var de faktorer som skapade förutsättningarna för denna omgestaltning av arbetet? Var det gaseldningstekniken som öppnade dörren för arbetsdelningen?

Den var inte ovidkommande för förloppet, men kan inte sägas ha varit en nödvändig förutsättning för det. Arbetsdelningen började införas vid en del bruk innan de hade gått över till gaseldning. Vid Kosta kan de första faserna i förloppet skönjas år 1874/75, i de "delade" verkstäderna. Ytterligare femton år skulle komma att gå innan den första gasugnen byggdes. Vid många av småbruken var ordningsföljden snarlik. Å andra sidan; när gaseldning införts, förbättrades möjligheterna för att realisera en systematisk arbetsdelning.

Om det inte var tekniken, varifrån kom då de avgörande impulserna till förändringar i sättet att ordna arbetet? De torde främst ha kommit från det ekonomiska fältet; från marknadens expansion och den tilltagande inriktningen på massproduktion. Härigenom både ställdes kraven på och infann sig möjligheterna för att, genom arbetsdelning, fullt ut ta till vara den teknik och de sociala sammanhang som sedan länge existerat. Genom arbetsdelningen kom själva hyttarbetet i partiet med den manufakturindustriella produktionsformen i övrigt och arbetets formella underordning under kapitalet utökades med ännu en dimension. Den systematiska arbetsdelningens införande i glastillverkningens medelpunkt, upparbetningen och hyttarbetet, utgjorde det sista av de avgörande stegen i övergången från en produktionsform som i sättet att ordna arbetet, men inte i övrigt, var dominerad av hantverket till en i alla väsentliga avseenden manufakturindustriell produktionsform.

Arbetsdelningens entré i detta relativt sena stadium visar också att



7. Inför kameran. Hyttflickor vid Johansfors glasbruk i början av detta århundrade. Foto Smålands Museum.

utsikterna om en sådan inte ingick bland de vägande anledningarna till produktionens tidiga koncentration. De äldre glashyttornas relativa storskalighet ska istället närmast återföras till ugnarna och smältningsprocessen. Den tekniska potentialen i smältningsprocessen exploaterades emellertid inte, som vi sett, så att säga automatiskt, till förmån för arbetsdelning och mekanisering i upparbetningsledet. Istället torde glasarbetets mekanisering ha haft sin främsta förutsättning just i arbetsdelningen. Genom sönderdelningen av arbetet i deloperationer exponerades tekniskt framkomliga vägar för mekanisering av driften. Denna koppling mellan arbetsdelning, vars bakomliggande orsaker tidigare diskuterats, och mekanisering stöds av att maskinblåsningen fick sitt första genombrott inom buteljglassektorn, dvs den sektor där arbetsdelningen var mest långtgående.

Den tolkning av förändringarna i hyttarbetet som här presenterats bekräftas av och ger samtidigt en förklaring till de lönesänkningar som mästarna fick erfara.

Om löneutvecklingen

En bearbetning av de löneserier som återfinns i standardverket *Wages in Sweden*, visar att glasblåsarnas (mästarnas) dagsförtjänster sjönk från i genomsnitt 5,97 kr/dag åren 1861/70 till 5,16 kr/dag åren 1901/10. Årsförtjänsterna sjönk samtidigt och i något högre grad; från i genomsnitt 1 589 kr/år under 1860-talet till 1 295 kr/år åren 1901/10. Parallellt med denna lönesänkning ökade levnadskostnaderna med omkring 5 %. Glasblåsarnas reala löneutveckling var således ännu något sämre än den nominella.

Denna utveckling tvärsemot generella trender ledde till att glasblåsarna förlorade positionen som utpräglad höglönegrupp. På 1860-talet motsvarade deras genomsnittliga årsförtjänst 3,5 manliga industriarbetarlöner. Åren 1901/10 hade denna differens krympt avsevärt. Nu gick det enbart 1,3 manliga årslöner på en glasblåsarlön.

För de andra glasarbetarkategorierna var den långsiktiga löneutvecklingen omvänd: gynnsam och på det hela taget i takt med de allmänna trenderna. Icke-yrkesarbetarnas lönenivå förbättrades till och med något.

Den kraftiga och bestående sänkningen av mästarlönerna bör främst förstås i relation till omgestaltningen av hyttarbetet. Med arbetsdelningen förlorade, som vi sett, hyttverkstäderna och därmed mästarna sin tidigare dominerande ställning i tillverkningen. Härtill ska fogas att delar av mästarnas hantverkskunnande gradvis kom att få ge vika för modern specialistkompetens såsom exempelvis ingenjörer (ugnsbyggnation, glasets kemi) och konstnärer. Också inom själva verkstaden degraderades mästarens position genom att flera arbetare regelmässigt kom att syssla med blåsning. Denna sistnämnda var inte längre, på hantverkets vis, en exklusiv mästardomän. Sammantaget fick förändringarna till följd att mästerskapets traditionella särställning gick förlorad och att lönerna sänktes.

När genomfördes denna drastiska lönesänkning? I samband med avmattningen under andra halvan av 1870-talet. Vid detta tillfälle fick samtliga glasarbetarkategorier vidkännas lönesänkningar men alla, utom just glasblåsarna, återhämtade vad de förlorat inom några få år.

Lönesänkningen och den permanenta nedvärderingen av mästerskapet förefaller i betydande utsträckning ha lett till att den gamla glasblåsararistokratin övergav lönearbetet. Av de 20 mästare som arbetade vid Kosta året 1874/75 var 14 födda i Ekeberga församling, där bruket är beläget. Åtminstone fem av dessa fjorton var mästarsöner. År 1905 var likaledes 20 mästare anställda vid bruket och av dem var likaledes 14 födda i församlingen. Ingen av dessa fjorton var mästarson. I samma riktning – bort från lönearbetet men kanske inte från branschen – pekar de vidare levnadsödena för 1874/75 års mästare. Tretton av dem lämnade Kosta och åtminstone åtta återfinns sedan bland ägarna till nyanlagda bruk i trakten.

Mans- och kvinnoarbete

Arbetarna vid glasbruken var till alldeles övervägande delen män. Den kvinnliga arbetskraften utgjorde inte mer än ca 5 % av branschens totala arbetsstyrka och andelen snarast minskade något lite över tiden. Proportionerna mellan mansarbete och kvinnoarbete berördes således inte nämnvärt av övergången till manufakturindustriellt strukturerad arbetsdelning och ny teknik. Däremot åtföljdes den av förändringar i genusarbetsdelningen och i arbetsstyrkans ålderssammansättning.

Så länge hantverkets normer angav ramarna för hur hyttarbetet skulle ordnas, anlitades kvinnlig arbetskraft mestadels för perifera göromål som inbindning av glas och uppgörning av halm för inbindningen. Det rörde sig företrädesvis om vuxna kvinnor, inte sällan socialt marginaliserade. Med arbetsdelningen och tillkomsten av enkla avgränsade arbetsmoment i tillverkningsledet, som exempelvis



sprängning och invärmning av kanter, sattes de genom hantverket etablerade genusreglerna ur spel och en del hyttarbete blev kvinnoarbete. I synnerhet efterfrågades yngre kvinnor och flickor. En kategori som tidigare knappast alls funnits representerad bland glasarbetarna.

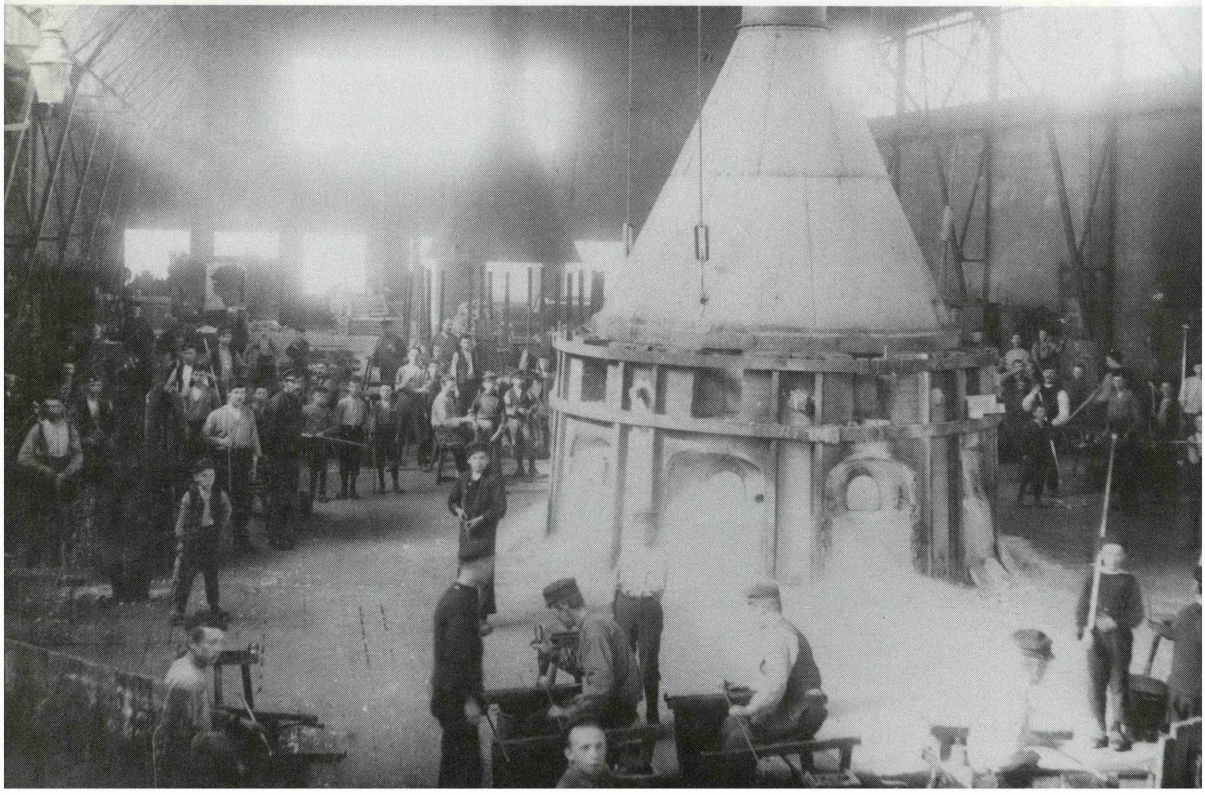
Den ökade efterfrågan på yngre kvinnlig arbetskraft avtecknar sig delvis i ökningen av flickor bland de minderåriga arbetarna, dvs arbetare i åldersgrupperna upp till 18 år fyllda. Åren 1863/70 svarade flickorna i de här åldrarna, enligt den officiella industristatistiken, för 1,3 % av den totala arbetsstyrkan inom glasindustrin. Åren 1901/10 var motsvarande andel 3,2 %. Fler flickor och en samtidig minskning av minderåriggruppen i sin helhet medförde dessutom att den kvinnliga andelen inom denna grupp ökade från 4–5 % på 1860-talet till 14–15 % åren omkring 1910.

Barnarbete

I gruppen av yngre kvinnliga arbetare, som alltså tillkom och blev reellt tillgänglig för bruken under årtiondena strax innan sekelskiftet, ingick även flickor som inte fyllt 14 år, dvs de var i lagens mening barnarbetare. Förutom att grupperna alltså till en del överlappade varandra, fanns det, som vi ska se, åtskilliga andra beröringspunkter mellan barnarbetarna och de yngre kvinnliga arbetarna.

Först emellertid i korthet något om de gällande åldersreglerna: Barnarbetare i lagens mening var sedan 1863 arbetare i åldrarna från

8. Interiör från hyttan vid Orrefors glasbruk. Som framgår av bilden var barnarbetet högst betydande. Foto TM.





12 upp till 14 år fyllda. Denna åldersgrupp och arbetare i åldrarna från 14 upp till 18 år fyllda utgjorde tillsammans kategorin minderåriga arbetare. I 1881 års förordning om industriellt barnarbete begränsas den dagliga arbetstiden till 6 timmar för barn och till 10 timmar för övriga minderåriga. År 1900 sänktes åldersgränsen för sextimmarsdagen från 14 till 13 år fyllda. Sedan år 1855 existerade nattarbetsförbud för minderåriga. Barn yngre än 12 år fick inte alls antas i industriellt arbete. (På denna sistnämnda punkt var glasbruken knappast exemplariska; hyttpojkar i tioårsåldern är inte svåra att finna.)

Data som anger barnarbetets omfattning inom glasindustrin åren 1861–1910 föreligger endast för två tillfällen – åren 1876 och 1891. Vid den första tidpunkten var en femtedel av landets glasarbetare barn. Vid den senare en dryg tiondel. Denna jämfört med år 1876 betydligt mindre andel förklaras dels av en tendentiell nedgång, dels av de olika konjunkturfaserna. Förmodligen var barnarbetarna, i likhet med de minderåriga, fler än någonsin under storåren på sjuttiotalet.

Barnarbete och ny teknik



Den långsiktiga minskningen av det industriella barnarbetet har förklarats på i huvudsak två sätt. Äldre historieskrivning har företrädesvis tilldelat den skärpta lagstiftningen och dess allt striktare tillämpning det största förklaringsvärdet medan senare forskning framhållit tekniska förändringar och arbetets omgestaltning som främsta förklaringsfaktorer; barnen blev helt enkelt överflödiga genom den tekniska utvecklingen. Vilket av de här båda synsätten stöds av utvecklingen inom glasindustrin?

Med den äldre typen av hyttarbete och med de vedeldade ugnarna, återfanns barnarbetarna, med fåtaliga undantag pojkar, väsentligen inom två områden. De var hjälpgossar i hyttverkstäderna och de var stoppare, dvs eldare. Vid Kosta år 1874/75 medförde denna äldre ugnsteknik och detta äldre sätt att ordna arbetet att 14 % av den arbetade tiden härrörde från barnarbetskraft. År 1891, när det manufakturindustriella sättet att organisera arbetet blivit förhärskande och gaseldning nyligen införts, svarade barnen, som nu i stor utsträckning anlitades för samma typ av göromål som de yngre kvinnliga arbetarna, för ungefär lika stor del av den arbetade tiden som år 1874/75. Den nya tekniken och arbetsdelningen förefaller således inte att omedelbart ha påverkat barnarbetets omfattning. Några år senare är emellertid situationen radikalt förändrad. Med samma typ av teknik, arbetsorganisation och sysslor som år 1891, emanerade enbart 2 % av den i Kostahyttan sammanlagt arbetade tiden år 1905 från barn. Ledde trots allt den nya tekniken och arbetsdelningen på lite sikt till att barnarbetet nästan upphörde? För att besvara denna fråga, ska vi återknyta till den yngre kvinnliga arbetskraften.

Adderas barnarbetarna och övriga minderåriga kvinnliga arbetare,

svarade de tillsammans för 15 % av den i Kostahyttan arbetade tiden år 1905. År 1874/75, då det inte fanns några minderåriga kvinnliga arbetare alls vid bruket, svarade barnen, pojkarna, för 14 % av den arbetade tiden. Bilden blir densamma om arbetstiden vid sliperiet och inom all övrig verksamhet i glastillverkningen inkluderas: År 1905 emanerade 11 % av den arbetade tiden från barn och minderåriga kvinnor i övrigt. År 1874/75, då det alltså inte förekom någon minderårig kvinnlig arbetskraft, var barnens andel i den arbetade tiden 11 %. Eftersom barnarbetarna och den yngre kvinnliga arbetskraften var likvärdig i lönekostnadshänseende, antyder de här nedslagen utefter Kostas tidsaxel att efterfrågan på den allra billigaste arbetskraften var av ungefär samma relativa storleksordning oavsett teknik och sätt att ordna arbetet.

Lagstiftningen avgörande

Teknikbytet och införandet av manufakturindustriell arbetsdelning innebar visserligen att de sämst betalda arbetena ändrade karaktär – från huvudsakligen handräckning och eldning till huvudsakligen enkla deloperationer i produktionskedjan – men förändringarna härvidlag förefaller alltså inte att nämnvärt ha påverkat deras omfattning. Nedgången i barnarbetet kan således knappast tillskrivas arbetsdelningen och de tekniska förändringarna. Snarare var det den skärpta lagstiftningen och dess allt striktare tillämpning, som, bl a genom begränsningarna av arbetstiden, ledde till att barnarbetet blev allt mindre attraktivt för bruken. Allra helst som yngre kvinnor fanns att tillgå.

Vid sidan av den yngre kvinnliga arbetskraften, så ökade också de vuxna manliga arbetarnas andel av arbetsstyrkan från 60–65 % på 1860-talet till 70–75 % åren omkring 1910. Tillsammans med bl a mästerskapets degradering och den krympande lönespridningen, bidrog denna ökning till en social uniformering av glasarbetarkollektivet och därmed till framväxten av modern facklig verksamhet och moderna relationer mellan arbete och kapital inom glasindustrin. Men det är en annan historia.

Litteratur

Cornell, Lasse, Arbete och arbetsformernas utveckling. Göteborg 1982.

Fyra reglementen för fyra svenska glasbruk från fyra skilda sekler. Red J E Anderbjörk. Växjö 1951.

Glasbruksminnen berättade av svenska glasarbetare. Red J E Anderbjörk. Växjö 1944.

Johansson, Christina, Glasarbetarna 1860–1910. Arbete, levnadsförhållanden och fackling verksamhet vid Kosta och andra glasbruk under industrialismens genombrottsskede. Göteborg 1988.

Techniques and working practices in the Swedish glass industry

Summary

The article describes and discusses the transformation of working methods and techniques in Swedish glass-works which took place between 1860 and 1910; the way in which these changes affected the structure of the work-force as regards age and sex are also considered. Child-labour especially is noticed.

At the beginning of this particular period direct-fired glass furnaces were the order of the day and the work in the smelting-houses was arranged according to the pattern of the old craft. Gradually the old type of glass furnace was exchanged for gas-fired furnaces of considerably greater capacity. Moreover, beginning in the 1870s the older handcraft methods of organizing the work began to be discarded and were replaced by working methods adapted to industrialised manufacture. However, it cannot be claimed that the new firing techniques were responsible for the introduction of the new working practices.

The changes in the work did mean, however, that glassworks began to employ young female workers to a much greater extent than before. This can partly be seen as compensation for the decrease in child labour. The reason for the dramatic decrease in child labour was in all probability the stringent laws introduced and more and more strictly enforced. This meant that children were less and less in demand by glass manufacturers.

Dannemora gruvor

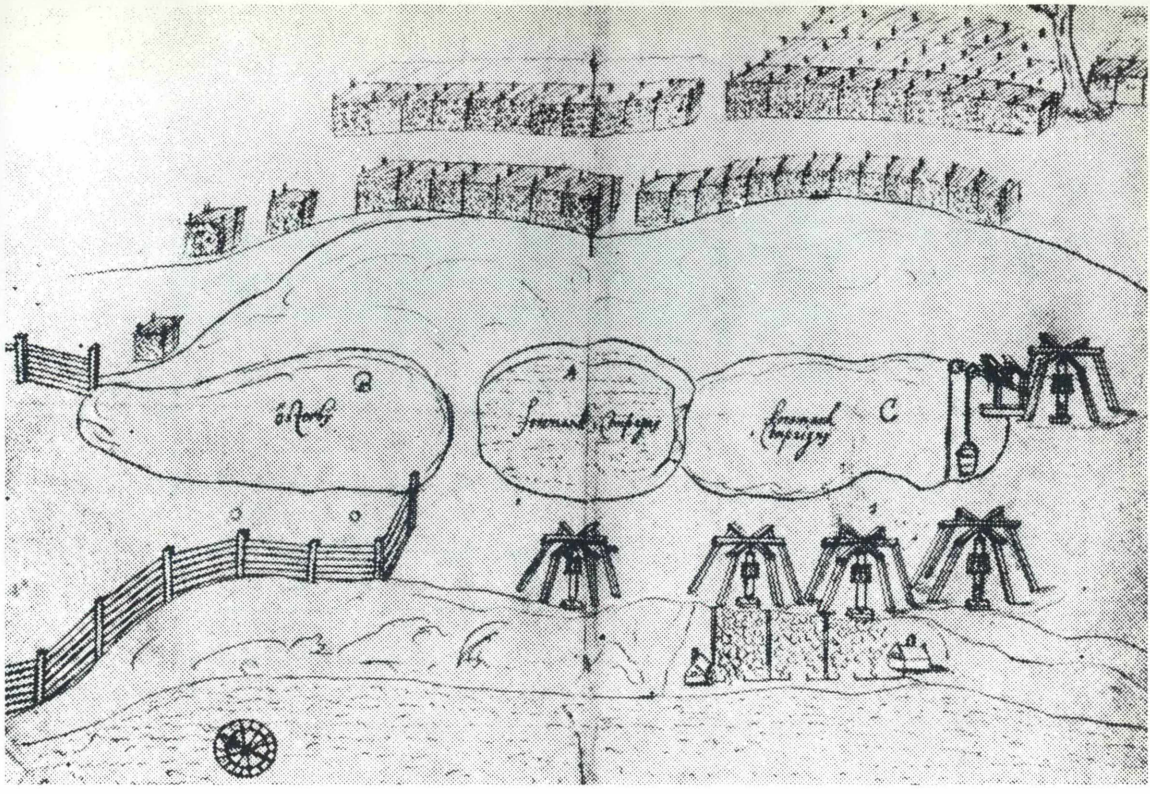
Av Gösta A Eriksson

Flera arkeologiska fynd i trakten kring Dannemora gör det sannolikt, att viss järnhantering försiggått här, innan bergmalmen togs i bruk i Dannemora på 1400-talet. Om gruvans ålder skrev redan Wahlund (1879): "Dannemora jernmalmsfält, beläget vid sidan af grufsjön, emellan denna och den s.k. grufmossen, inom Films och Dannemora socknar och tingslag af Upsala län, synes icke hafva den höga ålder man till följd af grufvornas storlek och malmens utmärkta beskaffenhet samt den ryktbarhet grufvorna härigenom vunnit, kunna vänta."

Gustaf Vasa utvecklar bergshanteringen med tyska experter

Malmbrytningen i Dannemora gällde till en början den silverhaltiga blyglansen i södra fältet, där man säkert upptäckte den intilliggande järnmalmen. Man vet, att silvermalm bröts år 1476. Det hittills äldsta dokumentet torde vara "Rikets Råds Gåfvobref till erkebiskop Jacob Ulfsson å Silfverberget i Film 1481". Brytningen av järnmalmen kan ha börjat vid den här tiden. Den blev av större betydelse, sedan Gustaf Vasa inkallat tyska tekniker och affärsmän. Nyårsdagen 1532 utfärdade Gustaf Vasa ett privilegium för Joachim Piper, borgare i Stralsund, att undersöka malmen för export till tyska hyttor. Något senare, år 1545, bildade kungen ett gruvbolag – det första i sitt slag i Sverige – för brytning av malmen samt dess smältning i närbelägna hyttor. Bolaget var svenskt-tyskt, "joint venture" för att använda modern terminologi. Det bestod av 86 andelar fördelad mellan Kronan och kapitalstarka delägare med en tysk, Staffan Sasse, som förlagsman och en annan tysk, Joachim Möller som gruvfogde och platschef. Kungen synes ha förhindrat malmexport. I stället lyckades han smälta malmen i masugnarna i närheten och i smedjorna införde de tyska teknikerna ett nytt smide, tysksmidet, som så småningom kom att sprida sig till andra smedjor i landet, där man tidigare framställt det s k osmundjärnet.

Det fanns gott om skog som bränsle vid tillmakningen i gruvan och för träkol till hytt- och smidesdrift. Under Påvel Bysseskyttes ledning förbättrades smidesjärnet med hjälp av inflyttade yrkesskickliga arbetare från Tyskland. Man prövade t ex ett s k rännverkssmide, dvs att direkt ur malmen tillverka ett smidbart järn. Den metoden övergavs dock efter några få decennier. I stället blev tysksmidet den förhärskande metoden (Rydberg 1981). Tillverkningen vid den här tiden torde dock inte ha varit särdeles hög. Enligt samme författare skulle den t o m varit så låg som 15 t järn vid bruken vid mitten av 1500-talet.



1. Den äldsta kända bilden från Dannemora, som visar den nordligaste delen av gruvfältet. Originalet återfinns i en besvärsskrivelse från år 1656 till Bergskollegium.

Vallonsmidet ger Dannemora världsrykte

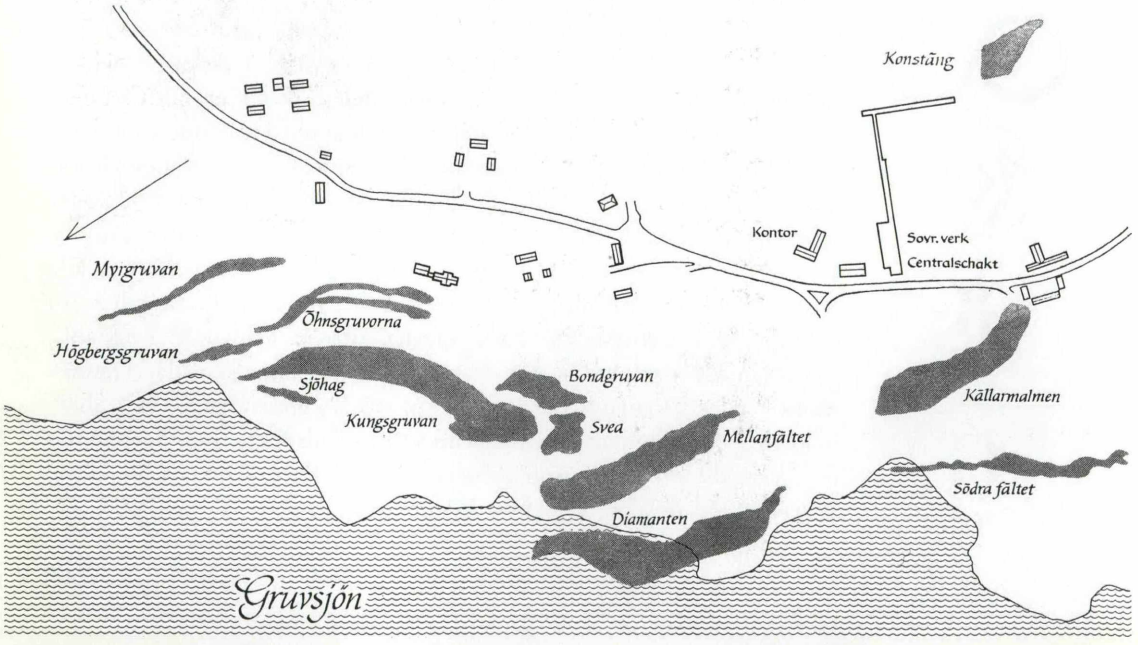
Gustaf Vasa hade lagt grunden för Sveriges stormaktstid. Han hade uppmuntrat tyska industri- och affärsmän att göra direkta investeringar inom bl a bergsbruket. Det var även i merkantilismens anda att stimulera industri och handel. Det egentliga genombrottet skedde emellertid på 1600-talet genom de teknologiska innovationer, som infördes av vallonerna på uppmaning av Gustaf II Adolf och hans rådgivare. De kom från den vallonska delen av nuvarande Belgien, som på den tiden utgjorde en del av stormakten Holland, som dessutom bildade ett finansiellt centrum och även bedrev en ledande vapenhandel. (Hildebrand 1957). De holländska bruksägarna tilldelades speciella privilegier för produktionen – man krävde högt förädlade produkter, t ex vapen – inflyttning av yrkesskicklig arbetskraft på alla områden inom bergshanteringen samt stimulans av utrikeshandeln till de viktigaste europeiska marknaderna, utöver Holland, Tyskland, den latinska marknaden och framför allt den engelska, där Dannemora – eller Öregrundsjärnet fick sin största efterfrågan, t ex i Sheffield och Birmingham. Dannemora vann världsrykte, och det skedde tack vare de inflyttade holländarna, bl a de kända släkterna De Geer, Wervier, De Besche, Roschet, Lemmens m fl.

På så gott som alla områden inom produktionen införde vallonerna nyheter. De holländska kolarna införde resmilor i stället för de svenska, mindre effektiva liggmilorna. Man byggde större och bättre masugnar, de s k "fransöske ugnar". Tidigt utbildades i områden kring Eifel, Liège och Namur det berömda vallonsmidet. Tillverkningen använde två härdar, den ene för färskningen av tackjärnet till smältstycken (vallonhärden), den andre för vällningen av smältstyckena för räckningen till stångjärn (räckhärden). Man erhöll på detta sätt större produktion och ett mera homogent och renare järn. Under det följande seklet blev Löfsta bruk inte endast det främsta kvalitetsjärnbruket utan även Sveriges största. Även om Dannemorajärnet aldrig utgjorde mer än 10 % av svensk järnexport, var det prismässigt enastående med växande och stadig efterfrågan på främst den engelska marknaden. Inte minst berodde dock den speciella kvaliteten på malmen från Dannemora. Den är ovanligt ren, har låg fosforhalt, är kalkig, vilket gör den engående i masugnen och lättsmält (mindre träkol) samt relativt hög manganhalt, som ger järnet extra seghet och hårdhet. Vi skall därför koncentrera framställningen till gruvdriften, vilken med utgången av 1991 kommer att upphöra. Därmed avslutas en mer än 500-årig ärofull men även problemfylld epok i svensk gruvhistoria.

Gruvdriftens organisation förändras

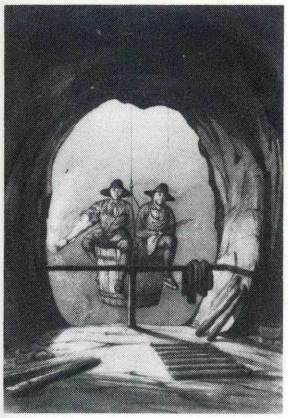
Bergsbruket börjar under 1600-talet privatiseras och Kronans egendomar i form av kronobruk utarrenderas till kända svenska släkter, såsom Erik Flemming, Christer Bonde, Ebba Brahe, Jacob de la

Dannemora gruvor. Konstäng (ovan t h) inkluderar här även den närbelägna Kruthusmalmen. Ur G A Eriksson, Die Dannemora-Gruben jetzt und vordem, Uppsala 1962.



Gardie, Magnus Brahe och Peter Kruse (Eriksson 1987), och som vi sett flera holländska företagare, vilket ibland föranledde vissa konflikter. Kvalitetskontroll utövades av det 1637 inrättade Bergscollegiet, som införde järnstämplar och det s k järnvräkeriet i exporthamnarna. Vid alla utfärdade bruksprivilegier undantog Kronan Dannemora gruvfält, som ända till 1723 betraktades som kronoegendom.

Brytningen i Dannemora skedde till en början under mycket primitiv organisation och i begränsad omfattning under gruvfogden Påvel Humbles ledning. Kronan bestämde årligen vid bergstinget om fördelningen mellan de järnbruk, som innehade brytningsrätt. Den första kända fördelningen utfärdades den 4 nov 1640 av General Bergsämbetet och berörde följande 12 bruk: Lövsta, Österby, Gimo, Forsmark, Wessland, Ortala, Åkerby, Hillebola, Harvik, Berkinge, Strömsberg och troligen även Ulvfors.



Tvister blev snart ordningen för dagen, även med anda grupper i samhället. Många menade, att bruken erhållit alltför vittgående privilegier, t ex i fråga kolprivilegier med tvång för enskilda hemmansägare att leverera träkol endast till ett visst järnbruk. Här möter vi ett komplicerat och kontroversiellt problem, talet om kolträngsel och skogsbrist i Bergslagen, inklusive Dannemora bergslag. Här yppade sig ett tillfälle för andra intressenter att framföra sina krav. Handelsmannen Breant, Iggesunds bruk begärde rätt att bryta malm i Dannemora, lindra skogsbristen genom att utnyttja de stora orörda skogarna i norr. Andra bruk skulle snart följa Iggesunds exempel, t ex Axmar, Ljusne, Galtström och Lögdö. Den 5 okt 1688 utfärdade Bergscollegiet en ny förordning om Dannemora: nya bruk kunde få andelar, dock så "att de skola för de äldre stiga undan, ifall för dem då nödig malmprovision skulle brista".

Långvariga konflikter blev följden. Utrymmet medger inte här att redovisa dem närmare. (Se t ex Wahlund 1879.) Bergscollegiets resolution den 16 dec 1702 medgav tillstånd för endast två norrländska bruk att bryta malm i Dannemora, nämligen Iggesund och Ljusne. Senare har även andra blivit delägare, kanske på grund av uppländska bruksägarintressen. På denna grund har tidvis vissa finländska järnbruk erhållit malm från Dannemora enligt andelssystemet.

Hittills hade Kronan förbehållit sig rätten till fördelning av brytningen. Men enligt 1723 års gruvstadga befästes för första gången brukens äganderätt till gruvan, även om bergstinget fortlöpande anvisade andelar, vilka skulle förverkligas genom bergmästarens försorg. Förmodligen skedde detta mest för att hindra rovdrift och oordning inom gruvhanteringen. År 1775 kan kanske anges som slutpunkten för de många tvisterna. Då bestämdes den definitiva andelsfördelningen mellan bruken för lång tid framåt. Delvis som en följd härav kunde brytningen höjas från tidigare ca 10 000 t/år till nästan det dubbla, som vi skall visa i det följande.

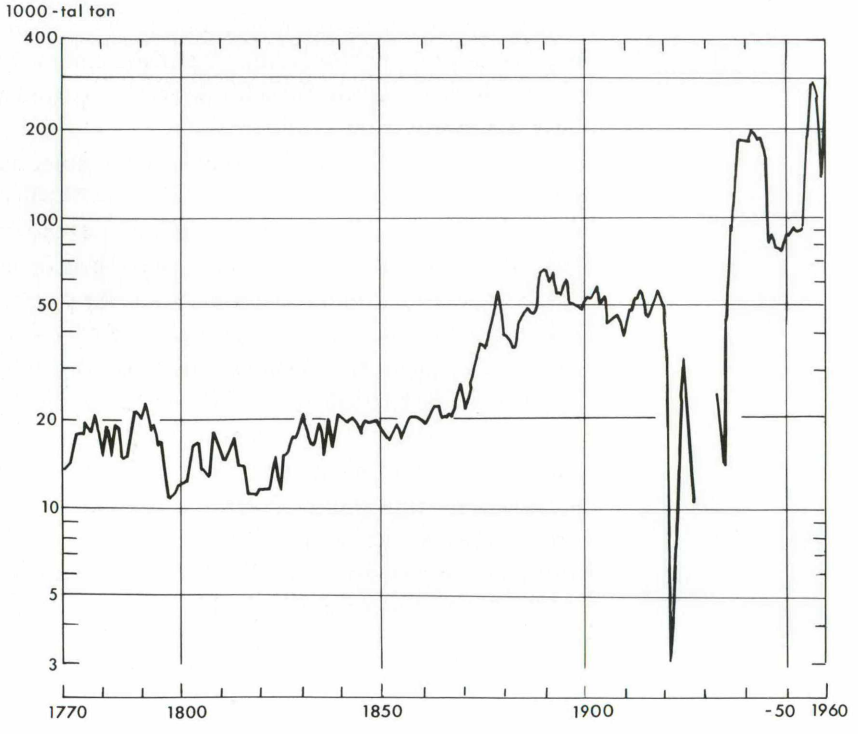
Gruvdriften i Dannemora 1770–1870: En fördubbling

Det har viss betydelse att ge en kort beskrivning av gruvans geografiska läge. Gruvområdet ligger i direkt anslutning till ett omfattande vattensystem med Gruvsjön alldeles intill malmfältet. Bekymmer med vattnet har ständigt försvårat brytningen. Redan 1694 företogs en rensning av Fyrisån, som åstadkom en sänkning av sjön med ca 0,5 m, kombinerat med en mindre dammbyggnad. Efter avtal med Uppsala Akademi och Wattholma masugn 1757 sänkte man sjön ånyo, nu med 4 fot eller ca 1,2 m jämte nya fördämningar.

Produktionen under 1600-talet nådde aldrig upp till tio tusen ton, men mot århundradets slut började den stiga till mellan femton och arton tusen ton. På denna nivån låg produktionen under hela 1700-talet. Mot slutet av århundradet, från 1770, började en sakta ökning med vissa avbrott till ca tjugo tusen ton malm omkring 1870 (se diagram 1).

En begränsande faktor, utöver efterfrågan, var brytningsmetoden, som ända till 1720 skedde medelst den s k tillmakningsmetoden. På en bild från 1656 ser man uppfordringssystemet, hästvandringar, tre skärpningar samt i bakgrunden en mängd vedtravar. Med vedens hjälp upphettades berget så att det vid avkylningen sprack och man

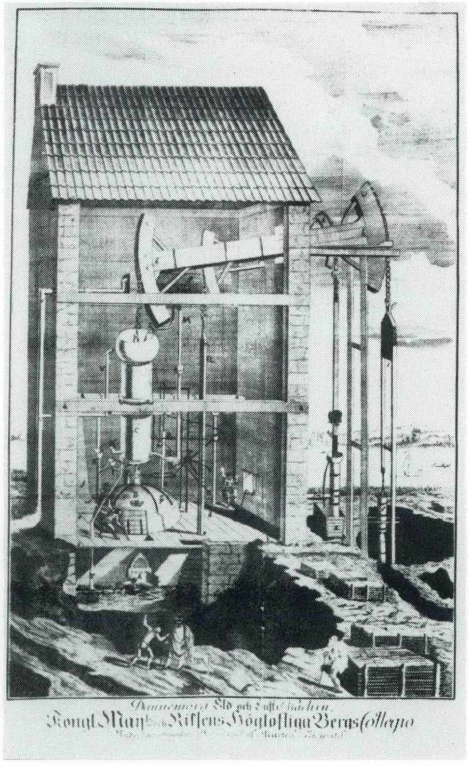
Diagram 1. Malmproduktion i Dannemora 1770–1960. Direkt erhållen malm (exkl malm från äldre varp).



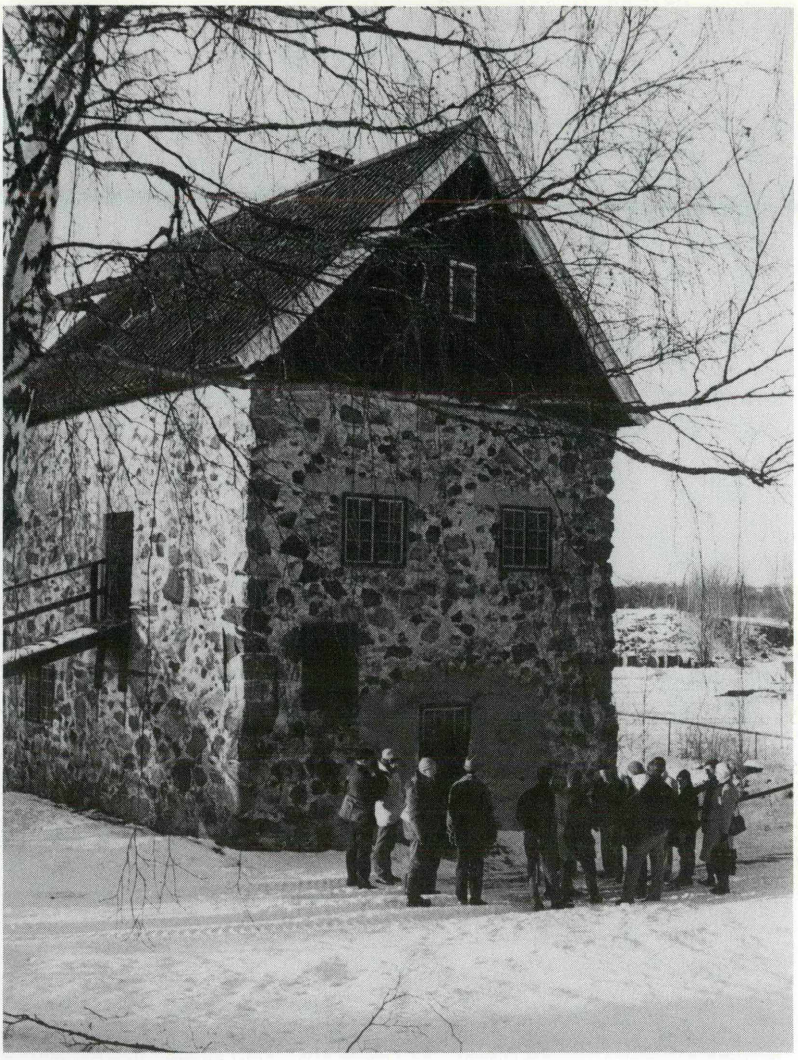
kunde bryta loss malmstyckena för uppfordring med hästvindor. Källorna uppger behovet till 5 m^3 ved för att få loss ett ton berg. Metoden var tidsödande och slukade stora mängder ved i en tid, då talet om skogsbrist blev allt intensivare. Man såg sig om efter någon annan metod. På initiativ av Bergscollegiet gjorde man försökssprängningar med krut 1728 med hjälp av inflyttade bergssprängare från Sachsen. Efter viss tvekan övergick man till den nya brytningsmetoden.

Vattenproblemen och Mårten Triewald

Vi har redan behandlat en del av gruvans vattenproblem. Till slut tillgrep man en för den tidens Sverige unik metod, nämligen användning av en ångmaskin för länspumpningen vid sidan av de traditionella hästvandringarna. En svensk, Mårten Triewald, vistades i England i början av 1700-talet. Han studerade bl a Thomas Newcomens nya ångmaskin, den första för praktiskt bruk inom gruvdriften med lyckade resultat. Vid återkomsten till Sverige 1726 konstruerade Triewald en eld- och luftmaskin efter modell Newcomen, den dittills största maskinen, som skulle sköta både länspumpningen och uppfordringen. Försöken började 1727/28 men drabbades av ständiga fel och avbrott, så att man måste avbryta metoden 1734 och igen återgå till det gamla. Det var ett djärvt experiment, en innovation, som



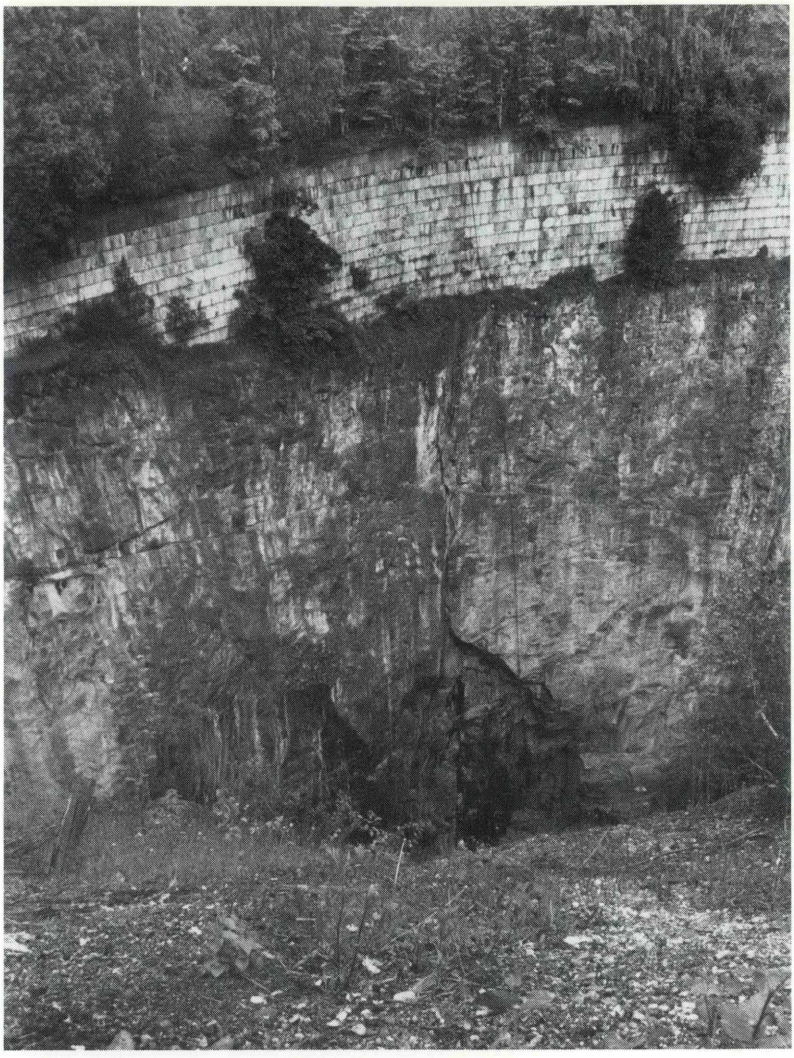
2. Mårten Triewalds ångmaskin i Dannemora. Gravering av Eric Geringius i Triewalds bok *Kort beskrifning, om eld- och luft-machin wid Dannemora grufwor* (Stockholm 1734).



3. Det bevarade maskinhuset i Dannemora, vari Triewalds ångmaskin var installerad. Foto Jan-Erik Pettersson, TM.

kunde ha lyckats. Konstruktionen var nog riktig men materialbrister och personalens bristande "knowhow" förklarar misslyckandet, ty i England fungerade maskinerna utan anmärkning. Kvar finns maskinhuset i Dannemora. Man har även återfunnit konstruktionsritningarna (Lindqvist 1977).

Man fick ånyo använda hästvindorna kompletterade med vattenkraft via konstledningar. Särskilt hotande blev situationen 1772 och 1781 byggde man en damm av granitblock, sammanfogade med pozzolancement, mellan gruvan och sjön till en höjd av 3,5 alnar eller ca 1,5 m. Trots detta befann man sig 12 alnar eller 6 m under sjöns yta.



4. Storrymningen med en del av den fördämning av granitblock som uppfördes 1781. Dammen når här sin högsta höjd, ca 11 m, efter en påbyggnad i början av 1800-talet. Foto Kay Danielson 1991, TM.

En ny katastrof inträffade 1795. Vattnet bröt igenom dammen och fyllde dagbrottet i Mellanfältet till 54 m:s djup med nedgången i brytningen, vilket märks med all tydlighet på produktionskurvan, som föll ner till ca tio tusen ton. Det skulle dröja 40 år, innan man uppnådde en mera normal nivå omkring 20 000 ton.

Hela tiden uppstod nya läckor i fördämningen. Konstkraften var inte tillräcklig. Man sökte efter en ny maskin, som kunde komplettera befintliga kraftresurser. År 1806 fann man äntligen lösningen i form av en ny ångmaskin på 10 hkr av typen Boulton-Watt, den första i Sverige. Samtidigt förbättrade man dammarna. Man tog bort allt berg

och all jord till 35 fots djup och byggde en ny och fastare damm för de mest utsatta delarna av gruvfältet. Arbetet avslutades 1813, och 1826 förlängdes den nya vallen ytterligare till ett par andra gruvor i området. Nu kunde ångmaskinens kraft användas även för uppfordringen av malmen. Fälten i norr och söder skyddades genom liknande anläggningar, först med trästockar, sedan med stendammar. Som ett kuriosum kan nämnas, att kostnaden för dessa arbeten mellan 1795 och 1840 har beräknats till den icke föraktliga summan av en halv miljon kronor.

I stort indelades gruvområdet i tre delar: Södra fältet, Mellanfältet med Storrymningen – 140 m djupt dagbrott – och Norra fältet. Sedermera har andra fyndigheter tagits i bruk utanför dessa tre gamla fält. Gamla och nya gruvkartor har olika namn på de många skärpningarna. Andelsfördelningen vid slutet av denna period var som följer: Södra gruvbolaget bestod av 12 000 andelar, Norra fältet av "gamla allmänna bergslagen" av 33 000 andelar. I Mellanfältet bestod Storrymningen av 200 andelar, fördelade mellan bruken enligt följande: Strömsberg 78, Forsmark 48, Löfsta 26, Söderfors 12, Gysinge 24 och Schebo 12 andelar.

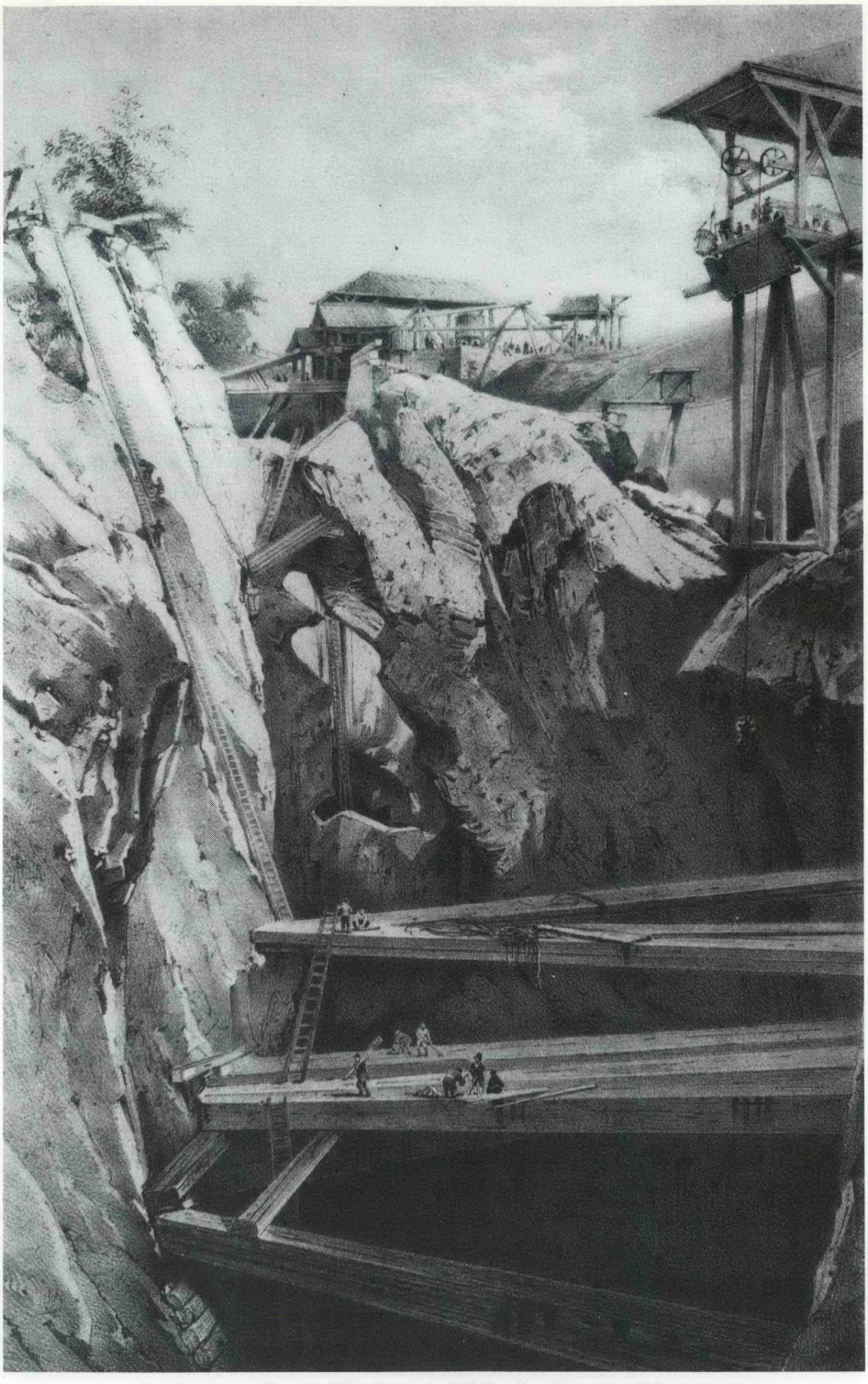
Malmdistributionen till delägarna 1851–1865

Denna redogörelse medger inte en mera fullständig redovisning av distributionen av malmen delägarna emellan. En viss uppfattning fås kanske av följande sammanställning av gruvstatistiken för åren 1851–1865.

Tabell 1. Distribution av Dannemora malm mellan bruken 1851–1865

Bruk/masugn	malm i ton	andel i %
Lövsta	63 732	21,1
Österby	35 603	11,8
Söderfors	28 668	9,5
Forsmark	28 343	9,4
Gysinge	26 001	8,6
Schebo	24 074	8,0
Strömsberg	21 043	7,0
Wattholma	19 859	6,6
Harg	18 645	6,2
Älvkarleö	11 992	4,0
Gimo	9 317	3,1
Rånäs	9 317	3,1
Ljusne	4 882	1,6
TOTALT	301 476	100,0

Källor: Gruvans räkenskaper och årsberättelser.



5. Storrymningen vid mitten av 1800-talet. Kopparstick av A Meyer.

Man finner, att 13 järnbruk kunde disponera malm från Dannemora gruvfält under perioden för tillverkning av det nu världsberömda Dannemorajärnet. Det var ca 19 000 ton malm eller ca 8 000 ton exportjärn per år, om man tar hänsyn till järnförlusterna i processerna. Den viktigaste marknaden var den engelska i Birmingham och framför allt i Sheffield. Vid studier i de engelska bruksarkiven, bl a hos Doncaster & Sons Ltd, har man kunnat finna priser, mängder, järnstämplar för de olika upplandsbrukens järnleveranser år för år. (Se härom Eriksson 1955 och 1987 samt Attman 1986).

Expansion 1871–1920

I stort sett kan man säga, att den svenska järn- och stålindustrin uppvisar en relativt kontinuerlig tillväxt under de femtio år, som denna period omfattar. Det fanns visserligen sämre tider som efter det fransk-tyska kriget 1870–71, men efterfrågan växte ånyo, inte minst på den för Sverige relativt nya amerikanska marknaden och den tyska (Eriksson 1955). I stället reducerades vår andel på den engelska marknaden.

För Dannemoras del inleddes perioden med stark optimism, som räckte halva perioden till 1905. Brukens kvalitetsjärn visade sig vara mindre konjunkturkänsligt och hävdade sig rätt väl mot de nya produkterna från stålprocesserna. Vid gruvan försökte man effektivisera driften. Sedan Storrymningen använts som dagbrott till 140 m:s djup, övergick man omkring år 1870 till underjordbrytning. Man valde metoden igensättningsbrytning enligt vilken den värdefullaste malmen "skräddes" ut i gruvan och tömdes i rullschakt till utlastningsnivån, varifrån den sedan uppfordrades. Det utbrutna partiet fylldes sedan med ofyndigt berg. År 1916 började man förbereda magasinsbrytning. Endast så mycket malm tappades ut genom gluggar till utfraktsnivån för lämplig arbetshöjd mellan berghögen och taket i arbetsrummet. När full höjd uppnåtts kunde allt "magasinerat" berg tappas ut.

Sprängningtekniken förändrades. Sedan krutsprängning tagits i bruk 1728 dröjde det ända till år 1916, innan man började på försök använda dynamit. Som vi minns behövde man 5 m^3 ved för 1 ton berg. Med 4,25 hg krut nådde man samma resultat, medan man bara behövde ca 1,2 hg dynamit per brutet ton berg.

En tredje betydelsefull förändring gällde malmtransporterna. Kl 4 på em den 21 april 1874 avgick det första malmtåget från Dannemora. Gruvan hade nu direkta tågförbindelser, dels med Uppsala–Gävlebanan, dels med Harg, som blev den viktigaste utskeppningshamnen genom utbyggnaden av Hargshamn.

Slutligen kan nämnas, att under den här perioden infördes nya metoder för sovringen genom att nya maskiner installerades under åren 1890–1905. I slutet av perioden byggde man ett anrikningsverk, som efter många leveranssvårigheter kunde tas i bruk 1919. Rekord-



6. Gruvarbete i Dannemora omkr 1920. Foto TM.

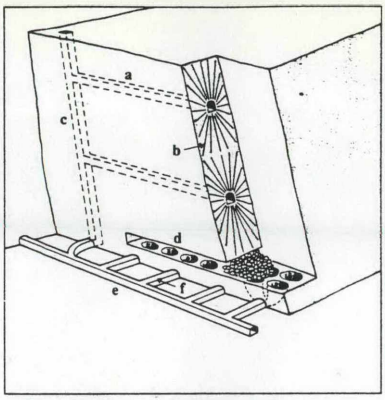
året 1920 med 58 000 ton satte punkt för en glansfull period i gruvans historia. Nu ställdes man inför efterkrigsårens vikande konjunkturer och interna ekonomiska och företagsekonomiska problem.

De svåra åren 1921–1936

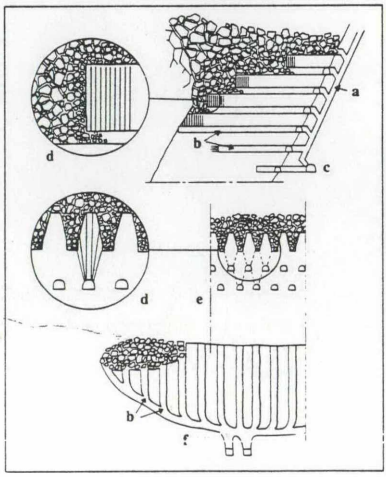
En svår tid inträdde efter krigsåren för bl a vallonbruken i Uppland, de främsta avnämarna av Dannemoramalmen. År 1918 hade följande bruk andelar i gruvan: Gimo–Österby–Löfsta 50 %, Strömsberg 13 %, Söderfors 16 %, Iggesund 10 %, Harg 9 % och Ljusne 2 %. Något senare bildades ett nytt gruvbolag, Gimo-Österby Bruks AB, som med svårighet kunde uppehålla driften på grund av ringa efterfrågan. Missnöje bland de anställda resulterade i en strejk år 1928. Driften låg nere i fem år, vilket även framgår av produktionskurvan.

Rekonstruktion och ny tillväxt 1937–1960

Efter depressionsåren återkom den utländska efterfrågan liksom den svenska på malmen. Och år 1937 bildades ett nytt bolag för gruvan, AB Dannemora Gruvor, bestående av fyra delägare: Fagersta, Stora Kopparberg, Iggesund och Harg. Under krigsåren kunde man producera betydande malmmängder, flera år ca 200 000 ton. I samband med



7. Skivpallbrytning. a) borrort, b) borrhål, c) stigort, d) horisontalslits, e) utfraktsort, f) lastort.

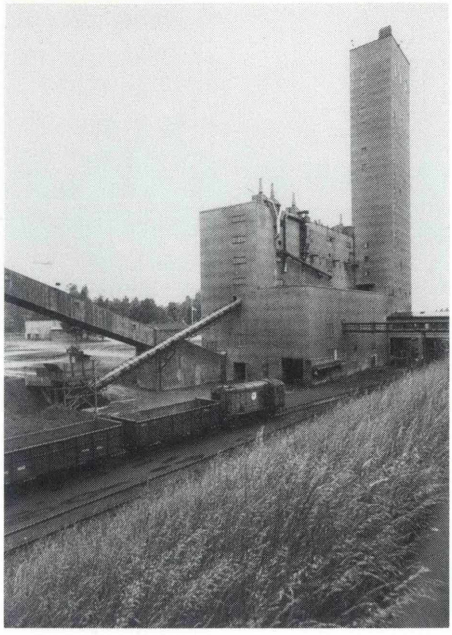


8. Skivrasbrytning. a) störtschakt, b) borr- och lastort, c) utfraktsort, d) borrprofil, e) vertikalskärning, f) horisontalskärning.

centralisering till det nya schaktet 1955 övergick man alltmera till en ny brytningsmetod, skivpallbrytning. Man skapar en närmast vertikal front eller slits, där malmen får falla ned till last- eller skrapnivån. En nackdel är att viss del av sidoberget lätt kan rasa. Det måste då lastas ut.

Redan nu – men ännu mera under de sista trettio åren – utvecklade man gruvtekniken för att tillvarata malmen effektivare. Man tillvaratar magnetit – som kan anrikas magnetiskt, varvid en stor del av manganet följer med – knebelit och dannemorait. Dannemoramalmen äger vissa värdefulla fördelar framom andra malmer. Den låga fosforhalten, 0,004 % P, den relativt höga manganhalten, 1–3 % Mn, den engående karaktären och hållfastheten, som underlättade hyttgången samt dess lättsmälthet, som krävde mindre bränsel (träkol) än andra malmsorter. Ur transportsynpunkt är dessutom läget vid järnväg och nära exporthamnen Hargshamn fördelaktigt.

Under denna period skedde vissa förändringar, aktieägarna emellan. År 1937 blev Fagersta den störste aktieägaren. Genom ytterligare



9. Gruvlaven över centralschaktet med sovringsverket i förgrunden. Foto Kay Danielson 1991, TM.

förvärv av Ljusne-Woxnas och Hargs innehade Fagersta 70 % av aktierna. Stora Kopparberg, som köpt Strömsbergs och Söderfors' aktier ägde nu 25 % och Iggesund 5 %.

Innan vi närmare redogör för gruvans sista 30 år avslutas denna period med produktionsstatistiken för de sista fyra åren, 1958–61, i följande tablå. Antalet anställda var då ca 140.

År	Uppfordrat berg (ton)	direkt erhållen malm	slig
1958	430 000	238 891	21 110
1959	341 036	150 686	35 382
1960	543 609	266 922	62 240
1961	571 322	297 331	58 222

Källor: Bolagets räkenskaper och årsberättelser.

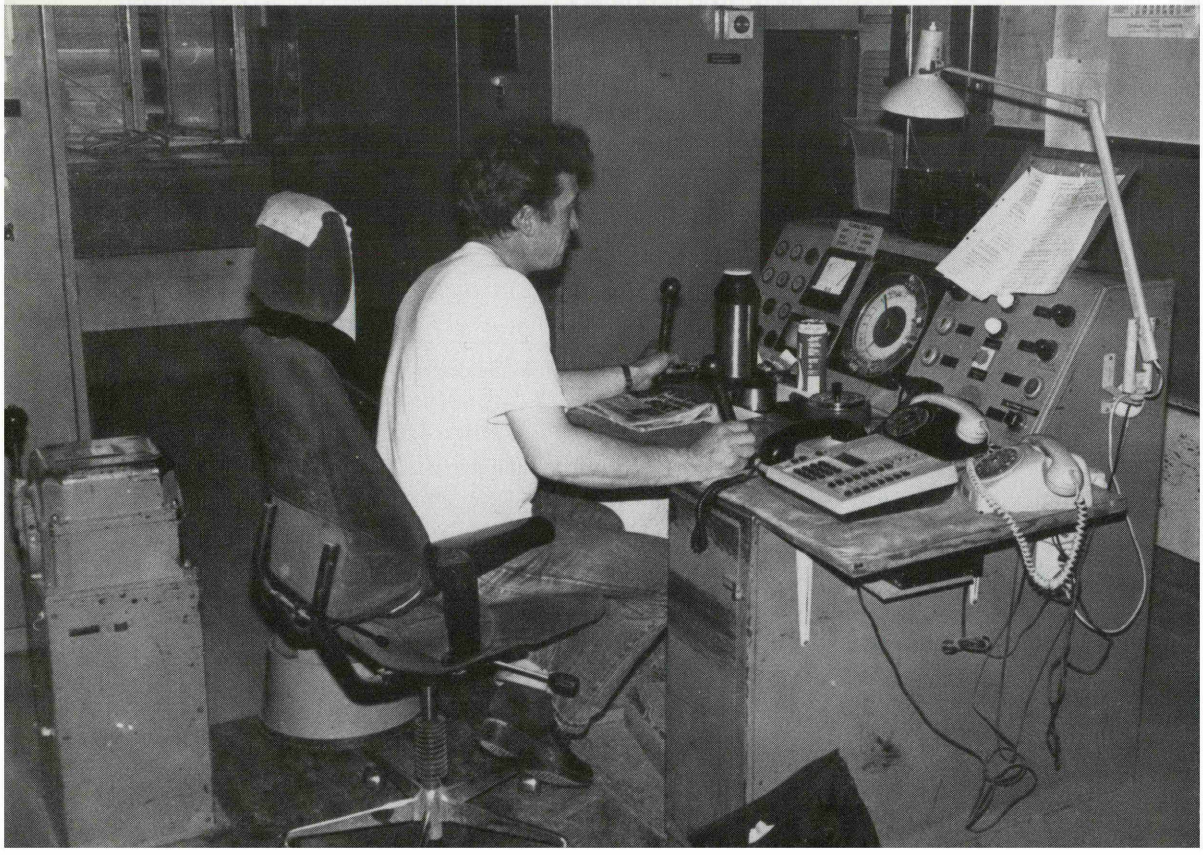
Nedläggning efter fördubbling av produktionen 1961–1991

Med reservation för någon osäkerhet beträffande storleken av den äldsta brytningen vet vi, att mellan åren 1770 och 1935 bröts ca 6 milj ton och mellan åren 1936 och 1961 ca 5 milj ton, vilket tillsammans utgör ca 11 milj ton malm. Under de sista trettio åren uppfordrades ca 30 milj ton berg, varav ca hälften eller 15 milj ton utgjordes av järnmalm. Det skulle betyda, att man erhållit ca 26 milj ton malm, när gruvan läggs ner årsskiftet 91/92. Finns det någon malm kvar? Vi återkommer till den frågan lite senare.

Under de sista trettio åren har malmproduktionen ungefär fördubblats (diagram 3). År 1966 utvidgade man uppfordringskapaciteten från 125 t/h till 210 t/h, vilket direkt åstadkom den ökning 1967, som framgår av diagrammet. Tyvärr uppstod 1969 ett driftstopp juli–aug men samma år skedde stora ombyggnader av sovringsverket, så att dess kapacitet ökade från 210 t/h till 385 t/h. Produktionen stiger därför ca 1,4 milj t år 1970 och den nivån bibehålles i stort sett t o m 1980. Den 4 nov detta år gick den sista leveransen till Domnarvet. Under de här åren, från 1973, startade man en övergång till en något säkrare brytningsmetod, nämligen skivrasbrytning. Brytningen sker i horisontella skivor. Ofyndigt berg kan delvis lämnas kvar och lastaren har alltid en bergmassa som skydd mot ras.

