

# ***DÆDALUS***

***Teknik- och industrihistoria***







Helene Spurrer<sup>21</sup>





# ***Dædalus 1994***

Sextioandra årgången

Tekniska Museet  
Stockholm 1993

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.

Omslagsbilder: Framsida: Telefontornet i Stockholm, rivet 1953. Härifrån utgick 1887 4000 telefontrådar till stadens centrala delar. Foto Hans Nyrén, Televerket, 1952. Baksida: Skolradio med hörtelefon till varje elev, 1930-talet. Foto Telia AB.

*Dædalus 1994*

© Respektive författare  
och Tekniska Museet  
ISBN 91-7616-038-6  
ISSN 0070-2528

Redaktör: Jan-Erik Pettersson.

Tryck: Bohusläningens Boktryckeri AB, Uddevalla 1993.

# Innehåll

|                                        |   |
|----------------------------------------|---|
| <i>Författare i Dædalus 1994</i> ..... | 5 |
| <i>Förord</i> .....                    | 7 |

## *Teknik- och industrihistoria*

---

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Telekommunikation i Sverige under 140 år. Televerket 1853–1993.</i>     |     |
| Av avd dir Karl Väinö Tahvanainen .....                                    | 9   |
| <i>Så blev AXE ett sjumilakliv.</i>                                        |     |
| Av professor Bengt-Arne Vedin .....                                        | 42  |
| <i>En teknik för kvinnor.</i>                                              |     |
| Av fil kand Catharina Landström .....                                      | 80  |
| <i>Ett bidrag till den svenska bränneriteknikens historia.</i>             |     |
| Av tekn lic Kenneth M Persson .....                                        | 99  |
| <i>Sven Erikson och tekniköverföringen till Sverige.</i>                   |     |
| → Av museichef Anders Larson .....                                         | 123 |
| <i>Medicinteknisk utveckling vid ett litet företag i Sverige.</i>          |     |
| Av docent Hans Wiksell .....                                               | 136 |
| <i>Idéutvecklingen kring fordon med i kurvor lutningsbara vagnskorgar.</i> |     |
| Av ingenjör Julius Lindblom .....                                          | 160 |
| <i>Världens första motorcykel.</i>                                         |     |
| Av intendent Gert Ekström .....                                            | 171 |
| <i>STAL-turbin till Tekniska Museet.</i>                                   |     |
| Av professor Carl-Göran Nilson .....                                       | 182 |

## *Notiser*

---

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| <i>Abraham Forsgren och universalskruvnyckeln.</i> |     |
| Av museiföreståndare Hilikka Alm .....             | 191 |
| <i>Tekniska Museets ritningsarkiv.</i>             |     |
| Av fil dr Jan-Erik Pettersson .....                | 194 |

## *Verksamhetsberättelser*

---

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Tekniska Museet</i> .....                                                                             | 197 |
| <i>Telemuseum</i> .....                                                                                  | 210 |
| <i>Tekniska Museets Vänner (TMV)</i> .....                                                               | 216 |
| <i>Torsten Althins minnesfond</i> .....                                                                  | 219 |
| <i>Ämnesregister. Ämnesordnat register över artiklar och notiser</i><br><i>i Dædalus 1982–1993</i> ..... | 221 |
| <i>Annonser</i> .....                                                                                    | 241 |





# *Författare i Dædalus 1994*

Hilkka Alm, föreståndare för Lindesnäs museum, Nås

Gert Ekström, intendent vid Tekniska Museet, Stockholm

Catharina Landström, fil kand, doktorand vid Institutionen för  
Vetenskapsteori, Göteborgs Universitet

Anders Larson, chef för Textilmuseet, Borås

Julius Lindblom, ingenjör, innehavare av Automatisk Doserings  
Kompensator AB, Sollentuna

Carl-Göran Nilson, professor emeritus, Drottningholm

Kenneth M Persson, tekn lic, doktorand vid avdelningen för livs-  
medelsteknik, Kemicentrum, Lund

Jan-Erik Pettersson, fil dr, förste intendent vid Tekniska Museet,  
Stockholm

Karl Väinö Tahvanainen, f d avdelningsdirektör vid Televerket,  
Stockholm

Bengt-Arne Vedin, professor, innehavare av Metamatic AB,  
Stockholm

Hans Wiksell, docent, innehavare av Comair AB, Stockholm



# Förord

Dædalus 1994 är den 62:a årgången av Tekniska Museets årsbok, vilken alltsedan 1931 varit en viktig publikation för teknik- och industrihistoriska forskningsresultat. Det gäller såväl avsnitt ur vetenskapliga avhandlingar som uppsatser av mer populärvetenskaplig karaktär. I årsboken publiceras också museets årsredogörelser som på ett översiktligt sätt presenterar museets verksamhet.

År 1994 är Tekniska Museets sjuttionde verksamhetsår. En återblick på det senaste årtiondet visar att museet utvecklats i fortsatt positiv riktning. Besökarnas antal har ökat genom åren. Det framgår tydligt av publikundersökningarna att det finns ett mycket stort intresse hos allmänheten för museets verksamhetsområden.

Museet har också satsat på att göra teknikfrågorna mera lättillgängliga för en bredare publik. Här kan bl a Teknorama med science-centerverksamhet nämnas. Därtill kommer en utökad och rikt varierad programverksamhet med föreläsningar, kåserier, demonstrationer, familjeprogram, sportlovsextra, teknikdagar för kvinnor, Unga Forskare m m.

Ett intresserat, välvilligt och vänligt stöd har museet i föreningen Tekniska Museets Vänner med över sextonhundra medlemmar.

Under den senaste tioårsperioden har ett flertal stora utställningar tillkommit. Elkraftmuseum invigdes 1983, Tekniken i Skogsnäringen, Det tryckta ordet, Sverige bygger och Kemiutställningen invigdes 1984–86, Teknorama-science-center öppnades 1985 och i en andra etapp 1992; samma år stod den stora utställningen Stockholms Energi färdig.

Samhället genomgår en snabb och genomgripande strukturförändring; museets uppgift är att belysa den tekniska utvecklingen och dess roll i samhällsutvecklingen. Det är angeläget att museet har tillgång till en egen kunskapsuppbyggnad på vilken man kan basera utställningar, undervisning, publikationer.

Ett kontinuerligt arbete har bedrivits med föremålssamlingar, magasin och konservering, foto- och negativsamlingar samt bibliotek och arkiv.

Museet behöver en aktiv, väl planerad dokumentations- och insamlingsverksamhet som kan ge en god grund för framtida museiverksamhet.

Ett tekniskt museum, liksom teknikhistorien själv, ska undervisa, underhålla och tjäna som förbindelselänk mellan det förflutna och framtiden, mellan igår, idag, imorgon.

Teknik är inte bara teknik, teknik är också kultur i alla bemärkelser.

År 1984 ombildades museets Jubileumsfond från 1974 till museets Forskningsnämnd med uppgift att planera, genomföra och stödja forskning inom museets ansvarsområden. Som ett led i Forskningsnämndens verksamhet hölls bl a symposiet Elkraftens historia i Sverige 1983 och symposiet Teknisk forskning i historiskt perspektiv 1986. Ett stort internationellt symposium i samverkan med the Society for the History of Technology, med över 400 deltagare, hölls 1992 i Uppsala och Stockholm med Forskningsnämnden som värd.

På många håll i världen sker en förnyelse i den historiska forskningen kring teknikens utveckling. Förnyelsen gäller även museerna som nu har en utpräglad pedagogisk ambition med inslag av en lek- och lustfylld verksamhet där besökaren själv får upptäcka, utforska och uppleva naturvetenskapens och teknikens värld.

Det är särskilt som förenande länk mellan museet och medlemmarna i föreningen Tekniska Museets Vänner som årsboken Dædalus fått sin stora betydelse genom åren, men även utanför denna krets har Dædalus förmedlat kunskap och skapat ett ökat teknikintresse.

Dædalus 1994 avslutas på sedvanligt sätt med notiser och verksamhetsberättelser. För åren 1982–1993 har ett ämnesordnat register över artiklar och notiser sammanställts av Inger Björklund, bibliotekarie vid Tekniska Museet.

Ett varmt tack framföres härmed till årsbokens redaktör 1:e intendent Jan-Erik Pettersson, alla årsbokens författare, övriga medarbetare och annonsörer.

Det är min förhoppning att Dædalus 1994 liksom tidigare årgångar ska motsvara förväntningarna och ge läsarna en intressant läsupplevelse som stimulerar till fortsatta studier kring teknisk och industriell utveckling och inspirerar till många besök på Tekniska Museet som verkar både för tradition, förändring och förnyelse.

*Inga-Britta Sandqvist*

Museidirektör

# Telekommunikation i Sverige under 140 år

*Televerket 1853–1993*

*Av Karl Väinö Tahvanainen*

Telekommunikation i modern mening har funnits i Sverige i 140 år. Från slutet av 1700-talet fanns visserligen en optisk telegraf, men endast i begränsade nät vid kusten. Den optiska telegrafen fungerade endast tidvis – i dagsljus och under gynnsamma väderleksförhållanden. År 1853 började man använda en annan teknik – man utnyttjade elektriciteten för en telegraflinje Stockholm–Uppsala. Med elektromagneter kunde man bilda skrivtecken enligt morsealfabetet. Det var den första praktiska användningen av elektricitet i Sverige.



1. Carl Akrell,  
Telegrafverkets  
förste chef.

Uppdraget att planera ett elektriskt telegrafnät i Sverige gavs åt dåvarande chefen för optiska telegrafen, generalmajor Carl Akrell. Planen godkändes av Kungl. Maj:t och innebar att man skulle börja med linjen Stockholm–Uppsala och därifrån fortsätta till Göteborg och Helsingborg. Arbetet började i mitten av maj 1853 vid Märsta. Ledningen bestod av galvaniserad järntråd, inköpt från England. För att förhindra röta brände man stolparna i jordändan och för att bära upp tråden användes guttaperkaisolatorer, fastsatta på en pinne i stolpens topp. Morseapparaterna tillverkades inom landet av instrumentmakarna Sörensen och Berg.

Telegrafförbindelsen Stockholm–Uppsala öppnades för allmän trafik den 1 november 1853. Verksamheten uppdrogs åt ett särskilt affärsdrivande verk, "Kongl. Electriska Telegraf-Werket". Ordet "elektriska" i namnet markerade att man hade infört ett nytt medium, men det slopades 1871. Sedan hette verket Kongl. Telegrafverket till 1903 då "Kongl." byttes ut mot "Kungl.". 1946 togs "Kungl." bort och 1953 ändrades namnet Telegrafverket till Televerket.

Det elektriska telegrafnätet byggdes snabbt ut och redan 1855 hade Sverige telegrafförbindelse med kontinenten genom en kabel via Öresund.



Det inhemska telegrafnätet utsträcktes t ex till Haparanda 1857 och 1859 fick Gotland förbindelse med fastlandet genom en kabel mellan Klintehamn och Västervik.

### *Första elektro-industrin i Sverige*

För reparation och i viss mån tillverkning av telegrafapparater anlätades under de första åren en del privata verkstäder i Stockholm. A H Öller<sup>1</sup> hade varit med från telegrafens begynnelse som chef för stationen i Uppsala och blev 1855 direktör för västra och norra linjerna vid Stockholms telegrafstation. Under tiden experimenterade han med telegrafapparater och kom med nya konstruktioner. År 1857 grundade Öller av rent intresse och på egen bekostnad och risk en verkstad för telegrafapparater. Han var fortfarande anställd i Telegrafverket men fick tjänstledigt för att komma igång med rörelsen, som var den första i landet med inriktning på elektriska apparater. Öllers verkstad anlätades i stor utsträckning av Telegrafverket.

### *Telegrafen blir världsomfattande*

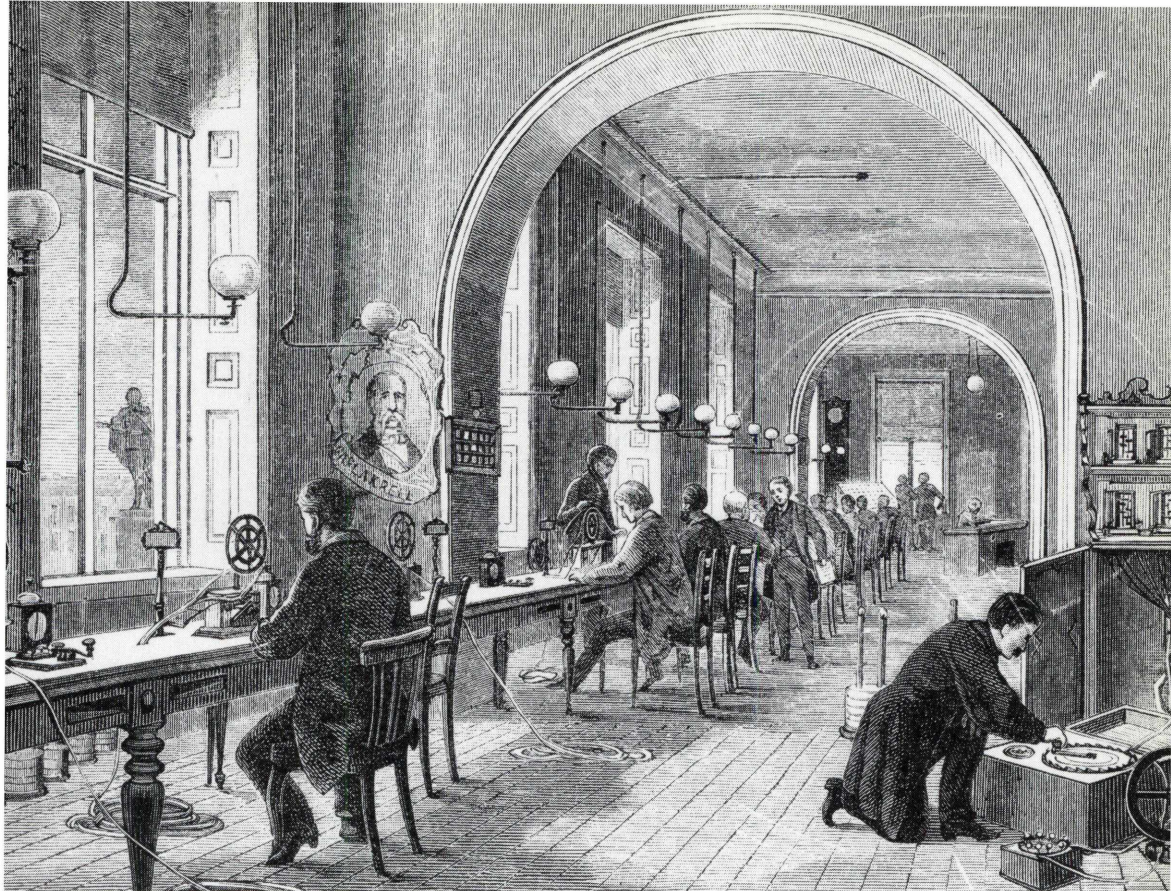
Ett mycket stort steg för telekommunikationerna togs 1866 då fartyget Great Eastern lyckades förena Europa och Amerika med en telegrafkabel på Atlantens botten. Flera misslyckade försök med en sådan kabel hade gjorts – det första redan 1857. Premiäråret 1866 sändes endast ett telegram från Sverige till Amerika – det var på 20 ord och kostade 378 riksdaler. Men trafiken ökade och taxorna sänktes – 1874 kostade ett telegram om tio ord bara 42 riksdaler.

Under 1860-talet utvecklades det elektriska telegrafnätet till att omfatta praktiskt taget hela världen. Utöver förbindelsen med Amerika kom bland annat den indoeuropeiska telegraflinjen 1865. De utomeuropeiska förbindelserna hade dock vid denna tid inte så stor betydelse för Sveriges del då handelsutbytet direkt med länder utanför Europa var mycket litet.

### *Svensk ledningstråd och svenska apparater*

Till en början användes till ledningarna uteslutande galvaniserad järntråd med 4,3 mm diameter. Vid en internationell telegrafkonferens i Wien år 1868 beslöts dock att för internationella ledningar använda något grövre tråd med 5 mm diameter. Sådan tråd kom också därefter att användas i Sverige för de internationella ledningarna. Tidigare hade all järntråd måst inköpas från England men i början av 1860-talet hade sådan börjat tillverkas vid Lesjöfors bruk i Värmland och bruket blev därefter huvudleverantör av tråd till Telegrafverket.

Telegrafapparaterna var från början utrustade med stift som ristade tecknen i pappersremsan, men från 1863 infördes apparater som skrev tecknen med färgskrift. Apparaterna importerades delvis från Frankrike men Öllers verkstad blev mer och mer anlita



2. Stockholms telegrafstation år 1872.

som leverantör av apparater och instrument i telegrafväsendet. Öller & Co gick dock med förlust och 1860 begärde Telegrafstyrelsen hos Kungl. Maj:t att årligen få lämna ett belopp av 1200 riksdaler som bidrag till Öllers verkstad. Detta bifölls också för åren 1861–1863. År 1866 begärde Öller att få lämna Telegrafverket men att få behålla hälften av lönen och att få erhålla den andra hälften som understöd för sin verkstad. Förslaget bifölls.

Det kan i detta sammanhang nämnas att Öller utbildade flera skickliga instrumentmakare, bland dem Lars Magnus Ericsson som anställdes 1866. Lars Magnus lämnade verkstaden 1872 för studier utomlands men återanställdes 1875. Året därpå slutade han hos Öller för att börja egen verksamhet. Telefonaktiebolaget L M Ericsson blev sedan en svår konkurrent till Öller.

### *Maskindriven telegraf*

År 1874 var ett märkesår då ett nytt telegrafsystem infördes i Sverige. Det var det så kallade Wheatstonesystemet, med maskindrivna telegrafapparater, som togs i bruk för en snabbare utväxling av trafiken mellan Stockholm och Göteborg. Trafiken på



denna linje hade ökat kraftigt – i synnerhet transittrafik mellan Västeuropa och Ryssland. Vid Wheatstonesystemet utstansades de olika telegraftecknen i form av hål i en pappersremsa. Remsan sattes in i en avsändningsapparat, transmitter, som kunde arbeta med större hastighet än som var möjlig vid vanlig manuell expedition. Som mottagare användes modifierade morseapparater.

### *Telefonen gör entrée*

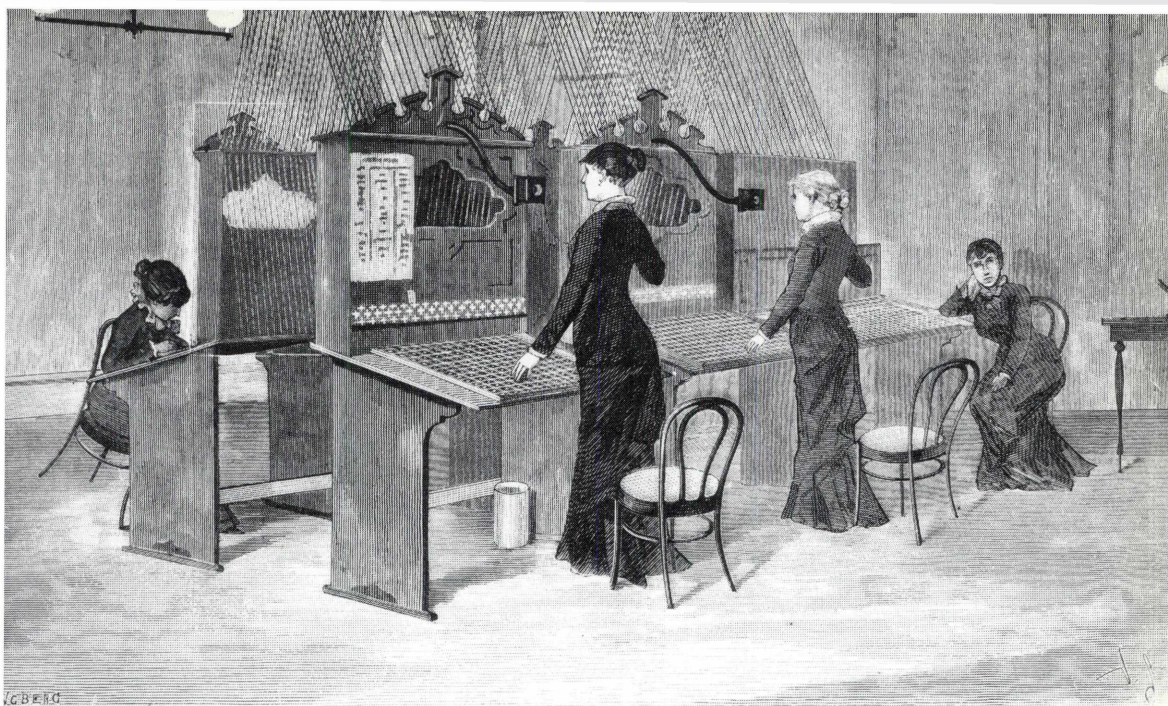
1870-talets stora händelse inom telekommunikationerna var att användbara telefoner började lanseras på marknaden. Alexander Graham Bell hade 1876 fått patent på sin första modell av telefon och den följdes av förbättrade utföranden. I slutet av 1877 kom de första Bell-apparaterna till Sverige. Tidigare samma år hade Hakon Brunius<sup>2</sup> i Jönköping enbart efter beskrivningar av Bells apparater tillverkat kopior och satt upp en fungerande telefonförbindelse i staden.

De importerade Bell-telefonerna var ganska enkla och användes omväxlande som hörtelefon och mikrofon. De sattes upp på lokala, fasta förbindelser i Stockholm, Göteborg och Malmö och några ytterligare orter. Man använde enkelledningar med jorden som återgång och eftersom hörtelefonen inte var särskilt effektiv som mikrofon blev räckvidden ganska begränsad; man räknade med högst cirka 50 km.

Hur telefonen bäst skulle användas var inte alldeles klart från början. Visst kom den många gånger till praktisk användning för att utväxla meddelanden, men typiskt är att den vid demonstrationer av det nya mediet i allmänhet användes för överföring av musik.<sup>3</sup> Det finns gott om tidningsartiklar från sådana tillfällen där det beskrivs hur de olika musikstämmorna kunde uppfattas fullt naturligt. Många personer var rädda för den nya uppfinningen och det förekom till och med att präster från predikstolen varnade för den eftersom de uppfattade den som ett "djävulens påfund".

Televerket var naturligtvis intresserat av telefonen och gjorde en del försök med den. Vad man närmast ville prova var "huruvida telefonen skulle kunna användas i telegrafiens tjänst till befordring af telegrammer". Försöken visade att den inte kunde användas på så långa avstånd som det då var fråga om. Även på korta avstånd förekom störningar och det var svårt att uppfatta meddelanden. Verket ansåg i sin underdåniga berättelse till Kungl. Maj:t 1877 därför "att, åtminstone för närvarande och så länge icke konstruktionen af telefonapparaterna ernått en högre grad af utveckling" det inte var någon fördel att använda telefoner i stället för de vanliga telegrafapparaterna.

Landets första telefonstation öppnades i september 1880 i Stockholm av Stockholms Bell Telefonaktiebolag med drygt ett



3. Stockholms Bell Telefonaktiebolag, telefonstationen i Stockholm 1881.

100-tal abonnenter. Ett år senare öppnade Telegrafverket en telefonstation i huvudstaden för departementen och de centrala ämbetsverken och 1883 bildades Stockholms Allmänna Telefon AB. Parallellt med näten i Stockholm byggdes på privata initiativ telefonnät i de flesta större städer och orter i landet.

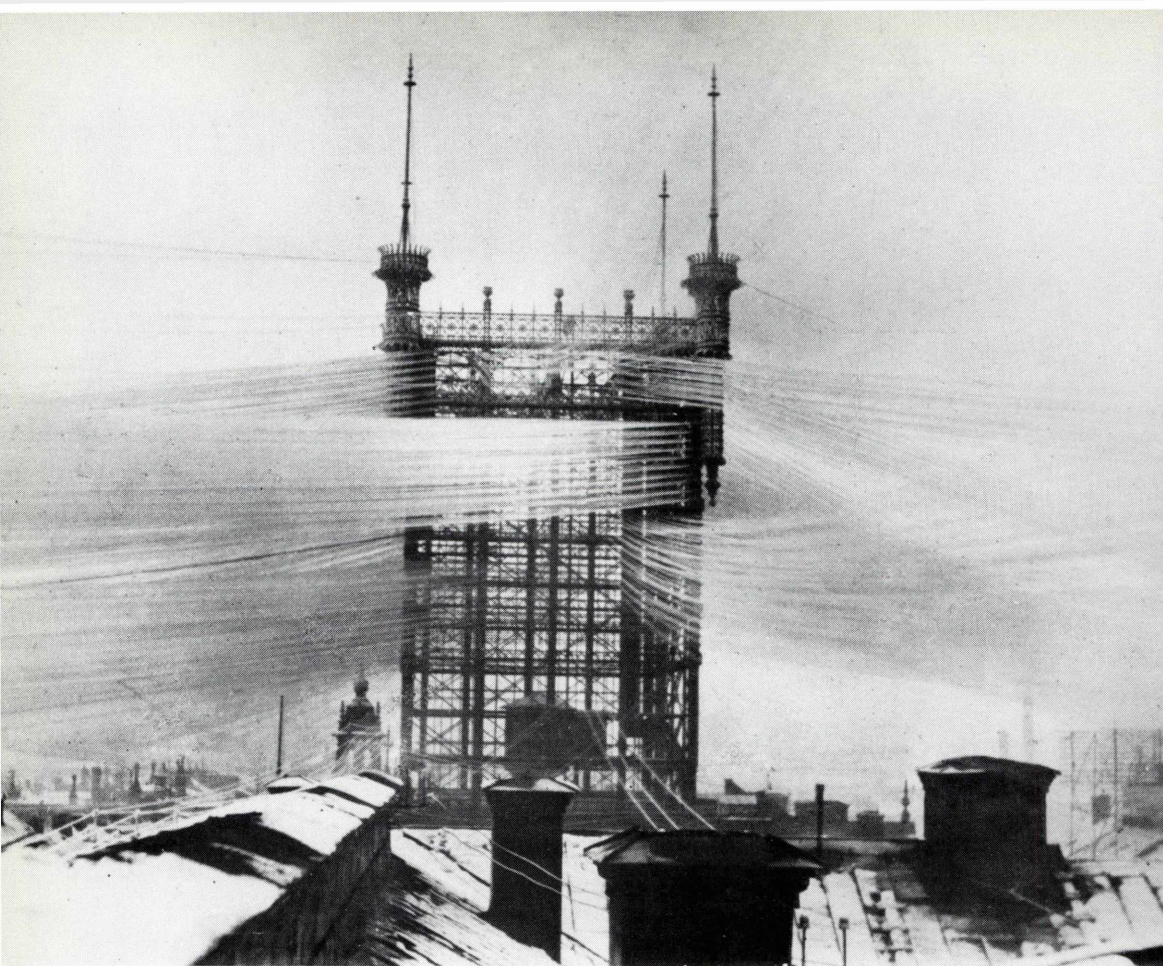
Telegrafverkets första egentliga lokalnät för allmänheten öppnades i Härnösand den 1 november 1882 med 58 anslutna apparater. Samma år tillkom ett telefonnät i Uddevalla.

1883 påbörjades ett statens telefonnät i Skåne genom att Bellbolagets nät i Malmö inköptes av Telegrafverket och ett nät i Lund nyanlades. De båda näten sammanbands med dubbelledningar. Året därpå inlöstes telefonnätet i Landskrona och byggdes nya nät i Eslöv och Trelleborg. Under åren 1885–88 tillkom ett omfattande nät i Bohuslän samt telefonstationer i Helsingborg och Umeå. Dessutom inköptes både Bellbolagets och konkurrenten Allmänna Telefonföreningens nät i Göteborg och trakten däromkring.

### *Telegrafverket bygger Riks- telefonnätet*

Telegrafverkets avgörande satsning på telefonrörelsen kom mot slutet av 1888 då verket lämnade den första planen för ett riksomfattande telefonnät till Kungl. Maj:t. Man hade redan börjat bygga telefonledningar mellan Stockholm och Göteborg och nu





4. Telefontornet i Stockholm, uppfört på 1880-talet för Stockholms Allmänna Telefonaktiebolag.

föreslogs en utbyggnad som skulle förena landets olika delar. Planen upptog bland annat ledningar Stockholm–Malmö, Stockholm–Härnösand, Härnösand–Sollefteå, Göteborg–Malmö, Göteborg–Jönköping, Örebro–Karlstad, Helsingborg–Kristianstad, Gävle–Falun m fl och dessutom utgreningar till flera orter så att förbindelsenätet skulle omfatta sammanlagt 2751 km ledningar.

Telegrafverkets förslag behandlades av 1889 års riksdag som beviljade ett anslag på 750 000 kronor för en första utbyggnad. Arbetet började samma år och telefonledningarna Stockholm–Göteborg blev klara den 1 augusti 1889.

En förutsättning för att få använda den nya långväga förbindelsen var att telefonen anslöts med dubbelledning. Det vanliga var annars att man hade enkeltrådig förbindelse, men det gav dålig kvalitet på längre avstånd.

Telegrafverket annonserade om den nya förbindelsen och erbjöd



abonnemang på dubbeltrådiga ledningar och förbättrad telefon med kolkornsmikrofon. Avgiften för ett samtal om högst tre minuter var trettio öre om avståndet inte översteg 25 nymil och femtio öre på längre avstånd.

I hela landet fanns vid 1889 års slut ca 20 000 telefonapparater varav ungefär 20 % ingick i Telegrafverkets nät. Samma år utgav verket den första Rikstelefonkatalogen, omfattande 32 sidor.

Sedan 1850-talet hade Öller & Co svarat för en stor del av tillverkningen av den telegrafapparat som behövdes. I och med telefonens genombrott kom Telefonaktiebolaget L M Ericsson att dominera teleindustrin i landet. L M Ericsson utvecklade under 1880-talet egna telefonapparater av god kvalitet som användes både i Rikstelefonnätet och de enskilda telefonföreningarnas nät. Från L M Ericsson utgick också flera typer av växelbord och annan telefonutrustning. Öller insåg att han inte kunde klara konkurrensen och 1886 började han avveckla sin rörelse.

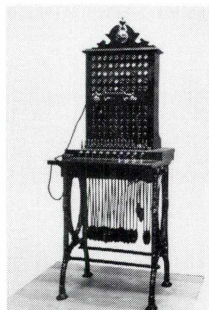
### *Telefonen vid en vändpunkt*

Vid början av 1890-talet stod det svenska telefonväsendet vid en avgörande vändpunkt. I och med att långväga telefonförbindelser hade börjat byggas mellan landets olika delar blev det nödvändigt att ge telefonväsendet en enhetligare struktur än förut. Även den bästa telefonförbindelse mellan olika orter måste fungera dåligt om inte också lokalnäten hade en godtagbar teknisk standard. Det krävdes att abonnenterna hade dubbeltrådiga ledningar. Detta i sin tur drog med sig krav på nya växelbord på stationerna och att telefonapparaterna byttes ut mot modernare telefoner med kolkornsmikrofon.

Telegrafverket fick 1890 en ny chef, Erik Storckenfeldt, som kraftfullt grep sig an uppgiften att utveckla telefonanläggningarna i landet. Det skedde genom fortsatt utbyggnad av riksnätet med långväga förbindelser och genom anläggning av en mängd nya telefontät. Därtill kom att de redan befintliga enskilda näten successivt övertogs av Telegrafverket.