Produktiviteten, mätt i antal ton uppfordrat berg per arbetare och 8 timmars skift framgår av diagram 2. Den visar en 10-dubbling mellan åren 1955 och 1990. Inte minst under de sista åren har effektiviteten ökat kraftigt, trots att även projekteringsarbetet då inräknats. Utöver vad som redan visats har maskinparken förnyats för de olika arbetsmomenten, såsom ort- och stigortsdrivning, produktionsborrning, lastning, krossning under jord, uppfordring och utfrakt. Här kan även nämnas, att det månghundraåriga vattenproblemet fick sin slut-

10. Manöverrummet för gruvspelet i gruvlaven. Foto Kay Danielson 1991, TM.



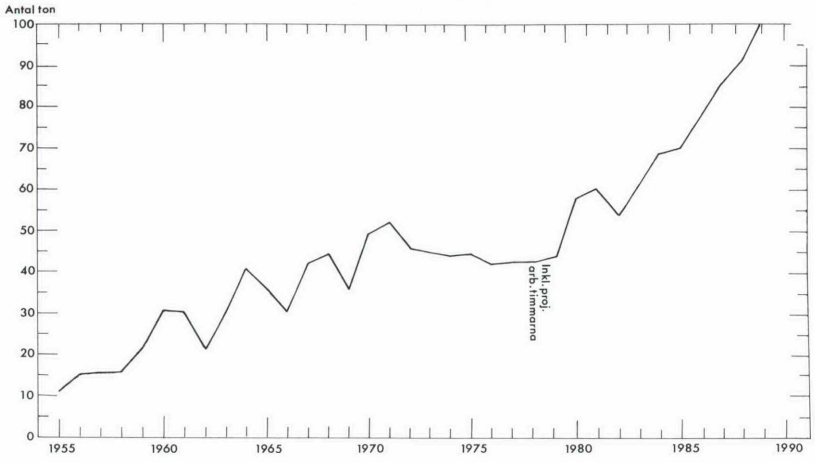


Diagram 2. Produktiviteten i Dannemora mätt i antal ton uppfordrat berg per underjordsarbetare och 8-timmarsskift 1955–1989.

11. Här borras det sista hålet i Dannemora. Foto Kay Danielson 1991, TM.



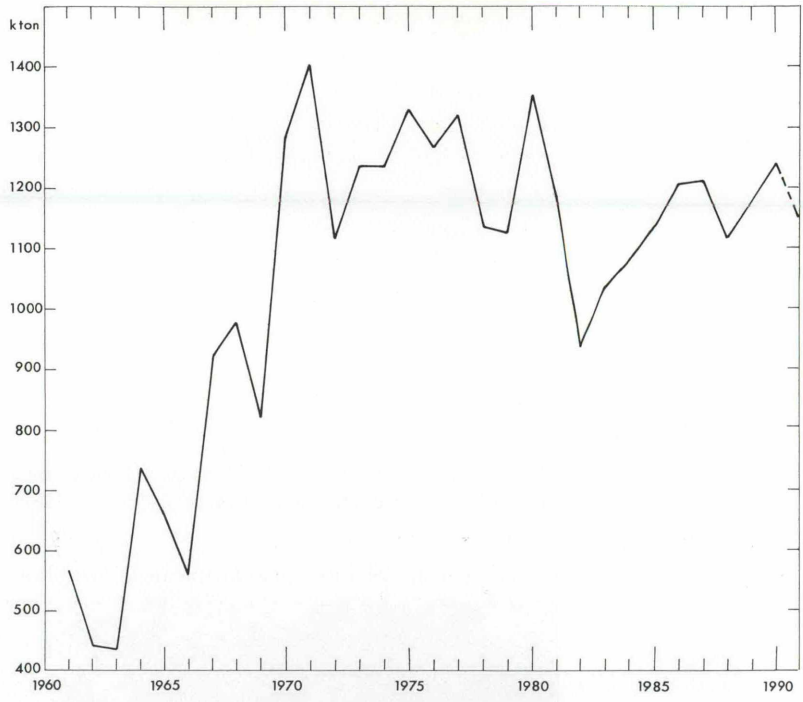
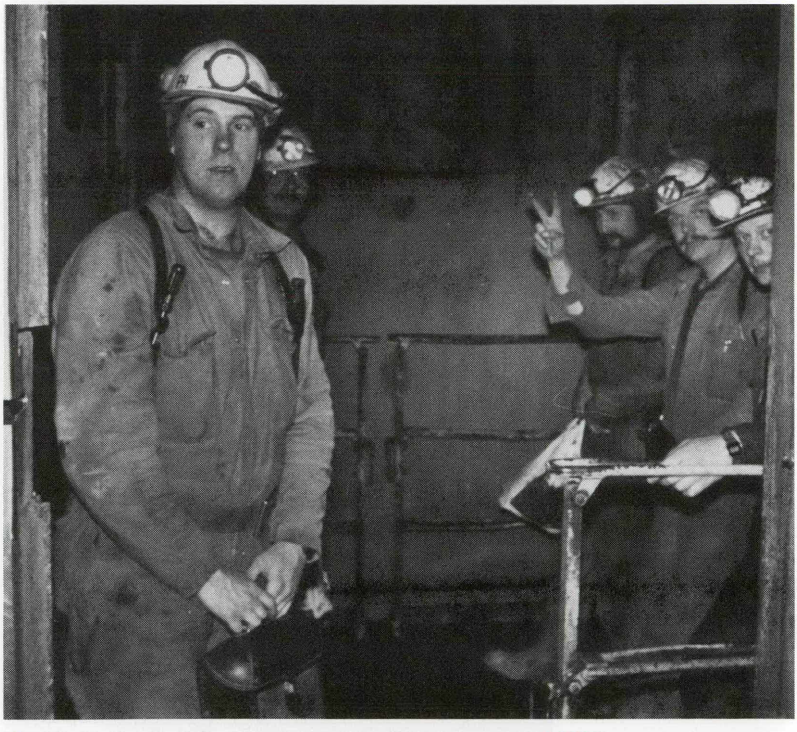


Diagram 3. Uppfordrat berg i Dannemora 1961–1991.



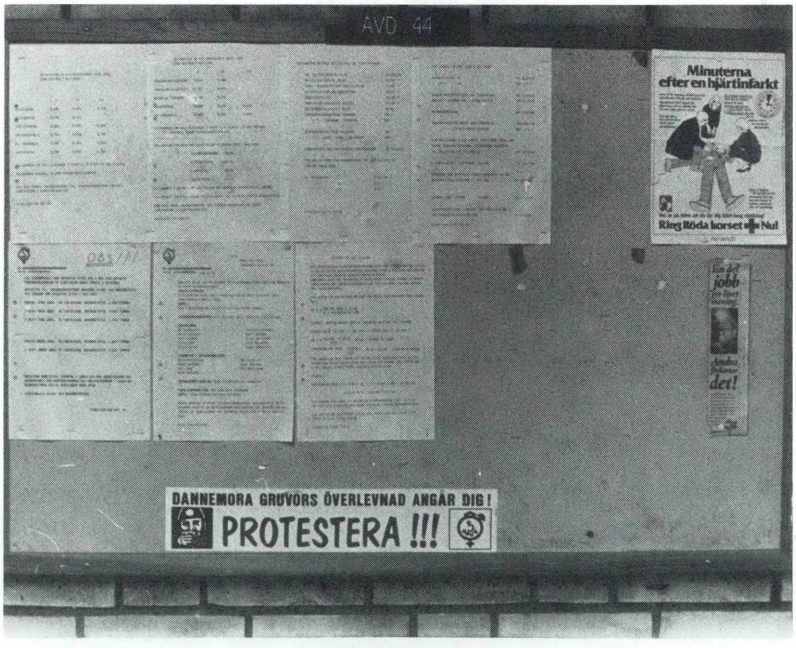
12. Optimism in i det sista. Foto Kay Danielson 1991, TM.

liga lösning 1968. Hela Gruvsjön invallades och torrlades. Norr och väster om sjön grävde man en kanal för att leda förbi vattnet från resten av vattensystemet.

De produkter, som man f n får från gruvbrytningen är som följer: Styckemalm och sintermull ("fines"), som båda innehåller 50 % Fe, och slig från anrikningen som håller ca 55 % Fe. Dessutom erhålles olika slags krossprodukter, nämligen makadam, grövre sand för återfyllning av bergrummen samt finsand till sandmagasin. Normal årsproduktion de senaste åren har varit 550 kton malmprodukter, varav max 45 % styckemalm.

Hälften av malmen finns kvar?

Finns det någon malm kvar? Vi skall här diskutera den frågan. 26 milj ton har man brutit under ca 500 år. Omfattande undersökningsarbeten har bedrivits. Den sker med hjälp av ortdrivning, systematisk diamantborrning, magnetiska mätningar och givitvis geologisk kartering. Den sammanlagda malmarean av brutna och obrutna malmer på 350 m:s nivån är omkring 50 000 m^2. Kända och sannolika malmtillgångar uppskattades 1987 till 31 milj ton. Sedan har man utbrutit ganska stora mängder. En aktuell beräkning (1990) av kända och sannolika tillgångar anses nu uppgå till 26 milj ton. Med ett djupborr-



13. Gruvarbetarnas protester hjälpte inte den här gången och i december 1991 upphör en 500-årig tradition av malmbrytning i Dannemora, den sista i drift varande järnmalmsgruvan söder om Lappland. Foto Jan-Erik Pettersson, TM.

hål i norra fältet och ett i den centrala delen har malm konstaterats på 1 000 resp 900 m:s djup. Svaret på frågan blir: Halva malmen finns kvar i Dannemora. Men det är förstås en ekonomisk fråga, om det är lönsamt att driva verksamheten längre. I maj 1987 beslöt företagsled-

Tabell 2. Dannemora gruvor, brytning och produktion 1961–1991

År	Uppf berg	Sovr prod	Anr prod	Antal anst*
1961	571 372	297 331	58 222	136
1962	440 619	179 839	67 700	137
1963	436 649	36 212	125 762	122
1964	738 339	197 703	143 341	128
1965	659 350	179 721	136 224	138
1966	561 249	157 526	135 305	145
1967	921 016	285 503	143 827	153
1968	980 911	340 840	147 193	172
1969	821 567	345 420	175 397	188
1970	1 284 612	578 268	102 848	197
1971	1 400 543	570 771	103 560	223
1972	1 115 680	537 598	129 050	198
1973	1 235 241	579 864	111 199	208
1974	1 233 884	608 477	99 522	224
1975	1 328 660	161 528	221 275	245
1976	1 265 869	269 948	274 624	254
1977	1 322 886	261 041	346 855	256
1978	1 137 089	163 736	385 230	235
1979	1 127 820	91 380	423 361	222
1980	1 353 376	101 978	436 607	205
1981	1 187 811	217 346	338 070	191
1982	930 768	0	371 297	170
1983	1 035 373	30 699	339 310	152
1984	1 078 978	197 298	252 642	145
1985	1 137 666	267 010	241 628	155
1986	1 205 714	287 952	297 622	151
1987	1 211 874	311 968	327 766	140
1988	1 117 685	297 687	307 608	128
1989	1 177 947	308 879	331 496	119
1990	1 239 518	324 678	319 599	113
1991	1 150 000	295 000	320 000	100

* Under de senaste 15 åren har, utöver de fast anställda, ett antal korttidsanställda samt anställda hos entreprenörer arbetat vid gruvan.

Källa: Dannemora Gruvor AB.

ningen hos ägarna, SSAB, att driften skulle läggas ner årsskiftet 90/91, men det blir alltså inkommande årsskifte 91/92.

Ägarna har skiftat under nedläggningsperioden. År 1974 blev Stora Kopparberg ensam ägare till gruvan. Redan år 1978 övergick gruvfältet i Svenskt Stål ABs (SSAB) ägo. Det har även påverkat avsättningen. Under Storas tid gick en betydande del av malmen till Domnarvet (47 % år 1977) men det upphörde 1980. Dessförinnan gick ca 50 % till Tyskland och under hela perioden har Finland (Koverhaar) svarat för 20 %. Under den sista tiden har Oxelösunds andel successivt ökat till upp till ca 70 % av produktionen samt fortsatt export till Tyskland och några andra länder.

Vad händer sen?

Under ca 500 år har Dannemora gruvor producerat en speciellt värdefull malm som lagt grunden till den en tid så blomstrande järnhanteringen i Uppland. Bergscollegium yttrade 1688: "Dannemora är den bästa och angelägnaste gruvan i Riket och övergår alla andra till ymnighet och godartad malm." Den och vallonbruken har skapat ett världsrykte för svenskt järn under flera århundraden. Driften läggs nu ner och ett drygt 100-tal anställda får lämna sina arbetsplatser.

Området bör bevaras som ett betydelsefullt industrihistoriskt minnesmärke. Och beredas till en sevärdhet tillsammans med närliggande Österby för olika grupper av turister och andra besökare. Det sker redan, men även nu i bruk varande byggnader, t ex Gruvstugan med museet, bör göras tillgängligt för besök. Man kan hoppas, att SSAB kan bidraga med stöd till de lokala turistorganisationerna. Men det krävs personliga insatser och en väl genomtänkt marknadsföring av det unika området.

Litteratur

Attman, A, Svenskt Järn och stål. 1800–1914. Jernkontorets Bergshistoriska Skriftserie 21. 1986.

Eriksson, G A, Bruksdöden i Bergslagen efter år 1850. Jernkontorets Bergshistoriska Skriftserie 15. 1955.

– Dannemora jetzt und vordem. 1961.

– Finnish and Swedish Iron Export to England in the 18th and 19th Centuries. With an Excursus. 1987.

Hildebrand, K-G, Fagerstabrukens historia. Sexton- och sjuttonhundratalen. 1957.

Lindqvist, S, The Impact of the Introduction of Steam Engine Technology on the Society of Dannemora Mines. 1977.

Rydberg, S, Dannemora genom 500 år. 1981.

Wahlund, J, Dannemora Grufvor. Historisk skildring. 1879.

Anm För tiden efter 1960 har värdefull information erhållits av företagsledningen i Dannemora. VD Mats Törnqvist, och gruving Bo Gustafsson. En stencil "Dannemora Gruvor" innehåller värdefull information, som även använts.

Summary

It is still not known how and when Dannemora was discovered. The mines probably began to be worked, however, in the 15th century, perhaps earlier. Through Walloon investments during Sweden's period as a great political power, the mine grew in importance since Dannemora or Öregrund iron was in great demand especially on the English market, eg in the Sheffield area. The special privileges enjoyed by the Uppland ironworks gave them a favoured position which was exploited as long as the foreign demand for Walloon iron existed.

As far as Dannemora is concerned, the water question was probably the local factor which chiefly determined and hampered production in earlier periods. This question was first definitively solved in 1968. The glorious history of Dannemora iron came to an end with the First World War. Then came difficult times. Gradually production was concentrated on ore for export and from 1955, the increase in production achieved levels several times higher than before.

During the last 30 years, production has doubled and productivity has increased tenfold since 1955. Half the volume of iron ore (i e between 25 and 30 mill tonnes) still remains. The new owner, the Swedish Steel Company Ltd (SSAB) has, however, decided to finish mining at the end of 1991. Hopefully the area will be able to continue as one part of an attractive region for the conservation of the Walloon iron industry in the northern part of Uppland.

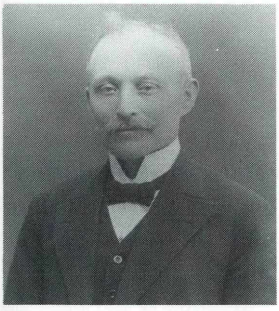
Vallonsmide och bruksliv i Dannemora bergslag under gångna tider

*Av Johan de Faire**

Huvudnäringen vid bruken kring Dannemora gruvor var vallonjärnstillverkningen. Denna smidesmetod infördes från Belgien av vallonerna i mitten av 1600-talet. Den plats i vårt land där vallonsmidet först började var vid Österby bruk i Uppland, vilket är beläget endast en kilometer från de rika Dannemora-gruvorna. Smedjan vari det började kallas för Herrgårdshammaren, vilken står kvar på sin plats ännu idag. Traditionen uppger tiden till år 1643.

Smälthärdens konstruktion

I en gammal vallonsmedja fanns alltid två härdar, en *smälthärd* vari tackjärnet färskades till smidbart järn och en *räckhärd* vari de hopslagna smältorna välldes för att sedan utsmidas till stänger av olika dimensioner. Mitt på golvet i smedjan stod hammaren, en s k *skafthammare*.



1. Förman Johan de Faire (1868–1932). Foto TM.

Grunden till härdarna i en vallonsmedja lades fyra alnar i fyrkant och två alnar djupt, på detta byggdes yttermurarna av härden med mycket grova bördjärn där härden skulle vara öppen. Nere i grunden var trummor som sammanstötte mitt under härden med utlopp utåt, så att icke härden skulle bliva "vattensjuk", vilket var ett mycket svårt fel, där det förekom. Dessa trummor täcktes med en stor tackjärnshäll och ovanpå denna häll restes (byggdes) sedan själva härden enligt följande mått:

Från *altan* (upphöjt golv framför härden) upp till *lackterhällen* var 10 à 12 tum. *Lackterhällen* eller *lackhällen*, som också kallas *ladd-*

* I september 1924 fick förman Johan de Faire (1868–1932) i uppdrag av Tekniska Museets dåvarande chef Torsten Althin att nedteckna sina minnen från arbetet i vallonsmedjan vid Österby bruk. de Faire, själv vallonättling, tog sig an saken och överlämnade snart ett manuskript på mer än 200 sidor till museets arkiv. Detta är synnerligen läsvärt men förblev av olika skäl otryckt. Föreliggande postumt publicerade artikel är ett något förkortat kapitel ur manuskriptet.

Jan-Erik Pettersson

stack var den häll som ligger framför härden på en uppmurad tegelmur 10 à 12 tum hög. Denna mur kallas *bröstet.* I denna mur var ett spetthål upptaget rätt in i härden som kallas *lackter*, därav har alltså lackterhällen, som låg ovanpå, fått sitt namn.

Framför smälthärden var ett upphöjt golv av tackjärnshällar vilket kallades för *altan.* Allt arbete i smälthärden försiggick alltså från altan.

På baksidan av härden, mitt emot altan, var ett öppet valv varigenom *gösen* (ett långt tackjärnsstycke) intogs i härden. Detta valv i förening med bottnen därunder kallas för *gösgången* eller *demasche gös.* Framför demasche gös låg *göshuset*, en lång välvd gång med sluttande golv fram emot härden. In i göshuset framvältrades gösen på trärullar, men sedan gösen kom längre fram emot härden lades järnrullar under den.

Var gösen hårdsmält så att den måste *stupas* mycket ned i härden lade man under dess bortre ände en mycket grov rulle, som kallas *kavalt* eller *kovalt.* Då två man hjälptes åt att med spett maka gösen, åt andra sidan, alltså icke vältra den framåt, kallas detta att *apella.*

Hällarna varutav vallonsmälthärden byggdes hade ungefär följande mått, något olika under olika tider:

Härен eller askväggen	31 tum lång	20 tum bred
Blåsväggen	28 „ „	18 „ „
Bottnen	24 „ „	21 „ „
Formhällen	27 „ „	12 „ „

På härdens framsida var en tegelmur. Hällarnas uppställning och härdens storlek: Som bakvägg restes *härен* med ett avstånd från lackhällens inre kant av 33 tum vid forman och 32 tum vid *blåsväggen.*

Vid den sidan av härden där blästern intogs restes *formhällen* i tre gr vinkel emot härен med lutning av en à två gr in i härden. Från härens övre kant ned till formhällens övre kant sju à åtta tum. Avståndet från formhällen till blåsväggen 23 à 24 tum. Blåsväggen restes fem à sex gr i spets emot härен och lutades utåt från fem till tio gr.

Från ena sidan, höger eller vänster, togs bläster in i härden genom *forman* eller *nasa*, som till smälthärdarna alltid var tillverkad av koppar, men i gamla tider till räckhärdarna av gjutjärn. Inkom blästern från högra sidan i härden kallades härden *högerhärd* men inkom den från vänstra sidan kallades den *vänsterhärd.*

Forman var insatt i härden tre à fyra grader underskuren, samt i halvrund form, så att den var flat på bottnen och den övre delen rund. Formhålet i mynningen 2¼ à 2½ t brett samt 1⅜ à 1⅝ högt. Från forman till bottnen 7½ à 8½ tum. Från forman till härен ca 11 tum.

Blästerröret som gick in till forman kallades *tätta* och dess mynning

2. Vallonsmedjan (Herrgårdshammaren) i Österbybruk uppfördes på 1640-talet, ombyggdes på 1790-talet och nedlades 1906. Foto Jan-Erik Pettersson, TM.

var i ungefär samma fason och mått som formans med den skillnaden att då forman var underskuren var tättan i stället överskuren. Med tättan höjdes och sänktes blästern i härden efter behag. Den var även ställbar inåt och utåt så att man kunde föra blästern längre in åt härden om så erfordrades eller tvärtom.

På härens övre kant lades en häll som kallas *blassan* på vilken gösarna låg då de smälte i härden. Blassan var ställbar så att man därmed kunde höja och sänka "smältningen" på gösen. Var tackjärnet hårdsmält sänktes blassan, men var det lättsmält höjdes densamma.



På blåsväggens övre kant lades även en häll i sluttande ställning kallad *kolblassan* till skillnad från den förut omtalade, som kallades *gösblassan.* Dessa båda hällar ha för övrigt under tidernas lopp fått mycket olika namn såsom *blascha, prasche, place* osv. Vilket av dessa namn, som var det ursprungliga är ej så gott att veta. Även kolblassan var ställbar, så till vida, att då man ville ha hetare i härden framdrogs den, så att den, med sin främre kant, låg något framom blåsväggen.

Under vallonsmidets första tid i vårt land smältes endast en gös på härden men i senare tider har alltid smälts två bredvid varandra. Som gösarna alltid varit gjutna i sådan form att bottnen varit smalare och

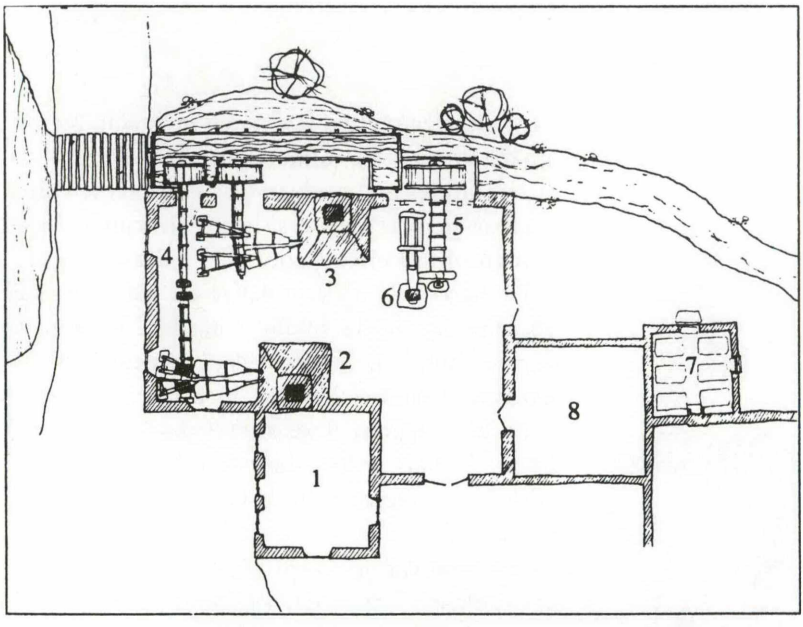
översidan bredare ha de under smältningen lagts så, att *bakgösen*, som låg närmast forman smältes med översidan uppåt, men *framgösen* med översidan nedåt.

Den här ovan beskrivna vallonsmälthärden har under tidernas lopp genomgått mycket små förändringar, då vallonsmederna varit mycket konservativa i fråga om sin smidesmetod och mycket rädda för att dess goda namn och rykte på något sätt skulle komma i misskredit.

Såsom en jämförelse vill jag härnedan uppgiva Direktör Sven Rinmans uppgift å Vallon-smälthärd år 1782.

Från lackstan till hären	1 aln 8½ tum vid forman
Från lackstan till hären	1 aln 7½ tum vid blåsväggen
Från lackstan till forman	19½ tum
Formhällens höjd från bottnen	7 à 7½ tum
Från forman till hären	10½ tum
Härens höjd från bottnen	16½ tum
Blåsväggens höjd från bottnen	14 tum
Lackterhällens höjd från bottnen	16 tum

Forman gemenligen 4½ tum inne i härden litet sned avfilad inåt så att blästern driver starkare mot gösen, vilket ändras efter tackjärnets beskaffenhet.



3. Planritning av vallonsmedjan i Österbybruk. 1) göshus, 2) smältarhärd, 3) räckarhärd, 4) hjulaxel, 5) vattenhjul och hjulaxel för hammare, 6) hammare, 7) labbi, 8) stångjärnsbod. Ur K-G Hildebrand, Svenskt järn. Sexton- och sjuttonhundratal. Exportindustri före industrialismen (1987).



Formans mynning i halvcirkel 1⅝ à1¾ tum hög samt 2⁵⁄₁₆ à 2½ tum bred. Härdbottnen lägges litet lutande 1/4 tum till hörnet emellan blåsväggen och hären osv. Av ovanstående synes att skiljaktigheterna är ganska små. Största skillnaden ligger i härdens djuplek och lackhällens höjd från bottnen.

I mitten av 1800-talet började man använda *blåsmaskiner* av järn för erhållande av bläster till härdarna, men före denna tid användes *blåsbäljor* av trä och läder, eller också enbart av trä, som var en lite senare tids uppfinning.

Bäljorna stod på den sidan av härden där forman var belägen, inga längre rörledningar för blästern erfordrades.

Räckhärden

Vällningen av vallonjärnet försiggick i den s k *räckhärden.* Allt sedan våra förfäder hemma i "Pays de Wallons" började framställa sitt världsberömda vallonjärn har dess smältning och vällning försiggått i skilda härdar.

Vid de flesta andra smidesmetoder, från denna tid, smältes, färskades och välldes järnet i samma härd, såsom vid tysksmide och flera andra metoder, där tackjärnet upplades i kolrummet under den tid vällning och räckning pågick, då det var färdigt att draga ned i härden då räckningen var avslutad. Vid vallonsmidet däremot har alltid funnits både smälthärd och räckhärd.

Vallonräckhärden var i gamla tider i det närmaste lik smälthärden med trummor i grunden och yttermurarna lika stora, av fyra alnar i fyrkant. Härdväggarna var dock något högre, så att härden blev något djupare samt även något vidare än smälthärden.

Ingen förvärmningsugn fanns för smältstyckena, utan togs dessa genast de var hopslagna in i härden.

Arbetet i en vallonsmedja

Arbetssättet i en vallonsmedja var följande: Tidigt på söndagsmorgonen *ställdes* härdarna, sedan man först sotat och huggit ned i härden all *marsvi* eller *marsvil* som bildats på härdens väggar under veckans lopp. Marsvil är stora klunsar av slagg, järn och damm, som slår sig fast på väggarna över härden. Sedan detta nedhuggits med en s k *kexla* av drängen, ställdes härden av mästaren.

Sedan härden var ställd lade man först en stybb emot *bröstet.* Sedan fylldes härden med kol på vilka man i smälthärden lade färskor och stångjärnsavhugg från föregående vecka. På lördagen innan man slog igen arbetades nämligen litet färskjärn, så att man skulle ha litet sådant att börja med då det gick mycket lättare att få första smältan. Därefter påfylldes ännu mera kol på härden och gösarne påfördes.

Då allt var i ordning för veckosmidets början gick smederna hem och vilade sig en stund eller gick i kyrkan, då sådan fanns på bruket, men redan kl tre eller fyra på söndag e m gick smederna och gjorde *buttava*, eld i härden, och veckosmidet tog sin början.



4. Vallonsmeder i Österby omkr 1907 framför den på 1860-talet anlagda och 1901 tillbyggda ånghammarsmedjan. Johan de Faire står i främsta ledet iförd vit smedskjorta och läderförkläde. Foto TM.

Vid smälthärdarna var följande personal: På ena skiftet eller *tourné*, som det kallades, tre man, *mästare, dräng* och *hjälpkarl* men på andra skiftet endast två man, *mästersven* motsvarande mästaren samt dräng.

Vid räcksmidet fanns fyra man på skiftlaget. På ena skiftlaget, *mästerräckare, räckardräng, räckarhjälpkarl* och *goujar*. På andra skiftet, mästersven, räckardräng, räckarhjälpkarl och goujar. De tre förstnämnda var alla smeder och arbetade lika vid både härd och hammare. Det var endast i några mindre detaljer, som var och en hade sitt särskilda åliggande.



Goujaren däremot var icke smed utan hantlangare och koldräng, han hade till sin uppgift att skaffa in kol till härden, *dra på* hammaren, *tolka på* järnet åt smeden, *hugga av* ändarna på hetan, *hugga flagor*, då sådana förekom, dra fram *luppen* ur härden och fram till hammaren osv. Hans åliggande var legio.

I gamla tider fanns ingen förvärmningsugn vid räckhärdarna utan räckhärdens personal hade endast till uppgift att utsmida de smältor, som tillverkades vid smälthärden ävensom den *lupp* som bildade sig på räckhärdens botten. Under vällning av smältorna i räckhärden smälte nämligen en del järn av och rann ned till härdens botten. Detta järn i förening med det järn som smältes ur hammarslaggen, som

användes till flussmedel på härden, bildade på härdens botten en stor smälta, som kallades lupp, vilken framtogs, hopslogs och uträcktes i likhet med smältorna.

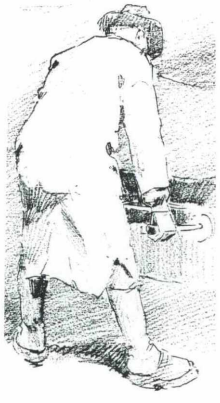
Tiden för luppens bildning i härden beräknades till 1½ timme, eller till den tid då man i härden vällt fyra smältor och den föregående luppen.

En smälthärds och en räckhärds personal kallades ett *hammarlag*, och i detta hammarlag var såväl smältare som räckare kombinerade med varandra i avlöningen, som utgick efter det uträckta stångjärnets vikt. Ett visst anslag av kol och järn var fastställt för härdarna för framställning av en viss kvantitet färdigt stångjärn, så att ju mindre kol man brände upp per ton och ju mindre avbränna det blev på järnet, ju större blev smedernas avlöning. Smederna var därför mycket måna om att få mycket *överkol* och *överjärn*, ty detta betalades bäst. Detta var onekligen en ganska klok uträkning av de gamla bruksägarna och ett mycket verksamt sätt att få smederna att spara in på det dyrbara materialet.

Även i överkol och överjärn från båda härdarna var smältare och räckare kombinerade med varandra i avlöningen, så att mästersmältaren och mästerräckaren, ävenså de övriga funktionärerna vid de olika härdarna, hade lika avlöning och del i ackordet, allt efter den tjänst de innehade, ifrån mästare ned till goujaren, vilkens avlöning var beräknad till hälften av mästarens.

Sedan smederna alltså på söndagsmorgonen gjort härdarna i ordning för den blivande veckans kampanj, och räckarna om så behövdes *skaftat* hammaren, började, som förut sagts, smidet på söndagseftermiddagen kl tre à fyra men senast kl sex, vilken tid slutligen blev den fastställda.

Mästersmältaren gjorde alltid första smältan på söndagen eller om det andra *tournélaget* började, mästersvennen. Hela den övriga delen av veckan arbetade dock smältardrängen först på smältan. Det var hans uppgift att smälta och bryta järnet färskt, vilket kallades att *göra sågen*. Då detta var gjort hjälptes båda smältarna åt att bryta upp järnet ännu en gång, vilket kallades att *rafassa*. Sedan detta var verkställt vidtog mästarens eller mästersvennens arbete, som kallades att *göra smältan*, vilket bestod däruti att han sammanförde alla *färskor* till härdens mitt och stötte ned dem till bottnen, där de då sammanvällde i en stor kluns, som kallas *smälta*.



Då smältan var färdig lades en spade slagg på härden, så att det järn, som möjligtvis fanns "kvickt" i smältan, skulle stelna och smältans övre sida, som kallas *färsksidan*, bli fri från stybb och småkol, vilka om de fick fastna i det kvicka järnet hindrade smältans hopvällning vid hopslagningen.

Båda smältarna hjälptes därefter åt att *bryta upp* smältan varvid man även vände den i härden, så att bottensidan kom uppåt. Därefter

framdrogs den ur härden, med en stor tång, kallad *luppress* och rensades på lackhällen från slagg och lösa järnpartiklar samt fördes vidare till *kramhällen* för att *kramas*, dvs man nedslog med slägga alla *horn* och *skomakare*, som kunde finnas på den samma. Därefter drogs den vidare på *fourbé* eller *furbri* (bana av lång tackjärnshäll) fram till hammaren där den hopslogs av mästaren eller mästersvennen.



Under tiden smältan hopslogs påförde smältdrängen gösarna samt *tog ifrån* forman, dvs han rengjorde forman från all slagg, som under smältgöringen fastnat på den samma. Därvid använde han sig av färskspettet (*sågspettet*) eller av en lång smal ten kallad *stuked*. En sådan stuked stod alltid vid sidan av forman vid såväl smält- som räckhärd och användes för att peta slaggen ur formorna.

Sedan smältan var hopslagen tog räckarna hand om henne och *halsade i* den samma, dvs man smidde ned den på mitten, gjorde en hals på den samma för att värmen i räckhärden skulle bättre bita på den. Sedan den blivit ihalsad infördes den i räckhärden för att vällas.

I gamla tider gick det dock till på annat sätt. Sedan smältan var hopslagen ihalsades den ej genast utan återfördes till smälthärden där man påsatte den en ofantligt stor och grov tång kallad *stortången* och lade åter in den i härden, dels för att styra blästern upp mot gösarna, dels för att få den bättre uppvärmd för räckhärden. Under hela den tid smältdrängen bröt färskt, *gjorde sågen*, måste han alltså ha denna kluns i härden, vilket i hög grad försvårade arbetet. Först sedan sågen var gjord framtogs de ånyo och ihalsades av räckarna och fördes till räckhärden.

Denna metod med stortången borttogs ur vallonmetoden i mitten av 1800-talet, här vid Österby år 1858, dock efter det värsta gräl och stim mellan smältare och räckare. Räckarna ville behålla metoden, men smältarna ville bli av med den, emedan arbetet i smälthärden därav blev mycket tyngre, och dessa segrade slutligen.

Skiftarbete

Tourné, eller skiftet, räknades icke i timmar, utan i smältor. Åtta smältor var ett tourné och beräknades draga en tid av tre timmar. Emedan ingen hopslagshammare fanns, där man kunde hopslå stora smältor och hugga sönder dem i mindre stycken, måste man göra små sådana med en vikt från 30 till 50 kg, som kunde tagas ohuggna till räckhärden. Därutav förstås den korta tid som åtgick för framställning av åtta smältor.



Då åtta smältor var gjorda blev det tournéombyte, då det andra tournélaget började sina åtta smältor osv. Så fortgick arbetet hela veckan med tre timmars arbete och tre timmars vila, oavbrutet.

För oss, nutidsmänniskor, synes ju denna skiftindelning absurd, och den var det även, men det ansågs att vallonsmidet var ett så hårt arbete att smederna ej stodo ut att göra längre skift och icke heller kunde undvara mat längre.

5. Interiör från ånghammarsmedjan i Österby omkr 1914. Johan de Faire stående näst längst t v i bild. Vallonsmidet i Österby upphörde 1943. Vid Strömbacka bruk, den sista vallonsmedjan i världen, pågick detta smide till 1946. Foto TM.

I senare tider sedan hopslagningshamrar kom i bruk och man framställde smältor av större dimensioner av 100 kg vikt och därutöver erfordrades åtta timmar för framställning av åtta smältor.

Vid smedjorna fanns ett s k *labby*, det vill säga sovrum för det vilande tournélaget. Då smederna gjort sitt tourné gick de hem till "mor" och fick mat, varefter de gick tillbaka till labby och vilade sina trötta lemmar på britsarna där till dess de blevo ropade att deras arbete åter skulle börja. Några vidare ceremonier med om- och påklädningar behövdes icke härvidlag. Smeden reste sig från britsen, trädde fötterna i träskorna, tog sin rock på axeln och var på en minut färdig att gripa verket an och göra sitt tourné. Då detta var gjort fick han åter gå hem till "mor" och få mat, då ett viltourné och ett arbetstourné, c:a sex timmar, sålunda hade förflutit sedan förra måltiden.



Arbetet i de gamla vallonsmedjorna var ett strängt och hårt arbete och smederna fick föra ett strävsamt liv som krävde sin man och ett arbete varom senare tiders barn knappast kunna göra sig en föreställ-



ning, men det älskades dock av smederna, som var mycket stolta över sitt arbete och sin smidesmetod, vari de satte en stor ära. Att uppnå ett gott smidesresultat för veckan var deras enda traktan och önskan. Och att med sina grova otjänliga verktyg, sina mycket primitiva tekniska hjälpmedel och med endast den lilla skafthammaren till sitt förfogande, där både hopslagning och räckning skulle utföras, och likväl hinna upp till 60 skeppunds tillverkning i veckan, och därutöver, det får man då verkligen kalla för storverk.

Mästaren hade absolut veto i smedjan där mästersmältaren och mästerräckaren placerats på var sitt skiftlag och där regerade med makt och myndighet. Ingen vågade motsätta sig deras befallningar. Det var kärt att få behålla sin anställning i smedjan. Själva *inspektoren*, som bruksförvaltaren kallades på den tiden, kunde ibland komma till korta om det föll smedmästaren in att gå till *patron*.

Eldvaktaren

En funktionär i vallonsmedjan, som jag förut glömt att tala om, var *eldvaktaren*. Han var den lägste men ingalunda den minst viktige. Av hans påpasslighet berodde det många gånger om smedjan skulle bli kvar på sin plats eller om den röda hanen skulle få fast fot i det mycket eldfängda taket.

Med att vara eldvakt fick den blivande smeden börja sin tjänstgöring i hammarsmedjan. Och han var ej litet stolt över detta uppdrag, varigenom han hade utsikt att en gång bli smed liksom hans far och hans förfäder.

Om man för en läkare eller vetenskapsman skulle omtala hur en sådan pojke fick växa upp skulle han tro att man ljög och att ingen människa ens kunde leva med ett sådant liv, än mindre att kunna bli en stor och stark karl.



Var pojken storväxt fick han börja i "hammaren" redan vid 10 à 11 och sist vid 12 års ålder. Eldvaktaren hade till uppgift att vakta elden, *rissla kolen*, om så behövdes, sopa och hålla snyggt såväl inom som utomkring smedjan, tända talgljuset och lysa smederna medan de insköt kol från kolhuset och ve honom om talgdanken fick brinna en minut längre än det nödvändigt behövdes, då hade han genast "främmande händer i håret". Vidare skulle han hjälpa smältarna vältra in gös i göshuset samt gå alla ärenden för smedjans räkning och dessutom vara "pass opp" åt hela hammarlaget, gå till *värdshuset* och köpa snus åt smederna, eller gå hem efter *dricksburken* om smeden glömt att taga den med sig då han gick till labby. En kopparkruka svagdricka hade smederna med sig och förtärde för varje arbetstourné. I nuvarande tid har *kaffeflaskan* intagit dricksburkens plats. Men det viktigaste av alla eldvaktarens uppdrag var dock att han två gånger i veckan skulle från *bruksmagasinet* hämta brännvin till *bleckan*, som av bruket bestods smederna. Bleckan var ett mindre bleckmått i vilket det gick ungefär två supar.

I sommartid då det var varmt tillsattes brännvinet med malörtdroppar för hälsans bevarande, men på vintern bevarade det hälsan utan droppar.

Efter denna redogörelse för eldvaktarens många åligganden, återgå vi till det liv han fick föra för övrigt. Då han vid 10 à 12 års ålder *kom i hammaren* fick han naturligtvis också börja med smedernas skiftgång, att arbeta tre timmar och sova tre timmar. Vilket naturligt levnadssätt detta blev för en så liten kan ju var och en förstå. Ej heller hade han, likt de gamla smederna förstånd om att *gå i labby* på dagarnas vilskift utan sprang då och lekte bland kamrater. Det blev allenast en liten stund på nätterna, som han fick sova och hann då knappt att somna in förrän han ånyo blev *ropad.* Då han sedan äntligen hann till lördagen och smederna blev lediga till söndagsmorgon, så skulle eldvaktaren och hans kamrat vakta elden under den tid smedjan stod.

Så fortgick eldvaktarens liv, vecka ut och vecka in, det var egentligen endast under de större helgerna, som han riktigt fick vila ut och det är mer än underligt att de flesta blevo stora och starka karlar. Smederna var dock angelägna att få sina söner till eldvaktare, så att de skulle *komma i tur* i hammaren. Sällan hände också att någon som icke *var i blodet*, son till någon som ej var smed, blev eldvaktare. Lyckades det för någon annans pojke att bli det, så blev det för honom visserligen inga sötebrödsdagar.

Men sedan eldvaktaren "genomgått sina hundår" blev han själv likadan mot den nya eldvaktaren.

Den lille eldvaktaren växte dock till och blev stor och stark och fick börja vara hjälpgoujar, blev därefter ordinarie goujar, därefter hjälpkarl och om några år räckare- eller smältardräng och slutligen, då någon av mästarna tagit *gratial* (pensionerats), mästerräckare, mästersmältare eller mästersven. Då voro hans hundår förbi och han blev lika stor pamp i hammaren, som hans föregångare varit. Nu var det hans egen sons tur att börja vara eldvaktare och passera graderna i sina fäders fotspår, så fortgick det från far till son, släkte efter släkte. Och så fortgick vallonsmidet vecka efter vecka, år efter år, sekel efter sekel.



Ett företags teknikskiften

AGAs första 80 år

Av Ebbe Almqvist

Företaget Gasaccumulator, senare kallat AGA, startade 1904. AGA tillsammans med SKF, Alfa-Laval och LM Ericsson är klassiska exempel på svenska "snilleföretag", som grundades runt sekelskiftet men redan före första världskriget var världsmarknadsorienterade. AGA skiljer sig dock på ett avgörande sätt från de övriga nämnda svenska företagen. Dessa har i huvudsak stannat vid ett eller ett fåtal produktområden medan AGA med sitt system för fyrbelysning och den därur framsprungna internationella gasrörelsen som ekonomisk bas genomgått perioder med stark diversifiering. Sett ur dagens perspektiv finns dock naturliga förklaringar till AGAs många teknikskiften.

Inom fyrtekniken påbörjades genom Gustaf Daléns uppfinningar av klippapparat och solventil en rationaliseringsprocess som i senare tid fullföljdes med elektronikens hjälp. För ett företag som var inställt på att leda utvecklingen av navigationsutrustning gällde det att ta det naturliga steget mot produktion av radiofyrar. Blinkljus med klippapparat visade sig användbart även i signalsammanhang. Så startade AGAs kedja av teknikskiften där utnyttjandet av en kombination av tekniska kunskaper ledde till en rik produktflora. AGA blev ett uppfinnarföretag, som under 50- och 60-talen visade sin mångsidighet i ett "produktträd". Sambanden som ledde till att så många nya grenar ympats in och andra ansats bort har nu historiskt intresse.

1898–1903

Bakgrunden

Affärsidén som skapade AGA var utvecklingen av en av 1890-talets stora innovationer: Acetylenbelysning, en ljuskälla med dittills oöverträffade egenskaper för användning i städer, i hem och samlingslokaler. Uppfinningen att framställa acetylen ur kalciumkarbid och vatten gjordes samtidigt i USA (Willson) och Frankrike (Moissan). I



1. Gustaf Dalén (1869–1937) utvecklade AGA till en världskoncern.

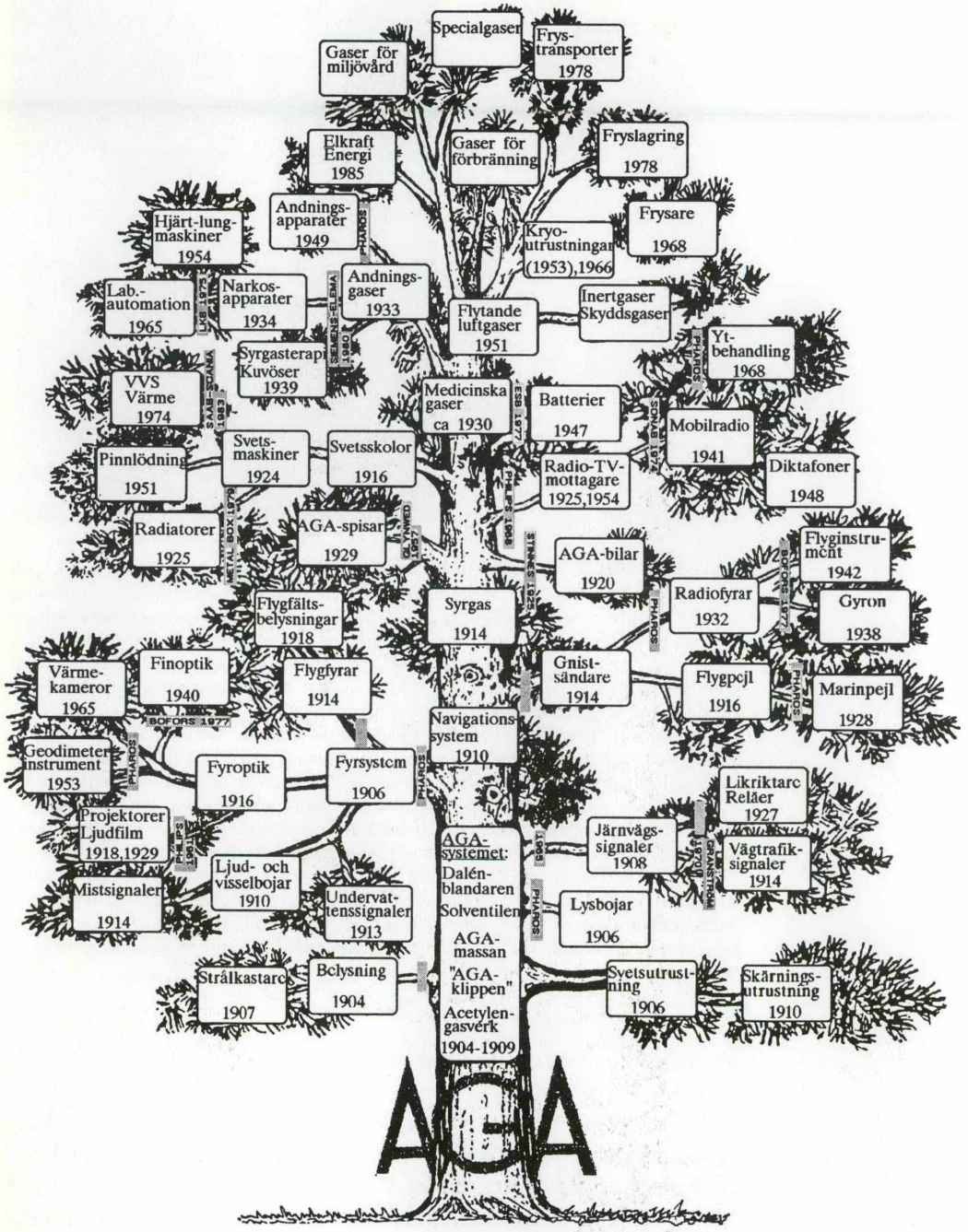
Storföretaget AGA skapades av Gustaf Daléns uppfinningar. Som ung bonde och mejerist uppfann han 1891 en mjölkfettprovare för att testa den levererade mjölkens kvalitet. Uppfinningen visades för Gustaf de Laval i Stockholm. Denne hade nyligen patenterat en liknande utrustning och imponerades av den helt självlärde Daléns kreativitet. Dalén fick rådet att studera och hann på fem år ta examen vid Chalmers och komplettera studierna med ett år vid ETH i Zürich. Hemkommen fick han anställning vid de Laval Ångturbin som turbinkonstruktör.

Då projektet misslyckades började Dalén intressera sig för acetylen som var ett annat av de Laval's arbetsområden. Han startade tillsammans med Chalmerskamraten Henrik Celsing företaget Dalén & Celsing för att lansera acetylenverk för belysning. Dalén började också tidigt att intressera sig för avancerad teknik inom olika områden av samfärdsel bl a flygteknik och elektrifiering av järnvägarna. Han var en av garanterna för ballongen "Svenske" 1902 och var aktiv i styrelsearbete inom Svenska Aeronautiska Sällskapet från denna tid och fram till 1920. Han var även delägare i Enoch Thulins Aeroplanfabrik i Landskrona under första världskriget. Nyfikenheten på ny teknik och uppfinnarförmågan bibehöll Dalén hela sitt liv trots att han blev blind genom en olycka vid "bonfire"-testning av en acetylenaccumulator 1912. Samma år blev han nobelpristagare i fysik.

Sverige greps Gustaf de Laval av nyheten och satsade på karbidtillverkning i Trollhättan.

I slutet av 1800-talet hade Stockholm och andra större städer börjat installera gasbelysning medan mindre orter fortfarande använde fotogenlampor. Företaget Svenska Carbid och Acetylen, som bildades 1899 av affärsmannen Axel Nordvall i Göteborg, arbetade på att förse landsorten med acetylenbelysning.

Nordvall fick vid sekelskiftet kontakt med de franska vetenskapsmännen Claude och Hess och köpte 1901 patenträtten för Skandina-



2. I AGAs reklam under 50- och 60-talen visade ett "produktträd" företagets många produktområden. AGAs teknikskiften i historiskt perspektiv sammanfattas här i ett liknande träd. (Industrigruppen Pharos såldes 1982.)

vien för deras uppfinning "acetylène dissous" dvs metoden att lösa gasen i aceton och fylla acetylenbehållaren med en porös massa för att förhindra att explosioner utvecklas i gasen. Nordvall började också samarbeta med Gustaf Dalén som konstruerat gasverk för framställning av acetylen ur karbid i sin privata firma Dalén & Celsing.

AGA

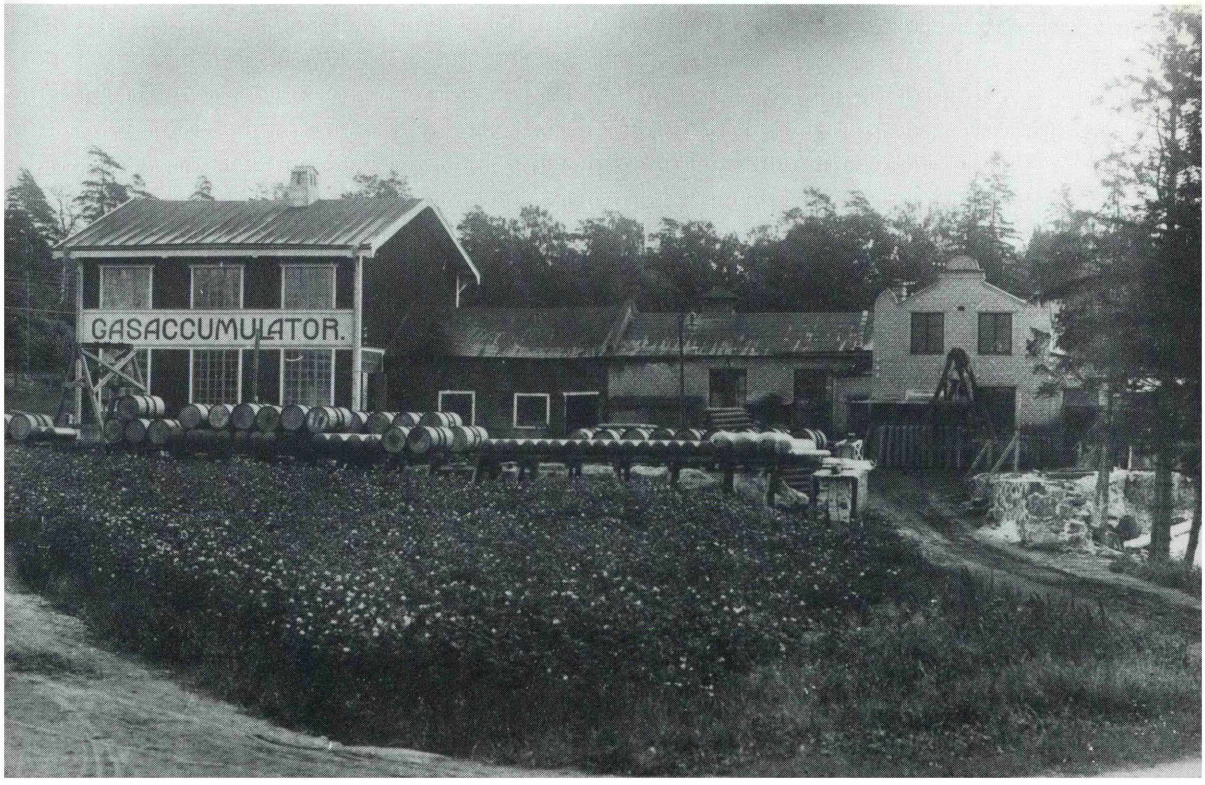
Carbidbolaget fick teknisk hjälp av Dalén & Celsing och flyttade 1901 till Stockholm varvid Gustaf Dalén anställdes som överingenjör. 1904 ombildades Carbidbolaget till AB Gasaccumulator och startade med 15 anställda i små lokaler i Järla utanför Stockholm.

1904–1905

Acetylen-belysning introduceras

Under den första perioden i Gasaccumulators historia utvecklades acetylenbelysning för järnvägsvagnar, fordon och lokaler. Konkurrensen var hård inom belysningsbranchen och ständiga tidningsskriverier om svåra olyckor med acetylen tillsammans med elektricitetens frammarsch gjorde framtidsmöjligheterna osäkra. Dalén ville inte binda sig vid acetylentekniken utan föredrog att arbeta som konsult för Gasaccumulator.

3. AB Gasaccumulator startade 1904 med 15 anställda i Saltsjö-Järna. Byggnaderna inrymde en liten verkstad och en fyllningsanläggning för acetylen.



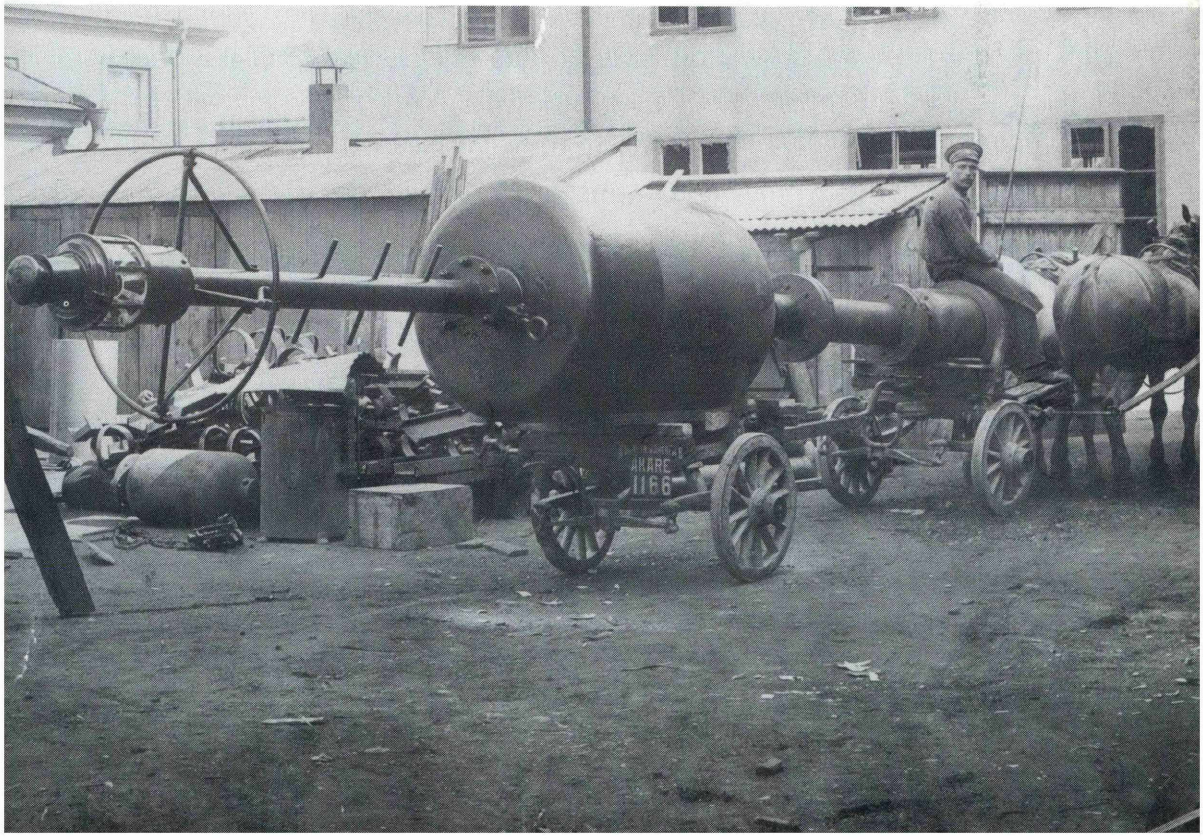


4. Axel Nordvall, en av AGAs grundare, på en grundvattensboj.

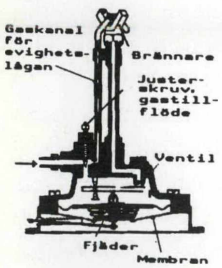
1905 kom den första stora utmaningen för det nya företaget. Det svenska lotsverket hade i tre decennier varit föregångare i att skapa ny teknik för fyrbelysning med speciell lyskaraktär. Överfyringenjör John Höjer hade tidigare konstruerat fotogenbelysning med blinksystem i form av roterande speglar för fyrar. Han experimenterade 1902 med en lysboj med acetylenaccumulator men fann att en kontinuerlig fyrbelysning med acetylen var för dyr i drift. Dessutom räckte inte förbränningsvärmet från gasen till att driva rotationssystemet.

Lotsverket behövde en apparat som dels sparade den dyrbara gasen och dessutom kunde ge olika fyrar skilda karaktärer. Dalén uppfann då klippljusapparaten som kan ge mycket korta ljusblänkar. "Dela upp gasen i bubblor som får brinna en i taget." Så tänkte Dalén och lyckades experimentera fram varierbar ljuskaraktär och evighetslåga. 1905 var så den första hörnstenen i det automatiska fyrsystemet klar och Gustaf Dalén lät sig nu anställas som överingenjör i AB Gasaccumulator. Blinkljus med acetylen kom att vara en av AGAs stora produkter fram till andra världskriget.

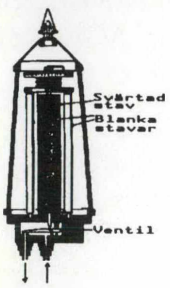
5. En bojleverans 1909.



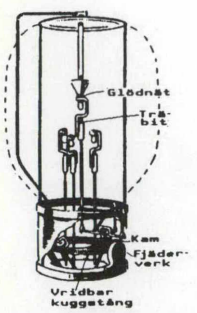
Fyrsystemet tar form



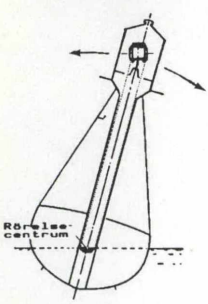
6. AGA-klipp.



7. Solventil.



8. Glödnätsbytare.



9. Linspendel.

Med en gasbesparing på upp till 90 procent och flexibel fyrkaraktär bibehölls Lotsverkets intresse för acetylen och Dalén kunde ägna sig åt nästa problem. Gasaccumulatorerna enligt "acetylène dissous"-patentet var inte explosionssäkra på grund av att hålrum bildades i den massa som gasen var innesluten i. Efter en tids utveckling fann Dalén en porös, keramisk massa med små kapillärer, som eliminerade tidigare problem.

Men fyrar behöver ju inte lysa på dagen. Så kom 1907 den geniala solventilen som tänder fyren på kvällen och släcker den i gryningen. Ytterligare gasbesparingar fanns dock att göra genom att blanda gasen med luft. I de stora havsfyrarna behövde man komma upp i största möjliga ljusstyrkor. Där användes gasen i kombination med glödnät. Optimal gasblandning med glödnät är en del acetylen på tio delar luft, en mycket explosiv gasblandning. Dalén-blandaren som utvecklades 1909 blandade gasen utan explosionsrisk i rätta proportioner oberoende av yttre förhållanden och gav även kraft till linsrotationssystemet. Fortfarande behövde dock de stora fyrarna tillsyn på grund av att glödnäten brann upp. Då utvecklades 1916 glödnätsbytaren, som fullständigt automatiskt bytte ett sönderbränt glödnät mot ett helt. Med ett magasin av 24 glödnät kunde fyrarna lämnas utan tillsyn i ett år.

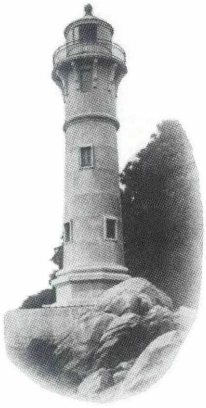
På rörliga farkoster som fyrskepp och bojar fanns ett annat problem. Om linssystemet följer farkostens rörelser kastas ljuset ömsom upp, ömsom ned. Detta försökte man lösa med att tröga upp linssystemets rörelser med en tung pendel. Då detta misslyckades på grund av egensvängningar i systemet uppfann Dalén 1915 linspendeln, där linssystemet har kardansk upphängning i sin tyngdpunkt, som med dragstänger är förenad med en stabiliseringspunkt i farkostens rörelsecentrum.

Med dessa uppfinningar var målet nått: "AGA-systemet" gav möjligheter till helautomatisk fyrdrift. Daléns uppfinningar kom snabbt ut på världsmarknaden dels genom Lotsverkets kontaktnät och dels genom AGAs tidiga etablering i USA. Konkurrensen på fyrområdet kom främst från fyra håll, den tyska firman Pintsch, franska Barbier, engelska Chance Brothers och den kanadensiska Willson. Den drivande kraften bakom AGA-systemets snabba spridning var Axel Nordvall, nu försäljningsdirektör i Gasaccumulator, som hemförde stora beställningar från utlandet bl a från Sydamerika, där han vistades i två tvåårsperioder från 1910 och 1912.

Under storstrejksåret 1909 kom AGA i ekonomiska svårigheter. Genom finansiering från det s k Lidköpingskonsortiet räddades företaget och Dalén blev VD. Perioden som följde var kraftigt expansiv.



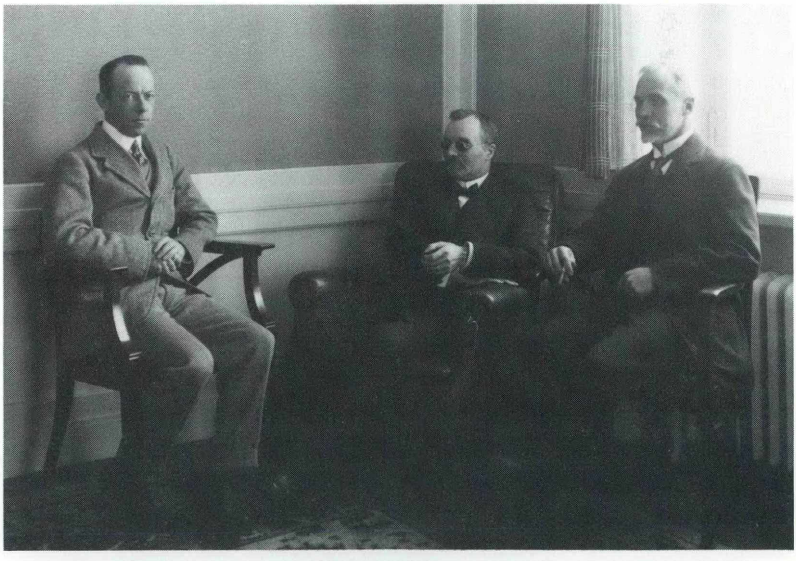
11. AGA-annons 1911.



10. AGA-fyr vid Panamakanalen.

1911 fick man i hård konkurrens ordern på fyrar och bojar för Panamakanalen. Fabrikslokalerna räckte inte och man flyttade 1912 från Stockholm till ett nytt, stort område på Lidingö, som då endast hade flottbro till fastlandet men hade en djuphamn lämplig för uttransport av AGAs produkter. Antalet anställda var nu 150 personer.

AGA-aktien betalades nu 13 gånger och pressen talade om "besinningslös hausse". Dåvarande majoritetsägare sålde sina aktier och Handelsbanken var köpare. Som styrelseordförande inträdde nu amiral Arvid Lindman som under två perioder 1906–11 och 1928–30 var Sveriges statsminister. Lindman var ordförande tills han omkom i en flygolycka 1936.



12. AGAs direktion 1918. Rolf von Heidenstam (sedermera VD i AGA 1937–50), Gustaf Dalén, Nils Westberg. Denna trio ledde AGAs utbredning på nya marknader under 20 år.

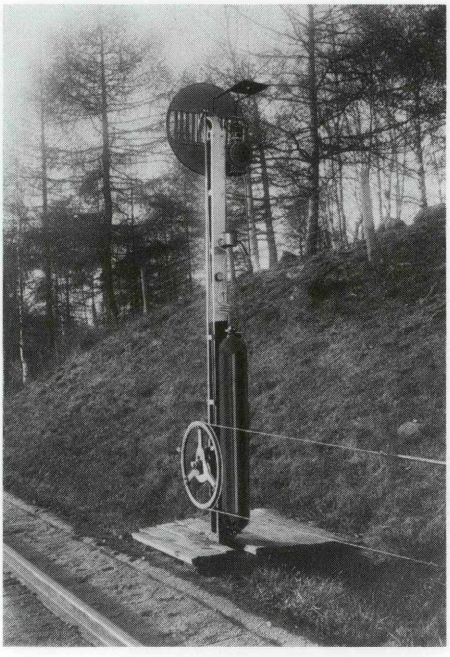
1912 anställdes Nils Westberg och Rolf von Heidenstam. De kom att marknadsföra AGAs tillverkningar efter det att Axel Nordvall lämnat AGA 1916. Uppgifterna delades så att Westberg hade ansvaret för Central- och Östeuropa medan Heidenstam tog hand om övriga världen.

Ljudbojar och undervattens-signaler

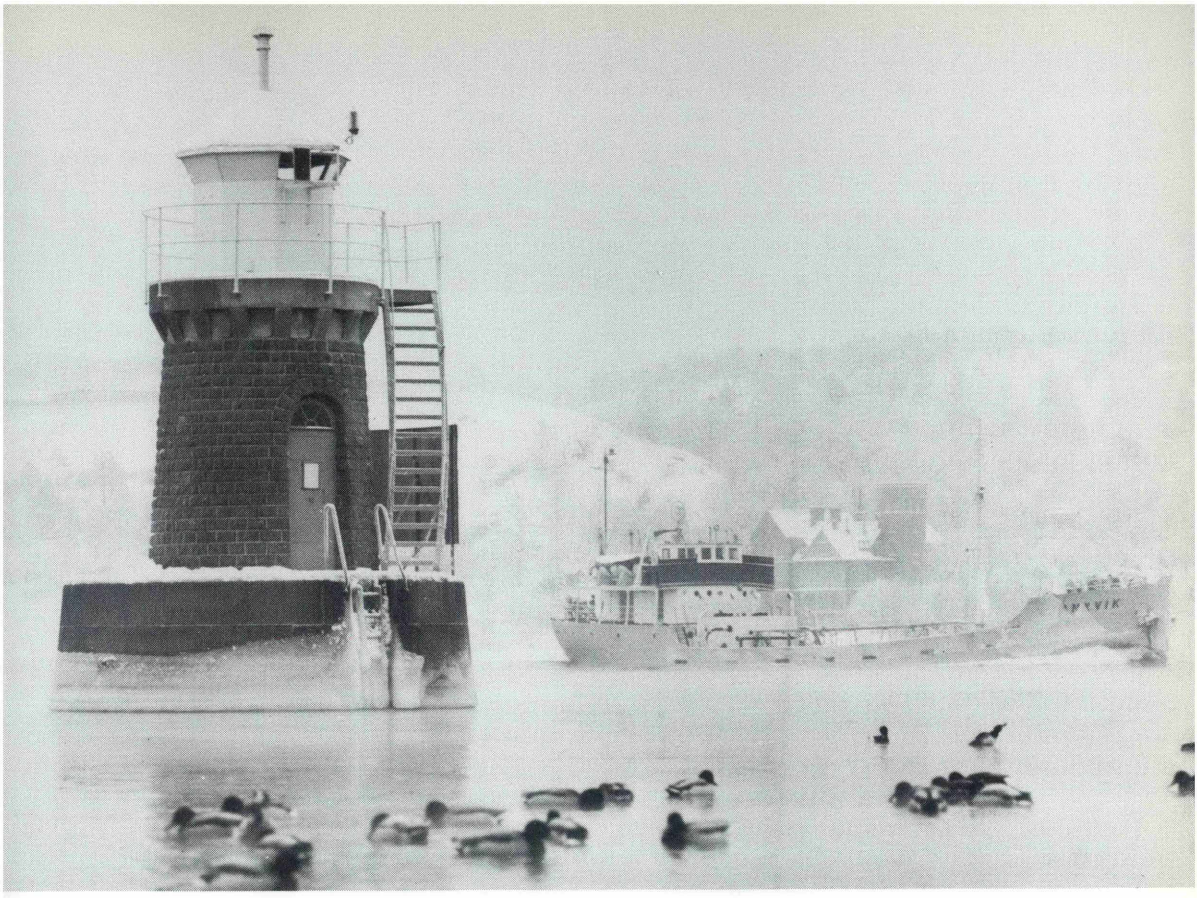
Fyrsystemet hade nu utvecklats till en världsprodukt, som löste navigationsproblemet vid god sikt. För att fungera i dimma måste däremot systemet kompletteras. Problemet bearbetades även av andra företag, som använde sig av ljudsignalering eller trådlös gnistsignalering, en föregångare till radiotekniken.

1910 började AGA-bojarna kunna förses med apparater för ljudsignalering. Man använde en vissla eller klocka med lösa kläppar drivna av bojens rörelser. En nyhet från AGA var att ge ljudsignalen en säkrare funktion och bestämd karaktär genom att driva den med komprimerad kolsyra.

1913 infördes undervattensklocksignalering från fyrar, fyrskepp och bojar. AGA använde en kolsyredriven klocka monterad på 3–4 meters djup. Mottagningen skedde på samma djup som sändningen med mikrofoner på fartygets båda sidor. Genom att förhållandet mellan ljudets hastighet i vatten och luft är ca 4 gånger kunde en kombination av luft- och undervattenssignalering användas för att i dåligt väder bestämma avstånd och riktning till en fyr.



13. Den första järnvägssignalen med AGA-blinkljus vid Västerås 1908.



14. Blockhusuddens fyr blev en symbol för begreppet "AGA-kvalitet". Från installationen 1912 till elektrifieringen 1979 fungerade fyren utan reparationer.

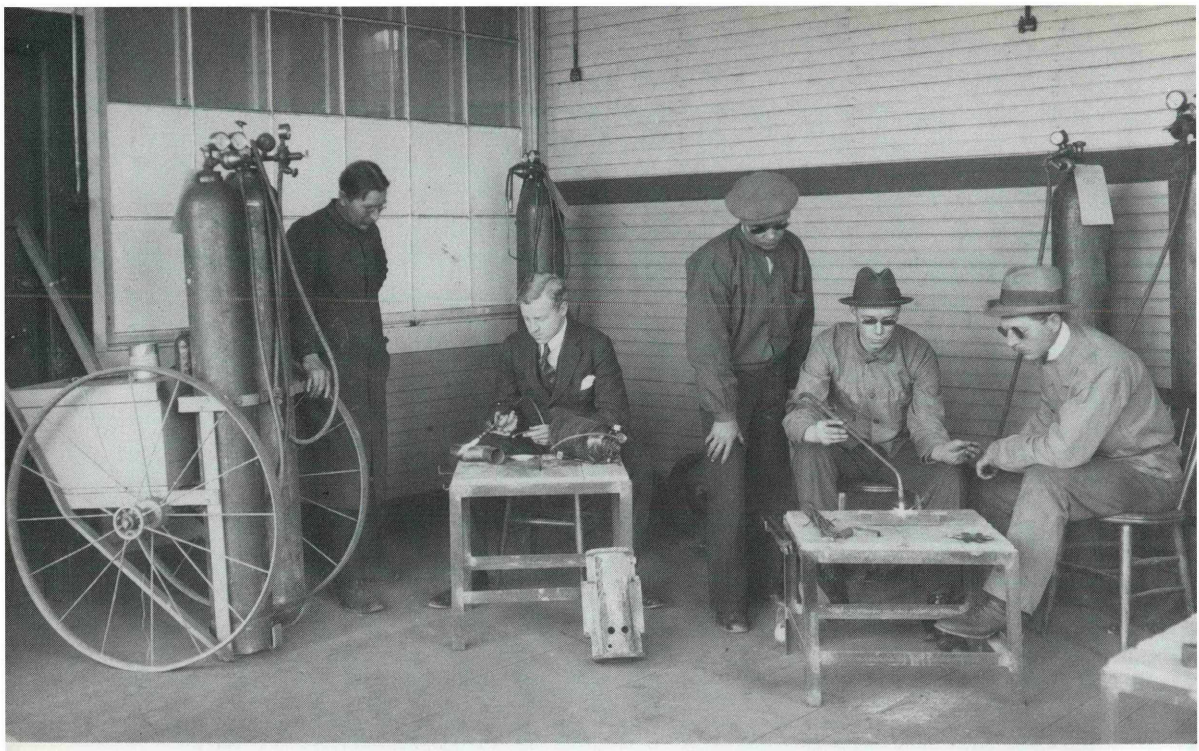
För automatisk funktion vid klockbojar som drivs med komprimerad kolsyra konstruerade AGA efter en amerikansk idé en "dimventil" analog med solventilen. Dimventilen lanserades 1923 och utnyttjar förhållandet att människohår töjer sig i fuktigt tillstånd. Fuktdetektorn utgjordes av ett tiotal halvmeterlånga hårstrån spända över en träskiva.

Järnvägssignaler

Klippapparaten i kombination med acetylenljuset kom att få stor betydelse för den tidiga utvecklingen av järnvägssignaler där man tidigare använt fast ljus i olika färger. 1908 installerades första signalen och vid krigsslutet 1919 hade man sålt ca 6 000 varav 3 400 i Sverige.

Svetsning och skärning

Gassvetsning med acetylen/syrgas, som Gustaf Dalén 1902 visade för första gången i Sverige fick snabbt genomslag inom verkstadsindustrin. 1906 togs den upp på AGAs program och användes då bl a vid



15. AGAs första svetsskola startade 1916. Här fick de som köpte svets- och skärapparater lära sig använda dem. Verkmästare Palm (till höger) ledde undervisningen.

bojtillverkningen. Från 1910 utvecklades skärningstekniken. AGA byggde syrgasfabrik på Lidingö 1914, startade svetsskola 1916 och har sedan dess haft svetsmarknaden som stabil kundgrupp. Svetsningen kom dock att spela en liten ekonomisk roll i företagets verksamhet fram till 1920-talet. Tyngdpunkten fram till dess låg på tillverkning och försäljning av acetylenutrustning för belysning – där fyrbelysning var hjärtebarnet.

1915–1928

AGA-produkter erövrar världen

I augusti 1914 började första världskriget. Krigsperioden medförde problem för det unga AGA-företaget genom att Sverige avskars från en del råvaror och underleverantörer och genom att exporten minskade drastiskt. Den innebar också nya möjligheter genom kol- och petroleumbristen. Acetylenet kunde ju framställas lokalt ur karbid och fick nu överta en del av marknaden för petroleumbelysning. Exportbortfallet kom mer än väl att kompenseras av inhemska

beställningar av bl a belysning och svetsutrustning. Det största problemet för AGA var att man avstängdes från de tyska och amerikanska företag som levererat speglar och linser till fyrarna och reflektorer till militära strålkastare. Genom att köpa in sig i Elmeverken som framställde råglas och inrätta ett glassliperi på Lidingö 1916 klarade man fyrleveranserna. AGA började från 1918 även tillverka biografgaslampor för syre/acetylen och filmprojektorer avsedda för landsorten, där många platser fortfarande saknade elektricitet.

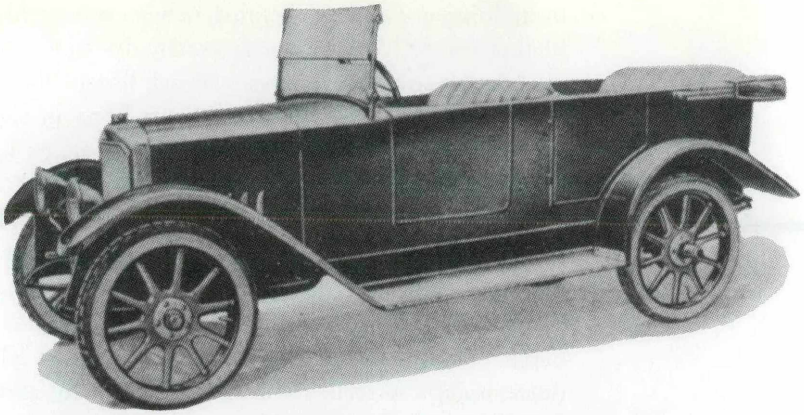
1915 fanns AGA-företag i sju europeiska länder samt i USA och Brasilien. På grund av den efterfrågan på acetylen för fyrar, belysning och svetsning som skapades under krigstiden bildades fram till 1928 dotterbolag i ytterligare 17 europeiska och latinamerikanska länder för tillverkning och försäljning av acetylen.

AGA-bilen

För att kunna marknadsföra AGAs produkter på de tyska och österrikiska marknaderna hade AGA 1914 etablerat Autogen Gasaccumulator, ett tillverkande bolag i Tyskland. Detta företag hade vid krigsslutet ca 1 000 anställda och tillverkade även vapendelar för den tyska armén. Då kriget tog slut och marknaden för företagets produkter var liten slog man sig 1919 på masstillverkning av en liten, enkel personbil. Idén var god men den ekonomiska verkligheten och konkurrensen blev för kärv. 1925 försökte AGA avyttra företaget och skrev avtal med Stinnes bilimperium. Efter mer än 8 000 tillverkade bilar tvingades sedan företaget avveckla efter Stinnes' konkurs.



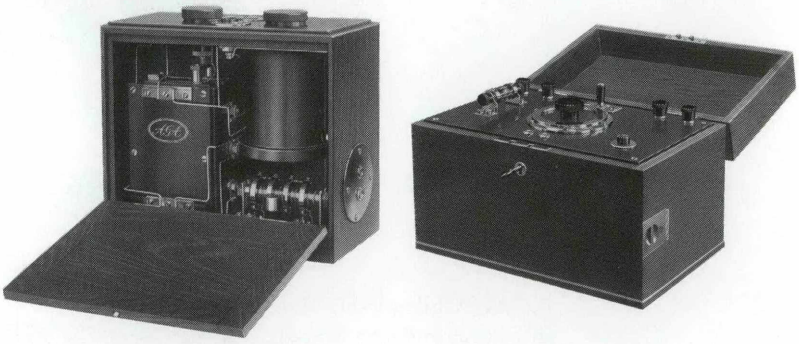
16. AGA-bilen 1921. "En jätte i prestanda, en dvärg i förbrukning."



17. AGA-bilen, här modell 1924, var tänkt att bli Europas första folkvagn. Den svenska Thulin-bilen tillverkades på licens från tyska AGA.

Lux Ett hot kom också från inhemsk konkurrens. Företaget Lux som bildades 1901 hade växt sig stort genom tillverkning av fotogenkök och fotogenlampor och vunnit framgångar med en beställning av fyrar för Suezkanalen. Ca 1910 fick man en vikande marknad för fotogenbelysning på grund av elektricitetens konkurrens. Man hade börjat tillverka dammsugare och som utlandsförsäljare anställt Axel Wenner-Gren. Genom kriget förlorade Lux sin starkaste nisch och var på väg att börja konkurrera med acetylenbelysning och en klippapparat på utlandsmarknaden. När detta kom till Daléns kännedom lyckades denne köpa in konkurrenten 1916. Hotet mot AGA-belysningen var avvärjt och redan 1918 kunde Dalén sälja hälften av Luxaktierna till Wenner-Gren och därmed gå samman med dennes egna dammsugarföretag Elektron varur Elektrolux bildades 1919. 1923 övertog Wenner-Gren AGAs övriga aktier i Lux.

Radio-utveckling Trådlös gnistsignalering hade i början av 1910-talet blivit intressant för navigation i dåligt väder. AGA gjorde försök med samtidig ljud-



18. Gnistsändare a) och kristallmottagare b) för flygplan 1916.

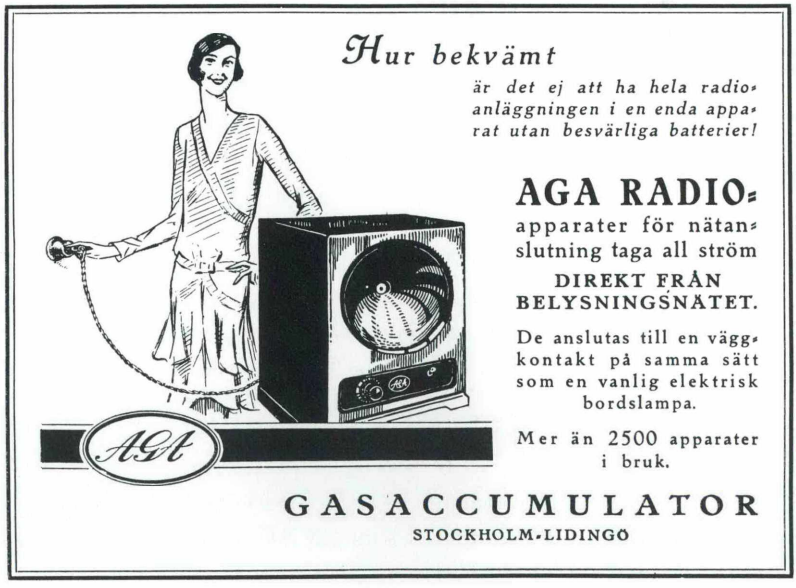
och gnistsignalering från klockbojar och 1915 anställde Dalén en grupp radiotekniker för utveckling av "gnist" vid AGA. Radioröret var ännu inte tillgängligt i Sverige. Utrustningen var batteridriven: gniststräcka och kristallmottagare. 1916 gjordes försök med pejling och signalering från flygplan till en markstation vid arméns flygavdelning. Trots lovande resultat avbröt dock AGA denna utveckling för att återuppta den 1922. Först 1932 såldes de första flygpejlutrustningarna.

Svenska Radio AB

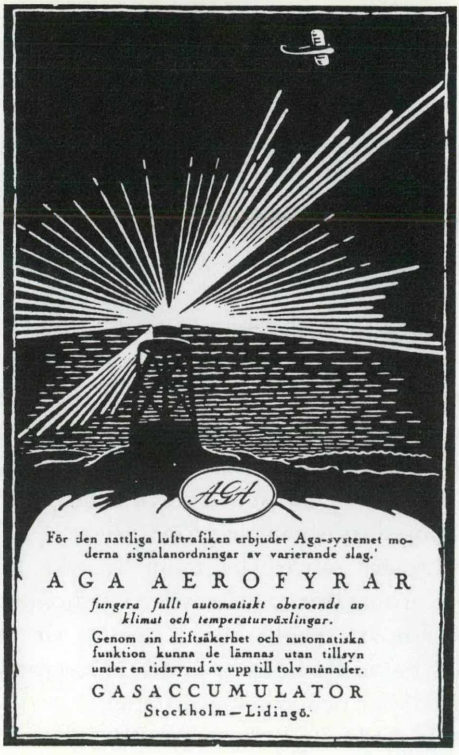
1919 startade AGA tillsammans med LM Ericsson och ASEA ett särskilt bolag, Svenska Radio AB, för utveckling och tillverkning av radiomateriel (bl a elektronrör). Man började sända program från 1922 och försökte få koncession på den svenska rundradions programverksamhet. I och med rundradions start 1925 spred sig radiointresset till den stora allmänheten och behovet av materiel och radiomottagare tog dittills oanade proportioner.

1927 splittades samarbetet inom Svenska Radio AB och AGA lanserade Europas första nätanslutna radiomottagare med inbyggd högtalare. För att snabbt kunna utvidga sin radioavdelning köpte AGA 1928 Baltic Radio som under 1920-talet sålt radiobyggsatser, superheterodyner och kortvågsmateriel.

Baltic AB hade tillverkat mejeriteknisk utrustning sedan 1903. Under efterkrigstiden fick företaget ekonomiska problem. Efter rekonstruktion tog man upp försäljning av radiobyggsatser från USA och senare egen tillverkning av rundradiomottagare, kortvågsstatio-



19. Annons för Europas första nätanslutna radiomottagare 1928.



20. Annons för AGAs flygfyrar 1922.

ner och superheterodyner. 1927 dog företagets chef Lars Henrik Kylberg hastigt och Baltics verkstäder i Södertälje brann ned. Ägarna tvingades sälja företaget. Radiodelen övertogs av AGA och övrig tillverkning köptes av Separator.

Luftfyrar och strålkastare

Lufttrafikens snabba utveckling i början av 1920-talet medförde nya arbetsfält för AGAs belysningsteknik. Redan under kriget hade AGA till de krigförande länderna levererat flyttbara klippljusfyrar för markering av flygleder och flygfält.

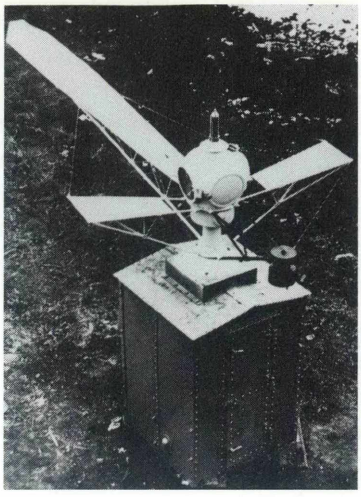
1920 fick AGA en order på flygledsfyrar och flygfältsbelysning för sträckan London–Paris och något år senare levererades ca 300 fyrar, som med 5 km avstånd markerade nattsträckan Chicago–Cheyenne på den amerikanska postflygrouten New York–San Francisco.

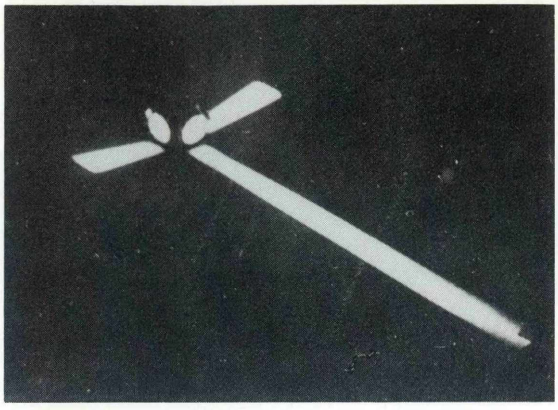
1921 hade AGA även utvecklat en med fyrlykta belyst vindindikator i "T"-form för flygfält. Denna produkt fanns kvar på AGAs program under 1940-talet.

Gatu- och vägsignaler

Den hastigt ökande fordonstrafiken på gator och vägar medförde bestämmelser som gav AGA en ny, internationell marknad för acetylenblinkljus.

1914–15 sattes de första AGA-trafikfyrarna upp i England och





21. AGAs vindindikator visade vindriktningen på flygplatser både på a) dagen och b) natten.

USA. Myndigheterna i dessa länder insåg redan då att trafikolyckorna ökade i så hög grad att något måste göras. I USA sålde AGA under 1920-talet 4 300 trafikfyrar.

I Europa var Sverige tidigt ute med bestämmelser om enhetliga signaler och skyltar i trafiken. Den första automatiska signalen för järnvägskorsning levererade AGA 1921 och fick strax därefter beställ-



22. Från 1923 försåg AGA de svenska järnvägarna med automatiska signaler vid vägkorsningar.

ning på några hundra sådana för det svenska järnvägsnätet. 1925 införde AGA de första ljussignalerna (då kallade optiska poliser) på Stockholms gator.

1931 kom Sveriges förordning om enhetliga trafikmärken över hela landet. AGA hade 1925 patenterat en s k pyramidreflektor, ett optiskt element bestående av ett massivt, i pyramidform gjutet glas, vars tre bakre ytor är omsorgsfullt glattslipade. Ljuset från en ljuskälla inom 60° frontvinkel framför reflektorn återkastas. En del av de nya triangelvarningsmärkena försågs med denna typ av reflektorer medan andra skyltar målades med reflekterande färg. Samtidigt kom krav på fordonsreflexer där AGAs "kattöga" blev en välkänd komponent.

Värmeledningsradiatorer av plåt

Marknaden för gassvets ökade kraftigt under kriget. Åren efteråt blev de lätta och behändiga plåtradiatorerna populära och började ersätta tidigare gjutjärnsradiatorer. Tillverkning av plåtradiatorer visade sig vara en lämplig svetsttillämpning. 1924 konstruerade AGA svetsmaskiner som kraftigt förbilligade produktionen och startade egen tillverkning. Denna gren utvecklades senare genom AGAs köp av Plåtförädling AB i Helsingborg.

1929–1937

Elektrifieringen skapar nya produkter

De tusentals vagns- och lokbelysningar som levererades av AGA blev efterhand utbytta mot elektrisk belysning då järnvägarna elektrifierades under mellankrigstiden. Detta var en typisk utveckling, som många av AGA:s produkter fick genomgå under 1920- och 1930-talen. Då elektroteknikens utveckling möjliggjorde bättre konstruktioner hade AGA motsvarande elektriska apparater färdiga men inom elektrotekniken mötte en mycket hårdare internationell konkurrens. Så hände med signaler, fyrbelysning, flygfältsbelysning, strålkastare m m. Övergången till elektriska signaler medförde behov av likriktare och reläer. Från 1927 tillverkade AGA kopparoxidullikriktare.

Radio

Dotterbolaget AGA-Baltic AB bildades 1928 för att handha AGAs tillverkning och försäljning av radio- och ljudfilmsutrustningar. AGA inträdde nu på allvar i konsumentmarknaden, en medveten riskspridning som trots en svår startperiod gav företaget alternativa affärsmöjligheter då försäljningen av fyrapparater fick en nedgång under den internationella depressionen 1931–33. AGA Radio satsade hårt på nyutvecklingar inom radiotekniken och lanserade snart andra hemprodukter som radiogrammofoner och elorglar. I början av 1940-talet hade man fått grepp om utlandsmarknaden och sålde efter kriget



23. Trafikfyr på Kungsgatan i Stockholm.

radiomottagare i ett fyrtiotal länder. Vid krigsslutet exporterades ett stort antal FM-mottagare till länder som hade radiosändningar på FM-bandet. Först ett decennium senare infördes FM-radio i Sverige.

1940 levererades AGAs första mobilradioanläggning på FM-bandet till Göteborgspolisen. Snart växte marknaden för sådana system även till bl a marinen, brandkårer, taxi, civilförsvar, kraftverk, gruvbolag och järnvägsbolag.

Ljudfilm och ljudsystem

Samtidigt som rundradion rekordsnabbt spred sig över Europa utvecklades också ljudfilmstekniken. I USA kom 1926 tekniken att införa en ljudkanal på filmresan. Ljudet hade tidigare spelats in på en skiva som startades samtidigt med filmen. Svensk Filmindustri önskade införa den nya tekniken men fann de amerikanska ljudfilmsprojektorerna vara för dyra och komplicerade och anmodade AGA att utveckla egen apparatur. Dalén hade redan 1911 ekonomiskt bistått en svensk uppfinnare, Sven Berglund, som utvecklade ljudfilmsteknik. AGA antog utmaningen och levererade redan 1929 de första svenska ljudfilmsanläggningarna. AGA började också tillverka högtalaranläggningar 1928. I slutet av 1930-talet hade hälften av Sveriges 3 000 biografer AGA-Baltics utrustningar och större delen av svensk spelfilm togs upp med AGA-Baltics inspelningsutrustning.

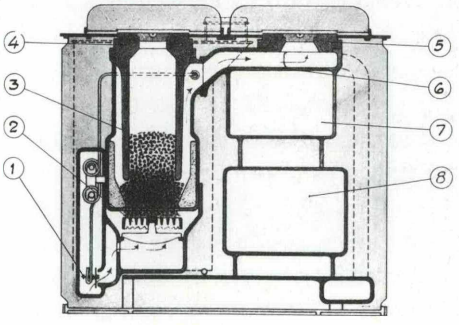
AGA-spisen

AGA-spisen var en produkt som Dalén personligen engagerade sig mycket i. Han fick själv idén till denna 1922 men inte förrän 1929 var den färdigutvecklad. Genom att Lidingö inte fick stadsgas från Stock-



24. Daléns krav på AGA-spisen var att den skulle brinna ett dygn utan tillsyn.

holm skedde den mesta uppvärmningen där genom vedeldning. Dalén fann att värmeutbytet i befintliga spisar var mycket lågt (6–7 %). AGA-spisen fungerar enligt den s k blålågeprincipen dvs rökfri för-



25. AGA-spisen i genomskärning:
1. Temperaturstyrt spjäll
2. Spisgaller
3. Stor järnmassa
4. Värmeplatta ca 400°C
5. Värmeplatta ca 200°C
6. Stor järnmassa
7. Värmeugn ca 250°C
8. Värmeskåp ca 95°C

bränning. Dalén hade först svårt att övertyga sin styrelse att satsa på denna udda produkt. Redan 1934 såldes spisen i alla fem världsdelarna och tillverkades senare i ett tiotal länder. 1948 hade 100 000 AGA-spisar sålts, mest i England. 1957 lades tillverkningen ned vid AGA på grund av konkurrens med elspisen, men licenstagaren engelska Glynwed International, som tillverkar ca 2 000 spisar per år har rätten att använda AGAs namn till 1992.

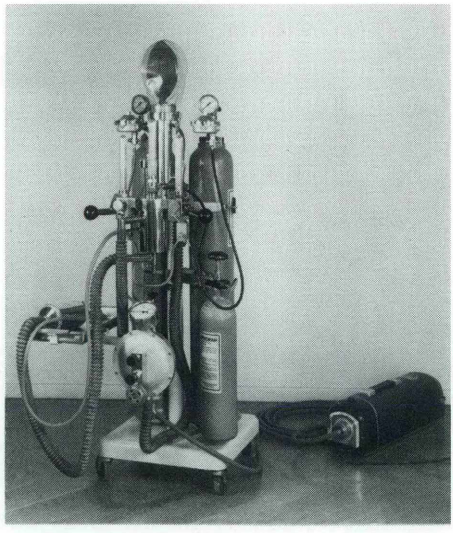
Radiofyrar

Radiofyrarna hade i början av 1930-talet blivit ett ovärderligt hjälpmedel för navigation i dimma. Omkring 1934 påbörjade AGA tillverkning av rundstrålande radiofyrar enligt Lotsstyrelsens direktiv och även pejlmottagare för navigering efter dessa fyrar. De allra flesta av de första radiofyrarna i nordiska farvatten var av AGAs tillverkning. Riktade radiofyrar för navigering med vanliga radiomottagare tillverkades också av AGA.

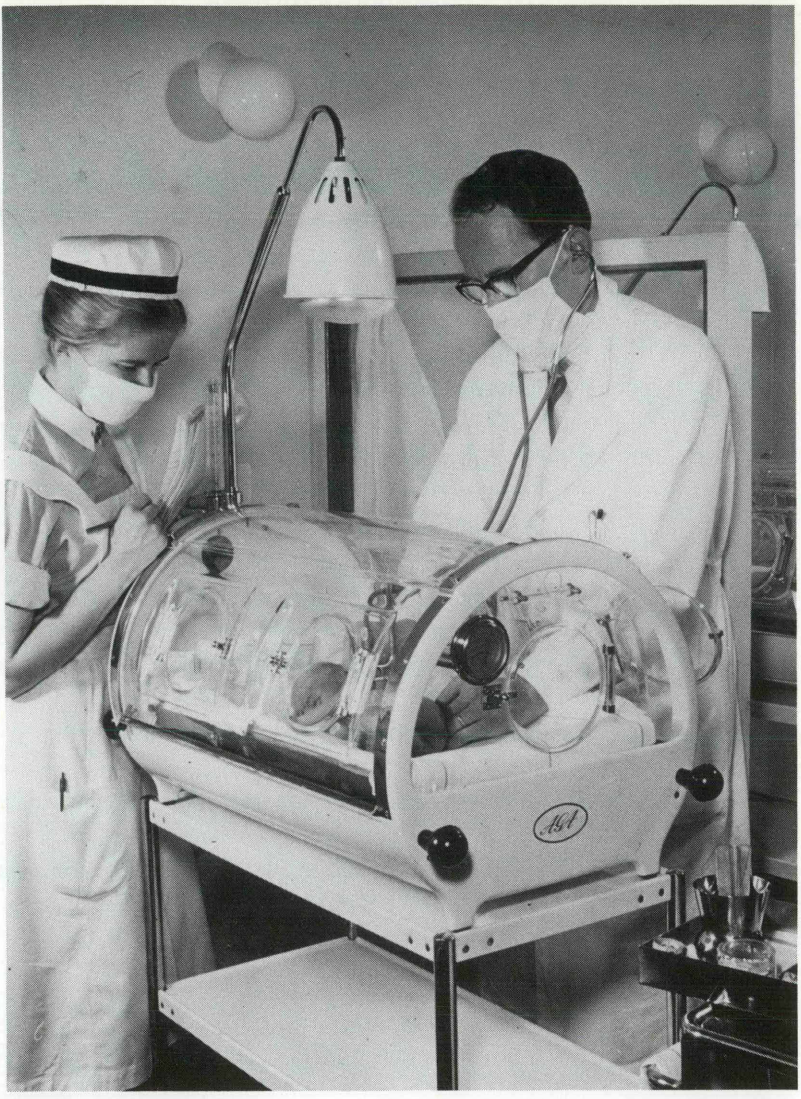
AGA utvecklade även utrustning inom kortvågsradio. Redan 1934 levererades till Telegrafverket i Motala en 12 kW station och senare till Grimeton och Karlsborg stationer på 40 kW vardera. Dessa stationer hade stor betydelse för Sveriges kommunikation med USA och Sydamerika under andra världskriget då de användes för telegramtrafik. AGA har även tillverkat olika slag av långvågs- och kortvågspejlanläggningar för civilflygets radiostationer.

Medicinska gaser och medicinsk teknik

AGAs inriktning på komprimerade gaser hade medfört att en hel del erfarenheter och specialkunskaper samlats. Inom olika medicinska behandlingsformer började på 1920-talet syrgas att användas och ny apparatur för narkos utvecklades. Lustgasen, som använts som



26. AGA Spiropulsator 1934.



27. AGAs kuvöser introducerades 1939.

bedövningsmedel på 1800-talet kom nu åter i bruk. 1930 började lustgas importeras till Sverige. Med apparater för lustgasnarkos enligt svenska läkares idéer startade utveckling av medicinsk teknik vid AGA. 1936 påbörjade AGA tillverkning av lustgas och karbogen (syrgas med ca 5 % koldioxid).

Spiropulsatorn (1934) var en kombinerad narkosapparat och respirator som först sövde patienten och sedan tog över ventilationen av lungorna. Idén till denna apparat kom ca 1930 från docent Paul Frenckner som kommit att tänka på att AGAs klippventil kunde användas för övertrycksnarkos vid bröstoperationer.

Sedatorn (1938) var en enkel lustgasnarkosapparat som fick stor användning för smärtlindring vid förlossningar. Utveckling av kuvöser och syrgasterapi startade 1939. Några år senare konstruerades AGAs första andningsapparater för dykare, brandmän och flygare.

1938–1947

Till försvarets förfogande

När andra världskriget bröt ut och skar av Sverige från utländska leverantörer ställdes en stor del av verkstadsindustrin till försvarets förfogande. AGA fick genom sin erfarenhet av utveckling av navigationshjälpmedel, optik och svetsteknik i uppgift att tillverka bl a flyginstrument för navigering, optiska instrument och svetsade vingkonstruktioner för stridsflygplan.

Gyron

De två första flyginstrumenttyper som AGA tillverkade var kursgyron och gyrohorisonter. Sedermera tillkom fjärrkompasser och radiopejl. Ett stort framsteg var då man lyckades kombinera induktionskompassen, kursgyrot och gyrohorisonten till ett instrument som fick namnet kurshorisont. Dessa levererades i stort antal till Flygvapnet. Efter kriget fortsatte AGA utvecklingen av flyginstrument och levererade navigations- och kommunikationsutrustning bl a för flygplanen Draken, Lansen och Viggen. Från 1946 tillverkade AGA gyrokompasser.

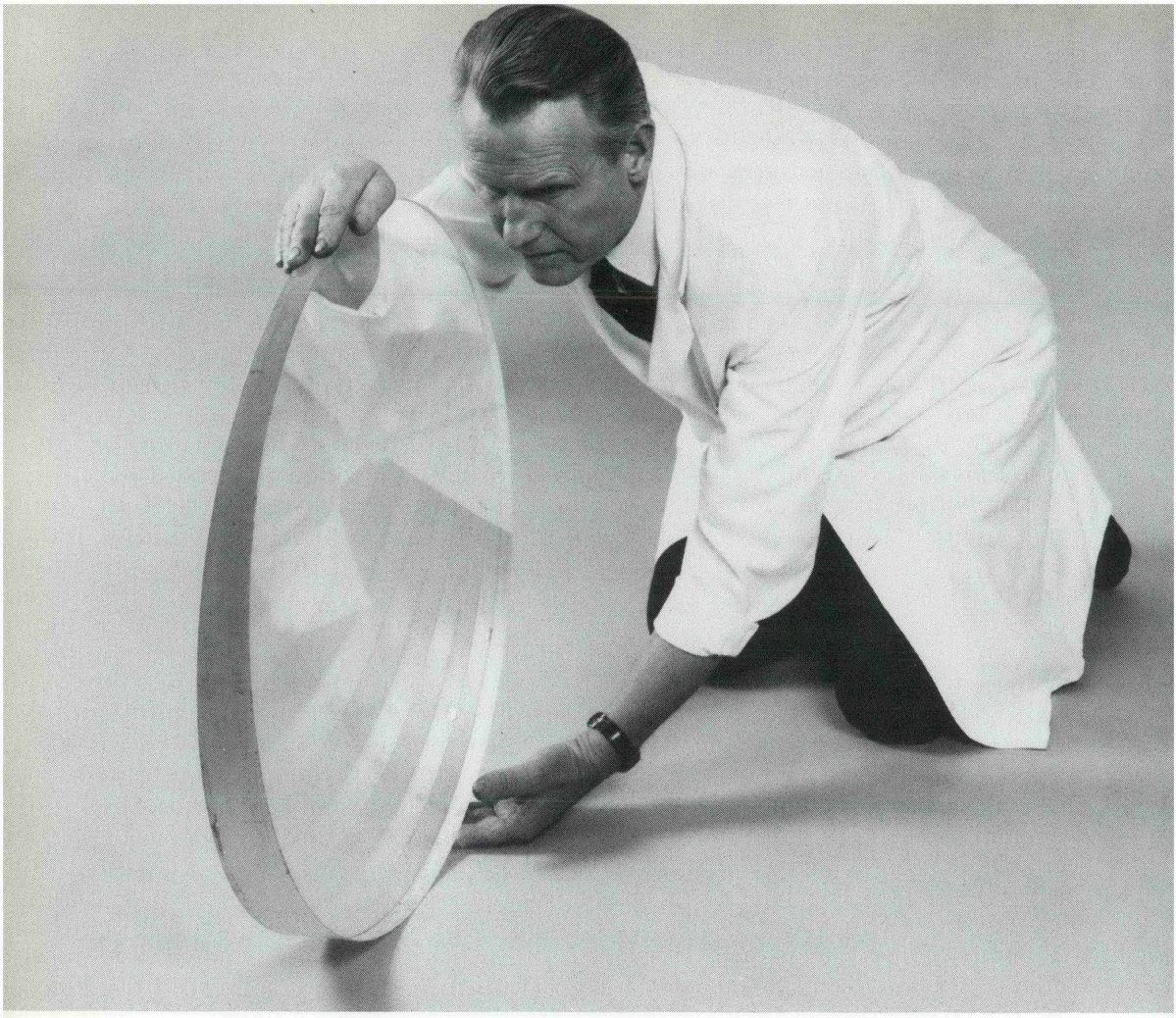
Finoptik

Strax före kriget hade AGA konstruerat ett bombfällningssikte med rörlig siktlinje, vilken påverkades och korrigerades av ett gyroskop. Under kriget beställde försvaret sikten, avståndsmätare och kikare. Dessutom fick AGA tillverka periskop till nya ubåtar på licens från italienska Galileo, som inte kunde leverera under kriget. Nu krävdes absolut bombsäkra lokaler. På så sätt tillkom AGAs bergsverkstad 1942. För den finoptiska tillverkningen importerades glasarbetare från Småland. Den finoptiska utvecklingen fortsatte efter kriget med tillverkning av bl a mikroskop, projektoroptik och glasögonlinser på licens från Bausch & Lomb.

Nya produkter

Försvarsbeställningarna medförde att AGA kom att lämna den dittills ganska strikta inriktningen på gastillämpningar, radioteknik och navigationshjälpmedel. Utvecklingen i stort skedde dock inom samma kunskapsområden som tidigare: Navigationsteknik, gas- och svetsteknik, elektronik, medicin, optik och finmekanik.

En ny verksamhetsgren inom AGA kom 1947 då man efter kriget



28. Under andra världskriget startade AGAs finoptiska tillverkning. Här ett precisionsslipat objektivprisma för Saltsjöbadens astronomiska observatorium.

bestämde att tyskägda företag i Sverige skulle säljas. Batteriföretaget Svenska Tudor bildat 1914 som dotterbolag till tyska industrier utbjöds till svenska industrier och AGA blev ägare.

1948–1966

AGA "uppfinnarföretaget"

Under kriget hade ett ökat behov av gaser gynnat AGA. Acetylen fick då nya användningsområden bl a för uppvärmning och lödning och



29. Ur AGA-annons 1958. Källa: AGA Nyheter.

som ersättning för brännoljor. På vissa marknader användes acetylen som råvara för kemiska produkter t ex konsthartser.

Efter krigsslutet förändrades marknadsbilden för AGA. Gassvetstekniken fick en växande konkurrens av nya elsvetstekniker, butan och propan tog över en del av acetylenets bränngastillämpningar och i många belysnings- och signaltillämpningar ersattes acetylen med elektricitet. Dessutom förlorade AGA 26 acetylenfabriker, motsvarande mer än en fjärdedel av den totala gasmarknaden genom att företag i länder bakom järnridån nationaliserades.

Fyrarna hade med tiden blivit komplicerade system med olika kombinationer av ljus-, ljud- och radiopejlutrustningar. AGA levererade kompletta utrustningar och var marknadsledande men omsättningen var nu liten i förhållande till AGAs aktiviteter inom gas, svets och elektronik.

Automatiseringen av fyrväsendet fortgick under 1940-talet. AGA startade en ny epok genom att 1946 förse fyren Utgrunden med

För den allmänna tekniska utvecklingen i vårt land är Aga en värdefull faktor. Svenskarna är ett tekniskt begåvat folk och goda uppslag kommer ofta från personer, som inte har möjlighet att omsätta sina ideer i praktiken. I många sådana fall har Aga kunnat lämna tekniskt och ekonomiskt bistånd, så att uppslagen kunnat vidareutvecklas och leda till fabriksmässig tillverkning.

AGA **den svenska uppfinnings-industrien**

— där dagens tekniska fantasier bli morgondagens verklighet

30. Ur AGA-annons 1966. Källa: AGA-Klipp Nr 5 1966.

fjärrstyrning via radio från fyrplatsen Garpen på 8 km avstånd. Allt fler fyrar har elektrifierats men ännu på 1990-talet användes ofta en acetylenbelysning som reserv med automatisk inkoppling vid elstopp.

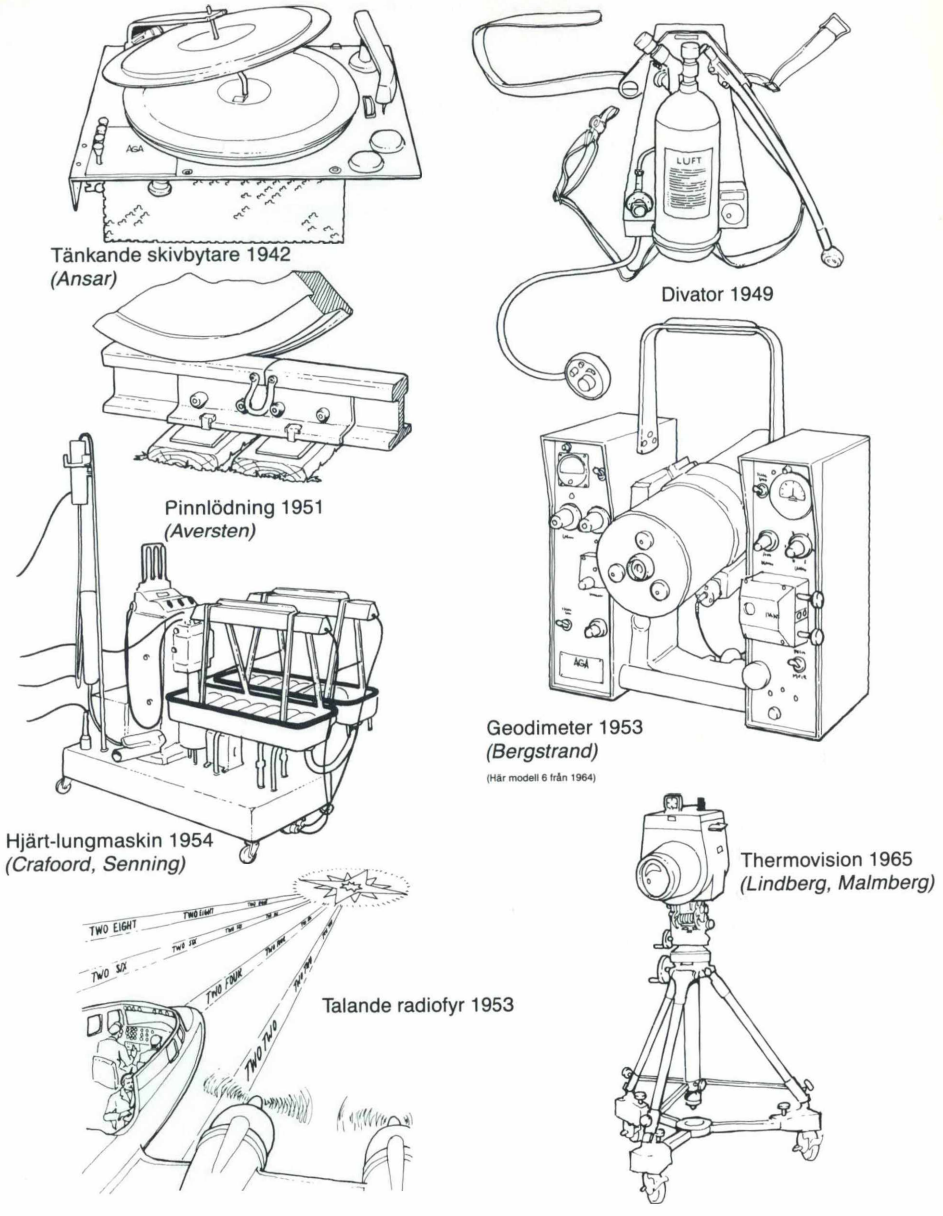
Genom att tillväxtmöjligheterna på AGAs traditionella marknader bedömdes vara låga gällde det att utnyttja även de nyförvärvade kunskaper och erfarenheter som försvarets högteknologisatsningar gett. AGA hade dragit till sig duktiga tekniker och attraherade även externa uppfinnare. Efterkrigstiden präglas av att svensk industri hade ögonen riktade mot USA, framtidslandet och dess teknikutveckling. Affärsidén var att ta fram idéer och skapa nyttigheter före någon annan. Så länge krigets verkningar dämpade den utländska konkurrensen fungerade detta. AGA blev nu också i den egna reklamen "uppfinnarföretaget".

AGA utvecklade nu ett stort antal "unika" produkter som kom tidigt ut på marknaden. Några exempel:

Lödningsmetoden "pinnlödning" för snabb fastsättning av kontaktförbindningar på järnvägsräls. Eftersom elektrisk signalström mellan kontakt och signal leds genom rälsen är det viktigt att en kontakt med lågt motstånd åstadkommes. Svetsning och hårdlödning hade tidigare visat sig vara otillförlitliga metoder.

Den **talande radiofyren** utvecklad ca 1953 graderar lufthavet i kompassriktningarna från en flygplats många tiotals mil ut i rymden. Genom att ställa in sin kommunikationsradio på fyrens UKV-våglängd får flygaren i klartext riktningen till ifrågavarande flygplats. Denna typ av radiofyr utvecklades även i USA och England. Huvudargumentet var att minska antalet instrument en flygare måste ha uppsikt över.

AGA sökte tidigt patent på den konstruktion som 1949 ledde fram till dykutrustningen **AGA Divator** för rök- och vattendykning. Lätta dykarutrustningar blev kända först under kriget, då de användes av



31. Några "unika" AGA-produkter. Teckning Teknisk Illustration.

italienska grodmän vid sänkningen av engelska örlogsskepp i Gibraltar i september 1941.

Hjärt–lungmaskinen (1954) var då den kom en världsunik apparat som möjliggjorde operation i blodtomt hjärta. Utvecklingen av denna apparat leddes av prof Clarence Crafoord och docent Åke Senning.

Längdmätningsinstrumentet Geodimeter, som konstruerades vid AGA baserades på en avhandling av Erik Bergstrand 1946. En ljuspuls sänds till en reflektor i andra änden av mätsträckan och reflekteras tillbaka till en mottagare. Tidsskillnaden mellan mottagning och sändning ger ett mått på sträckans längd med en noggrannhet av ett par cm på 30 km. Som reflektor användes ett hörnprisma med hög precision. Hörnprismat, som tidigare använts som reflektor på trafikskyltar patenterades av AGA 1925.

En **värmekamera** baserad på mekanisk-optisk avsökning av infraröd strålning med hjälp av ett roterande prisma konstruerades 1961 vid FOA. AGA utvecklade på denna princip AGA Thermovision som började säljas 1965.

Labautomaten AutoChemist byggde på en apparatidé av Gunnar och Ingmar Jungner. Man byggde en apparat, som automatiskt utförde 24 fotometriska analyser på 135 patientprover per timme, vilket motsvarar vad en labpersonal på ca 100 personer klarar manuellt. AGA blev 1965 delägare i AB Autokemi, som satsade på exploatering av apparaten. Den första enheten var stor och inflexibel och en mindre variant, Prisma, utvecklades vid AGA Innovation på 1970-talet.

Nya gas-tillämpningar

Under andra världskriget behövde man öka järn- och stålproduktionen. Syrgas började då användas för metallurgiska ändamål både i färskningsprocesserna och masugnsprocessen. Efter kriget for svenska metallurger till USA och fick ta del av där gjorda erfarenheter. Resultatet blev att många svenska järnverk gick in för den nya



32. AGAs första tankbil för flytande syre 1951 markerar ett viktigt teknikskifte i AGAs historia. Luftgaserna fick då en stor marknadstillväxt medan efterfrågan på acetylen stagnerade. 3 000-literstankens emballagevikt är 1 500 kg. Vid transport av motsvarande gaskvantitet i gasflaskor väger emballaget 31 800 kg.

tekniken. Behovet vid ett medelstort svenskt järnbruk var ca 2 000 m^3 syrgas per dag, vilket vid leverans i gasform motsvarar ett transportbehov av 5–8 billaster per dag. Hanteringen av så stora kvantiteter skulle bli dyr och besvärlig. Man insåg snart att nya, större luftgasfabriker och nya transportsätt behövdes för att tillgodose dessa behov.

Därför byggde AGA 1951 en fabrik på Lidingö för framställning av flytande syre, baserad på en tysk anläggning avsedd för tillverkning av V2-missilbränsle. Gasen transporterades nu till storkunder i tankbilar och efterfrågan på luftgaser ökade snabbt. AGA tillverkade endast små luftgasfabriker men behövde nu flera stora "flytande"-fabriker. Svårigheten att köpa sådana luftgasanläggningar av konkurrerande gasbolag bromsade till en början expansionen på luftgassidan. Snart kom även behov av kväve och argon från kemiska och metallurgiska processindustrier. Därmed startade inom luftgasmarknaden en intensiv utvecklingsfas där många nya tillämpningsområden skapades. Trots att efterfrågan på acetylen ej längre ökade fanns nu goda tillväxtmöjligheter inom gastekniken.

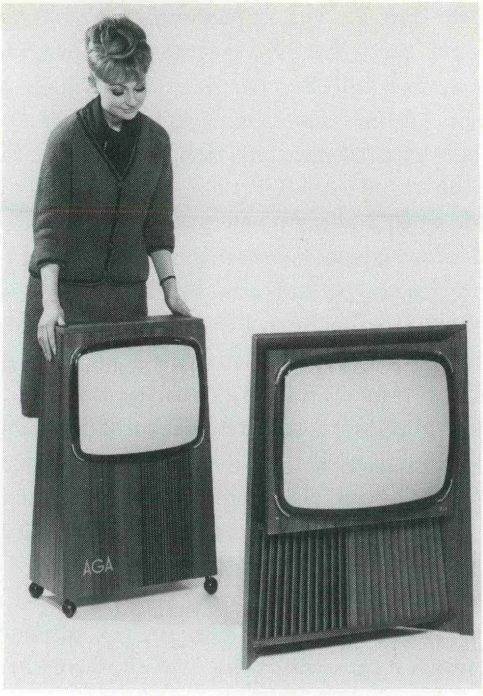
En ny storskalig användning av argon kom under kriget då argonbågsvetsning började användas för t ex svetsning av rostfritt stål och aluminium. Argon användes som skyddsgas. Inom metallurgin kom senare stora argonbehov i den s k AOD-processen för tillverkning av rostfritt stål.

TV-utveckling

Radio–TV var en sektor man inom AGA förväntade sig mycket av. En stor marknad öppnades omkring 1960. Närvaron på denna mark-



33. Tre TV-experter provar AGAs färg-TV 1952. Fr v Carl-Erik Granqvist, elektronikchef, Hans Werthén, chef för TV-utvecklingen och Gunnar Dalén, AGAs VD 1950–67 och Svenska Uppfinnareföreningens ordförande 1960–65. Foto Folke Hellberg, Pressens Bild AB.



34. AGAs TV-modeller Mobil och Prisma med läcker design från början av 1960-talet. Designer: Bengt Gullberg.

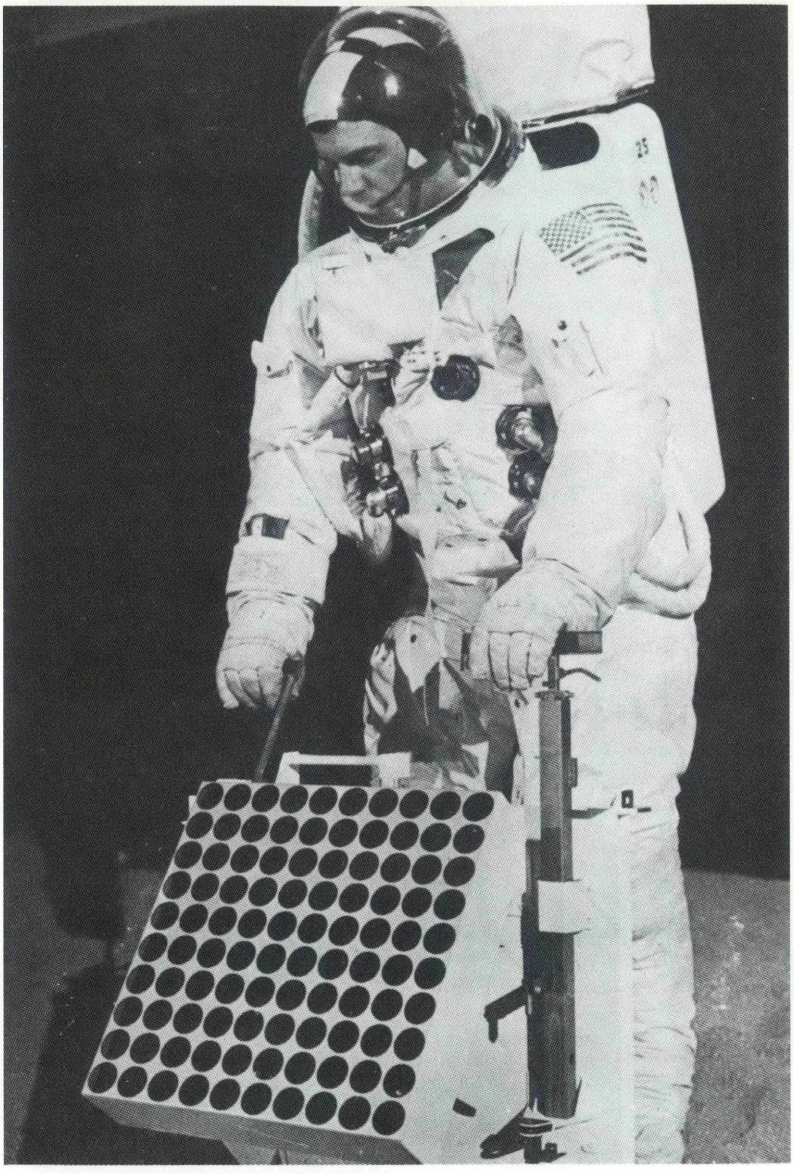
nad hade förberetts vid AGA redan då de första TV-provsändningarna i Sverige utfördes från KTH 1948. Snart därefter startade AGA utveckling av TV-mottagare. 1952 demonstrerade AGA ett eget färgTV-system baserat på amerikanska patent och 1954 påbörjades serietillverkning av svartvita TV-mottagare.

1967–1969

Mot vändpunkten

Liksom i många andra svenska verkstadsindustrier i mitten av 1960-talet fick även AGAs tekniker relativt fria händer att skapa nya idéer. Listan på unika AGA-produkter blev med tiden ganska lång. Samtidigt fick konsumentsektorn radio-TV svår utländsk konkurrens.

I mitten av sextiotalet beslöt dåvarande koncernledning att AGAs framtid låg inom högteknologi. Man gjorde stora satsningar på nya produkter inom medicin och elektronik och inrättade 1968 en särskild division, AGA Innovation, för forskning och utveckling. Men ekonomin inom högteknologiområdena gick i botten. Orsaken var bristen på marknadstänkande.



35. Höjdpunkt och vändpunkt för AGA som uppfinnarföretag? 1969 placerade Neil Armstrong en laserreflektor på månen med 100 hörnprismor (AGA-patent) tillverkade av AGA-ägda Boxton-Beel.

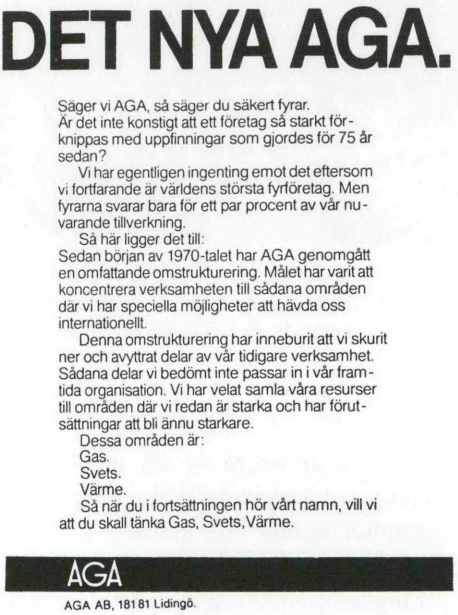
Försöken att kombinera en allt mer komplex gasrörelse med en starkt diversifierad verkstadsrörelse misslyckades. Det splittrade produktprogrammet kunde inte klaras med en organisation där fortfarande gasen låg som bas. Splittringen på för många områden medförde styrningssvårigheter som kulminerade 1970.

Tillbaka till gasen. Det nya AGA

1970 blev Sven Ågrup VD i AGA. Ågrup formade en framtidsstrategi, som från 1981 fullföljts av nuvarande VD Marcus Storch. Företaget skulle koncentrera sin verksamhet på områden på vilka företagets teknik- och marknadskunnande var starka nog att kunna skapa en expansion internationellt.

Några år senare blev den påbörjade operationen "tillbaka till gasen" tydlig. Resurserna satsades på gasrörelsen och främst på luftgaserna. Efterfrågan på svetsgasen acetylen hade stagnerat medan marknaden för nya luftgasapplikationer växte med ca 20 procent varje år. AGA kunde hålla sig väl framme inom dessa nya områden genom att engagera AGA Innovation i applikationsutvecklingen. Samtidigt pågick arbetet att avyttra för AGA udda eller olönsamma verksamheter. Dessa försågs först med attraktiva produkter. Denna s k "dress up the bride"-strategi lyckades och många produkter som utvecklats inom AGA lever nu ett lyckligt liv i ny miljö.

Gasverksamheten blev det viktigaste investeringsområdet från denna tid. 1978 köptes Frigoscandia, tillverkare av djupfrysningsutrustning och verksamt inom fryslagring och frystransport. Företagen Frigoscandia och AGA passar strukturellt bra ihop. Näraliggande aktiviteter finns inom hantering och frysning av livsmedel. Frigoscandia specialiserar sig på mekanisk frysning medan AGA inriktar sig på gasfrysning med flytande kväve.



DET NYA AGA.

Säger vi AGA, så säger du säkert fyrar.
Är det inte konstigt att ett företag så starkt förknippas med uppfinningar som gjordes för 75 år sedan?

Vi har egentligen ingenting emot det eftersom vi fortfarande är världens största fyrföretag. Men fyrarna svarar bara för ett par procent av vår nuvarande tillverkning.

Så här ligger det till:
Sedan början av 1970-talet har AGA genomgått en omfattande omstrukturering. Målet har varit att koncentrera verksamheten till sådana områden där vi har speciella möjligheter att hävda oss internationellt.

Denna omstrukturering har inneburit att vi skurit ner och avyttrat delar av vår tidigare verksamhet. Sådana delar vi bedömt inte passar in i vår framtida organisation. Vi har velat samla våra resurser till områden där vi redan är starka och har förutsättningar att bli ännu starkare.

Dessa områden är:
Gas.
Svets.
Värme.

Så när du i fortsättningen hör vårt namn, vill vi att du skall tänka Gas, Svets, Värme.

AGA

AGA AB, 181 81 Lidingö.

AGAs "högteknologi"-företag inom elektronik och optik som bildade industrigruppen Pharos och värmedivisionen, som formerades efter energikrisen 1973 såldes i början av 1980-talet. (Industrigruppen Pharos såldes till Penserkontrollerade investmentföretag 1982 och finns nu i Nobelkoncernen.)

Koncentrationen på gas medförde att man nu kom in i en oligopolmarknad där nyetableringar försvåras men stora expansionsmöjligheter finns genom att sälja gasen tillsammans med ny, för kunden lönsam teknik.

Tidigare var industrins produktutveckling i stort baserad på enskilda individers uppfinnargeni. Numera åstadkommes uppfinningar i företag främst genom problemlösning i systematiska lagarbeten. AGA uppfinner fortfarande och liksom vid fyrsystemets tillkomst är det lösningar på kunders problem som skapar tillväxten.

Så cirkeln är sluten. Efter en lång serie av teknikskiften är AGA åter tillbaka vid sin kärnkunskap gasen. Ett utmärkt motto för den nuvarande verksamheten skapades av Gustaf Dalén:

"Lös kundernas problem. Ge dem möjlighet till ökad lönsamhet, säkerhet och kvalitet i sin verksamhet. Hjälp dem att införa ny, bättre teknik."

Litteratur

AGA 25 år, AGA 40 år, AGA 50 år.
Nauckhoff J H, Nobelpristagaren Dr Gustaf Dalén (1927).
Modin K, Svensk ingeniörskonst och storindustri (1935).
Wästberg E, Gustaf Dalén – en stor svensk (1938).
Danielsson C, Studier i företags tillväxtförlopp (1974).
Broms H, Enström N, Vi som byggde AGA (Ordfront, 1987).
Almqvist E, Gasernas historia VI: Acetylen, gasen som skapade AGA (AGA Gasetten 2, 1990).
Almqvist E, AGAs model T – too far ahead of its time (AGA INNOVA 4, 1991).

A Company's technological shift: AGA's first 80 years

Summary

AGA which was founded in 1904, is one of the classic Swedish "genius-inspired companies". In contrast to other companies of the same period, AGA had a highly diversified production programme. AGA's rapid growth was the result of the inventor Gustaf Dalén's development of methods for the safe production of acetylene gas and its use as a source of illumination in beacons and as a combustible gas in welding.

The "AGA-system" of automatic beacon illumination was sold worldwide after the First World War. It was based on four of Dalén's early inventions —the so-called "clip apparatus" (Klippapparaten), the "AGA substance" (AGA-massan), the "solar valve" (Solventilen) and the "Dalén mixer" (Dalénblandaren). These were launched in the period 1906–09 and led to

Dalén being appointed as head of AGA. 1912 was an eventful year. AGA won a large order for a beacon system for the Panama Canal and moved to modern premisses in Lidingö. For Dalén himself this year was one both of triumph and tragedy. He was blinded in an accident and later received the Nobel Prize in Physics for his epoch-making discoveries. Despite his handicap, Dalén retained his inventive powers and headed AGA until his death in 1937.

The diversification which paved the way for AGA's technological shift was based mainly on the technical development within AGA's key areas of gas, welding and navigational technology. The beacons were supplemented with sound and radio signalling which brought AGA into the development of radio and later television. For the beacons and floodlights or searchlights special lenses were required which led AGA to start its own grinding shop which soon also produced projector optics. Acetylene which was used early on in railway and highway signals, was soon competing with electricity in intermittent light applications where AGA's so called "electrical clip" (el-klipp) was soon ready. The manufacture of equipment for gas welding and gas cutting was supplemented by the development of welding machines for the manufacture of steel plate radiators. AGA's competence in gas technology created during the 1930s a new market niche in oxygen therapy and anaesthetics which later led to developments in medical technology and diving techniques.