Efter överenskommelser med de danska och norska teleförvaltningarna anlades åren 1892–93 en telefonledning från Örebro över Karlstad och Charlottenberg till norska gränsen där den anknöts till en ledning från Oslo. 1893 anlades också en ledning från Malmö till Hildesborg varifrån den fortsattes till Vedbæk på danska sidan av Öresund och därifrån till Köpenhamn. De nya telefonförbindelserna öppnades den 3 september 1893 till Norge och den 6 december samma år till Danmark.

Då Telegrafverket skulle anlägga telefontät i Stockholm var utrymmet i luften så pass upptaget av de enskilda nätens ledningar att det blev svårt att dra fram ytterligare abonnentledningar, i synnerhet som de skulle vara dubbeltrådiga. Dubbelledningar hade



5. 50 linjers telefonväxel från L M Ericsson, 1897.



6. Arbetslag i Mariestad 1896.

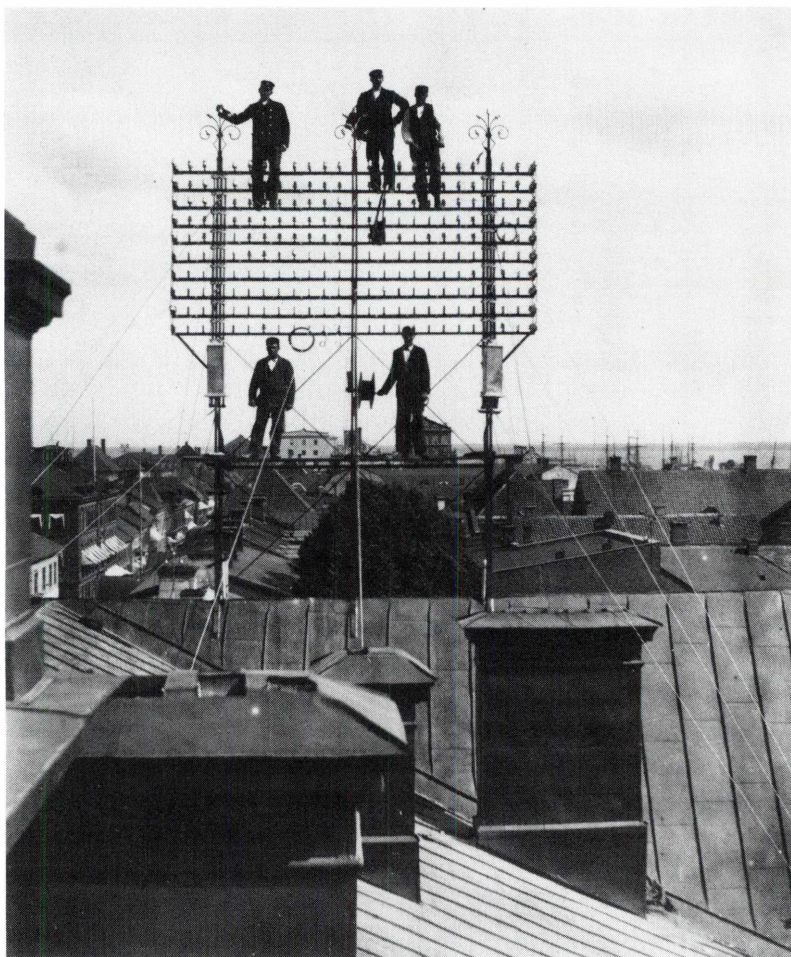
den fördelen att de kunde läggas i telefonkablar utan att orsaka induktion i andra ledningar i samma kabel. Verket bad därför vederbörande myndigheter att få bygga det nya nätet med jordkablar i stället för luftledningar på vissa sträckor. Tillstånd bevil-



jades av stadsfullmäktige och de första jordkablarna började läggas ned sommaren 1891. Man använde då kabelblock av betong enligt ett system som hade utarbetats av ingenjör Axel Hultman, telefoninspektör i Stockholm. Telefonkablarna bestod av koppartrådar, isolerade med papper och virade två och två i spiral och omgivna av en blymantel.

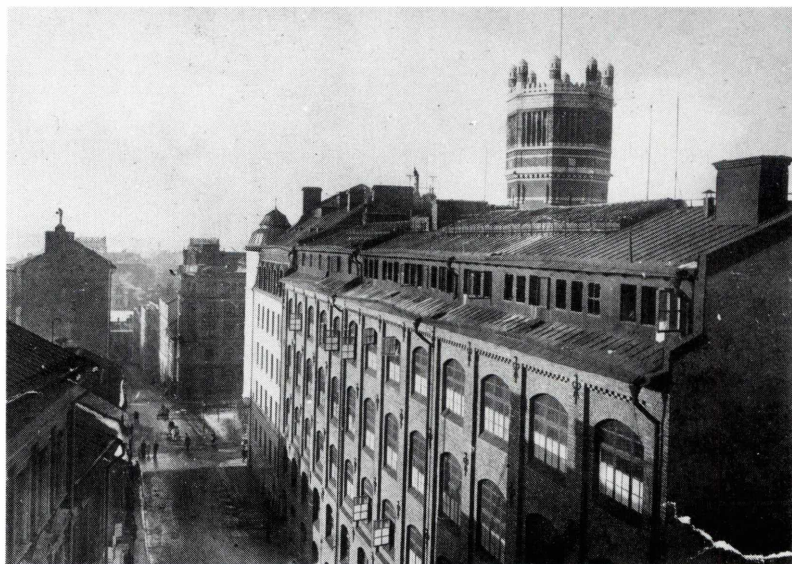
*Telegrafverket  
öppnar egen  
verkstad*

Under 1880-talet hade Telegrafverkets behov av telefonapparater, växelbord m m till största delen fyllts genom inköp från L M Ericsson. Dessutom köptes telefonapparater från Stockholm Bell telefonaktiebolag eller dess amerikanska moderbolag. När verkets telefonverksamhet kraftigt utvecklades på 1890-talet uppstod behov av att disponera över en egen verkstad för tillverkning och reparationsarbeten. 1891 inledde därför Telegrafverket en verk-



7. Utgreningsstativ i Kalmar, 1901.





8. Telegrafverkets verkstad, Mosebacke, Stockholm, 1908.

stadsrörelse i Bångska huset i Stockholm, samma byggnad som tidigare hade varit huvudstation för den optiska telegrafen och senare undervisningsanstalt.

Utom reparationsarbeten utfördes vid verkstaden redan från början en hel del nytillverkningar, bland annat multipelväxlbord för dubbelledningar och 1893 telefonapparater med ny formgivning, ritade av arkitekten Isak Gustaf Clason. Priset både för nytillverkningar och vid reparationer visade sig bli betydligt lägre än om motsvarande arbeten skulle ha utförts vid enskilda verkstäder. Priserna för nytillverkade apparater låg 15–25% under de enskilda verkstädernas priser och för reparationer uppgick de till något mer än hälften. Konkurrensen ledde också till nedsättning i de enskilda fabrikernas priser.

### *Typptryckstelegraf provas*

I början av 1890-talet hade man på de viktigaste inländska telegrafförbindelserna infört Wheatstone's snabbskriftsapparater för att avverka de ökande trafikmängderna. Apparaterna var ganska dyra och fordrade särskild utbildning för hanteringen, varför man 1903 i viss omfattning återgick till vanlig morsetelegrafering. Dessförinnan hade man dock gjort det möjligt med samtidig expedition av fyra telegram på samma ledning (kvadruplex).

Utomlands hade man ganska allmänt infört typptryckstelegrafer där telegrammen automatiskt skrevs ned på mottagarstationen. Telegrafverket beslöt att pröva ett nytt system som hade uppfunnits av den australiske journalisten Donald Murray. Det nya, kom-

binerade snabbskrifts- och typtryckssystemet infördes 1907 mellan Stockholm och Göteborg, men visade sig inte motsvara förväntningarna. Systemet var mycket känsligt för temperaturvariationer och fordrade ständig omjustering. År 1911 upphörde man helt att använda murraysystemet.

### *Centralbatteri – enklare telefoner*

Det telefonsystem som från början tillämpats i Sverige var lokalbatterisystemet (LB) med batteri i varje enskild telefonapparat. I slutet av 1890-talet utvecklades ett nytt växelbordssystem, där de strömförsörjande batterierna i telefonapparaterna ersattes av ett ackumulatorbatteri, som placerades centralt på telefonstationen. Telefonerna blev betydligt enklare och mindre eftersom man inte heller behövde någon signalinduktor i telefonen – anrop till telefonstationen gjordes helt enkelt genom att lyfta luren, varvid en lampa tändes i växelbordet.

Den första telefonstation i Sverige som utrustades med centralbatterisystemet (CB-systemet) var den i Helsingborg. Året var 1909 och tillverkaren L M Ericsson. Stationen var byggd för maximalt 10 000 nummer. Under följande år kom CB-systemet till användning då det blev nödvändigt att ersätta de större telefonstationerna med nya.

För att göra det möjligt för personer som inte var telefonabonnenter att telefonera hade på en del håll inrättats s k "allmänna samtalsstationer" där man kunde ringa sina samtal mot särskild avgift. Vid sekelskiftet infördes myntapparater som medgav att telefonisten på telefonstationen kunde kontrollera att avgiften erlades. Sådana automater sattes bland annat upp på ett stort antal järnvägsstationer. För att telefonautomater också skulle kunna användas i det fria sattes telefonkiosker upp för apparaterna. De första kioskerna – av s k "pagodmodell" – infördes år 1901 i Stockholm på ett tjugotal platser.

### *Telefonering med Tyskland och Frankrike*

Ungraren Pupin, som hade flyttat till USA, visade vid sekelskiftet hur man genom att punktvis koppla in spolar på en ledning kunde minska talströmmarnas dämpning och därigenom förlänga telefoneringsdistansten. Tekniken – "pupinisering" – gav också möjlighet att använda klenare ledningstrådar än tidigare. Den första pupiniserade kabeln i Sverige lades 1909 mellan Malmö och Lund.

Ett annat sätt att lösa problemet med telefonering över långa avstånd prövades också. Två ingenjörer vid Telegrafverket, Egnér och Holmström, konstruerade 1908–09 en starkströmsmikrofon, med vilken lyckade telefoneringsförsök gjordes sommaren 1909. Man talade mellan Stockholm och Berlin (ca 1 300 km) och mellan Stockholm och Paris (2 270 km) med gott resultat. Det krävdes dock att ledningarna var fullt felfria och inte orskade över-

hörning till närliggande ledningar. Det berättas att vid telefoneringsförsöken med Paris samtalen hördes över på så gott som alla ledningar i hela norra Tyskland. Inom Sverige kom en modifierad form av apparaten till användning under 1910-talet.

I augusti 1903 upptogs telefontrafik mellan Sverige och Tyskland. Den gick via Danmark och en kabel mellan Lolland och Femern. Telefoneringen kunde dock inte utsträckas särskilt långt. Från Stockholm, Norrköping och Örebro kunde man t ex inte komma längre än till Hamburg och Lübeck och från Göteborg dessutom till Bremen, Stettin och Stralsund, medan Malmö och Helsingborg fick förbindelse även med Berlin.

I januari 1914 togs från tysk sida initiativ till en direkt telefonkabel med två pupiniserade dubbelledningar, varigenom tre samtalsförbindelser skulle kunna erhållas. Lämpligaste sträckningen för kabeln ansågs bli mellan Trelleborg och Rügen. Telegrafverket beviljades medel till anläggningen men kriget kom emellan och först i november 1919 var förbindelsen klar. Kabeln utrustades med förstärkare i Malmö och Stralsund. Det var första gången som elektronrör användes i Sverige för detta ändamål. Kabeln kunde därigenom utföras med klenare ledare än vad som från början hade planerats och kostnaden för anläggningen blev för Sveriges del endast hälften av den beräknade. Stockholm kunde nu samtala med Berlin för första gången med vanliga telefonapparater.

### *Snabbtelegraf med hål- remsor*

Murrays telegraferingssystem hade inte svarat mot förväntningarna utan efterträddes av en komplettering till Wheatstones system, som hade uppfunnits av skotten Creed. Enligt hans system erhöles i mottagaren en perforerad remsa, som kunde sättas in i en printer och därigenom fås i typskrift. De första Creedapparaterna installerades 1913, vilket visade sig vara en mycket läglig tidpunkt. Wheatstone-Creed-systemet var mycket driftsäkert och hade stor trafikkapacitet vilket kom väl till pass under de följande krigsårens kraftigt ökade telegramtrafik.

### *Telegrafverket börjar med radiotelegrafi*

De första stationerna för trådlös förbindelse med fartyg upprättades av örlogsflottan. Telegrafverkets första kuststation inrättades vid Nya Varvet i Göteborg år 1911. Effekten var 16 kW. Enligt uppgjorda planer skulle kuststationer uppföras så att de täckte farvattnen runt hela den svenska kusten. Samtidigt skulle en "centralstation" av större effekt uppföras i Karlsborg för att i händelse av krig trygga förbindelserna för den centrala krigsledningen och regeringen. Planen godkändes av Kungl. Maj:t och sedan riksdagen beviljat medel byggdes Vaxholms kuststation 1914 och Härnösands 1916. En station i Boden öppnades för trafik med





9. Fartygsradio med gnistsändare, typ Marconi, 1912.

fartyg 1919. Centralstationen i Karlsborg blev färdig 1918 med en effekt av 80 kW. Man hoppades att med den kunna få radio-telegrafförbindelse med Nordamerika. Försök visade dock att detta var möjligt endast under gynnsamma förhållanden.

### *Verkstaden flyttar till Nynäshamn*

Telegrafverkets verkstad hade utvecklats så kraftigt att lokalerna vid Mosebacketorg inte räckte till trots utbyggnader. Den nye verkstadschefen, Klas Weman, som trädde till 1909, begärde att få organisera om verkstadsdriften och låta bygga en helt ny och efter dåtida förhållanden modern verkstad. Platsen för den blev Nynäshamn. Det blev en enplans byggnad av skågtandtyp. Inflyttning ägde rum på våren 1913 och den nya verkstaden uppfyllde alla förväntningar.

### *Rikskabelnät börjar byggas*

1918 hade en grupp sakkunniga lagt fram en plan för ett rikskabelnät. Planerna aktualiserades av att tågsträckan Stockholm–Göteborg skulle elektrifieras. Telefonledningarna mellan de båda städerna var blanktråd upplagd på stolplinjer utmed järnvägen.

Linjen måste flyttas för att undvika störande induktion från järnvägsströmmen. En flyttning av stolplinjen var både besvärlig och kostsam varför det skulle bli fördelaktigare med en kabel. Åren 1921–23 lades den 540 km långa kaabeln med sex förstärkarstationer på sträckan.

Sommaren 1924 påbörjades nästa stora rikskabelarbete mellan Stockholm och Norrköping och sommaren 1926 började man lägga kabeln Stockholm–Gävle. 1929 startade man från Norrköping söderut och kom fram till Nässjö samma år.

### *Automatiseringen inleds*

Redan på 1880-talet hade mindre telefonväxlar för automatisk koppling av telefonsamtal konstruerats i Sverige. Vid världsutställningen i Paris 1900 belönades en automatväxel, konstruerad av ingenjören vid Telegrafverkets verkstad G A Betulander och telegrafkommissarien J P Pehrson, med guldmedalj.

När det gällde större telefonstationer aktualiserades frågan om automatisk koppling i början av 1910-talet. Då fanns några utländska automatsystem som vederbörligen studerades av svenska Telegrafverket. Det fanns ju även skickliga svenska konstruktörer och provstationer sattes upp i Stockholm enligt tre olika system: ett av AB Autotelefon Betulander med reläväljare, ett av Telegrafverkets verkstad med väljare konstruerade av Herman Olsson och ett av L M Ericsson med en originell väljarkonstruktion, upfunnen av Axel Hultman vid Telegrafverket.

Efter inköpet av AB Stockholmstelefon 1918 var grunden lagd till en enhetlig automatisering av Stockholms telefonnät. Telegrafverket valde L M Ericssons system, där man hade tagit till vara Hultmans idéer men omsatt dem till en mera ändamålsenlig väljare, den s k 500-väljaren.

Våren 1920 ingav firman anbud på en 500-väljarstation och i april året därpå skrevs kontrakt på en anläggning i Stockholm för



10. Telefonapparat i plåt för centralbatterisystem, 1910.

5 000 abonnenter i Vasastan. Stationen – Norra Vasa – öppnades för trafik den 15 januari 1924. Märkligt nog var sedan stationen i drift ända till 1985. Norra Vasa följdes snart av flera stationer av samma slag både i Stockholm och på andra större orter.

Att man valde 500-väljarsystemet för större telefonstationer innebar inte att man avskrev varje tanke på andra system. Ingenjörerna Betulander och Palmgren kombinerade reläer till en koordinatväljare. Erfarenheterna av prov med denna blev så gynnsamma att Telegrafverket beslöt att utveckla ett koordinatväljarsystem i egen regi. Den första större telefonstationen i Sverige enligt detta system var den i Sundsvall. Den tillverkades av Telegrafverkets verkstad för 3 500 abonnenter och öppnades 1926.

### *Telefontrafik med Amerika*

I Sverige kunde under de första åren av 1920-talet utländska telefonsamtal utväxlas enbart med Danmark, norra Finland (över Haparanda), Norge och Tyskland. Från 1925 blev det möjligt att telefonera till Schweiz, Tjeckoslovakien och Österrike, 1927 till Belgien, Frankrike och Storbritannien, 1928 till Luxemburg, Nederländerna och unger och 1929 via en nya Finlandskabel över Ålands hav till hela Finland. Samma år öppnades även förbindelse med Irland, Italien, Polen, Portugal och Spanien.

Tack vare teknikens framsteg kunde stabila radiotelefonförbindelser i slutet av 1920-talet öppnas med utomeuropeiska länder. Den viktigaste var förbindelsen med USA som öppnades 1928. Samma år etablerades radiotelefonförbindelse med Kanada, Kuba och Mexiko och 1929 med Argentina.

### *Nya telegraf- apparater och flera förbindel- ser*

För att spara tid och arbetskraft hade man infört trycktrycksapparater på hårt belastade telegrafförbindelser. Under 1920-talet framkom en ny typ av telegrafapparater som liknade skrivmaskiner. Man använde då det s k femenhetsalfabetet där till skillnad mot i morsesystemet alla tecken var av samma längd och sammansatta av strömimpulser av lika varaktighet men i olika kombinationer. Man kunde uppnå hög skrivhastighet, ungefär motsvarande en vanlig skrivmaskins.

Den amerikanska versionen av de nya apparaterna var Morkrum-Kleinschmidts s k teletypeapparat. I Europa utvecklade både Creed i Storbritannien och Siemens & Halske i Tyskland i slutet av 1920-talet liknande apparater. 1928 provades teletypeapparater i Sverige med resultat att man beslöt övergå till teletypesystemet i stället för morsesystemet. Telegrafverket började också köpa fjärrskrivmaskiner av Creeds tillverkning.

1923 provades ett nytt system för telegrafisk överföring, det s k tontelegrafsystemet. Det byggde på att utnyttja det nya bärfrekvenssystemet och innebar att en telefonförbindelse uteslutande



användes för telegrafändamål. Telefonkanalen delades upp i ett antal smalare frekvensband, som vart och ett utnyttjades för en telegrafförbindelse. Den bredd som varje sådant band upptog bestämdes av den telegraferingshastighet man ville använda. Tontelegrafsystemet blev med tiden allt viktigare i den telegrafiska överföringen.

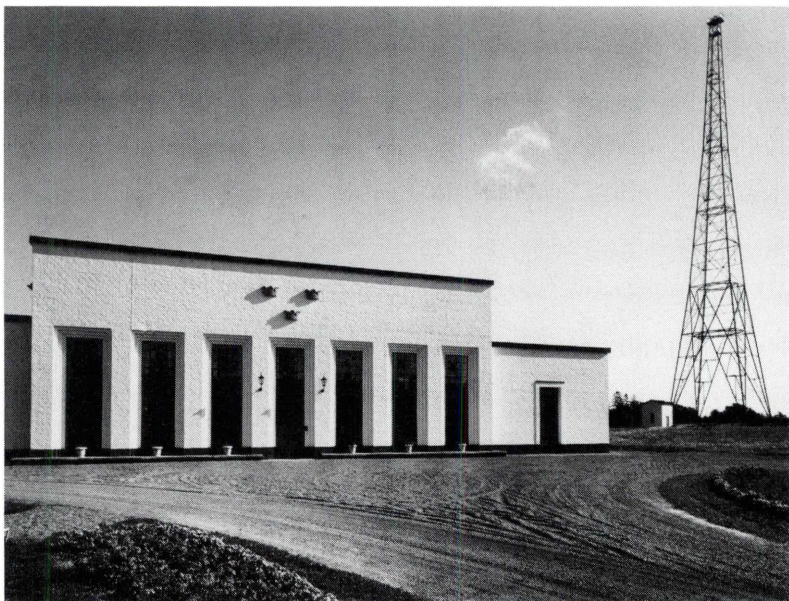
Sverige öppnade sin första direkta radiotelegrafförbindelse med USA 1923. Sändarstationen förlades till Grimeton strax öster om Varberg och byggdes enligt det av svenskamerikanen Ernst Alexandersson lanserade långvågssystemet med roterande högfrequensmaskiner. Mottagningsstationen i Kungsbacka använde som antenn en 13 km lång telefonledning på telefonstolpar. Telegramexpeditionen förlades till en radiocentral i Göteborgs telegrafstation.

### *Rundradion börjar sända*

På försommaren 1922 började Telegrafverket med försökssändningar av musikunderhållning från en radiosändare som sattes upp på verkets undervisningsanstalt i Stockholm. Radiomottagare hade inköpts från England och sattes upp hos några utvalda personer i huvudstaden. I den mån programmen inte bestod av grammo-



11. Rundradiostation, installerad på Telegrafverkets undervisningsanstalt 1923



12. Motala långvågsstation, 1927.

fonmusik bekostades de av enskilda företag, som till tack för detta fick sina namn nämnda, men även Verkets egna tjänstemän bidrog med musik och sång. Ungefär samtidigt med Telegrafverket började Svenska Radioaktiebolaget ordna försökssändningar i Stockholm. I slutet av 1923 började mera regelbundna sändningar göras också från kuststationerna i Boden och Göteborg.

Intresset för rundradion var stort och flera framställningar gjordes till Kungl. Maj:t om att få bedriva radioverksamhet. Ansökningarna remitterades till Telegrafverket, som i ett utlåtande 1923 avstyrkte alla och i stället lade fram ett eget förslag till hur en rundradioverksamhet borde ordnas i Sverige.

Kungl. Maj:t uppdrog åt Telegrafverket att infordra anbud om rätt till utövande av rundradioverksamhet och att senare inkomma med förslag i ärendet. Efter många diskussioner och förhandlingar konstituerades i maj 1924 programbolaget Radiotjänst, som sedan i skrivelse till Telegrafverket anförde de skäl som talade för att det borde anförtrös rundradioverksamheten i landet. Resultatet blev att Radiotjänst med ingången av 1925 övertog programverksamheten från Telegrafverket, som fortfarande skulle svara för den tekniska delen av verksamheten. Rörelsen skulle finansieras med licensmedel, avgiften var 12 kronor per år. Antalet licenser var 40 000 redan vid starten och steg under året till 125 000.

Sändarstationer på 1/2 kW antenneffekt fanns i Stockholm, Göteborg, Malmö, Sundsvall och Boden. Lokala radioklubbar star-



tade en rad smärre sändarstationer på flera håll. Det visade sig snart att det i landet behövdes en större station med lång våglängd och stor räckvidd. Telegrafverket föreslog en station på 25–30 kW och en våglängd p, ca 1350 meter. Platsen blev Motala och våren 1927 kunde stationen öppnas med det sedan under lång tid använda anropet "Stockholm–Motala".

### *Fortsatt telefonautomatisering*

I början av 1930-talet var tiden mogen för automatisering av telefonväxlarna på landsbygden. De första stegen togs våren 1934 då stationerna Mässbacken och Skattungbyn i Dalarna öppnades, båda med 50 nummer. År 1935 var man färdig att prova ett helt automatiserat telefonnät i Krylbo-området. Intresset bland abonnenterna på landsbygden för att få sina växelstationer automatiserade var stort och ofta förekom en livlig abonnentvärvning från de tidigare abonnenternas sida för att stationen skulle behöva utökas och därigenom motivera en automatisering.

För automatisering av stationer på landsbygden ville man använda ett svenskt system, tillverkat inom landet, och valet föll på koordinatväljaren, som utmärkte sig för stor driftsäkerhet. De typer av koordinatväljarväxlar som utvecklades gällde 9, 20, 50 och 90 nummer.

De vanligaste typerna av telefonapparater för lokalbatterisystem var en väggapparat med trähölje och en bordapparat med överdel och sockel i trä. De hade tillverkats sedan mitten av 1890-talet. Telefoner för centralbatterisystem var däremot gjorda helt i pl,t. Från mitten av 1920-talet tillverkades också lokalbatteriapparater i detta utförande.

Den stora nyheten på apparatfronten var under 1930-talet att man övergick till bakelit- i stället för plåtkåpa, varigenom telefonerna fick ett nytt utseende. De första bakelitapparaterna inköptes 1932 från L M Ericsson, men tillverkning av sådana telefoner togs kort tid därefter upp också av Telegrafverkets verkstad, sedan verket hade fått tillverkningsrätt till apparaterna.

För att få erfarenhet av automatisering av större områden projekterades under slutet av 1930-talet en omfattande automatisering av Borås-området med kringliggande stationer, sammanlagt ett 60-tal manuella stationer. Automatiseringen skulle också omfatta mellanortstrafiken inklusive rikstrafik inom området. Projektet slutfördes under de första åren av 1940-talet.

Första början till automatisering av den långväga telefontrafiken gjordes 1949, då rikstrafiken på sträckan Norrköping–Linköping öppnades för helautomatisk trafik. Automatiseringen blev möjlig tack vare tillkomsten av en s k koaxialkabel som betydligt ökade tillgången på förbindelser på sträckan och genom att ett nytt debiteringssystem för rikssamtal infördes.



Efter viss tvekan automatiserade Telegrafverket telefontrafiken Stockholm–Göteborg i slutet av 1954. Tveksamheten gällde dels den stora trafimängden som skulle avverkas – cirka 5 000 samtal per dag i vardera riktningen – dels hur trafikanterna skulle rage-  
ra mot att inte få specifikationer på så pass dyra samtal som det här gällde. Å andra sidan drogs man med knapp tillgång på personal på de båda stationerna och brist på expeditiionsplatser. Ett fiasko för denna största riksvia skulle få tråkiga konsekvenser för den fortsatta utomatiseringen. Några komplikationer blev det dock inte; trafikanterna lovordade i stället den nya trafikformen och trafiken mellan de båda städerna ökade efter automatisering-  
en med närmare 50 %. Därmed var isen bruten för en fullständig automatisering av all rikstrafik inom landet.

### *Abbonenttele- grafi – telex*

När fjärrskrivmaskiner började införas på 1920-talet behövdes inte kunskaper i telegrafering för att sköta dem. Ett steg i utvecklingen blev då att ordna nät av telegrafförbindelser, där olika abonnenter kunde kopplas samman med varandra precis som i telefonnätet. Ett sådant nät anlades av Bellbolaget i USA i början av 1930-talet. För systemet antogs småningom den internationella beteckningen Telex, som en förkortning av "Teleprinter exchange service". Den första telexstationen i Sverige var en provisorisk manuell station som togs i bruk i Stockholm i augusti 1945. År 1946 ersattes den provisoriska stationen med tre automatiska telexstationer, en huvudstation i Stockholm och understationer i Göteborg och Malmö. Vid slutet av året var 25 telexabbonenter anslutna.



13. Telexinstallation från 1960-talet.

## Trådradio eller FM

En epok i svensk rundradiohistoria utgjorde trådradion. Den innebar att man sände radioprogrammen högfrekvent på vanliga telefonledningar. Med filter skildes den högfrekventa överföringen från de lågfrekventa telefonsamtalen. Vid mottagarna uppdelades ledningarna på motsvarande sätt i en anslutning för högfrekvens till radiomottagaren och en för lågfrekvens till telefonen. Ingenting hindrade att flera lyssnare anslöts till en och samma ledning. Lyssnarna kunde använda vilka radiomottagare som helst, som var utrustade med långågsbandet. God teknisk kvalitet kunde fås, fri från atmosfäriska störningar. Ingen hänsyn behövde heller tas till internationell våglängdsplaner och flerprogramfrågan kunde lösas på enkelt sätt.

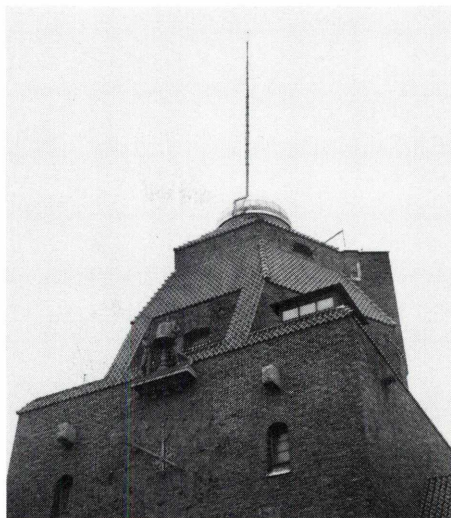
Det första egentliga trådradionätet upprättades på Gotland 1943. Samma år tillsattes en rundradiokommitté som yttrade sig till förmån för trådradion.

Detta kritiserades starkt av radioindustrin som hade hoppats på ett nät av FM-radiostationer med försäljning av FM-mottagare som följd. Regering och riksdag följde dock kommitténs förslag och fram till 1956 var deras beslut vägledande för rundradioverk-



14. Försökssändning med television från Tekniska Högskolan i Stockholm.

15. Antenn på Tekniska Högskolan i Stockholm för försökssändningar med television.



samheten i Sverige. Antalet anslutningar till trådradionätet var som mest 400 000. Detta antal nåddes 1962 då fortsatt utbyggnad av trådradion upphörde.

Under 1930-talet gjordes i USA försök med frekvensmodulering (FM) i stället för amplitudmodulering (AM) vid rundradiosändningar. FM-modulering krävde större bandbredd än den traditionella moduleringen och måste därför förläggas till frekvensområden inom metervågsbandet (VHF). Ljudkvaliteten kunde göras avsevärt bättre och mottagningen blev så gott som helt fri från störningar. Det nya systemet hade den nackdelen att räckvidden för sändningarna blev relativt kort och att lyssnarna måste skaffa sig nya radioapparater.

I Sverige gjordes 1944 försök med en FM-sändare, närmast för att undersöka räckvidden. Några år senare skaffades en FM-sändare, som från hösten 1951 sände det ordinarie riksprogrammet i centrala delarna av Stockholm.

Hösten 1947 kallade Telegrafverket några intressenter till ett sammanträde om hur utvecklingsarbetet på TV-området borde organiseras. Ett samarbetsorgan tillsattes – Nämnden för televisionsforskning. 1948 blev en TV-sändare färdig på Tekniska Högskolan i Stockholm med en utstrålad effekt av 1 kW. En första demonstration av nämndens apparater ägde rum i juni 1949.

### *Första Atlantkabeln för telefoni*

Den 25 september 1956 blev ett historiskt datum i de internationella telekommunikationernas historia. Då togs den första transatlantiska telefonkabeln i bruk. Två parallella koaxialkablar hade lagts ut, vardera avsedd för en talriktning. Kablarna, som kunde överföra 36 samtidiga telefonsamtal, hade 102 förstärkare inkänkade på





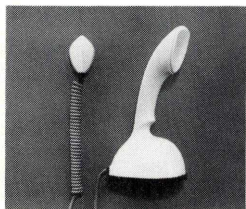
16. Första atlantkabeln för telefoni öppnas, 1956.

havsbotten. Av de trettiosex telefonförbindelserna fick de skandinaviska länderna samsas om en förbindelse till New York. Sveriges radiotelefonförbindelse med USA bibehölls som en reserv för trådförbindelserna. Telefontrafiken mellan Sverige och USA mer än fördubblades efter telefonkabelns tillkomst. Den del av trafiken som fortfarande gick per radio minskade dock inte utan ökade med ca 25 %.