When during the Second World War, Sweden was cut off from the supply of foreign industrial products, a large part of workshop production was turned over to defence work. For AGA, military orders in the fields of electronics, optics, precision mechanics and gas technology, led to further diversification. For 20 years after the end of the war, AGA's own advertising image was that of an "invention-led company" specialising in high technology. In the 1960s, these products had to contend with fierce foreign competition. At the same time, the industrial gas sector expanded significantly.

At the beginning of the 1970s, AGA developed its future strategy. Investment was to be concentrated on those areas where the company's technological and marketing skills were strong enough to produce an expansion internationally. This led to a return to gas as the basic product and other concern enterprises in electronics, optics, medical technology and heat technology were sold off. The circle was complete. After 80 years of technological development, AGA's activities are once more concentrated upon some of its original areas of competence.

Utvecklingen av den svenska kokarreaktorn

Av Cnut Sundqvist och Erland Tenerz

Olle Gimstedt har tidigare, se Dædalus 1991, redogjort för de politiska och ekonomiska skeenden som skapade förutsättningarna för tillkomsten av en svensk kokarreaktor av lättvattentyp, BWR.

Som bekant startade Sveriges nukleära program med tungvattenlinjen. Då tungvattenlinjen övergavs, övergick också ledningen för reaktorutvecklingen från Studsvik till Västerås.

Vi kommer i det följande att främst beskriva utvecklingen av reaktorn och de säkerhetsrelaterade hjälpsystemen. Utvecklingsarbetet har emellertid omfattat även de konventionella delarna av kraftstationen såsom turbinanläggning, el- och kontrollutrustning och byggnader. Vi har för dessa anläggningsdelar haft ett utomordentligt gott samarbete med en rad företag inom och utom ABB-koncernen. Främst bör här nämnas ABB Stal, ABB Generation, ABB Automation, ABB Drives samt Studsvik och VBB.

Generation	Stationsnamn	Netto Eleffekt		Utvecklad år	Idrifttagning år
		Ursprunglig effekt	Efter höjning		
1	Oskarshamn 1	440	–	1962–68	1971
	Ringhals 1	750	718		1973
2	Oskarshamn 2	570	595		1974
	Barsebäck 1	570	600	1966–72	1975
	Barsebäck 2	570	600		1977
3	Forsmark 1	900	967	1967–72	1980
	Forsmark 2	900	968		1981
	TVO I	660	710	1972–76	1978
	TVO II	660	710		1980
4	Forsmark 3	1 060	1 150	1973–80	1985
	Oskarshamn 3	1 060	1 160		1985
5	BWR 90	840	–	1986–90	
		alt 1 170	–		

Givetvis har samarbetet med kraftföretagen under uppförandet och sedermera erfarenhetsåterföringen från drift och underhåll av kraftverken haft mycket stor betydelse för den evolutionära utvecklingen. Här bör också starkt framhållas kraftföretagens villighet att acceptera olika testpatroner, vilket varit och är den absoluta förutsättningen för ABB Atoms bränsleutveckling.

Utvecklingen av den svenska lättvattenkokaren påbörjades inom ASEA:s Atomkraftavdelning år 1962. Denna utveckling har sedan fortsatt inom ASEA ATOM och sedermera ABB Atom. Vi är nu framme vid den femte generationen enligt vidstående "släktträd"/ tablå.

Som framgår av tablån har utvecklingsarbetet inom ABB Atom under de senaste 10 à 15 åren även lett till att effekten höjts i befintliga stationer. Således har den utgående effekten höjts med 5 à 10 % i samtliga reaktorer och sista ordet är inte sagt i denna utveckling. I det följande skall vi ge en mer tekniskt betonad beskrivning av utvecklingsarbetet.

Reaktorn

Härdkonstruktion Beräkningsmetoder

För att kunna dimensionera reaktorhärden, krävs beräkningsmodeller och sådana man kan lita på. Reaktorfysiken var ett tekniskt sett nytt område. Termohydrauliken föreföll gammal – man hade ju kokat vatten sedan vikingatiden. Det sista var emellertid fel eftersom de tryck, temperaturer och massflöden som var aktuella var helt utanför gängse bruk. Temperaturer upp mot 1 000°C och mer, tryck 70 bar och mer och massflöden av en älvs dimension var det inte mycket känt om.

Inom reaktorfysiken hade vi gått i natururan-skolan dvs vi kom från tungvattenreaktorer med en fast anrikning på 0,72 % U235, där varje neutron hade en utomordentlig betydelse. Det gick inte där att bara öka eller sänka anrikningen av U235, vilket var möjligt på lättvattensidan där anrikningar mellan 0,72 % till 4 % U235 och ibland mer användes. Reaktivitetsdimensioneringen föreföll oss därför enklare än tidigare. Dock var effektfördelningen inom bränslet känsligare eftersom vi arbetar med anrikat material. För den skull byggdes i Studsvik KRITZ-reaktorn, vilken kom att få en utomordentligt stor betydelse för oss.

Den byggdes så flexibel att fullstora patroner kunde användas. I början användes KRITZ för att checka de beräkningsmetoder som utvecklats och slutligen användes KRITZ för den slutliga konfirmeringen av att vår dimensionering gjorts rätt, genom att en del patroner som transporterades till Oskarshamn 1 först testades i KRITZ.

Samarbetet mellan Atomenergis fysiker och ASEA-ATOM:s var utomordentligt gott även om många stormiga och ibland hetsiga sammanträden avhölls. Det sista var ett mått på hur alla med själ och hjärta gick in för att lösa problemen. Det var alltid saken som diskuterades och aldrig personerna.

Den andra delen av konstruktions- och dimensioneringsarbetet är termo-hydrauliken. Hur sker kylningen av bränslestavar som har en temperatur på 1 000°C och mer? Ingen kunde ge svaret. Inga hållbara teorier existerade. Då fattades beslutet att bygga en testkrets i Västerås där vi kunde elektriskt upphetta ett helt bränsleknippe. Kretsen fick namnet FRIGG dvs hoppets gudinna och kunde ge en värme motsvarande 9 MW el dvs ett helt bränsleknippe på 64 stavar kunde simuleras. Det var den största testkretsen i världen. Dessutom fanns möjligheten att oscillera effekten med ± 10 %. Då vi körde FRIGG var vi först tvingade att få ett godkännande av stadens elverk eftersom det kunde leda till att hela Västerås elnät blev påverkat. Vanligtvis fick vi köra FRIGG på natten.

Med FRIGG kunde vi simulera en hel bränslepatron och dessutom – och det var hitintills aldrig gjort – kunde vi mäta ångblåsorna och deras fördelning inne i knippet. Med hjälp av resultaten från FRIGG kunde nya teorier för kylning och termohydrauliskt beteende utvecklas. Så var då alla teorier klara.

När Oskarshamn 1 var dimensionerat, byggt och skulle tas i drift, var det naturligtvis extremt spännande att se om teori och verklighet stämde. Första frågan var om antalet patroner för att göra reaktorn kritisk var rätt? Senare kom frågan om effektkoefficient, som ju sammansättes av flera delar som Dopplerkoefficient, moderatortemperaturkoefficent, voidkoefficient etc var rätt. Även frågan om effektfördelningen i härden motsvarade våra förhoppningar.

Det bör här nämnas att Oskarshamn 1, liksom alla följande BWR, var konstruerade med negativ effektkoefficient. Detta är en viktig säkerhetsmässig princip. En negativ effektkoefficient medför att störningarnas ledande till effektökning bromsas av reaktorn själv.

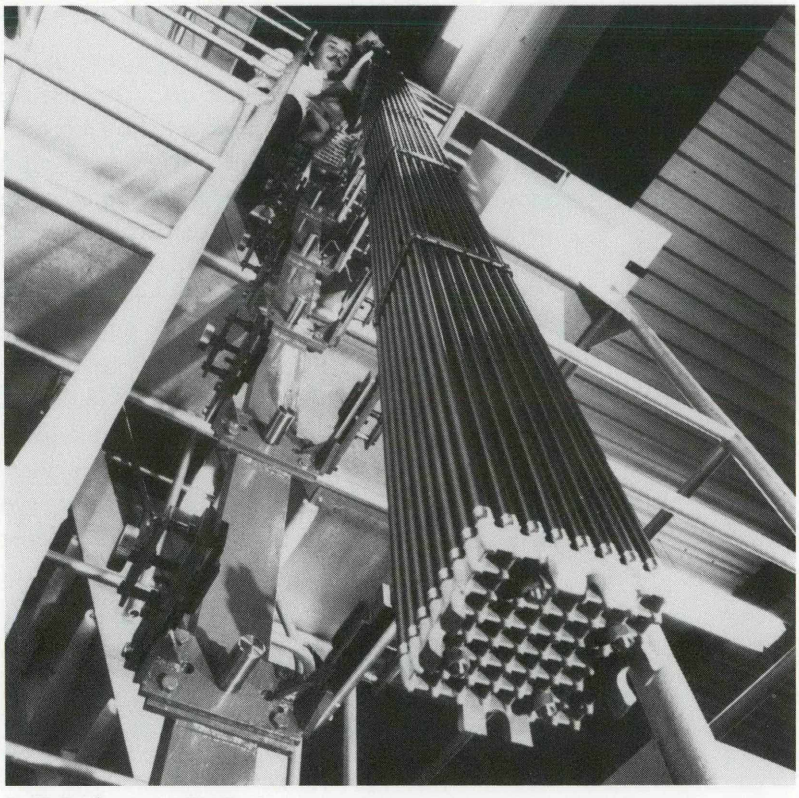
Under uppstartningstiden gjordes ett synnerligen stort antal mätningar, vilket var en av orsakerna till att tiden från 0 effekt till full effekt blev så lång. OKG som hela tiden var synnerligen positiva och hjälpsamma försökte aldrig tvinga oss till snabba beslut och kort uppstartningstid. För att ge oss möjlighet att kontrollera teori och verklighet hade de gett ett godkännande till att installera 5 st IBP (Instrumenterade BränslePatroner). Dessa IBP var speciellt instrumenterade. I toppen fanns möjlighet att med en turbinmätare mäta utgående vattenmängd i just denna patron. Dessutom fanns en impedans-voidmätare för att mäta ånghalten. Samma utrustning fanns också vid inloppet till patronen. I centrum av IBP fanns neutronflödesmätare. IBP placerades tätt intill den ordinarie in-core instrumen-

teringen. Dessutom fanns i botten av IBP en variabel strypning med vilken vi ändrade massflödet i patronen under drift. Vidare innehöll IBP också termoelement. Resultaten från mätningarna i IBP stämde väl med och stärkte därmed våra beräkningsprogram.

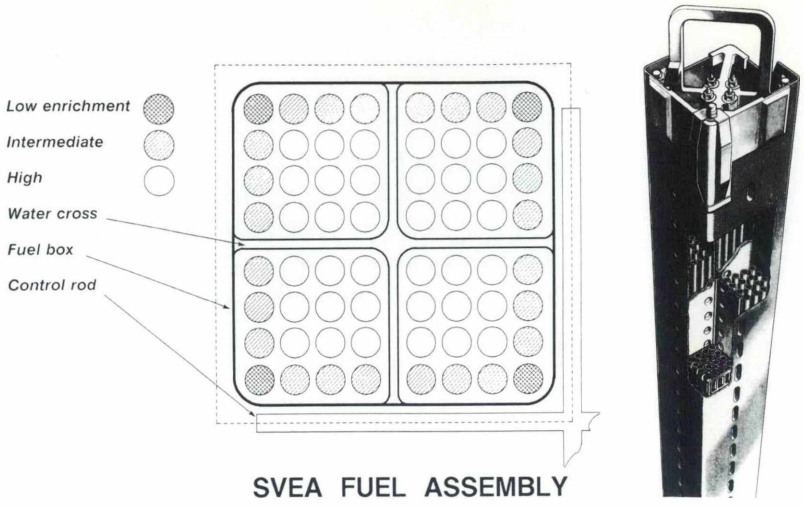
Allt detta arbete för såväl teori som experiment gav oss en fast grund att stå på för vårt fortsatta arbete. Det bör påpekas starkt att arbetena kraftigt understöddes av såväl OKG:s ledning som ASEA:s. Det skulle nämligen ligga nära till hands att tro att såväl kund som leverantör vore angelägna om att snabbt komma till full effekt och starta produktionen och därmed att inkomsterna skulle komma. Varje dags försening betydde ju faktiskt närmare 1 MSEK inkomstbortfall räknat i dagens penningvärde. Beskedet från de två företagsledningarna var: "Gör de mätningar Ni behöver."

Bränslekonstruktionen

Vid valet av bränslekonstruktion gäller det att optimera bränslecykelekonomin, kylningsförhållanden, stabiliteten och produktionskostnaderna. Ofta blir det differenser mellan stora tal varför beräkningar ej kan ge ett entydigt svar. Ofta måste frågan helt enkelt avgöras av bedömningar. Vi visste att alla våra konkurrenter valt ett 7 × 7-alter-



1. Bränslepatron 8 × 8.



2. SVEA – bränslepatron.

nativ dvs 49 stavar i varje patron. Vi kom emellertid till att det rätta borde vara 8 × 8 dvs 64 stavar (fig 1). Helst hade vi velat gå till 9x9 men här bromsade stabiliteten oss. Vi var skrämda av Marviken där vi förutsåg stabilitetsproblem. Vi valde slutligen 8 × 8, vilket blev den design som användes i våra första reaktorer. 5 à 10 år senare kom våra konkurrenter till samma slutsats och skiftade över från 7 × 7 till 8 × 8. Vid den tidpunkten var vi beredda för nästa steg, nämligen SVEA (fig 2).

I slutet av 60-talet uppstod frågan om inte en förenkling av BWR:s konstruktion kunde genomföras. Orsaken till att styrstavarna införes underifrån var ju att kokningen i en BWR gjorde att effektutvecklingen pressades ned till nedre delen av härden. Med hjälp av styrstavar underifrån skulle man således ha möjlighet att förskjuta effektfördelningen uppåt så att en jämn och mer symmetrisk effektfördelning erhölls. Vidare fick man över härden ett stort utrymme för ångseparering och torkning. Nackdelen var emellertid alla genomföringar i botten och ett mer komplicerat scramsystem för styrstavar.

Med styrstavar uppifrån skulle en ny härddesign kunna göras som gav en väsentligt bättre neutronekonomi och därigenom också en bränslekostnad väsentligt lägre än den gamla 8 × 8-designen. Dessa funderingar och arbeten ledde till ett projekt kallat Modul 68.

70-talet kom och med den också problemet med reprocessering och Pu-återcykling. Det blev klart att reprocessing visst gick att genomföra men var totalekonomiskt en dålig affär. Frågan ställdes då om man inte skulle kunna göra en ny patron där resthalten av klyvbara isotoper blir försumbar och ett bättre utnyttjande av U235 gjordes. Detta ledde tillsammans med idéerna från Modul 68 till SVEA-konstruktionen.

Genom att införa ett kors med icke kokande vatten i centrum av vår gamla 8 × 8-konstruktion lyftes neutronflödet i centrum så att neutronflödet blev jämnare och förbränningen av U235 blev mycket effektivare. För reaktorägaren innebar det att bränslecykelkostnaderna per år för en normalstor reaktor kunde sänkas med 10 till 15 MSEK per år dvs högst märkbar effekt.

Introduktion av SVEA blev därför lätt att genomföra. 1981 sattes den första testpatronen in och 1988 tillverkades i vår fabrik den sista 8 × 8 patronen. Sedan blev allt SVEA och en lysande framgång för ABB Atom.

Med SVEA-designen gavs också möjligheten att höja utgående effekt utan att den hetaste punkten i bränslet behövdes öka. SVEA ger nämligen en jämnare effektfördelning än 8 × 8.

Utvecklingen av SVEA tog cirka 5 à 10 år och kom att kosta säkert 100 MSEK.

I slutet av 70-talet och början av 80-talet kom ett nytt problem nämligen det s k PCI (Pellet Clad Interaction). Den allra första gången det noterades, var vid ett experiment i Halden-reaktorn i Norge som vi gjorde. Senare visade det sig vara förklaringen till ett stort antal bränsleskador över hela världen. Vi har dock kommit relativt oskadda genom denna period genom att vi hade en lägre effektbelastning i W/cm än våra konkurrenter. Det orsakades av att vi hade 8 × 8 dvs 64 stavar medan våra konkurrenter hade 7 × 7 stavar. Helt utan skador klarade vi oss dock inte.

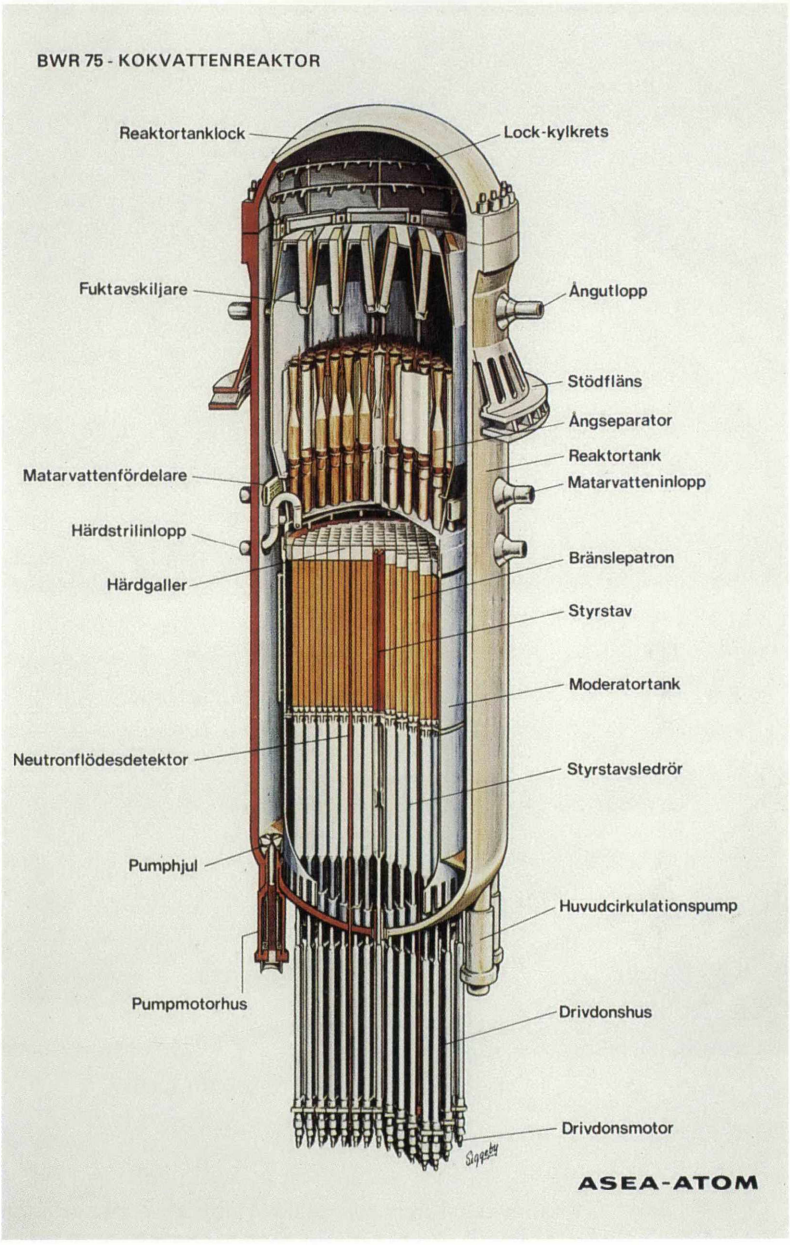
Den primära orsaken till PCI-problemet är att W/m är för högt. Låt oss reducera detta genom att gå till 10 × 10 i stället för 8 × 8. Neutronekonomin snarare förbättrades än försämrades.

Tidigare hade stabilitetsfrågan förhindrat oss från detta men mätningar i Forsmark visade mycket klart att det icke kokande vattnet i centrumkorset hade en klart stabiliserande effekt. Vi övergick således från SVEA 64 till SVEA 100.

Våra konkurrenter tog steget från 8 × 8 till 9 × 9 och använde en liner på insidan av kapslingen.

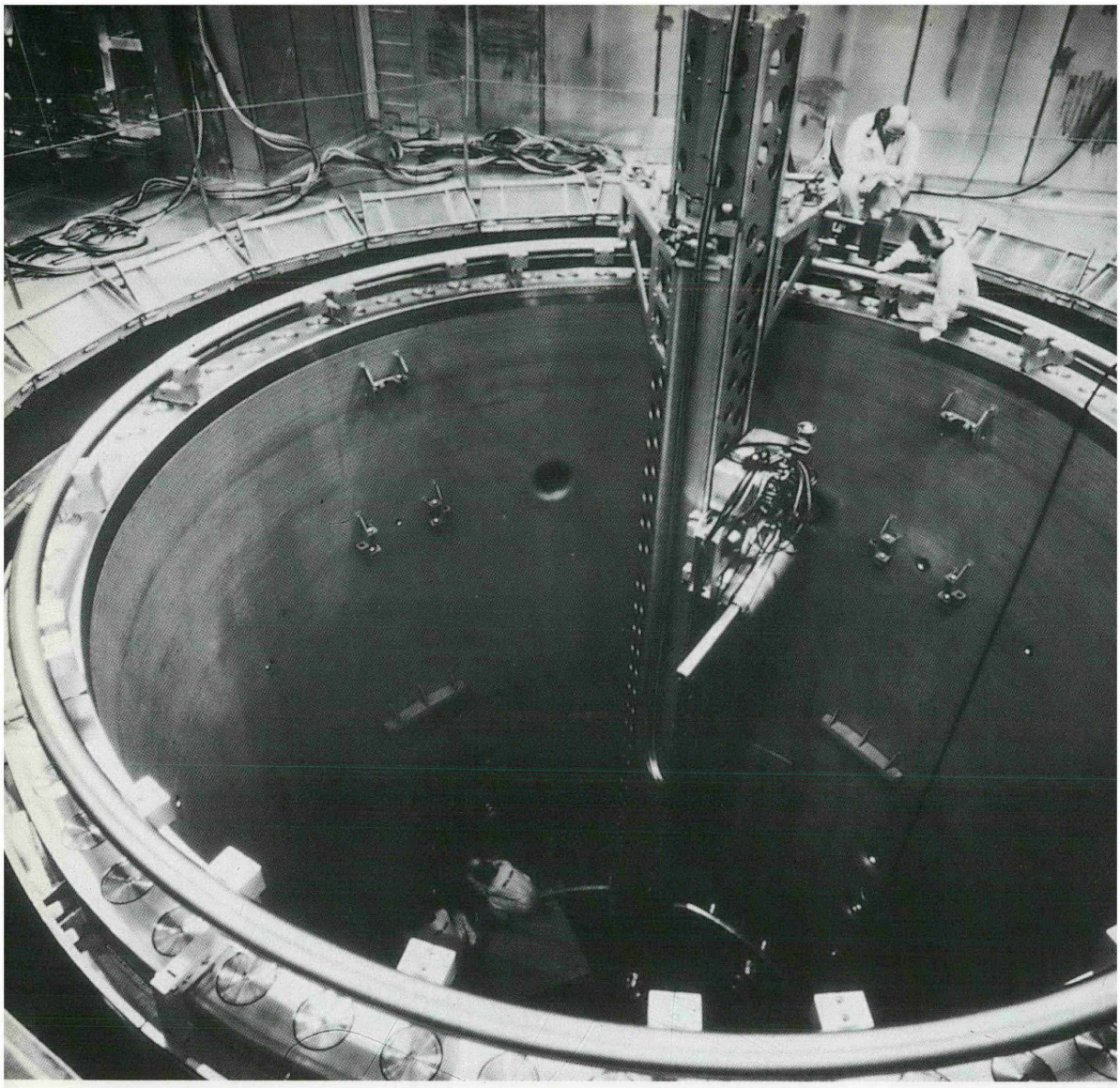
Reaktorstomme Reaktortanken

Generation 1 och 2 var utrustade med externa huvudcirkulationspumpar. Utvecklingen av internpumparna påbörjades 1967 men tillämpades först i tredje generationen. I USA och Japan gick utvecklingen mot jet-pumpar i stället för internpumpar. På sista tiden har emellertid japanerna tagit nästa steg och gått från jet-pumpar till internpumpar av vår typ. I Tyskland gick utvecklingen också mot internpumpar men i motsats till oss med torra pumpar. Övergången från externa till interna pumpar påverkade drastiskt reaktortankens konstruktion. Reaktortankarna med externpumpar har stora stutsar, 600 mm invändig diameter, för det cirkulerande kylvattnet i bottenpartiet av reaktortanken. Internpumparna gjorde dessa stora stutsar



3. Reaktortank med internpumpar.

liksom även de tillhörande ledningarna och avstängningsventilerna överflödiga (se fig 3). Dessa utvecklingssteg innebär en betydande säkerhetsmässig förbättring, eftersom stora bottenbrott (i huvudcirkulationsledningarna) eliminerades och gjorde det möjligt att hålla härden vattentäckt vid en läcka eller ett brott på de stora rörledningar



4. Inspektionsutrustning för reaktortankar.

som ansluter till reaktortanken ovanför härden. Reaktortankens utformning är i övrigt principiellt likartad i alla generationer. Genom att dra nytta av stålverkens förmåga att framställa allt större stålgöt har antalet svetsar kunnat reduceras. I de senaste generationernas har reaktortanken byggts upp av helsmidda ringar, vilket ger minimum av svetsar och underlättar den återkommande inspektionen.

Reaktortankarna inspekteras enligt ett särskilt av SKI fastställt program. Främst genom TRC har det skett en omfattande utveckling av inspektionsutrustningar för reaktortankar (se fig 4) från och med att den första utrustningen togs fram för Oskarshamn 1.

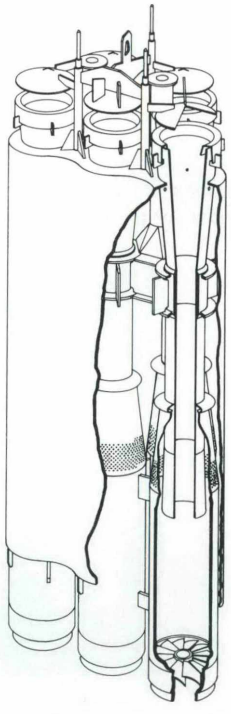
Provresultaten jämförs med tidigare utförda prov och med motsvarande provresultat från den nytillverkade reaktortanken. Parallellt med tillverkningen av reaktortanken tillverkas av samma material även ett antal provstavar. Dessa provstavar placeras inne i reaktortanken och nära härden, dvs i ett mycket högt neutronflöde. Härigenom kan man i förväg få en uppfattning om neutronbestrålningens inverkan på tankmaterialet. Reaktortankarna dimensionerades tidigare för 40 års livslängd medan de nu dimensioneras för 60 års livslängd. Materialet för reaktortankar är numera en väl etablerad internationell standard.

Interna delar

Reaktortankens interna delar, se fig 3, har till uppgift att bära upp reaktorhärdens bränslepatroner, forma strömrummet för det cirkulerande reaktorvattnet samt sist men icke minst separera den i härden producerade ångan från kylvattnet.

Utvecklingen av ångseparatorerna har pågått i olika steg över nära tjugo år.

Första och andra generationens ångseparatorer utvecklades i samar-



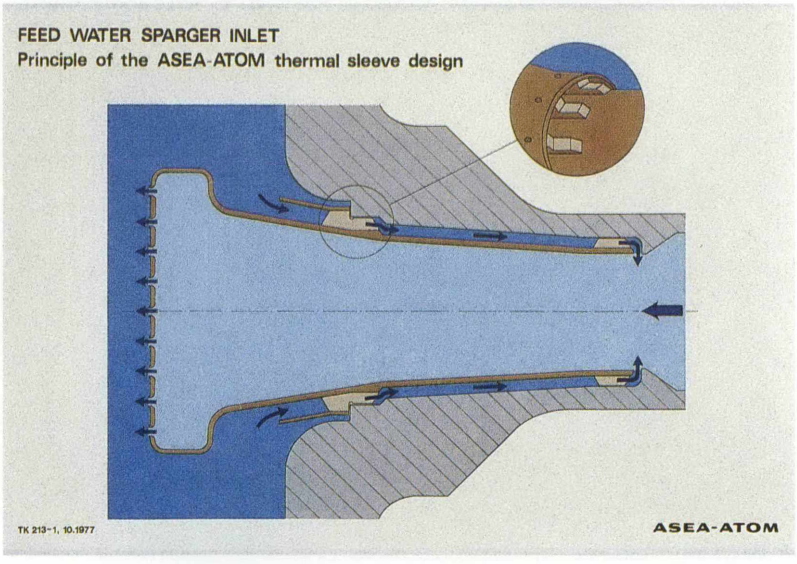
5. Interna delar, ångseparator.

bete med Studsvik. Ångseparatorn är av cyklontyp och utvecklingen av denna typ av komponenter är av typ "trial and error" vadan det krävs fullskaletest vid driftförhållandena för att få tillförlitliga resultat (se fig 5). För detta ändamål uppfördes i Studsvik en testrigg som sedan i början av 70-talet flyttades till Västerås. Genom att tålmodigt ändra en parameter i taget har det omfattande testprogrammet lett fram till acceptabla konstruktioner.

Redan under konstruktionen av interndelarna för Oskarshamn 1 kom vi underfund med att även med risk för vibrationer, lösa delar etc, så bör interna delarna vara möjliga att plocka ur reaktorn för eventuell reparation eller utbyte. Den rättframt robusta metoden att svetsa ihop allting måste följaktligen ersättas av en mer sofistikerad konstruktion med delningsplan och bultförband.

Vid utvecklingen av tredje generationen infördes en radikal förenkling av de interna delarna. Ångseparatorenheten och ångtorken staplades löst, dvs utan bultförband, på härdgallret. Utformningen var sådan att när reaktorlocket lades på så kom balkar i reaktorblocket att "trycka fast" dessa lösa interna delar. Skillnaden i längdutvidgning emellan det rostfria stålet i interna delarna och kolstålet i reaktortanken gav sedan upphov till en ökad presskraft när reaktorn kom upp till drifttemperatur, ca 270°C.

Termiska transienter måste begränsas eftersom de kan ge upphov till sprickor. Matarvattnets temperatur varierar med lasten, vilket leder till att matarvattenstutsarna i reaktortanken utsätts för många termiska transienter.



6. Mavafördelare och mavastuts.

I syfte att eliminera risken för att dessa ofrånkomliga transienter skulle åstadkomma sprickor i matarvattenstutsarna utvecklade vi redan för Ringhals 1 en speciell konstruktion för mavastuts och mavafördelare (se fig 6). Konstruktionen bygger på att i den venturiformade utformningen skapar matarvattnets hastighet ett dynamiskt undertryck som suger in varmt reaktorvatten genom spalten mellan tankstuts och mavafördelare. Härigenom får den mera känsliga och svårreparerade tankstutsen jämn temperatur medan temperaturtransienten tas upp av den mindre känsliga mavafördelaren (lättare att reparera eller byta ut). Arrangemanget har verifierats genom mätningar i Barsebäck och visar sig fungera väl ända ner till ca 30 % reaktoreffekt och motsvarande mavaflöde.

Styrstavar och drivdon

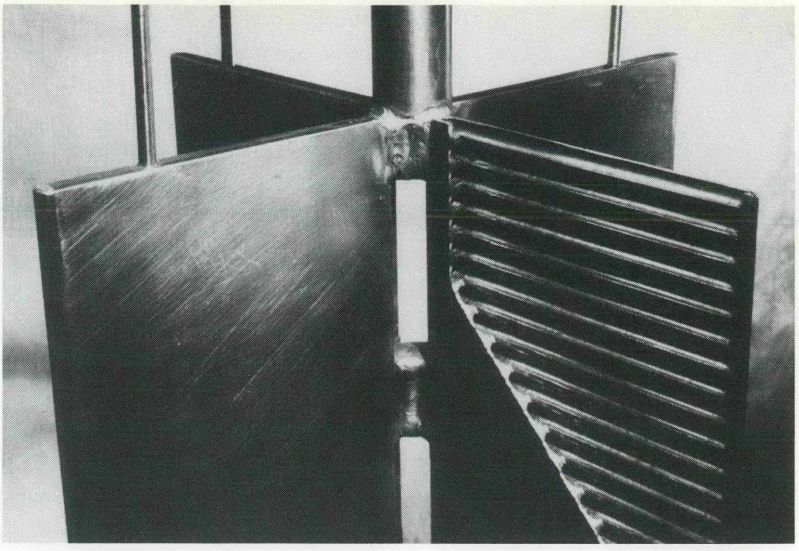
Svenska programmet övergick från tungvatten till lättvatten. Marviken hade lärt oss mycket bland annat om stabilitet. Vi var alla mer eller mindre skakade av de instabiliteter som vi förutsåg för Marviken och därför gällde det nu att hela tiden vara uppmärksam på att reaktorn i alla tänk- och otänkbara lägen var stabil. Inga som helst reaktivitetsramper skulle tillåtas.

Vi noterade att GE och andra konkurrenter hade en styrstav som baserade sig på hydraulik och därför vid varje rörelse tog ett skutt upp eller ned. Detta gav ett reaktivitetstillskott som vi inte ville tillåta. Lösningen blev att vi beslöt oss för en styrstav som normalt kunde röra sig mjukt men vid nödstopp kunde röra sig snabbt. Vi valde således en skruv för normal operation och hydraulik för snabbstopp.

Efteråt kan vi konstatera att valet var bra även om vi hade många, många problem med grafiten i styrstaven men att motiveringen för valet egentligen var överdrivet. Några stabilitetsproblem har inte någon haft orsakat av drivmekanismen men ett annat problem dök senare upp som har lett till stora problem för alla våra konkurrenter nämligen PCI (Pellet Clad Interaction). PCI-problemet har vi aldrig haft i samma utsträckning men här har skruvmekanismen verkligen hjälpt oss.

Det är att notera att i dagens nya japanska reaktor ABWR har man lämnat hydrauliken och också infört en skruvmekanism. För snabbstopp gäller också där ett hydrauliskt införande.

För absorbatordelen valde vi, i linje med vår konservativa konstruktionsfilosofi, att gå in för en enkel, robust design. Den korsformiga styrstaven är uppbyggd av fyra separata plåtar i rostfritt stål. I dessa plåtar borras horisontella hål som fylls med borkarbid (den neutronabsorberande komponenten). Hålen svetsas igen på ett sådant sätt att det högre gastrycket i hålen närmast styrstavsspetsen (får mer bestrålning) via en kanal utjämnas över ett antal hål. De fyra bladen svetsas nu ihop till sin slutgiltiga korsform. Denna robusta konstruk-



7. Styrstav.

tion ger även reaktorfysikaliska fördelar med större reaktivitetsekvivalens och längre livstid beroende på att vi i vår konstruktion får in mer borkarbid än vad våra konkurrenter fått i sin konstruktion. Konstruktionen har gradvis förbättrats, bl a genom att i hålen närmast styrstavsspetsen ersätta borkarbiden med hafnium. På liknande sätt avslutas borkarbidfyllningen av ett antal hål med en hafniumplugg. Härigenom minskas svällningen och även gastrycket (He) i hålen och styrstavens livslängd ökas. Se fig 7.

Valet av design blev en framgång större än vi vid den tiden trodde att den skulle bli. Vi hade nämligen inte räknat med att våra konkurrenter skulle få allvarliga problem med sin styrstav som är baserat på vertikala rör. De fick efter ett antal år kraftiga sprickor i absorbatordelen och absorbatorn helt enkelt försvann i kylarvattnet.

Problemet blev så stort att EPRI (Electrical Power Research Institute) i USA gick ut med en förfrågan över hela världen om ett forsknings- och utvecklingsprogram som skulle leda till en ny styrstav för BWR som icke ledde till sprickor. Vi skickade in en ritning av vår styrstav i Oskarshamn 1 som då gick för full effekt. Detta väckte en stor uppmärksamhet och vi fick omedelbart en beställning på stavar till Dresdenreaktorn i USA. I och med detta blev vår styrstav en speciell marknadsvara som nu säljes av ABB Atom över hela världen där BWR finns.

För att säkra styrstavarnas inskjutning i reaktorhärden (= säker avstängning) utformades drivdonen med två av varandra oberoende och diversifierade system. Det ena systemet, använt för normal drift,

bygger på skruv och mutter (jämför med en skruv-domkraft). Här utnyttjades för muttern en komponent, vattensmort grafitlager, som utvecklats inom Marviken-projektet. Se fig 8.

Det andra systemet, hydrauliska snabbstoppssystemet (jämför med en hydraulisk domkraft), beskrivs nedan.

Drivdonen tillförs ett renvattenflöde för att minimera den radioaktiva kontamineringen från aktiverade korrosionsprodukter i reaktorvattnet.

Läget för varje styrstav moniteras enkelt genom att räkna antalet varv på skruven. Via permanentmagneter på muttern och styrstaven fås en oberoende lägesbestämning för varje stav.

Huvudcirkulationspumparna

För tungvattenreaktorn användes "våta" pumpmotorer, dvs ingen axeltätning utan våt rotor och stator. Skälet var att undvika läckage av det dyrbara tunga vattnet. Att eliminera läckage och driftavbrott för byte av axeltätningar ansåg vi var ett fullgott motiv även för en lättvattenkokare. Konstruktionen hade använts som cirkulationspump i ångpannor av s k la Mont-typ.

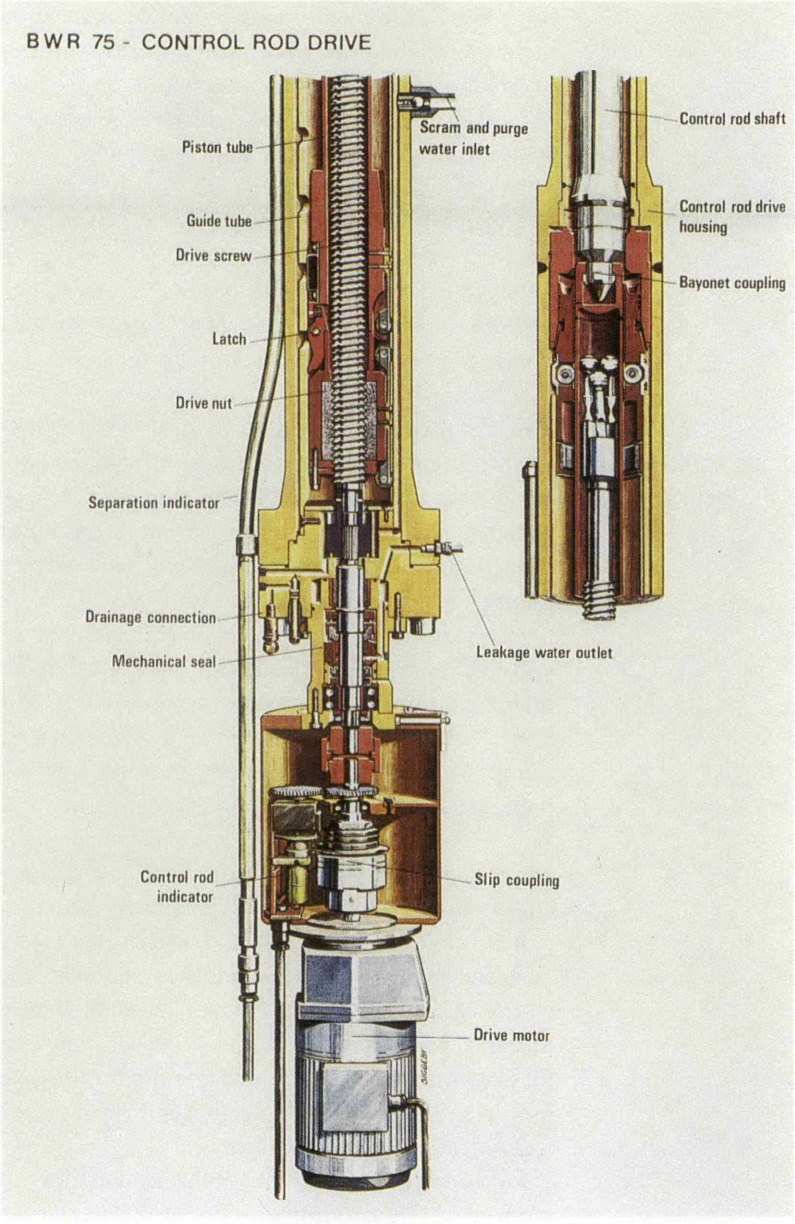
För vår BWR valde vi att placera motorn under pumpen, för att undvika avgasfickor orsakande skador på de vattensmorda lagren. I tillägg till detta tillfördes mellan motor och pump ett litet renvattenflöde varigenom crudpartiklar från reaktorvattnet förhindras att tränga in och smutsa ner pumpmotorn. I generation 1 och 2 hängde pumparna i huvudcirkulationsledningarna. Pumparna drivs via ett Ward-Leonard-aggregat. Detta medger att pumparnas varvtal enkelt kan regleras mellan 100 och 20 %. Detta motsvarar att reaktorns effekt (utan att flytta några styrstavar) kan ändras ca ± 30 %, exempelvis från 100 % ner till 70 % effekt och vice versa.

Redan innan vi kört igång den första reaktorn, Oskarshamn 1, hade vi börjat utveckla den tidigare nämnda internpumpen. Genom att utforma pump och motor i två delar: Den ena, pumphjul och axel, förs ner inifrån reaktortanken genom pumpstutsen, den andra, pumpmotor med radial- och axiallager förs in i de under reaktortanken fastsvetsade pumpmotorhusen.

De båda delarna skruvas ihop (underifrån) varefter en bottengavel monteras. För drivningen och varvtalsregleringen utvecklade ASEA (nuvarande ABB Drives) en tyristoromformare. Prototypkonstruktionen av internpumpen plus tyristoromformare provades i totalt ca 15 000 timmar i en testrigg vid fullt tryck och temperatur.

De våta pumparna, såväl extern- som internversionerna, har visat sig förutom drift- och säkerhetsmässiga fördelar vara mycket tillförlitliga komponenter.

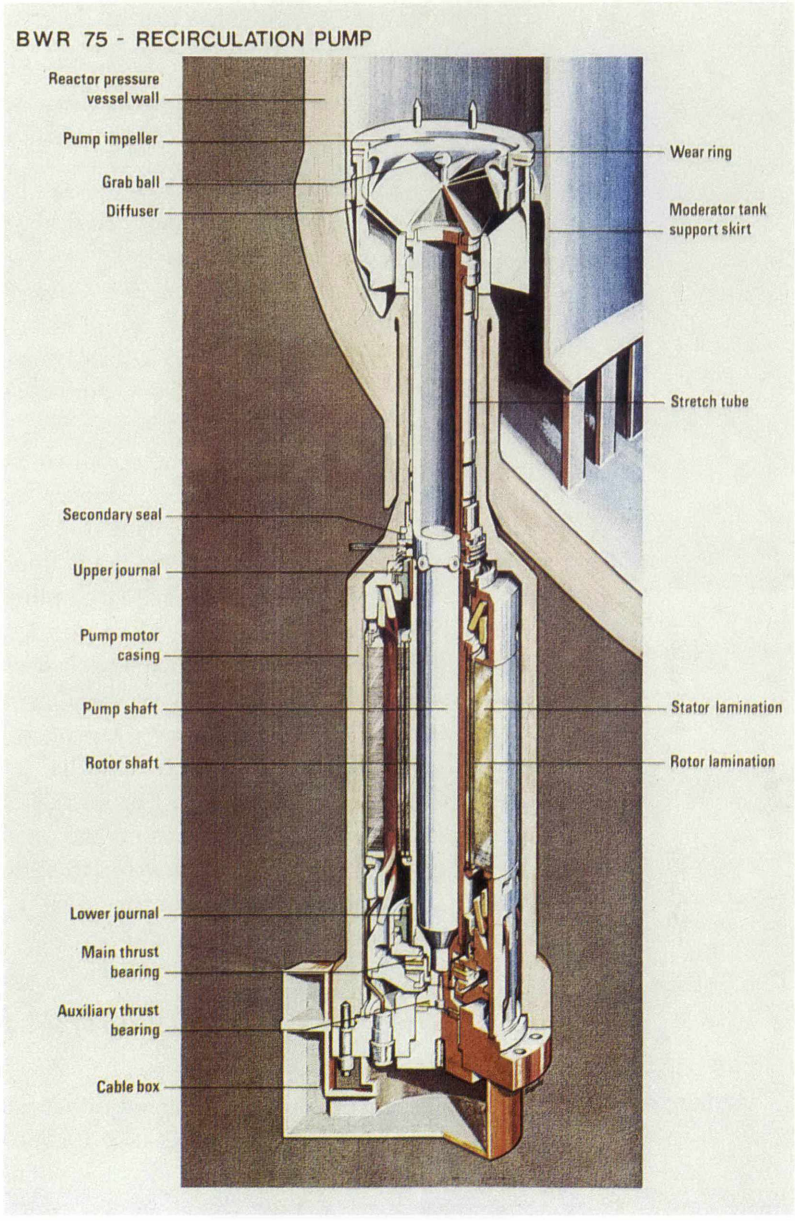
Internpumpskonstruktionen kommer nu att, på licens från ABB Atom, inkorporeras i den japanska ABWR, vars första aggregat planeras att tas i drift år 1996.



8. Drivdon för styrstav.

Material och Vattenkemi

Materialval och vattenkemi har mycket stor betydelse för säker drift, aktivitetsnivån och därmed dosbelastningen på personalen samt livslängden på komponenter. Speciellt viktigt är detta för reaktortank och interna delar, men eftersom lättvattenkokaren arbetar med direktcy-



9. Internpump.

kel måste även turbinanläggningens materialval och vattenkemi beaktas för bästa resultat. Detta har underlättats av det goda samarbetet med ABB Stal. På såväl material som vattenkemisidan har ATOM valt en egen och i flera avseenden banbrytande väg.

Stora mängder rostfritt stål används i reaktoranläggningen. Redan från första anläggningen har stringenta krav satts för det rostfria stålet:

- Begränsning av kobolthalten (för att begränsa aktivitetsuppbyggnaden)
- Begränsning av kolhalt, kallbearbetning och värmetillförsel vid svetsning (minskar risken för intergranulär spänningskorrosion)

En neutral vattenkemi valdes och en mycket låg halt av föroreningar (ca 1 ppb Fe eller i reaktorvattnet mindre) samt låg konduktivitet (mindre än 1 μ s/cm vid 25°C) eftersträvades. Genom en samverkan mellan ett propert materialval och en samdimensionering av kondensatreningssystemet och reaktorns reningssystem har vi lyckats etablera mycket låga föroreningar i reaktorvattnet och internationellt sett lägsta dosbelastningar för personalen (här spelar även andra faktorer in).

I samband med att IGSCC (Intergranular Stress Corrosion Cracking) började uppträda i utländska reaktorer lanserade ABB Atom ett radikalt botemedel för att förebygga denna typ av sprickor, nämligen vätedosering. Den av radiolysen orsakade höga syrehalten i reaktorvattnet ger i kombination med dragspänningar och ogynnsamma materialdata upphov till IGSCC. Vätedosering till matarvattnet leder, med hjälp av neutronflödet i fallspalten till en rekombinering med syret i reaktorvattnet. Principen verifierades först 1979 i ett prov i Oskarshamn 2. Ett omfattande försöksprogram med deltagande från de svenska kraftföretagen SKI och EPRI har genomförts i Ringhals 1 och i ABB Atoms laboratorium. För en rad olika material har verifierats vilka föroreningar i vattnet som kan orsaka IGSCC, respektive vilken vätgasdosering som erfordras för att eliminera IGSCC. Vätgasdosering har också börjat tillämpas såväl i en del svenska som utländska reaktorer.

Reaktorns hjälpsystem

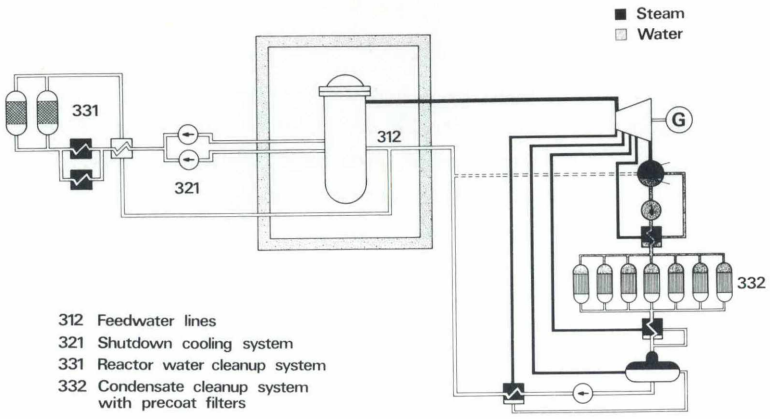
Vattenrening

I en kokarreaktor på 1000 MWe är ångflödet från reaktor till turbin ca 1 500 kg/s och matarvattenflödet från turbin till reaktor lika stort. Eftersom turbinanläggningen är ett stort kolstålsystem gäller det att se till att ha en väl avvägd vattenrening av detta stora vattenflöde för att uppnå den tidigare nämnda extrema renheten på reaktorvattnet.

Två reningssystem används, se fig 10.

- Kondensatreningssystemet
- Reaktorns reningssystem

Kondensatreningssystemets främsta uppgift är att skilja av föroreningarna, främst korrosionsprodukter, förrän kondensatet återförs till reaktorn. Systemet skall också klara små inläckage av havsvatten till kondensorn.



10. Vattenreningssystem.

Filtren är av precoat-typ och massan är vanligen en blandning av katjon- och anjonbytarmassa. En moduluppbyggnad med en reservenhet medger byte av filtermassa under drift.

Reaktorns reningssystem skall förutom de kvarvarande suspenderade föroreningarna i det inkommande matarvattnet även avlägsna de jonogena föroreningarna för att hålla rätt vattenkvalitet i reaktorn.

Här har vi i alla anläggningar använt djupbäddsjonbytare med radiellt flöde, utvecklade redan under tungvattenepoken.

Aktiva avfallssystemen

För en kokarreaktor behövs två slag av avfallssystem. Med den direkta cykeln arbetar en kokarreaktor med en kontinuerlig avgasning. Turbinkondensorns vakuumsystem suger kontinuerligt av inläckande luft och då följer även med de icke kondenserbara gaserna från radiolysen av reaktorvattnet främst N_{16}. N_{16} har en halveringstid på ca 7 min och genom att låta gasen fördröjas en halvtimme, genom passage av en sandfylld tank, klingar N_{16} bort. Systemet har i senare generationer försetts med aktiva kolfilter varigenom även fissionsgaser från en mindre bränsleskada kan tas om hand utan att reaktorn behöver stängas av.

Systemet för flytande och fast avfall har främst i uppgift att maximera återanvändning av vatten och avskilja, kompaktera och solidifiera (förpacka) de fasta, aktiva återstoderna. Vi har utvecklat system för detta där solidifieringen kan göras i betongkuber eller i bitumen, allt efter kundens önskemål.

Reaktor-skydds-systemet

Detta system är "nervcentralen" för kraftverkets säkra drift. Systemet skall ge alarm när för säkerheten viktiga parametrar, neutronflöde, reaktortryck, vattennivå i reaktorn etc överskrider tillåtet värde under normal drift. Om något parametervärde överskrider gränsen för säker drift skall reaktorn stängas av, s k snabbstopp.

Här gäller för konstruktören att både äta kakan och ha den kvar, dvs utforma reaktorskyddssystemet så att säkerheten tillförsäkras samtidigt som man håller hög drifttillgänglighet genom att undvika onödiga snabbstopp. Detta löses med övertalighets- eller redundansprincipen, dvs en viss säkerhetsfunktion får inte vara avhängig av en enda anordning eller komponent. I de tidigare anläggningarna tillgodosågs detta krav med 2 av 3 kopplade reläsystem. 2 av 3-principen innebär att om 2 av de 3 övervakningskedjorna ger signal för snabbstopp så utlöses snabbstoppet även om den tredje kedjan är helt ur funktion.

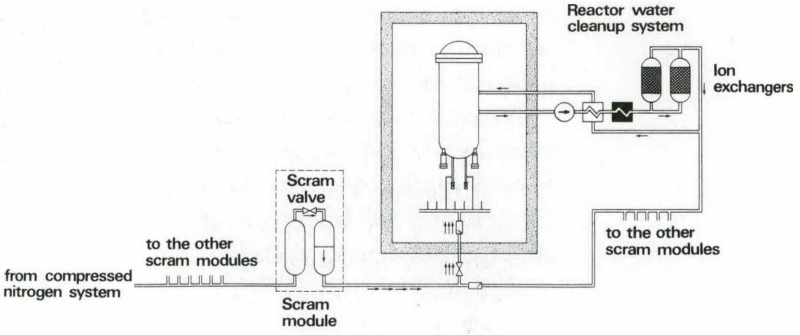
I senare anläggningar, fr o m Forsmark 1, övergick vi till 2 av 4-koppling, vilket medger att vid ett komponentfel på en kedja systemet fortsätter i 2 av 3-koppling.

I mitten av 70-talet, Forsmark 3 och Oskarshamn 3, övergick vi från reläer till ett elektroniskt, men fortfarande "hardwired", reaktorskyddssystem.

Hydrauliskt snabbstopps-system

Uppgiften för detta system är att snabbt (inom ca 4 sek) skjuta in styrstavarna i reaktorhärden när snabbstopp utlöses av reaktorskyddssystemet eller manuellt av operatören (se fig 11). Beroende på reaktorstorlek finns det mellan 109–169 st drivdon. Dessa kopplas nu

BWR 75 - HYDRAULIC SCRAM SYSTEM
Operating mode: Reactor scram



11. Hydrauliskt snabbstoppssystem.

samman i ett antal snabbstoppsgrupper med upp till 10 drivdon per grupp. Drivdonen inom varje grupp är fördelade (geografiskt åtskilda) över härden på så sätt att den reaktorfysikaliska påverkan är densamma om en eller två i gruppen felfungerar. Genom grupperingen kan det hydrauliska snabbstoppssystemet förenklas och förbilligas. Systemet i sig själv är uppbyggt av en kvävgastank som via en snabbstoppsventil, ett vattenförråd och ledningar står i förbindelse med alla drivdon i gruppen. Trycket i kvävgastanken är 25–30 bar högre än i reaktortanken. När snabbstoppsventilen öppnar på signal från reaktorskyddssystemet kommer kvävgastrycket att pressa in vatten i drivdonen och styrstavarna skjuts in i härden.

Systemet har gradvis förbättrats och förenklats. I mitten av 70-talet (F3, O3) infördes en väsentlig förbättring i det att systemet utfördes som prefabricerade moduler med förenklat montage och service.

Borsystemet

Som uppbackning av styrstavarna finns ett system för att manuellt med hjälp av inpumpad borsyrelösning stänga av reaktorn. Systemet är enkelt till sin uppbyggnad men försett med dubblerade pumpar etc av säkerhetsskäl.

Tryckavsäkringssystemet

Varje tryckkärl måste enligt officiella normer förses med erforderligt antal säkerhetsventiler.

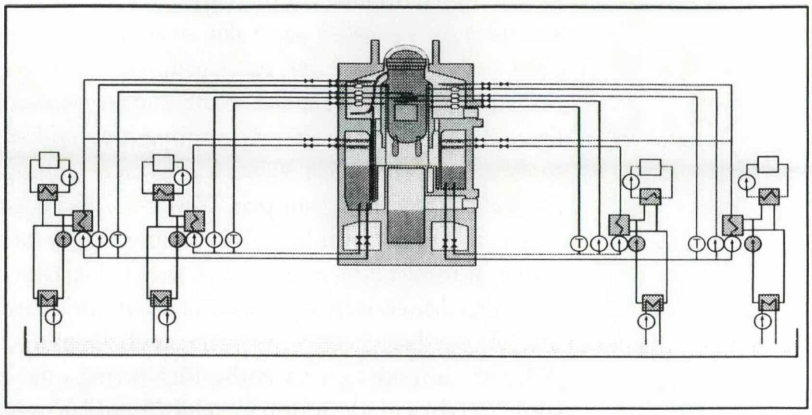
För en reaktor kan dimensioneringskravet enkelt uttryckas så att: "Reaktorn skall, med hänsyn till förekommande driftfall, förses med tillräcklig avblåsningskapacitet för att reaktortankens konstruktionstryck ej skall överskridas." Normerna ger vissa krav på utförande m m för säkerhetsventilerna.

En förbättring som gjorts i de senare generationerna är att alla avblåsningsledningar från säkerhetsventilerna leds till vattenbassängen i reaktorinneslutningen. Härigenom undviks att avblåst ånga skadar utrustning i inneslutningen. För att undvika kondensationssmällar vid en nedblåsning i vattenbassängen utvecklades och utprovades redan i slutet av 60-talet en tystkokare. Tryckavsäkringssystemet har även en annan funktion, tvångsnedblåsning, som kan användas både av säkerhets- och av tillgänglighetsskäl.

Nödkylsystemen

Nödkylsystemens uppgift är att vid alla störningar och missöden (upp till ett giljotinbrott på största anslutande rörledningen till reaktortanken) tillförsäkra att reaktorhärden efter utfört snabbstopp (avstängning) kyles och att resteffekten bortförs.

Nödkylsystemen har utvecklats och förändrats från generation till generation. De två första generationerna hade två nödkylningsstråk matade med var sitt dieselaggregat. Kondensatpumparna i mavastråket kunde, matade från separata gasturbiner, pumpa in vatten i reaktortanken. Oskarshamn 1 har som enda anläggning en hjälpkonden-



12. Nödkylsystem (4-stråks).

sor medan Ringhals 1 har två ångturbindrivna högtryckspumpar. I samband med införandet av instickspumpar i tredje generationen ändrades nödkylsystemen till det "standardiserade" 4-stråksutförandet.

Säkerhetsfilosofin är därvidlag den s k n-2:

- *Ett* stråk förutsätts vara ur funktion på grund av avställning och/eller reparation
- Ett *andra* stråk förutsätts vara icke funktionsdugligt vid behovstillfället på grund av "single failure" i någon aktiv komponent (pump, ventil, diesel etc)

Fyrstråksutförandet medger avställning och underhåll av *ett* stråk under drift utan att varken säkerheten vedervågas eller drifttillgängligheten sjunker.

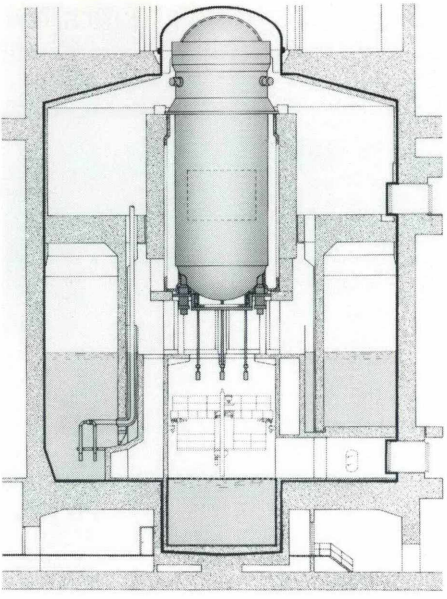
Varje stråk (i 4-stråksutförandet) består av, se fig 12:

- en högtryckskrets för vattentillförsel i reaktortanken
- en lågtryckskrets för vattentillförsel till reaktortanken
- en kylkrets, inklusive inneslutningsstril, för reaktorinneslutningen
- en mellankylkrets
- en havsvattenkylkrets
- ett dieselsäkrat hjälpkraftnät
- en integrerad kontrollmodul (IKM)

Stråken är konsekvent fysiskt separerade med separata ventilationssystem och galvaniskt separerade el- och kontrollutrustningar.

Reaktorinneslutningen

Reaktorinneslutningens uppgift är att vid ett eventuellt missöde i primärsystemet förhindra utsläpp av radioaktivitet till omgivningen.



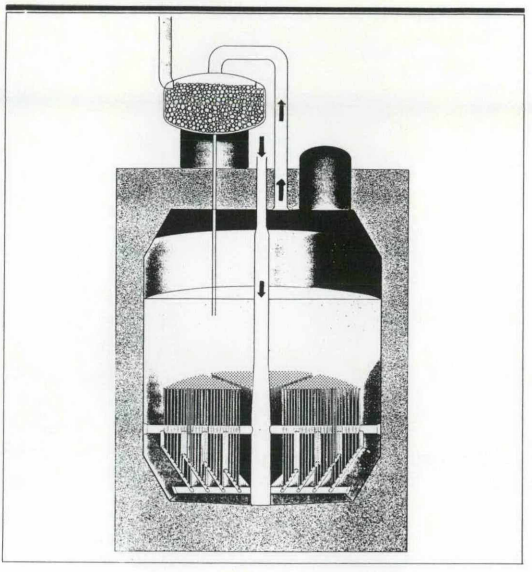
13. Reaktorinneslutning (BWR 90).

Vi har använt samma principiella konstruktion för alla generationer men helt naturligt vidareutvecklat och förbättrat konstruktionen.

Inneslutningen är av s k pressure suppression-typ och utförd i förspänd betong, se fig 13 (Forsmark 3 och Oskarshamn 3). I botten ses den stora värmesänkan för nedblåsningar från säkerhetsventiler eller rörbrott. För att kunna minimera läckage från inneslutningen är alla rörledningar som penetrerar skalet försedda med skalventiler. Dessa skalventiler stängs när reaktorskyddssystemet utlöser "isolering" (= skalstängning). Av liknande skäl är inneslutningen försedd med en ingjuten tätplåt av kolstål (kompatibel med betongen).

Reaktorsäkerhetsutredningen 1978 rekommenderade åtgärder för att förstärka inneslutningsfunktionen vid en stor reaktorolycka. Efter folkomröstningen 1980 ålades Barsebäcksverket att före slutet av 1985 införa sådana förbättringar i form av en filtrerad tryckavsäkring av reaktorinneslutningarna. Lösningen blev ett för bägge anläggningarna gemensamt stenfilter med en volym på 10 000 m^3. Senare i februari 1985 krävdes att även övriga reaktorer i Sverige skulle före utgången av 1988 förses med filtrerad tryckavlastning. Kravet var att undvika landkontaminering efter en stor olycka med smälthärd. Max 0,1 % av härdens innehåll av cesium och jod fick släppas ut. Under större delen av 80-talet bedrevs, i samarbete mellan kraftindustrin och SKI, ett omfattande utvecklingsprogram bl a händelseförloppet vid en härdsmälta, begränsande åtgärder, övergripande störningsinstruktioner, utbildning m m. ABB Atom och Fläkt hade i samarbete tagit fram en ny konstruktion FILTRA/MVSS som nu kom att användas för de

Filtra MVSS Multi Venturi Scrubber System



14. FILTRA/MVSS.

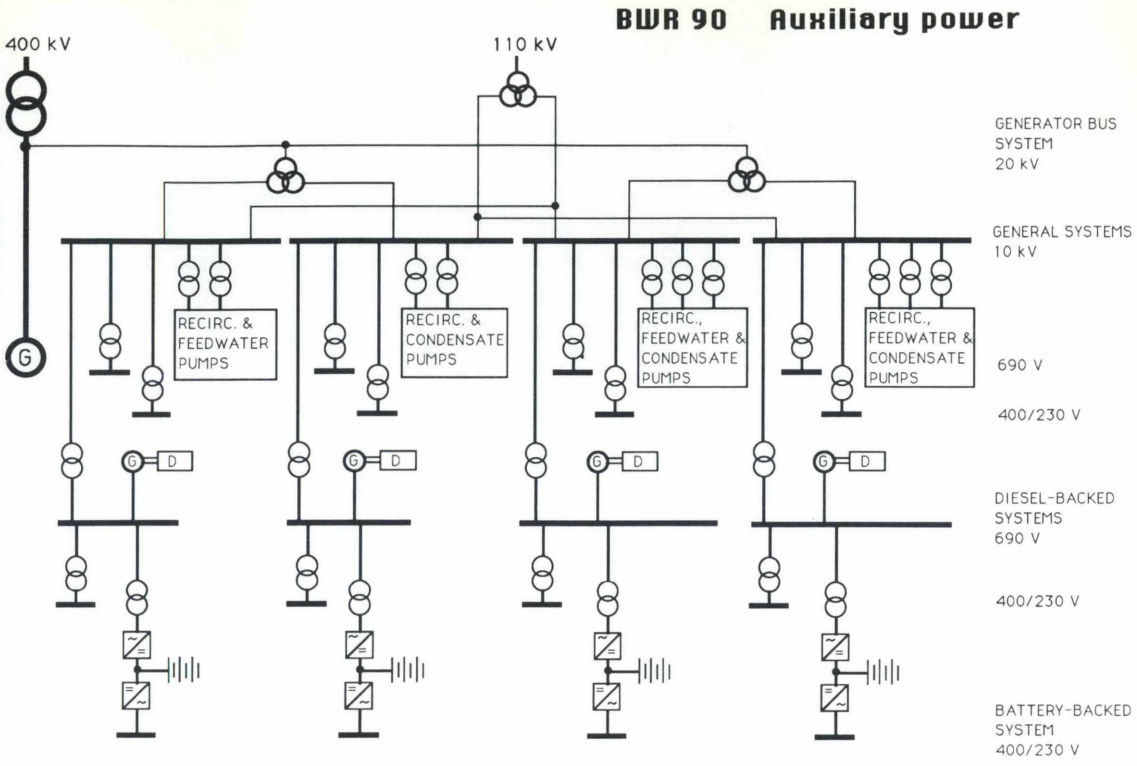
återstående 10 svenska reaktorerna. MVSS (Multi Venturi Scrubber System) byggde vidare på Fläkts breda erfarenheter av scrubbers från rening av gaser inom olika industrier, se fig 14. FILTRA/MVSS är en helt passiv konstruktion som inte kräver några operatörsingrepp under de första 8 timmarna. Tidplanerna hölls trots att projektarbetet måste bedrivas parallellt med utvecklings- och verifikationsarbetet.

El- och kontrollutrustning

Ett kärnkraftverk är i första hand en stor kWh-fabrik med stringenta krav på säkerhet. Följaktligen är både el- och kontrollutrustningarna mycket omfattande.

Utformningen har förändrats över generationerna inte bara av den snabba elektrotekniska och elektroniska utvecklingen utan också av de ökade kraven på både säkerhet och drifttillgänglighet.

Elsystemens utformning för generation 4 (BWR 90) framgår av fig 15. De driftrelaterade systemen har en utformning, separation etc som främst styrs av drifttillgängligheten. De 4-stråkiga dieselsäkrade hjälpkraftsystemen matar de likaledes 4-stråkiga nödkylsystemen, se även avsnitt 5.5.



15. El- och hjälpkraftsystem (BWR 90).

Kontrollutrustningen har radikalt ändrats från MK-ställare i första generationen, elektroniksystem (COMBIMATIC) i de följande generationerna och programmerbara mikroprocessorer i de två senaste generationerna.

Samtidigt som antalet systemfunktioner har ökat har också antalet mätpunkter och automatiseringsgraden ökat. Dessutom har, med hänsyn till såväl säkerhet som tillgänglighet, övertaligheten (redundansen) och den fysiska separationen ökat.

Kontrollutrustningen i generation 4, Forsmark 3 och Oskarshamn 3, är baserad på elektroniska standardkomponenter.

Logikkretsar, signalbehandling, reglerkretsar etc är grupperade i IKM (integrerade kontrollmoduler) i kontrollbyggnaden. Dessa IKM kan testas i verkstad varigenom såväl montage som idrifttagning förenklas.

De säkerhetsrelaterade IKM:ena är förlagda i separata rum med separata ventilationssystem. De viktiga reglersystemen för reaktorns effekt och matarvattenregleringen är uppbyggda av tre parallella och av varandra oberoende mikroprocessorer. De viktigaste reaktorparametrarna övervakas med fyra mätkanaler över en majoritetsväljare för högsta tillförlitlighet och tillgänglighet. Majoritetsväljaren tar medelvärdet av de fyra signalerna och för det fall att en signal avviker mer

än rimligt så förkastas den och medelvärdet av de andra tre kanalerna används.

Centrala kontrollrummet (och i någon mån kraftverkets fasad) är något som alla har en åsikt om, och som alla dessutom vill föra till torgs. Detta gör givetvis utformningen av kontrollrummet till ett inte enbart tekniskt problem.

Från kontrollrummet skall driftpersonalen svara för verkets drift och övervakning. Under normal, lugn drift är detta en uppgift som ger relativt få signaler, alarm etc och följaktligen kräver begränsade insatser från operatören.

Under revisionsperioden med en mängd arbeten på gång i olika delar av stationen krävs mera insatser och övervakning i kontrollrummet. Vid ett inträffat missöde med åtföljande snabbstopp och aktiverade nödkylsystem etc är givetvis signalbilden och arbetsbördan större i kontrollrummet.

Kontrollrummets utformning är mot denna bakgrund en uppgift som kräver betydande arbetsinsatser och ett gott samarbete mellan kund och leverantör. En mera objektiv bedömning av hur vi lyckats med denna uppgift ges i en IAEA-rapport, där deras International Working Group on Nuclear Power Plant Control and Instrumentation har studerat och jämfört några kärnkraftverk i Tyskland, Japan, USA och Sverige (alla idrifttagna mellan 1984 och 1987):

...”Of all the control rooms seen, this one (Forsmark 3) seemed to have the best design and the most comfortable work environment.”...

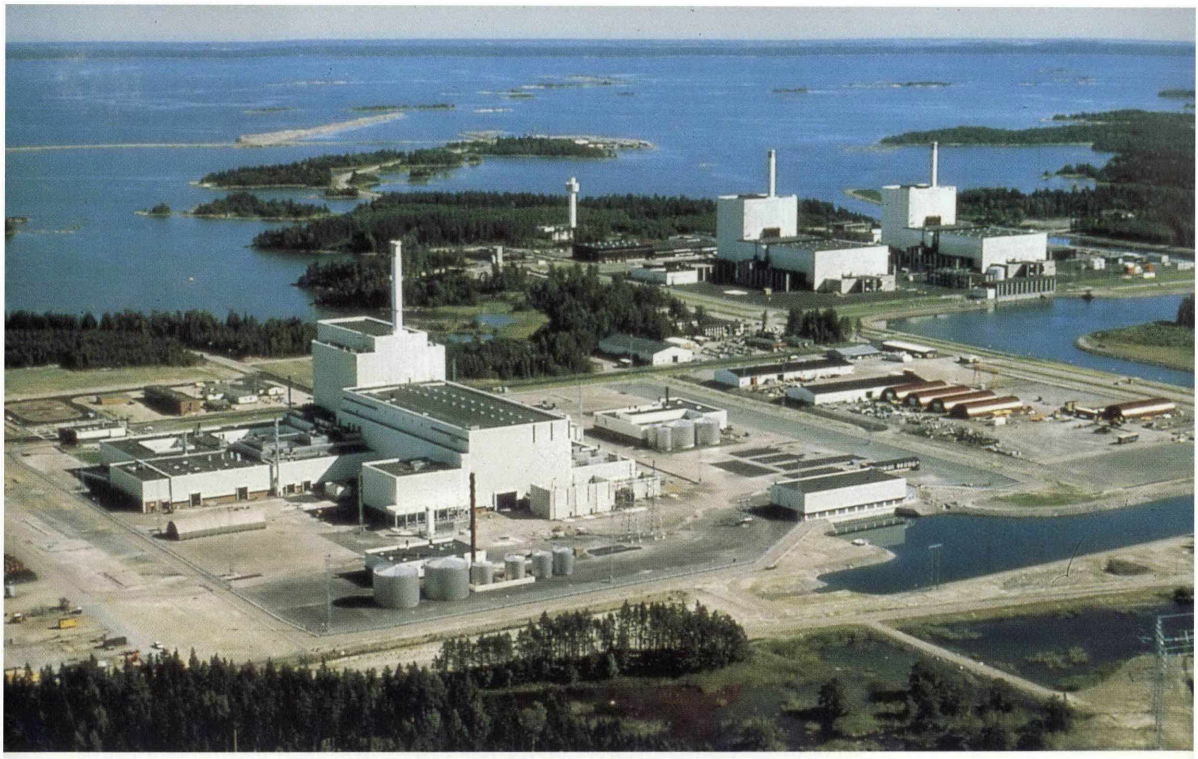
Layout, byggnader

Även om vi startade som reaktorkonstruktörer hade vi redan under tungvattenepoken blivit varse att stationslayouten och byggnadsutformningen var av vital betydelse inte bara ekonomiskt utan också funktionellt och säkerhetsmässigt.

I och med turn-key åtagandet för Oskarshamn 1 fick vi också ansvaret inte bara för NSSS, Nuclear Steam Supply System, utan också för alla hjälpsystem och byggnader. ABB Stal tog givetvis ansvaret för turbinanläggningen. Härigenom kom layout, byggnadsutformning, installationer, strålskydd etc att samordnas med reaktor- och turbinanläggning på ett mer integrerat sätt än vad fallet varit exempelvis i USA.

Faktorer såsom säkerhet, persontransport, materialtransport, servicebarhet, brandskydd, byggnadsproduktion, strålskärmning etc ställer mycket olika krav.

Layout är en verksamhet som väl uppfyller definitionen på kom-



16. Vy över Forsmark 1, 2 och 3.

promiss: Att utifrån en rad delvis helt motstridiga förutsättningar söka sig fram till en acceptabel lösning.

Även vad avser layout har en gradvis utveckling ägt rum, påverkat av nya säkerhetskrav (ex jordbävning), nya tekniska lösningar (ex interna pumpar), förbättrad servicebarhet (ex reaktorhallens layout, transportvägar) etc.

Ett exempel må anföras på hur man kan komma till en bra och acceptabel kompromiss är layouten och installationen av de 4-stråkiga nödkylsystemen. Dessa måste vara fysiskt separerade, placeras lågt i stationen med hänsyn till pumparnas NPSH (= sugförmåga), ligga i nära anslutning till reaktorinneslutningen, vara väl skyddade mot brand, översvämning och extern åverkan samt dessutom ha identiska installationer, vara tillgängliga för service respektive brandbekämpning och även ha erforderliga utrymningsvägar. Efter att ha "skyfflat" runt med dessa system i de tre första generationerna gjorde vi en utförlig analys som ledde till en (förhoppningsvis) slutlig placering för de följande generationerna.

Bottenplattan gjordes som en sandwich och de för vertikala laster och skjuvspänningar erforderliga mellanväggarna gav med lämplig placering inte bara separationen mellan de 4 nödkylningsstråken utan även separation mellan våta (innehållande reaktorvatten) och torra (el- och kontrollutrustning) system inom varje stråk. Det mera kom-

plicerade och tidskrävande betongarbetet för denna bottenplatta kompenserades i Oskarshamn 3 genom att parallellt prefabricera inneslutningens stålplåt och släpa in den på den färdiggjutna bottenplattan. Härigenom sparades ca tre månader på den kritiska linjen av projektets tidplan.

Säkerhet och funktion

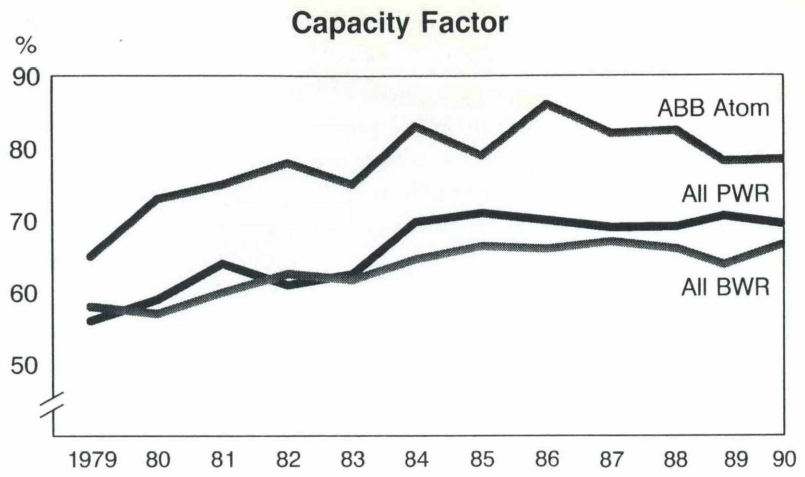
Kärnkraften är omgärdad av en mängd säkerhetskrav. Vi har sedan tidigt 70-tal sökt utforma konstruktionerna utifrån en envelop av säkerhetskrav från olika länder. Amerikanska säkerhetskriterier har varit grundläggande världen över. Därtill har sedan tillägg och/eller skärpningar tillkommit i andra länder, så även i Sverige. Ett specifikt svenskt kriterium tillkommer redan i slutet av 50-talet, nämligen den s k 30-minutersregeln. Denna regel är konsekvent tillämpad för ABB Atoms BWR och innebär att automatiserade skall alla åtgärder vara som måste vidtas inom 30 minuter efter ett tillbud som kan ge risk för utsläpp av radioaktivitet. Detta ger operatörerna tid att utan onödig stress överblicka situationen så att de sedan kan vidta erforderliga åtgärder. En viktig följd av 30-minutersregeln är att redan på konstruktionsstadiet görs analyser av händelsesekvenser och vilka åtgärder som måste vidtas i inledningsskedet för respektive sekvens. Varje gång vi börjat fundera på en ny generation har vi tagit en titt i "kristallkulan" för att se vilka nya säkerhetskrav som kan väntas under de närmaste åren. Detta är en både nyttig och nödvändig övning med tanke på dels den långa utvecklings- och byggtiden, dels de störningar i tid och kostnader som sena ändringar leder till.

När vi på detta hemvävda sätt tagit fram säkerhets- och konstruktionskriterier för Oskarshamn 1 var det med viss spänning vi öppnade och läste de av US AEC år 1967 utgivna "General Design Criteria". Med en blandning av lättnad och tillfredsställelse kunde vi konstatera att vi på de flesta, och på alla viktiga, punkter kunde möta AEC:s kriterier.

En över år och reaktorgenerationer löpande säkerhetsanalys omfattande utveckling, detaljkonstruktionsuppförande, idrifttagning, har med överinseende från ett centralt säkerhetsgäng och medverkan från systemansvariga och andra specialister byggt upp ett säkerhetstänkande och en god säkerhetskultur inom ABB Atom.

För att det ska bli en bra "kWh-fabrik" måste man göra en ingående funktionsanalys med början i konstruktionsstadiet och som avslutas med alla prov under idrifttagningen.

Ett kärnkraftverk består av drygt 200 delsystem. Även om varje delsystem fungerar perfekt var för sig, och det är ju en väl avgränsad



17. Drifttillgänglighet för ABB Atoms BWR.

uppgift, så måste det till att helheten fungerar. För att uppnå detta har vi gjort en analys/kontroll i tre steg.

DFG = DetaljFunktionsGranskning av varje system
FAG = FunktionsAnalysGruppen, samfunktion mellan olika system
SAG = SekvensAnalysGruppen, förberedelse för idrifttagningen

Slutsteget var att vi på ett tidigt stadium bildade en Idrifttagningsgrupp som på basis av FAG och SAG (där flera av dem deltagit) tog fram en Start-up Report. Detta skedde i samarbete med motsvarande grupp hos turbinleverantören och kunden. Ett år före laddning av bränslet levereras denna Start-up Report till SKI. Rapporten beskriver alla prov inom provprogrammet inklusive beräknat utfall på provet, exempelvis för lastföljning, snabbstopp, tryckavsäkring etc.

Det är på så vis lättare, och går snabbare, att under den hektiska idrifttagningen kolla av godkända prov, respektive analysera eventuella avvikelser och erforderliga åtgärder.

Drifterfarenheter

Kvittot på att utvecklingsarbetet lyckats och att det blivit en bra produkt får man först efter några års drift. De vanligaste "måtten" på att det blivit en bra "kWh-fabrik" är drifttillgängligheten och kollektivårsdosen.

Det krävs som bekant "två för tango" och driftresultatet för en anläggning beror inte enbart på konstruktörerna utan är i mycket hög

grad beroende av kraftverkets drift och underhåll. I en internationell jämförelse står sig ABB Atoms reaktorer mycket bra, se fig 17. Under de senaste fem åren har Nucleonics Week utsett ABB Atom till "bäste leverantör". I samband med utvecklingsarbetet för 4:e generationen gjorde vi, tillsammans med ABB Stal, ABB Generation och Vattenfall, en utförlig tillgänglighetsanalys av hela kraftverket. Resultatet visade att den av kraftföretagen specificerade tillgängligheten 76 %, ca 6 660 timmar per år, skulle kunna innehållas med en marginal på ca 1 000 timmar för utökad drift eller reparationer.

Drifttillgängligheten (energitillgängligheten) är vanligtvis högre än energiutnyttjningen. Skillnaden är i det svenska kraftsystemet betingad av hur välfyllda vattenmagasinen är respektive kraftbehovets storlek.

Vad gäller personaldoser har ABB Atoms BWR ett jämnt och lågt värde vid jämförelse med utländska BWR och PWR.

Den tidigare nämnda konservativa dimensioneringen har tillsammans med den senaste utvecklingen av bränslekonstruktionerna medgett en höjning av kraftverkets nettoeffekt med 6–10 % under 80-talet. Detta har skett inom ramen för gällande säkerhetskriterier och med mycket små kostnader för tillkommande utrustning.

Slutord

Det behöver väl knappast sägas att det uppdrag vi fick i början av 60-talet, att utveckla en svensk BWR, var en rejäl utmaning till ett gäng unga, entusiastiska tekniker. Samtidigt var det ett stort förtroende som visades oss av ASEAs ledning och kraftföretagen, i första hand OKG. Det har varit oerhört stimulerande, men också arbetsamt, att vara med om en av de största industrisatsningarna i Sverige. Kärnkraften har varit i blåsväder både nu och då, men kraftverken kör lugnt och säkert vidare och kommer att så göra för åtskilliga år framåt.

Vi kan därför med stor tillfredsställelse se tillbaks på vad som åstadkommits under de gångna åren. Med lika stor tillförsikt ser vi framtiden an, en framtid där utvecklingen fortsätter och där kärnkraft är en av de stora elleverantörerna till vårt allt mer elektrifierade samhälle.

Under tillkomsten av den svenska lättvattenkokaren och de elva BWR-kraftverken har vi mött och samarbetat med många personer i olika läger. Vi vill slutligen rikta ett stort och varmt tack till alla dessa våra vänner, medarbetare och kollegor.

The development of the Swedish Boiling Water Reactor

Summary

In the beginning of the 60:ies it became obvious that the lightwater reactor (LWR), using enriched uranium as fuel, was economically more promising than the heavywater reactor (HWR), using natural uranium as fuel.

In 1962 ASEA started, in parallel with the ongoing Marvikenproject, the development of a Swedish BWR. In 1964 the Board of Directors of ASEA decided to continue the development on their own, i e without a US-license. The difficult and exciting task was entrusted to the young team at ASEAs Atomic Power Department. The development got a lot of momentum when on July 14, 1965, a turnkey contract was signed with OKG on a 440 MWe BWR-plants.

The experiences from the work on heavy water reactors gave us a good knowledge of reactor-technology and also a library of useful computercodes. We adopted a conservative approach as our design philosophy, but at the same time searched for new and innovative design in many areas. Some of the special design features for our BWR are fuel design, control rod and control rod drives, steam separators, and main coolant pumps.

The development of nuclear components requires extensive experimental verification. The fuel design especially requires several years of irradiation task in a reactor.

Nuclear safety has to be consistently taken into account throughout the developing of a reactor. At the beginning we had to draw up safety and design criteria of our own. As time went on safety criteria were issued in many countries. First of all and most important were US AEC's General Design Criteria, issued in 1967.

The Swedish "30-minute criteria" had a big influence on our design work and later on the operation of nuclear power plants. These criteria, issued in the 50:ies, call for a thorough analysis of different sequences (incidents) already in the design phase. All action needed within 30 minutes to prevent release of radioactivity should be automatic.

The evolutionary development of our BWR has resulted in five generations. Generations 1–4 are represented by nine power plants in Sweden and two in Finland. The operating performance for the eleven plants has been extremely good. ABB Atom has for the fifth consecutive year been designated by Nucleonics Week as the LWR supplier with the best performing reactors.

After close to 30 years of development ABB Atom is featuring the fifth generation, BWR 90, which has already been offered to Finland.

Från stocksåg till skördare

Skogsavverkningens mekanisering

Av Ingemar Nordansjö

I Sveriges skogar fälls, kvistas och kapas årligen ungefär en kvarts miljard träd. De är alla olika till form, storlek, kvistighet etc. Stammens kvalitativa egenskaper ska utnyttjas genom uppkapning och sortering på olika sortiment. Arbetet utförs varje år på ett ca 350 000 ha stort område, där varje ha sinsemellan är olika beträffande bärighet, lutning och ythinder. Läggs därtill varierande temperatur-, väder- och ljusförhållanden så torde det vara uppenbart att skogsavverkning är en avancerad teknisk uppgift, som dessutom med hänsyn till den internationella konkurrensen måste lösas på ett effektivt sätt.

Helt manuellt arbete

Fram till slutet av 40-talet var all avverkning manuell. Fällning och kapning utfördes med svans eller bågsåg och kvistning med yxa. För att virket skulle torka före transporten med häst och flottning till industrin barkades allt virke i skogen. Detta gjordes med barkspade – ett mycket tungt arbete speciellt på vintern.

Från slutet av 30-talet började man mer systematiskt studera skogsarbetet. Studierna gav underlag för en omfattande utveckling av metoder, redskap och kläder. De nya kunskaperna fördes ut genom handböcker, affischer, filmer och kurser.

Motorsågarna kom efter kriget



Under andra världskriget tog utvecklingen av motorsågar fart och i slutet av 40-talet började de användas i skogen. De vägde runt 20 kg och det krävdes två man för att hantera dem. I grov skog tyckte man ändå att det var en förbättring.

På 50-talet blev motorsågarna så lätta att de kunde hanteras av en man och därmed blev den också snart var huggares egendom och en stor hjälp i fällnings- och kapningsarbetet.

Den största rationaliseringen av huggningsarbetet skedde emellertid ute vid bilvägen. Efter flera års försök att mekanisera barkningen kom genombrottet 1955 då Brundell och Jonsson presenterade den första Cambion, monterad på traktor, för barkning på avlägg. Den



1. Tvåmansmotorsågar introducerades mot slutet av 40-talet.

första versionen betjänades helt manuellt. Sedan gick utvecklingen fort och alltmer sofistikerade enheter byggdes upp på lastbilschassin och med griplastare för virkeshanteringen. De fick namn som Korsnäsjagaren och Karlskronakryssaren. Mycket snabbt försvann handbarkningen ur skogen och därmed fördubblades produktiviteten i huggningsarbetet.

På 60-talet blev motorsågarna så lätta att de kunde ersätta yxan i kvistningsarbetet. Till en början var varken sågar, arbetsmetoder eller skyddsutrustning anpassade för detta nya användningsområde. Många huggare drabbades därför av olycksfall och vibrationsskador. Ett omfattande utvecklingsarbete sattes in för att förbättra situationen. Detta har resulterat i dagens avvibrerade sågar med kastskydd och automatisk kedjebroms, i detalj utvecklade arbetsmetoder och skyddskläder med inbyggda sågskydd.

Drivkrafter för mekaniseringen

Trots all utveckling av den motormanuella avverkningen har den ända sedan slutet av 60-talet successivt minskat i omfattning. I dag används motorsågen framförallt i gallring och av självverksamma skogsägare. Maskinerna tar över allt mer av avverkningsarbetet. Mekaniseringen har framförallt haft tre starka drivkrafter:

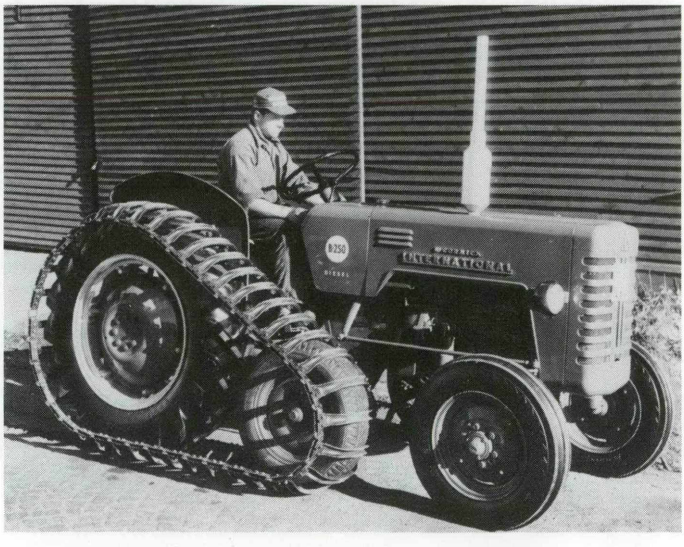
- För att bibehålla en internationell konkurrenskraft och samtidigt hänga med i löneutvecklingen måste skogsbruket kontinuerligt öka sin effektivitet.



2. Barkmaskinen Cambio bäddade för maskinell barkning.

- Genom mekanisering kan tunga och riskfyllda arbetsmoment föras över till maskiner.
- Periodvis har det varit brist på arbetskraft.

Mekaniseringen av skogsarbetet började direkt efter andra världskriget. Billiga terrängfordon av alla de sorter bjöds ut på marknaden – bandtraktorer, jeepar, vesslor och ja t o m pansarfordon. Skogsföretagen var inte nödbedda utan köpte på sig en hel del fordon som



3. Halvband ökade jordbrukstraktorernas framkomlighet i terrängen.

framförallt användes för långa transporter på preparerade basvägar. Däremot hade dessa fordon en begränsad framkomlighet i ren skogsterräng, åtminstone med lass.

Hästarna ersattes med traktorer

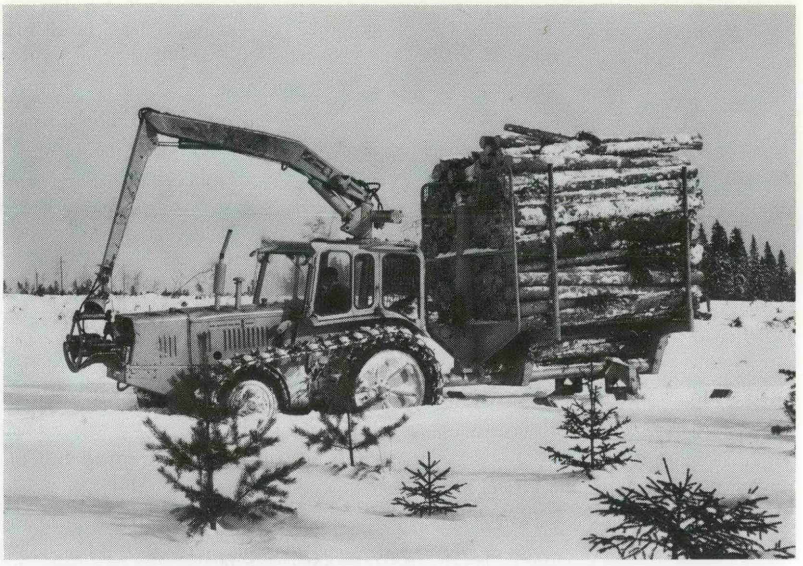
Under tiden försvann hästarna alltmer i jordbruket och ersattes av traktorer. Alla de hästar som tidigare kunde sättas in i skogskörning under vintern fanns inte längre och det blev en tvingande nödvändighet för skogsbruket att också utnyttja traktorerna. Tyvärr hade de också dålig framkomlighet i skogsterräng. 1952 kom en teknisk lösning från Östbergs i Alfta i form av halvband som monterades över bakhjulet och ett extra spännhjul. Framkomligheten förbättrades påtagligt även på barmark. Kompletterad med linkran och enkel vagn fick man ett någorlunda bra alternativ till hästen.

Specialbyggda skogsmaskiner

Man behövde emellertid fordon med ännu bättre framkomlighet och därför sökte man sig fram till konstruktioner, där band lades över både fram- och bakhjul och där styrningen fick ske genom att ena sidan bromsades. Detta var naturligtvis negativt för framkomligheten,

4. BM Bamse, den första specialbyggda skogstraktorn.

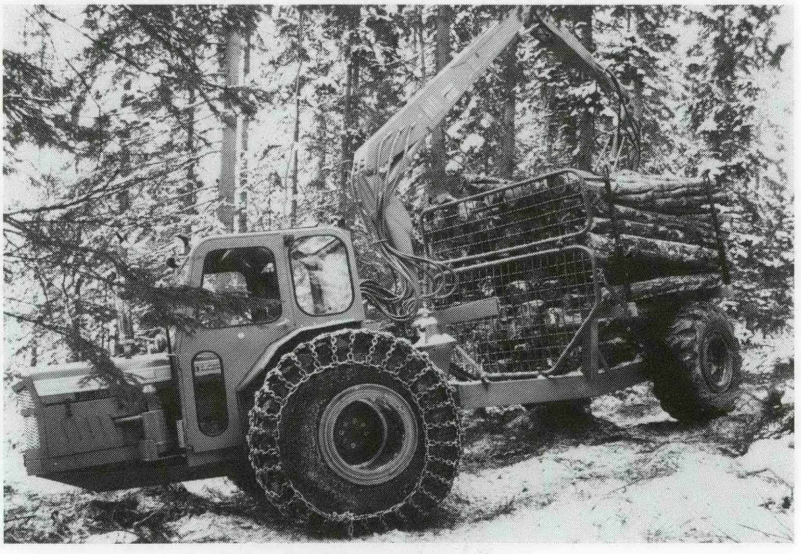




5. 3/4-bandaren BM Volvo 361 Nalle var först med ramstyrning.

och man sökte sig därför i stället mot en kombinerad kopplings-bromsstyrning. 1957 var tiden mogen för den första specialbyggda skogstraktorn, BM Bamse, att göra sitt intåg. Bamsen blev mycket populär och tillverkades i sammanlagt ca 700 exemplar.

1959 togs ett annat stort och viktigt steg i virkestransportens mekanisering. Då presenterade nämligen HIAB den första hydrauliska



6. VSA Brunett, den första hjulskotaren.

griplastaren – Bimbo. Den fick snabbt många efterföljare för både lastbilar och traktorer.

Vid snöpackningsförsök i Norrland fann man en användbar styrningsprincip för skogstraktorer – svans- eller ramstyrningen. I större skala blev denna princip först använd 1962 i 3/4-bandaren BM Volvo 361 Nalle, som blev den andra antalsmässigt stora, specialbyggda skogsmaskinen. Samtidigt fick också lastbäraren sin mer definitiva utformning med bankar, stöttor och boggi.

Strax efter (1963) kom VSA Brunett ut på marknaden som den första hjulskotaren (sammanbyggd traktor och lastbärare avsedd för terrängtransport av virke) med ramstyrning och allhjulsdrift. Därmed inleddes en mångårig kamp mellan hjul- och bandskotare, där så småningom hjulskotaren skulle segra – men den förses ofta med band över boggin. Därigenom utnyttjar man bandens goda bärande egenskaper.

Med dessa nya skotare hade skogsbruket vid mitten av 60-talet fått fram de fordon som behövdes för att mer än väl ersätta hästen för terrängtransport av virke. Huvudkonstruktionen står sig än i dag men under skalet har utvecklingen gått vidare bl a med hydrodynamisk eller hydrostatisk transmission, drivna boggier, effektivare kranar, ökad driftsäkerhet, långt driven förarkomfort och servicevänlighet etc.

Mekaniserad upparbetning vid bilväg

Mekaniseringen av terrängtransporten skapade också förutsättningar för mekanisering av trädens upparbetning (kvistning och kapning). Enklast var det då förstås att förlägga upparbetningen ute vid bilväg,



7. Sundssystemet för kvistning, kapning och sortering vid bilväg.

vilket också var den förhärskande metoden i Nordamerika som på den tiden låg före Sverige.

Virket släpades ut (lunnades) till bilväg som kvistade stammar eller som okvistade träd. Vid bilvägen fanns mobila verk av typ Dynalog och Sundssystemet för kapning och sortering respektive kvistning, kapning och sortering.

De så kallade stam- och trädmetoderna fick relativt stor omfattning på 60-talet och svarade som mest för ca 10 % av avverkningsvolymen. Nackdelar var att den centrala upparbetningen krävde stora avverkningstrakter och avläggsutrymmen samt att det lätt blev störningar i maskinsystemet – möjligheterna till buffertlager var små.

Maskiner för upparbetning i terrängen

För att stimulera till fortsatt mekanisering av avverkningarna köpte Stiftelsen Skogsmekanisering 1965 två kanadensiska avverkningsmaskiner och tog hem dessa till Sverige. Den ena var Beloit Tree Harvester som kvistade träden stående och sedan klippte av stammen vid toppen och stubben. Den andra var fällare-lunnaren Vit Feller Buncher. Dessa maskiner skickades på turné och visades upp för hundratals skogsmän och tekniker. Även om ingen av maskinerna särskilt väl passade in i vårt skogsbruk beredde de säkert marken för den kommande mekaniseringen.

1966 kom det första svenska svaret genom VSA Brunett Processor.



8. VSA Brunett Processor, den första kvistare-kaparen gjord för arbete i terrängen.



9. Logma utförde kvistning och kapning i stammetoden.

Den hade lång bomkran för inmatning av träden, roterande slagor för kvistning, sågklinga för kapning och skiljebord för sortering av timmer och massaved i fickor. Vi kunde nu börja mekanisera upparbetningen vid stubben i vår traditionella kortvirkesmetod. Maskintypen visade sig framgångsrik och flera tillverkare hakade på med egna modeller.

1967 lanserades Logma som var avsedd för kvistning och buntning av stammar. Träden greps i toppen och kvistades genom att en teleskoperande bomkran med stamomslutande knivar sköt ut längs stammen. Med Logman skedde en snabb mekanisering av kvistningen i stammetoden och Logman blev antalsmässigt en av de riktigt stora avverkningsmaskinerna. Kvistningsprincipen har blivit den dominerande i Canada. Logman hade också en annan intressant lösning. För första gången hade man placerat motor och förarhytt på var sin maskindel, vilket påtagligt förbättrade förarmiljön.

Fällningen mekaniseras

Mekaniseringen av slutavverkningen gick vidare med flera olika typer av kvistare-kapare, men kvar var fällningen som motormanuellt arbete – föga uppskattat och dessutom riskfyllt. Den logiska lösningen var förstås att mekanisera även detta arbete.

Redan 1968 introducerade ÖSA ett kranmonterat klippfälldon som framförallt var avsett att monteras på lunnare (maskiner som släpar ut träd eller stammar) så att dessa blev fällare-lunnare.

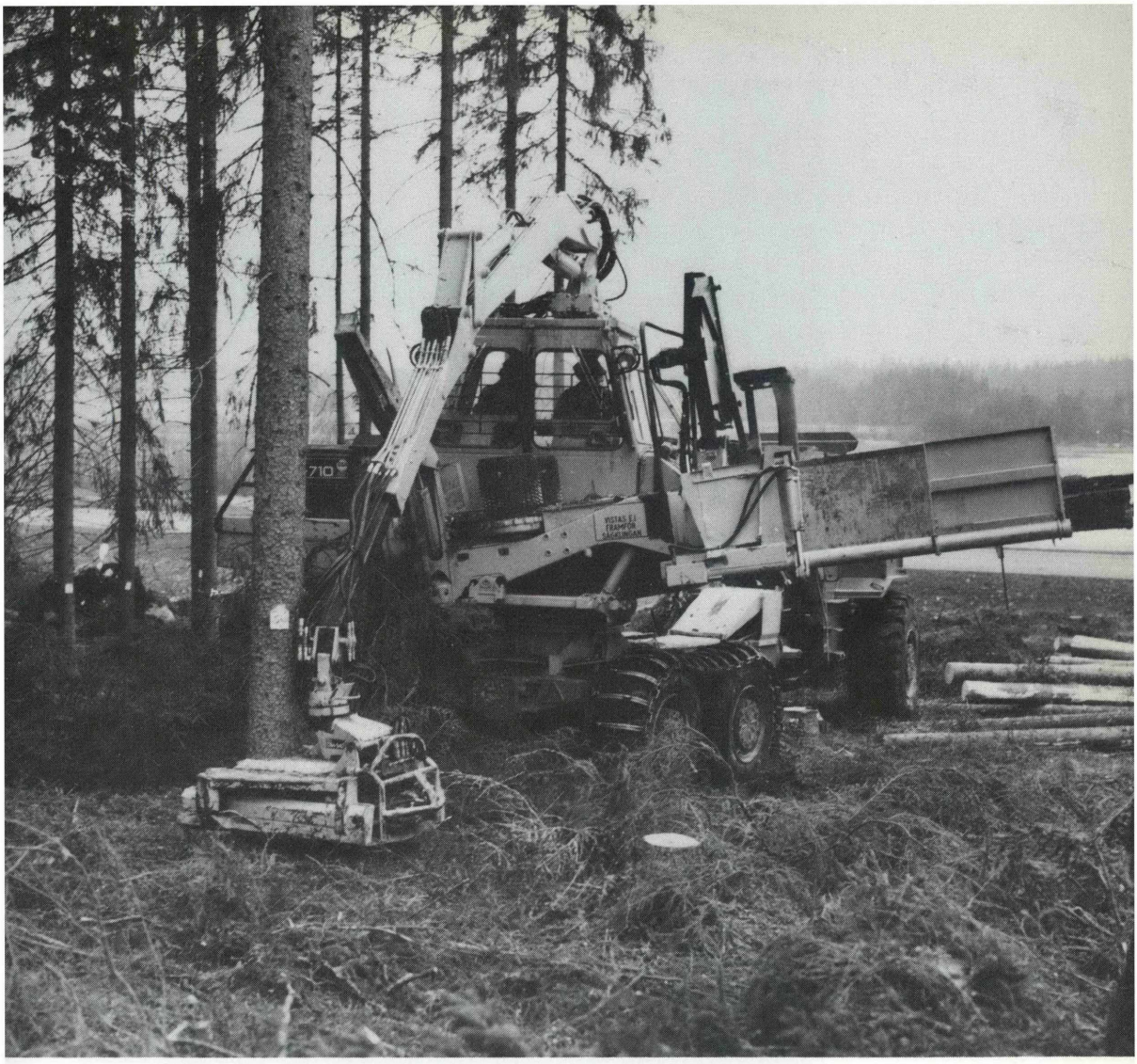


10. ÖSA 670, den första svenska fällare-läggaren.

När kvistare-kaparna fått stor spridning behövdes maskiner som fällde träden och lade dem i rader, lämpliga för effektiv upparbetning. 1973 kom den första svenska fällaren-läggaren, ÖSA 670. Fällverktyg var en hydraulisk kedjesåg som förorsakade mindre sprickor i rotstocken än de tidigare utnyttjade klippverktygen. ÖSA 670 fällare-läggare var intressant även ur andra aspekter. Som basmaskin användes ÖSA 270, som var först med hydrostatisk drift. Maskinens förardel hade hjulen på hydrualiskt styrda pendelarmar, som möjliggjorde horisontering och därmed underlättade arbete i sluttningar.

Den första skördaren

Ungefär samtidigt kom också den första kompletta skördaren, ÖSA 710. Alla avverkningsmomenten – fällning, kvistning och kapning – kunde nu göras med en enda maskin. Jämfört med system med två maskiner, en för fällning och en för kapning, minskade kapitalkostnaden och risken för stillestånd, samtidigt som samordningsproblemen helt försvann. Trots detta skulle det dröja fram mot slutet av 70-talet innan marknaden var mogen för skördarna.



11. ÖSA 710, den första kompletta skördaren, utförde fällning, kvistning och kapning.

Lättare avverkningsmaskiner

Under tiden arbetade tillverkarna för att få fram lättare avverkningsmaskiner. En banbrytande lösning var Tviggen som byggdes av Umeå Mekaniska Verkstad. Det var en bearbetningsenhet avsedd att monteras på valfritt chassi. Upparbetningsbanan kunde lutas och vridas så att trädet matades in utan brytning. Kapning skedde med kedjesåg i stället för med klinga. Sortering skedde direkt i högar på marken utan att först ha samlats upp i fickor. Alla dess nyheter gjorde att Tviggen blev en kompakt och lätt enhet.

Andra steg mot lättare och smidigare avverkningsmaskiner togs genom introduktion av Botsmarkaren Kockum 82-54, Rottne Snoken



12. Tviggen kvistare-kapare inledde utvecklingen mot lättare avverkningsmaskiner.

780 och RK 450 Skogsjan. Dessa kvistare-kapare hade ännu smidigare upparbetningsenheter. De två förstnämnda hade dem placerade på en kort svängarm längst bak på chassit. RK 450 Skogsjan var en liten upparbetningsenhet som bara vägde 760 kg och som kunde monteras ute i spetsen på en griplastarkran. Dessa nya kvistare-kapare förbättrade klart möjligheterna att också mekanisera gallringarna.



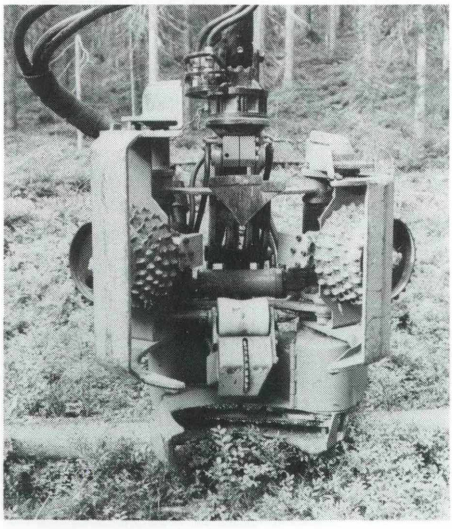
13. Rottne Snoken 780 kvistare-kapare med upparbetningsenheten på en kort svängarm med gummihul för stammens matning.



14. Kockum 88-65 skördare, representerar den typ av tvågreppsskördare som slog igenom under 80-talet.

80-talet skördarnas decennium

Runt 1980 var det dags för skördarnas stora genombrott. Då introducerades ÖSA 706 skördare, Volvo BM Valmet 902, Rottne Snoken 810 och Kockum 88-65 alla skördare med i stort sett samma konstruktion, som dessutom stått sig ända fram till i dag. Upparbetningsaggregatet är sväng- och lutbart monterat på vagndelen av basmaskinen, fälldon med kedjesåg i spetsen på en vikboms- eller teleskopkran, gummihjulsmatning av stammen, en fast och två rörliga kvistknivar samt kapning med kedjesåg. Dessa skördare har kommit att



15. Det kompakta engreppsskördaraggregatet Volvo BM Valmet 935.



16. Valmet 901, engreppsskördare med specialbyggd basmaskin.

kallas tvågreppsskördare, därför att trädet grips två gånger, dels vid fällningen och dels vid upparbetningen.

I början av 80-talet kom nämligen också engreppsskördaren. Principen hos den tidigare nämnda gripprocessorn Skogsjan kunde anpassas för att även utföra fällning och på detta sätt skapades engreppsskördaren SP 21. 1983 kom det första riktiga engreppsskördaraggregatet för både gallring och klenare slutavverkningar, Volvo BM Valmet 935. Fällning och kapning sker med kedjesåg och matning med dubbelvalsar alternativt gummihjul. Aggregatet väger 500 kg. Det är rörligt upphängt i rotator med en cylinder som ger fällmoment. En lång rad andra engreppsskördare har sedan presenterats på marknaden med i stort sett samma konstruktion.

Basmaskin för engreppsskördare var till en början vanliga skotare men 1984 kom en specialbyggd basmaskin i form av Valmet 901. Den är fyrhjulig och midjestyrd. Hytten och den teleskopiska vikbomskranen sitter monterad på en gemensam svängkrans och är svängbara i 270 grader.

Skördaren har blivit 80-talets stora avverkningsmaskin. Engreppsskördare utnyttjas för ca 50 % av storskogsbrukets gallringsvolym. Andelen väntas 1992 bli 70 %. I slutavverkning svarar skördare, framförallt tvågrepps-, för ca 70 % av slutavverkningsvolymen. Prognosen för 1992 är 80 %.

Bättre virkesutnyttjande

De i början av 80-talet introducerade skördarna var så lyckade till sin grundkonstruktion att tillverkarna fick en välbehövlig andhämtningspaus och kunde ägna sig åt successiva tekniska förbättringar på maski-

nerna. Ett viktigt område har då varit att förbättra virkeshanteringen och möjligheterna att få ut största möjliga värde ur varje stam. Rundvirke säljs nämligen i flera olika sortiment, vart och ett med sina speciella kvalitetskrav och med varierande pris per m^3. Varje stam kan kapas upp på oändligt många sätt med mycket varierande ekonomiskt resultat. Utöver att på ett bra sätt kunna hantera maskinen gäller det alltså för föraren att fatta riktiga kapningsbeslut.

En viktig bas för kapningsbeslutet är korrekta måttangivelser. Tillverkarna har därför lagt ned stort arbete på att få fram tillförlitliga längd- och diametergivare. I de enklast utrustade skördarna får föraren uppgifterna via sifferfönster och kan sedan med hjälp av dessa och sin egen kvalitetsbedömning bestämma kapningsställena.

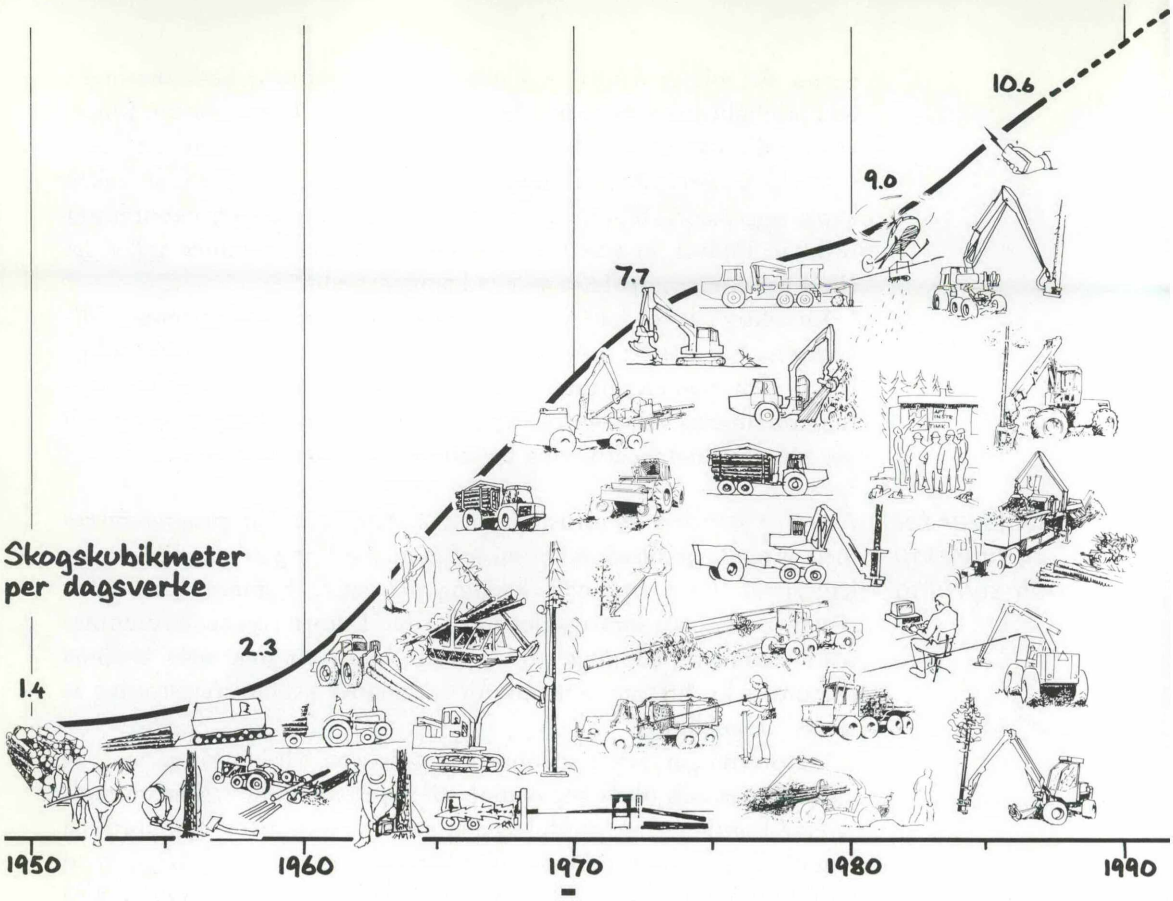
Datorer för optimering och styrning

Alla nya skördare är utrustade med en dator som kan programmeras med aktuella prislistor och som sedan med ledning av stammens mått kalkylerar fram optimalt kapningsalternativ. Föraren kan sedan acceptera datorns förslag eller ändra i det. Datorn styr sedan automatiskt stammens kapning. Än så länge måste föraren själv bedöma stammens kvalitet, men teknik för automatisk kvalitetsregistrering är under utveckling.

Datorerna ger också spännande möjligheter till bättre styrning av virkesflödet och ökad anpassning till industrins behov. Datorn registrerar kontinuerligt produktionen av olika sortiment. Rapporterna lämnas dags- eller veckovis till arbetsledningen. Försök pågår med radiokommunikation, vilket gör att såväl arbetsledare, transportledare som industrin får dagsfärsk information. Det ger också möjlighe-



17. Skördarnas datorer räknar ut optimalt kapningsalternativ.



18. Mekaniseringen har medverkat till en snabb ökning av produktiviteten i skogsbruket.

ter till snabb ändring av produktionen genom att nya instruktioner sänds till skördarens dator.

Datorerna börjar även användas för andra funktioner på maskinerna, t ex för styrning och reglering av transmission och hydraulsystem.

Framgångsrik mekanisering

Den mekanisering av avverkningsarbetet som inleddes för 25 år sedan har gett påtagliga resultat. Produktionen mätt i kubikmeter per dagsverke har flerfaldigats. Råvarukostnaderna för vår skogsindustri har kunnat hållas nere, vilket medverkat till bibehållen internationell konkurrenskraft. Avverkningsarbetet har blivit mindre slitsamt och olycksfallen avsevärt färre.

Referenser

Berggrund, O, Malmberg, C E, Nordansjö, I, Staaf, A och Sundberg, C-G, 1988. Skogsteknisk forskning och utveckling i Sverige under 50 år. Redogörelse nr 6 1988. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten.

Dahlén, L och Westerberg, D, 1989. Svenska skogsmaskiner under 30 år. Seminariearbete 1989. Sveriges Lantbruksuniversitet.

From crosscut saw to multipurpose logging machine

The Mechanisation of logging

Summary

Around 250 million trees yearly are felled, trimmed and crosscut in Sweden's forests. Logging is a task involving advanced technology and one which—given international competition—must be solved in an efficient manner.

Up to the end of the 40s, all felling was done manually. Then came the motor saw which in the 50s became part of the cutter's equipment. The 50s also witnessed major rationalisation with the introduction of machines for barking timber at roadside.

In the 50s the reduction of horses in agriculture forced forestry to mechanise the cross-country transport of timber. Agricultural tractors proved insufficient and specially built tractors (articulated tractors) were developed in the shape of BM Bamse (1957), BM Volvo 361 Nalle (1962), VSA Brunett (1963) and their various successors.

The mechanisation of cross-country transport also created the preconditions for mechanising the processing of timber. Initial interest focussed on processing at roadside. 1966, however, saw the introduction of the VSA Brunett processor which could trim and crosscut timber in the terrain itself. This type of machine was highly successful and several other manufacturers developed their own models. In the 70s, it was time for the first complete multipurpose logging machines, harvesters. All the various stages of logging —felling, trimming and crosscutting—could now be done by just one machine. The major breakthrough for these machines occurred around 1980 when their design took the form which it more or less has today. Harvesters are now responsible for most of the logging in the country. Future development will above all be geared to the increased use of electronics in controlling the various functions.

The mechanisation of logging has brought tangible results. Productivity has greatly increased. Industry's costs for raw materials have been held down. Logging has become less laborious and the accident rate has markedly diminished.

Christopher Polhems astronomiska ur

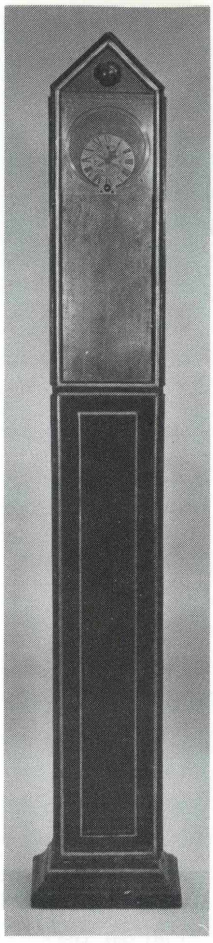
Av Gunnar Pipping

I Dædalus för 1951 publicerade arkivarien vid Nordiska museet Sten Lundwall en kort artikel om det märkliga astronomiska ur som Christopher Polhem (1661–1751) gjorde i Uppsala 1690. Polhem hade åren 1686–88 renoverat, byggt om och kompletterat det astronomiska ur som vadstenamunken Petrus Astronomus på biskop Jacob Ulfsson Örnfots uppdrag byggt åt Uppsala domkyrka åren 1504–06. Detta arbete riktade de lärdes uppmärksamhet på Polhems person och hade "befordrat all hans lycka i världen" som han senare själv sade.

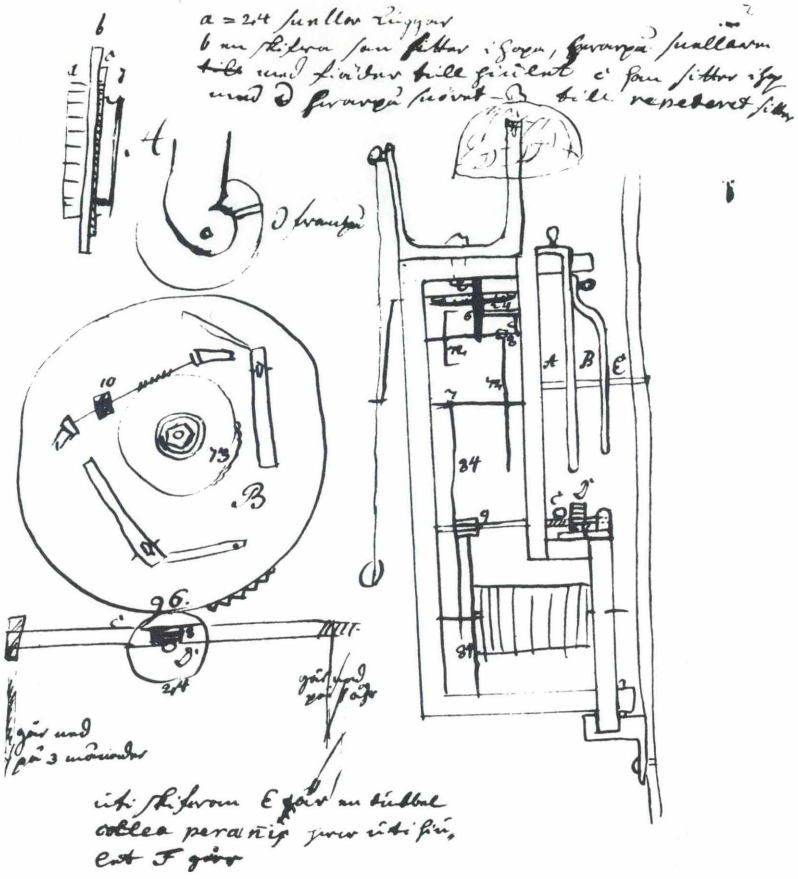
Året 1690 studerade Polhem i Uppsala. Trots detta gav han sig tid att göra ett astronomiskt ur, vilket fortfarande ägs av Polhems efterkommande i tionde led. Uret har för en tid deponerats på Tekniska Museet. I modern tid har ingen varit i tillfälle att se hur Polhem har löst de tekniska problem som man ställs inför då man vill åskådliggöra astronomiska förlopp. Enligt en teckning i Carl Johan Cronstedts skissbok från 1729 var han uppenbarligen i tillfälle att studera uret isärtaget, då han var Polhems elev på Stjärnsund. Cronstedt har dock slarvat, ty flera av de tandantal han uppger är felaktiga. På hans skiss står att spindelhjulet har 24 tänder trots att ett spindelhjul alltid har ett udda antal, i detta fall 25. Teckningen har tidigare publicerats i Sten Lundwalls bok om Stjärnsundsuren, dock utan att författaren anger vad skissen egentligen föreställer. Tack vare ägarnas tillmötesgående har det nu varit möjligt att göra en analys av urets konstruktion. Jag tänker mig att många av Dædalus läsare kan ha intresse av att läsa härom.

Urtavlan

Urtavlans övre del är en vanlig 12-timmars tavla med timvisare. Bakom urtavlan finns en himmelsskiva, en stjärnkarta i stereografisk projektion med sydpolen i centrum, vilken vrider sig medsols ett varv per stjärntidsdygn, medan en solvisare framför stjärnkartan rör sig ett varv per soltidsdygn. Spetsen av solvisaren anger också lokal middag för några orter på jorden, vilka finns markerade längs ramens kant. Troligen har det på solvisaren suttit en rörlig sol som under året flyttat sig ut och in längs visaren. Rörelsen styrdes av ett spår i himmelsskivan, vilket representerar *ekliptikan*, jordbanans projektion på himlen. De tider då solen dyker upp eller försvinner bakom kanten



1. Astronomiskt ur med en månads gångtid av Christopher Polhem. Foto Kay Danielson, TM.



2. Carl Johan Cronstedts skissbok från tiden som elev på Stjärnsund. Th ses en sidovy av urverket, tv en plan av bottenhjulet med stjärntidssnäckan. TM.

av 12-timmarstavlan anger tiderna för solens upp- och nedgång under året på ungefär 60 graders latitud, t ex Uppsala. Stjärnkartan är ovanlig, då den har himlens sydpol i centrum och bara sträcker sig till Kräftans vändkrets, ca 25 grader nordlig deklination. Ovanför himmelsskivan, i *tympanon*, sitter ett månklot, hälften svart och hälften gult, som visar månens faser och dessutom månens ålder mot en skala runt öppningen; som visare fungerar en silverlinje på klotet.

Urtavlans nedre, rektangulära del är en kalender, där fyra små visare längs kanterna anger: t v dag och datum, t h söndagsbokstav, gyllental och indiktion. Kalendern är uppdelad i kvartal och var tredje månad måste datumvisaren återföras manuellt till utgångsläget. Visarna förflyttas med hjälp av två långa skruvar och återställs genom att lätta på en fjäder bakom tavlan. Söndagsbokstaven anger på vilken veckodag årets första dag infaller och anger dessutom årets plats i

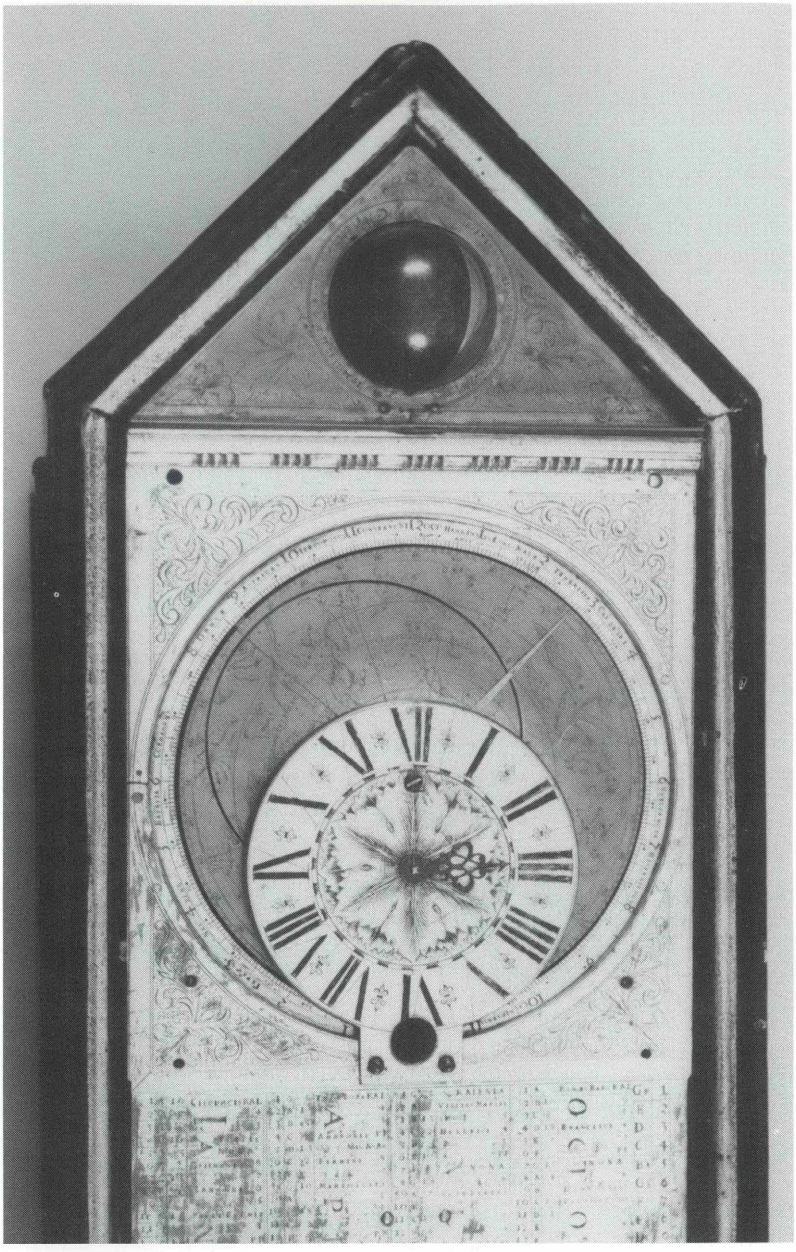
solcykeln, den 28-årsperiod efter vilken veckodagarna återkommer på samma datum. Gyllentalet, också kallat *epakt*, visar årets ordningsnummer i måncykeln – Metons cykel – dvs månens ålder på nyårsdagen. Då man känner epakt och söndagsbokstav kan man räkna ut när påskfullmånen inträffar och därigenom bestämma påsken och årets rörliga helgdagar. Indiktionen var en romersk skatteperiod om femton år som tidigare ofta användes inom kronologin.

Okonventionella konstruktioner

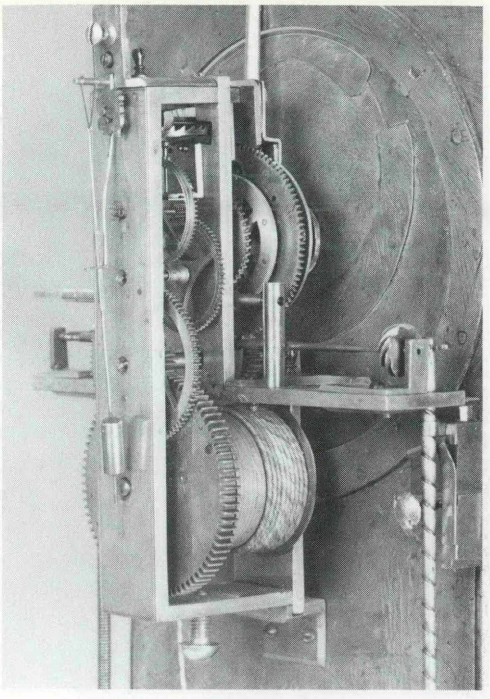
I tekniskt hänseende är uret intressant, dels på grund av åldern – det tillhör den första generationen pendelur i Sverige – dels på grund av de urtekniskt sett okonventionella konstruktioner som Polhem har använt sig av. I sin artikel citerar Sten Lundwall en resejournal av C A Bäck från 1775 (UUB, Handskriftsamlingen Ihre 187), som från sitt besök på Stjärnsund skriver: "Det uret som blifvit giordt af wår odödelige Polhem, hvilket wisar, utom månens af och tilltagande äfven solens up och nedgång alla årsens tider, samt de wanliga timslagen, för så många inventioner trodde wi at en myckenhet hiul fordrades, men belfvo helt surprenerade at se mindre hiul än vid ett ordinairt slagur, för några år tillbakars hadde detta urwärk kommit i olag och afstannat". Det är riktigt att uret innehåller färre hjul än man kunde vänta sig. För att åstadkomma de stora utväxlingsförhållanden som behövs vid reduktion av soltid till stjärntid har Polhem använt snäckväxlar. Det ger en teoretiskt elegant lösning till problemet, men snäckväxlar är inte riktigt bra i ursammanhang på grund av den friktion som alltid förefinns i sådana. På ett ställe har Polhem använt ett spiralskuret kugghjul, vilket är mycket tidigt; sådana blev inte vanliga förrän man började använda dem i bilväxellådor.

Urets löpverk är konventionellt: ett rakt verk med en smäcker spindelgång av det slag som var standard redan vid slutet av 1600-talet. Spindelhjulet (bild 5:1) sitter vågrätt och driver en lätt pendel som gör 157,5 svängningar i minuten, vilket ger en svängningstid av 0,381 sek. Spindelhjulet drivs på vanligt sätt över tre par hjul och drivar från centrumaxeln (5:2) vilken gör 4 varv i dygnet och drivs av lodet över valshjulet. Centrumaxelns 24-driv står i ingrepp med det stora bottenhjulet med 96 tänder (5:3). På bottenhjulets pipa sitter solvisaren som gör 1 varv per soltidsdygn och som över en visarväxel driver timvisaren (5:4), vilken gör 1 varv på 12 timmar. På och framför bottenhjulet sitter stjärntidsväxeln (5:5), som är det intressantaste i hela uret.

Den består av två snäckväxlar: fäst på bottenhjulet sitter en snäckskruv i ingrepp med stjärntidshjulets 73 tänder. Snäckskruven bär en 10-driv som drivs av ett plant spiralspår med två ingångar, vilket motsvarar en snäckskruv, och som är skuret i en fast skiva framför bottenhjulet. I princip utgör detta en differentialväxel, vari ingår två snäckväxlar i stället för vanliga kugghjul. Denna differentialväxel ger



3. Urtavlan i närbild. Upptill i tympanon sitter månen, sex dagar efter ny. Nedanför är himmelsskivan och 12-timmarstavlan. På skalan ytterom himmelsskivan visar solvisaren på 2 tim 50 min e m. Solvisarens skärning med ekliptikan anger att det är två dagar före vårdagjämning. Foto Rigmor Söderberg, TM.