### Nya telefoner



17. Telefonapparat av 1950-talsmodell.



18. Ericofon, ny modell av telefon 1957.

Telefoner med knappsats i stället för fingerskiva inkopplades för första gången som abonnentapparater i Nynäshamn 1952. Stationsregistren var utförda med elektroniska mottagningsanordningar för knappsatssystemet, där siffrorna representerades av olika elektriska motstånd. Vid Televerkstadens 50-årsfirande 1963 av utflyttningen till Nynäshamn fick de 3 000 abonnenterna i staden knappsatstelefoner i jubileumspresent.

Under 1950 introducerades en ny telefonapparat som skilde sig från 1930-talets bakelitapparat genom mjukare, mera avrundade former, vilket också gällde mikrotelefonen. Fingerskivan hade försetts med hålskiva av bakelit. Standardapparaten var svart, men den kunde fås i benvit färg mot en tilläggsavgift.

År 1957 påbörjades prov med den nya telefonapparatstypen Ericofon, som hade utvecklats vid L M Ericsson. Det som utmärkte den nya apparaten, även kallad "Kobran", var att den endast bestod av en mikrotelefon, där mikrofonändan var utformad till en fot med fingerskiva, klyka, mikrofontransformator m m. I de första proven användes Ericofonen enbart som sidoapparat. Efter ytterligare prov infördes Ericofonen – försedd med separat ringklocka – år 1959 som allmänt användbar apparat i telefonnätet.

## *Helautomatisk biltelefon*

Kommunikationsradio för förbindelse med bilar hade i några fall införts relativt tidigt. Det rörde sig om rent intern trafik utan anslutning till det allmänna telefonnätet. Behov av telekommunikation fanns dock också för enskilda personer, som under bilfärd behövde vara anträffbara eller själva kunna telefonera. Vid slutet av 1940-talet uppdrog Telegrafverket åt två anställda civilingenjörer, Ragnar Berglund och Sture Lauhrén, att utforma ett biltelefonnät med helautomatisk koppling via det allmänna telefonnätet.<sup>4</sup> En första provanläggning sattes upp i Stockholm 1950. Provet utföll väl och två anläggningar anordnades, den ena i Stockholm och den andra i Göteborg. De tog i bruk för allmänheten 1956.

Ett automatiskt mobiltelefonsystem, MTB, i Stockholm, Göteborg och Malmö togs i bruk på 1960-talet. I Televerket insåg man att mobila teletjänster hade framtiden för sig och beslöt att satsa på rikstäckande mobiltelefon. Eftersom utvecklingen av ett nytt automatiskt mobiltelefonsystem bedömdes bli ganska tidsödande och det ansågs angeläget att snabbt komma igång med landsomfattande mobiltelefon, beslöt man att tills vidare satsa på den manuella tjänsten MTD. Första etappen av utbyggnaden blev i stort sett klar under 1971.

Ett enklare mobilt kommunikationssystem med ett landsomfattande mobilsökningssystem, MBS, öppnades för allmänt bruk 1978. Sökningen skedde över det befintliga FM-rundradionätet. I den mest avancerade formen överfördes inte bara söksignalen utan även den sökandes telefonnummer, som visades på en elektronisk sifferindikator på mottagaren.



19. Helautomatisk mobiltelefon, 1954.



## *Televisonen blir reguljär*

I maj 1956 godkände riksdagen vissa av Kungl. Maj:t uppdragna riktlinjer för en svensk televisionsverksamhet. De innebar att televisionen skulle byggas ut helt i statlig regi, att programproduktionen skulle anföras åt AB Radiotjänst (senare Sveriges Radio AB), att programdistributionen och uppbörden av licensavgifter skulle uppdras åt Televerket samt att verksamheten i princip skulle finansieras genom inkomster från licensavgifter på televisionsmottagare.'

Under sommaren 1956 installerades vid Stockholms rundradiostation i Nacka en televisionssändare med 60 kW utstrålad effekt. Den tog i drift för utsändning av TV-programmet från den 15 september 1956. Under 1957 påbörjades sändningar av stockholmsprogrammet även över sändare i Göteborg och Norrköping. Under 1958 togs 12 nya TV-sändare i bruk liksom en radiolänklinje för televisionsöverföring Stockholm–Norrköping–Göteborg–Malmö med anknytning till det europeiska televisionsnätet via Köpenhamn.

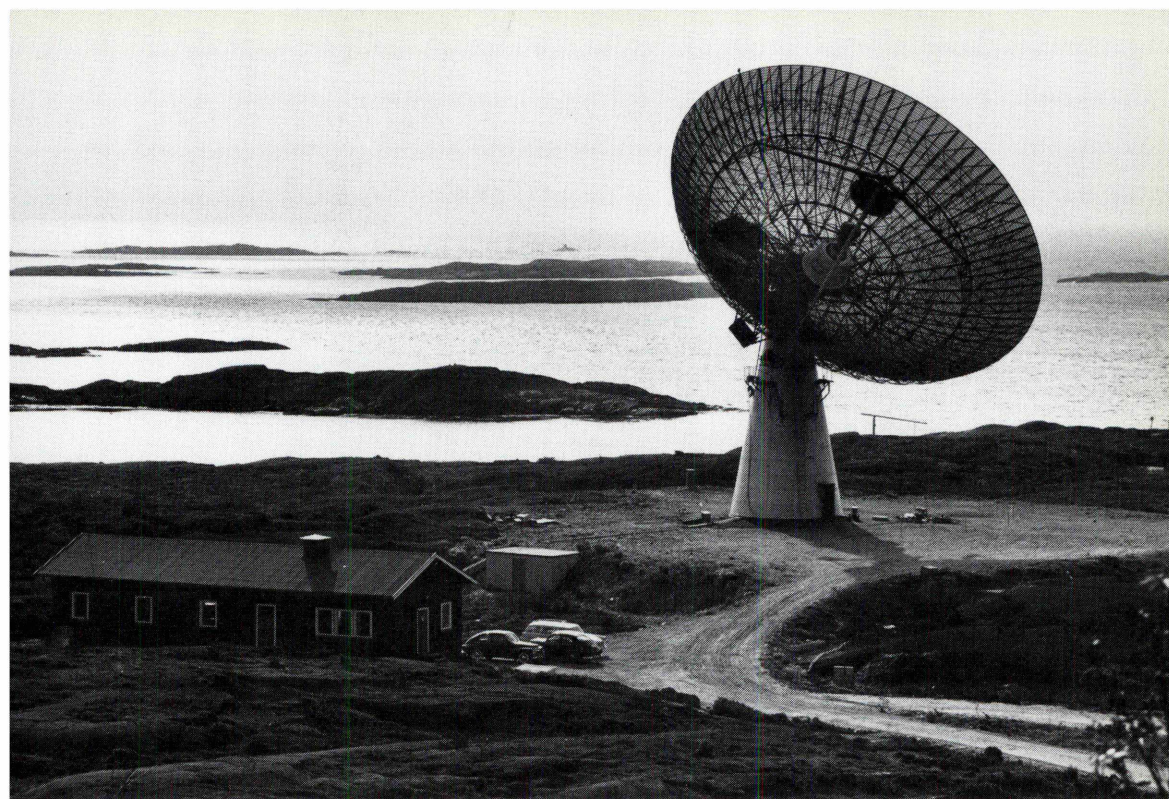
## *Telefonstationer av ny typ*

Under 1965 togs en automatisk telefonstation av helt ny typ i bruk i Drevviksstrand (system AKF 10). Väljarkomponenten i systemet var en nykonstruerad sk kodväljare och uppkopplingen av samtal utfördes enligt nya principer. Stationstypen medgav bl a automatisk abonnentidentifiering, varigenom samtalsdebitering skulle kunna ske specificerat per samtal i stället för på samtalsmätare. Andra fördelar med den nya väöjaren var kortare kopplingstid, minskat utrymmesbehov och mindre elförbrukning. Utvecklingsarbete, tillverkning och stationsmontage utfördes av L M Ericsson.

Redan tre år senare, den 10 juni 1968, invigdes den första datorstyrda stationen i Sverige. Den fanns i Tumba, där alla abonnenter – ca 5 400 – anslöts till stationen. Telefonstationen (typ AKE 12) var konstruerad och tillverkad av L M Ericsson. Telefonidelen i stationen bestod av väöjare och reläutrustning. Datadelen bestod av två processorer som arbetade synkront med alla förekommande arbetsuppgifter i stationen. Stationen gav möjlighet till nya tele-tjänster. I ett prov som omfattade 500 abonnenter fanns tillgång till de nya tjänsterna snabbkoppling, väckning, återuppringning, medflyttning, vidarekoppling vid upptaget och förbättrad telefonvakt.

Inom Televerket påbörjades 1963 utvecklingen av datorstyrda telefonväxlar av typ A 210. En provanläggning sattes upp i Storängen utanför Stockholm men lades ned 1970. Ett avtal hade träffats 1956 mellan L M Ericsson och Televerket om samarbete i fråga om elektroniska kopplingsmedel genom den sk elektroniknämnden. Idéerna från utvecklingen av AKE 12 hos L M Ericsson och A 210 hos Televerket blev sedan förverkligade i 70-talets AXE-system.





20. Råöobservatoriet med antenn för satellitmottagning, 1964.

### *Ny teletjänst – dataöverföring*

Den nya teletjänsten dataöverföring fick premiär under 1962. Efter flera års undersökningar av telenätens lämplighet för dataöverföring infördes sådan för första gången i praktiken under sommaren. S k modem (modulator – demodulator) behövdes för anpassning av datorernas signaler till telefonledningsstandard och tillhandahölls av Televerket på abonnemangsbasis.

### *Satellit- mottagning*

Enligt avtal med Chalmers Tekniska Högskola fick de nordiska teleförvaltningarna utnyttja ett nytt radioteleskop som högskolan hade uppfört på Råö söder om Göteborg. En experimentstation invigdes i november 1964 med ett speciellt TV-program från jordstationen Mojave i USA via satelliten Relay I till Råö.

Den första telesatelliten över Atlanten för kommersiellt bruk, Early Bird, sköts upp i april 1965. För Sveriges del öppnades en första telefonförbindelse via satelliten, mellan Stockholm och New York, den 28 juni och en andra förbindelse den 12 oktober.

I december 1971 invigdes den första kommersiella stationen i Norden för kommunikation över telesatellit. Stationen, som uppfördes i Tanum, ingick i det världsomspännande Intelsat-systemet och var en gemensam satsning av teleförvaltningarna i Danmark,

Finland, Norge och Sverige. Stationen användes för telefontrafik med USA och Kanada och var dessutom utrustad för överföring av TV-program.

### *Ellemtel Utvecklings AB*

I juni 1972 överfördes de sista telefonstationerna i Arjeplog-området till automatisk drift. Det innebar att automatiseringen av det svenska telefonnätet hade slutförts – en stor rationaliseringsåtgärd som hade inletts 1924, då den första automatiska lokalstationen togs i bruk. Helautomatisk närtrafik mellan olika automatstationer började införas 1940 i Borås-området. Riksautomatiseringen startade 1949 och gällde då samtal mellan de automatiserade delarna av Linköpings och Norrköpings taxeområden. I den internationella trafiken togs de första stegen 1965, då automatisk koppling infördes för samtal från Stockholm till automatiserade delar av Danmark och Norge. Man beräknade 1972 att automatiseringen dittills hade dragit en sammanlagd kostnad i dåvarande penningvärde av ungefär 8 miljarder kronor.

Automatiseringen hade stor betydelse både för Televerket och det svenska samhället och gjorde det möjligt att klara den stora trafik- och abonnentökningen efter andra världskriget. Automatiseringen medförde också stora kostnadsbesparingar för verket och bidrog till att hålla telefontaxorna låga. För abonnenterna medförde den också en förbättring av telefonservicen, framförallt på landsbygden.

Då det inhemska telefonnätet 1972 blev helautomatiserat kopplades 85 % av telefontrafiken med utlandet helautomatiskt. Den 24 april 1970 träffades avtal mellan Televerket och Telefon AB L M Ericsson om bildandet av ett utvecklingsbolag. Det nya bolaget – Ellemtel Utvecklings AB – skulle till lika delar ägas av Televerket och L M Ericsson.

Ellemtels verksamhet skulle avse utveckling och konstruktion av bl a elektroniska televäxlar, utrustningar för datanät, digitala transmissionssystem och avancerade telefonapparater. Bolaget skulle däremot inte bedriva någon egen tillverkning, utan denna skulle förläggas till delägarnas respektive industrier. Till de mest kända resultaten av Ellemtels verksamhet hör det elektroniska digitala telefonstationssystemet AXE, som på 1980-talet började ersätta de konventionella automatstationerna i lnadet. Genom Ellemtel kunde Televerket och L M Ericsson dra gemensam nytta av sina tidigare utvecklingserfarenheter, som kom till stor användning vid AXE-projektet.

### *Separat datanät*

Televerkets roll inom datakommunikationsområdet var under 1970-talet huvudsakligen begränsad till att tillhandahålla dataförbindelser och utrustning för anslutning, s k modem. Kunden



fick själv svara för dataterminaler, datorer etc. Dataöverföring kunde ske både över det allmänna telefonnätet och över hyrda ledningar.

För att möta den allt mer ökande efterfrågan på datakommunikation – man räknade 1972 med en åttadubbling av antalet terminaler på 13 år – anlade Televerket under budgetåret 1974/75 ett provdatanät för kunder främst i Stockholm, Göteborg och Malmö.

Även datatrafiken med utlandet ökade kraftigt. Verket introducerade 1977/78 en ny tjänst som gjorde det möjligt att förmedla trafik mellan stora internationella databaser som lagrat information för forskning.

Från våren 1979 bedrev Televerket också provverksamhet inom teledataområdet i liten skala. Ett antal företag och organisationer medverkade och provet gick under namnet Datavision.

### *AXE-epoken inleds*

1980-talet innebar ett stort steg i moderniseringen av telefonnätet. Den 1 september 1980 invigdes de två första reguljära AXE-stationerna – Ulriksdal i Stockholms-området och Sävedalen i Göteborgs-området – på dagen 100 år efter det att den allra första telefonstationen i Sverige öppnades. AXE-systemet hade utvecklats i samarbete mellan Televerket och L M Ericsson genom utvecklingsbolaget Ellemtel och skaffade sig mycket snabbt en internationell tätposition. AXE-lösningar kunde användas för många olika behov. Så moderniserades hela landets telexnät genom specialanpassade AXE-stationer. Även det allmänna datanätet baserades på AXE-tekniken liksom växlarna i det nordiska mobiltelefonnätet (NMT).

Genom övergången till elektronik vanns fördelar av många slag. Behovet av underhåll minskade, utrustningen krävde mindre utrymme, fjärrmanövrering av driftfunktionen möjliggjordes osv. För trafikanterna gav tekniken ökad snabbhet och tillgång till flera nya tjänster.

### *Telefoner och kontorsväxlar*

Telefonapparaten Diavox blev atandardapparat år 1982 och kom sedan att dominera apparatutbudet. vid sidan av Diavox lanserades andra elektroniska telefoner med varierande formgivning. Även icke godkända, s k pirattelefoner, dök upp på marknaden – ofta med mycket fantasifull design och med ojämn kvalitet. Televerkets ensamrätt på telefoner i verkets nät upphörde formellt 1985. För att få anslutas till det allmänna telenätet måste dock telefonapparaterna vara godkända genom s k T-märkning. Successivt sjönk priserna på telefoner – sett i internationellt perspektiv – vilket gjorde det omöjligt att konkurrera prismässigt med utländska tillverkare. Telefонтillveerkingen i Sverige lades därför ned 1989.



### *Fri telemarknad i Sverige*

Under hela 1980-talet verkade starka krafter för att liberalisera telekommunikationsbranschen över hela världen. Bakgrunden var den nya tekniken med bland annat optiska fibrer, satelliter och radiolänkar som gjorde det möjligt att snabbt och relativt billigt skapa alternativa nät som kunde konkurrera med de etablerade telekommunikationsföretagen. Liberaliseringen var också uttryck för en politisk vilja att skapa mångfald och valmöjlighet för konsumenterna. Från början av 1980-talet öppnades den svenska telemarknaden successivt för konkurrens. Under 1989 upphörde Televerkets ensamrätt även för stora och medelstora kontorsväxlar. Därmed infördes fri konkurrens i Sverige för alla typer av utrustning avsedd att anslutas till telenätet.

Sverige hade sedan 1880-talet en framskjuten placering i världsstatistiken över antalet telefoner per 1 000 invånare, den s k telefontätheten. År 1981 uppgick telefontätheten till 828 apparater per 1 000 invånare varigenom Sverige kom att bli det telefontäteste landet i världen.

### *Marknad för data*

Datarörelsen var i början av 1980-talet den mest expansiva rörelsegrenen inom Televerket, beroende på att antalet ADB-system ökade kontinuerligt liksom även systemens storlek. Utvecklingen på persondator-, minidator- och mikrodatormarknaden vidgade behovet av datakommunikation.

Under budgetåret 1984/85 passerade antalet dataanslutningar 100 000. Televerket erbjöd då de publika telekommunikationstjänsterna Datel, Datex och Datapak. Datel-tjänsten använde telefonnätet för dataöverföring, antingen via uppringd eller förhyrd förbindelse. Datex-tjänsten använde ett speciellt nät för datakommunikation, uppbyggt med AXE-teknik och med möjlighet till olika överföringshastigheter.

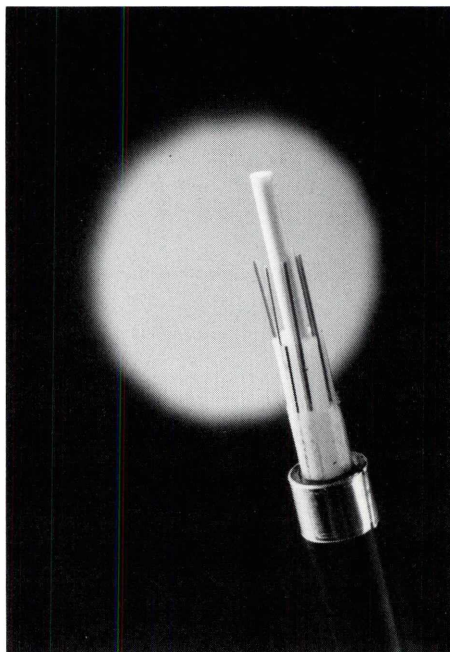
### *NMT en stor framgång*

Ett automatiskt mobiltelefonsystem, NMT, startade i oktober 1981. NMT var ett samnordiskt projekt och fick redan från början stor täckning i Danmark, Finland, Norge och Sverige. Tillströmningen av abonnenter gjorde att NMT-systemet måste byggas ut i forcerad takt. Systemet väckte internationell uppmärksamhet och introducerades också i flera andra europeiska och utomeuropeiska länder.

För att öka trafikkapaciteten arbetade de nordiska länderna på att utvidga NMT-systemet till 900 MHz-bandet, vilket skulle medge ett betydligt större antal trafikkanaler än det hittills använda 450 MHz-bandet. Hösten 1986 kunde det nya NMT 900 invigas.

I den första versionen av systemet – NMT 450 – var apparaterna bärbara men ganska tunga. Med NMT 900 blev apparaterna betydligt lättare och den s k ficktelefonen kunde införas.

21. Optokabel med glasfibrer som ledare



I samband med utbyggnaden av NMT-systemet utvecklades det tidigare automatiska mobiltelefonsystemet MTB och det manuella MTD.

Samtidigt med att NMT 900 infördes öppnades en ny mobil tjänst, Mobitex. Det var ett nytt, landstäckande mobilradiosystem för tal, text och data och det inledde en ny epok med samordnat gemensamt nät för företagsintern mobil telekommunikation.

### *Satsning på optokabel*

En revolutionerande upptäckt inom transmissionstekniken var att metalliska ledare i telekablar kunde ersättas med tunna glasfibrer som på optisk väg överförde stora informationsmängder. Optokablar blev därför ett viktigt inslag i uppbyggnaden av bredbandsnät. En sådan kabel lades i Skarpnäck söder om Stockholm, där 1984 ett nytt nät i Televerkets regi togs i bruk för prov av ny teknik och nya tjänster. De första långväga optosystemen kopplades reguljärt in i riksnätet 1985/86 bland annat på sträckorna Jönköping–Nässjö–Växjö och Helsingborg–Landskrona–Kävlinge.

I slutet av sommaren 1988 sattes en 92 km lång optokabel mellan Gotland och fastlandet i drift. Den gav tillgång till drygt 7 000 telefonförbindelser. Samma år blev Televerket delägare i två nya internationella fiberoptiska kablar. Den ena lades mellan Danmark och England och den andra – med 38 000 förbindelser – mellan Europa och Nordamerika.



22. Modern maskinell nedläggning av optokabel.

### *Rikstäckande digitalt telenät*

I november 1987 hade Sverige ett i princip rikstäckande digitalt telenät. Uppbyggnaden av detta nät betecknades som det största projektet någonsin i Televerkets historia. Under en tid av fem år hade man byggt upp lika stor kapacitet med digital teknik som i hela det "gamla" nätet. Investeringarna i det nya nätet låg nära 20 miljarder kronor. Nätet bestod vid slutet av 1987 av 84 st. AXE-stationer med kapacitet för 1 750 000 abonnenter. I nätet ingick olika typer av förbindelser: koaxialkablar, radiolänkar och optokablar. Vid sidan av den nya tekniken i stationer och förbindelser fanns nya avancerade system för drift och underhåll samt för kontroll och styrning av telenätet.

### *Digitalt mobil- telefonsystem – GSM*

Mobiltelefon-tjänsten utvecklades snabbt på 1990-talet. Det hel-automatiska systemet NMT erbjöd en rad tjänster, t ex vidarekoppling och passning av inkommande samtal. År 1991 var Sverige det mobiltelefon-tätaste landet i världen. Ett nytt europeiskt digitalt mobiltelefonsystem, GSM (Global System for Mobile Communication), omfattande 18 länder, infördes i Sverige 1992. I fråga om GSM fick Televerket konkurrens av två företag på den svenska mobiltelefonmarknaden.



### *Televerket ombildas till aktiebolag*

I slutet av 1990 föreslog Televerket regeringen att verket snarast möjligt skulle ombildas till aktiebolag. Som motivering framhölls bl a att Televerket måste kunna både konkurrera och samverka, i Sverige och utomlands, med andra storföretag. Den gällande affärsverksformen utgjorde då ett klart hinder, eftersom svenska staten var både myndighetsutövare och företagsägare. Konflikter skulle kunna elimineras genom att bolagsbildningen renodlade rollfördelningen mellan staten som ägare och politiskt verkställande myndighet.

Frågan om lämplig associationsform för Televerket behandlades i 1992 års budgetproposition, där regeringen föreslog att Televerket skulle ombildas till aktiebolag den 1 januari 1993. Riksdagen tillstyrkte. I en senare proposition meddelades att ett förslag till den i sammanhanget nödvändiga telelagen ännu inte var färdigt, och att ett samlat förslag om bolagsbildning av Televerket och förslag till telelag skulle redovisas för riksdagen i sådan tid att bolagisering av Televerket kunde ske och telelagen börja gälla senast den 1 juli 1993. S, skedde också sedan riksdagen antagit förslaget i juni 1993.

### *Telelag*

Tillkomsten av en telelag får ses mot bakgrunden av att man i framtiden får räkna med att flera telenät konkurrerar om marknaden i Sverige. Telia AB, som har övertagit Televerkets roll och nät, blir ett konkurrerande företag. I ett sådant läge krävs det att en fristående myndighet får ansvaret för att telesystemet i dess helhet skall fungera så att de telepolitiska målen kan nås. I proposition föreslogs att funktionsansvaret för telekommunikationssystemet i dess helhet skall fungera så att de telepolitiska målen kan nås. I proposition föreslogs att funktionsansvaret för telekommunikationssystemet i Sverige skulle anförtros den nya myndigheten Telestyrelsen. Bland andra myndighetsfunktioner som föreslogs flyttas över till Telestyrelsen kan nämnas Televerkets uppdrag att företräda Sverige i det internationella samarbetet på telekommunikationsområdet och att ingå internationella överenskommelser.

Uppsatsen bygger på K V Tahvanainen, "140 år i ledningen, Televerket 1853–1993", Teleböckerna Nr 6, utgiven av Televerket, Koncernstab Information, och där anförda källor.

### *Noter*

- 1 Se Dædalus, 1955. Rune G:son Kjellander, "Anton Henric Öller, En pionjär inom svensk elektroteknik".
- 2 Se Dædalus, 1991. Tord Jöran Hallberg, "Hakon Brunius, 'Sveriges förste elektriker'".
- 3 Se Dædalus, 1987. K V Tahvanainen, "Teatrofonen – stereofonisk musik per telefon".
- 4 Se Dædalus, 1991. Olle Gerdes, "Från trådlös telegraf till mobiltelefon."

## *Telecommunications in Sweden during the last 140 years*

**Summary** Telecommunications in the modern sense have existed in Sweden for 140 years. It is true that from the end of the eighteenth century there was an optical telegraph, but this covered only a very limited area on the coast. The optical telegraph only worked at certain times—in daylight and under favourable weather conditions. In 1853 a start was made on using electricity for a telegraph line between Stockholm and Uppsala. With the help of electromagnets, text could be transmitted by Morse signals. A national authority to deal with the telegraph was created, namely “The Royal Electrical Telegraph Administration”, subsequently simply called “The Telegraph Administration”. In 1953, this authority changed its name to Televerket (Swedish Telecom). The telegraph network was quickly extended within the country and by 1855 Sweden had telegraph links with continental Europe. By the 1860s it was possible to reach over almost the whole of the world with the help of a transatlantic cable and an Indoeuropean telegraph line.

In 1877, the year after Alexander Graham Bell took out his patent, a start was made on telephone installations in Sweden and a great number of places throughout the country had their own telephone network. Most were privately owned but the Telegraph Administration established its own network, bought up the private ones and began in 1889 to create a national telephone network. The major manufacturer of telephone equipment was the L. M. Ericsson Telephone Company, but the Telegraph Administration started to compete and in 1891 they started their own workshop for the manufacture of telephones and telephone exchanges.

Radio was introduced in 1911 with a station for communications with shipping. In 1922 an attempt was made at broadcasting and three years later broadcasting became regular with the Telegraph Administration responsible for stations and programme links and a special company, AB Radiotjänst, responsible for programming.

The automation of telephone traffic began in 1924 with a station in Stockholm, established by L. M. Ericsson. Two years later the first automatic station was opened based on the Telegraph Administration own system, the so-called crossbar system. In the 1930s automation was extended all over the country. Long distance traffic began to be automated in 1949 and by 1972 all telephone traffic throughout the country was automated.

The 1920s witnessed further development in telegraphy with the introduction of teleprinters which later in the 1940s were also employed in the telex network.

FM broadcasting and television was expanded after the second world war and at the end of the 1960s the first computer controlled telephone station came into operation. In the same decade such developments as data transmission and satellite communications were introduced. In 1970 cooperation between Televerket and L. M. Ericsson was begun through a development company, Ellemtel. This included electronic switching systems for telecommunications, equipment for data networks,

digital transmission systems and advanced telephones. The electronic digital telecommunications switching system, AXE, which in the 1980s began to replace conventional telephone exchanges, is the most famous of the results of this cooperation. The AXE system has also been very successful on the world market.

An automatic mobile telephone system, NMT, started in 1981. This was a joint Nordic project and from the very beginning enjoyed wide coverage in the Nordic countries. This system also attracted international attention and it was introduced into many other European and non-European countries.

Within transmission technology the revolutionary discovery was made that metallic conductors in telecommunications cables could be replaced by thin glass fibres which optically transmitted large amounts of information. It was due to these optic fibre cables among other things that by 1987 Sweden had, in principle, a nation-wide digital telecommunications network.

During the 1980s there were powerful forces working to liberalise the telecommunications business all over the world. In Sweden too the telecommunications market was opened up to competition and in 1989 free trading was introduced for all kinds of equipment relating to the telecommunications network. In order that Televerket should be able to compete and cooperate with other telecommunications companies both in Sweden and abroad on the same terms, the national corporation was reconstituted on July 1st 1993 and became the state owned public company Telia AB.



# Så blev AXE ett sjumilakliv

Av Bengt-Arne Vedin

Utvecklingen av AXE-systemet är Sveriges största civila tekniska utvecklingsprojekt. På sätt och vis pågår projektet ännu.

I en stor internationell översikt, vars ene författare, Amos Joel, också är upphovsmannen till elektroniska telefonstationer, beskrivs utvecklingen fram till nu i tre generationer (boken heter Robert J Chapuis och Amos E Joel jr: *Electronics, Computers and Telephone Switching*, North-Holland, Amsterdam 1990). Först gjorde man elektroniska och programmerbara stationer. Därefter blev de digitala. I det tredje steget flyttades olika funktioner ut rent geografiskt, så att det som förr var en sammanhållen telefonstation å en enda plats blev ett antal separata moduler som kunde placeras där det från systemsynpunkt var bäst. I detta steg består systemet också av telefoner, abonnenter och förbindelser, inte bara av stationen.

Denna utveckling syns tydligt på Telemuseum, där man kan avnjuta hur det knäpper från en elektromekanisk telefonstation – med nödvändighet helt sammanhållen till en enda plats. Betraktar man en sådan station anar man den generationsväxling i tankesätt som kom att krävas för att få fram elektroniska telefonstationer. Vi talar om skilda tankestilar för de professionella kulturer som ser verkligheten med olika tumregler, lathundar och metaforer – så väl etablerade att det inbitna proffset inte ens reflekterar över eller kan inse att det kan finnas alternativ.

Den elektromekaniska generationen varade mer än ett halvsekel, med en tankestil präglad av vad man kunde göra med reläer och elektromekaniska kontaktdon. Reläerna stod t ex för debiteringsinformation och registrerade samtalens längd och väg. Det naturliga för teletekniker i denna tradition var att se elektroniken som ett rent substitut; måhända kunde man nå högre tillförlitlighet, snabbare funktion, lägre kostnad och effekt och mindre utrymme. Men de var inte frågan om att konstruera på annorlunda sätt, utom i detaljer.

Nästa steg var att inse att man kunde erbjuda några nya funktioner, som förr varit för dyra eller opraktiska. Det som däremot var en revolution i tankesätt, det var när det som utmärker en

dator, att den kan programmeras, började diskuteras också för telefonstationer. Det innebär ju att man faktiskt gör om telefonstationen genom att skriva och mata in ett program, en för den med datorfilosofin obekante en ovan tanke.

IBM lanserade mycket riktigt sin första telefonväxel 1968. Men datorer är från telefonsynpunkt bara alltför otillförlitliga och osäkra. De är underförsörjda med vissa funktioner som står för telefonstationens stora jobb, har å andra sidan en rad finesser som den tjugatiga telefonstationen saknar behov av. De två tankestilarna räcker inte, varken datorns eller elektromekanikens, utan det krävs något tredje. Att tänka digitalt och inte analogt, att tänka i termer av hela telefonsystemet och inte bara i begränsade delar, som transmission för sig och telefonstationer för sig, det krävde i sin tur även det en ny eller vidareutvecklad tankestil.

Med AXE förverkligades något som borde vara omöjligt. Man tog tre generationssprång i ett enda kliv. AXE var elektroniskt, blev digitalt senare, och tillät att man bröt upp systemet i moduler som kunde placeras ut där det passade bäst.