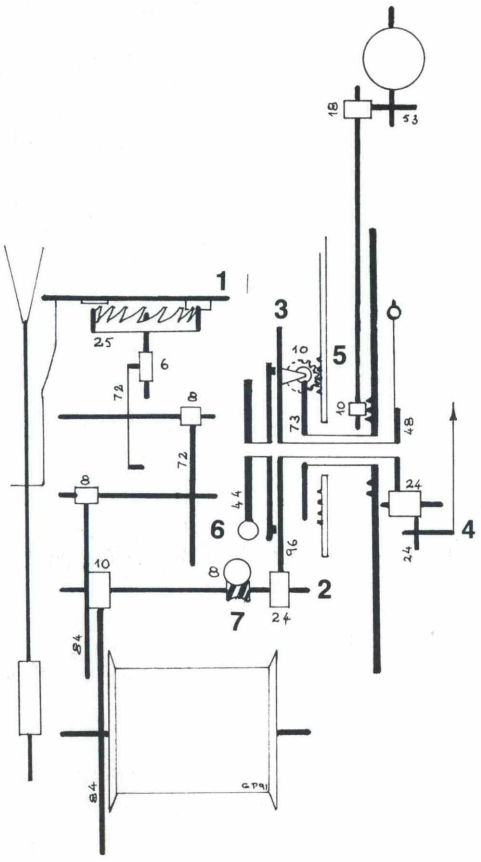
4. Verket sett snett bakifrån. Mitt i bilden ses centrumaxeln, valshjulet nertill och bottenhjulet ovanför. T h ses det spiralskurna hjulet som driver datumvisarens skruv. Foto Rigmor Söderberg, TM.

stjärntidens acceleration – 3 min 56,56 sek per dygn – som beror på att stjärntidsåret innehåller ett dygn mera än solåret: 366 respektive 365 dygn. På 1 solår eller 365 varv av bottenhjulet och solvisaren vrider sig himmelsskivan:

$$365\ (1+\frac{2}{10\times 73})=365+1=366\ \text{varv}$$

På himmelsskivans baksida sitter ett spiralspår som över en 10-driv och en 18:53-växel vrider månen ett varv per synodisk månad om 29,525 dygn. Urets månad är 8 min för kort, varför fullmånen efter ett halvår infaller ett dygn för tidigt. Bakom bottenhjulet sitter en annan snäckväxel (5:6) med vars hjälp både himmelsskivan med stjärnkartan, de två visarna och månen kan ställas.

På centrumaxeln sitter också en snäckskruv i ingrepp med en 8-driv på en horisontell axel parallell med urtavlan (5:7). Axeln vrider sig ett varv per dygn. I dess vänstra ända sitter ett spiralskuret hjul med 8 ingångar, vilket via ett hjul med 16 tänder driver den skruv som matar datum- och veckodagsvisaren vid kalendertavlans vänstra kant. Visaren flyttar sig ett steg per dygn. I den högra ändan har axeln en snäckskruv som driver ett hjul med 73 tänder och som sitter på en skruv, där fem varv av skruven flyttar visarna för gyllental, epakt och indiktion vid tavlans högerkant en ruta per år.



5. Schema över verket sett från höger. 1 är hämningen med spindeln och spindelhjulet, pendeln längst t v. 2 är centrumaxeln som driver bottenhjulet 3 och timvisaren 4. 5 är stjärntidsväxeln med de två snäckskruvarna. 6 är snäckväxeln för ställning.

Det mekaniska urets historia

Även om Polhems astronomiska ur är intressant som teknisk företeelse, är det väl ännu intressantare om man ser det insatt i sitt historiska sammanhang. Lewis Mumford skriver 1934 i *Technics and Civilization*: "The clock is not merely a means of keeping track of the hours, but of synchronizing the actions of men. The clock, not the steam-engine, is the key-machine of the modern industrial age..." Det mekaniska uret uppfanns under medeltiden – troligen på 1100-talet – som ett hjälpmedel att hålla reda på arbetstider. Det europeiska samhället var vid denna tid i stark utveckling, vi kan dra en parallell till 1700-talets "industriella revolution". Dåtidens samhälle kännetecknades av betydande oroligheter och konflikter mellan arbetsgivare och anställda; korporativism var också en stark maktfaktor. Nyare forskning tyder på att det mekaniska uret uppfanns vid denna tid. Det var dock knappast kyrkans behov av att passa bönetider som låg bakom uppfinningen, utan näringslivets behov av reglerade arbetstider.

Liksom andra innovationer har också uret en bakgrund och en

förhistoria. Derek Price har visat att det mekaniska uret har utvecklats från och är en förenkling av de mekaniska planetarieapparater som fanns redan i antikens Grekland, vilka enligt nära samtida vittnesmål, t ex Cicero, konstruerades av Archimedes. Dessa apparater var inte självgående, de drevs inte av ett lod eller en fjäder, utan rördes för hand med en vev; de var modeller för att demonstrera solens, månens och planeternas rörelser i universum. Traditionen från Archimedes komplicerade planetarium med avancerade kugghjulsutväxlingar fördes vidare och med tiden förenklas planetariekonstruktionen till en ren tidmätningsmaskin då behovet av en sådan uppstår. Detta hände troligen i norditalien eller sydfrankrike någon gång på 1100 eller möjligen på 1200-talet; då uppfanns loddriften och hämningen – gången – som ger uret en konstant hastighet. De äldsta skriftliga beläggen rörande mekaniska ur är från 1200-talets slut. Då är uret redan en väl etablerad företeelse, som med klockor och ett slagverk hörbart tillkännager tidens flykt. Småningom flyttar klockan in i bostadsrummen och kompletteras med planetariefunktioner, då uppstår det astronomiska rumsuret, på vilket Polhems ur är ett exempel.

Det förvånar inte att det har varit svårt att hålla Polhems ur i skick. Polhems dotterson Reinhold Rückersköld klagar 1763 i en skrivelse till Bergskollegium i förbigående över att uret inte på många år varit i gång, men att han året innan i Stockholm funnit en tekniskt begåvad yngling, Jacob Dahl, som förmådde reparera det, men varit tvungen att göra flera nya delar. Också senare har uret blivit översett och renoverat, så härstammar t ex fodrets guldränder troligen från 1800-talets mitt. I samband med depositionen på Tekniska Museet har uret rengjorts och översetts och fungerar åter väl.

Litteratur

Gibbs, Sharon, Astrolabe Clock faces. *The Clockwork Universe.* New York 1980.

Landes, David S, Revolution in Time. Harward 1983.

Price, Derek J de Solla, Clockwork before the Clock, *Horological Journal 97, 1955.*

Price, Derek de Solla, On the Origin of Clockwork, Perpetual Motion Devices, and the Compass. *U.S. National Museum Bulletin no 218, 1959.*

Price, Derek de Solla, Gears from the Greeks. *Transactions of the American Philosophical Society, New Series, Vol 64, Part 7.* Washington 1974.

An astronomical Clock by Christopher Polhem, 1690

Summary

As a student in Uppsala in 1690, aged 29, Christopher Polhem—popularly known as "the father of Swedish technology"—made an astronomical timepiece of somewhat unusual design. The machine is still in private possession, the present owner representing the thenth generation since Polhem's days.

No one has investigated the design since Polhem's apprentice Carl Johan Cronstedt made some sketches of the movement in his notebook of 1729. It

may therefore interest the readers of Dædalus to see a description of the design. The timepiece shows both solar and sidereal time, as well as approximate times of sunrise and sunset at Uppsala, besides the moon's faces. The dial also incorporates a calendar giving date, day of the week, dominical letter, epact and indiction. The machine is interesting for many reasons, not the least one being that Polhem in the early 18th century founded and ran a clock factory at Stiernsund.

Polhem's astronomical timepiece is presently on loan to the Tekniska Museet. It will be exhibited in the near future, going properly again after a thorough overhaul.

Victor Kullberg, den svenske kronometermakaren

Av Casper Ljungdahl

Många år har gått sedan positionsbestämningen till sjöss var ett oöverstigligt hinder för varje sjöfarare. Latituden gick att ta ut men longituden! Armador gick under, fartyg, manskap och laster förlorades. De lärde tänkte och funderade. När engelsmannen John Harrison 1761 lyckades praktiskt visa, att lösningen var ett mycket exakt ur, vad som senare kom att kallas kronometer, hade mänskligheten tagit ett rejält kliv framåt. Och vi här i Sverige kan gott vara stolta: Hundra år senare är det vår landsman Victor Kullberg, som leder den fortsatta utvecklingen av alltmer precisa och användbara navigationstidmätare. Men för att göra detta var han tvungen att emigrera till England. Som fabrikör av skeppskronometrar i London byggde Kullberg upp en firma, som levde ända in på 1940-talet. Under sin tid nådde han den främsta platsen bland världens ledande tillverkare; han fick medaljer,



1. Victor Kullberg (1824–1890), som är Sveriges ende internationellt kände urmakare och mikrotekniker, specialiserade sig på skeppskronometrar. Träsnitt av Evald Hansen. Ur Svalan 13/12 1872.

Vasaorden och blev leverantör till det svensk-norska hovet. Och kanske det allra finaste: Nästan alla hans kronometrar köptes av engelska flottan! Hundra år har gått sedan Victor Kullberg dog 1890. Både Gotlands Fornsal i Visby och Sjöhistoriska Museet i Stockholm ordnade minnesutställningar.

Victor Kullberg föddes i Visby 1824, son till gördelmakaren Johan Kullberg och dennes hustru i första giftet Christina Ahlström. 16 år gammal sattes han i urmakarlära, först i Visby, sedan i Stockholm och Köpenhamn. Tidigt hade han kommit i kontakt med tillverkning av skeppskronometrar, den svåraste grenen inom yrket. År 1851 reste Kullberg till England för att besöka den stora världsutställningen, den allra första för övrigt, och han insåg då, om inte redan tidigare, att bara här kunde han få möjlighet att gå vidare och lyckas i sitt yrke.

England hade tidigt satsat på forskning för att få fram metoder för hur man skulle kunna bestämma sin position ute på haven. Från början var det ju inte alls sagt, att just ett precisionsur var lösningen. Metoden att jämföra en medförd standardtid med den lokala tiden ombord hade föreslagits redan 1530 av den flamländske astronomen Gemma Frisius. Galilei, Huygens, Leibniz, Halley och många fler ägnade sin förmåga åt navigationsproblemet. Filip III av Spanien utlovade 1598 stora penningpris till den, som lyckades lösa longitudproblemet. Holland gjorde likadant, Venedig och Frankrike likaså och England, som till slut tröttnat på att vänta, utlyste 1714 det stora priset om 20 000 pund. – Men det får nog vara någon annan metod än Frisius, så exakta tidmätare har ännu inte blivit gjorda, menade Isaac Newton skeptiskt.

Harrisons lösning vinner

Men tiden började nu bli mogen. Den empiriska naturvetenskapliga traditionen vann alltmer terräng. Forskarna intensifierade sina försök, det engelska priset hägrade och fartygen seglade omkring med olika experimentinstrument ombord. Och så: 1761 stod det klart, att den tidigare möbelsnickaren John Harrison från Yorkshire hade lyckats! Med sitt sjöur H 4 – som för övrigt kan studeras på The Maritime Museum i Greenwich tillsammans med andra ur av hans hand, väl värda ett besök – bevisade han det vara tekniskt möjligt att göra ett ur, som under svåra förhållanden ute på havet, i storm som stiltje, i värme som kyla, ändå kunde hålla tiden. Men H 4-an var naturligtvis för dyr att tillverka i större antal. Endast en egentlig kopia gjordes och med dess hjälp ritade kapten Cook den första riktiga kartan över Nya Zeeland och Australien. Men Harrison hade visat vägen och man fortsatte att tillverka billigare ur med en för ändamålet tillräcklig precision, alltmedan forskningen framskred.

Ett stort steg i mänsklighetens och teknikens historia var taget. Det var inte längre samma vågspel att ge sig ut på haven: en förutsättning för den tilltagande handeln och kommunikationen världen över, en

förutsättning för industrisamhället och dess efterföljare, vad man nu än må kalla det. Ett försprång för England som sjönation. Året 1761 innebar ett paradigmskifte av oanade mått. Urmakeri- och tidmätningskonsten – med den internationellt gångbara benämningen *horologi*, som kommer av de grekiska orden *hora*, timma, och *logos* ord, förnuft, och betyder just läran om tidmätning samt konsten att konstruera och göra tidmätare – hade genom Harrison bevisat sin ställning som den förnämsta bland de tekniskt betonade hantverken.

Kullberg går vidare

För Victor Kullberg handlade det om att förbättra och förbilliga skeppskronometrarna. Detta var sannerligen inte det lättaste, konkur-



2. Skeppskronometern, kaptenens viktigaste instrument vid positionsbestämning. Foto Ingenjörsvetenskapsakademien.

rensen var stenhård. Han riktade in sig på gångpartiet, den del av uret som med hjälp av ett balanshjul reglerar hjulflödet och därmed urets gång och bestämmer hur väl uret kan mäta tiden. Balansen svänger fram och åter med hjälp av en spiralfjäder. Ännu fanns inte dagens metallegeringar, Kullberg var hänvisad till att konstruera balanshjul, som kunde följa temperaturförändringarna i en spiral av stål. Med stålspiralerna var dessutom mer triviala problem förknippade: De rostade ombord på fartygen och måste ofta bytas ut vid översyn.

Men "...om man Lacquerar stål spiralerna så stå de mycke(t) bra..." skriver Victor Kullberg i ett privatbrev. Metoderna för hur han lackerade spiralerna var däremot en företagshemlighet. Kullberg berättar att han nyligen blivit tillfrågad om det men han "...sade dem att det var en privat affair...".

Öppnar eget

Efter att ett antal år ha arbetat som gångmakare åt olika företag öppnade Kullberg 1856/57 egen firma. För detta syns han ha varit väl skolad, i varje fall i tekniskt och hantverksmässigt hänseende. För att klara sina uppgifter hade han fått vara allt från mikrotekniker, uppfinnare och konstruktör till precisionsreglör och bland hans läromästare märktes kronometermakarna Victor Söderberg och Carl Peter Michaal och den danska firman Urban Jürgensen. Nu fick han visa vad han gick för också som företagsledare.

Stötestenen: det sekundära felet

Victor Kullberg visade sig klara reglageproblemen bättre än någon av sina kollegor, såväl till resultat som pris. Just här ligger hans storhet ty det är bara gott resultat till acceptabelt pris som räknas. Han experimenterade med en hel rad olika balanser. Vad man strävade efter var ju att framställa ett ur som i alla temperaturer och förhållanden hade en konstant gång. Men något fanns, som kallades "det sekundära felet" eller "medeltemperaturfelet". Det beror på att spiralens styvhet



3. 1962 delade Ingenjörsvetenskapsakademien ut en medalj till Victor Kullbergs minne. En nydaning inom urmakerikonsten står inte tillbaka för något annat ingenjörsarbete, ansåg akademien. En liknande medalj delas ut av Stockholms Urmakare-Ämbete som belöningsmedalj. Foto Casper Ljungdahl.

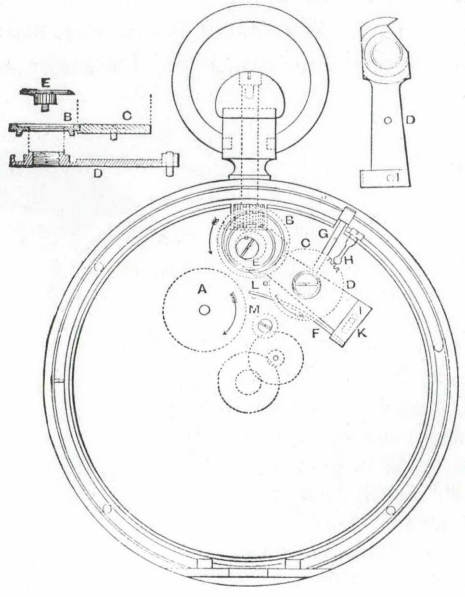
minskar vid stigande temperatur: uret saktar. Detta försöker man kompensera med hjälp av en bimetallbalans, en kompensationsbalans, som krymper vid stigande temperatur och därför får ett mindre tröghetsmoment. Men spiralens styvhet ändras linjärt med temperaturen, medan balansens tröghetsmoment ändras med kvadraten på krympningen. Därför kan felet upphävas endast i två punkter på temperaturskalan. Mellan dessa båda punkter kommer uret att forta sig; ovanför och nedanför saktar det. Punkterna kan väljas varsomhelst på temperaturskalan. Var och en inser, utan att vara det minsta insatt i horologi, att det sekundära felet framstod som nära nog olösligt. Victor Kullberg lyckades dock så bra, att hans resultat med kompensationsbalanser och stålspiraler inte överträffades ens sedan nya metallegeringar kommit i bruk.

Flat-rim-balansen

En av de första balanser Kullberg utvecklade var flat-rim-balansen (*flat*, flat, plan och *rim*, hjulkrans) i stål och mässing, skuren i ett stycke. Mässingen sitter på ovansidan av skänkeln men på undersidan av hjulkransen. Längst ute på de fria ändarna finns ställbara vikter att justera efter behov. Vid en temperaturhöjning böjer sig armarna nedåt, medan de fria ändarna av hjulkransen böjer sig uppåt. Båda rörelserna förenas i att ge kompensationsvikterna en mot centrum riktad bågformig rörelse, som därmed utjämnar spiralens minskade elasticitet.

Genombrottet för Kullberg

År 1860 var Victor Kullberg mogen att söka sin lycka vid de årliga kronometertävlingarna i Greenwich. Han kom på 15:e plats. 1862



4. Victor Kullbergs lösning på fickuret utan lös nyckel att dra upp det med. Men engelsmännen ansåg inte att sådana nymodigheter var något att ha. Ett riktigt ur skall dras upp med nyckel som hänger i klockkedjan!

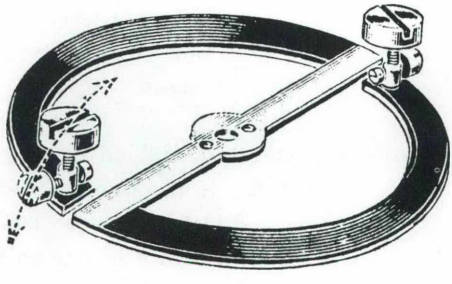
kom triumfen: Både första och andra pris lyckades han ta, en helt otrolig prestation av en duktig, men dittills tämligen okänd utlänning! Inte mindre än åttio kronometrar var anmälda för prövning det året, tillverkade av den yppersta elit på området, som världen hade att bjuda.

Greenwichtävlingarna handlade inte bara om anseende utan innebar även, att den som lyckades där, kunde räkna med att få sälja en stor del av sin produktion till engelska flottan, som var en stor beställare av kronometrar.

Victor Kullberg gick direkt upp i mästarklass, hans framtid var säkrad och under de kommande åren följde den ena prismedaljen efter den andra. År 1869 belönades han med en guldmedalj av vetenskapsakademien i Paris; han invaldes som medlem i flera lärda sällskap, blev i Sverige riddare av Vasaorden och utnämndes till kunglig hovleverantör. Tävlingarna i Greenwich kom han att helt dominera. Under sitt sista decennium 1881 till 1890 belade han första platsen inte mindre än sex gånger. Både 1882 och 1889 uppnådde han kvalitetstalet 9,1, det bästa någon överhuvudtaget lyckades uppnå så länge tävlingarna bestod. Kullberg deltog också i utställningar världen över och satt ofta med i juryn, något som man väl idag inte skulle ha godtagit, då han samtidigt själv tävlade och alltsomoftast hamnade i topp.

Debattören Kullberg

I den engelska urmakartidningen deltog Victor Kullberg i debatten. Han gick i polemik med sina kollegor om t ex balansspiralers isokronism, om lämpliga svängningstal för balansen eller om det riktiga i att montera ruckningsanordning på fickur med breguetspiral, dvs en spiral där den yttre fastpunkten ligger i en speciell avslutande kurva, uppfunnen av A-L Breguet, 1747–1823, verksam i Paris. Varken herrarna Glasgow, Isaac eller signaturen "Auro." hade mycket till övers för det där med ruckningsanordning. Den var helt obehövlig: måste uret justeras i gången skulle det till urmakaren för rengöring. Intet annat. Allt annat var ovärdigt en hederlig yrkesman. Och den urmakare som använde en särskild mekanism till att rucka uret, var inget mindre än en charlatan. Kullberg hade en mer pragmatisk inställning, hänvisade till brev från nöjda kunder och tillade ironiskt:



5. Kullbergs flat-rim-balans i stål och mässing, skuren i ett stycke.

"Efter denna mangranna opposition (...) är det lätt att förstå varför det har tagit upp emot 70 år för den värdefulla breguetspiralen att bli endast sparsamt använd i det här landet."

Nya kvastar sopar bäst sägs det och debatten indikerar några av förklaringarna till, varför Victor Kullberg lyckades så bra. För att bättre förstå måste vi se på hur den dåtida urproduktionen i England var organiserad.

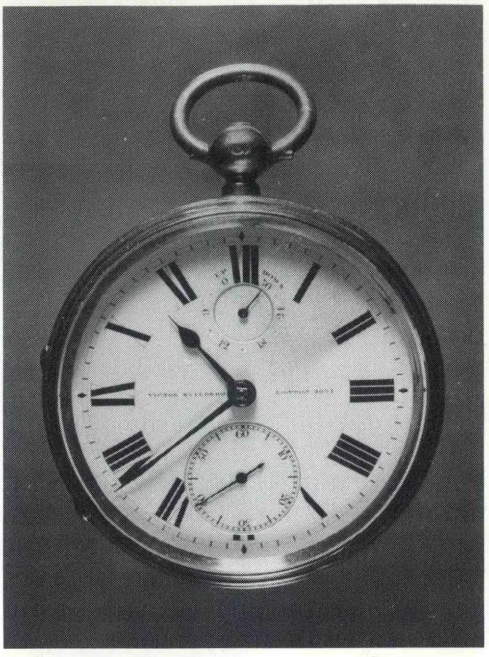
Oförändrade metoder

Victor Kullberg kom till en specialiserad och konservativ hantverkarvärld, som inte förändrats mycket sedan Adam Smith beskrev den 1776 i boken The wealth of nations. Han slog sig först ned i Islington, strax norr om Clerkenwell, urmakarstadsdelen i London, varifrån de färdiga uren levererades till olika firmor. Varje ur bestod av delar som köptes någon annan stans ifrån: av en firma som i sin tur hade använt en hel rad specialtillverkare för att framställa sin del i helheten. De färdiga kronometrarna slutjusterades i Clerkenwell av t ex firma Kullberg, men såldes kanske ändå under namnet Frodsham, en annan kronometertillverkare! Kullbergur såldes alltså både under eget och andra tillverkares namn. Det var helt enkelt en affärsfråga. Vad det ekonomiska utfallet för den enskilde hantverkaren kunde bli i ett sådant system, förstås bäst genom att fundera över det faktum, att en tvådagars-kronometer från firman Mercer – som jämte Kullberg syns ha varit de två största vid sekelskiftet 1900 – kostade 20 pund från 1858 ända fram till 1902! År 1914 var priset 18 pund och 10 shilling, alltså lägre. Kullberg försökte hålla priser på 21 pund och uppåt beroende på vem köparen var. Den stabila prisbilden visar att balansen mellan utbud och efterfrågan var utomordentligt god, men något utrymme för konstruktivt nytänkande och experimenterande på metodsidan fanns inte.

I Sverige och Danmark, där Victor Kullberg skolat sig, var produktionen mindre. Varje enskild yrkesman var därför hänvisad till att utföra flera arbetsmoment själv. Detta gjorde att Kullberg hade lättare än sina engelska kollegor för att komma med nya tankar och idéer. Kollegorna hade ju vuxit upp i det engelska systemet, där det blott gällde att hålla huvudet ekonomiskt ovan vattenytan. Så t ex beskrivs Kullbergs verkstad som mycket renare och bättre organiserad än de andra clerkenwellfirmornas. Men liksom de övriga nyttjade han givetvis underleverantörssystemet: 24 separata moment på olika verkstäder fordrades för att under två år framställa hans tvådagarskronometer.

Amerikanska metoder

I världen utanför de brittiska öarna skedde däremot förändringar, som i industrialismens fotspår ledde in framställningen av varor i nya banor. Redan i början på 1700-talet konstruerade Christopher Polhem i Sverige en kugghjulskärningsmaskin. Med den kunde en enda



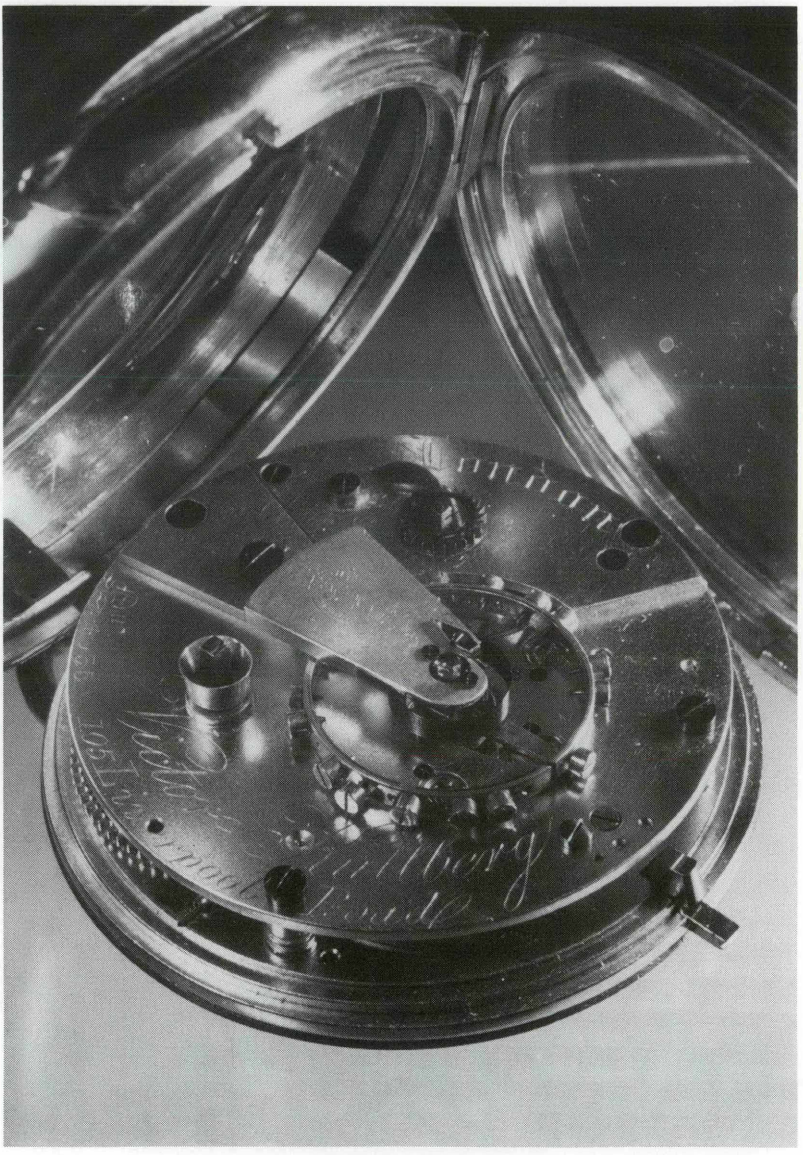
6. Fickkronometer i silverboett, deck-watch Kullberg 4035 från år 1882.
Foto Gunnar Pipping, TM.

man samtidigt tillverka 18 hjul och 9 drivar av olika storlekar och med olika antal tänder. Han avsåg därmed att kunna försörja Europas alla urmakare med maskingjorda, utbytbara delar. Men redan de svenska urmakarna var ointresserade – något sådant som standardiserade urdelar var inte tänkbart. Eli Terry i USA hade 1816 satt igång att med hjälp av maskiner på ett rationellt sätt producera bordsur av trä till lågpris. Hans motiv var att göra klockor som var bra tidmätare, ingenting annat. Bara detta i sig var revolutionerande, åtminstone för Europa. Urmakeriarbetarna själva ansåg, att ett ur var något förmer än bara en mätare av tidens gång. Det handlade om yrkesstolthet: Ett ur var fulländad teknik, konstnärligt skapande, tidlös elegans! Såväl urverket som boetten måste vittna om detta.

År 1849 grundade herrarna Dennison, Howard och Davies en urfabrik i USA som skulle serieframställa ur med nya maskinella metoder. Efter att ha arbetat här någon tid, flyttade F A Jones 1869 över till Schaffhausen i Schweiz, där lönerna var lägre, och grundade IWC – International Watch Company. De amerikanska metoderna med maskinell serieframställning och utbytbara delar hade därmed fått insteg i det land i Europa, som under kommande sekel skulle göra sig känt som urlandet framför andra. Steg för steg vann de nya metoderna terräng. Tillverkarna studerade marknaden och var öppna för det som efterfrågades, såväl i fråga om pris som design. Lönsamheten sattes främst.

England avvaktar

Men i England lät förändringarna vänta på sig. Skråtänkandet levde ännu. Trots att marknaden för billigare och tunnare ur med bygeluppdrag ökade, fortsatte man att tillverka tjocka, tunga och dyra fickur, som skulle dras upp med nyckel. Victor Kullberg, som också tillverkade fickkronometrar och vanliga fickur, försökte införa en egen konstruktion av det bygeluppdragna fickuret. Men det syns inte ha fått något större genomslag i England. Landet hade redan tidigare invaderats av billiga schweiziska ur och de engelska urmakarna bil-



7. Fickkronometern (se fig 6) med verket utfällt. Foto Gunnar Pipping, TM.

dade i desperation 1858 The British Horological Institute – där Kullberg var en av initiativtagarna – "to foster the arts and various branches of manufacturing arising out of it" och på så sätt lyckas med konststycket "of advancing the Horological Arts".

Visst försökte några förändra: I The Horological Journal kunde man 1891 läsa att "här kan man se en duktig yrkesman utföra ett i många fall underbart arbete till priser, som en cykelreparatör skulle få sig ett gott skratt av".

Men i princip förblev allt vid det gamla fram till första världskriget. Urföretagen vittrade sakta bort. Under andra världskriget hade bristen på inhemska urtillverkare blivit så akut, att man var tvungen att riskera liv för att erövra klockor från Schweiz.

Personen Victor Kullberg

Vi har nu studerat den miljö och den tid som den tekniskt duktige men akademiskt oskolade gördelmakarsonen Victor Kullberg verkade i. Här arbetade han sig upp från vanlig hantverkarlärling till att bli världens främste kronometermakare. Men vi har långtifrån fått svar på hur detta var möjligt. Mycken forskning återstår. Om honom själv vet vi inte stort mer än att han uppträdde anspråkslöst och mycket reserverat, rökte cigaretter, att han gärna diskuterade yrkesfrågor men sällan uttalade en egen åsikt och att han utom för sina närmaste vänner mest framstod som kall och osympatisk. Kullberg beskrivs samtidigt som synnerligen medveten om sitt kunnande och sin ställning. Han lär också ha varit bra på att göra reklam för sig själv. Det sista visas av att redan under hans livstid publicerades de två "standardartiklar", som sedan i förklädd form återkommit i olika sammanhang: 1872 i den svenska veckotidningen Svalan och 1885 i den engelska uppfinnartidningen Invention.

Victor Kullberg gifte sig aldrig men fick två naturliga söner: Carl Victor Maria Smedberg i Stockholm och William Victor Hammersley i London. Carl Victor, f 1849, blev boktryckerikonstförvant, eventuellt utbildad i USA. Väl hemma igen gifte han sig med Mathilda Sjöstedt och fick fyra barn, av vilka tre ligger begravna på Norra Begravningsplatsen i Stockholm. Den fjärde, dottern Anna Maria, f 1882, avreste till New York 25 april 1904, möjligen för att gifta sig i Chicago: det är det sista vi vet om henne. Då var Carl Victor redan död: Knappt 46 år dog han 1895 på Sabbatsbergs Sjukhus.

William, f 1864, ändrade namn till Kullberg redan före elva års ålder, vilket antyder något rätt uppseendeväckande i det victorianska England – proceduren var inte den allra enklaste. Det syns emellertid som om William senare bytt tillbaka till sin officielle fars namn, kanske sedan han säkrat sitt arv. Hammersley dog 1928 i en liten stad på den engelska sydkusten.

Det kanske också kan intressera någon att veta, att den inte akademiskt skolade Victor Kullberg hade en mycket berömd akademiker

till kusin: Betty Pettersson, 1838–1885, Sveriges första kvinnliga student och akademiker, fil kand i Uppsala 1875. Hon fick senare en tjänst som lärare vid Ladugårdslands Läroverk i Stockholm – också här banbrytare som första kvinnliga läroverkslärare.

Wennerström tar över

Oavsett Kullbergs framgångar verkar även han med tiden ha drabbats av stagnation i sitt tänkande, något som väl egentligen varje företagsledare efter en längre tid brukar drabbas av. Han hade svårt att förnya sin teknik och han sägs inte ha skolat någon naturlig efterträdare, trots att systersonen Pehr J Wennerström och dennes farbror Georg nämns redan i testamentet 1876. Nyupptäckta brev talar både för och emot detta.

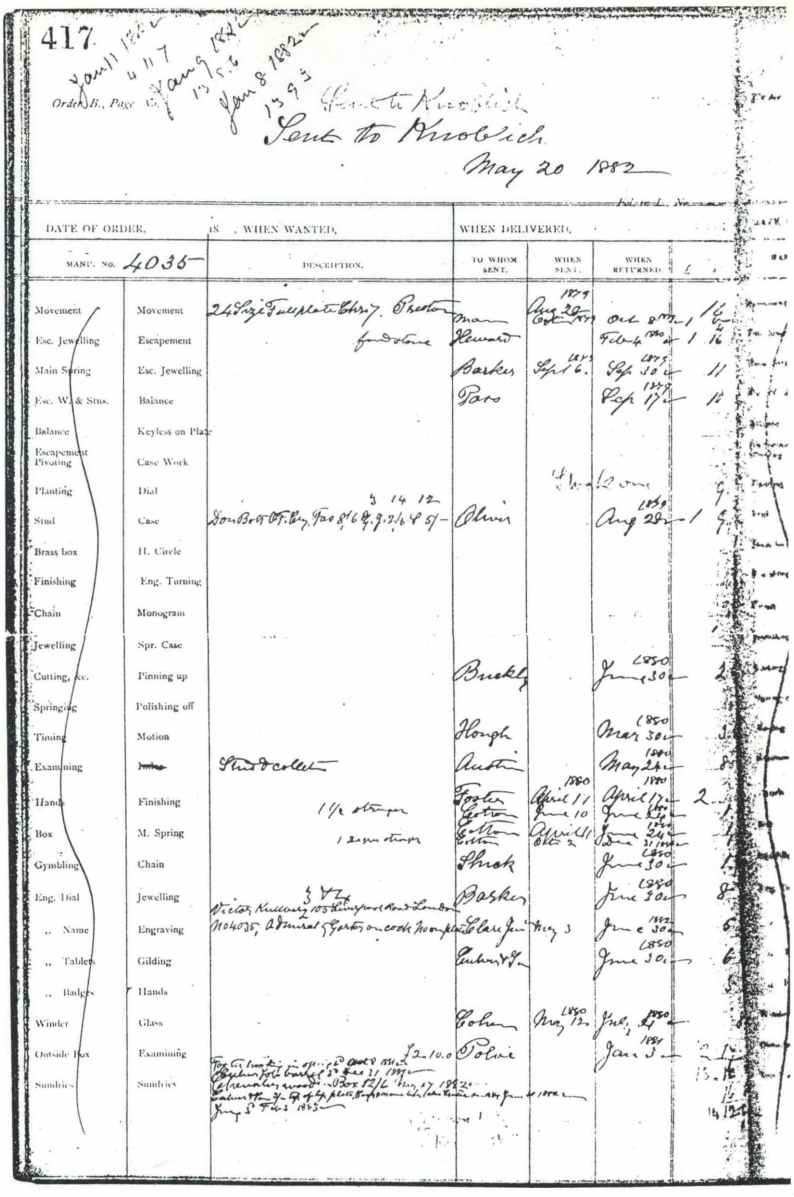
Pehr hade tidigt blivit föräldralös 1870 och syskonskaran togs om hand av morföräldrarna i Visby. Ofta var emellertid någon eller några över hos morbror Victor i London. Han verkar ha fungerat som den fasta punkten i deras tillvaro. I slutet på 80-talet satsade Pehr på en egen karriär som kronometermakare, först i Havanna och sedan i Albany, USA.

Victor skriver den 11 maj 1888: "Käre Pehr! Tack för dina brev av 14 och 30 april. Finner däraf att du nu åter (är) i Albany där du tänker att etablera dig tillsammans med Zeller och Harry (Harkis?). Du nämner dem redan sedan en längre tid och kan bättre bedöma huruvida du kan arbeta tillsammans med dem..." Hur de tänkt sig framtiden är ovisst, men när Victor Kullberg avled i lungsäcksinflammation två år senare, tog Pehr Wennerström över firman.

Nu började en ny period i det berömda kronometerföretagets liv. Ser man till tävlingsresultaten från Greenwich fram till 1914, då tävlingarna upphörde, gick firman bättre nu än under grundarens tid. Firmorna Kullberg, Mercer och Johannsen turades om på prispallen. Inte mindre än 16 gånger av 24 tog Kullberg första pris. Men vi måste samtidigt komma ihåg, att antalet kronometerföretag – och därmed konkurrensen – konstant minskade under samma period. Dessutom ser man av de kvalitetstal som kronometrarna erhöll, att den totala kvaliteten höll på att utjämnas i takt med att nya legeringar och andra metaller kom i bruk. Men ingen lyckades slå kvalitetstalet 9,1 från Victor Kullbergs egen tid. 9,9 var närmsta placeringen – som gick till Kullberg 1913. Som jämförelse kan nämnas, att kvalitetstalet för Harrisons prisbelönta ur från 1761 var 124,4.

Sanfrid Lundquists insats

Efterdyningarna av första världskriget förde med sig enorma förändringar. Soldaterna i skyttegravarna hade lärt sig att uppskatta ett ur på armen i stället för i västfickan. Elektroteknik, radiovågor och ökande kunskaper på kvartsteknikens område – redan 1880 hade bröderna Curie upptäckt piezoelektriciteten, 1921 började man använda kvartsoscillatorer som frekvensstandard och 1928 utvecklades den första



8. Faksimil ur Kullbergs orderbok för deck-watch 4035. Uret levererades i maj 1882 till kronometermakare Knoblich i Hamburg. Library of Clockmakers Company, Guildhall, London.

kvartsklockan – förpassade sakta men säkert de rent mekaniska precisionstidmätarna för navigationsändamål och vetenskapligt bruk till museimontrarna. Fartygen började använda radiosignaler för positionsbestämning: efterfrågan på nya mekaniska skeppskronometrar minskade. I allt högre utsträckning handlade det nu om reparation

och underhåll. Nytillverkningen kom att riktas in mot andra typer av tidmätare. Kullbergs lyckades hänga med, mycket tack vare Sanfrid Johansson Lundquist, som 1894 knöts till företaget. Han var född i Fägre i Västergötland 1868, son till (jordbruks?)arbetaren Johannes Johansson och dennes hustru Augusta Andreasdotter. Sanfrid hade lärt urmakeriyrket hos sin kusin Johan Lundmark i Visby, fortsatt till Stockholm varifrån han sedan emigrerade till England. Han blev en värdefull medarbetare till Pehr Wennerström, köpte farbrodern Georg Wennerströms andel när denne dog 1928 och blev slutligen efter 1935 ensam ägare av företaget.

Tidssignalen och BBC

Intressant är att studera vilka kunder firman hade. Engelska flottan var länge den viktigaste kunden. Firman Aug Ericsson i S:t Petersburg – med anor från Kristinehamn – var också en stor kund. Forskningsresanden Otto Nordenskjöld, Oscar Dickson i Göteborg och ingenjör Andrée skulle alla ha Kullbergur.

När BBC skulle börja sända ut tidssignalen, fick Sanfrid Lundquist uppdraget att tillverka apparaturen och från 1924 och än idag kan man höra "Six-Pips" i radion varje timme. Tidmätardelen byttes dock ut på 1960-talet.

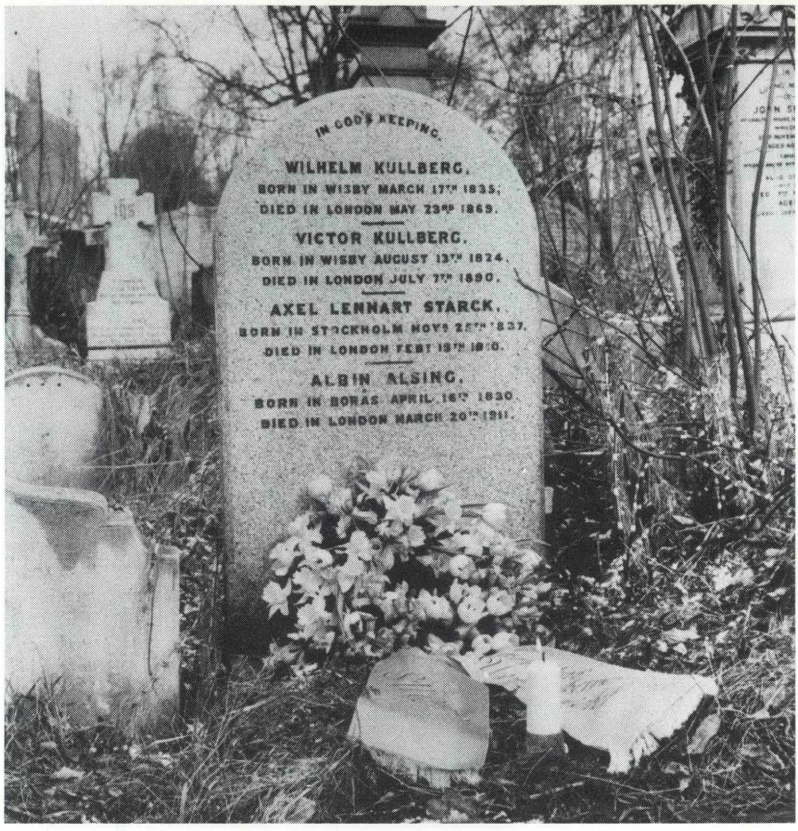
Men även Kullbergs vittrade sakta bort. Affärerna minskade. Andra världskriget bröt ut. Sanfrid Lundquist, som nu var ensam kvar, var sysselsatt med att hålla Marinens kronometrar i skick. När han dog 1947, 79 år gammal, gick epoken Victor Kullberg i graven.

Idag satellitnavigering

I våra elektroniska dagar räknas världstiden ut vid Tidbyrån i Paris med hjälp av satellitsignaler. Cesiumatomens svängningar bildar tidsnormal och Norman F Ramsey får Nobelpriset för sina rön, som gjorde atomuret möjligt. Vi har, tvärtemot vad Isaac Newton trodde vara möjligt, lyckats framställa så exakta instrument till att mäta tidens gång och livets flykt, att t o m själva jordklotet visar sig gå fel! Och när smögenfiskaren Anders Lorentzon vill ta ut sin position där ute på Sörgrund, trycker han bara på en knapp och vips! får han ut både longitud och latitud på en liten digitalskärm. Men därför att vi nu lever i en elektroniksnabb och yuppiefierad värld, bör vi inte glömma bort eller förringa betydelsen av de tekniska framsteg som gjorts i gången tid. Det är ju dessa som har gjort idéerna möjliga att förverkliga. Kanske skall vi då fästa särskild vikt vid just de hantverksmässiga nydaningarna: Vår tekniks historia är nämligen hantverkets snarare än vetenskapens (von Wright).

Siste innovatören

Svensken Victor Kullberg var en av de sista i den långa raden av stora innovatörer och produktutvecklare inom den rent mekaniska tidmätningen för navigationsändamål. Han har en given plats i den europeiska industritraditionen. Han är en av de många, men den enda inom



9. Victor Kullbergs grav på Highgate Cemetery i London. Victor köpte graven för sin bror, köpmannen Wilhelm, 1869. Sedan begravdes han själv där 1890. 1910 jordade Wilhelms dotter Hedvig L Mathilde sin styvfar Axel Stårck, grosshandlare i tändstickor. 1911 fick grosshandlarkollegan Albin Alsing här sin sista viloplats.

Alsing var född i Borås, flyttade via Karlstad till London på 1850-talet och grundade järn-, pappers- och tändsticksföretaget Alsing & Co. Företaget köptes senare upp av STAB, Swedish Match. 1893 fick han Nordstjärnan för sina insatser i det främmande landet, dit han kommit som enkelt bodbiträde, fast med högsta betyg i läsning och skrivning. Foto Sigurd Ekström.

horologi, som har satt Sverige och svensk ingenjörskonst på den internationella kartan. Han medverkade inte till ett paradigmskifte som John Harrison. Men avslutningen av perioden som Harrison inledde blev Victor Kullbergs, en avslutning som gick över i ett crescendo: Kvalitetstalen från Greenwichtävlingarna visar att ingen lyckades bättre än han, inte ens sedan nya metallegeringar kommit i bruk. Hans firma var vid sekelskiftet en av Englands två största kronometerproducenter och den levde ända fram till 1947, om än de sista decennierna alltmer tynande.

IVA-medaljen

Trots allt är Victor Kullberg sällsamt anonym, speciellt utanför sin yrkeskrets. Troligen hänger detta samman med det faktum, att urmakeri- och tidmätningskonsten, horologin, är i så hög grad hantverksmässigt grundad. Kunnandet bygger på en helt annan social tradition än vad den vetenskapliga akademiska forskningen gör.

Att Kullberg utförde sin mannagärning som svensk medborgare i England, bidrar också till hans anonymitet. Från svensk sida var han utomlands och i England drabbades han av ett öde liknande Ludwig Wittgenstein och Bernard Shaw – visserligen begåvad men dock: Only a foreigner.

Genom sin dåvarande preses, överdirektören K-G. Ljungdahl, tog Ingenjörsvetenskapsakademien i slutet av 1950-talet upp Victor Kullberg och hans insats inom navigationstidmätningen till granskning. Rätt snart kom akademien fram till att Victor Kullberg var värd att bli utsedd till minnesmedaljör. Hans tekniska nivå hävdade sig väl bland den svenska ingenjörskonstens mästare.

Medaljen delades ut i Stockholms Konserthus 1962, hundra år efter Victor Kullbergs genombrott i Greenwich. Ljungdahl motiverade: "Urmakerikonsten har alltid ansetts höra till de förnämsta bland de tekniskt betonade hantverken. Det är en konst, som ställer sådana krav på beräkning, precision och konstruktiv skicklighet, att nydaning inom urmakerikonsten icke står tillbaka för något annat ingenjörsarbete. Victor Kullbergs gärning förde honom till toppen av samtidens urmakerikonst och innebar ett förnämligt nydaningsarbete inom ett för vetenskap och samfärdsel så viktigt område som tidmätningskonsten."

Hundra år efter Kullbergs död finns det anledning att åter uppmärksamma den svenske kronometermakaren. I Visby finns redan en staty av stadens berömde son Christopher Polhem. Är inte tiden mogen att sätta upp ännu en? Av visbyfödde kollegan Victor Kullberg!

Fotnot

En skeppskronometer är ett exakt ur som till sjöss, i storm som stiltje, värme som kyla, alltid skall hålla tiden. Exakt tid behövdes för att bestämma fartygets position före radiosignalernas och satellitnavigeringens tidevarv.

Kullbergur finns utställda på Observatoriet i Greenwich och Urmuseet i Genève. I Sverige är det sämre beställt: Andréemuseet i Gränna tog hand om resterna av upptäcktsresandens kronometrar och Smögens Fiske & Sjöfartsmuseum berättar kort att Kullberg existerat. Stockholms Urmakare-Ämbete hos Stockholms Borgargille har något mer att visa, dock inga utställda kronometrar.

Litteratur

Anderson, Stefan: *Victor Kullberg.* Svensk Urmakerikalender 1924.

Britten, F J: *The Watch & Clockmakers handbook.* Baron Publishing, Suffolk, England 1976.

Bruton, Eric: *Clocks & Watches.* Hamlyn, Middlesex, England 1968.

Church, R A: *Nineteenth-Century Clock Technology in Britain, the United States, and Switzerland.* Art i The Economic History Review, Second Series, Vol XXVIII, No 4, Nov 1975.

Davies, Alun C: *The Life and Death of a Scientific Instrument: the Marine Chronometer, 1770–1920.* Art ur nr 35, 1978: Annals of science / an international review of the history of science and technology from the thirteenth century. London.

Gould, Rupert T: *Marine Chronometer.* The Holland Press Ltd 1960.

Jeremy, David J: *Dictionary of business biography.* Butterworths, London, 1984–86. Art av Alun C Davies, s 628–629: Kullberg, Victor.

Johnson, J A: *Vad breven berättar.* Art i Svensk Ur & Optik Tidning (SUOT) feb 1970.

Kullberg, Victor: Overcoil Spring with Index. Art i The Horological Journal, HJL, dec 1878 t o m aug 1879.

Lindgren, Michael: *Christopher Polhem – En 1700-tals visionär.* Art i Polhem No 1 1989.

Ljungdahl, K-G.: *Victor Kullbergs gärning.* Art i TVF 33, 1962:7.

Mercer, Tony: *Mercer Chronometers.* England 1978.

"r.": *Viktor Kullberg.* Art i Svalan, 1872-12-13.

Sandström, Sven: *100 år sedan uppfinnaren av invar föddes.* Art i SUOT 1961, s 261.

Sidenbladh, Elis: *Urmakare i Sverige under äldre tider.* Sthlm 1947.

Strömholm, Per: *Den vitenskapelige revolusjonen 1500–1700.* Solum, Oslo 1984.

Tölke/King: *IWC.* Ineichen, Zürich 1986.

Wergeman, Bernhard: *Stockholms Urmakare-Ämbete firade två Kullberg-jubileer.* Art i SUOT aug 1982.

von Wright, Georg Henrik: *Vetenskapen och förnuftet.* Sthlm 1986.

Osignerad litteratur

Art i The Horological Journal, HJL, Vol 1, No 1 1858.

Electric and Electronic Horology. General Management of Ebauches S A samt The International Museum of Horology, La Chaux-de-Fonds 1978.

Mesta segervinnaren i Greenwich. Referat av tal hållet av Bernhard Wergeman. SUOT nov 1974.

Mr Victor Kullberg. Art i Invention 1885-10-17.

Passing of Sanfrid Lundquist. Art i HJL maj 1947.

Peter John Wennerström. Art i HJL feb 1935.

Victor Kullberg, The Swedish cronometer maker

Summary

The problem of taking bearings, at sea, was once an insuperable obstacle for every sailor. Latitude could be taken, but not longitude! When the Englishman, John Harrison, in 1761 succeeded in showing that the solution was to have a very exact time-keeper (later called a chronometer), a very significant step forward was made. We in Sweden also have reason to be proud, for a hundred years later it was the Swede, Victor Kullberg, who was in the vanguard of the development of ever more precise and practicable navigation time-keepers. However, to do this he had to emigrate to England (in 1851), where research in this area was first carried out.

Victor Kullberg was born in Visby in 1824. At the age of sixteen he became an apprentice clock-maker, first in Visby, later in Stockholm and Copenhagen. From the very beginning he learnt about the making of marine chronometers, at that time the most difficult branch of the craft.

Victor Kullberg wanted to improve and reduce the cost of mechanical marine chronometers. He concentrated on the escapement, that part of the

clock which regulates its action. Since at that time there were no metal alloys, Kullberg applied himself to constructing balance wheels which could follow temperature changes in a steel spiral. In order to do this he had to be everything from microtechnician to inventor and from builder to precision regulator; he succeeded so well that his "compensation balances" and "steel spirals" were not superceded even when the new metal alloys came into use.

Having started his own business (in 1856/57) Victor Kullberg felt ready to try his luck in the annual chronometer competitions at Greenwich. He came 15th. In 1862, however, he triumphed, taking both first and second prizes, a quite incredible achievement for a clever, but so far relatively unknown foreigner! No less than eighty chronometers had been entered for testing that year, constructed by the very best craftsmen in the business anywhere in the world. The Greenwich competitions were, moreover, not just about prestige, but those who won could look forward to selling a large part of their production to the Royal Navy which was a large customer for chronometers.

Victor Kullberg was immediately hailed as a master chronometer maker; his future was secured and during the years that followed he won numerous prizes. In 1869 he received a gold medal from the Academy of Sciences in Paris; he was elected a member of many learned societies, became a Knight of the Order of Vasa in Sweden and was appointed Royal Purveyor to His Majesty the King of Sweden and Norway. In time he completely dominated the Greenwich competitions. During the last ten years of his life, from 1881 to 1890, his chronometers came first no less than six times. In 1882 and 1889 they were given 9.1 on the quality scale, which was the highest score anyone was ever awarded. Kullberg also participated in exhibitions all over the world.

However, his many successes notwithstanding, Kullberg seems, with time, to have suffered from stagnation in his thinking. He found it difficult to update his techniques and he is said not to have trained any natural successor, in spite of the fact that his nephew Pehr J Wennerström and his uncle George are named in the will as early as 1876. Letters which have recently come to light speak both for and against this. How they envisaged the future is unknown, but when Victor Kullberg died of pneumonia in 1890 Pehr Wennerström took over the business.

A new era in the life of the famous chronometer company now began. If we look at the results of the Greenwich competitions up to 1914, when they were discontinued, the company did better than in the time of its founder. The companies of Kullberg, Mercer and Johannsen took it in turns to carry off the prizes. First prize went to Kullberg's no less than 16 out of the last 24 years. But it should be remembered that the number of companies producing chronometers—their competitors—was decreasing during this period. On the other hand, where quality was concerned, no one ever succeeded in beating the 9.1 result from Victor Kullberg's own time.

In the aftermath of World War I great changes came about. The soldiers in the trenches had learnt to appreciate having a watch on their arm instead of in the waistcoat pocket. Electro-techniques, radio waves and increasing knowledge in the field of quartz technology—the Curie brothers had discovered piezo-electricity as early as 1880, in 1921 quartz oscillators were beginning to be used as a frequency standard and in 1928 the first quartz clock was developed—slowly but surely transformed purely mechanical time-keepers for navigation purposes and scientific use into museum pieces.

The demand for new mechanical chronometers for ships declined; it became a matter of repairs and maintenance only. New production was directed towards other types of time-keeper. Kullberg's managed to keep

pace with new developments thanks to the Swede, Sanfrid Lundquist (born in Fägre, Västergötland in 1868), who joined the company in 1894.

Lundquist was a most valuable colleague and partner to Pehr Wennerström, and when the BBC were about to start broadcasting the "Six Pips" time signal Sanfrid Lundquist was the one who was asked to construct the mechanism. When Wennerström died in 1935 Lundquist was left sole owner of the Kullberg company; and with the death of Sanfrid Lundquist in 1947 the Kullberg epoch finally came to an end.

C G Norbergs ångvagn

Av Gert Ekström

På Nordiska Museets förråd fann författaren 1971 en ångvagn i modell. Föremålets ursprung var okänt enligt museets noteringar.

När och var tillverkades modellen? En intressant bakgrundshistoria kom fram tack vare Tekniska Museets arkiv och Kungliga Biblioteket.

Det enda Nordiska Museet noterat var: "Modell till vagn. Drifven med maskin som eldas med sprit. Af svartmålat trä och metall. Cistern af koppar. Inköpt för 75 kr af Emil Holmgren 12/9 1923."

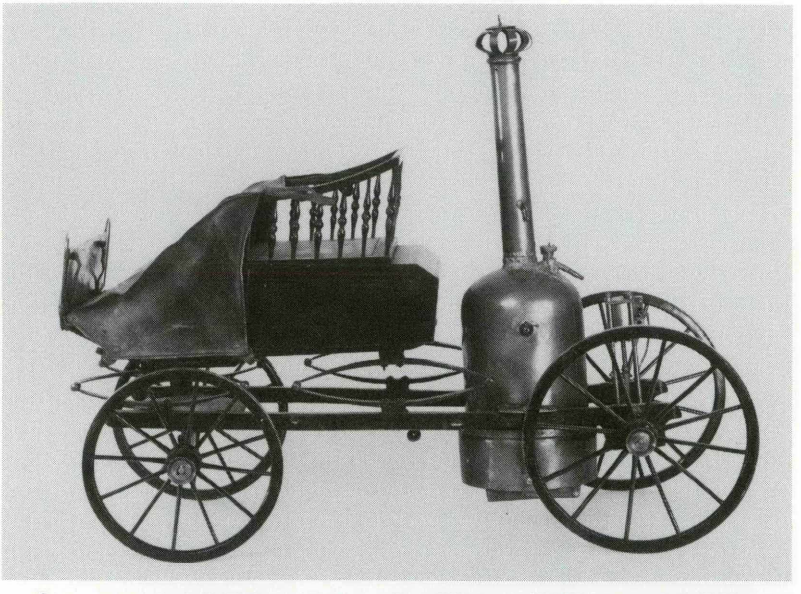
Uppvisning i Stockholm

Efter studier av modellen, hur den är byggd, och jämförelser med äldre bilder på ångvagnar, visade det sig att den påtagligt liknade en bild i en annons ur Aftonbladet 11 och 12 september 1838. Texten lyder:



Med Högvederbörligt tillstånd
kommer Undertecknad att i morgon Onsdag den 12 September från kl 10 f. m. till kl. 7 e. m., i den mindre Börssalen förevisa modellen på en af mig uppfunnen och sjelf förfärdigad ÅNGVAGN. Biljetter à 15 sk. banko, samt 8 sk för barn, säljas vid ingången. Uppgången från Trångsund.
C. G. NORBERG,
Metallarbetare från Nyköping.

1. Annonsen som infördes i Aftonbladet 11 och 12 september 1838.



2. Ångvagnen i modell. Längd 57 cm, bredd 25 cm, höjd 43 cm. Modellen är mycket välgjord med bl a fungerande fjädring. Den går inte att styra mer än åt ett håll. Framaxeln är fäst i en inställbar stång under vagnen. Fotsack av tunt läder. Foto Rigmor Söderberg, TM.

"*Med Högvederbörligt tillstånd* kommer Undertecknad att i morgon onsdag den 12 september från kl 10 fm till kl 7 em, å den mindre Börssalen förevisa modellen på en af mig uppfunnen och sjelf förfärdigad ÅNGVAGN. Biljetter à 15 sk banko samt 8 sk för barn, säljas vid ingången. Uppgången från Trångsund.

C G Norberg
Metallarbetare från Nyköping"

Carl Gustaf Norberg

Norberg var s k manufakturfabrikant i Nyköping, en skicklig mekaniker som började sin bana vid Näfveqvarns Bruk. Han flyttade till Nyköping 1831 och sysslade på lediga stunder med att bygga en ångvagnsmodell, den modellen som visades i Stockholm 1838.

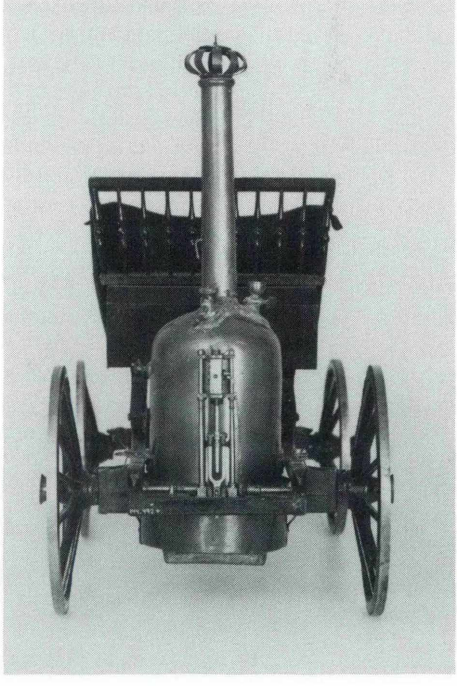
Två gånger annonserade Norberg i Aftonbladet, med kliché vilket var mycket ovanligt vid denna tid. Trots de två dyra annonserna har det inte gått att finna något reportage om uppvisningen i något följande nummer av tidningen.

Ångbuss Stockholm–Nyköping

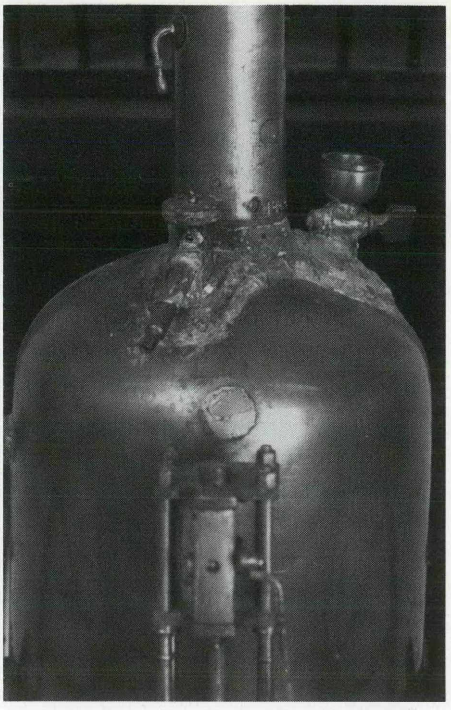
Norberg fortsatte med ritningsarbete till en större vagn och började bygga den. Arbetet med fullskalebussen fortsatte till 1842.

Ett par notiser i Aftonbladet berättar:

"En korrespondent från Nyköping förmäler den mindre angenäma underrättelsen att den der vid staden inrättade stora och dyrbara machinfabriken för närvarande lider brist på beställningar, så att direktionen måst ej obetydligt inskränka arbetspersonalen – man bör dock hoppas, att detta blott är tillfälligt.



3. Encylindrig ångmaskin med en "vickande" slid från excenter på drivaxeln.
Foto Rigmor Söderberg, TM.



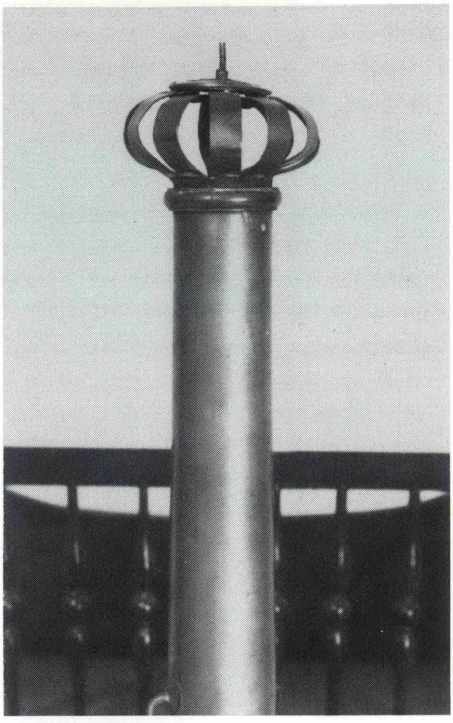
4. Panna med vertikala rökgångar. Några detaljer saknas som t ex ångrör. Tätningarna, med pålagt tenn, visar att pannan använts under tryck. Foto Rigmor Söderberg, TM.

Vid denna fabrik har en *ångvagn* nyligen blivit förfärdigad med fyra hästkrafters machin och ämnad att gå landsvägen. Den skall rymma fyra personer utom konduktören. Förfärdigaren är samme person, som för ett par år sedan förevisade en liten modellångvagn här i Stockholm. Hans förhoppning lär vara, att den skall gå på sex timmar mellan Nyköping och Stockholm. Skulle detta lyckas, så vore det ett ganska intressant fenomen. Man måste dock erinra att mr. Hancock och flere i England gjort många försök med sådane slags ångvagnar utan att hittills komma till ett så tillfredsställande resultat, att de kunna allmännare begagnas även på de utmärkt goda engelska chausséerna"...

Tidningen berättar vid ett annat tillfälle att "smeden Norberg skall ensam hava uppgjort såväl idén, som alla ritningar till arbetet. Machinen är beräknad till tre hästars kraft och redan färdig. Vagnen, som är ämnad att gå mellan Nyköping och Stockholm samt med en hastighet på jämn väg av 2 mil på timman, rymmer fyra personer utom konduktören och skall medföra vatten och kolförråd för tre timmar. Genom särskilda intentioner skall farten kunna ökas eller minskas efter behag. Hela vagnen med machin och last är beräknad att väga omkring 150 lispund och tros kunna gå uppför backar av 15 graders vinkel. Den lär komma att försökas om få veckor"...

Exploateringsbolag bildas

Norberg hade nu lämnat sin anställning i Nyköping och fått hallrättens tillstånd att arbeta på egen hand. Han hade hyrt en verkstad där han uteslutande sysselsatte sig med ångvagnen. Ett bolag hade bildats för att exploatera konstruktionen. I spetsen stod bl a baron Th Adelsvärd på Stäringe. Vagnen blev aldrig helt färdig. Norberg avlider 7 juni 1843. Det berättas "dock att helt obetydligt återstår och ingen-



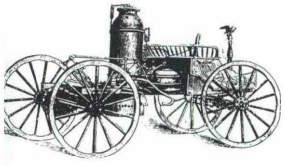
5. Skorstenen av mässing krröns av en knapp med ett adelsvapen.
Foto Rigmor Söderberg, TM.

ting huvudsakligt eller annat än personer med ringare talang än Norbergs kunna förfärdiga".

Utländsk inspiration

Tyvärr vet man inte idag något om den påbörjade ångbussens öde. Troligen togs användbara delar tillvara, sådant som hjul, axlar, fjädrar för att användas till någon hästvagn och resten brändes eller skrotades.

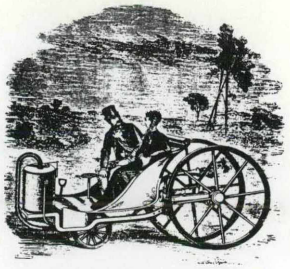
På 1840-talet och de följande två decennierna byggdes i Sverige flera ångvagnsmodeller. Ett par finns bevarade. Norbergs är sannolikt den äldsta som kan dateras exakt.