### *Elektronikens nya tankestil*

När det gäller elektronik finns det, sedan transistorns födelse, en kardinalfråga: när skall man låsa konstruktionen? Hur mycket av den framtida utvecklingen skall jag inteckna? Bakgrunden är det faktum att kostnaden för rå datakraft sjunker med hälften var artonde månad. Så har det hållit på sedan före 1960. Samtidigt sjunker energiförbrukningen, samtidigt ökar tillförlitligheten. Därför riskerar en konstruktion att snabbt bli föråldrad. Det som inte fungerar ekonomiskt – eller tekniskt – nu har blivit vanligt om två år och föråldrat om ytterligare två år.

Särskilt för programmering och dataminnen fick denna utveckling stora effekter. För inte så länge sedan var minnen och centralenheter i datorer så dyra och de hade så liten kapacitet att det gällde att till varje pris spara på dem. Programmerarens högsta dygd – en del av tankestilen på området – var att hitta genvägar så att programmet fick så få instruktioner som krävde så liten plats som möjligt, vilket i sin tur krävde programmering i eller nära maskinens eget språk, snarare än i något bekvämare och överskådligare programmeringsspråk som kostade mer utrymme.

I elektronikens värld sker det oväntade eller snarare det väntade, men vid en oväntad tidpunkt och i en överraskande kombination. Här leks oavbrutet hela havet stormar, eftersom utvecklingstakten är så mycket högre än på andra teknikområden – enligt en amerikansk analys tjugo gånger högre. På tio år avverkas till exempel fem generationer av olika minnestyper. Gamla problem får helt nya lösningar och att gamla lösningar blir ointressanta eller kanske för dyra – i värsta fall hinder för framtiden.





1. Kabeldragning i AXE-stativ, 1980-talet. L M Ericssons fotoarkiv.

När transistorn kom, utvecklad på Bell Labs, såg man den som en elektronrörets ersättare. Bell Labs grundidé var en komponent som förstärkte ström, elektriska signaler. Det pekade mot radio, men även mot kopplingsfunktionen i telefonstationer.

I början arbetade man mest med analoga transistorer och kretsar. Först så småningom kom de annorlunda digitala. Att signalerna inom teletekniken var analoga innebar att de troget avbil-



dade människans tal i telefonen. Det vore annars möjligt att dela upp talet och organisera det i ett begränsat antal ljudnivåer och frekvenser, alltså att koda signalen. Fördelen var att kodningen inte kostade något i kvalitet, eftersom elektronik och mänskligt öra kunde återskapa ljudet som det lät från början. Den metoden kanske till och med kunde bli bättre och mer ekonomisk.

Ytterligare en möjlighet var i svang, och det var tidsuppdelning av signalen. I den traditionella metoden, *rumsuppdelning*, får telefonsignalen sig tilldelad en given bana, en fix kanal – banan är given och fix i rummet, som kunde man följa en sladd hela vägen, därav namnet.

Den nya varianten, tidsuppdelning, innebar i stället att många signaler delar på samma förbindelse. Kodningen utnyttjas här för att komprimera de ursprungliga signalerna – samtalen – så att de kan läggas efter varandra i tiden, uppdelade. Det är ungefär som om den första sekunden av mitt samtal skickas under en tiondels sekund och så följer nio andra samtalssekunder från andra samtal komprimerade på samma sätt (beskrivningen är förenklad!). Kodar man på rätt sätt kan man blanda flera signaler. Närmare mottagaren måste de separeras och sättas ihop till de ursprungliga samtalen. Tidsuppdelning och kodning förutsätter alltså en hel del bearbetning – databehandling – och ligger därför närmare det digitala arbetssättet.

Ett forum för den gryende elektroniska tekniken för telefonstationer blev ISS, International Switching Symposium, som från starten 1957 skapade samsyn och drev på utvecklingen. Andra internationella samverkansorgan spelade också en sådan roll.

Värd för det första ISS var Bell Telephone, och det var därifrån som bomben släpptes. Värdfolket drog ridån åt sidan för den allra första datoriserade telefonväxeln. SPC, datorstyrning, hade blivit en trollformel, och Morris, en liten landsortsstad i Illinois tio mil sydväst om Chicago, vallfartsort och teknikhistoria.

Bertil Bjurell på Televerket hade, liksom kollegerna på L M Ericsson, insett att transistortekniken krävde bevakning. Han ledde Televerkets grupp vid detta första ISS. I L M Ericssons fanns Kurt Katzeff och Gösta Neovius. – Ingen av oss teletekniker hade någonsin hört talas om programmering – inte i vår värld i alla fall, säger Katzeff. – Det var nog bara Neovius som riktigt förstod vad Bell-folket presenterade.

Det hade inte varit så naturligt att göra programmerbara datorer heller, men på 40-talet hade några matematiska genier (främst väl Alan Turing och John von Neumann) aktualiserat en hundra år gammal tanke, nämligen att göra maskinerna generella, mångkunniga, och att i stället låta dem styras av *program*. Det var revolutionerande då: en idé som först var svår att begripa sig på, så

ovan och ny var den. Det tog tid innan den vann kraft – fast i dagens perspektiv tycks tvekans tid ha varit kort. Programmering innebär att en och samma maskin instrueras att sköta de mest olikartade uppgifter. Statistik ibland, fysik när det behövs, adressregister emellanåt, bokföring om så krävs. Allt styrs av programmet.

När samma idé började få rotfäste inom Bell Labs var det under namnet SPC, "stored program control". *Programminnesstyrning* blev länge den otympliga svenska termen; vi talar i fortsättningen om datorstyrning eller datorisering.

Den första idén om att använda transistorer hade varit att använda elektroniska kopplingselement för väljardelen i telefonstationen, för att skicka fram samtalen. Men än så länge var det olika miniatyrreläer som började bli intressanta, till exempel reed-reläer. De bevisade inte att elektroniken skulle segra, men de bidrog onekligen till att röra om i grytan. Tekniken tycktes faktiskt förändras snabbare än förr.

### *Sverige i gång tidigt*

L M Ericsson var tidigt ur startgroparna när det gällde att undersöka elektronikens förutsättningar inom teletekniken. Den första experimentmodellen hette EMAX, färdig redan 1954. Den var en ren prototyp, ett slags experiment för att se hur långt elektroniken bar.

Det var ännu en elektronik som saknade transistorer – försöksutrustningen var uppbyggd av dioder och en komponent som heter glimrör. Stationen var ett försök med tidsdelning, så samtalen skickades fram "upphackade", med kodning av signalerna. Den pulsfrekvens man valde visade sig representera ett klokt val – densamma (8 000 perioder per sekund) som senare skulle komma att bli standard internationellt. Komponenterna i EMAX kostade på tok för mycket, de slukade energi och var inte tillförlitliga nog. L M Ericssons tekniske chef Jacobaeus ville nu ta steget direkt till ingenjörsmässigt arbete, till praktiska, färdiga produkter som kunde lämna laboratoriet och gå ut i fältmässiga prov.

Starkt intryck gjorde Bells demonstration av den datorstyrda telestationen i Morris 1957. Skulle L M Ericsson gå vidare med ett nytt projekt, så behövdes det tydligen datatekniker och, efter Jacobaeus recept, helst ett konkret och praktiskt projekt. 1959 fanns det konkreta planer på en stor telestation med tidsdelad multiplex, vilket innebar många samtal parallellt på samma "ledning".

För att klara behovet av tekniker rekryterades färskas civil- och gymnasieingenjörer. De jämte tekniker som kunde flyttas om inom företaget fick, liksom kolleger från Televerket, gå igenom en nyupplagd påbyggnadsutbildning, närmast av högskolekaraktär, som initierats av de två företagen gemensamt.

Idén om ett konkret projekt fylldes av en lycklig slump, utan

att det blev den stora station man hade drömt om. För att komma in på den jättelika USA-marknaden, så svår på grund av AT&T:s monopol, förvärvade L M Ericsson North Electric i Ohio, som bl a tog fram en amerikansk variant av den svenska koordinatväljaren. North Electric var sedan gammalt leverantör till det amerikanska försvaret. Flygvapnet behövde nu helelektroniska växlar. Som alla militära order innebar det skärpta krav på tekniken, på tillförlitlighet och robusthet. Telefonstationerna, större än friggebodar, skulle till exempel kunna transporteras med helikopter. 1960 fick North Electric, med starkt stöd från Stockholm, ordern. Det var en konkret utvecklingsuppgift, samtidigt koncentrerad. Det gällde att knyta samman några hundra linjer på ena sidan med en handfull långdistanslinjer på den andra.

Från mitten av 50-talet samverkade L M Ericsson och Televerket genom något som hette Elektroniknämnden. Idén var att dela på elektronikutvecklingen och undvika dubbelarbete eller tekniska system som inte passade ihop. Hösten 1958 höll man ett gemensamt seminarium i nämndens regi. Teknikerna berättade för varann hur långt de kommit med elektroniken. Utöver EMAX hade L M Ericsson ett nytt telefonregister, en utrustning för en livs levande telefonstation i Årsta i Stockholm, nu med transistorer. Man var på väg mot den elektroniska telefonstationen, liksom Televerket med sin A205E, Klimax kallad, skämtsamt efter EMAX.

Bengt-Gunnar Magnusson, värvad som projektledare till Televerkets projekt, ansåg att de olika ansatserna bara var elektronik införd i tidigare systemstruktur. På så vis trodde han inte att det gick att utnyttja datatekniken fullt ut – inte på långt när.

– Inget av de här förslagen är rätt väg – vi måste gå direkt på datorstyrning, fick hans chef Bertil Bjurel höra. Och denne svarade: – Gör då det. Formulera dina tankar så skall jag stötta dig i ett sådant program.

Så gav Magnusson dödsstöten åt det projekt han anställts för, A205E, i och för sig bara avsett som ett experiment. I stället föddes Televerkets projekt Test 1. Han hade dessutom synpunkter på vilken teknik man skulle välja. Ville man styra som i en dator så borde det ske med program. De borde programmeras in i minnen. Det blev Magnussons och Televerkets linje – logiken, programmen, skulle ligga i minnen, *system*/logik *i* minnen, vilket förkortades SLIM.

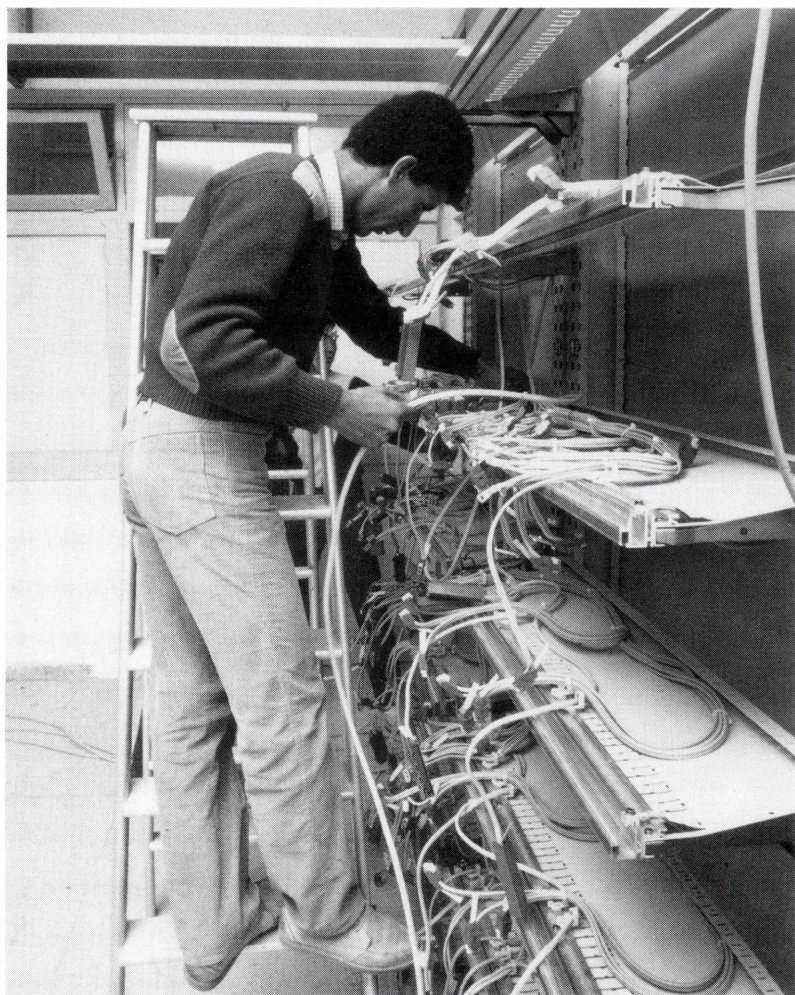
En mer omedelbar förlängning av relätraditionen var att istället bygga elektronikkretsarna så att de direkt representerade instruktionerna, programmet eller systemlogiken, alltså *system*/logik *i* kretsar eller SLIK. Om SLIM gav överlägsen flexibilitet så var det ibland till ett högt pris: långsamt och dyrt med fler transistorer. L M Ericssons linje SLIK var snabb och sparsam – och



inflexibel, om man senare ville ändra på arbetsuppgifterna, dvs på programmen.

Det här var att ersätta reläerna. Men skulle själva koordinatväljarna vara kvar? Nej, kanske inte. Transistorer eller andra nya lösningar kunde komma in även här. Återigen fick de två företagen olika uppgifter. L M Ericsson skulle fortsätta med tidsuppdelade system, som i EMAX, medan Televerket arbetade med mer traditionella rumsuppdelade system. Vi erinrar oss att rumsuppdelning innebär en konstant linje uppkopplad hela tiden för ett enda samtal. Det är egentligen slöseri, eftersom samtalet kan kodas och komprimeras och då inte tar så stor plats.

Telefonstationen 412-L för USA:s flygvapen följde precis SLIK-principen, och det systemet skulle bli tidsuppdelat. Grundutveck-



2. Kabeldragning i AXE-stativ, 1980-talet. L M Ericssons fotoarkiv.

lingen gjordes i Stockholm, och 1961 var det dags att flytta över större delen av det svenska laboratoriet till USA.

Åter till Televerket. Test 1 fick ersätta A205E för att det senare inte var tillräckligt datoriserat, men hur elektroniskt kunde egentligen Magnussons Test 1 bli? Nog lades programmen i minnen, SLIM-principen. Men vilka minnen – hål i plåtar!

Det naturliga var elektroniska minnen, vilket på den tiden betydde kärnminnen, små elektromagneter. De hade dock den obehagliga egenskapen att det som var lagrat i minnet försvann helt om strömmen stängdes av. Katastrof för en telefonstation! Teleföretagens match med detta problem, jorden runt, är för en tekniker ohejdat spännande att se. Olika minnestekniker, olika representanter för tillämpad fysik, fanns med litet varstans. Bell satsade till exempel på en finkornig fotografisk film.

Och Televerket satsade på något som för dagens datortekniker måste låta apokryfiskt: hålplåtsminnet. Det var en kopparplåt i storlek A5, där man stansade 5 mm hål. Ett hål representerade en nolla, saknades hålet så var det en etta. Plåtarna placerades i en hållare med 128 plåtar, vardera med 320 bit eller nollor/ettor-val. Multiplikerat blir det 4096 instruktioner om vardera 10 bit.

L M Ericsson hade nu erfarenhet från 412-L och var på väg att skapa datorstyrda telefonstationer som utnyttjade kodväljare och kiseltransistorer. Företaget började sälja AKE-system ute i världen innan systemet var färdigt.

År 1961 blev Bertil Bjurel chef för Televerkets tekniska byrå och den 1 april 1963 överdirektör. Han ansåg det viktigt att även i sitt nya jobb stå kvar i Elektroniknämnden. Hans dagbok som ny överdirektör innehåller noteringar om denna nämnd fem av de nio första dagarna.

Sålunda läser vi att Televerket lagt upp en ”taktisk plan för fortsatt utveckling av en elektronisk telefonanläggning samt dragit upp tidsplanerna för det elektroniska arbetet innebärande att hel-elektroniska anläggningar – stortillverkning – kan beställas redan 1967. Personligen tror jag att detta blir möjligt först år 1970”.

Redan den 4 april 1963, fyra dagar in i det nya jobbet, framgår det att Televerket skall utveckla elektroniska telefonanläggningar med impulsstyrda koordinatväljare och L M Ericsson centralstationer med elektroniskt styrda kodväljare. Elektronikgruppen fick på så sätt ett homogent projekt och verkstäderna får hålla sig till känd teknik, antecknar Bjurel bland fördelarna. Nu måste elektroniksektionen ökas ut, står det också.

En knapp vecka senare är det styrelsens tur att få information om hur samarbetet fortskrider. ”Det... råder delade meningar inom Televerket rörande den tidpunkt vid vilken alla nya telefonanläggningar kan beställas elektroniska. För min del tror jag



1969–70, men det elektroniska projektets ledare Magnusson gissar på 1967. Förväntningarna på den nya tekniken ekonomiskt sett är att en station för 10 000 nummer inom Stockholms och Göteborgs telefonnät kommer att bli cirka en miljon billigare än dagens 500-väljarenläggningar.”

Av dagboken för den 16 april framgår att elektronikgruppen skall ökas med 50 procent räknat i personal. Kontraktssättning skall användas, ett annat sätt att säga att Televerket vill konkurrera med marknadsmässiga löner för att få tag i bra folk.

Nästa dags anteckningar rymmer en intressant notering: cheferna för de båda företagen ”framförde som absolut krav att utvecklingsarbetet skall koordineras hårt och att praktiskt taget inga eftergifter får göras när det gäller att få en enhetlig uppbyggnad av datautrustningen”. Detta skulle fixeras i ett nytt samarbetsavtal. Bjurel själv var skeptisk: ”Personligen ställer jag mig mycket tveksam inför de svårigheter som måste uppkomma när man praktiskt skall styra samarbetet så hårt som företagens huvudmän begär. en fördröjning av arbetet blir ofrånkomlig och missnöje bland ingenjörerna oundvikligt. Man får kompromissa i vissa avseenden där så blir nödvändigt.” Detta Bjurels tvivel på att få teknikerna att följa principen om hårdstyrning mot enhetliga system visar hur väl han kände sina pappenheimare. Kom L M Ericsson med en idé så sade Televerket nej, kom Televerket med en idé så sade L M Ericsson nej. – NIH-barriären, not invented here, fungerade underbart väl, konstaterar en i efterhand road Bertil Bjurel. – Så där höll de på, fram och tillbaka.

Så mycket som möjligt skulle alltså vara gemensamt i de två företagens lösningar. Samtidigt fick de två organisationerna med olika projekt pröva olika lösningar, som kunde skärpas mot varandra, som SLIM kontra SLIK.

Efter de olika proven där man delat erfarenheterna med varandra var det så dags att granska de systemförslag som fanns. Nog med torrsim! Nu gällde det att göra fungerande telefonstationer, inte bara i full skala utan sådana som kunde kopplas in och fungera i det vanliga nätet. Sådana som kunde kommersialiseras.

Två företag, två organisationer som arbetade med samma sak, hur skulle de dela på uppgifterna och samtidigt samarbeta och undvika dubbelarbete? Torsten Larsson, då chef för stationsprojektering inom Televerket, fann den förlösande formeln:

– Televerket arbetar med stationer för storstäder.

Ty det var något som Televerket ville lära sig mer om. Många anslutna abonnenter var ett av kännetecknen för sådana stationer.

– L M Ericsson, å andra sidan, inriktar sig på stationer för landsorten.

En sådan station måste ha en bredd i de uppgifter den skall



klara. Trafikvägsschemat är mer komplicerat. Det passar ett företag som säljer över hela världen.

Men egentligen hade man inte behövt olika system för dessa två tillämpningar. Det var en lek med ord; Bertil Bjurell vill än i dag säga "stora respektive små lokalstationer". Den fiffiga formuleringen bröt dock isen och gav klara linjer. Målet för L M Ericsson blev alltså Tumba och AKE 12, målet för Televerket Storängen och A 210. Båda skulle bli reguljära kommersiella produkter.

Samarbetet skulle fortsätta, det var viktigt. Därför fanns det en lista över vad som skulle vara gemensamt. Det gällde viktiga transistorer, programspråk, mekaniskt byggsätt, väljare och reläer, det gällde kärnminnen. Sedan fanns det allehanda praktiska skäl till att ändra och förbättra. Det var inte alltid lätt att komma ihåg att informera samarbetspartnern, kanske inte ens att informera alla internt berörda.

All utveckling gick alltså inte i samma riktning. Målet "det mest lika och standardiserat" förvandlades till "gemensamma kärnminnen, allt annat olika".

Televerkets Test 1 hade varit en teknikernas leksak. B-G Magnusson medger att man till exempel borde ha förstått hur orealistiskt det var att alla abonnenter skulle behöva byta telefonapparater för att få rätt signalnivåer (fast så hade AT&T gjort). Det viktiga var strukturen hos systemet, och både Televerket och L M Ericsson lärde sig mycket från Test 1, som avslutades medan AKE-projektet drog i gång.

Att A 210 var en "riktig" station innebar förstås ordentlig kapacitet. Till Test 1 fanns summa tjugo abonnenter anslutna – i Farsta dessutom, så det var ju nära till Televerket. Den nya stationen skulle ha ett genomtänkt system och vara en fullständig helhet inklusive själva kopplingsdelen, väljarna, styrda av datorn. Denna måste vara tillförlitlig, kunna felsökas och underhållas på ett fullt "kommersiellt" sätt. Som en mellanstation konstruerade man, men byggde aldrig, Test 2.

A 210:s struktur innebar en hel del decentralisering av vissa styruppgifter från den centrala processorn. De låg i stället på ett antal underprocessorer. Det var en princip som skulle fullföljas senare, i AXE, och där resultera i en boskillnad mellan regionalprocessorer och centralprocessorer.

Medan A 210 hade ett stycke kvar var L M Ericsson 1967 framme vid att demonstrera den första AKE 12-stationen för kunden, Televerket. Innan Tumbastationen kunde visas upp var man bara tvungen att lokalisera ett enstaka kvarvarande fel. Någonstans hade en programmerare satt ett minustecken i stället för plustecken, i något program, man visste bara inte var. Detta lilla fel spred sig sedan, långsamt, genom hela systemet.

Det gick helt enkelt inte att hitta felet. Jo, långt om länge gick det. Skälet till att felet var så hopplöst svårt att finna var att stationen styrdes av ett enda jätteprogram. Det fel som syntes var inte det ursprungliga, utan ett som det ursprungliga knoppat av sig. Grundfelet yttrade sig litet varstans – det var som en tallrik trasslig spaghetti, vilka ändar hängde ihop?

Göran Hemdal, det finländska programmeringsgeniet, som lidit av att behöva söka det undflyende, omöjliga felet, drog en radikal slutsats: spaghettiprogram gällde det att undvika helt. Helst inga fel alls, närmast isolerade och lätthittade sådana.

Televerkets A 210 skulle invigas den mars 1970. Kanske är programvara inte ensamt om att egentligen bara kunna provas i verklig användning, men detta gäller i efter hand. I en telestation finns myriader med kombinationer av telefonsamtal och tjänster, och hur man än provar och gör stickprov och simulerar så är bister verklighet det enda riktiga provet.

Televerkets första fullstora datorstyrda telefonstation firades inte med champagne men väl med kaffe och tal. Inför gästerna klipp-te man av det blågula bandet, vilket i telefonvärlden innebär att man startar stationen.

Allt gick åt skogen. Stationen stängde helt enkelt av all trafik som skulle in till den. Dessutom stängde den av delar av andra stationer också. Vilken succé för datorstyrning. Så sitter felsökarna, olyckliga, mitt i natten och upptäcker att det är en person som aldrig gjort ett enda programfel i hela sitt liv som här gjort ett fel. Var? Snälla, gå igenom hela ditt material! Ja, men inget fel står ändå att hitta. Till slut, klockan fem på morgonen någon natt senare, upptäcks felet, det *verkliga* felet. Det visar sig att det är en av de ansvariga som missförstått en enkel information.

Här har vi åter spaghettiprogramvaran i dess prydno. Ett fel någonstans i systemet kan få ödesdigra konsekvenser någon helt annanstans i systemet. Felsökningen landar på fel plats. Fel syndabock. Snudd på omöjligt att spåra rätt. Vad göra?

1967 hade alltså AKE 12 installerats i Tumba. Erfarenheterna gjorde att man nu började tvivla på att AKE 12 någonsin skulle bli kommersiellt attraktiv för lokalstationer, däremot kanske för internationella stationer. Dessutom fanns det stora förväntningar på nästa produkt, AKE 13, ännu på ritbordet.

Rotterdam är en viktig ort för L M Ericsson. Där hade tidigare stora nyheter introducerats internationellt. Nu hade man fått en beställning på ett elektromekaniskt system. Med hela tilltron till de nya, ännu ofödda elektroniksystemen i bakhuvudet för L M Ericssons försäljare till den holländska staden och övertygade kunden om det vettiga i att byta specifikation. Det skulle bli en datorstyrd station i stället!

Den som fick i uppdrag att tekniskt leda projektet var Ivar Jacobson, som inte kunde just någonting om datorer:

– Mitt jobb var att se till att projektet blev marknadsanpassat, att det blev lönsamt. Och processorer och datorer... jag satte mig ned kvällar och helger och tröskade igenom allt material, som fanns, jag fick lära mig via skolboken, som jag ställde mot våra AKE-system. Men efter någon månads studier hade jag kommit fram till att som AKE såg ut var det inte lämpligt att gå vidare med det. Jag sa till Lars Olof Norén, chefen, att jag inte kunde ta ansvar för något jag inte trodde på.

Här kommer en nybörjare på datorer och säger att den produkt vi lyckats förmå holländarna att vara pionjärer på inte kommer att fungera! Men hur skulle man då göra i stället? Jacobson satte sig hela följande helg och funderade först, skissade sedan:

– Plötsligt trodde jag att jag skulle kunna lyfta upp min kunskap från de gamla elektromekaniska systemen och göra den så generell att den gick att översätta till den nya elektroniken. Det måste finnas en gemensam grund, några bakomliggande principer. Det ville jag också förmedla till alla i projektet.

Om principerna var generella, kunde man se ett datorstyrt system som ett reläsystem. Eller det traditionella registret som en dator, maskinvara plus program.

Full av entusiasm berättade Jacobson för sina kolleger hur problemet skulle lösas. Bara för att mötas med total oförståelse. Det skulle aldrig fungera. Oförståelsen förstärktes till fientlighet och konflikt. En av dem som var starkast emot Jacobsons idéer var programmeringsgeniet och pedagogen Göran Hemdal.

### *Krav och system*

Ellemtel startade 1970 och en av dess prioriterade uppgifter blev att se på problemet med lokalstationer. Televerket hade dödat sitt projekt, L M Ericsson vändades över AKE som man i varierande grad trodde och tvvlade på. Fanns det inte möjligheter att bygga vidare på existerande system och erfarenheter?

Hösten 1970, när han just kommit till Ellemtel som en av de första, ägnar sig B-G Magnusson åt att skärskåda alternativen i sin utredning. Den är första steget i det som var ett viktigt skäl till att bilda Ellemtel: utvecklingen av en ny lokalstation.

Men han ägnar sig förstås även åt att värva personal. Göran Hemdal kommer efter några månader, och redan hösten 1970 argumenterar Magnusson för att få över Lars Borg och Kjell Sörme från L M Ericsson. Det skulle ta ett år innan de kom till Ellemtel.

Ett av de alternativ som är uppe tidigt är idén att nyttja en vanlig, kommersiell dator för att styra trafiken i en telefonstation. Det alternativet avfärdas dock snabbt: inga datorer klarar realtidskraven; de flesta datorer arbetar inte i realtid, i takt med omvärlden



och signalerna in, men det går ju inte att spara vissa samtalskopplingar till på natten! Dessutom är tillförlitligheten i datorvärlden mycket långt ifrån vad som krävs i telefonins värld. Å andra sidan är en dator på andra sätt överkvalificerad, eftersom den klarar en mängd uppgifter som en telefonstation aldrig behöver.

Televerket lanserar förslaget om en vidareutveckling på basen av A 210, A 210V. Det fanns redan före Ellemtels bildande en sådan plan, för en station som skulle vara framme ungefär 1976. Under sina två år på L M Ericsson har B-G Magnusson hunnit delta i AK69, en utredning som han finner så otillfredsställande att han lanserar en annan, nämligen AK70, där lärdomarna från A 210 och AKE finns med, bland annat idén om regionalprocessorer.

Vid det fjärde projektmötet, i mars 1971, berättar en rapport att det finns tre alternativ för lokalstationen, ett som faktiskt återupplivar idén om att lägga in logiken i kretsar, SLIK, ett annat och närbesläktat men med logiken i minnen, SLIM, och så ett med en egen signalprocessor. Magnusson tar själv diskussionerna med uppdragsgivarna i moderföretagen och skyddar sina medarbetare, inte minst Göran Hemdal som redan 21 januari 1971 beskriver var skåpet skall stå. Det är en elegant utredning över vilka principer som bör vara bärande för ett väl fungerande system.

Bakom låg dyrköpta erfarenheter, framförallt från Tumba, men också från Storängen och Rotterdam. Hemdal har uttryckt dem så här:

– AKE i Tumba saknade testbarhet, hanterbarhet, systemintegritet. Inget fungerade innan allt fungerade. Om man ändrade på en punkt så måste allt testas. Om man rättade ett fel så genererade man två nya.

Men av detta friska och kärnfulla språk finns förstås intet i protokollen.

På mötet den 8 mars får projektkommittén löfte om att utredningen om alternativen skall vara klar 1 juli, men grunden är då inte tillfyllest för att starta ett projekt. Det blir bakläxa. B-G Magnusson preciserar sig i oktober och får i november i uppgift att fortsätta att formulera planerna mer i detalj.

Den pedagogiske Hemdal kunde kanske inte övertyga Ivar Jacobson om att denne hade fel men väl alla andra. Ju mer Hemdal samlade argument, desto mer övertygad blev han i stället – ytterst motvilligt först – om att Jacobsons idé nog faktiskt var rätt. Inte för AKE 13 väl, där den först varit på förslag och genomförts, där stod Hemdal fast vid att den inte passade, men som generell princip för framtiden. Fast den behövde utvecklas och byggas på. Den passade bara i en helt ny struktur.

Den strukturen var också organisatorisk. Magnusson, som lämnat Televerket för L M Ericsson under slutskedet av A 210-pro-

jektet, var noga med att låta systemet få sina konturer först, innan han stöpte sin organisation; organisationsuppbyggnaden fick inte bli styrande för systemets struktur, fick inte lägga band på den förutsättningslösa diskussionen om principiell uppbyggnad och funktion.

I maj 1971 var det så klart att det skulle bli en datadel och en telefonidel, så då blev det två sektioner med dessa uppgifter. Regionalprocessorerna, en idé från A 210, skulle sköta rutinuppgifter.

Men bara *någorlunda* klara var systemen då. En annan idé var nämligen att vinna tid och snabbare lära av erfarenheten genom att inte vänta tills ett systemkoncept var helt färdigt innan de delar av konceptet som hunnit bli färdiga började förverkligas. Och allt hade inte förverkligats innan man startade med nästa steg, provningen av de delar som faktiskt var färdiga.

– En viktig poäng var att alla nyckelpersoner efter ett tag hade jobbat ihop med Göran Hemdal och kunde följa hans spår vad gällde systemet. Nästa stora poäng var att vi mycket medvetet undvek att skilja på program- och maskinvara, förklarar Bengt-Gunnar Magnusson. De skulle bägge ligga funktionellt inom samma grupp. Det fick aldrig gå någon sektionsgräns mellan dem.

Det fanns sålunda inga specialsektioner för programkonstnärer. Eller för elektronikexperter. Eller för dem med elektromekanisk bakgrund.

– Hemdal hade nu fulländat strukturen med funktionsblock, Jacobsons idé. Inom dessa block skulle fördelningen mellan maskinvara och programvara avgöras, och det var det som var en egen helhet. Något annat som krävde helhetssyn var fördelningen mellan centralprocessor och regionalprocessorer.

– Den idén var nog mitt eget bidrag från A 210, fortsätter Magnusson, med tanken att avlasta centralprocessorn – som dessutom särskilt på den tiden hade begränsad kapacitet – en rad rutinuppgifter och förlägga dem längre ut i systemet. Nu renodlades idén, och vi delade upp uppgifterna i centrala och regionala. På köpet fick vi koncentrerade signalledningar i stället för rättbon med tiotusentals trådar.

Regionalprocessorer för rutinuppgifter med låg komplexitet, central processor för komplexa men sällsynta uppgifter – om man i stället valt en enda processor för alla uppgifter så hade den fått onödig och dyr kapacitet även för komplexa rutinuppgifter, så det hade varit en slösaktig lösning.

– Det här ställde höga krav på cheferna, som skulle förstå helheten och kunna hantera båda, flera, ja alla typer av problem. Och människor. För den rena och tunga programmeringen för centralprocessorn, huvuddatorn i systemet så att säga, måste vi sena-

re ha flera grupper. Och senare även en sektion för programstöd, säger Magnusson.

– Men så var det då en sak till: vi samlade hela funktioner i de organisatoriska enheterna. Gör man inte det riskerar man något som med ett fint ord kallas suboptimering. Det vill säga att man ser för snävt, gör en fördelning av tekniska resurser inom en given ram fast den ramen kanske kunde och borde förändras.

– Absoluta gränser mellan program- och maskinvara är ett klart exempel på vad vi ville undvika. Detsamma gällde regional- och centralprocessorernas samverkan. Här gällde det ju att avväga vilka arbetsuppgifter som skulle hamna var. Helhetssyn i stället för suboptimering, en sektion för helheten i stället för två specialiserade.

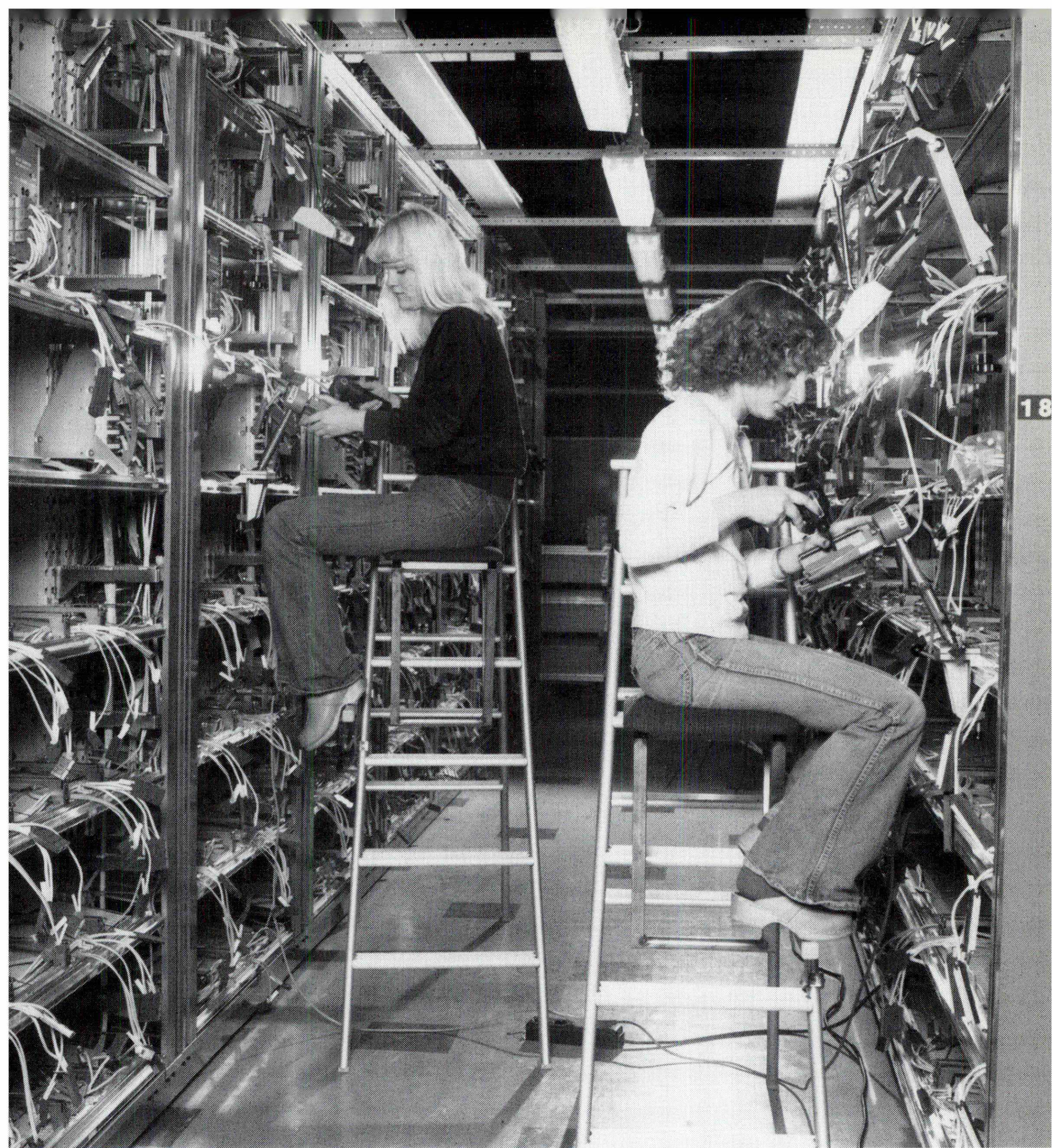
Inom olika beslutande organ, med representanter även för de två ägarna, fattades och registrerades beslut. Här togs nya problem upp och information flödade fritt. De var viktiga för att informera, för att hålla projekten på rätt kurs, för att göra nödvändiga modifikationer snabbt och för att styra så att den nödvändiga kompetensöverföringen mellan företagen fungerade.

Släpper man tekniker lösa producerar de helst något som innehåller alla möjliga tekniska finesser. Gärna på gränsen till det omöjliga. Och nästan oavsett kostnaderna. – Nej, man skall naturligtvis ge marknaden vad marknaden vill ha. Marknaden, det är ingen anonym företeelse eller en ruta på ett organisationsschema – den består av konkreta kunder. Nyskapande teknisk utveckling innehåller dock ett slags Moment 22 – detta att utan facit kan man inte ställa den fråga som ger facits svar. Det är egentligen endast de tekniker som arbetar med dess utveckling som verkligen vet vad den nya tekniken kan åstadkomma. Den ger helt nya finesser, och om marknaden, kunden, inte ens vet om att de finns så efterfrågar han dem heller inte.

Nu är det ändå inte hopplöst att kommunicera nya möjligheter i telebranschen. Kunderna, olika televerk och telenjansföretag, har en betydande egen teknisk kompetens. Också de deltar i möten av typen ISS, International Switching Seminar. Många av dem har erfarenhet från "bägge sidor" – det är inte bara i Sverige som tekniker går fram och åter mellan Televerket och L M Ericsson. Ellemtel hade en stor och kompetent kun "i huset" – delägaren Televerket. Men det fanns en risk med det: Televerket kanske var alltför avancerat och exklusivt jämfört med världsmarknaden.

L M Ericsson satte därför redan hösten 1970 upp en grupp på ett halvdussin personer, med Inge Jönsson som chef och med bland andra John Meurling, för att ta fram vad som brukar kallas en kravspecifikation. Mot den skulle Ellemtels konstruktion vägas. Och då inte bara systemarkitektur utan eh hel produktstruktur med egenskaper som kapacitet, effekt, tillförlitlighet, etc. Det





3. Montering i AXE-stativ, 1980-talet. L M Ericssons fotoarkiv.

krävde en projektplan med kostnader och andra faktorer: arbete, instrument, datakraft och utvecklingstid. Först på det underlaget kunde det bli något beslut om att utveckla systemet.

Inom L M Ericsson deltog flera tiotal personer i arbetet med att extrahera det gemensamma för fler än 50 olika länder. Slutspecifikationen kom i bokform 1 april 1972 och hade sjutton kapitel med sju olika författare:



\* systemet skulle vara datorstyrt och medge många olika funktioner – det skulle vara modulärt, så det kunde byggas ut och anpassas efter behov, tillämpning och marknad;

\* det skulle passa i alla typer av telenät och kunna svara för flera olika kopplingsfunktioner utöver lokalstationens;

\* systemet skulle vara framtidssäkert, det vill säga nya tjänster, ny teknik och nya telefonstationsidéer, också digitala sådana, skulle kunna utnyttjas;

\* systemet måste vara lätt att producera och hantera, installera och underhålla; man talade om en halverad installationstid jämfört med en koordinatväljarstation;

\* kapaciteten skulle räcka för 40 000 abonnenter, och det fanns sifferspecifikationer för trafikbelastning och andra tekniska prestanda, typ tillförlitlighet.

Punkten om möjlighet till senare digitalisering var delvis influerad av att CIT-Alcatel först i världen infört digitala väljare. De var inte elektromekaniska, inte ens mini- eller tungreläer, utan de arbetade i ren halvledarelektronik. Inom L M Ericsson pågick dessutom arbete i denna riktning – i Australien.

Det här skulle innebära teknisk frihet. Den friheten var av nöden i ett mer konventionellt avseende, nämligen att kunna byta minnen och kretsar allteftersom elektroniken fortsatte sin utvecklingslavin. Att i detta tekniska modultänkande även öppna för generationsskiftet från analogt till digitalt var djärvare – och svårare.

En mer övergripande princip för kravspecifikationen var att enbart ställa krav. Hur dessa sedan uppfylldes, det var helt och hållet Ellemtels problem. Medan nästa version av system- och projektbeskrivning var på väg, fortsatte L M Ericsson att från marknadssynpunkt granska de allt mer detaljerade prestanda som kom fram. En grupp under Björn Svedberg arbetade sig systematiskt igenom olika delar av de föreslagna planerna. I en värderande rapport belystes ett antal problem. Mycket av kritiken var det ganska lätt att ta hänsyn till direkt. Men det fanns några större problem. Kostnaderna för smärre stationer såg ut att bli för höga, tillförlitligheten tycktes bli för dålig. Och framförallt nådde kapaciteten inte de 40 000 abonnenter som specificerats, bara 80 procent av den siffran.

När projektet till slut, i mer bearbetat skick, presenteras för Televerket och L M Ericsson framgår det klart att det rör sig om ett helt nytt system. Erfarenheterna från AKE och A 210 liksom från konkurrenterna har förvisso gått in i konstruktionen – men det här är verkligen att starta om från början. Nya processorer, ny programvara, ny teknik i produktionen. Prislappen räknar B-G Magnusson fram till ungefär 600 manår och 250 miljoner kronor, då en mycket större summa än idag. Värst är det kanske, främst

för L M Ericsson, att projektplanen slutar med ett färdigt system först i april 1977. Och nu var det fortfarande 1972.

Första halvåret 1972 måste L M Ericsson – ångestfyllt – bestämma sig för att låta Ellemtel gå vidare med AXE-systemet. Det är ett beslut som skulle komma att ifrågasättas, i sina detaljer men också i sin helhet, under det följande året – något som återspeglar hur svårt valet i själva verket var. Ty det är hela fem år fram till 1977. På tre år, 1967–70, hade L M Ericsson lanserat två telefonstationssystem, AKE 12 och 13, för två olika tillämpningar, lokal- och transitstationer. Dessutom hade man fört fram datorstyrda koordinatväljarstationer ARE. De närmaste två åren har konkurrenterna aviserat en uppsjö av system med datorstyrning. Siemens och ITT har också ett helt sortiment av mer eller mindre olika telefonstationslösningar.

Den som hade att fatta det svåra beslutet var Hans Sund, chef för telefonstationsavdelningen hos L M Ericsson. Han satsade sin egen och företagets framtid på AXE. Han kapade ett år på projektplanen. 1977 duger inte, för 1976 fyller ju L M Ericsson hundra år! Magnusson får räkna om, kontrollräkna, ändra förutsättningarna för att se vad som är kritiskt. Slutresultatet blir fem års projekttid och nästan en miljon mantimmar. Då har B-G Magnusson verkligen försökt pressa tiden, han vet att det är bråttom. Sund kapar nu prislappen, månårsbehovet.

I bilden ingår att systemutformningen nu nått mer än halvvägs. Men det återstår ännu en bit. Innan konstruktionen blivit riktigt färdig går man i gång med att konstruera maskinvaran, som dock skall få fart först 1974 då bara föga systemutveckling återstår. Programmeringen skall starta först i slutet av 1974 men accelerera brant 1975–76.

Det har blivit allt mer accepterat att utvecklingsprojekt kan och bör ha höga och djärva mål, med konventionellt tänkande till och med omöjliga. Mål som i allmänhet handlar just om tid och pengar, ofta också om att få ner antalet ingående delar i en konstruktion. I AXE-projektet var man ovanligt tidigt ute med metoden och utan någon uttalad filosofi bakom. Men det fungerade, åtminstone vad det gäller genvägarna. Och i projektplanen blev det till slut påökt till 780 000 mantimmar.

Vilka djärva nya vägar kunde B-G Magnusson hitta för att klara Hans Sunds omöjliga krav? Ett exempel är virtekniken. L M Ericsson hade en mycket fiffig och avancerad teknik för att göra förbindningar i telefonstationer. Det var kontakttrådar som avisolades i samma moment som själva lödningen – rationellt och bra.

Rationellt och bra i löpande produktion, ja. Men inte för en verksamhet där man måste klara att göra ändringar snabbt.



Verkstäderna krävde nämligen flera månader för att få igenom en ändring, och de månaderna hade ju Magnusson just blivit av med.

I slutet av 60-talet hade amerikanska AT&T lanserat en ny förbindningsteknik, som till att börja med hade sina problem, men som visat sig kunna automatiseras – och som tillät ändringar uppåt tio gånger snabbare. Den heter virtekniken därför att man virar förbindningstråden runt det lilla metallstift där det skall bli kontakt. Friktionen vid virningen smälter samman tråd och stift.

Med virning kunde konstruktören göra konstruktionsändringar själv. När AXE skulle ut i industriell produktion blev datorstyrda virmaskiner ett trumfkort. – Att vi gick över till virning var en avgörande faktor för att gå i mål med AXE i tid, menar flera av deltagarna i projektet.

I tid och i tid. Visst fanns det samtalsuppkopplingar att demonstrera från Södertälje under jubileet våren 1976 och en hel telestation att visa upp i Södertälje i slutet av samma år. Men egentligen gick projektet i mål en månad före den tidpunkt som Magnusson räknat fram i sin första skiss, nämligen 1 mars 1977, då Södertäljestationen slutligt togs i drift. Då var mantidsmätaren uppe i 1 400 000 timmar. Det stämde på det hela taget förbluffande bra med den ursprungliga skissen.

### *AXEs teknik*

Att programvaru-artisteriet stod högt i kurs berodde delvis på att elektroniken, de integrerade kretsarna, inte minst minnena, ännu var så dyr och begränsad till sin kapacitet. Det var en konst att programmera med så få instruktioner som möjligt, allra mest kompakt om alla programinstruktioner hängde ihop i ett enda stort program. Det gällde att undvika onödigt dubbelarbete eller överlappning i datorn. En standardisering till moduler skulle däremot innebära just "onödiga" instruktioner, att kapacitet togs i anspråk som man var van vid att det rādde brist på. Man kan säga att modulerna kräver en mängd formulär som alltid följer med dem.

De existerande programmen brukar omväxlande kallas "ler och långhalm" och "spaghettiprogramvara". Allt hängde samman med allt annat, och det på ett alldeles oöverskådligt sätt – ler och långhalm. Allt var ett enda stort nystan – kokt spaghetti. Vi har sett hur fel dök upp där det inte vara några fel, därför att osynliga fel någon helt annanstans blev synliga när de fortplantat sig via leran och långhalmen.

Programvaran arbetar med något, nämligen data. Det är dessa som den knådar och bearbetar. Det finns olika slags data, sådana som används under en längre period, som när man ändrar samtalsavgiften, och sådana som har kortare varaktighet, som de som rör uppkopplingen av ett visst telefonsamtal.

Hemdal kombinerade nu Ivar Jacobsons tankegångar med sina

egna och band specifika data till specifika program. Det skedde i enheter som stod på egna ben därför att de representerade distinkta funktioner – funktionsblock. De skulle vara helt isolerade från varandra. Bara legitima signaler fick komma in i ett block, och det gick inte att koppla ihop dem på spaghettivis. Funktionsblocken innebar att en treenighet av data, program och även i vissa fall maskinvara fördes samman i självständiga moduler. Endast ett speciellt program, en programmodul, fick bearbeta vissa data, en datamodul. I övrigt var det vattentäta skott. På så vis skulle man hindra att när man drog i en spaghetti – numera korta makaronistumpar – så rörde sig hela nystanet.

För att reglera och styra vad som hände, utnyttjades ett signal-system. Alla funktionsblock har samma attityd utåt: blocket kräver rätt slags signaler för att bli tillgängligt. Programmerarna fick finna sig i en bestämd struktur, som i sig framtvingade disciplin och skapade en helt annan säkerhet och tillförlitlighet. För att ytterligare strama upp systemet och göra det möjligt att ha en fast referenspunkt skapade Göran Hemdal något som var en förutsättning för att signaleringen mellan blocken skulle fungera, nämligen ett referensminne, som tjänar som innehållsförteckning och vägvisare fram till funktionsblocken.

En funktion kan till exempel vara att identifiera om den som ringer gör det med en fingerskiva eller en knappspets. Sedan är nästa funktion att avläsa siffrorna som kommer in. Eftersom man bara kan adressera ett block åt gången, går det lätt att identifiera eventuella fel. Blocken behöver heller inte jobba i takt med varandra.

Idén om funktionsblock i modulform representerar på sitt sätt ett dubbelt grepp: de tekniskt betingade funktionsblocken svarade ofta mot funktioner för kunden. De innebar att kunderna kunde lägga till och dra ifrån på ett flexibelt och öppet sätt.

"Moduler" och "modularisering" blev mycket riktigt slagorden för att beskriva AXE. I dag beskriver många tillverkare av telestationer sina system med samma nyckelord. Principerna om flexibilitet och moduler kan dock tillämpas på olika sätt.

För datorstyrningen fick Ellemtel utveckla en egen processor. Den blev den första i en hel serie, APZ 21-familjen. Dess uppgift är uppenbarligen att styra ett system med AXE:s mycket specifika egenskaper, att stödja just den modulära strukturen i programblock.

AXE-systemet skilde på telefonidel APT och styrdel APZ, och på regional- och centralprocessor i telefonidelen. Poängen är att det i en telestation finns mycket olikartade arbetsuppgifter. Vissa är av rutinkaraktär och utförs mycket ofta. Andra är exklusiva och komplexa och blir aktuella bara sällan. En "regional" uppgift som en enkel processor kan utföra är att ta reda på om en abonnent

lyft på telefonluren. En telefonstation går nämligen oupphörligt igenom alla "sina" abonnenter för att se om någon försöker ringa. Vi abonnenter märker inte fördröjningen till nästa sådan kontroll eftersom våra telefoner på så vis "får besök" tio gånger varje sekund.

I A 210 hade man börjat försöka lämna det tunga programmerandet i maskinkod, som innebär att man tvingas att för datorn ange hur data skall skyfflas eller program användas via långa oöverskådliga sifferserier, eller via andra metoder som ligger nära detaljbeskrivningen av datorns inre. Detsamma hade Hemdal gjort på L M Ericsson, och han hade fått fram ett särskilt programmeringsspråk Eriplex för telefoni. Han fullbordade nu denna idé genom att utveckla ett eget högnivåspråk för programmering av AXE, Plex. Programmen skrevs om logiskt och mycket överskådligare. Samtidigt som Hemdal tog fram Plex, sade man på Bell Labs att det var omöjligt att använda högnivåspråk för att programmera telefonstationer!

Med högnivåspråk går själva programmeringen tre gånger snabbare än tidigare. En trefaldig ökning i produktiviteten, vem drömmer inte om det! Det har beräknats att Plex sparat 700 miljoner kronor, plus tid, räknat i snabbare projekt. I gengäld krävs en översättningsmaskin som talar om för datorn vad programmet egentligen betyder.

Det låg en speciell vits i att begränsa de kostnader som dagens och framtidens programarbete innebar – all maskinvara skulle ju bara bli billigare, dess kostnad snart kanske försumbar jämfört med just programkostnaderna.

Framtidsprognoserna för informationstekniken gjorde det självklart att man måste kunna byta till ny teknik. Och det var snart dags att gå från elektromekanik till elektronik i väljarna. L M Ericsson satsade ännu på kodväljaren i AKE. Men varför binda sig till reedreläer eller någon annan sådan teknik som till äventyrs bara var ett övergångsstadium till någon typ av halvledarelektronik? Gick det kanske rentav att göra tekniken så flexibel att den tillät även sådana generationsväxlingar?

Den övergripande ambitionen blev att AXE skulle vara neutralt inför framtida val av väljartyp. Vilken som helst väljare skulle kunna användas – det var flexibilitet det. Och det, i sin tur, skulle innebära öppenhet också för digital teknik.

Kurt Katzeff hade på L M Ericsson tidigare tagit initiativ till att utreda vad kostnaden skulle bli för att separera två enheter i telefonstationen, gruppväljaren och abonnentsteget, genom att införa separat strömmatning för de båda. Om man som förr hade gemensam strömmatning skulle det krävas stora konstruktions- och programbyten för att senare sära på dem och till exempel digitalisera bara den ena.



Det låter kanske inte så betydelsedigert. Kostnaden visade sig bli en tia extra per abonnent, och det var det värt, tyckte Ellemtels båda mödrar. Då fanns nämligen friheten, flexibiliteten, att i en framtid byta till digital väljare.

Från mitten av 70-talet inträffade förbluffande snabbt ett skred bland kunderna. Plötsligt tog marknaden för de tidigare dominerande analoga gruppväljarna bara slut – alla kunder ville i stället ha digitala.

Med AXE befann sig L M Ericsson bland pionjärerna. Andra fick skrota sina system och börja om. Katzeffs utredning om strömmatningen – som inte varit inriktad mot AXE – och det beslut som följde gjorde även här AXE framtidssäkert.

Vi har några gånger berört olika ansatser till att ställa analoga system, dvs de traditionella, mot de nya digitala systemen, och att ställa rumsuppdelade signaler – också de traditionella – mot tidsuppdelade. AXE kom fram ur L M Ericssons och Televerkets erfarenheter från olika försök att fullfölja än den ena, än den andra av dessa linjer. I stället för att välja en enda lösning och renodla den, eller i stället för att göra en tidsbunden och olycklig kompromiss, lade man återigen ribban högre. Målet blev ett system som fullt ut skulle tillåta olika typer av system.

Digitaliseringen av teletekniken har ett särskilt drag av modernitet. Datorerna var i början ibland digitala, ibland analoga, innan digitaltekniken vann. Att telefonin skulle bli digital – någon gång i en framtid – sågs delvis som en analogi till datateknikens omsvängning, och därmed hela elektronikens.

Från början var det för de flesta naturligare att tänka analogt, i kontinuerliga signaler med en direkt motsvarighet i den vanliga fysikaliska verkligheten, antingen det gällde till exempel ljusstyrka eller – som i telefonin – ljudnivå. Med datorerna utvecklades det en ny klan i den folkstam som heter tekniker, klanen digitaltekniker.

I ett digitalt system omvandlas alltså de direkta, analoga signaler som vi intuitivt har lätt att uppfatta och förstå till kodade signaler, till ett digitalt och indirekt språk. Det krävs omvandlare i bägge riktningar. I CD-spelaren där hemma är ljudsignalen från början kodad till nollor och ettor. Den måste så småningom bli analog, via ett omvandlingssteg.

Finessen är att kodningen sparar kommunikationsutrymme, och signalen blir mindre störningskänslig och lättare att kontrollera vad gäller överföringens kvalitet. Man kan säga att en dator eller en elektronikkrets gör en matematisk bearbetning av signalen som får till nettoresultat att det blir mindre signal att vidarebefordra. Sedan krävs motsvarande ”baklänges” bearbetning vid mottagningen för att återfå signalen.

En annan fördel är att den digitala tekniken ger större frihet.

Den digitala gruppväljaren är ett bra exempel på detta. Med den digital finns det inte något tekniskt eller ekonomiskt skäl, inget tvång, till att ha den på samma plats som abonnentsteget. Abonnentsteget kan då decentraliseras, brytas ut och placeras närmare abonnenterna. Detta, i sin tur, har ibland stora ekonomiska fördelar, inte minst i u-länder med en svag eller ojämn infrastruktur. Att behovet av kabel reduceras kraftigt gör inte det hela sämre. Det förbilligar hela nätet – hela telesystemet. Olika delar, olika delsystem i det som förr var sammanhållna telestationer kan nu placeras ut mer fritt.

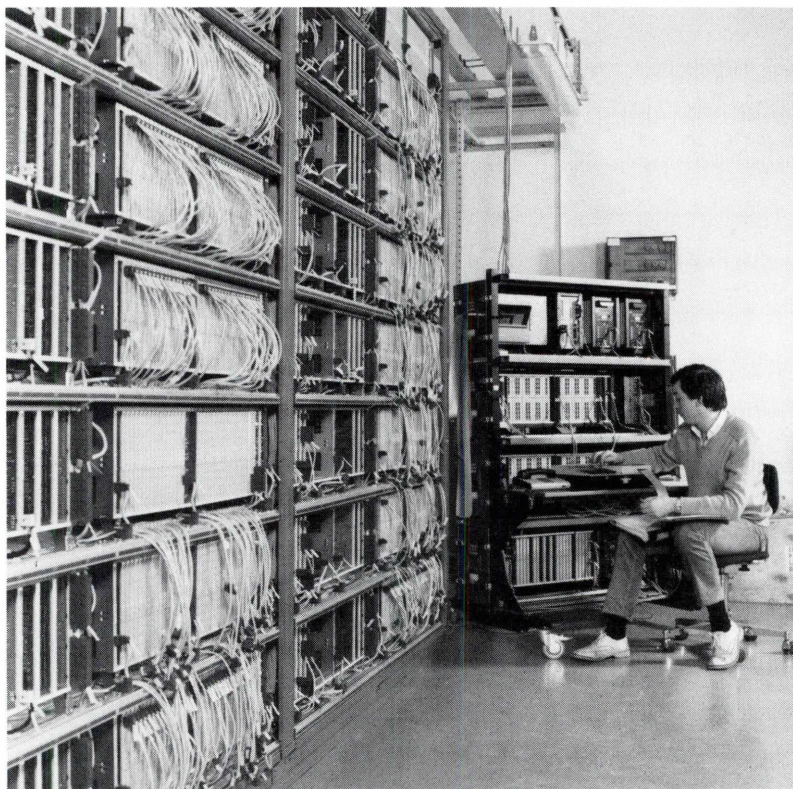
Tidigare, när systemet var helt analogt, var det från början givet vilka kablar och ledningar som krävdes för att bära samtal och annan kommunikation. Det gick att räkna ut, en gång för alla, på basen av antalet abonnenter och deras telefonibehov. Telestationen blev på så sätt en utrustning som i både ekonomiska och tekniska beräkningar behandlades separat och helt för sig – kablarna och nätet för sig.

Därmed kunde teleföretag specialisera sig på någon del av utrustningen. De företag som, likt L M Ericsson, täckte hela sortimentet, hade en klar och tydlig bodelning mellan telefonstationer, kablar, transmission, radio etc. Det syntes på organisations-schemet. Den bodelningen speglades i en motsvarande uppdelning i olika funktioner och organisatoriska enheter hos kunderna, alltså världens televerk.

Poängen är inte att den digitala telefonstations- och signaltekniken i sig är så mycket billigare än den analoga. Utan poängen är att *hela nätet*, inklusive telefonstationerna, kan avvägas på ett nytt sätt, och på så vis kan man göra vinster genom att se detta som en ny, sammanhängande helhet. Och det var sannerligen inga små vinster som fanns att hämta hem: mellan 20 och 25 procent. Vinsterna ligger kanske främst i besparingar i nätförbindelserna, medan utlokaliserade enheter som abonnentsteg törhända kostar litet grand mer. Även när det gäller andra faktorer förskjuts vad som är praktiskt och ekonomiskt. Utflyttade abonnentsteg gör till exempel att en enda telefonstation med fördel kan täcka ett större område.

I sammanfattning kan alltså AXE:s modularitet beskrivas i flera dimensioner. Modulariteten är teknisk, kostnads- och kapacitetsmässig, och den är funktionell. Det funktionella, det är vad kravspecifikationen siktade mot, att tillgodose mycket varierade marknadsbehov. Samtidigt var det en funktionalitet internt i systemet, det gick för konstruktörer och programmerare att hålla isär och isolera olika enheter.

Den tekniska modulariteten siktade på öppenhet för framtida ny teknik. Men då inte bara öppenhet för framstegen inom den



4. Testning av AXE-station, 1980-talet. L M Ericssons fotoarkiv.

revolutionära mikroelektroniken, utan också en mer radikal frihet att ta steget från analog teknik till digital, från rumsuppdelad till tidsuppdelad signal. Kostnadsmässigt, till slut, låg flexibiliteten i att anpassa stationen till mycket olika trafikförhållanden, abonnentantal, etc.

Parallellt med att telefonsystemets arkitektur – dator- och telefonidelnas strukturer – tog form, utvecklades dessutom ett mekaniskt byggsätt för AXE, en genomtänkt metod att foga samman de olika komponenterna. Poängen var att kunna utnyttja de nya fördelarna med elektronik och miniatyrisering. Ett viktigt krav var att byggsättet måste passa systemet överallt och under hela den tid det skulle fungera, inte bara till exempel i produktionen isolerat.

En fördel med halvledare är att de kräver så mycket mindre energi. Därmed blir kraven på kylning mindre, men bara med rätt byggsätt. Det här var i sig en stor nyhet för LM Ericssons kunder och alltså för Televerket, men naturligtvis kom konkurrenterna att ta till sig dessa fördelar de också, så småningom.



Resultatet blev även här, för det mekaniska byggsättet, ett modulsystem. Ett system som gjorde att enskilda moduler kunde kopplas in i stativ, ett slags bokhylleliknande ramar. Modulerna var ungefär som böcker som placerades in. Med standardiserad mekanik kunde detaljerna tillverkas i stora serier, med god precision och pressade kostnader.

Modulerna motsvarade det principiella schemats moduler. Och program kunde provas i de rätta maskinmodulerna, precis de som programmen sedan skulle fungera i, ute i verkligheten. Kablarna, de elektriska förbindningarna, ingår inte i den fasta mekaniken, ingick inte i bokhyllorna. De pluggades in mellan de enheter som skulle förbindas – flexibilitet blev resultatet. Alla sådana förbindningar satte på framsidan.

När AXE skulle levereras, ofta under stark tidspress, var denna idé en nyckelfaktor. Rackar kunde byggas i förväg, både hos L M Ericsson och hos kunden. Det gick lätt att se till att mekaniken fungerade oklanderligt. Problemen, både funktionellt och när det gällde att passa tiden, gällde elektroniken. Den måste testas, provas, köras in. Det skedde på hemmaplan, i ett stativ som var exakt likadant som det hos kunden. När utprovningen hemma var färdig skeppades elektroniken i väg till kunden, och där pluggades den omedelbart in och började fungera, som det gjort redan i Stockholm.