7. En kedjedriven vagn byggd i USA av E J Ware 1867. Den är snarlik C G Norbergs.



6. Brännaren, under pannan, kan tas bort för påfyllning av bränsle, trä eller kol. Diameter 12 cm.
Foto Rigmor Söderberg, TM.





8. Engelska ångvagnar från 1869 och 1870 visar utvecklingen mot ett fordon som frigjorts från den klassiska hästvagnskonstruktionen.

Det råder ingen tvekan om att han tagit inspiration från samtida utländska tidiga ångvagnar. Troligen har Norberg läst om dessa i dåtida tekniska tidningar eller andra, mer populära, periodiska alster. Det var inte ovanligt att tekniska innovationer presenterades i text och ritningar. På detta sätt spreds nyheten om den pedaldrivna cykeln på 1860-talet. Helt klart har många smeder och snickare kopierat de skisser som publicerades då.

Carl Gustaf Norberg ska dock ha äran av att varit en av de första, kanske den förste, som påbörjat bygget av en ångvagn. Först på 1850-talet började ångsluparna komma mer allmänt så därifrån kan han inte ha fått inspiration till ångmaskinen. Först 1892 byggdes Sveriges första, och äldsta kända ångbil av bröderna Anders och Jöns Cederholm i Ystad. Mer om den i Dædalus 1989–1990.

Källor

Aftonbladet 1838 och 1842.
Noteringar av K Hilding Källén i Tekniska Museets arkiv.
"The first Hundred Road Motors" av R W Kidner. The Oakwood Press 1949.

C G Norberg's Steam carriage

Summary

In 1838, the manufacturer Carl Gustaf Norberg advertised the demonstration of a model steam carriage in Stockholm. The model has now been rediscovered and has been dated with the help of background historical material from the contemporary press. Norberg began with the construction of a fullscale steam bus which was intended to run between Nyköping and Stockholm. The designer died in 1843 and the steam bus was never completed.

Kopiering förr i tiden

Av Gunne Nyberg

Föremål i fara

"Förr i tiden" är inte bara Birger Jarls, Gustav Vasas, Karl XIs och Karl XIV Johans tid, då kontorsarbetet bedrevs ungefär på samma sätt århundradena igenom. Man skrev med gåspenna på handgjort papper. Även en stor del av 1900-talet måste räknas som "förr", men under några årtionden har utvecklingen gått så snabbt, att det i många fall inte har blivit tid att skildra den. Äldre maskiner, apparater, redskaper, även småsaker, finns nu undanställda i kontorsförråd och på oinredda vindsplan. Dessa påtagliga minnesföremål måste räddas.

Grundbegrepp

Ordet kopiering har haft växlande betydelser. Enligt äldre språkbruk nyttjades det om avskrivning, avritning och avmålning. Nuvarande teknik tillåter även avtryckning.

Grundtermerna för mångfaldning är emellertid *skrift* och *tryck*, som fick stadga genom Tekniska Nomenklaturcentralen (TNC) i början av 1940-talet.

Skrivning är att ett i sänder anbringa tecken på papper (motsvarande).

Tryckning är att samtidigt anbringa ett antal tecken på papper (motsvarande).

Kopiering är huvudsakligen en särform av tryckning. Ett *original* (-dokument) avbildas, och resultatet kallas *kopia.*

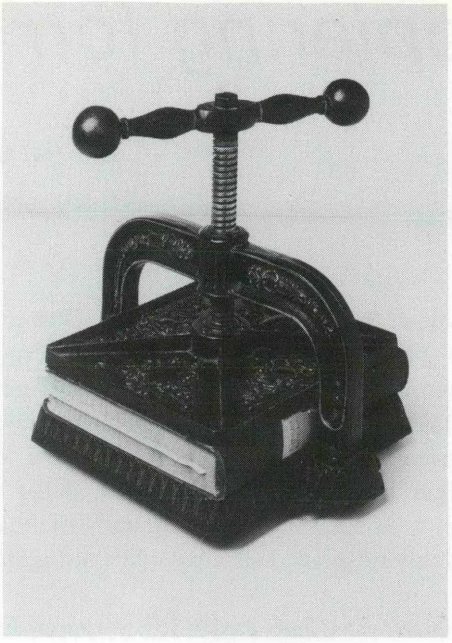
Detta var en förenklad översikt av grunderna. Från andra särformer och övergångsformer bortses här.

Avskrivning

Förr hade man inget annat sätt att hålla reda på sina egna skrivelser än att med penna förfärdiga ett extra exemplar, som arkiverades. Egentligen var det tvärt om. Först gjordes en kladd, ett koncept, som bearbetades genom ändring, strykning och tilläggning. Därefter avsändes en renskrift, medan konceptet behölls kvar.

I ämbetsverk talas det ofta om "koncept", fastän det numera är fråga om enkla kopior. Ofta kommer de från elektrostatisk kopiering, kort sagt elstat. (Sluta att säga "fotostatkopia"! Den metoden krävde mörkrum och är för länge sedan försvunnen. Nu räcker det med enbart: *kopia.*)

Utvecklingen har befriat oss från långtråkig avskrivning, men hur var det egentligen i mellantiden? Länge fanns bara vattenkopiering.

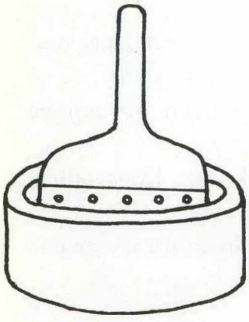


1. Kopiepress. Björsells företagsutställning, Borås.

Kopiering med vatten

Här och där i moderna företag, kanske i en minneshall, står en gammal kopiepress (bild 1). Besökarna undrar, men ingen i huset vet, hur den har använts. Det kan bara en gamling berätta om.

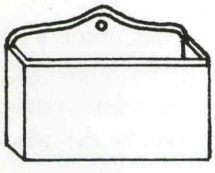
Minns ni anilinpennorna? De gav violett skrift, svår att få bort, om fuktiga fingrar blev kladdade. Skriften var kopierbar. För stålpennor fanns ett anilinblandat bläck. Hela dokumentet gjordes med pennskrift, men företagsnamnet i underskriften brukade stämplas, och då hade stämpeldynan violett färg. Anilin blev förutsättning för *vattenkopiering i kopiepress*, patenterad 1780 av den skotske fysikern James Watt (han med den rotativa ångmaskinen). Den första kopiepressen i Sverige stod på 1800-talet hos det skånska Höganäs-bolaget.



2a. Blötburk med fuktpensel. Minnesteckning.

Skrivmaskiner, som började spridas mot slutet av 1800-talet, försågs med violett färgband, ofta med ena halvan röd, som även den gav kopierbar text. Enligt gammal vana fortsattes stämplingen av företagsnamnet. Sist kom chefens underskrift.

En vattenkopia gjordes på ett tunt, genomsynligt blad av rispapper. Bakom detta lades originalet, så att dess skrift blev läsbar. Kopiebladets framsida hade fuktats, för att dess baksida skulle kunna suga åt sig den kopierande skriften. Därvid nyttjades en *blötburk* (bild 2) med vatten samt en *fuktpensel* (bredpensel, muddlare).



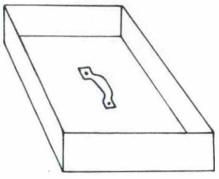
2b. Blötburk, väggmodell. Minnesteckning.

Senare övergick man till att använda en *blötlåda* (bild 3) med vatten. I denna låg *fuktdukar* av stadigt linne i dokumentformat, täckta av ett lock.

Dessutom fanns *läskplån*, dvs kraftiga läskpapper, för att reglera



4. Kopiebok med inlägg för enstaka original. Minnesteckning.



3. Blötlåda med nedsjunket lock över fuktdukar. Minnesteckning.

fuktningen. *Skyddsplån* av presspan-papp eller oljad kartong behövdes för att hindra fuktens överspridning.

Det märkliga hos vattenkopieringen var, att kopior kunde göras inte bara på lösa blad utan också i en *redan bunden bok*. Visserligen var det ett omständligt arbete, men man hade tid.

Gamla bruksanvisningar avsåg en *tvåstegsmetod*. Första steget var att lägga ett skyddsplån under närmaste lediga kopieboksblad och att pensla dettas översida med vatten, lägga ett läskplån och ett skyddsplån ovanpå, slå ihop boken, lägga den i pressen och draga till. Andra steget blev att öppna boken, taga bort läskplånet och under det fuktiga bokbladet lägga det originaldokument, som skulle kopieras. Skriften låg då mot bokbladets baksida och blev kopierad på denna i en ny pressning. Sedan togs inlagorna bort ur boken. Texten kunde läsas på det genomsynliga bladets framsida. Kopiepressen anlitades alltså två gånger *för varje dokument*.

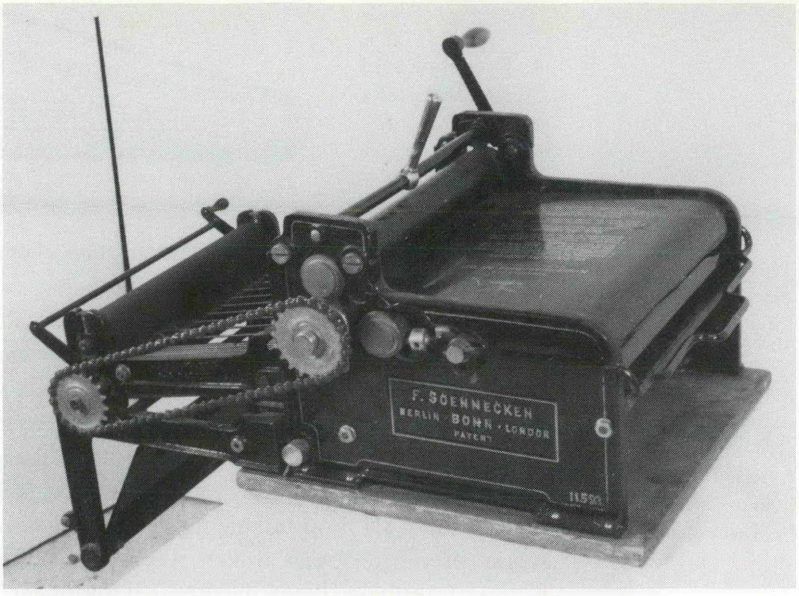
Ändring till *enstegsmetod* betydde snabbare arbete. Ur en blötlåda hämtades fuktdukar, en i sänder, som läskades för hand mellan två läskplån. En sats av fuktduk och dokument (bild 4), eller så många satser som boken tålde, lades in i kopieboken. Skyddsplån behövdes bara överst och underst i traven. Pressen nyttjades endast en gång för varje laddad kopiebok, och flera original kunde alltså kopieras i samma pressning.

För svaga eller för starka kopior hörde till nybörjarens vedermödor, särskilt om flödigheten var så stor, att originalet blev en färgblaffa och måste skrivas om. Sådant fick inte hända. Principalerna (cheferna) var stränga förr i tiden.

Efter kopieringen var originalen ännu fuktiga. De lades ut på ett *torkgaller* men krympte och blev sällan släta. Något snyggare blev det, när man senare började använda *torkböcker* med läskpappersblad, mellan vilka originalen lades för särskild intagning i pressen. Tvåstegsmetod kom alltså tillbaka, men på annorlunda sätt.

Var i kopieboken fanns då alla brev m m till en viss motpart? Främst i boken satt ett registerblad för varje bokstav i alfabetet. Där skrevs mottagarnamn och bladnummer, allt eftersom kopior tillkom. Dessutom antecknades på varje kopieblad mottagarens föregående och efterföljande bladnummer.

Omkring 1895 i Tyskland började *kopieringsmaskiner* (bild 5) att tillverkas. De var byggda för löpande pappersbana, som kapades till



5. Vevdriven kopieringsmaskin. TM.

dokumentformat. Därigenom blev det möjligt att sätta lösa kopior av svar i *samma* pärm eller mapp som de mottagna meddelandena. Under 1900-talet kom elektrisk drift.

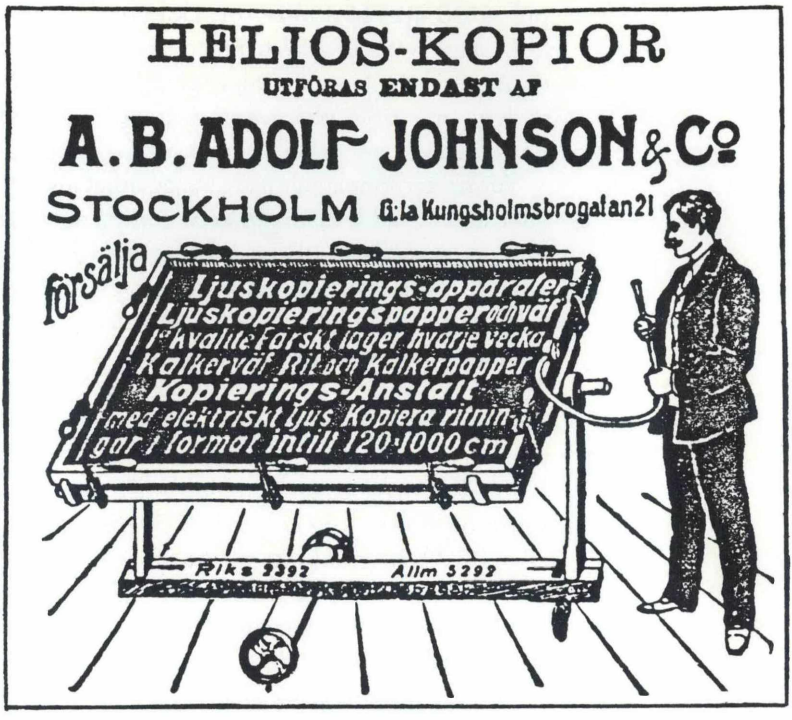
Med maskinell kopiering blev kopieböckerna med sin tidsödande registerföring överflödiga. Ännu så sent som under 1930-talet gjordes dock kopiering i böcker för "bokföringsmässiga" utskrifter, t ex fakturor. Bokföring ansågs kräva bundna böcker, inga lösa papper. Ändå hade företagen för länge sedan övergått till karbonpapper för sitt allmänna skrivarbete.

Genomskrivning

Kalkering betydde ursprungligen, att på ett originaldokument lades ett genomsynligt papper, och att man genom att rita försiktigt på detta fick fram en överensstämmande kopia. Så gick det till, när ritningar behövde kopieras.

Behov av kopiering fanns också inom andra områden. *Färggivande kalkerpapper* kom i bruk. Äldre personer minns det från sina broderande farmödrar och mormödrar. Mellan mönstret och tyget lades ett kalkerpapper, varefter en griffel eller en hård penna fick följa mönstrets linjer. Beläggningen på kalkerpapperets undersida färgade då av sig på tyget, så att mönstret blev *genomritat.*

Företaget Pelikan (f d Günther Wagner) påminner om ett litterärt belägg för kalkerpapperets uppfinning. Författaren Jean Paul (pseudonym för Johann Paul Friedrich Richter) beskriver i sin "Schulmeisterlein Maria Wuz" (1793), hur det gick till. "Han smetade in ett



6. Belysningsram för ljuskopiering. Aftonbladet 1912.03.17. Annons.

pappersblad med änden av en talgdank, och efteråt med ungssot." Vidare berättas, att han försökte kopiera. På ett vitt blad lade han det insmetade bladet med den svarta sidan nedåt samt överst ett mynt. Med en avbruten gaffel gned han omkring på myntet, så att dess furstliga porträtt överfördes genom det svärtade bladet till det vita.

Det kan antagas, att färggivande kalkerpapper började tillverkas under 1800-talets första årtionde. Då var penna det enda skrivverktyget. Så småningom blev det vanligt inom kontoren att nyttja kalkerpapper för att kunna behålla och arkivera ett *genomskrivet* exemplar av varje brev eller annat meddelande, som man sände ut. Det färggivande papperet kallas numera *pennkarbonpapper.*

Senare kom s k självkopieringsböcker för brev, "order" (handelsresandes säljuppgifter till sitt kontor), "följesedlar" för leveranser, m m. Böckerna innehöll blankettsatser, bestående av ett utrivbart exemplar och ett fastsittande, samt ett flyttbart karbonpapper. Om fler än två exemplar behövdes, var blankettpapperet genomsynligt och karbonpapperet dubbelsidigt för baksidesskrift på ovanliggande exemplar.

När skrivmaskiner trängde in i kontoren, var vattenkopiering det enda sättet att få en kopia, men snart gjordes försök att tillverka färgkalkerpapper för maskinskrift. Svart färg medförde namnet "kolpapper", men beläggningen på undersidan innehöll inte stenkols-

pulver e d utan bestod av sot, s k kimrök, som är en särskild form av kol, samt vax. Också namnet *maskinkarbonpapper* syftar på kol (latin: carbo). Genom tillsättning av anilinfärger erhölls även t ex violett, blå, grön, röd genomskrift, och nya karbonpappersslag tillkom för exempelvis hektograferings- och litograferingsorityper.

Tunna karbonpapper hade benägenhet att rulla sig. I slutet av 1930-talet undanröjdes denna förtret, genom att översidan fick en beläggning av vax, senare blandad med gummi.

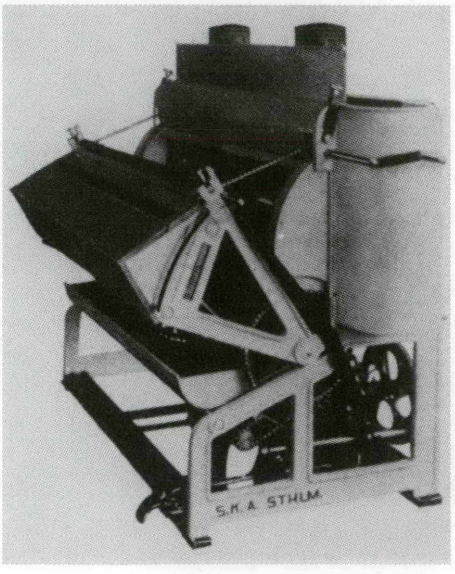
Det hittills nämnda gäller *flergångskarbonpapper*. Längre fram i tiden kom också *engångskarbonpapper* för blankettsatser samt *karbonpappersbanor* för kedjeblanketter.

Ritnings-kopiering

Teknisk ritning var ett stort område med behov av kopiering. Länge fanns bara möjligheten att kalkera.

Ljuskopiering enligt *cyanometoden* uppfanns 1842 i England av astronomen sir John Herschel. Preparerat kopiepapper kom 1876 eller 1877 från Frankrike till Åkers Styckebruk i Sverige, därefter till Stockholm. Det första svensktillverkade kopiepapperet gjordes 1878 i Lindesberg av överingenjör Gustaf Jansson hos Gustaf Uhrs Konstruktionsbyrå.

För att ljuskopiering skall fungera, måste originalritningen vara utförd på genomsynligt papper eller ritningsväv. Ett kopiepapper lades under ritningen, båda spändes in i en ram (bild 6) och utsattes för belysning av sol eller båglampa. Linjer och skrivtecken gav skugga och avbildades på kopiepapperet. Efter belysningen framkallades kopian i vatten för att sedan få torka. Då krympte den. Kopian var negativ med vit text på blå botten, en "blåkopia".



7. Båglampsmaskin för ljuskopiering. Svenska Kopierings-AB, Stockholm, 1937.

Benediktinmunken och fotokemikern Gustav Kögel, sedermera professor, fann år 1917 en bättre lösning för ritningskopiering. Under 1920-talet växte ljuskopiering fram enligt *diazometoden* med framkallning i ammoniakånga. Varunamnet var Ozalid. Kopiorna blev positiva med röda linjer på vit botten. Utöver stora automatiska maskiner (bild 7) med båglampor, fasta eller rörliga i höjd- eller breddled, har förekommit kontorsmaskiner (bild 8) med lysrör samt med inbyggd framkallning för format A3 och mindre.

Allmän dokumentkopiering

Diazometoden har brukats även för alla slags kontorsdokument. Originalen var då skrivna på ljusgenomsläppande papper.

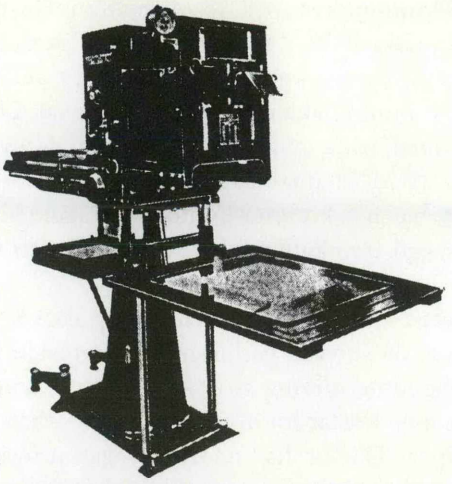
Egentlig *fotografering* av dokument förekommer inom vissa yrkesområden men kostar för mycket i kontorsarbete med dess mängder av rutinpapper. Därför har andra utvägar prövats. Kopiering genom kamera med lins och prisma samt ljuskänsligt papper i stället för film fanns i Sverige 1942 enligt tvåstegsmetod. Varunamn var t ex Photostat (bild 9). Denna typ av hjälpmedel blev olönsam vid slutet av 1960-talet.

Enkel *fotokopiering* på ljuskänsligt papper, som *utan kamera och mörkrum* belystes, framkallades, fixerades och sköljdes för hand på vanligt sätt, infördes i Sverige redan 1935. Då var hjälpmedlet en ljuslåda, Rectophot (bild 10). Tvåstegsmetod gav en spegelvänd negativ kopia, som blev förlaga vid ny belysning, varvid erhölls en rättvänd positiv kopia.

Från 1949 uppträdde i utlandet varjehanda hjälpmedel för *diffusionskopiering* (då kallad snabbkopiering) enligt tvåstegsmetod för

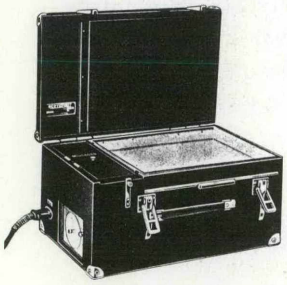


8. Lysrörsmaskin för ljuskopiering. Meteor Apparatebau, Siegen, 1950.



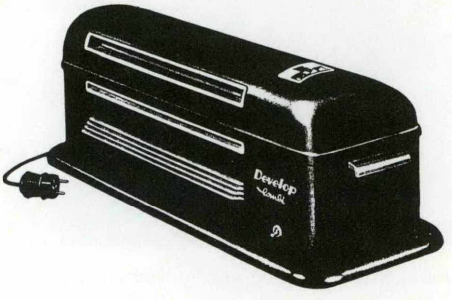
9. Kamera för Photostat. Graham Brothers, Stockholm, 1932.

ljuskänsligt papper. Ljuslåda fanns sedan förr. Därtill kom en framkallningslåda. Tillsammans med originaldokumentet lades ett negativpapper i ljuslådan, som ställdes in för belysning under ett antal sekunder. Därefter inmatades negativpapperet och ett positivpapper i framkallningslådan. Denna "manglade" papperen mot varandra och förde dem vidare, samtidigt som framkallningsvätska spolades över. Utkomna ur apparaten fick papperen ligga några sekunder, medan kemikalierna verkade. Sedan skildes de åt. Resultatet blev ett icke ljusfast negativ och ett ljusfast positiv. Särskild fixering och torkning behövdes inte. Copyrapid var kopiepapperets namn. Framkallningslådan Develop utrustades 1952 med belysning och blev en fullständig kopieringsmaskin (bild 11).

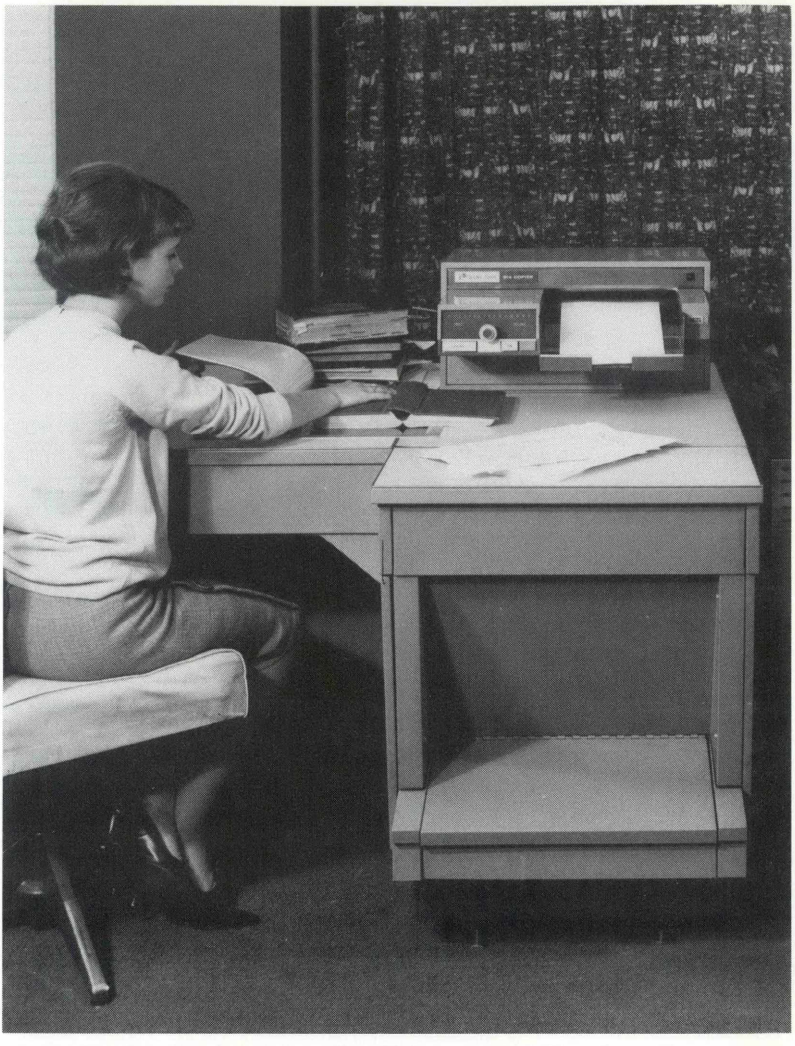


10. Ljuslåda för enkel fotokopiering. Maskinaffären Carl Lamm, Stockholm, 1935.

Omkring 1953 kom *termokopiering* (värmekopiering) med bl a Thermo-Fax. Förlagan måste vara värmeupptagande, t ex innehålla grafit. Originalet och ett värmekänsligt kopiepapper utsattes för infrarött ljus. Starkare hetta uppstod, där originalet hade mörkare färg, så att text "brändes" in i kopiepapperet. Inga kemiska preparat behövdes. Andra företag saluförde liknande hjälpmedel med egna varunamn. Maskiner fanns för enstegs- och för tvåstegsmetod.



11. Maskin för diffusionskopiering. Develop KG, Stuttgart, 1952.



12. Maskin för elstatkopiering. XeroX Corporation, Stamford, Connecticut, USA, 1959.

Elstatkopiering (elektrostatisk) uppfanns 1937 av svenskättlingen Chester F Carlson i USA men kunde inte marknadsföras förrän 1950. Till Sverige hämtades den 1956 med varunamnet Xerox och utgjordes då av tre fristående enheter, nämligen en ljuslåda, ett bordsskåp för laddning och framkallning, samt en fixeringslåda. I USA hade en automatisk maskin enligt enstegsmetod (bild 12) blivit färdig 1959. I Sverige förekom den 1961. Sedan har utvecklingen gått raskt, och med många efterhärmande medtävlare har Chester F Carlsons uppfinning blivit allenarådande för kontorskopiering.

Summary According to older linguistic usage copying was associated with writing, drawing and painting. The tools involved were pen and brush.

The first mechanical aid was water copying in a copy press, which was patented by James Watt in 1780.

Colour yielding tracing paper probably began to be produced in the first decade of the nineteenth century. It is employed as pen and machine carbon paper.

The copying of drawings by means of light according to the cyano method was invented by John Herschel in 1842. In 1917, Gustav Kögel found a superior solution, the diazo method.

The general copying of documents by photographic means embraced among other things Photostat, which died out in the 1960s. A simpler method with light sensitive paper which required neither camera nor dark room, already predated this and can still be used.

Diffusion and thermo copying occurred during the 1950s but have yielded to electrostatic copying from around 1960. Chester F Carlsson's discovery now reigns supreme.

Notiser



Utställningen ”Pojkdrömmar” på Tekniska Museet lockade även till sig kvinnliga besökare. Foto Kay Danielson, TM.

Kontorssystemmiljö på Telemuseum

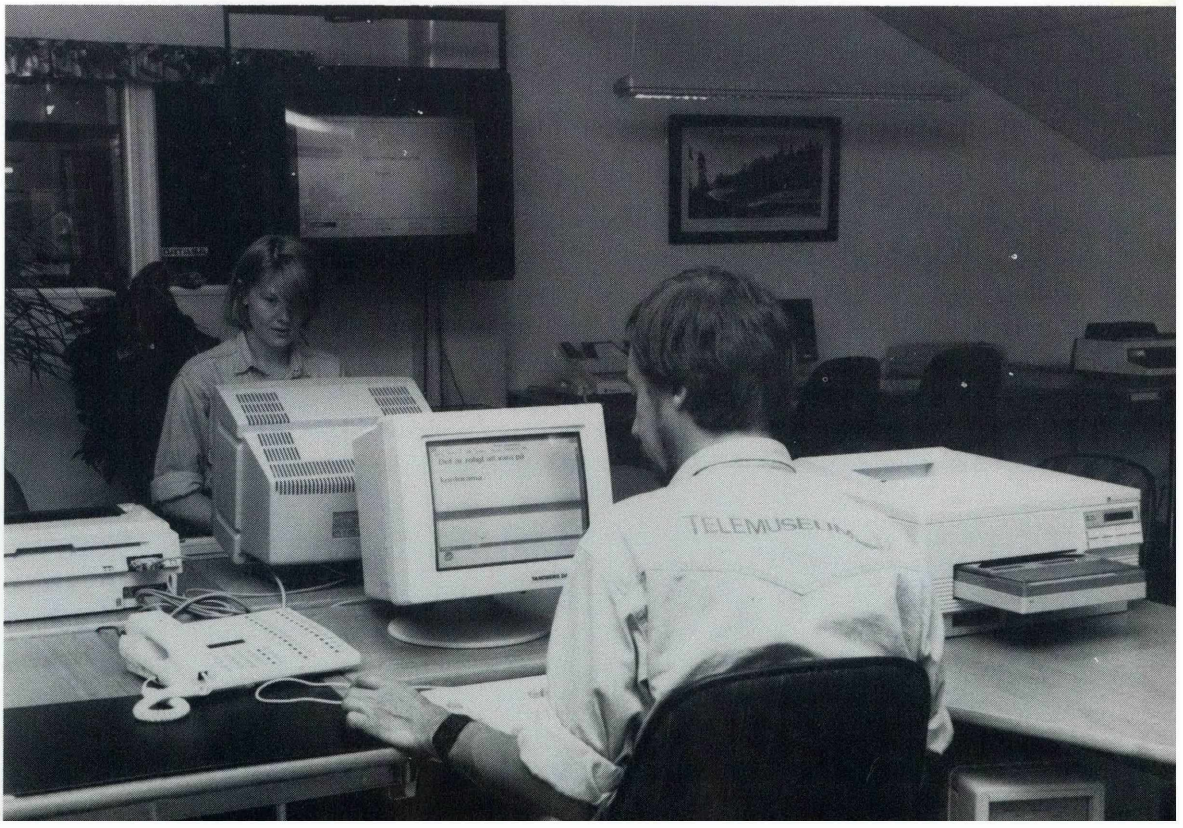
Under ett antal år har en försöksverksamhet i samarbete med Televerket, särskilt Stockholms teleområde, bedrivits på Telemuseum med syfte att låta skolklasser komma till museet och bedriva grupparbete med modern teleutrustning. Verksamheten har genomförts med provisoriskt uppställd materiel i museets utställningslokaler.

Under vinterhalvåret 1990–91 har en särskild lokal för denna skolverksamhet byggts upp i Telemusei-byggnadens övervåning med ianspråktagande av ca 40 m^2 av Tekniska Museets dataavdelning och ca 40 m^2 av angränsande del i Telemuseum. Det så erhållna utrymmet har fördelats mellan ett kontor på ca 50 m^2 och ett grupparbetsrum på ca 30 m^2.

Kontorsdelen rymmer 4–6 arbetsplatser, var och en avsedd för två elever, och är utrustad med dataterminaler med ordbehandlingsprogram KIS II och videotex. Vidare finns möjligheter att arbeta med persondator med Windows program och med talsyntesutrustning (ger synskadade möjlighet att kommunicera via dataterminal), med datatelefoner, telefax, telex och texttelefoner. I utrustningen ingår också laserskrivare, video och en 37 tums storbildsmonitor, till vilken vissa av terminalerna samt persondatorn kan kopplas.

Grupparbetsrummet har plats för 8–10 elever och är förutom AV-

Interiör från "Kontorama". Foto Anders Englund, Telemuseum.



utrustning utrustat med konferenstelefon, texttelefon, telex samt telefoner för demonstration av Televerkets PLUS-tjänster.

En bred vikdörr mellan grupparbetsrum och kontorsdel möjliggör gemensamt utnyttjande, exempelvis för att samla en hel klass.

Gemensamt för anläggningens arbetsstationer är en företagsväxel A335, som klarar både tal och datakommunikation, och en dator DS90/30S, vilka ger kapacitet även för museets administrativa behov.

Kontorssystemmiljön, som i dagligt tal kommit att kallas "Kontorama", har i stor utsträckning övertagit uppgifter Stockholms teleområde tidigare haft särskild lokal för på annan plats. Verksamheten med inbokade skolklasser har påbörjats under vårterminen 1991 och visat sig mycket efterfrågad och ger en unik möjlighet för eleverna på vissa linjer i särskilt gymnasieskolan att pröva på utrustning som de senare kommer att möta i arbetslivet. För verksamheten ställer Stockholms teleområde upp med handledande personal. Syftet med detta är att eleverna skall möta handledare som i sin ordinarie tjänstgöring har daglig kontakt med den aktuella utrustningen. För Telemuseum innebär anläggningen att fler skolelever kommer till museet, vilket följs upp genom att museets undervisningspersonal kompletterar med aktiviteter som belyser de telehistoriska aspekterna.

Uppbyggnaden av kontorssystemmiljön har finansierats genom ett särskilt projektanslag från Televerket.

Olle Malmqvist och Lennart Steen

Tekniska Museets Renault 1901 renoverad

I april 1928 skänkte direktör E Lundvik en Renault från 1901 till museet. Direktör Lundvik sålde vid denna tid bilar från Renault i Stockholm. Det enda vi vet med säkerhet om bilen är att den fanns med på en bilutställning 1925 i Marmorhallarna i Stockholm. Bilen har sedan den kom till museet varit utställd i maskinhallen, på Skoklosters bilmuseum och senast på Gotlands veteranbilsmuseum i Visby. Någon renovering har tidigare inte skett i museets regi.

I februari 1990 beslutades att låta Lars Malmberg i Sollentuna renovera denna Renault; typ D, serie B och med tillverkningsnummer 78. Den hade då tyvärr farit ganska illa med åren. Bland annat hade färgen krackelerat och flagnat beroende på alltför stora variationer i temperatur och fuktighet på de olika utställningsplatserna. Malmberg fick museets förtroende att renovera bilen enligt museala principer i och med sitt goda renommé på området.

Enligt fotografier från bilutställningen 1925 var bilen redan då i ett ganska dåligt skick, bland annat saknades framdäck helt. Varför bilen var i detta skick, och hur bilen kom att tillhöra direktör Lundvik är något av en gåta. Speciellt då vi vet att bilen inte varit registrerad i Sverige efter 1905, det vill säga den borde inte ha kunnat körts här



1. Före renoveringen. Foto TM.

efter 1905. I samband med renoveringen visade det sig dock att bilen med stor sannolikhet körts mer än under tiden 1901 till 1905. Bland annat tydde de mycket slitna kolvringarna på detta. Dessutom visade det sig att bilen målats om flera gånger! Dessa omständigheter gör det troligt att bilen aldrig använts i Sverige mer än som utställningsobjekt. Men varför ställde man ut en bil i detta skick? Kan det ha berott på att den redan 1925 betraktades som en mycket tidig bil och att den därför ansågs intressant trots sitt dåliga skick? Det tillverkades 1901 347 stycken Renaultbilar. Men varför importerade man en bil i detta skick om syftet var att ställa ut den?

Även om bilen kunde varit i ett ännu sämre skick, för att vara nästan 90 år gammal vill säga, var det enligt Malmberg "... nästan ett arkeologiskt arbete att examinera de olika delarna". Bilens rödbruna färg, som bättrats på i flera omgångar, visade sig inte vara den ursprungliga. Med hjälp av konservatorn Lars Byström från Moderna museet fastställdes färglagren. Täckfärgen hade varit benvit och randningen röd. Hjullagren var så slitna att de i det närmaste var obefintliga, skruv och mutterdimensioner stämde inte med håldiametrar och det fanns spår av amatörmässiga reparationer (en spricka i cylindern var lagad med vanlig lödtenn!).

Under det pågående renoveringsarbetet imponerade den höga kvalitén i såväl den gjutning, det smide och den bearbetning som resulterat i denna tidiga bil. Dock fanns också vissa underliga materialkombinationer. Till exempel var såväl spindelbulten som dess lagring härdad (?). De flesta mässingsdetaljer var inte gjorda av mässing utan av förmässigat stål.

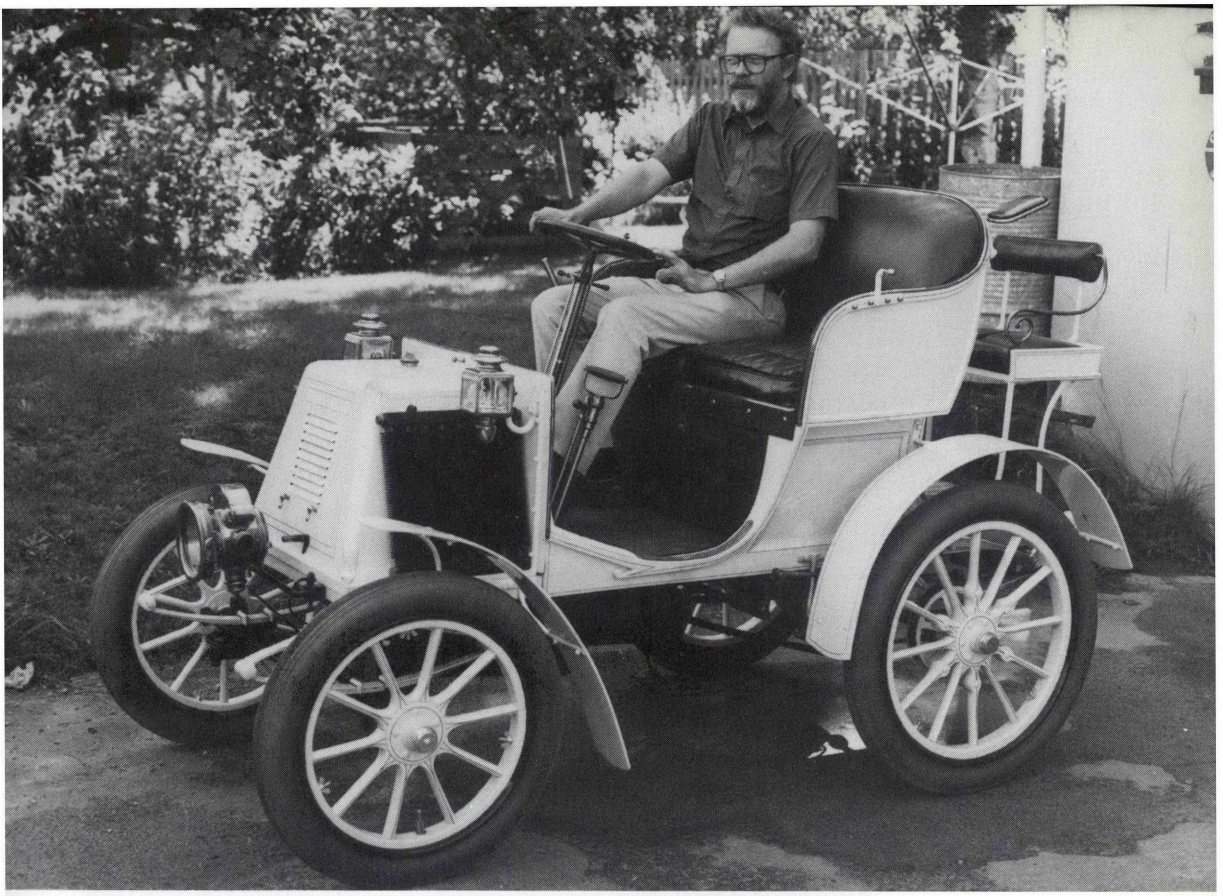
Såväl träkarossens torrsprickor som skärmarna av massivt trä, vilka tappat sin ursprungliga form, reparerades med nytt trä. Den enda trädetalj som har nytillverkats är torpedväggen som var mycket skev. Under den nya lacken finns ytor där alla färglager sparats i händelse av att man vill forska vidare.

Den högra styrspindeln visade sig inte vara tillverkad på samma sätt som den vänstra och höger framskärm satt 4 cm längre fram än vänster. Detta tyder på att bilen troligen varit med om en olycka och blivit reparerad med delar från någon annan bil.

Den encylindriga motorn av fabrikatet de Dion-Bouton visade sig vara i ett förvånansvärt bra skick. Det enda som behövde bytas var kolvringarna (som hade samma dimension som de i Fords V4 från 1970-talet!). Dessutom lagades den spräckta cylindern. Nämnas kan att Renault inte tillverkade egna motorer år 1901.

Lädret har smorts och färgats till sin ursprungliga kulör. Baksätets dyna saknades och har därför nytillverkats. Gummimattorna på golvet var totalt utslitna och ersattes med nya med samma mönster.

Den 23 maj 1991 besiktigades bilen och får nu framföras på allmän väg. Innan renoveringen får anses klar återstår att förse bilen med en



2. Efter renoveringen med Lars Malmberg vid ratten. Foto Kay Danielson 1991, TM.

suflett. Bilen är förberedd för en sådan men har troligen inte utrustats med någon.

Denna tidiga Renault kommer att bli relativt unik. I det senaste "London till Brighton-rallyt" deltog enbart tre Renault årsmodell 1901 och ingen av dem torde ha varit i lika mycket originalskick som museets.

Några tekniska data:

Motor: de Dion-Bouton, 450 cc med "snarkventil" 4 hkr (3kW).
Växellåda: Renault 3 växlar fram, 1 back. Konisk läderkoppling.

Kylsystem: vatten 12 liter.	Tankrymd: 17 liter
Längd: 2,65 m	Däck fram: 700 × 85
Bredd: 1,30 m	Däck bak: 765 × 105
Höjd: 1,52 m	Toppfart: ca 35 km/tim.
Tjänstevikt: 520 kg	Bränsleförbrukning: ca 1,5 liter/mil.
Antal passagerare: 2	

Matts Ramberg

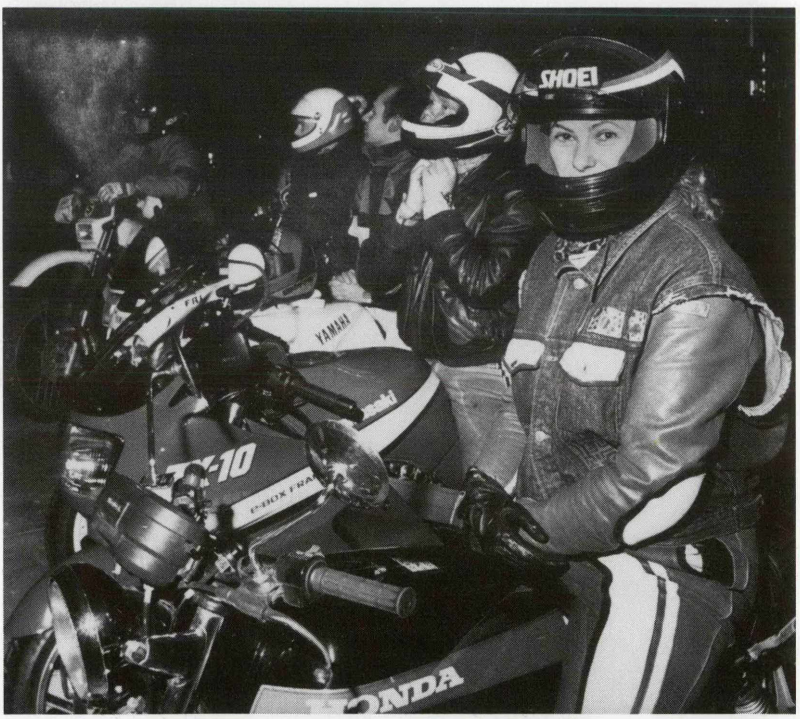
Utställningar på Tekniska Museet 1990–1991

Vid inträdet av budgetåret 90/91 var en av Tekniska Museets utställningsrum fyllt med en mängd kuriosa, samlarobjekt på temat ballonger! Samlaren Björn von Bahr ställde sin stora samling till förfogande. Allt upptänkligt på ballongtemat fanns representerat: souvenirer, bilder, konst.

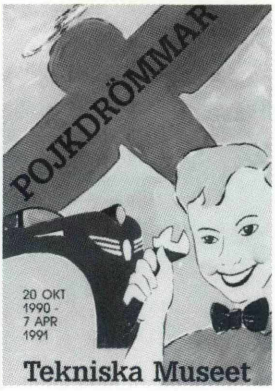
Utställningen kallades skämtsamt för BALLONGOMANI.

Samtidigt pågick under hösten alltjämt utställningen GAS, som var ett samarbetsprojekt mellan museet och Svenska Gasföreningen. Ett bestående minne från utställningen är de vackra gaslyktor från Energiverken i Göteborg, vilka står placerade utanför museet och lyser upp i mörka kvällar!

Under senare delen av hösten var det dags för utställningen POJKDRÖMMAR, en utställning om pojkars och mäns drömmar om teknik och vetenskap. Drömmen att kunna flyga som fågeln, dröm-



En av pojkdrömmarna – motorcykeln – här dock främst demonstrerad av museivärden Ann-Sofie Lindgren i maskinhallen i samband med invigningen av utställningen "Pojkdrömmar". Foto Kay Danielson, TM.



men att upptäcka nya världar, drömmen att göra en uppfinning eller upptäckt, bli odödlig och gå till historien. Drömmar som förverkligades eller brast och drömmar som förblev drömmar. Utställningen, som stod kvar under hela vintern, våren och sommaren 1991, visade modelljärnvägar, leksaksbilar, hemtillverkade mekaniska leksaker, meccano, ångmaskiner, häftiga motorfordon och annat.

Under vintern kompletterades POJKDRÖMMAR med en liten meccanoutställning, byggd bl a på Jan Myrdals stora samling.

Förbundet UNGA FORSKARE visade under en vecka i april gymnasieelevers resultat av forskning inom teknik och naturvetenskap.

Det påbörjade planeringsarbetet med tre av basutställningarna, MASKINHALLEN, GRUVAN & JÄRN & STÅL och KONGL MODELLKAMMAREN har pågått under hela verksamhetsåret och inneburit att verksamheten med tillfälliga utställningar inte har prioriterats.

Katarina Ek-Nilsson

Verksamhets-berättelser

Stiftelsen Tekniska Museet

Verksamheten budgetåret 1990/91

Budgetåret har präglats av intern planering för en förnyelse av museets äldre utställningar samt en stor utbyggnad av Teknorama. Maskinhallen, Gruvan samt Järn och Stålutställningarna är jämngamla med museet och i starkt behov av upprustning och förnyelse. Museets unika samling av 1700-talsmodeller från Kgl Modellkammaren skall få en ny och värdig inramning. Även arkivet och dess samlingar skall upprustas.

Omdaningen finansieras med medel ur museets Stora Fond samt genom bidrag från Jernkontoret, Gruvindustrin och Wallenbergsstiftelsen.

Ekonomi Museets ekonomiska resultat och ställning redovisas separat.

Besökare Museet hade under budgetåret 191 556 (236 148) besökare. Den kraftiga nedgången från föregående år kan bero på succén med det nya Vasamuseet, som under motsvarande säsong haft över 1 million besökare. En annan bidragande orsak kan vara frånvaron av spektakulära tillfälliga utställningar.

Byggnader Byggnadsstyrelsen har ännu inte påbörjat den planerade renoveringen av museibyggnaderna ej heller den planerade tillbyggnaden av en förbindelsegång mellan Maskinhallen och Teknorama.

Föremåls-samlingarna Överföringen av det manuella registret till en databas är nästan avslutad och beräknas vara klar i början av nästa budgetår. Nätverket av persondatorer har byggts ut och omfattar nu åtta arbetsstationer (inklusive bibliotek och arkiv) vilket motsvarar dessa sektioners interna behov. I databasen har också utlån och depositioner integrerats i syfte att göra dessa rutiner säkrare och effektivare.

Nyaccessionen fortsätter i begränsad omfattning. Bl a har ett antal instrument tillverkade av LKB-Produkter AB införlivats i samlingen.

Magasin

Den systematiska fotograferingen av föremål i magasin har fortsatt under delar av året och ett av museets tätpackade magasin är helt genomgånget. En inventering, utan fotografering, har också påbörjats i ett annat magasin. Inventering och fotografering av utställda föremål fortsätter, delvis med frivillig arbetskraft från Tekniska Museets vänner.

Konservering

Trots idoga försök att besätta konservatortjänsten har den varit vakant under hela budgetåret. Av de påbörjade renoverings- och konserveringsprojekten, Scania 1902 och Renault 1901, har det förstnämnda slutförts under året med hjälp av externt anlitad konservator. Även Renault 1901 närmar sig ett färdigställande tack vare sakkunnig frivillig arbetsinsats av Lars Malmberg.

Inför utlån och depositioner har magasinspersonal utfört det allra nödvändigaste rengöringsarbetet.

Arkivet

Offerter för ombyggnad och upprustning av arkivlokalen samt för mikrofilmning av alla ritningar har tagits fram. Museets ritningar har inventerats och program för konservering av de värdefullaste har uppgjorts. Museets styrelse har beviljat medel för en första etapp.

Några arkivsamlingar har överförts till andra arkivinstitutioner. Bernshammars bruksarkiv har t ex överförts till Landsarkivet i Uppsala.

Uppordningsarbetet i museets industrihistoriska arkiv och ämbetsarkiv fortsätter.

Bild- och negativarkivet

Uppordningen av museets stora bild- och negativsamlingar har fortsatt med registrering, montering och byten av emballage till syrafria kuvert och kartonger m m. Två stora negativsamlingar har på detta sätt blivit registrerade i museets bilddatabas. Till detta arbete har en assistent varit projektanställd.

Museets mikrofilmade bilder har under året kopierats på s k diazofilm, som besökare får använda vid bildsökning och betraktande i läsapparat.

Bibliotek

Förutom sedvanlig service till interna och externa kunder i form av inköp av litteratur, lån, handläggning av skriftliga förfrågningar m m har genomgång och test av på marknaden förekommande bibliotek-sdatasystem fortsatt, i samarbete med andra mindre museibibliotek i Stockholm.

Nyförvärvad litteratur registreras tills vidare i dokumentationsavdelningens databas sedan bibliotekets PC anslutits till nätverket. Den svårarbetade kortkatalogen har därigenom kunnat avslutas.

På grund av förberedelser inför ombyggnad av lokalerna har "öppet hus" detta budgetår bara genomförts en gång, i samband med

museets temadag om Christopher Polhem, då litteratur och arkivalier från 1700-talet visades.

Dokumentation och forskning

Den av Skogsindustrierna bedrivna inventeringen och dokumentationen av massafabriker och pappersbruk i Sverige har under året fortsatt i samarbete med museet. Projektet väntas bli avslutat hösten 1991.

Vidare har bl a Thorshammars verkstad i Norberg och Interspiro på Lidingö dokumenterats liksom pappersbruken Fiskeby, Långasjönäs och Braviken.

I gåva från Vattenfall Forsmarksverket har en fotodokumentation av uppbyggnaden av kärnkraftverket mottagits. Dokumentationen utfördes under flera års tid av fotografen Göran Hansson.

Forskningsprojektet rörande Christopher Polhems manufaktursystem har, med stöd av Riksbankens Jubileumsfond, bedrivits på heltid av en forskare åren 1987–1990. Projektet kommer bl a genom nya arkivfynd och andra uppdrag att slutföras först under 1993.

Museet har utnyttjats som teknikhistorisk remissinstans och sakkunnig i olika industriminnesvårdande frågor.

Tekniska Museets forskningsnämnd

Nämnden har under året hållit tre sammanträden. Dess viktigaste åtaganden skisseras nedan.

Nämnden har i stor utsträckning varit engagerad i förberedelsearbetet inför den stora teknikhistoriska konferens, det årliga mötet för The Society for the history of technology – (SHOT), som nämnden är värd för 1992 och som skall hållas i Uppsala i augusti.

Nämnden har vidare beslutat stödja arrangerandet av teknikhistoriska dagar, 22–23 november 1991, på Tekniska Museet, som arrangeras av Svenska Nationalkommittén för teknikhistoria och Tekniska Museet.

Teknorama

Museets "science center", TEKNORAMA – Upptäcka–Utforska–Uppleva – har under året haft 145 999 besökare, varav 266 i förväg bokade skolklasser och grupper.

Den pedagogiska utvecklingen av Teknorama har inriktats på planering av fortbildning för lärare i form av studiedagar om teknik och naturvetenskap. Under året inleddes bokningen av studiedagar inför kommande verksamhetsår.

Ett projekt om experimentteater planerades på Teknorama under våren 1991 med ekonomiskt stöd av Forskningsnämnden. Projektet började med en dockteaterpjäs för lågstadiebarn om de enkla maskinerna, också kallade "de mäktiga fem".

Teknoramas sjätte verksamhetsår har i övrigt präglats av planeringsarbetet inför en uppbyggnad, enligt direktiv från museets styrelse.

En arbetsgrupp tillsattes för projektering av en ny interarkiv utställning om teknik och vetenskap att invigas vid slutet av 1991.

Basutställningar

Under året har utredningar rörande omgestaltning av Maskinhallen, Gruvan, Järn och Stål och Kgl Modellkammaren genomförts. Diskussioner rörande ombyggnad av Elkraftsutställningen har även förts.

Tillfälliga utställningar

BALLONGOMANI. Björn von Bahrs samlingar av ballonghistoria, foton, tryck, tavlor och kuriosa. Varmluft- och gasballongens historia.

GAS. Gasens användning i samhället. Energigas, stadsgas, vätgas, biogas, naturgas. Samarbete med Svenska Gasföreningen och Stockholm Energi.

POJKDRÖMMAR. En utställning om pojkars och mäns drömmar om teknik och vetenskap.

EN MECCANOPOJKE BERÄTTAR. En utställning med skriftställaren Jan Myrdals samlingar av meccano. Det svenska systemet FAC konstruerat av Mark Sylwan visades.

UNGA FORSKARE. Gymnasieelever från hela landet visade resultat av egna forskningsinsatser inom teknik och naturvetenskap. Samarbete med Förbundet Unga Forskare.

Vandringsutställningar

Museets vandringsutställningar har visats på följande platser:

POLHEM – DEN SVENSKE DÆDALUS har visats på Södermanlands läns museum i Nyköping och i "Heureka", Vanda, Finland.

FRÅN KONSERVBURK TILL EVIGT RÖD TOMAT har visats på Norrköpings stadsmuseum och i Teknikverkstaden, Göteborgs Industrimuseum.

UR BERG I BÖRS har visats på Tekniska Museet, Malmö.

Programverksamhet

Föreläsningar

Intendent Gunilla Englund:
Polhem – inte bara lås. På picknick vid sekelskiftet.

Intendent Gert Ekström:
Gasen går igen. Upp, upp och iväg. Från larmklocka till blåljus. Utryckning. London–Brighton run. Fart och vrak. Motorcykeldrömmar och drömmotorcyklar.

1:e intendent Katarina Ek-Nilsson:
Kokgrop, gasspis, microvågsugn. På promenad med Christopher Polhem.

Intendent Kerstin Westerlund:
Miljövänlig teknik. Vad kan vi göra med gas? Energisk energipromenad.

Intendent Tommy Torstensson:
Gasen som energibärare.

Professor C-G Nilson:
Drömmen om perpetuum mobile. En meccanopojke berättar.

Familjedagar

Glassens historia – demonstration och provsmakning. Följ strömmen – elektrisk historia med experiment. En skokartong blir en kamera. Kemiexperiment. Gör ditt eget julkort. Upp i det blå – ballongbygge. Meccanopojkarnas dag – kåserier, tävlingar.

Vid två tillfällen har en temadag om 1700-talets teknik och vetenskap hållits med föreläsningar och bildvisning. Under hösten genomfördes en helg med tema "Kvinnor och teknik" om trafik–teknik–miljö med seminarier, föreläsningar och demonstrationer.

Under skolornas sportlov gjordes konstruktioner med papp, meccano och lego. I museets kemilaboratorium gjordes spännande kemiexperiment.

Undervisning

Under året har 739 grupper undervisats av museets museilärare.

Undervisningen fördelar sig mellan stadierna på följande sätt: Förskolan 64, lågstadiet 106, mellanstadiet 242, högstadiet 174, gymnasiet 57 och vuxna 96.

Undervisningen har utökats och fördjupats genom flera s k halvdagsprogram, då eleverna utöver visning och demonstrationer också får göra egna experiment. Denna verksamhet har visat sig vara uppskattad. Nya program för det gångna året har varit: Kemi för högstadiet och gymnasiet och Det tryckta ordet. Foto/optik för mellanstadiet, El-experiment för högstadiet.

Museet medverkade i den stora bokfesten i Kungsträdgården i maj månad med bokförsäljning och demonstrationer.

Publikationer

Museets årsbok Dædalus uppmärksammade speciellt Vägverkets 150-årsjubileum med tre artiklar om vägar, vägbyggnadsteknik och broar.

Huvudmän och styrelse

Stiftelsen Tekniska Museets beskyddare är H M Konungen. Hedersledamöter är Åke Martenius och Curt Nicolin.

Direktör Gösta Nilsson, som var ordförande i museets styrelse 1971–1977, avled under året.

Direktör Göran Philipson, som var ordförande i museets styrelse 1977–1989, avled under året.

Valda huvudmän är:	*Representerar:*
Direktör Curt Andersson	Industriförbundet
Direktör Sten Nordberg	,,
Direktör Lars-Göran Rosengren	,,

Civilingenjör Ingrid Bruce	Sv Civilingenjörsförbund
Civilingenjör Mats B-O Larsson	„
Förbundsdirektör Sven Magnusson	„
Civilingenjör Torbjörn Larsson	Sv Uppfinnareföreningen
Docent Sam Nilsson	„
Ingenjör Erik Wångby	„
Direktör Orvar Nyquist	IVA
Professor Jan Hult	„
Docent Bengt Thulin	„
Museichef Fred Andersson	Staten
Intendent Barbro Bursell	„
Generaldirektör Birgit Erngren	„
Riksdagsledamot Elisabeth Fleetwood	„
Professor Kerstin Fredga	„
Metallarbetare Göran Johnsson	„
Museidirektör Per Kåks	„
Docent Ulf Lindström	„
Riksdagsledamot Ingela Mårtensson	„
Landstingsråd Knut Nilsson	„
Docent Marie Nisser	„
Museichef Per Ragnarsson	„

Av huvudmännen utsedd styrelse:	*Representerar:*
Tekn dr Torsten Lindström	Industriförbundet
Generaldirektör Jan Olof Carlsson	Sv Civilingenjörsförbund
Civilingenjör Arne Bergström	Sv Uppfinnareföreningen
Direktör Lars Sundblad	IVA
Informationschef Annagreta Dyring	Staten
Professor Lennart Holm	„
Avdelningschef Christian Laine	„
LO:s sekreterare Margareta Svensson	„

Huvudmännen har under året haft två protokollförda sammanträden, styrelsen sex.

Personal och organisation

Till ny museidirektör efter Erik Lundblad, som 1991-06-30 avgår med pension, har utsetts Inga-Britta Sandqvist.

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 centeravdelning, Teknorama, med vice museidirektör Inga-Britta Sandqvist som chef.

Museet med Telemuseum och anknutna stiftelser har under året haft 85 tjänster, varav 31 med AMS-bidrag. Utöver detta sysselsatte

museet ca 50 personer kortfristigt som guider och vakter, varav 20 personer som helgvakter.

Tack Styrelsen för stiftelsen Tekniska Museet vill rikta ett tack till alla – stat, kommuner, myndigheter, organisationer, företag och enskilda – som genom anslag, bidrag och gåvor stött museet och dess verksamhet.

Ett speciellt tack riktas till Tekniska Museets Vänner, som aktivt verkar för museet inom alla dess områden.

Styrelsen vill också tacka museets personal för alla insatser under det gångna verksamhetsåret.

Telemuseum

Verksamhet under 1990

Telemuseum är ett specialmuseum för telekommunikationshistoria. Museet drivs i anslutning till Tekniska Museet med bl a gemensam administration. Verksamheten grundas på ett avtal mellan Stiftelsen Tekniska Museet och Televerket, vilka i Telemuseums nämnd har ett samarbetsorgan som behandlar frågor av större vikt för museets verksamhet. Denna finansieras huvudsakligen genom anslag från Televerket.

Telemuseums nämnd

Nämnden har under året hållit fyra sammanträden, varvid främst behandlats frågor rörande utställningar, utåtriktad verksamhet, dokumentationsverksamhet, personal, lokaler, planering av verksamheten, samarbetet med Tekniska Museet, Televerket m fl organisationer samt ekonomi.

Utställningar

BASUTSTÄLLNINGAR

Informationsteknologi. Utställningsprojektet INFORAMA, som planerats i samarbete med Tekniska Museet, har genom beslut i Tekniska Museets styrelse ställts på framtiden. Arbetet med den i projektet ingående kontorssystemmiljön inom Telemuseum har emellertid fullföljts och är vid årets slut i det närmaste fullbordat. Likaså har arbetet med produktionen av ett interaktivt laservisionsprogram fortsatts. Vidare har i nämnden beslutats att telekommunikationsdelen av INFORAMA skall förverkligas inom Telemusei-byggnaden och en särskild projektgrupp har tillsatts för detta ändamål.

Introduktionsutställning. Projekteringen av den introduktionsutställning, som påbörjats föregående år, har fortsatts. Utställningen är färdig för uppbyggnad, som emellertid försenats men beräknas ske under 1991. Utställningen avser ge besökarna hjälp med att orientera sig i museet.

TILLFÄLLIGA UTSTÄLLNINGAR

Fiberoptisk kommunikation. Den nya versionen av utställningen "Fiberoptisk kommunikation" som färdigställts under 1989 fanns uppställd i Telemuseums entréhall fram till den 15 februari och har därefter utnyttjats i den externa utställningsverksamheten (se nedan).

Telebilder från sekelskiftet. Såsom sommarutställning 15 juni–1 oktober ordnades i Telemuseums telefonavdelning en utställning kallad

"Telebilder från sekelskiftet". Den omfattade ett bildmaterial hämtat ur Telemuseums samling av glasplåtar med motiv från Stockholm. En del av bilderna hade för jämförelse kompletterats med nytagna bilder från samma plats.

Telefonkonst. En utställning med nära 40 st konstverk utförda med telefonapparater som grund av konstnärerna Ulla Friberg och Bino Nord visades i Telemuseums entréhall från den 19 oktober och kvarstod vid årets slut. Syftet med utställningen var att till museet locka nya kategorier av besökare. Museet har också under denna period haft ett större antal besökare än under motsvarande tid tidigare år. Härtill bidrog säkerligen att utställningen uppmärksammades i television, lokalradio och press.

EXTERN UTSTÄLLNINGSVERKSAMHET

Telemuseum har medverkat med telehistorisk utställning i Televerkets dag i Kristinehamn den 12 maj, i Västerås den 9 juni och i den s k Bergsjödagen den 11 augusti.

Utställningen "Fiberoptisk kommunikation" har visats i Sundsvall 16 mars–17 april, i Kristinehamn 11–12 maj (Televerkets dag), i Bergsjö den 11 augusti (Bergsjödagen) och i Vänersborg 20 september–24 oktober.

I de nämnda arrangemangen har personal från Telemuseum medverkat med demonstration och information respektive transport och montering av utställning. Deltagandet har skett med kostnadstäckning för museet.

Programverksamhet

Ett återkommande programinslag, särskilt under helgerna, har varit Sveriges Sändaramatörers ideellt bedrivna verksamhet i Tekniska Museets och Telemuseums amatörradiostation. Likaså återkommande har film- och videovisningar genomförts under lördagar och söndagar samt på vardagar då museets samlingssal ej varit upptagen för andra ändamål.

Särskild programverksamhet har genomförts vid flera tillfällen enligt följande:

24 februari–4 mars, som var sportlovsvecka för Stockholmsområdet, ordnades särskilda aktiviteter för ungdom med traditionella inslag såsom radiostudio, lyssnarhörna, telefonmontering, film- och videovisning samt frågetävling. Under sportlovsveckans avslutande helg 3–4 mars demonstrerade Hans Edelskog, Riksradion, gamla och nya ljudeffekter från Riksradions teateravdelning. Demonstrationen kombinerades med kåseri och ett tävlingsinslag.