### *Projektet startar – åter till tidtabellen*

I september 1972 har projektet alltså inte bara startat utan även kommit så långt som till instruktionslista för centralenheten i regionalprocessorn. Det finns en registerstruktur och en fysisk uppställningsplan. Under hösten diskuteras hur man utifrån skall kunna umgås med systemet, det som kallas input-output eller in- och utmatning. Frågor om hanteringskostnader för installation och dokumentation tas upp, liksom faktiskt en första tidsplan för utveckling av en digital gruppväljare. Den pekar mot en möjlig första installation i februari 1978...

I januari 1973 kan man konstatera att projektet ligger inom planens ramar, desamma som Hans Sund tvingat fram. Men då har man fördelat en del av den reserv som fanns från början. Under våren gör L M Ericsson en genomgång av hur systemet klarar kraven, och B-G Magnusson vill få till stånd ett multiprocessorsystem för att höja kapaciteten. Men det blir nej, ty sådana system har L M Ericsson bränt sig ordentligt på när AKE 13 utrustats med hela åtta processorer i parallell.

Det blir ingen särskild processor för in- och utmatning, regionalprocessorerna får duga. Informellt rapporteras att kapaciteten och snabbheten hos centralprocessorn inte räcker. Snart skall detta komma att utlösa en nykonstruktion, som bland annat innebär

införande av två nya signalbegrepp. Denna dramatiska och krävande åtgärd syns heller inte särskilt mycket i protokollen.

I april finns det orostecken vad gäller tidsschemat. Nu har det skett en ny ökning av tidsåtgången jämfört med planerna, denna gång med 40 manår, vilket bland annat skylls på att hela femton nya funktioner tillkommit på moderföretagens önskemål. Vad värre är, det pekar mot tre månaders försening med slutdatum. En förseningssignal, och inte den sista, men något beslut om officiell senareläggning blir det inte.

I september 1973 kommer L M Ericssons kritiska genomgång av strukturen, något som framgår av protokollen. Tillförlitligheten duger inte, visar det sig. Och kapaciteten är för låg. Lösningen blir – så småningom – dubblade regionalprocessorer och mer decentralisering. För att hinna med Södertälje – det är nu beslutat att den första installationen skall ske i denna stad – blir det ingen dubbling av regionalprocessorer där. Att beslutet att bara ge Södertälje ”enkelmaskin” var kvalfyllt går inte att se i protokollen. Däremot går det att läsa att man i centralenheten mikroprogrammerar vägvalet genom gruppväljaren, dvs lägger in vissa delar av programmet fast, en gång för alla.

Året avslutas kring dessa problem, och med ett facit av cirka tusen projektrapporter. Det blir för dyrt med dubbla regionalprocessorer, lyder ett budskap. Men vi måste ha det, lyder ett annat. Nöden är uppfinningarnas moder, och så lyckas Alvar Ohlsson ersätta en rad reed-väljare med elektroniska vippor, vilket bl a minskar mängden trådförbindningar. En annan vinning är när Rolf Sahlgren – mannen bakom det mekaniska byggsättet – lyckas integrera väljarenheten till ett enda kort.

– Världens telesystem är så stort och varierat att det nog inte går att ta hänsyn till allt, menar C G Larsson. Samtalstätheten är slumpartad, abonnenterna betar sig olika. Det finns diverse mycket olikartade mekaniska utrustningar som överlever runt om i världen. Det var till exempel inte så lätt att känna till prestanda för all världens olika fingerskivor, så vi rådfrågade så många äldre gentlemän på Televerket och L M Ericsson som vi kunde hitta. Resultatet blev någon fiffig kompromiss.

Besök på L M Ericssons tidigare dotterbolag North Electric spelade en viktig roll: – Vi kom över för att lära oss virtekniken för elektriska förbindningar på kretskort. Det var ju den tekniken B-G tilltvingat sig för att spara rejält med tid. Nu måste vi dessutom få tag i maskiner för detta, berättar Ivar Sjöquist.

– Eftersom North hade en framstående datortänkare som hette Skaperda, så passade vi på besöka honom också. Faktum är att datorn i AXE i mycket stöder sig på Skaperdas idéer. Den stora skillnaden mellan Skaperdas idé och våra var att han delade upp

styrssystem och processorsystem i självständiga moduler som gjorde allt själva och hade samma gräns utåt, kommunicerade på samma sätt. Skaperda sände in all information en enda väg och försåg information som skulle till olika delar av processorn med olika adresser så att allt hamnade rätt. Detta hade Skaperda utvecklat nästan in absurdum. Det fanns bara denna enda kommunikationsväg, och all information skulle vara fullständig och försedd med komplett adresslapp. Det var genialiskt, men problemet var att det tog mycket tid i datorn, alltför mycket tid.

– Vi fick våra order dels från chefen, B-G Magnusson, förstås, och det gällde ofta kretsteknik och det praktiska yttre, att det hela skulle passa in i det mekaniska byggsätt som tog form. Dels var det de olika kraven som formulerades på projektmötena. Hos Kjell Sörme på systemsektionen fanns det en grupp som granskade och analyserade vad som kom fram. De slog larm om det blev problem med till exempel kapaciteten. De kunde också ändra på avvägningar och kompromisser som gjorts tidigare och som kunde vrida snett på systemnivå.

Det är inte alltid det går att tillverka efter konstruktörers ritningar. L M Ericsson hade gjort om sin gamla kabelverkstad i Älvsjö till elektronikverkstad, och där tillverkades åtminstone ett första exemplar av allting för AXE, inte bara för Södertälje, den första AXE-stationen, utan också delar till några av de senare stationerna. När Älvsjö inte räckte till anlidade man andra. På så vis skulle man få underlag för korrektioner i ritningarna. Men det behövdes förbluffande sällan. Viktigare var kanske att den inbokade verkstadsresursen tvingade konstruktörer som aldrig ville sluta finslipa att ändå lämna ritningarna ifrån sig. Samtidigt läckte AXE-kunnande in i L M Ericsson via Älvsjö.

I Ellemtel-gänget var Sture Roos en av männen bakom den digitala väljaren, en av svenskarna, är det bäst att tillägga. Roos är känd som en friskus och som en högkreativ uppfinnare, på de mest skilda områden. I början av 70-talet kom han till Ellemtel. – Det var som att komma till ett stort familjeföretag, tycker han.

Arbetet med den nya väljaren, med start inom AXE-projektet 1974, leddes av Gunnar Bjurel, Bertil Bjurels son. Men det fanns andra televerk än det svenska som var pionjärer och kvalitetsinriktade. Därför hade L M Ericsson-bolaget i Australien, EPA, fått ansvaret för en hel del teknisk spjutspetsutveckling, sedan ungefär 1970 digitala gruppväljare. Ett skäl var marknadskontakten, ett annat att det fanns möjlighet att här rekrytera bra ingenjörer – en ständig bristresurs. L M Ericsson såg till att Sture Roos och Ellemtel fick del av de första australiska konstruktionerna.

Utvecklingen drevs ganska länge i skymundan. Ute i världen var det bara det då obetydliga CIT-Alcatel som hade lanserat digital



teknik i väljarna. Men så började ekonomiska siffror och tekniska fakta göra digitala gruppväljare intressanta, och då blev det dags både att granska EPA:s system närmare och att se hur långt Gunnar Bjurel, Sture Roos och de andra kommit.

EPA hade valt säkra två före osäkra fyra megabit per sekund i datahastighet. Den högre hastigheten krävde satsning på en ny elektronikgeneration, och förordades av Roos. Men Bengt-Gunnar Magnusson lutade åt att nöja sig med känd, etablerad teknik – han tog så många risker på annat håll i projektet.

Nu var det dags att ställa de båda lösningarna mot varandra. Sture Roos och Jens Persson fick åka ner till Australien och presentera vad de gjort av den konstruktion som hade sitt ursprung på den sydliga kontinenten. Det blev inget varmt välkommen till att börja med. Men australiensarna visade sig ha samma ingenjörsmässiga och prestigefria attityd som svenskarna. Problemen löstes snabbt ansikte mot ansikte.

Roos och Persson stannade i ett år, 1974–75. Australien fick behålla ansvaret för den digitala gruppväljaren. Som så ofta var det personer som måste stå för överföring av kunskaper och krav. Elektroniken, maskinvaran, konstruerades på så sätt främst i Australien, och en prototyp levererades därifrån till Ellementel våren 1976. Gunnar Bjurel på hemmaplan på Ellementel fick huvudansvaret för programvara och färdigkonstruktion, alltså för projektet i dess helhet.

– Egentligen hade vi en alldeles för svår, ja en omöjlig uppgift att lösa under det där korta året, säger Sture Roos. Och tillägger: – Det var det bästa året för mig som tekniker någonsin! Vi skulle rent fysiskt bygga två digitala gruppväljare att ta med oss hem till Sverige, alltså maskinvaruprototyperna. Det skulle vi göra fast grundkonceptet inte var riktigt färdigt. Det var omöjligt – men det gick.

En digital gruppväljare skulle faktiskt kunna få sitt eget interna styrsystem, medan en uppsättning koordinat-, kod- eller reläväljare inte alls kunde programmeras på samma sätt. – Fördelen med program jämfört med maskinvara är ju att de lätt kan ändras. Det är emellertid inte så aktuellt just i en gruppväljare, säger Roos. Därför kunde vi lägga ännu fler funktioner i maskinvaran och därmed avlasta styrprocessorn APZ och programvaran. Utan den avlastningen hade nog inte den digitala gruppväljaren blivit den succé som den faktiskt blev.

Genom hela AXE-projektet går inte bara diskussioner om processorer och deras kapacitet, nya generationsskiften och inteckningar i framtida teknik, utan också motsvarande dilemman för minnestekniken. Fjärran var sannerligen B-G Magnussons hållplåtar, och nu höll de kärnminnen som regerat i något decenni-

um på att få stryka på foten för halvledarminnen – ständigt dessa halvledare! Utvecklingstakten framgår av att man i dag talar om minnen på 64 Mbit, där M står för miljon. I början av AXE sat-sade man djärvt på – 1 kbit, där k står för kilo eller tusen. Skillnaden mellan början av 70-talet och början av 90-talet är alltså en faktor 64 000.

De första dagarna i januari 1974 kom till slut beslutet om senareläggning: 1 oktober 1976 är nytt datum för Södertälje-stationen. Systemet skall provstartas ett år innan. Nu har det kalkylerade antalet mantimmar för första gången gått genom taket i planen, än så länge med ungefär fem manår eller en knapp procent. Nu börjar också stödsystemen på allvar kunna presenteras. Och i februari efterlyses en separat plan för den digitala gruppväljaren, vars historia vi just skildrat.

I mars fattas beslut om en korrigerad plan, den tredje versionen (egentligen den andra versionen, ty ursprungsversionen har en gång finputsats). Antalet manår har ökats med ungefär tio procent. "Vi möts 1 oktober 1976 i Södertälje", gäller ännu.

Nu har AXE-systemet blivit så färdigt att en del nya idéer inte kan få plats i konstruktionen just nu. Det gäller att bli färdig, först och främst. En idébank inrättas, en liggare för idéer som skall stå på tillväxt.

I juni är det klart med en plan för den digitala gruppväljaren. Man kan redan notera en ökning med 20 manår mot den nya huvudplanen. Det beror på att man tidigare helt glömt bort ett oundgängligt moment, vidare på att APZ krävt mer jobb (den fick konstrueras om) och att det allmänna systemtekniska arbetet visat sig mer krävande. I bästa fall kan Södertälje gå i gång den 1 augusti 1976 – men man flaggar också för den 1 december. Dock – 1 oktober ligger ännu fast.

Hjälpsystemet till AXE skall programmeras på Univac, kommer man fram till, men senare skall man gå över till IBM. En diskussion om utveckling av elektroniska koncentratorer – delsystem i stora telefonstationer som också skulle kunna tänkas fungera självständigt – startar. Reed-väljarna börjar finna sin struktur.

I mitten av hösten 1974 har kraven på manår ånyo skjutit i höjden, nu med 82 i tillägg till siffran från i maj. Det beror till stor del på behovet av mer arbetsledning och stora krav på initialutbildning. Det är med andra ord det tidspressade projektet och ökningen av antalet projektarbetare som tar ut sin rätt.

Nu prövar man en i teorin mycket lovande rationalisering. Programmeringen av AXE:s programblock görs i högnivåspråket Plex, källkoden, i en vanlig stordator, via det stödsystem man utvecklat. Därefter skulle det i denna dator bara ta högst en kvart att översätta programmet till AXE, till målkoden, dvs APZ-språk,





5. AXE-station i Saudi-Arabien, 1980-talet. L M Ericssons fotoarkiv.

varefter det kunde föras över till styrdelen i systemprovanläggningen. På så vis skulle programmeraren inom en kvart kunna göra en effektiv programkontroll och upptäcka logiska fel och direkt gå tillbaka och rätta i källkoden – en fin genväg.

Knuten är översättningen till APZ, och arbetet med idén pågår till hösten 1975. Då visar det sig att tiden för översättningen, väntetiden, alls inte uppgått till en kvart utan snarare till flera timmar. Två miljoner kronor, och dags för papperskorgen... och återgång till en mindre elegant, mer tålamods- och tidskrävande men



etablerad metod, att markera fel, "lappa och laga" i målkoden under provningen. Sedan rättning i källkoden, ny översättning och provning – eventuellt med nya fel att rätta.

Vid utgången av 1974 är centralenhetens maskinvara provad liksom en stor del av mikroprogrammeringen i den. En första etapp av programmeringssystemet är färdig, liksom den första programvaran för APZ.

Under hela 1975 och nästan hela 1976 tror man på att Södertäljestationen kan gå i gång den 1 december 1976, ett nytt datum man kommer fram till i oktober 1974. Det är egentligen bara i mars 1975 som ett frågetecken rapporteras. Desto fler är varningstecknen när det gäller resursbudgeten i manår räknat. Senare, i december 1975, klagar man över rekryteringssvårigheter – och en ny ökning på 20 manår.

I början av året diskuteras multiprocessorsystem igen. Nu tar man upp frågan om datakraft för provning och diskuterar vart olika anläggningar skall ta vägen – när kan Åbo, en länge lovad leverans, tas i drift? När kan Åbo få sin digitala gruppväljare? Det finns en rad prototyper åtminstone på väg – hur skall de bäst disponeras?

I april 1975 föreslår Gunnar Bjurel en ny inriktning för den digitala gruppväljaren, som blir godkänd. Det är bl a den högre datahastigheten som Sture Roos lyckats övertyga australiensarna om. Man jobbar med att få i gång systemprovningen.

I juni framgår det att manårskraven växt med 20, som verkar vara en ofta återkommande modul, att jämföra med de 60 manår som arbetats upp sedan den förra avstämningen. En tillväxt under perioden på 33 procent, jämfört med planen... Den första digitala telefonstationen bestäms till Åbo och tidpunkten till december 1977.

Till i början av oktober har en omfattande och noggrann genomgång av behovet av arbetsinsatser och därmed av manår blivit klar. Resultatet är ett negativt utropstecken, eller snarare ett frågetecken. Medan man hunnit arbeta upp 60 manår efter senaste avstämning har behoven sedan dess ökat med 140!

### *Slutspurten*

Men den noggranna oktobergenomgången blir en bra, realistisk bas, ty fyra månader senare uppgåt det ökade behovet bara till åtta manår. Nu är det, i början av 1976, dags för ny version av planen, där de nya manårsbehoven tas in – med någon reserv. Den nya marginalen kommer dock att ha förbrukats strax före årets slut.

Först var det en gemensam arbetsgrupp, men sedan förra året har allt större skaror medarbetare kommit från L M Ericsson för att lära sig AXE inför överlämningen. Dessa inlån accelererar under första halvan av 1976.

Höstrapporten 1975 gav även viktiga tekniska besked.

Kapaciteten tycks stabil, effektbehovet har gått ner men minnesbehovet tyvärr upp. Ett antal nya följdprojekt av AXE formulerades i slutet av 1975, och de projekten dras i gång 1976.

En första större svensk teknisk presentation våren 1976 planeras noga. L M Ericsson måste tona fram som leverantör. Inom parentes kan nämnas att det (föga onaturligt) väcker olust inom Ellemtel att företaget i utländska presentationer inte får nämnas och att tekniker från Ellemtel där måste bära beteckningen L M Ericsson. Omvänt har man på L M Ericsson svårt att utåt förklara hur man ställer sig till det hälftenägda bolaget, i varje fall innan AXE blivit succé. Dock i känslor är inget för protokoll!

I början av år 1976 är det aktuellt att placera den första digitala gruppväljaren i Italien. Från L M Ericsson informerar man så småningom om att i det italienska dotterbolaget Fatme har arbete börjat med en anpassning av den till italienska krav och behov. Nu finns en första centralenhet för Södertälje.

Diskussionen gäller nu i hög grad frågor, problem och rutiner kring överlämningen av systemet till L M Ericsson. Det krävs tydliga definitioner och ansvarsfördelningar. Samtidigt diskuteras åter flerprocessorsystem i en rapport, och ett minne på 4 kbit – fyra gånger större än det förra – är på gång. Det hoppas man mycket på, ty en sådan större kapacitet skulle innebära stora fördelar, inte minst kostnadsmässigt. En ny regionalprocessor är också under arbete.

I maj finns underlag för vardera en särskild plan för bl a 4 kbit minne, installationsprovning och provhjälpmedel. Från L M Ericsson berättar man hur man ser på övertagandet, och Televerket utser en kontaktman för *sitt* övertagande. Södertälje är nästan helt installerat. Provningen startar utan att ens centralprocessorerna är dubblade – de kompletteras senare. Nya integrerade kretsar som skall hjälpa till att tala om när abonnenten lyfter på telefonluren är på väg. I juni fungerar alla olika systemdelar till Södertälje, var för sig.

I början av hösten 1976 finns det en plan för den digitala gruppväljare som skall till Åbo. Systemförvaltningen hos Televerket och L M Ericsson diskuteras men utan definitiva lösningar, så frågan blir bordlagd. Nu kommer ytterligare en ström av delplaner som följd av Södertälje- och Åbo-projekten. Bland nya och fortsatta utvecklingsprojekt nämns koncentrater, landsväxlar och multi-processorsystem.

I september kommer också den definitiva och formella signalen: Södertäljestationen kan inte invigas den 1 december samma år. Den nya tidpunkten är inte klar, men det blir den en månad senare, då invigningen spikas till den 1 mars 1977, som det också blev. Södertälje kan dock gå i provdrift första veckan i december.

Nu pekar kapacitetsberäkningar, efter olika prov, mot 35 000 abonnenter. L M Ericssons representanter sätter upp bestämda miner: specifikationen är faktiskt på 40 000. Det finns också ett förslag till hur man skall utforma den digitala gruppväljaren. Men den kommer att kräva mer tid!

I december finns det fler nya förslag till tilläggprojekt: digital koncentrator, utflyttat väljarsteg (som då inte behöver byggas ihop med telestationen längre), ny regionalprocessor, digitalt abonnentsteg, högre processorkapacitet hos APZ 210. Det är viktigt att vidga användningen än att förbättra det system vi har, hävdar man på L M Ericsson. Nu är kapaciteten uppe i 38 000. L M Ericssons talesmän höjer pekfinger; det står 40 000 i kravspecifikationen. Och: det finns nu färskt resultat från driftprovet i Södertälje. Som gick bra.

Protokollen förtiger däremot något annat som också gick bra. Den 20 januari 1977 byter man all programvara i stationen, i ett enda svep. Utan problem! En dramatisk demonstration, särskilt för veteraner från Tumba, Storängen och Rotterdam.

Under våren 1977 invigs inte bara Södertäljestationen, utan mängder av följdprojekt diskuteras och många beställs. Det blir nu aktuellt att bygga en digital station i Sverige, men var och med vilka specifikationer? En helt digital AXE presenteras i skiss, och Ellemtel efterlyser kravspecifikationer. Televerket efterlyser för sin del något annat – en liten digital gruppväljare.

Året avslutas med frågor om en mini-APZ för små stationer, om strukturen hos koncentratorer, digitala abonnentsteg och komponenter för krigselektroniken. På våren får Åbo äntligen den första digitala gruppväljaren.

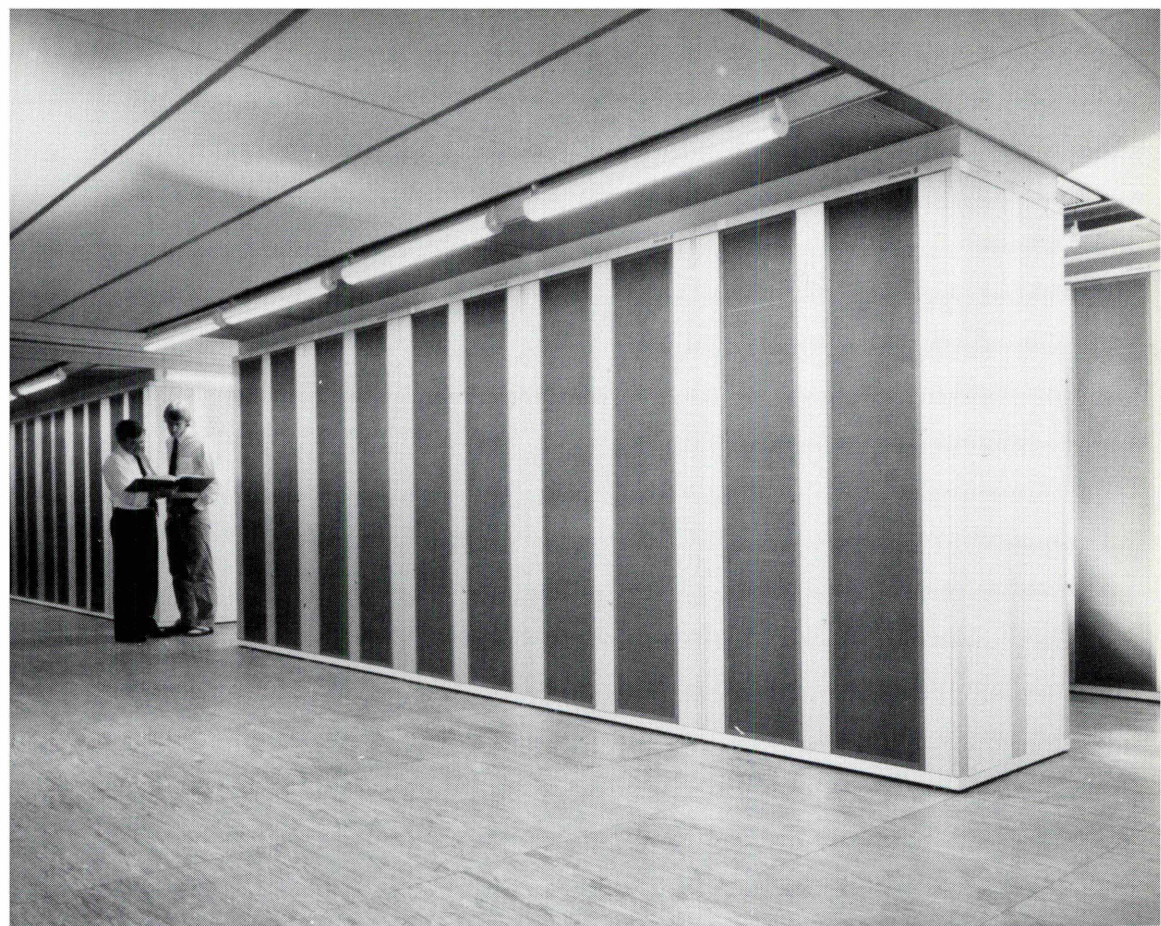
### *Att börja producera*

Det tycks vara en omöjlig uppgift att gå över från elektromekanik till elektronik utan stora störningar och rena konvulsioner. För Facit blev det rena katastrofen. Kalkylatorerna blev helt annorlunda utformade, det hjälpte inte att vara världs bäst på mekanik. Hugin, Sweda, Tandberg, Luxor, Telefunken... För amerikanska NCR räknades det visserligen som ett framgångsprojekt när man klarade att gå över från elektromekaniska kassaapparater till elektroniska. Men då tvingades företaget att friställa mer än 10 000 anställda i en enda stad på ett enda år.

Jämfört med dessa upplevelser framstår etableringen av industriell produktion av AXE-systemet som rena mönstret. Hur kunde det gå så bra?

Nu var övergången visst inte smärtfri. Det förädlingsvärde som i traditionella koordinatväljarstationer låg på 70 procent sjönk till 51 procent, ett abstrakt sätt att säga att sysselsättningen flyttar över till tillverkarna av komponenter – deras andel av samma för-





6. Modern AXE-station, 1990-talet. L M Ericssons fotoarkiv.

ädlingsvärde ökade från 13 till 42 procent. 5000 jobb i produktionen gick förlorade på tre år. Men det berodde inte så mycket på övergången till AXE direkt som på luckan i order innan detta system sattes i produktion.

Det är svårt att få de ansvariga hos L M Ericsson att peka på några speciella orsaker till den trots allt mjuka och lyckade övergången. "Noggrann planering" är ett av svaren. Ett annat skäl är att Ellemtel lät alla ritningar passera en verkstad – L M Ericssons omgjorda tidigare kabelfabrik i Älvsjö. En tredje inslag är att överlämningen mellan Ellemtel och L M Ericsson var klar och tydlig och formaliserad.

Bland annat följande faktorer tycks ha haft stor betydelse:

- en stor order som skulle levereras snabbt: piska och morot
- krismedvetenhet: piska
- god planering
- svensk problemlösande anda
- utnyttjande och utveckling av existerande kompetens.

Kanske hjälpte det, paradoxalt nog, Ellemtel var ett separat företag. Det gjorde det rumsrent att tala om problemen att gå från en organisation till en annan, mer uttalat och välorganiserat än vid överföring inom ett och samma företag. Det formella, handskakningen, själva den nedtecknade proceduren, utvecklades medvetet.

I stor skala organiserades redan tidigt en systematisk arbetsrotation där ingenjörer från L M Ericsson arbetade på Ellemtel för att ta till sig AXE-systemet ordentligt. Många av nyckelpersonerna kom ju redan tidigare från L M Ericsson, och av dem som kommit från Televerket fullbordade några färden över till L M Ericsson.

Den stora ordern som drev på var till Saudi-Arabien. Visst hade tidiga order till Södertälje, Åbo, Australien och Frankrike varit viktiga, liksom Televerkets tidigarelagda beställningar. Men Saudi, det var eldprovet för hela organisationen, det var den order som kunde hjälpa företaget att överleva. Ty när Saudi-ordern togs, "århundradets teleaffär" till storleken, så var AXE ännu ett oprövat system. Faktum var att konkurrenterna spred illvilligt förtal om att det system L M Ericsson vunnit ordern med inte existerade och i varje fall inte kunde fungera.

Det var nog ett förtal i god tro. Vem kunde tro att L M Ericsson höll på att ta ledningen när det gällde elektroniska telestationer, ett företag som tycktes på väg att bli uträknat? Och konkurrenterna visste ju, av egen erfarenhet, att det L M Ericsson lovade var omöjligt att hålla. De hade väl erfarenhet av spaghettiprogram... Det betydde, omvänt, att om L M Ericsson verkligen lyckades, så skulle konkurrenterna stå där med sot i ansiktet och allt det de sagt skulle vändas till L M Ericssons fördel.

I offerten hade L M Ericsson lovat leverera inom 24 månader, redan det ett nytt rekord. De nya elektroniksystemen tillät ju en förkortad byggtid, det stod i den ursprungliga kravspecifikationen! Det var bara det att den leveranstid som man fick, som ett villkor för ordern, blev inte på 24 utan på 12 månader...

Men en fördel med att bygga digitalt var att elektroniken tog så mycket mindre plats och vägde så mycket mindre. Man hade råd att flyga över systemen i stället för att gå sjövägen. En annan fördel var att allt kunde provas på hemmaplan, i en likadan installation som kundens.

Efter en ungefär tre år djup konjunktursvacka, så djup, att teleföretag och förvaltningar sköt på sina investeringar, var den avgörande frågan hur L M Ericsson skulle klara sig när världsekonomin gick upp igen. Krismedvetandet fanns där, och det fanns bara ett sätt att överleva, att leverera Saudi-ordern i tid, och med framgång. Denna stämning av kniven på strupen hjälpte alldeles i bör-



jan, när det rådde en viss misstämning över att Ellemtel fått ta hand om det roliga: utvecklingsarbetet. Med full tidspress och praktiska problem var missmodet snart bortblåst.

De produktionsansvariga Sture Edsman och Stig Larsson lämnade ingenting åt slumpen. Allt planerades in i minsta detalj. Produktionens obetydligaste detaljer delades upp i ännu mindre. Projektledarna kartlade hur långt komponenter och delsystem kommit. Det som var någorlunda färdigt konstruerades och gjordes klart för produktion först. Planeringen av "industrialiseringen" innebar till slut 85 olika delprojekt. Larssons lag utvecklade en metod för att sätta ihop telestationerna automatiskt. Kundenspecifikationer blev till styrprogram för att ta fram program- och maskinvara.

– Vi tänkte först byta till en ny generation arbetskraft, säger Stig Larsson. Det bara måste ske ett generationsskifte, det var vad alla sa. Den nya tekniken krävde sådan fingerfärdighet att de som arbetat med elektromekanik inte klarade av den. Men vi provade ändå först att utbilda vår gamla personal, och det visade sig gå utmärkt. Vi hade, på verkstadsgolvet och bland teknikerna, en fond av både djup och tillräckligt allsidig kompetens för att det skulle gå fint att byta teknik. Utan att byta personal.

Ändå var många över de femtio. Det var den åldersgrupp som brukade dömas ut som "en förlorad generation". På L M Ericsson fick varje arbetare i stället ungefär tre månaders utbildning i den nya tekniken. Det minskade förädlingsvärdet inom L M Ericsson gick dock inte att göra något åt. Fabrikerna krympte en del.

Detta att behålla de gamla fabrikerna stämde inte med vanliga synsätt från USA eller England. Där var slagordet "Lägg ner och bygg nytt!" och "Rekrytera nytt!" Edsman menade, av erfarenheten från AXE, att det tvärtom var mycket enkelt: vad som är bra för den gamla typen av produktion är också bra för den nya, elektroniska.

Mer än tidigare system konstruerades AXE för att vara enkelt att producera, det fanns med bland kraven. Däri låg också idén att varje arbetare skulle göra en större helhet, inte bara en liten detalj i ett oöverskådligt helt. Själva flödet på fabriksgolvet ger bättre överblick och en klarare bild av den enskilda arbetsinsatsens betydelse.

Edsman och Larsson fann att det gällde att övertyga linjecheferna, chefer för olika avsnitt i produktionssystemet, inte att de själva skulle göra allt jobbet eller rekrytera nya "mellanchefer". Som konsekvens blev projektledningen ytterst liten: fem personer. Då kunde den inget annat göra än sätta fart på andra. Ledningen undvek hårdstyrning, lämnade öppet för initiativ.

Med elektronik och med AXE:s moduler fanns underbara möj-



ligheter till helt skraddarsydd system – en frestelse inte utan risker. Om varje kund gick sin egen väg skulle det ändå kosta tid och pengar. Ty det förhindrade ju att man i programvaran drog nytta av "återbruk" av tidigare program, vilket skulle spara inte bara på tid och pengar, utan även öka tillförlitligheten och göra det lättare att byta erfarenheter. Göran Sundelöf som var ansvarig för programvaran ledde därför utvecklingen av det som fick namnet "källsystem". Man tog de huvudsakliga kraven från ett antal kunder och marknader och förde samman alla krav som var likartade. För detta knippe av krav utvecklades något som passade dem alla – ett källsystem, en viss kombination av funktionella moduler. För en annan grupp av kunder, återigen med sinsemellan likartade önskemål, blev det en annan utformning. Ett sådant system kunde sedan, "på marginalen", justeras efter de funktioner som en specifik kund önskade sig.