I samband med "Stoppa Sabbets" riksfinal ordnades möjlighet för deltagande skolklasser att boka visningar i museet den 29 april. Ett 10-tal klasser utnyttjade denna möjlighet.

Den 26 maj ordnades traditionell drakfest på Gärdet. Telemuseum deltog i denna med en replik av Marconis antenndrake, som flögs av personer ur Telemuseums personal iförda tidsenliga klädedräkter. I anslutning till drakfesten hade anordnats en tillfällig utställning i Tekniska Museets entréhall. I denna ingick ett avsnitt om Marconi.

Den 28 juli i samband med den s k Furusundsdagen, som arrangerades av den lokala hembygdsföreningen, visades den optiska telegrafen i Furusund. Denna visning, som blivit en årlig tradition, ger besökarna ett unikt tillfälle att se stationen invändigt.

Den 22 november genomfördes en tema-kväll för ett 20-tal synskadade, som fick lyssna till ljud av olika slag samt att med känseln uppleva teleapparater. För tema-kvällen svarade, förutom personal från Telemuseum, även Kjäll Fröderberg från Riksradion och Olle Gerdes, televerkspensionär.

Den 30 november var Telemuseum medarrangör för Tekniska Museets Vänner s k Oscarsträff. Denna inleddes med ett kåseri av Björn von Bahr om ballongfärder, vilket följdes av supé och dans.

Undervisning

Undervisningen inom museets verksamhetsområde har riktats till skolklasser och andra besökande grupper. Den har huvudsakligen genomförts av Telemuseums egen personal men även av Tekniska Museets lärarpersonal. I försöksverksamhet med grupparbetsaktiviteter (temaverksamhet) för skolelever i samverkan med Televerket har även personal därifrån medverkat som handledare. Bokning för visningsverksamheten har handlagts av Tekniska Museet och för temaverksamheten av Televerket.

I samverkan med Televerket genomfördes under våren en besökshandledarkurs omfattande 5 × 3 timmar. I kursen, som behandlade temaverksamheten vid museet, deltog sex personer från vardera Televerket och Telemuseum.

Den i INFORAMA-projektet ingående kontorssystemmiljön (se ovan under Basutställningar) har i det närmaste färdigställts och beräknas kunna utnyttjas i temaverksamheten fr o m vårterminen 1991.

Ett informationsblad om temaverksamheten vid museet för distribution till skolorna har utarbetats under året i samarbete med Stockholms teleområde. Det avses bli klart för användning under 1991.

Föremåls-samlingarna

Telemuseums föremålssamlingar har under året genom gåvor och inköp tillförts ca 325 föremål.

Arkiv och bibliotek

Telemuseums arkiv och bibliotek har under verksamhetsåret 1990 genom gåvor och inköp tillförts 26 arkivhandlingar, 20 böcker och häften, 2 videogram samt 23 fotografier.

Arkiv och bibliotek har anlitats av forskare och skribenter. Besö-

ken har gällt teknik, personhistoria, statistiska uppgifter, bildsökning m m. Liksom tidigare år har ett stort antal besökare i arkiv och bibliotek utnyttjat äldre årgångar av telefonkatalogen.

Utlåning och depositioner

Utlåning och depositioner av föremål ur museets samlingar har skett för längre eller kortare tid för användning i utställningar och teaterpjäser samt för filmning och fotografering. I en del fall har oregistrerade rekvisitaföremål utnyttjats. Låntagare/depositionsmottagare har huvudsakligen varit Televerket (bl a Fotokontoret, TELETV, telebutiker, telekontor, nätavdelningen och Televerket Radio), Ericsson, Sveriges Radio, museer, hembygdsföreningar, teatrar, tidningar samt foto-, video- och filmateljéer.

Fotografering och filmning av registrerade originalföremål har normalt endast fått ske inom museet.

Dokumentation

Under året har arbetet fortsatts med bandupptagningar av intervjuer med personer med anknytning till telekommunikationsverksamhet. Sålunda har tre pensionerade telefonister intervjuats rörande anställnings- och arbetsförhållanden inom Televerket. En pensionär, likaså från Televerket, har intervjuats om rundradiominnen och en Ericsson-pensionär om television.

Inom ramen för samverkan med Riksradion har inventering och fotografering gjorts av radiohistoriska föremål i Göteborg 24–27 september och i Örebro och Norrköping 4–5 december. Riksradion har stått för rese- och traktamentskostnader för detta arbete.

Arbetet med dataläggning av museets bildregister har fortsatts. Det föregående år påbörjade arbetet med att lägga in huvudparten av bildarkivet på laserdisc har fullföljts till färdigt masterband.

Uthyrning av lokaler

Lokaler inom Telemuseum, samlingssalen, Telegrafstyrelsens sessionsrum och entréhallen har hyrts ut för sammanträden, konferenser, kurser och samkväm. Bland institutioner och organisationer som utnyttjat lokalerna kan nämnas Televerket, Tekniska Museet, TMV, LM Ericsson, 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 besökare har under år 1990 varit ca 131 000 personer inberäknat enskilda besökare, skolklasser och andra grupper. Besökarantalet visar därmed en beklaglig minskning jämfört med föregående år, då antalet var ca 135 000. Bidragande orsak kan vara att nya utställningar och aktiviteter tillkommit på Tekniska Museet under senare år. Besökarna har svårt att orka med alla delar. En förbättring skulle säkerligen ske om den förbindelsegång som planeras mellan Teknorama-

och Telemusei-byggnaderna kom till stånd så att en cirkulationsmöjlighet skapades.

Besökande grupper har kommit från bl a Televerket, Ericsson, försvaret, skolor, företag och föreningar. Grupper av utländska besökare har tillförts museet i samband med arrangemang ordnade av Televerket och Ericsson.

Antalet besökande skolklasser som fått visning av museilärare har varit ca 120, uppskattningsvis 3 000 elever, en viss minskning från föregående år. Detta är inte förvånande med tanke på att Stockholmsskolorna genomfört en minskning av sin museibesöksverksamhet. Vidare har samarbetet med Stockholms teleområde med temaverksamhet för skolklasser inte fått väntat genomslag. Detta senare förväntas förändras i positiv riktning dels p g a att teleområdet fr o m årsskiftet lägger ner sin lokal för skolverksamhet vid Textilvägen, och dels p g a att kontorssystemmiljön inom Inforama-projektet kommer att tas i bruk under vårterminen 1991.

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.

Museets resurssituation

Allmänt sett är Telemuseum i jämförelse med andra museer anslagsmässigt gynnat. Beviljade medel har bl a möjliggjort att den s k kontorssystemmiljön med ett tillhörande grupparbetsrum har kunnat förverkligas, vilket innebär att ett mycket ändamålsenligt utrymme för en viktig del av undervisningsverksamheten nu finns tillgängligt. Vidare har de särskilda projektmedel som beviljats för 1991 öppnat möjligheterna för en fortsatt omdaning av museet genom att delar av Inforama-projektet nu kan börja genomföras i Telemuseibyggnaden.

På bristsidan kvarstår behovet av ökade utrymmen för arbetsplatser samt för bibliotek och arkiv. Huvudparten av museets bokbestånd finns nu förvarat i förråd i källaren och läsplatser saknas för besökande i biblioteket.

Ekonomi

Televerkets huvudkontor har godkänt den för 1990 uppgjorda driftkalkylen och i anslutning härtill tilldelat Telemuseum 10 569 000 kronor för driften av museet.

Förslag till driftkalkyl för åren 1991 och 1992 samt prognos för kostnadsutvecklingen åren 1993 och 1994 har inlämnats till Televerkets huvudkontor.

Förslaget till driftkalkyl för år 1991 har godkänts av Televerkets generaldirektör enligt skrivelse av den 14 januari 1991.

Nämndens sammansättning

Av Televerket utsedda ledamöter:
Informationsdirektör Uno Grönkvist
Tekniske direktören Kurt Katzeff

Av Stiftelsen Tekniska Museet utsedda ledamöter:
Direktör Gösta Lindberg
Museidirektör Erik Lundblad

Av Televerket utsedda suppleanter:
Avdelningsdirektör K-V Tahvanainen
Överingenjör Evert Jarnbrink

Av stiftelsen Tekniska Museet utsedda suppleanter:
Tekn lic Lars Arosenius
Vice museidirektör Inga-Britta Sandqvist

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 18 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 1990. Icke minst gäller detta alla de medverkande – artister, tekniker, föreläsare och andra – i utställningar och evenemang som ordnats under året i Telemuseum. Nämnden vill också tacka Telemuseums personal och personal inom Tekniska Museet med arbetsuppgifter för Telemuseum för alla insatser under det gångna året.

Tekniska Museets Vänner

Verksamhetsberättelse för 1990

Styrelsen har under året utgjorts av *ordförande*, Generallöjtnant Nils Sköld, *vice ordförande*, Direktör Göran Philipson (utsedd av styrelsen för Stiftelsen Tekniska Museet).

Ledamöter, Tekn direktören Hans Andersson, Marindirektör Curt Borgenstam, Civilingenjör Rut Bäcklund-Larsson, Intendent Egon Ekenhed, Intendent Gert Ekström, Civilingenjör Sven G Fagerlind, Tekn dr Anders Franzén, Civilingenjör Olof Hörmander, Aeronaut Per E Johansson, Programmerare Håkan Ljungqvist, Museidirektör Erik Lundblad (sekreterare), Direktör Bo Molander, Professor Carl-Göran Nilson, Fil kand Bengt V Nilsson, Civilingenjör Lars Norling, Direktör Gunnar Nyberg, Fil lic Inga-Britta Sandqvist, 1:e intendent Lennart Steen, Docent Per Sörbom, Produktchef Marianne Tranhammar, Museichef Ingrid Wahlund, Ingenjör Inger Wiik och Ingenjör Erik Wångby.

Revisorer, Revisor Ulf Egenäs (ord), Revisor Jan Ehnborg (suppl), Tekn lic Rune Glimenius (ord), Docent Kjell Fransson (suppl).

Valberedning, Docent Per Sörbom, Ingenjör Erik Wångby.

Hedersledamot, Tekn dr Håkan Sterky.

Tekniska Museets Vänner (TMV) är en aktiv stödförening för museet med 1 288 medlemmar. Stödet till museet sker främst genom att garantera utgivningen av museets årsbok Dædalus. Alla medlemmar får denna årsbok, som utgivits årligen sedan 1931 och därmed är Sveriges äldsta teknikhistoriska publikation.

TMV deltager aktivt i museets verksamhet men ordnar också själva ett antal föredrag, visningar och utflykter.

Årsstämma hölls 1990-04-26 med ett 60-tal medlemmar närvarande. Vid stämman godkändes föregående års verksamhetsberättelse samt resultat- och balansräkning. Styrelsen beviljades full ansvarsfrihet. Val av styrelse, revisorer och valberedning gjordes och resultatet framgår i ingressen.

Efter stämman höll Professor C-G Nilson ett mycket uppskattat föredrag om okända uppfinningar gjorda av John Ericsson. Museets samlingar av John Ericssons föremål visades också.

Styrelsen har under året haft tre protokollförda sammanträden.

Styrelsens arbete har under verksamhetsåret försvårats genom att tre av dess medlemmar avlidit.

Vice ordföranden Direktör Göran Philipson var under 11 år även ordförande i museets styrelse. Göran var en sann vän till museet och

dess verksamhet och lade ned ett omfattande arbete till stöd för museets alla aktiviteter. Göran tänkte med ålderns rätt avträda sin post som styrelseledamot vid årsmötet och vi kan bara med sorg konstatera att så icke hann bli fallet.

Civilingenjör Rut Bäcklund-Larsson var aktiv medlem av medlemsutskottet och ägnade i övrigt mycken tid och intresse åt styrelsearbetet. Hon var starkt uppskattad av alla och hennes hastiga bortgång lämnade en svårersättlig plats i styrelsearbetet.

Kamrer Egon Ekenhed ansvarade för medlemsregister och för föreningens kamerala skötsel. Hans bortgång medförde en viss desorientering i främst skötseln av medlemsregistret. Egon var en trogen vän av TMV och vi alla kollegor saknar honom mycket.

Kansliet har t o m augusti månad skötts av Egon Ekenhed. Därefter har tjänsten varit vakant.

Medlemsutskottet har bestått av Ruth Bäcklund-Larsson, Katarina Ek-Nilsson, Egon Ekenhed, Bo Molander, C-G Nilson, Gert Ekström adj och Lars Norling. Bo Molander har övertagit ansvaret som sammankallande.

Programutskottet har bestått av C-G Nilson (ordf), Inger Wiik (sammankallande), Katarina Ek-Nilsson, Marianne Tranhammar, Gert Ekström, Sven Fagerlind och Håkan Ljungqvist.

Programutskottet har anordnat följande sammankomster och utflykter:

21 febr Bergsbruk och myntproduktion från 1100-talet till 1800-talet i Tyskland och i Sverige.
Harald Nilsson, Kungl Myntkabinettet, visade tillsammans med Katarina Ek-Nilsson utställningen vid museet "Ur Berg i Börs".

17 mars Bussutflykt till Institutet för Högspänningsforskning i Uppsala.
Professor Viktor Scuka och 1:e forskningsingenjör Rolf Högberg informerade och demonstrerade.

21 mars Sven Grahn från Rymdbolaget berättade om satelliten Freja, en efterföljare till Viking för utforskande av norrskenet.

26 april Årsmöte.

12–13 maj Bussutflykt till Forsvik och Karlsborg.

29 maj Våravslutning på Observatoriekullen. Visning av det nya museet.

8 okt Statsisbrytaren Frej. Kommendörkapten Staffan Fischerström och medhjälpare informerade och visade fartyget.

17 okt Elektronisk Post och datornät. Jacob Palme var föreläsare.

31 okt Teknikhistoria. Svante Lindqvist delade med sig av sina kunskaper.

14 nov Bussutflykt till Institutet för Högspänningsforskning i Uppsala. Samma program som 17 mars.

30 nov Oscarsträff. Uppskattad bal i Telemuseum.

Dædalus Årsboken utkom i god tid före jul. Innehållet var tvärvetenskapligt och populärt och belyste ett antal intressanta områden inom teknik- och industrihistoria. Med anledning av Vägverkets 150-årsjubileum uppmärksammades väg- och brobyggnadsteknik i tre artiklar.

Ekonomi Föreningens ekonomi redovisas i resultat- och balansräkning. Tekniska Museet har fått ett bidrag om kronor 75 000 för täckandet av kostnader för Dædalus och kronor 60 000 till övrig allmän verksamhet.

Torsten Althins Minnesfond

Verksamhetsberättelse 1990

Styrelsen bestod under året av Nils Sköld, ordförande, Erik Lundblad, Göran Grimwall samt Inga-Britta Sandqvist.

Styrelsen har hållit tre protokollförda sammanträden.

Stipendier har tilldelats:

Svante Lindqvist kr 10 000
användes till studieresa till England våren 1990 för ett femtontal teknologer som forskar i teknikhistoria.

Per Dahl kr 10 000
användes till forskning om Olof Rudbäck d ä, brevväxling med patron Magnus Gabriel De la Gardie. Resor från Uppsala till Riksarkivet, resa till Lund, resa till Leiden samt kostnader för facklitteratur.

Mats Fridlund kr 10 000
användes till studieresa till tekniska museer i Japan.

Catharina Landström kr 10 000
användes för att deltaga i SHOT-konferens i Cleveland, Ohio den 14–21 okt 1990.

Kenneth Awebro kr 5 000
användes till resa och uppehälle i samband med "The 1990 Historical Metallurgy Society Conference" i York, England den 14–16 sept 1990.

Jan Garnert kr 7 500
användes för att hålla föredrag om sin forskning kring de elektrotekniska företagens varumärken och reklam okt 1990 under kongress i Kalifornien "American Folklore Society (AFS) 1990 Annual Meeting".

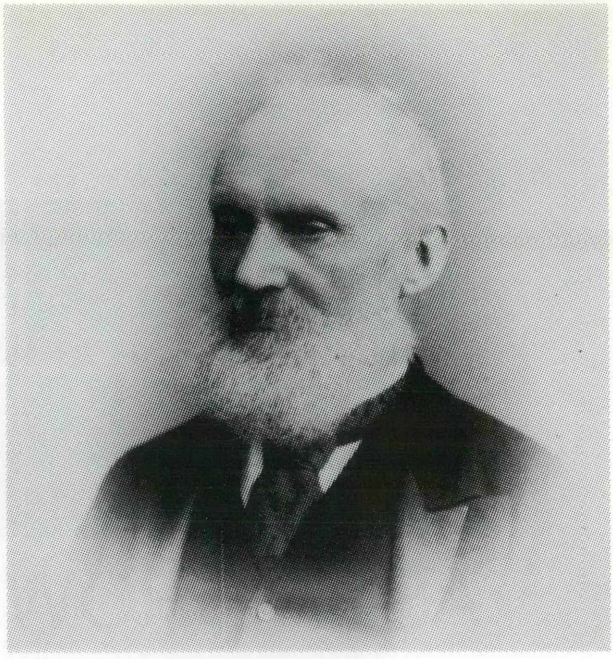
Anslag om stipendiemöjligheter har under året översänts till universiteten och högskolorna.

ABB

ASEA BROWN BOVERI

Asea Brown Boveri,
ABB, är ett av världens största
eletrotekniska företag med verksamhet
i 140 länder. Med 220000 medarbetare
har vi resurser att förbättra framtiden när
det gäller miljö och energibesparing.

Asea Brown Boveri AB
721 83 Västerås
Tfn 021-32 50 00



"Radion har ingen framtid"
"Flygmaskiner som är tyngre än luft är omöjliga"
"Röntgen kommer att visa sig vara en bluff"
Lord Kelvin, ordförande i den engelska
Vetenskapsakademien 1890 - 1895

Kärnkraftindustrin världen över visar med sitt arbete att de som dömer ut kärnkraften har lika fel som Lord Kelvin.

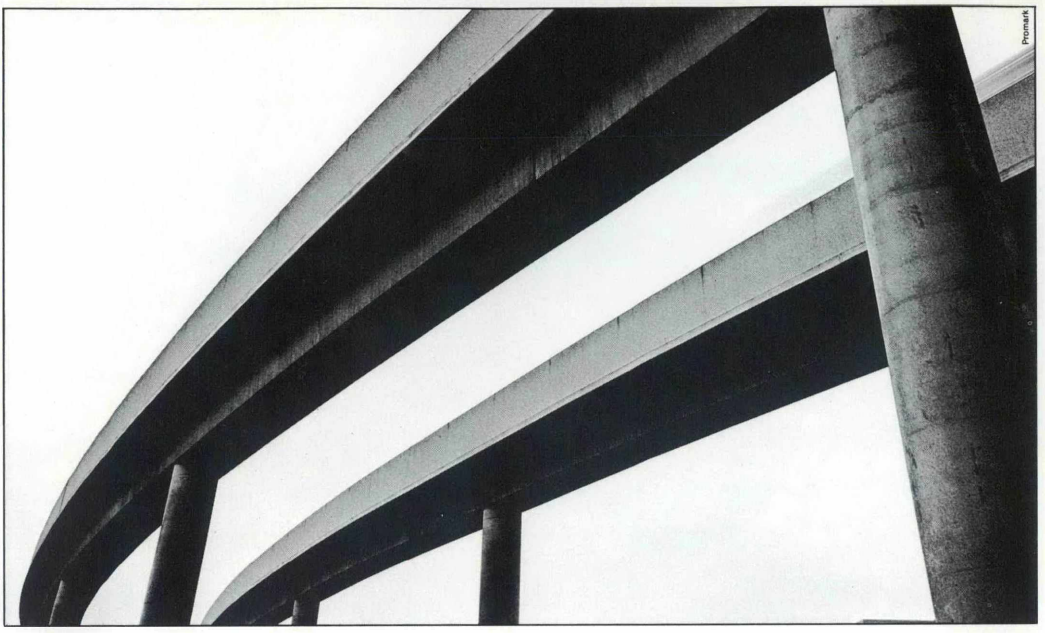
Du som jobbar med kärnkraft: ABB Atoms kunnande inom kärnkraftområdet bygger på mer än 40 års erfarenhet. Vi har under dessa år hävdat oss mycket väl som leverantör av säkra och tillförlitliga kärnkraftverk, kärnbränsle och service.
Idag är vår kompetens ännu bredare.

Framtiden är din ABB Atom i Sverige tillsammans med ABB Combustion Engineering i USA, ABB Reaktor i Tyskland och ABB's övriga resurser världen över, fortsätter att föra kärnkraften framåt

ABB Atom

721 63 Västerås
Telefon 021 - 10 70 00
Telefax 021 - 18 94 71

ABB
ASEA BROWN BOVERI



Kornet som bygger vår framtid.

Ett cementkorn har en diameter på ca en hundradels millimeter. Detta lilla korn bär inom sig grunden för all modern byggnation.

När det träffas av en droppe vatten förändras den kemiska sammansättningen i cementet. Kornen omvandlas till en klibbig pasta samtidigt som små tentakler växer ut och binds samman med varandra.

Det är denna omvandling av cementkornet som ger den sammanhållande kraften i all betong.

Betong håller länge. De äldsta fynd som arkeologerna hittat är 7000 år gamla. Och fortfarande kan vi beundra akvedukter och amfiteatrar som är byggda med hjälp av cement från romartiden.

På Cementa har vi blygsamma hundra års erfarenheter av att tillverka cement. Vår relativa ungdom gör att vi har siktet inriktat mot framtiden.

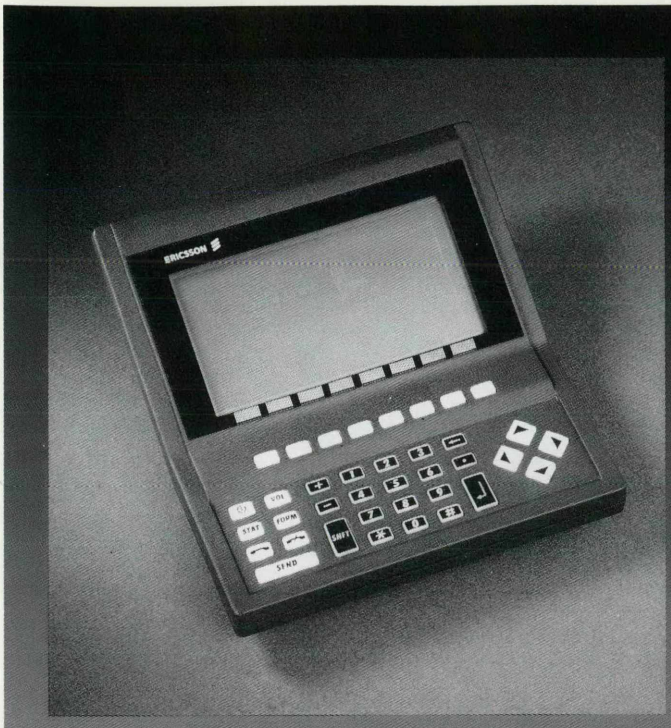
Genom att utveckla egenskaperna hos cementkornet anpassar vi betongen till vår tids sätt att bygga.

Samtidigt som vi bidrar till att skapa en pålitlig grund för kommande generationer.

Vill du veta mer om oss och vår verksamhet så ring gärna 08-753 01 60 eller skriv till Cementa AB, Box 144, 182 12 Danderyd.

CEMENTA
EUROC

Cementa ingår i Euroc, en internationell byggmaterialkoncern som omsätter 11 miljarder kr och har 9000 anställda.





90-talet MOBILITETENS DECENNIUM

Idag är vi en av världens ledande leverantörer av mobil kommunikation. Våra produktområden är mobiltelefonsystem och mobiltelefoner, mobildata, mobilradio, personsökarsystem samt försvarskommunikation.

Men behovet av mobilitet, dvs friheten att inte vara bunden till en fast telefon eller terminal växer dramatiskt. Framtiden ställer krav på ny teknik och nya produkter.

Målmedvetet och engagerat jobbar våra medarbetare fyllda av djärvhet och framtidstro mot att vi ska vara världsledande även i morgon.

Vill du veta mer om Ericsson Radio Systems AB/ Ericsson Mobile Communications AB, kontakta informationsavdelningen, tel 08-757 00 00 Telefax 08-752 08 09

Ericsson Radio Systems AB
164 80 Stockholm
Telefon: 08-757 00 00

Ericsson Mobile Communications AB
164 80 Stockholm
Telefon: 08-757 35 00

ERICSSON

HUSQVARNA 242 XPG CAT MED V-SKYDD

Den allra första Ve-sågen!



Husqvarna 242 XPG CAT är den första och hittills enda motorsågen med V-skydd som standard. Det är ett extra skydd som bland annat utlöser kedjebromsen vid sk klättrande kast, som kan uppstå vid kvistning på rot.

Förutom den ökade säkerhet som V-skyddet erbjuder så har sågen katalysator, vilket ger avsevärt renare avgaser. Bilden av bästa tänkbara arbetsmiljö blir komplett med det blyfria specialbränslet Aspen 2T och den vegetabiliska kedjeoljan Husqvarna Vegoil.

En seger för sunt och säkert tänkande!



Husqvarna
SKOG&TRÄDGÅRD

561 82 Huskvarna. Tel 036-14 66 00.

ADMEDIA, GBG

I dag hade du kunnat rädda Vasa.

På skeppsbyggare Hybertssons tid vägde det kungliga majestätets ord mycket tyngre än en fackmans långa erfarenhet. Som rikets överhuvud önskade, så fick det bli.

Idag kan datorer stödja den konstruktör som tvekar över förhållandet mellan exempelvis skrovets form och fartygets barlast. På det nya Vasamuseet kan du vid en dator själv prova på skeppsbyggarens roll. Ett simuleringsprogram ger dig möjlighet att laborera med till exempel skrovform, segel och last, för att se hur Vasa skulle seglat om du haft ett finger med i spelet.

Skaffa dig sen en ännu djupare upplevelse av skeppet med ett multimediaprogram, som i rörliga bilder, ljud och text tar dig med in i Vasas innersta vrår och låter dig förstå hur besättningen kunde ha det på 1600-talet.

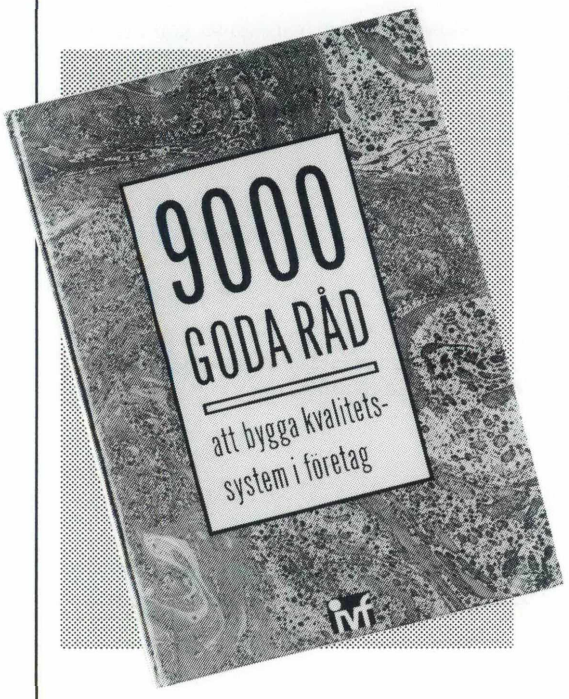
De båda programmen är resultatet av ett samarbete mellan skolöverstyrelsen, Vasamuseet och IBM. Persondatorerna är IBM PS/2.

Det här är ett par spännande exempel på hur man kan använda informationsteknologi. Pedagogiken och lättillgängligheten gör att du snart kommer att träffa på många fler.

IBM



"9000 - Goda Råd"



- **Vad innebär ISO 9000?**
- **Hur ser ett kvalitetssystem ut?**
- **Hur skall vi förbättra kvaliteten?**

"9000 - Goda Råd" är en handledning som

- förklarar kraven i ISO 9000 - på ett begripligt sätt
- beskriver hur man bygger upp kvalitets-system i företag
- innehåller bl a exempel på checklistor samt eftertryck av SS-ISO 9000-serien.
- inbunden, 290 sidor. Kostar 480 kr + moms. 10% rabatt vid köp av 5 ex eller fler.

Gör som många andra - ta del av "9000 - Goda Råd".
Boken som fått lovord från svensk industri.

Beställ med kupongen - posta eller faxa

INSTITUTET FÖR VERKSTADSTEKNISK FORSKNING

IVF, Kvalitet,
Mölndalsvägen 85
412 85 GÖTEBORG
Telefon 031-83 86 00
Telefax 031-40 78 76

Jag beställer..... exemplar av "9000 - Goda Råd.
Att bygga kvalitetssystem i företag"

Namn.....

Företag.....

Adress.....

DÆDALUS

Postadress.....

Telefon..... ev best.nr.....

Industrifonden

Företag verksamma i Sverige kan få Industrifondens medverkan i lovande men riskfyllda industriella utvecklingsprojekt. Det bör vara kvalificerade projekt och avse framtagning av produkter, processer eller programvara, avsedda att marknadsföras kommersiellt.

Industrifonden medverkar i finansiering av hela kedjan från teknisk utveckling till marknadsutveckling. Marknadsutvecklingen kan exempelvis avse framtagning av nollserier och referensanläggningar.

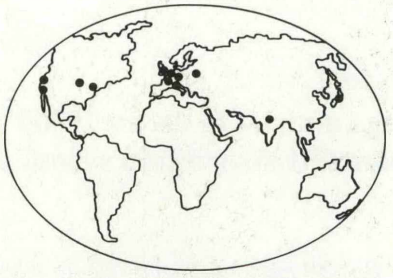
Industrifonden finansierar inte rena investeringsprojekt, dvs sådana som ej är förknippade med utvecklingsarbete, inte heller forskningsprojekt där slutresultatet förväntas bli enbart ny kunskap.

Projekten skall "sluta på marknaden" och Industrifonden fäster stor vikt vid projektets kommersiella potential.

Industrifonden har en unik profilering:

- Finansiering av projekt, ej av företagets rörelsekapital.
- Hög riskbenägenhet trots starkt kommersiell grundsyn.
- Stor uthållighet även vid problem.
- Inget ägarintresse i företag eller projekt.
- Inga formella säkerheter.
- Bl a finansieringsform utan löpande räntebelastning, lämpad för expansiva och nystartade företag.
- Finansiering upp till 50 MSEK per projekt.
- Kompetenta handläggare och konsulter med lång industriell erfarenhet för neutral utvärdering och rådgivning.

INDUSTRIFONDEN · VASAGATAN 11, 12 tr. · 111 20 STOCKHOLM
TELEFON 08-14 43 45 · TELEFAX 08-796 75 52



Vi finns där tekniknyheterna skapas!

Bara ungefär en procent av teknisk forskning och utveckling i världen utförs i Sverige. För Sverige som ett avancerat industriland är det därför mycket viktigt att följa vad som händer i resten av världen. Genom våra tolv kontor täcker vi in de områden i världen där cirka 90% av världens tekniska FoU sker.

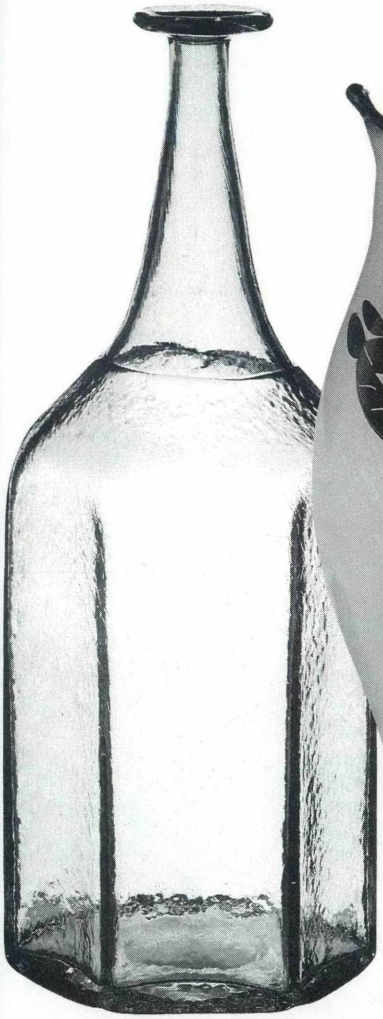
Sveriges Tekniska Attachéer förmedlar löpande tekniknyheter genom publikationer och konferenser. Vi kan också utföra uppdrag för svenska företag, organisationer och myndigheter. Kontakta oss gärna om Du vill veta mera!

SVERIGES TEKNISKA ATTACHÉER.

Box 5282, 102 46 Stockholm Tel 08-796 76 40, Fax 08-796 76 49

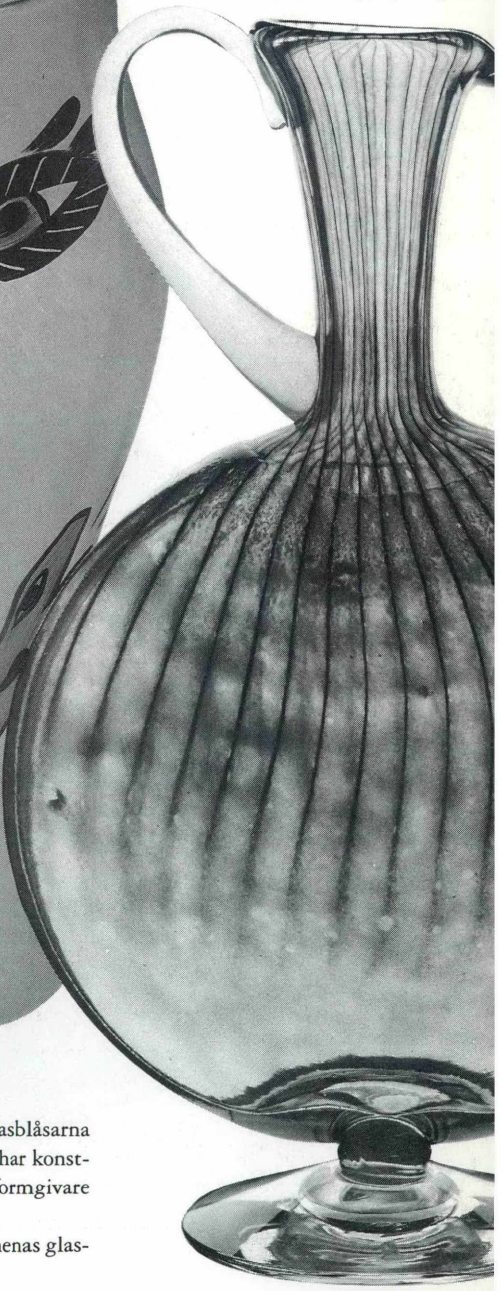
KOSTA BODA

SINCE 1742



ANTIKVA. *Design: Bertil Vallien.*





BON BON. *Design: Kjell Engman.*

I mitten av 1970-talet fick formgivaren Bertil Vallien tillsammans med glasblåsarna fria händer att forma de första glasverken till Artist Collection. Sedan dess har konstnärliga idéer flödat tillsammans med glasmassan i hyttan. Idag är fler kända formgivare med och skapar glas till vår serie för en vackrare och sinnligare vardag.

Säkert kommer fler världsberömda glaskonstnärer att växa fram här i sinnenas glasrike. Vi hjälper dig att hålla ögonen öppna.

KOSTA BODA. 360 52 KOSTA. TELEFON 0478-503 00.

Världens mest värdefulla sten är inte diamanten. Inte heller safiren, smaragden eller opalen. Mest värdefull måste den sten vara som ger liv, arbete, utveckling, välstånd.

Stenen det handlar om är järnmalmstenen. Av järn och stål gör människan broar, järnvägar, hamnar, båtar, bilar, flygplan, hus — men också spik, häftstift och gem. Stål är oslagbart. Ta bort stålet och världen kollapsar. I hundra år har Norrbottens folk utvecklat och förädlat de produkter en av världens rikaste järnmalmsfyndigheter ger.

Tekniken är idag så hög att LKAB, trots att malmen ligger långt under jord, framgångsrikt kan konkurrera med vilka dagbrott som helst.

Förädlingskunnandet skapar världsledande produkter, skräddarsydda att passa varje enskilt stålverks jakt på så hög kvalitet som möjligt till så låg kostnad som möjligt.

Idag är LKAB:s produkter så eftertraktade att praktiskt taget allt som bryts och förädlas omgående skeppas iväg. Det kräver avancerad timing: rätt kvalitet till rätt kund i rätt tid.

VÄRLDENS MEST VÄRDEFULLA STEN.

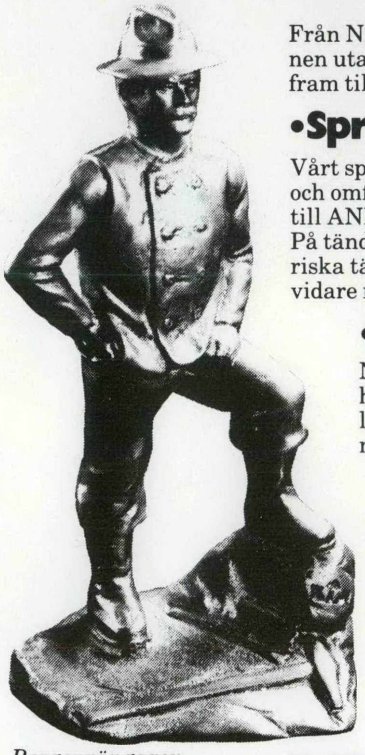


LKAB


PER, PAPPER, PAPPER, PA
Varje dag,
året om,
världen över
används papper
i alla former.
Vi har virket!
Vi gör massan!
Vi gör papperet!
MoDo

Nitro Nobel –125 år

i bergsprängningens tjänst!



Bergsprängaren – en symbol för världsberömd svensk utveckling och teknik inom området civil bergsprängning

Från Nitro Nobel kommer idag inte bara sprängämnen utan också kunnande och erfarenhet – ända fram till borrhålet.

•Sprängmedel

Vårt sprängämnesprogram är bredare än någonsin och omfattar allt från nitroglycerinsprängämnen till ANFO, vattengel- och emulsionssprängämnen. På tändmedelssidan märks det välkända icke-elektriska tändsystemet Nonel.® Utvecklingen går vidare mot allt större precision och tillförlitlighet.

•Sprängservice

Nitro Nobels sprängtekniker finns alltid till hands – för enkel rådgivning, avancerade laddningsberäkningar och praktiskt sprängningsarbete.

•Utbildning

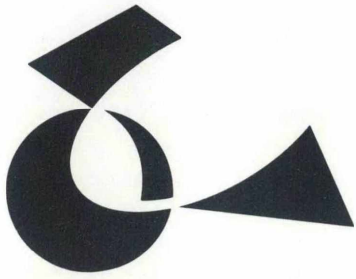
I Gyttorp, som genom åren blivit centrum för sprängämnesteknologi och bergsprängningsteknik, förmedlas kunskaperna vidare i kurser på alla nivåer.

=det kompletta sprängämnesföretaget!

Nitro Nobel

125 ÅR 1864-1989

Gyttorp, 713 82 Nora, tel 0587-850 00



Procordia

Procordia är en internationellt etablerad koncern med Norden som bas. Samordningen av Procordia, Pharmacia och Provendor innebär att tre var för sig starka företag nu har blivit ännu starkare tillsammans.

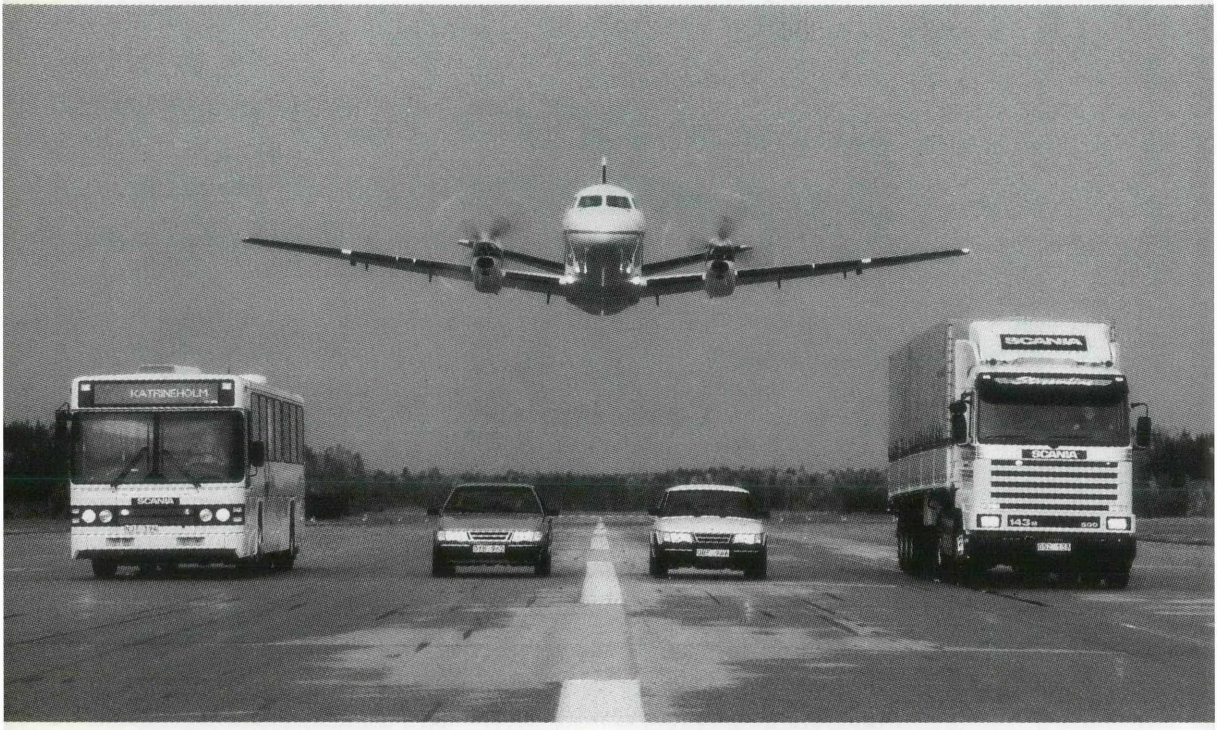
Procordia är idag verksamt inom tre sektorer: Health Care (läkemedel och biosystem), Livsmedel och Service.

Health Care **Livsmedel** **Service**

För ytterligare information om Procordia-koncernen ring 08-624 50 00

Procordia AB, 171 97 Stockholm

Den samlade styrkan.



Inom Saab-Scania finns en lång tradition att skapa framtidens teknologi.

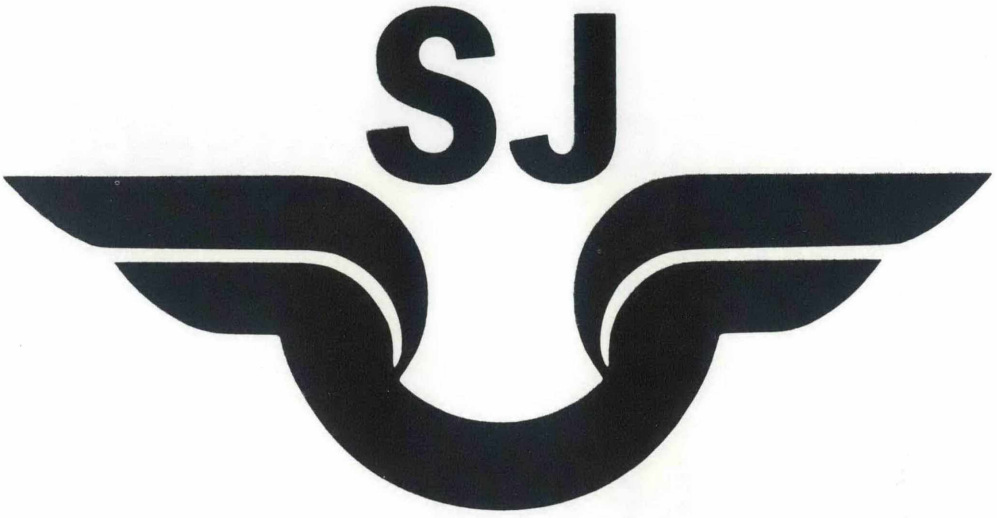
Detta har lagt grunden för en unik bredd inom transportmedelsområdet – lastbilar och bussar, militärt och civilt flyg, satelliter och rymdprodukter samt personbilar i samarbete med General Motors.

Saab-Scania har ett unikt kunnande och en unik bredd. Men för att behålla positionen som ett av världens ledande företag inom specialiserad transportteknologi behöver vi ständigt kunniga och engagerade medarbetare, inte minst tekniker. Utvecklingsmöjligheterna för både gymnasie- och civilingenjörer är därför stora inom Saab-Scania-gruppen. Vi behöver de bästa krafterna och vi ställer höga krav, men i gengäld kan vi erbjuda stimulerande och utvecklande arbeten med stora mått av frihet och ansvar i ett av Sveriges teknikintensaste företag.

Det är på yrkesskickliga och engagerade medarbetare vi bygger vår framtid.

SAAB-SCANIA

Leaders in specialized transport technology.



Framtidens transportmedel.

Följ SJs stora Förändringsprogram
”På tre år och hundra punkter ska SJ bli bättre”

Svenskt stål
av igår
på Tekniska Museet
i dag.

Svenskt stål
av idag
på marknaden
imorgon.



SVENSKT STÅL

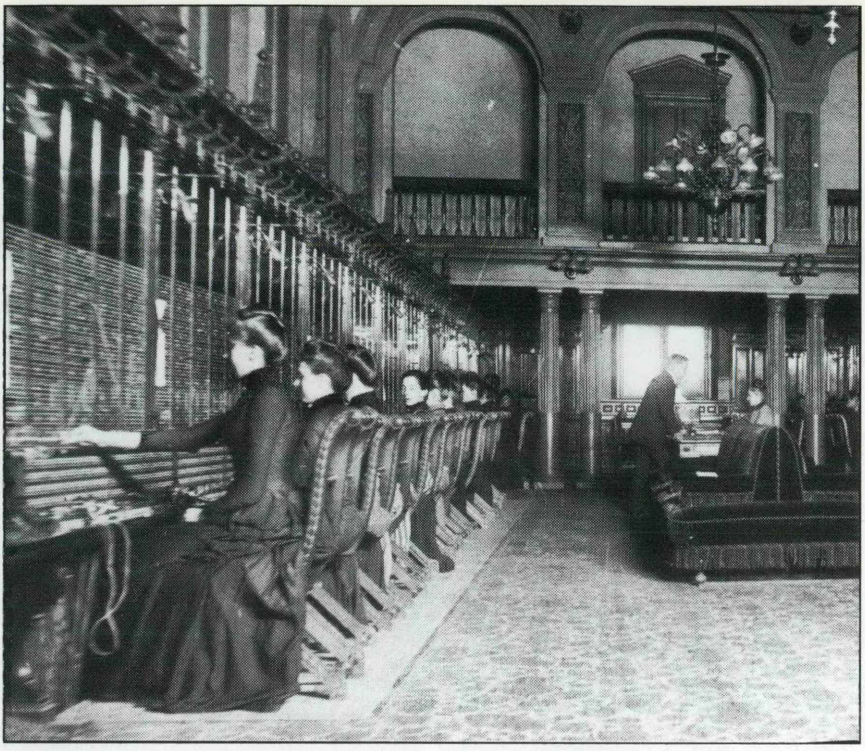


”Är all självförsörjning lika driftsäker?”

Njae...? Det är frågan det. Den där lamphistorien ser ju ruskigt pålitlig ut. Det skulle möjligen vara Stockholm Energi, stockholmarnas eget energitjänstbolag. Dom är självförsörjande när det gäller el, fjärrvärme och gas. Å andra sidan är dom väl inte helt tillförlitliga; leveranssäkerheten stannar på en sådär 99%.

Fast det är klart. Lampan är inte så stor, högst en 40 centimeter. Men Stockholm Energi är vådligt stort. Störst i Sverige faktiskt, när det kommer till att förse människor med energi. Då är man nog också ganska säker på sin sak.

STOCKHOLM ENERGI



Vägen till informationssamhället

Rakryggade satt telefonisterna i långa rader och kopplade telefonsamtalen. Året var 1888 och platsen Stockholms Allmänna Telefon Aktiebolag.

På Telemuseum presenteras telekommunikationens historia från den optiska telegrafen fram till dagens avancerade datakommunikation. Här finns gammalt och nytt inom telegraf, telefon, radio och television.

Allt detta finns på världens största teletekniska museum, som du når via Tekniska Museets entré.

Televerket

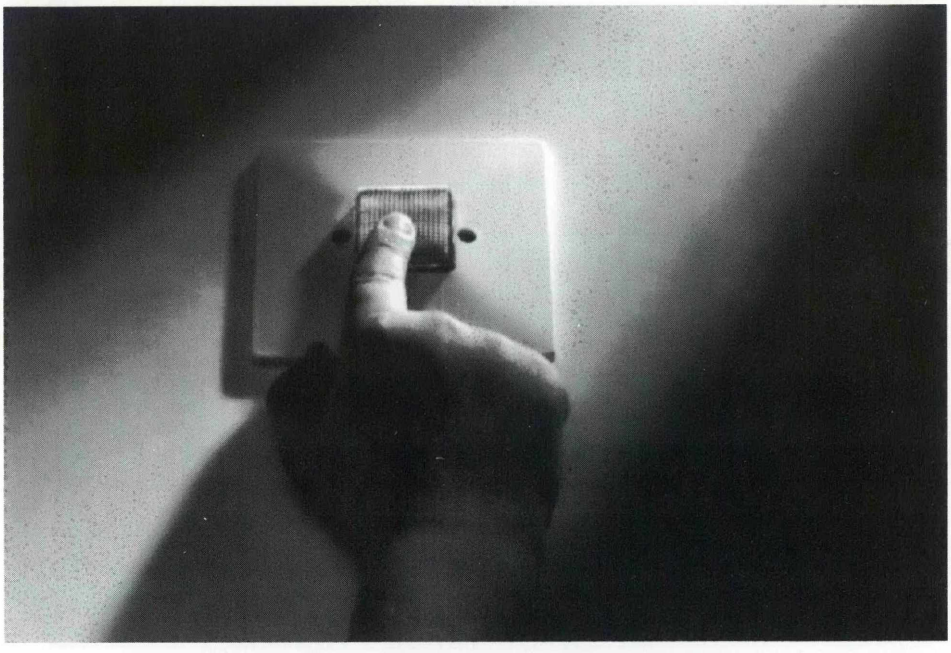
Telemuseum
Museivägen 7, N Djurgården nära Kaknästornet
Tel 08-665 08 10, info 08-662 30 81
Öppet mån-fre 10.00-16.00, lör-sön 12.00-16.00

Vattenfall – energitjänstföretaget

Hälften av all el som behövs i Sverige för ljus, kraft och värme kommer från Vattenfall. Som energitjänstföretag är det vår roll att leverera energin när och där det passar dig — hemma, på jobbet eller ute i samhället. Det är också vår roll att göra det på ett säkert, prisvärt opch miljöanpassat sätt.

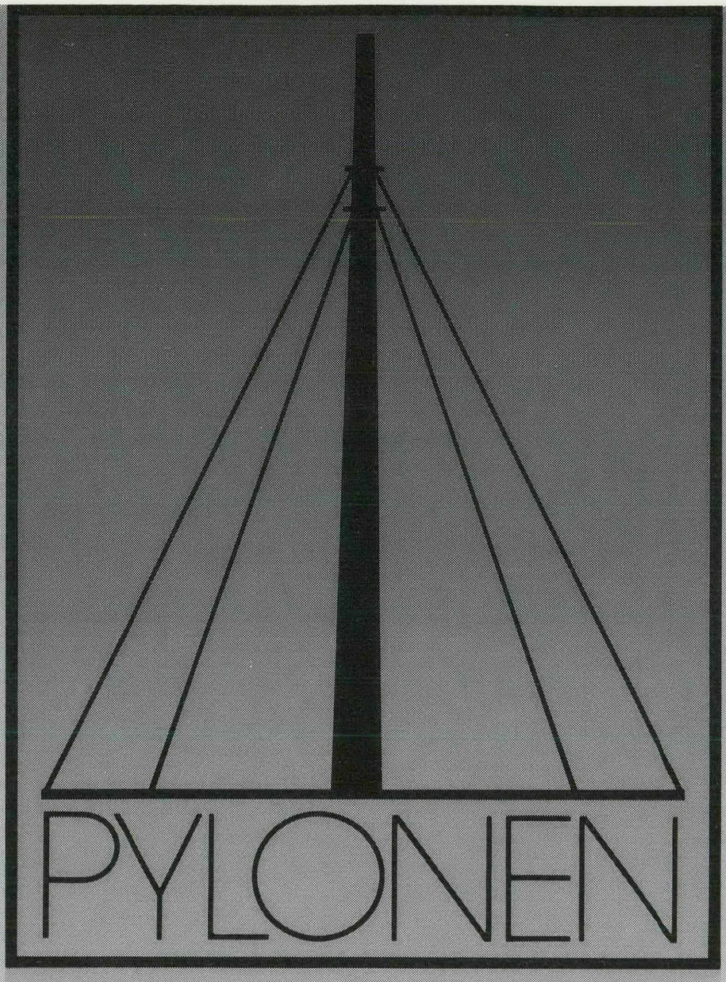
Elenergi är vår huvudprodukt. Vi arbetar även med andra energitjänster som våra kunder vill ha. Vattenfall äger och driver ett 60-tal vattenkraftstationer och kärnkraftverken i Ringhals och Forsmark.

I framtiden kan vi behöva komplettera med andra energislag. Därför utvecklar vi ny energiteknik som bioenergi, vindkraft och miljövänlig fossilförbränning. Kan vi dessutom lära oss använda elen effektivare, får vi en trygg och miljövänlig elförsörjning även i fortsättningen.



I dag är vi ca 10.000 anställda i olika delar av landet och omsätter 19 miljarder kronor. Förändringar på den svenska och europeiska elmarknaden gör att Vattenfall nu i bolagsform möter nya förutsättningar och affärsmöjligheter.

Vattenfall



SVERIGES VÄGCENTRUM
BORLÄNGE

KONFERENS • MUSEUM • UTSTÄLLNING

Vägverket

Steget före mot

framtidens kombinationer

genom avancerad forskning

och utveckling.

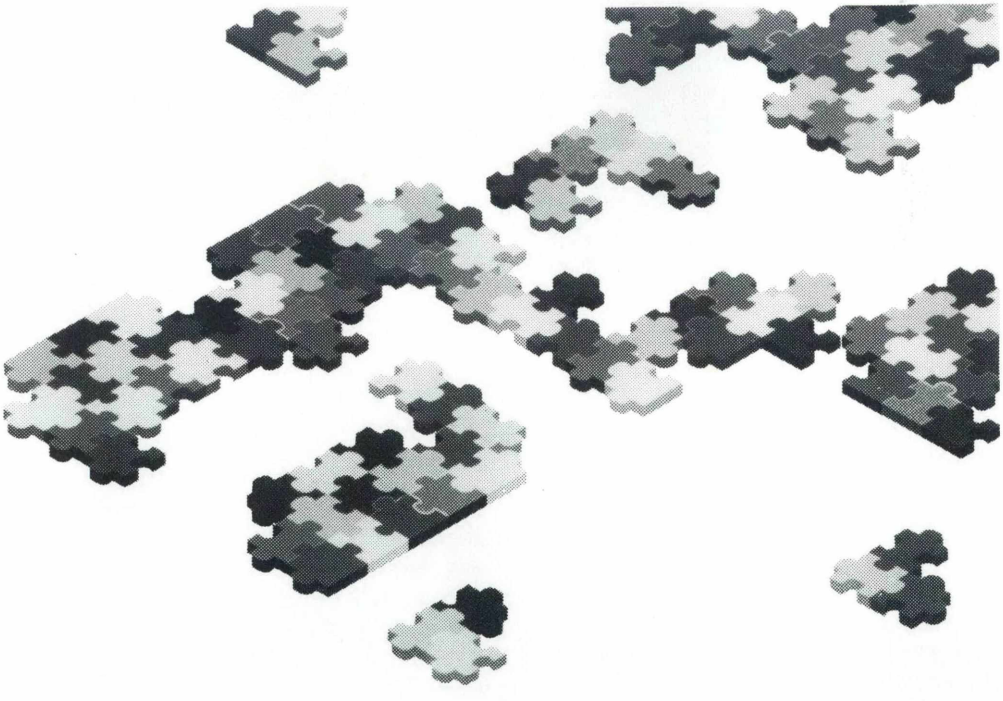


ABB Corporate Research

Personalavdelningen, 721 78 Västerås.

ABB

ASEA BROWN BOVERI

Vi stärker svensk industri med produkter den aldrig får se



Gas rymmer oanade möjligheter inom de flesta områden. Gas driver upp produktiviteten, höjer kvaliteten, ökar säkerheten, förbättrar arbetsmiljön och räddar liv. Dessutom ger gas ofta rena miljövinster.

Bättre miljö

Våra gaser har ofta en nyckelroll i utvecklingen mot ett miljövänligare näringsliv. Papper bleks med syrgas, som ersätter klor. Föroreningar i avloppsvatten tas effektivt om hand med hjälp av syrgas. I simhallar används koldioxid i stället för saltsyra. Freoner och haloner som hotar ozonskiktet kan till stor del ersättas med betydligt skonsammare gaser.

I verkstäderna minskar skyddsgasen Mison risken för trötthet, huvudvärk och luftvägsbesvär hos svetsaren.

Ökad produktion

I stålverken kan man öka effektiviteten hos ugnarna genom att tillföra några procent syrgas. Ofta används gas dessutom för att säkra rätt egenskaper både på ytan och inne i godset.

Höjd kvalitet

Gas kan frysa ner livsmedel blixtsnabbt utan att varan förlorar sin fina konsistens. Gas används också för att hålla rätt temperatur på livsmedlen vid förpackning och transporter. Kvaliteten på vårt vanligaste livsmedel, dricksvatten, säkras också med hjälp av koldioxid.

Bättre säkerhet

Gas har en nyckelroll för säkerheten vid många industrier. Ett skyddande lager av kvävgas hindrar effektivt explosion vid lagring av lättantändliga material som bensin, kol och säd.

Medicinska gaser är de vanligaste läkemedlen på våra sjukhus. Här används de för smärtlindring, vid operationer och för att rädda liv.

Nya möjligheter

Vi på AGA arbetar i nära kontakt med våra kunder och ger dem fortlöpande impulser till nya problemlösningar. Tillsammans flyttar vi fram svensk industris positioner både hemma och utomlands.

Kontakta oss gärna om du vill veta mer. AGA Gas AB, 172 82 Sundbyberg, telefon 08-757 95 00.

AGA

A G A S K A P A R N Y A M Ö J L I G H E T E R

Kom med i

Tekniska Museets Vänner

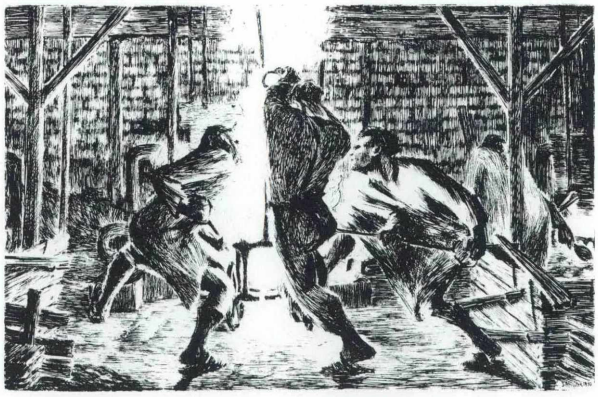
Tekniska Museets Vänner är en stödförening till **Tekniska Museet.** Genom föreningens insatser har många intressanta teknikhistoriska objekt räddats åt framtiden. Bidrag utgår även till utgivandet av museets årsbok Dædalus liksom projekt utanför museets ordinarie verksamhet t ex stipendier. Vidare förvaltar föreningen Torsten Althins Minnesfond för främjandet av vetenskaplig forskning om den svenska teknikens och ingenjörskonstens historia.

Föreningen håller sina sammankomster på museet och anordnar bl a utfärder – allt med såväl gammal som ny teknik på programmet.

Medlemskap kan förvärvas av varje enskild person och bibliotek. Företag och sammanslutningar kan ge sitt stöd som korporativa medlemmar. Årsavgiften 1992 är oförändrad 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

MECCANO

DET LÄRORIKA BYGGSYSTEMET!

Varje sats innehåller en detaljerad bygganvisning över hur du bygger upp de olika modellerna alltifrån den enklaste nybörjarmodell till de mer avancerade i förhållande till den storlek på sats man valt. Efterhand som barnen lär sig systemets möjligheter lär de sig mycket om både form, skala, perspektiv samt elementära principer för mekanik, elektroteknik och fysik.

I många länder i Europa används MECCANO i undervisningen i skolorna. Eleverna omsätter i praktiken vad de lärt teoretiskt. I vissa fall bygger man robotar med MECCANO och styr dessa via dataanläggningar.

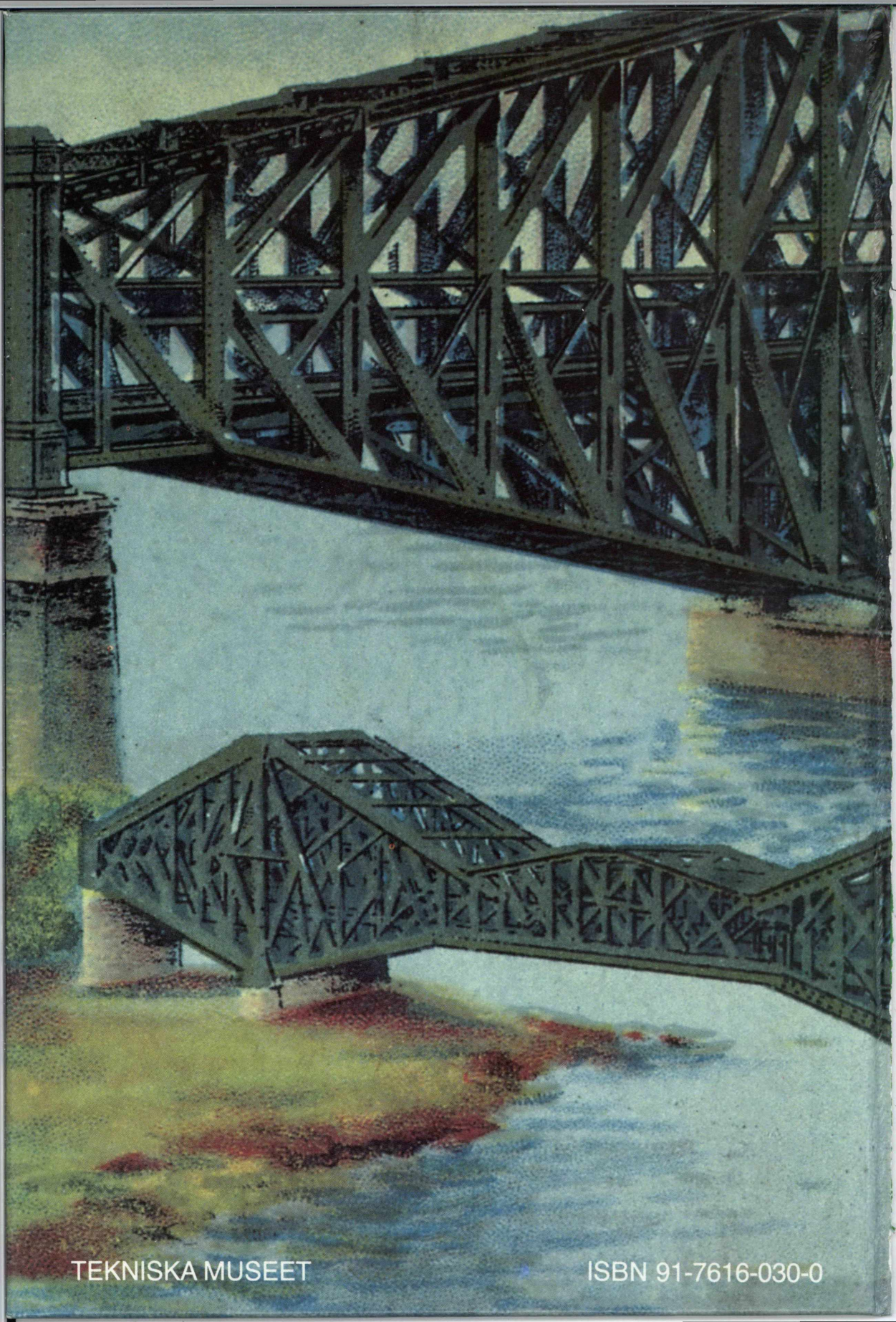


EN RIKTIG VÄRLD – I MINIATYR

MECCANO efterliknar verkligheten fast i miniatyr. Många utvecklingscentra och uppfinnare testar sina idéer med MECCANO. De uppmärksammade och berömda Franska höghastighetstågen testades i liten skala med hjälp av MECCANO-delar "Fungerar tekniken med MECCANO, fungerar den i verkligheten också!"

MECCANO säljs i välsorterade leksaks- och hobbybutiker samt vissa större varuhus.

Marknadsföres i Sverige av:
Lennart Jobratt AB, Malmö
040/21 07 60



TEKNISKA MUSEET

ISBN 91-7616-030-0