### *Och elektroniken går fort...*

Och från ungefär 1982 gick det inte att sälja några analoga gruppväljare längre. Den första analoga AXE-gruppväljaren hade installerats 1977. Den första digitala kom i Åbo våren 1978. Fyra år senare var alltså scenväxlingen komplett.

Och en ny modul blev en ren superdator. Medan en mindre modul klarade de små systemen, de små telestationernas krav.

Och AXE-systemet blev nyckeln till Ericssons framgångar inom mobiltelefoni. "Å sjutton", tänkte Bengt-Gunnar Magnusson, när han hörde om den AXE-framgången, "inte tänkte vi nånsin på mobiltelefoni. Vi ville bara göra flexiblast tänkbara system!"

## *How AXE made a giant leap forward*

### *Summary*

The AXE telecommunications switching system was the first electronic switching system from the Ericsson Corporation to score major success. And what a success—it brought the company forward from the second to the first tier of global telecommunications companies.

An unusual feat it was also in the sense that the system was designed so as to allow for leapfrogging three generations of development—not in one go, but by allowing for smooth upgrading without any architectural redesign or compromise. This required, early on, the development of a new thought style, based neither upon the solid tradition of electromechanical systems, nor upon computers and their programming. It even required the founding of a new development company, jointly with Ericsson's equal partner in the venture, Swedish Telecom.

The trick was flexibility through modularization. As a principle, that may sound easy and straightforward enough, even obvious, but the compromises or the design choices have to be right. This is because flexibil-

ity in one direction means rigidity and commanding rules in some other, because different modules in combination require extra capacity and cost compared to a system or a sub-system custom designed for the purpose.

Apart from going electronic, the AXE system when developed 1970–77 was designed to allow for later digitization. No one could foresee the dramatically drastic switch from analogue systems to digital around 1980. This, in turn, meant that various modules of the switching system suddenly might be located at points of choice within the entire transmission system, conceivably much closer to the subscribers, if that meant better economy and service. It did, and they were—with the modularity designed from the beginning.

The architecture is based upon functional blocks. These are isolated from each other, featuring an integrity that protects them from errors in other blocks. Signalling between them is governed by some of those rules that might be said to impede flexibility in one dimension, enlarging it in another. Each block is self-contained with regard to software, hardware, and data. Customer functions are also modularised, and capacity may be enlarged upon request, yet another dimension of modularity. And most obviously in the field of electronics: technology may change, the advantages of those changes continuously integrated into the basic structure.

# En teknik för kvinnor<sup>1</sup>

Av Catharina Landström

## Tre tänkbara världar

Någonstans i Tyskland, i ett modernt hem, dukar fru Schultz av efter frukosten, sätter in resterna i kylskåpet och ställer disken i diskmaskinen. Medan diskmaskinen går sorterar hon tvätten som hon ska köra i den egna tvättmaskinen. Om hon tvättar medan hon förbereder ingredienserna till den gryta hon tänker låta puttra på den elektriska spisen i några timmar så optimerar hon sin effektivitet i enlighet med den rationellt planerade arbetsorganisation hon, som professionell husmor, har utarbetat.

En annan dag, i ett lika modernt hem någonstans i USA kokar fru Jones en kopp kaffe på kokplattan i trerumslägenhetens pentry efter att ha kommit hem från lunchen med de andra fruarna i kulturföreningen. När hon har skickat iväg tvätten med tvättinrättningens bud tänker hon tillbringa eftermiddagen med att läsa en intressant bok om barnpsykologi som just kommit ut. När barnen kommer hem från skolan ska hon hjälpa dem med läxorna en stund före middagen. Kvällens middag blir lite speciell eftersom vännerna från teaterföreningen kommer över. Därför skickade hon med ett meddelande till leverantören, när hon sände ned det använda frukostporslinet i mathissen, där hon talade om att det skulle vara fem extra portioner av alla tre middagsrätterna.

Samtidigt, i det moderna Sverige kommer fru Lundström hem från arbetet på kontoret och tittar in i centralköket för att se om tvätten är klar och kolla upp vilken dag det var hon skulle arbeta i matlaget. I husets gemensamma barnkrubba är hennes yngsta dotter engagerad i någon komplicerad ny lek och har inte alls någon lust att följa med upp till lägenheten så personalen säger att de ringer när hon vill komma hem. Väl uppe i lägenheten träffar hon sin make som kommit lite tidigare från arbetet eftersom det fackföreningsmöte han varit på inte tog så lång tid som beräknat. Den stund som det dröjer tills de ska gå ned till den gemensamma matsalen och äta middag pratar de om att eventuellt resa på semester till USA där de skulle kunna bo billigt några veckor, hela familjen, hos bekanta i ett likadant kollektivhus som hemma.



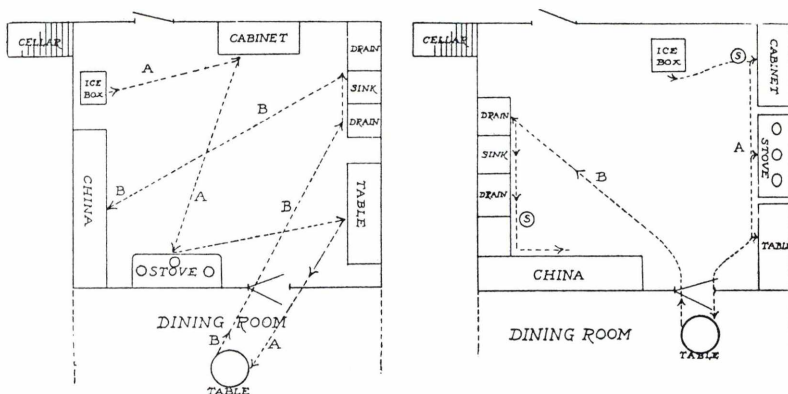
Dessa tre olika scenarier bygger på tre olika ideriktningar som artikulerades av kvinnor under mellankrigstiden. Då diskutera- de nämligen kvinnor med olika visioner hur hushållsarbetet och kvinnorollen skulle se ut i det moderna samhället, där nya tek- niska möjligheter kunde bli verklighet. De olika visionerna kan spåras till olika grupper och de gåt att finna i olika länder där diskussioner omkring den tekniska utvecklingen i hemmen var aktuella.<sup>2</sup>

## Sociala val av ny teknik

Mellankrigstiden var en period när den tekniska utvecklingen på allvar nådde in i hemmen. Drömmen om att underlätta det slit- samma hushållsarbetet och ersätta hushållstjänarnas minskande skara kunde i denna period kläs i konkreta termer. Tekniska lös- ningar av alla upptänkliga slag dök upp på marknaden och det var ännu inte avgjort vilken teknik som skulle bli "standard". Dis- kussioner bland kvinnor kan därför ses som en av de faktorer som bidrog till ett socialt val av teknik.

Sociala val anses inom den socialkonstruktivistiska teknikforsk- ningen vara avgörande för vilken ny teknik som etableras och blir vardaglig i ett samhälle. Tanken är att ett samhälles teknik formas genom att olika grupper med olika önskemål kämpar för att få tekniken att passa in i just deras vision. Denna kamp förs på alla tänkbara sociala arenor och den offentliga debatt som drevs av mellankrigstidens kvinnor kan ses som en sådan arena.

Den omfattande forskning om hushållsteknologi som bedrivits i olika länder, med olika utgångspunkter, visar att det går att urskil- ja tre distinkta förhållningssätt till tekniken, arbetet och den moderna kvinnan. Det är dessa olika förhållningssätt som fått ligga till grund för de tre inledande scenerna och som kommer att dis- kuterar mer ingående nedan.



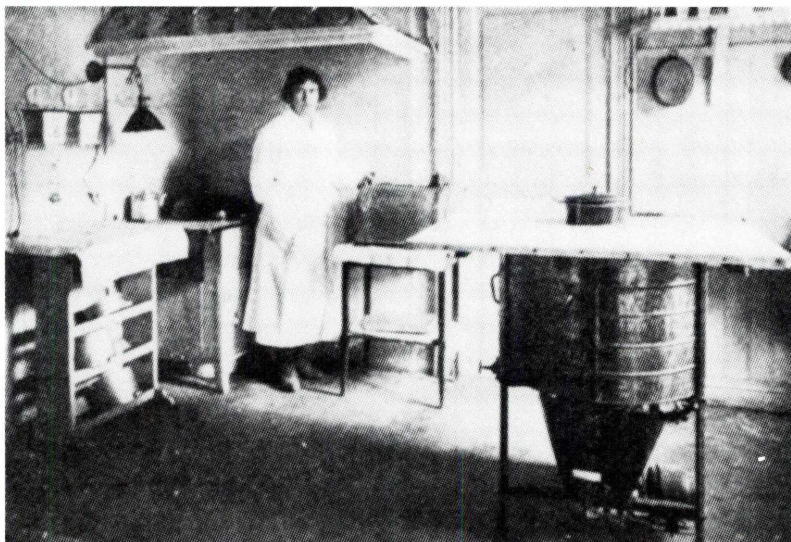
1. I USA arbetade hushållsexperterna på att rationalisera arbetet i köket, en idé som även spreds till Sverige på 1920-talet. Ur Idun 1920.

### *Idélinjer*

Den första scenen av de tre som presenterades i inledningen bygger på ett resonemang där tekniken blir integrerad i det redan existerande. Grundtanken bland de som argumenterade för detta var att det moderna hemmet skulle utrustas med elektriska och automatiska maskiner som skulle utföra de uppgifter som husmodern annars skulle fått göra manuellt. Här propagerade man för bl a elektriska spisar, strykjärn, tvättmaskiner, symaskiner och kylskåp. Tanken var att det skulle finnas en apparat av varje sort i varje hem som skulle skötas av kvinnan i familjen. Tekniken sågs enligt detta tänkande inte som något som skulle förändra familjen eller samhället. Vardagslivet skulle inte förändras på något annat sätt än att husmoderns traditionella verksamhet skulle bli fysiskt lättare och kvalitativt bättre.

Scen nummer två kan extrapoleras fram ur ett synsätt som kan kallas entreprenörskap. Här tänkte man sig att de tekniska möjligheterna skulle tas till vara av entreprenörer på området varor och tjänster för hushållet. Hemmet skulle i största möjliga utsträckning tömmas på traditionellt hushållsarbete och den enda teknik som egentligen behövdes där i fortsättningen var apparater för uppvärmning av levererad mat och kaffekokning. Denna tekniska vision som artikulerades bland en del kvinnor riktades mycket mot ett nytt sätt att utforma bostäder. Köket som hemmets centrum skulle försvinna och hela bostaden skulle bli mer inriktad mot vila och rekreation, både fysisk och andlig. Den teknik som skulle användas av entreprenörerna som skulle bjuda ut varor och tjänster på marknaden blev industriell teknik och inte längre så relevant för diskussionen om hemmet. Industrins teknik skulle ju utvecklas och användas av producentföretag och kvinnor i gemen skulle inte ha någon särskild kontakt med den. (Om de inte var yrkesverksamma på området, men det var trots allt ingen allmän fråga.) I denna vision fick den moderna kvinnan en ny roll, mer inriktad mot "kvinnliga" områden utanför hemmet, kulturell verksamhet och föreningsliv.

Den tredje scenens röda tråd har jag benämnt kollektivisering. Här ville man behålla tekniken och hushållsarbetet som områden för kvinnan i familjen men man ville ut ur den enskilda bostaden. Tekniken och hushållsarbetet skulle samlas på en plats i flerfamiljshuset, ett centralkök med många fler funktioner än det lilla enskilda köket. I centralköket skulle kvinnorna i huset turas om att laga mat, diska, tvätta etc i arbetslag (det var även tänkbart med avlönad kvinnlig personal) något som även skulle förändra sociala mönster i både familj och samhälle. Kvinnorna skulle dessutom få det trevligare och slippa lägga så mycket tid varje dag på hushållsarbetet vilket skulle göra det möjligt för dem att gå ut i arbetslivet på samma villkor som männen.



2. Det moderna hemmets kök skulle vara elektriskt. Fru Addi von Hofsten på Rosenhill kunde 1925 klara sig utan en enda tjänare sedan maken låtit elektrifiera bostaden. Ur Idun 1925.

Dessa tre förhållningssätt går att abstrahera fram om man studerar dokumentation från olika länder av diskussionerna i perioden. Poängen med att studera och jämföra teknikdebatter i olika länder är just att se om man kan hitta likheter och skillnader. Eftersom de flesta undersökningar som gjorts hittills varit strikt inomnationella, empiriskt sett, så finns det få diskussioner av eventuella gemensamma övernationella trender. Vid en preliminär jämförelse kan man alltså se dessa tre olika förhållningssätt till teknik, hushållsarbetets organisation och kvinnans roll i samhället som transnationella idéströmningar som kan återfinnas i diskussioner i Sverige, USA och Tyskland.

### *Internationella kontakter*

Förekomsten av liknande idéer i olika länder har naturligtvis många orsaker, både materiella och kulturella. Viktigt var naturligtvis det tekniska kunnandet och de ekonomiska förhållandena som utgjorde ramen för vad som var möjligt att se som realiserbart. Att de materiella förutsättningarna var likartade i alla tre länderna förklarar dock inte ensamt att det fanns liknande idéer. Åsikter och visioner är inte enbart determinerade av den materiella omgivningen och en annan viktig drivkraft för likheterna torde vara det internationella idéutbyte som förekom mellan hushållsteknikdebattörer i olika länder. På en internationell nivå skapade de som var intresserade av tekniken i hemmet möjligheter att diskutera med likasinnade från andra länder som kunde bidra med



olika erfarenheter och nya idéer. De internationella diskussionerna fördes inom respektive idélinje så att t ex integrationsförespråkarna möttes inom ramen för The International Federation of Home Economics, medan mycket kollektiveringstänkande spreds genom vänsterkvinnors resande.<sup>3</sup>

### *Nationella olikheter*

Även om det går att spåra gemensamma idéer så finns det en mängd olikheter i de konkreta debatterna i de olika länderna. Tanken om att integrera tekniken t ex går att återfinna i alla tre länderna men i USA var den väldigt speciell eftersom den hade en social bas i det akademiska ämnet "Home Economics"<sup>4</sup> som fanns vid många universitet i den här perioden.<sup>5</sup>

Inom "Home Economics" utbildades experter på hushållets organisation och teknik. Själva tekniken var ju inte precis tillgänglig i varje hem men kunskapen om att den var möjlig och hur den fungerade kunde spridas av de kvinnliga experterna som i sina universitetslaboratorier hade chans att konfronteras med senaste nytt och även utvärdera tekniska nyheter på ett systematiskt sätt. Det systematiska utvärderandet kom så småningom även att sträcka sig till själva arbetets organisation. Under 1920-talet blev FW Taylors idéer om scientific management populära även inom "Home Economics" kretsar. Man tog sig an uppgiften att undersöka hushållsarbetets fysiska och intellektuella innehåll. Med hjälp av tidsstudier och tabeller kunde man komma fram till hur köken skulle byggas för att minimera antalet steg som måste tas, hur innehållet i skåp och hyllor skulle placeras för att minimera antalet böj- och sträckmoment och hur en dag med olika uppgifter skulle detaljplaneras i förväg för att maximera mänskliga och maskinella resurser. Dessa idéer spreds till andra länder och i Tyskland konstruerade man utifrån detta tänkande det perfekta köket: "die Frankfurter Küche". Detta var den fulländat rationella arbetsplatsen för husmodern, all yta beräknades på effektivitets optimering och att inget annat än hushållsarbete skulle äga rum där.<sup>6</sup>

Det var även i USA som entreprenörstanken blev starkast uttryckt, där fanns tron på att denna modell hade möjligheter även på hushållsområdet.<sup>7</sup> Här var det kanske framför allt kulturellt och intellektuellt engagerade kvinnor i den välbärgade medelklassen som engagerade sig. De hade annan sysselsättning än hushållet och de hade ekonomiska möjligheter att köpa varor och tjänster. De tekniska möjligheterna sågs av dessa som obegränsade, redan vid sekelskiftet fanns det t ex dammsugarfirmor, dvs någon som hade en stor mobil dammsugarenhet, vars tjänster man kunde anlita mot rimligt arvode. Tvättinrättningar och "Home Delivery Meals" med porslin och allt, var andra tjänster som familjer kunde finna på marknaden. Den industriella tillverkningen av livsmedel – kon-

server, halvfabrikat och helfabrikat, framhölls i denna diskussion som exempel på hur bra det var med industritillverkade varor för hushållsmarknaden. Hos de som propagerade för entreprenörskapet fanns det ingen önskan att bevara hushållets organisatoriska struktur, även om kvinnan fortfarande hade huvudansvaret för att arbetet blev utfört så fanns det ingen anledning till att hon skulle göra det själv när det fanns möjlighet att anlita professionella människor med senaste teknik och expertkunskaper. Här bryts hushållsarbetet ned i olika uppgifter som var och en kan ligga till grund för en entreprenör med expertis på just det området och den relevanta tekniken. Här blir hushållstekniken industriell teknik. Även i Sverige finns det spår av denna idé men det var nog ändå kollektiveringstänkandet som var näst störst här, efter idén om integration.

I kollektiveringstanken så bevarade man vissa sociala mönster, såsom att kvinnorna skulle utföra hushållsarbetet och att det skulle ske i nära anslutning till den privata bostaden. Samtidigt ansåg man att de tekniska möjligheterna borde utnyttjas så att alla boende kunde få del av dem. Om tvättstuga, kök etc är kollektiva och välutrustade så blir ju privatekonomin mindre avgörande för hur hushållsarbetet utförs än om alla ska bekosta sina egna apparater. Arbetsfördelningstanken gick ut på att kvinnors främsta uppgift faktiskt inte var hushållsarbete och därför så måste man omorga-

3. Den elektriska spisen var en dröm för många svenska husmödrar. Här har vi fru Berta Ringvall med sin Sevesspis. Ur Idun 1925.



nisera det så att det inte var så tidskrävande. Genom lagarbete skulle varje kvinna få tid över samtidigt som arbetets kvalitet skulle kunna bibehållas. Denna tanke var socialt sett väldigt radikal i det att man strävade efter en större gemenskap än den lilla kärnfamiljen, främst med jämnåriga, och i det att kvinnors tid skulle skiftas från hushållsarbete till yrkesarbete. De som förde fram detta var till stor del socialdemokratiska kvinnor med bakgrund i fackföreningar eller akademiska kretsar. Till skillnad från Tyskland och USA blev denna idé tämligen inflytelserik i Sverige vilket säkert hörde samman med dess nära relation till den växande socialdemokratin med sociala reformprogram och sin tanke om ett folkhem för alla.<sup>8</sup>

### *Verkligheter*

Även om visionerna i debatterna fick det att framstå som om det var ett faktum att tekniken skulle ta över hushållsarbetet så var det ännu långt ifrån fallet i realiteten. Under mellankrigstiden skedde visserligen en stor ökning av antalet hushållsapparater men diffusionen var fortfarande begränsad.<sup>9</sup> Några spridda exempel från olika länder ger t ex att det fanns 10 002 st elektriska spisar och kokplattor på ca 1 miljon elektrifierade hem i Berlin år 1929.<sup>10</sup> I Sverige fanns det tvättmaskiner men mestadels i gemensamma tvättstugor, 1933 hade 80–90 % av stadshushållen tillgång till dessa.<sup>11</sup> Dammsugare fanns i många amerikanska hem, i slutet av perioden (siffror från 1941) hade ca 47 % av de amerikanska hushållen dammsugare.<sup>12</sup> Kylskåp var ovanliga både i Sverige och Tyskland före andra världskriget, trots nazisternas propaganda för ett "Volkskühlschrank". Den absolut vanligaste, nya elektriska hushållsapparaten var det elektriska strykjärnet, i Sverige fanns det i början av 1920-talet strykjärn i vart tredje eller fjärde hushåll och i slutet av årtiondet fanns det i närmare 1 miljon hushåll, vilket var nästan alla de som hade elektricitet.<sup>13</sup> I USA hade 79 % av hushållen elektriska strykjärn.<sup>14</sup> I Berlin fanns det omkring 350 000 strykjärn 1929.<sup>15</sup>

Dessa spridda siffror indikerar att den nya tekniken trots allt var tämligen ovanlig och att debatten därmed låg en bit före teknikens faktiska spridning. Något som inte är ovanligt när det gäller teknikdebatter. Troligen är det också lättare att hålla en debatt vid liv om det finns en känsla av att människor har en faktisk möjlighet att välja något av de diskuterade alternativen.

### *Teknikdebatter*

Debatter om teknik har i den traditionella historieforskningen konstruerats som mycket manliga projekt. Det är mäns åsikter om den teknik som möter män på arbetsplatser etc, som rekonstrueras och den teknik som diskuteras har konstruerats av manliga ingenjörer och uppfinare. Denna konstruktion av talet om tekni-



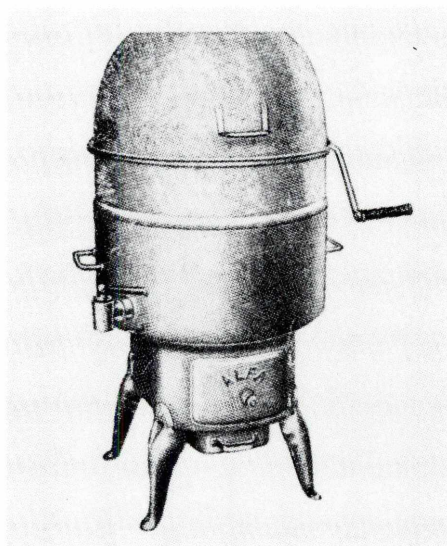
ken som ett samtal mellan män är intressant att ställa mot den debatt om hushållsteknologi som fördes mellan kvinnor i mellankrigstiden.

I det projekt som denna studie är en del av,<sup>16</sup> framkommer att de debatterande männen i Tyskland och Sverige rör sig på en tämligen abstrakt nivå. Begreppet teknik refererar sällan till mer konkreta apparater, utom som exemplifieringar, och debatten är uppbyggd på spänningen mellan olika begreppspar som teknik och kultur. I jämförelse så är kvinnornas debatt om hushållstekniken väldigt handfast. Man talar om konkreta nya apparater, det arbete de förväntas utföra och den praktiska effekt de antas ha. Naturligtvis finns det mer abstrakta teman men de aktualiseras i relation till en specifik teknik. Mycket i de mer abstrakta visionerna handlar om att tekniken ska leda till att kvinnor får det bättre i det moderna samhället.

Den övervägande delen av hushållsteknikdebattörerna var totalt eniga om att arbetet som utfördes av kvinnor i hemmet var ett rent helvete, tungt, farligt och oändligt tidskrävande. Med en sådan utgångspunkt är det inte så underligt att den oro som manliga teknikdebattörer uttryckte över avhumaniseringen av samhället genom införandet av ny teknik inte slog igenom särskilt i hushållsteknikdebatten.

Det fanns inte heller någon oro för arbetslöshet bland dessa kvinnor. I mer konkreta debatter omkring ny teknik på arbetsplatser uttryckte manliga debattörer ibland oro för att arbetsuppgifter skulle tas över av tekniken och därmed ställa arbetarna sys-

4. Att underlätta tvättandet var ett problem som uppmånade till många olika tekniska förslag. 1930 marknadsförde Alfa-Laval denna mekaniska variant, att sätta på spisen eller använda med den tillhörande eldstaden. Ur Idun 1930.



lolösa. Detta var inget som helst problem i kvinnornas debatt, ingen trodde att sysslolöshet skulle sprida sig och demoralisera kvinnorna om tidsbesparande och arbetsbesparande teknik utnyttjades optimalt. Inte ens de som propagerade för att entreprenörer skulle ta över själva verksamheten.

Kvinnornas hushållsteknikdiskussion fördes till största delen i kvinnospecifika fora. Det fanns i alla tre länderna ett antal olika tidskrifter som vände sig till en kvinnlig läsekrets. Allt från mer allkvinnliga alster som "The American Ladies Home Journal" i USA, "Die Frau" i Tyskland och "Idun" i Sverige, till uttalat partipolitiska kvinnotidningar som det svenska socialdemokratiska kvinnoförbundets "Morgonbris". Diskussionens fora var naturligtvis betydelsefulla för dess form och innehåll. Man skrev på ett sätt som kunde förstås av alla kvinnor och man behandlade ett område som kunde få utrymme i alla typer av kvinnotidskrifter.

I samband med studiet av debatter om hushållsteknik är det naturligtvis även intressant att kasta en blick på hushållsarbetet och debattörernas syn på människors relation till detta. Det verkar som om hushållsarbetet alltid har setts som ett kvinnligt ansvarsområde, även i det förindustriella samhället då all produktion utfördes i hemmen. Detta är ett synsätt som hänger kvar i mellankrigstidens debatt. Det är i alla typer av argument kvinnor som ansvarar för hushållsarbetet och som därmed per definition utgör teknikanvändarna. Detta kan ses ur två aspekter, dels så gav det grund för att kvinnor skulle kunna etablera sig som experter på teknik och dels gjorde det att denna tekniska moderniseringsprocess aldrig riktigt definierades som samhällsrelaterat relevant allmänt sett t ex i beslutsfattande politiska organ trots att man där diskuterade befolkningens ekonomiska och sociala förhållanden.

**Experter** De kvinnliga avlönade experterna på hushållsarbetet och dess teknik var förmodligen mest framträdande i USA med deras "Home Economics" utbildningar men de fanns även i Tyskland och Sverige. Det var dessa som förde debatten, instiftade föreningar för husmödrar, grundade tidskrifter och propagerade för nya utbildningar vid skolor och universitet. I denna grupp fanns det i Sverige t ex många skolkökslärarinnor, dessa hade ju mycket god erfarenhet av hushållsarbete och teknik, något som de kunde använda i debatten. I USA var de flesta ledande debattörerna universitets eller "college" lektorer, många med naturvetenskaplig bakgrund. Dessa experter skilde sig en hel del från de kvinnor vars vardag de diskuterade, liksom den andra viktiga opinionsbildande gruppen, som kan kallas "självutnämnda experter". De kom ofta från den övre medelklassen och engagerade sig i debatten utifrån en problemupplevelse i och med att antalet tillgängliga hus-

hållstjänare minskade något som ställde dessa kvinnor inför en ny situation. Antingen skulle de själva få ställa sig i mörka, fuktiga och riskabla utrymmen för att sköta hushållsarbetet. (Här handlade det dessutom om en mycket mer omfattande verksamhet än att laga mat och städa, beredningen av råvaror var t ex betydligt mer omfattande än idag.) Eller så kunde de finna en ny utväg genom att använda ny teknik som gjorde hushållsarbetet behagligare och dessutom tillät att den arbetsledande funktionen hos husmodern kunde bibehållas idémässigt. Det var i alla fall så många av dessa kvinnor förklarade sitt engagemang, men för en utanförstående åskådare verkar även de självutnämnda experterna avvika från sin egen bild av kvinnan som husmoder. Hushållsexperten blev en yrkesroll som dessa kvinnor kunde försörja sig på, vilket ju betydde att de kom att ha sin huvudsakliga gärning utanför hemmet.

De amerikanska entreprenörsförespråkarna var likaledes kvinnor från en välbärgad medelklass. De hade dels ekonomiska möjligheter att omsätta sina idéer i praktiken och de hade andra selsättningar än hushållsarbete, som de fann mer givande. För dem var entreprenörsmodellen den bästa lösningen på problemet med ett minskande antal hushållstjänare. Dessutom var många av dem, ideologiskt sett, feminister i Charlotte Perkins Gilmans anda och menade att kvinnors traditionella hushållsarbete inte var något som borde bedrivas på ideell basis i hemmet eftersom det aldrig skulle leda till varken kvinnofrigörelse eller betalt efter arbetsinsats. Dessa kvinnor lyckades ibland faktiskt leva som de lärde, i olika experiment grannskap som bekostades av dem själva.

Kollektiveringsivrarna hade mindre medelklassprägel eftersom det dels var kvinnor som av ideologiska och teoretiska skäl ville styra samhället bort från den privata borgerliga livsstilen och dels kvinnor vars egen vardag innebar dubbelarbete, dåliga bostäder och låg lön. De såg en kollektivisering av hushållsarbetet som den mest rättvisa organisationsformen.

### *Husmodern och politiken*

Trots att några av de mest aktiva kvinnorna i denna debatt socialt hörde till medelklassen, liksom deras argumentation för en individualiserad teknik, en modell som ju förutsätter dels att familjerna bor i bostäder med utrymme för detta, med el och vatten, och dessutom har råd att köpa egna apparater, så såg de flesta sig själva och sitt område som opolitiska. Man framhävde att detta var ett område som berörde alla kvinnor och att man själv hade lösningen på alla de problem som hushållsarbetet var behäftat med. Opolitiskheten hävdades främst av de som ville integrera tekniken och de som ville lägga över den på entreprenörer. Opolitiskheten bland integrationsivrarna framhävdes t ex av svenska Husmodersförbundet som bl a tackade nej till att agera som





## Stryk tvätten med NOVO –

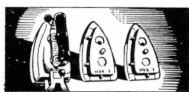
det tillförlitliga elektriska strykjärnet  
från Husqvarna

Har Ni elektriskt ljus, bör Ni också skaffa Eder Husqvarna elektriska strykjärn Novo. Då blir arbetet lättare och trevligare samt resultatet det bästa möjliga. Ni behöver endast sätta i kontakten — inom några minuter är järnet färdigt att använda. Vi lämna 5 års garanti för strykjärnselementets hållbarhet. Novo användes för såväl likström som växelström. Levereras för 110—120, 120—127, 150 och 250 volt. Den mindre modellen väger 2½ kg., den större 3 kg. Novo säljes hos Eder järnhandlare.



*Strykjärnssatsen HVA för spisar och kokplattor*

Den består av överdel med handtag och stöd samt tre strykklod. Medan ett strykklod är i användning, uppvärmas de båda andra. — Praktiskt och tidsbesparande.



*Husqvarna tillverkar även vanliga strykjärn samt strykjärn för gas*

# Husqvarna

*Strykjärn*



HUSQVARNA VAPENFABRIKS A.-B., HUSKVARNA

5. Strykjärnet var mellankrigstidens vanligaste elektriska hushållsapparat i Sverige, USA och Tyskland. Ur Idun 1935.

arbetsgivarorganisation vis á vis hushållstjänarnas fackförbund på arbetsmarknaden för att de ansåg att de företrädde alla kvinnors intresse även tjänarnas. De som argumenterade för kollektivisering såg ju tekniken mer som en del i den sociala omvälvning som skulle skapa ett rättvist och varmt samhälle som grundades på gemenskap och solidaritet vilket definitionsmässigt gjorde dem mer politiska.

De som avvek mest från denna hävdade opolitiskhet var dock det tyska husmodersförbundet som, även om de inte formulerade en politisk ideologi i alla fall hade en politisk policy som var konservativ och nationalistisk. Här är deras agerande i fyra frågor speciellt framträdande. Först och främst tog de avstånd från alla vänsterrörelser som de ansåg vara ett direkt hot mot hemmet och familjen. Sedan tog de också avstånd från rörelsen för kvinnlig rösträtt eftersom de ansåg att det var familjens överhuvud, mannen, som skulle vara den politiske aktören. Dessutom tog de på sig arbetsgivarrollen gentemot hushållstjänarna där de förde en aggressiv lönepolitik och lyckades driva igenom ett obligatoriskt läroår i ett privat hushåll för alla flickor. Slutligen så drev de en nationalistisk linje i förhållande till tekniken, de propagerade enbart för tyska produkter, något som skapade problem för tillverkare av hushållsapparater som det amerikanska företaget Singer.<sup>17</sup> Denna organisation gick 1934 frivilligt upp i den nazistiska kvinnoorganisationen "NS-Frauenschaft".<sup>18</sup>

I den nazistiska tankeramen blev det möjligt att hävda att kvinnors plats var i hemmet, att hemmet var viktigt för samhället och att tekniska möjligheter skulle utnyttjas oberoende av vilken sorts teknisk det rörde sig om. Integration, entreprenörskap och kollektivisering kunde som tekniska alternativ förenas i en totalitär samhällsplanering där sociala relationer frysts i en ideologiskt riktig form.<sup>19</sup>

Dessa politiska olikheter till trots så fanns det en hel del som förenade aktörerna i hushållsteknikdebatterna i de olika länderna. Dels deras tro på tekniken som problemlösare och dels deras syn på kvinnligt och manligt i samhället.

### *Kvinnors arbete och samhällets behov*

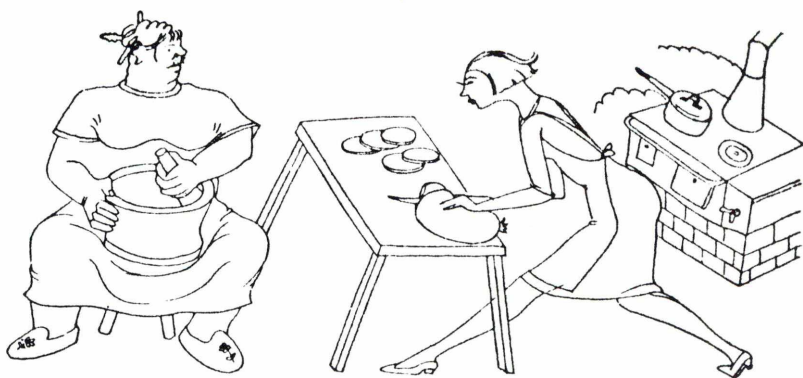
De flesta hushållsteknikdebattörerna hade en grundläggande, stabil övertygelse om att kvinnors arbete i hushållet var lika samhällsreligt viktigt som mäns arbete utanför detsamma. (De som avvek från denna syn var kanske de svenska kollektiviseringsivarna, men trots att de ansåg att hemmafrun var en förlegad kvinnotyp och menade att kvinnan också borde arbeta utanför hemmen så poängterade de vikten av att hushållsarbetet utfördes, att det utfördes på ett effektivt och bra sätt, och de menade ju att förändringar på detta område var viktiga för moderniseringen av hela samhället.) I USA kunde man se denna övertygelse i "Home Economics" texter där hushållsarbetet formulerades som grundläggande för hela samhällsutvecklingen. Även i de politiska diskussionerna i både Sverige och Tyskland framhävde involverade kvinnor hur viktig denna verksamhet var och hur viktigt det var att kvinnor fick ordentlig utbildning för att kunna sköta det på samhällsmässigt sett bästa sätt.

Trots att man poängterade hushållsarbetets vikt så argumenterade man aldrig någonsin för att män skulle delta i det. Det enda exemplet jag har sett är en insändare i en tysk kvinnotidning från 1927 som fick stå innehållsmässigt okommenterad men gavs en syrlig anmärkning i ledarspalten.

Detta fenomen kan naturligtvis ha många orsaker men för en sentida läsare framstår en argumentation som hävdar att något är en samhällsangelägenhet samtidigt som det bara är halva befolkningen som ska engageras i verksamheten, ganska problematisk. Om man är intresserad av någon form av diskursanalys så kan man se detta som en begränsning som låg i debattens struktur, en uttalad förutsättning som togs för given av alla debattörer. När vi ser på denna debatt från en nutida kontext så ser vi delvis också vad som inte var möjligt att säga. Under denna period var det möjligt att argumentera för förändringar i kvinnors roll, den moderna kvinnan skulle vara politiskt medveten, gärna verksam i ett yrke utanför hemmet, kulturellt intresserad och välorienterad i fråga

om hushållsteknik. Dock verkar det som männens roll inte var uppe till debatt, mannens roll i hemmet och hans förhållande till den nya kvinnan skulle inte påverkas av denna kvinnas förändring. Det längsta man gick i att aktivera männen i hushållsarbetet var att visa att tekniken var så enkel att sköta att även maken kunde koka sitt kaffe själv. I förhållande till hushållstekniken så formulerades mannens roll såsom köpare och konsument av slutresultatet, inte som användare av den.

Männens frånvaro i denna diskussion blir också intressant när man ser på relationerna mellan teknikkonstruktörer och husmodrar. Det var män som uppfann, massproducerade och sålde hushållsteknik utifrån etablerad industriell praxis i en traditionell teknisk, maskulin diskurs.<sup>20</sup> Husmodersföreningar och andra organisationer blev kanske lite av en förmedlande länk. De översatte den tekniska diskursen om olika tekniska lösningars prestanda etc till en diskurs om användbarhet och funktion för brukaren. Männens roll som teknikkonstruktörer tonades ned av debattörerna, kanske för att denna aspekt skulle kunna ha underblåst de tvivel på teknikens välsignelse som ibland puttrade upp ur de reella använ-



## Våra föråldrade kök

Slösar oförsvarligt med kvinnokraft, tid och  
bränsle m. m.

Mekanisering och centralisation genom lysande  
uppfinningar möjlig

6. Att arbetet i köket måste förändras tyckte de flesta som deltog i mellankrigstidens debatt. Ur Folkkalendern 1929.



darleden. Det hände att icke-expert, genom insändare i kvinno-tidningar, diskuterade huruvida en teknik som skapats av män utan erfarenhet av hushållsarbete verkligen kunde vara användbar. Utan hushållsexperterna som en förmedlande länk hade det säkert varit svårare att etablera nya tekniska lösningar, men när det som producerats av män i verkstäder långt bort från hemmet testats och rekommenderats av trovärdiga kvinnliga experter blev det förmodligen lättare för användare att ta till sig.

En annan begränsning i argumentationen var att man förutsatte en kärnfamilj där mannen hade försörjningsansvar. Diskussioner omkring andra familjeformer t ex ensamstående mödrar var synnerligen lågmäld. För en sentida läsare finns det logiskt sett möjligheter för andra familjeformer i både entreprenörstänkandet och kollektiveringsidéen, men i mellankrigstiden artikulerades aldrig detta.

### *Teknikkritiker*

Trots den utbredda optimismen inför ny hushållsteknik så fanns det en del kritiker. Deras argument rörde sig på en mer abstrakt nivå, det var inte kritik mot specifika apparater utan mer mot de kulturella och politiska konsekvenserna av hemmens teknikfiering. Här förde man fram argument som sa att hemmet förlorade sin värme och kvinnan förlorade sin roll som dess centrum om köken omvandlades till industrier där målet var att optimera resurser, tekniska och mänskliga, att rationalisera och effektivisera. Även om t ex elektriska strykjärn kunde underlätta för kvinnor så var teknifieringen som process ett hot mot kvinnorna i och med att principer från industriproduktionen trängde in i hemmet och bröt sönder de traditionella värdesystemen och reducerade kvinnan till en utbytbar arbetare. Kritikernas argument låg i sin struktur närmare männens sätt att debattera teknisk modernisering. Här försökte man abstrahera fram teknikens väsen och sätta detta väsen i relation till kulturen, i detta fall en kvinnlig kultur.

Elin Wägner var en av de som klädde detta i termer av makt.<sup>21</sup> Hon menade att teknifieringen av hemmen betydde att en teknik konstruerad av män som fungerade utifrån manliga kriterier på effektivitet tog över i hemmen. Kvinnors makt över sin vardag och dess materiella innehåll skulle därigenom reduceras. Teknifieringen av hemmen blev i Wägners tänkande ett steg i processen bort från det ursprungliga matriarkatet där kvinnorna haft makten och en ytterligare seger för männen när kvinnorna skulle ge upp sin sista utpost, hemmet.

Kritikerna verkar inte acceptera det som man skulle kunna se som en feminisering av tekniken, som kan sägas ha skett i det att relationen mellan kvinnligt och tekniskt formulerades i nya termer av nya talare.

## *En kvinnlig teknik*

Även om mellankrigstidens hushållsteknikdebattörer inte bröt mot några föreställningar om relationerna mellan kvinnor och män så bröt de mot traditionella föreställningar om relationen mellan kvinnligt och tekniskt.

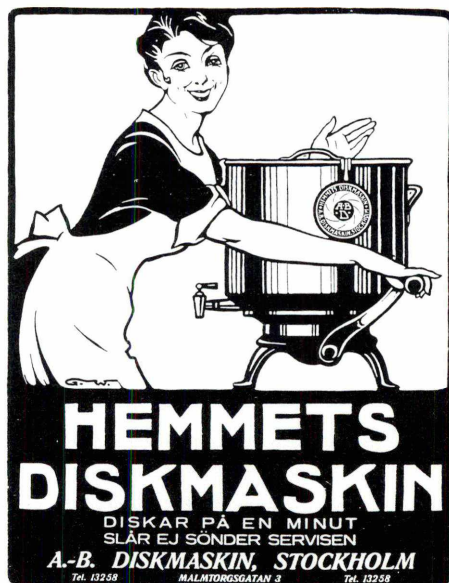
Teknik har länge formulerats som ett manligt område, män skapar, underhåller och använder teknik. I vissa sammanhang har teknik och kvinnlighet t o m setts som ömsesidigt uteslutande, tekniken har formulerats som hård, kall, objektiv och rationell medan kvinnlighet setts som mjuk, varm, subjektiv och virrig. Detta mönster bröts av hushållsteknikdebattörerna när de talade om rationalisering, effektivisering och teknifiering av hushållsarbetet. Här blir kvinnor rationellt handlande varelser med kontroll över senaste nytt på teknikfronten och dessutom ansvar för att organisera interaktionen människa/maskin på ett sätt som driver samhället framåt, in i moderniteten.

Det finns en spänning mellan detta sätt att se kvinnan och den mer traditionella bilden av hemmets ömma vårdarinna i sin kärleksgärning och den motsättningen framhövdes av de som var kritiska till teknifieringen av hemmet. Förutom kritiska kvinnor så var det denna spänning som manliga kritiker av hemmets förändring tog fatt i. Dessa män hävdade, liksom vissa kvinnliga kritiker, att hemmet tömdes på kärlek och värme om den mjuka ombesörjande kvinnan förvandlades till producent av varor och tjänster i en rationell, tekniskt optimerad miljö. Kritiken besvarade dock inte de kvinnliga teknifieringsivrarna nämnvärt. Förbättringen av husmoderns arbetsmiljö och tillämpning av det tekniska framstegstänkandet hade enligt dessa större fördelar än nackdelar. Dessutom kunde de inte se att hemmets värde som emotionell fristad för familjen skulle hotas av att kvinnors arbete blev lättare och bättre utfört med hjälp av ny teknik.

## *Debattens vinnare*

Från en socialkonstruktivistisk ståndpunkt är det intressant att studera teknikdebatter som knutpunkter där sociala val av vilken teknik som ska bli standard i ett samhälle avgörs. I det sammanhanget är det då också intressant att diskutera vilken grupp som gick segrande ur striden. Precis som väntat kan man i den konkreta teknikens etablering uttolka drag från olika debattpositioner. Kanske man kan se tvättstugan som finns i svenska flerfamiljshus som ett konkret spår av kollektiviseringstänkandet medan tvättinrättningar och "Home Delivery Pizza" i USA utgör spår av entreprenörsidéen. Trots dessa möjliga spår så skulle jag vilja hävda att det var integrationsperspektivet som blev det dominerande. Idén om en apparat av varje slag i varje hem är den princip de flesta av oss idag lever efter. Det finns naturligtvis många olika orsaker till

7. De flesta apparater på 1920-talet var mekaniska, som denna diskmaskin.



detta, somliga i mellankrigstidens debatt om hushållsteknologi och många i helt andra processer.

Om vi söker i debatten om tekniken bland kvinnor så fanns det tre viktiga faktorer som bidrog till denna positions styrka. Först och kanske främst den uppbackning som man fick av teknikproducenter, en apparat i varje hem var den optimala marknaden sett från dessas sida, därför bidrog de med pengar, apparater och varor till husmodersföreningarna som drev denna linje. Denna drivkraft fanns i Tyskland, Sverige och USA. Det svenska Husmodersförbundet stöddes t ex av Teknologföreningen och Industriförbundet. En andra faktor var nog just idén om en integration, i detta tänkande passades tekniken in i ett etablerat sammanhang utan att förknippas med sociala eller kulturella förändringar. Därmed kom den inte att utgöra något hot mot alla de människor som trodde på en materiellt bättre framtid genom teknisk och ekonomisk utveckling utan att vilja förändra sin vardag, socialt sett. En tredje faktor kan avledas från den andra och det är att hushållsteknologi kunde användas till att symbolisera personlig framgång. En man kunde understryka sin lyckade försörjargärning genom att köpa senaste nytt på apparatfronten till sin fru, och på detta sätt även visa att han brydde sig om henne. En kvinna kunde markera sin sociala ställning genom att framhäva vilka nya fina apparater hon hade som underlättade hennes arbete. Med ett amerikanskt uttryck skulle man kunna säga att hushållsteknologi kunde markera "upward mobility".



*Epilog* Idag står vi återigen inför en rad sociala val inför framtidens hushållsteknologi. Nu är diskussionen kanske främst inspirerad av den miljöpåverkan som den privata konsumtionen medför. Här kan vi återigen se olika visioner om vilken typ av teknik vi ska välja, den här gången kanske det är frågan om vilket personligt ansvar vi har för de materiella resurser vi förbrukar som står i centrum. Idag utgörs vår materiella kontext i västerlandet en individualiserad hushållsteknik medan den kulturella skiljer sig mellan olika grupper t ex i uppfattningar om vad som är kvinnligt och manligt, vad som är viktigt i hushållsarbetet och tillgången på personlig tid. Trots att utgångsläget är annorlunda kan vi ha glädje av att se på utvecklingen av hushållsteknik som resultat av en mängd olika sociala val vid olika historiska tidpunkter och vilka alternativa utvecklingsvisioner som har existerat genom att se på människor som diskuterat teknik i andra kontexter. Att reflektera över andra diskussioner om teknik i viktiga brytpunkter kan kanske hjälpa oss att förstå hur talet om teknik kan ha betydelse för den materiella utvecklingen, något som har relevans även för oss.

## Noter

- 1 Denna artikel baseras på det arbete som genomförts inom ramen för det HSFR finansierade projektet "Teknologi och ideologi. Kulturella och överkulturella drag i teknikdebatter" vid Göteborgs Universitet.
- 2 I den här texten handlar det om introduktionen av elektriska och automatiska apparater för utförande av hushållsuppgifter. Anläggningsteknik och mekaniska apparater är naturligtvis lika relevanta men inte lika diskussionsmässigt avgränsbara.
- 3 En historik över den internationella organisationen för Home Economics finns i The Bulletin 1972.
- 4 Jag har valt att behålla den amerikanska termen för att ämnet hade en väldigt speciell karaktär i USA och inte bör förväxlas med den svenska hushållsvetenskapen som kom till på 1940-talet och utvecklades enligt sina specifika förutsättningar.
- 5 Disciplinen "Home Economics" uppgång och tillbakagång har beskrivits av bl a Brown 1985 och Nerad 1987.
- 6 Om detta kök skriver t ex Weismann 1989.
- 7 Debatten om hushållsteknologi i USA finns beskriven av bl a Bose 1979, Cowan 1983, Ehrenreich och English 1979, Fox 1990, Hayden 1981 och Strasser 1983.
- 8 Diskussionen om hushållsteknik i Sverige har kartlagts av bl a Hagberg 1986, Nyberg 1989, Waldén 1990 och Åström 1985.
- 9 Dessa exempel rör bara den typ av teknik som argumenterades för inom integrationsvisionen. Det är oerhört svårt att hitta siffror på annan teknik, förmodligen för att statistikunderlagen kommer från tillverkarna och de företag som tillverkade andra tekniska lösningar försvann så småningom.
- 10 Langguth 1989 s 105.
- 11 Nyberg 1989 s 86.
- 12 Cowan 1983 s 94.
- 13 Nyberg 1989 s 89.
- 14 Cowan 1983 s 94.
- 15 Langguth 1989 s 105.
- 16 Se not 1.

- 17 Det tyska husmodersförbundet diskuteras bl a i Bridenthal, Grossman & Kaplan, (eds) 1984.
- 18 Koonz 1984, innehåller en mycket utförlig beskrivning av kvinnoorganisationer och deras ideologier i Nazityskland.
- 19 För en förståelse av nazisternas syn på teknik se Herf 1984.
- 20 För en intressant analys av hur män och kvinnor har olika förhållanden till samma tekniska apparat se Waldén 1990.
- 21 Elin Wägners syn på det kvinnliga finns bl a annat beskriven av Lindholm 1990.

## Referenser

- Bose, Christine 1979: Technology and Changes in the Division of Labour in the American Home, i *Women's Studies International Quarterly*, Vol 2, s 295–304.
- Bridenthal, Renate; Grossman, Athina & Kaplan, Marion (eds) 1984: *When Biology Became Destiny*. Monthly Review Press, New York.
- Brown, Marjorie M 1985: *Philosophical Studies of Home Economics in the United States. Vol 1 & 2*, Michigan State University.
- The Bulletin* no 2–3 1972: History of the International Federation for Home Economics. Secrétariat Général, Paris.
- Cowan, Ruth Schwartz 1983: *More Work for Mother*. Basic Books, New York.
- Ehrenreich, Barbara och English, Deidre 1979: *For Her Own Good*. Pluto Press, London.
- Fox, Bonnie J 1990: Selling the Mechanized Household: 70 years of Ads in Ladies Home Journals, i *Gender & Society*, vol 4, no 1, s 25–40.
- Hagberg, Jan-Erik 1986: *Tekniken i kvinnornas händer*. Liber Förlag, Malmö.
- Hayden, Dolores 1981: *The Grand Domestic Revolution: A History of Feminist Designs for American Homes, Neighbourhoods, and Cities*. MIT Press, Cambridge.
- Herf, Jeffrey 1984: *Reactionary Modernism. Technology, culture, and politics in Weimar and the Third Reich*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Koonz, Claudia 1984: *Mothers in the Fatherland. Women, the Family and Nazi Politics*. Meethuen, London.
- Langguth, Frauke 1989: *Zur Geschichte der Elektrifizierung der Privaten Haushalte. Die Abstazpolitik der BEWAG Gegenüber den privaten Haushalten im Berlin während der Weimarer Republik*. Opublicerad magisteravhandling i samtidshistoriaa vid Technische Universität, Berlin.
- Lindholm, Margareta 1990: *Talet om det kvinnliga. Studier i feministiskt tänkande i Sverige under 1930-talet*. Sociologiska institutionen, Göteborgs Universitet.
- Nerad, Maresi 1987: Gender Stratification in Higher Education: The Department of Home Economics at the University of California, Berkley 1916–1962, i *Women's Studies International Forum*, Vol 10, No 2 s 157–164
- Nyberg, Anita 1989: *Tekniken – kvinnornas befriare?* Tema Teknik och social förändring, Universitetet i Linköping.
- Waldén, Louise 1990: *Genom symaskinens nålsöga*. Carlsson Bokförlag, Stockholm.
- Weismann, Anabella 1989: *Froh erfülle Deine Pflicht!* Schelzky & Jeep, Berlin.
- Åström, Lissie 1985: Husmodern möter folkhemmet, i Frykman, J & Löfgren, O (red), *Modärna Tider*. Liber, Malmö.

## *Household technology for women*

**Summary** The development of household technology has been studied by many researchers in different countries. This article is based on earlier research and aims to highlight the debate about household technology in a comparative context. The idea is that by comparing debates about technology which have taken place in a number of different countries we gain a much clearer picture of how the technical choices in any society are made.

The article shows that in a comparison between Sweden, the USA and Germany, in the period 1919–1939, three trans-national currents of thought can be distinguished. The three approaches gave different answers to the questions of what household technology there would be, how housework would be organised and what the woman's role would be in modern society.

The first idea, of *integration*, was that an individualised technology and an expert housekeeper who looked after home and family was what was required. The second concept, *entrepreneurship*, meant that the production of goods and services for the household would be taken care of by companies, while the women could occupy themselves with "female" concerns outside the home. The third idea, *collectivisation*, was that the technology should be adapted to collective use, housework would be carried out collectively by the women who lived in the same block of flats and the time that was saved would be used for work outside the home under the same conditions as for the men. These three transnational lines of thought took different concrete forms in the different countries due to variations in political context and social bearer.

Since these debates were among the factors which contributed to the social choice of technology in western societies it is also interesting to draw attention to their special features. Thus it is to be noted that these were debates carried on by women, the technology was considered in a concrete way, a "technology friendly" attitude dominated and the technology was "feminised" (that is, it was presented as suited to the traditional tasks of women). On the other hand man's role in the home was not questioned; it was women, their duties and knowledge which was to be changed.



# *Ett bidrag till den svenska bränneri-teknikens historia*

*Av Kenneth M Persson*

I följande uppsats vill jag litet noggrannare belysa hur teknikutvecklingen i brännerihanteringen tog fart i Sverige efter 1800 med hjälp av ångpannor och ångmaskiner, bättre förbehandlingsutrustning och jäskar, bättre avverkningsapparater och intensifierad marknadsföring mot städernas växande befolkning, med andra ord hur brännvinsbränning blev en industri. Jag kommer också att försöka besvara frågan varför de kontinuerliga kolonnapparaterna som kunde producera 90–93 % råsprit inte användes allmänt i Sverige förrän hundra år efter att de kommit i bruk i Danmark.

## *Inledning*

Destillation eller bränning är en kemisk enhetsoperation som bygger på att en blandning av minst två ämnen med olika flyktighet kan fraktioneras genom att blandningen värms och den bildade ångan, som har högre halt lättflyktigt ämne än vätskan, kondenseras utanför värmerummet. Om kondensatet ånyo värms kommer den bildade ångan att ha en ännu högre halt lättflyktigt ämne, som kan omkondenseras och omdestilleras till dess att det inte längre går att förskjuta koncentrationerna i ånga och vätska, antingen för att blandningen är färdigfraktionerad, eller för att det har bildats en azeotrop, det vill säga en blandning där ångfas och vätskefas har identisk sammansättning. Mest berömd azeotrop är väl vatten-etanolblandningen. Hundratals uppfinningar har gjorts för att förenkla destillations-kondensationsförfarandet. Avgörande blev införandet av kolonner, men mera härom senare.

Destillationen har historiskt mest använts för brännvinstillverkning, medan den nu för tiden ekonomiskt viktigaste destillationen utförs i världens oljeraffinaderier, där mineraloljan efter krackning fraktioneras i sina beståndsdelar.

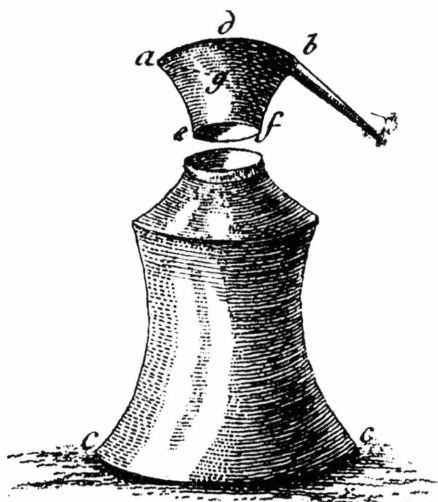
Konsten att destillera anses ha kommit till Europa från araberna. Dessa kan i sin tur ha lärt sig destilleringen av egyptier eller kineser. Brännkonsten skall ha vandrat över Medelhavet till italienerna och senare frankerna under tidig medeltid. Till Norden

torde den ha kommit med munkarna under nordisk högmedeltid, efter 1300. Nordens äldsta bevarade alembik, dvs den trattformade överdelen av en destillationspanna där alkoholångorna leds bort från värmekällan och kondenseras, har hittats i brunnen i borgen Bjørnkær i Hads härad i Danmark vid en arkeologisk utgrävning. Fynden kan dateras till drottning Margaretas tid, sent 1300-tal eller tidigt 1400-tal. Tre alembiker är hittade, och de är tillverkade av glaserad keramik och jylländskt stengods.

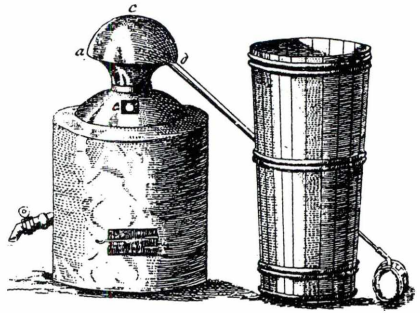
Ett betydande uppsving för destillationen följde i den stora pestens fotspår under 1350-talet och framåt. Den hemiska sjukdomen krävde bot, och alla sorters mediciner var värda att pröva. Kryddor och läkeväxter som macererats, lakats ur, i alkohol som sedan destillerades till vattenklar vätska, kryddsprit, tillskrevs många helande egenskaper. Vissa ännu använda recept på klostertlikörer kan leda sitt ursprung till böldpeståren. Munkarnas medicinska grundsyn gjorde att ett icke ringa antal läkeväxter blandades i recepten.

Det var dock dyr medicin, eftersom den destillerats av vin som importerats till Norden från Centraleuropa. Apotekarnas mediciner fick förtäras i små doser med sked, härav våra ord för suppa och snaps (från tyskans schnappen = snappa – dricka snabbt. Jfr snäpp-lås!). De andra nordiska språken har i stället för sup ordet dram, som kommer av den lilla apotekarevikten drachmer.

En kruttillverkare i Stockholm, pulvermakare Berend, fick fyra örtugar i betalning för brännvin som använts till krut, enligt Stockholms stads räkenskapsböcker 1469–1470. En örtuga skall ha motsvarat 1/24 mark omkring 1500. 1497 får en viss Cort

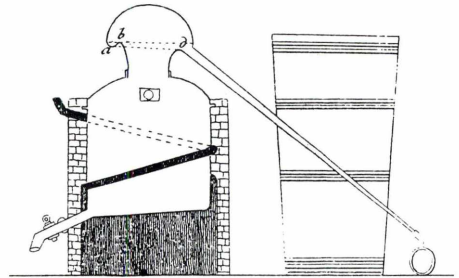


1. Brännvinspanna med hatt (alembik). Den koniska formen gjorde att endast brännvinsångor, inga vätskedroppar, kunde komma vidare till kylaren. Ur F J von Akens: Afhandling om några förbättringar wid bränwins-tilwärkningen i allmänhet samt at tilreda jäst, och af åtskillige slags bär och frugter samt potatöes tilwärka bränwin. 1801.



2. Inmurad brännvinspanna med hatt i koppar och kylkar i trä. Underst i bild en sprängskiss av den samma. Rökgaserna från eldhärden leddes i en cirkel runt brännvinspannan. Den avrundade hatten tillät kondenserade droppar att ledas över till kylaren.

Källa: se figur 1.



Flaskedrager monopol på brännvinsförsäljning i Stockholm, mot att han levererar destillerad alkohol för krutproduktion. Krutet blev mindre explosivt och kunde pressas till större korn om det hölls fuktat under tillverkningen. Flaskedrager blev därmed Nordens förste namngivne brännvinstillverkare.

Fram till senare hälften av 1500-talet tillverkades huvuddelen av alkoholen också i Norden av vin: vinets ande, spiritus vini, har fått ge namn åt all sprit. Aqua vitae (akvavit) respektive eau-de-vie, bägge betydande livets vatten, är exempel på eufemismer för alkohol. På keltiska blir det usqua baighe (visky), som lär höra till ett av de mycket få keltiska låneorden i engelskan.

Efter Johan III:s ryska krig, då många ryska krigsfångar fördes till Sverige, hade emellertid svenskar och finnar lärt av ryssarna hur alkoholhaltig mäske kunde beredas av malt och spannmål. Danskar och norrmän fick sina impulser söderifrån, från Tyskland. Från att ha varit en exklusiv vara blev brännvinet alltmer var mans egendom. Under 1600- och 1700-talen brändes och söps det så friskt att rikets hushållare fruktade för spannmåls- och brödbrist i landet. Med dåliga skördar och svagår följde också regelmässigt begränsningar av och ibland förbud mot brännvinsbränning. Men nordbon behövde sitt brännvin, och försörjningsläget i Sverige förbättrades när grevinnan Eva de la Gardie för Vetenskapsakademien



kunde visa hur brännvin kunde framställas av en mäskblandning av kokt mosad potatis, kornmalt och vatten. Hon blev också invald i Akademien som tack.

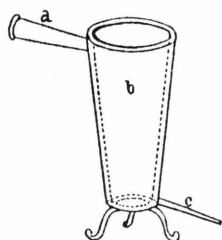
Andra viktiga innovationer i Norden under 1700-talets andra hälft var Norbergs och senare Geddas imkylare, där kylytan i kondensatorn förstörades genom att kylröret gjordes större, och Johan Groths inmäskningsanordning. Men bortsett från några sådana små förändringar var brännvinstillverkningen nära nog konstant från 1500 till en bit in på 1800-talet. Det tidiga 1800-talets främste auktoritet på kemi, Jöns Jacob Berzelius nöjde sig med att beskriva med vilken vinkel brännvinspipan skulle vara fäst vid brännvinspannan för att inte kondenserade spritdroppar i pipan skulle kunna rinna tillbaka ner i pannan.

Ett typiskt husbehovsbränneri omkring 1800 bestod av ett mäskkar, ett jäskar och en brännpanna. Den sistnämnda var tillverkad av koppar och hade panna, brännvinshatt (alembik), svalrör (kylrör) och vattenkylare. Kondensatet samlades upp i tunnor eller ämbar. Spannmålet stöptes med vatten och fick gro, varvid det stärkelsespjälkade enzymet amylas bildades i sädeskornen. Den stärkelsehaltiga råvaran inmäskades sedan i proportionerna 1:4, en del spannmål på fyra delar vatten, och blandningen värmdes till 60°C så att stärkelssen sönderdelades till kortare dextriner (glukoskedjor med 3–10 glukosmonomerer) och fritt glukos. Efter avsvulning hälldes mäskan över i jäskaret och försattes med jäst, som ofta var en del av föregående omgångs jästa mäsk. Efter att mäskan jäst färdigt brändes den i pannan i två omgångar: förbränna och klarning. Den första bränningen gav en produkt med kraftig smak av föroreningar och cirka 20–25 % alkoholhalt. Den andra gav en något renare produkt med 50–60 % alkoholhalt. Ibland sattes träkol eller kalk till spriten före klarningen, vilket kunde sänka föroreningshalten en aning. Den kände danske bränneriläraren Bröndrum rekommenderar 1820 träkol i sin bok "Kort underviisning i kunsten at braende braendviin". Då potatisen blev en viktig råvara koktes den för att stärkelsen skulle bli vattenlös- lig och tillgänglig för amylas, mosades och fick svalna innan mal- ten tillsattes. Därefter tillverkades brännvinet som ovan.

Frekventa tekniska problem var vildjäsning på grund av dålig hygien, dåligt utbyte på grund av otillräcklig kylning eller för kraf- tig eldning under pannan och påbränning i pannan på grund av för häftig värmning.

### *Brännvinslag- stiftningen 1700–1907*

Bestämmelser om och regleringar av brännvinstillverkning har förekommit alltsedan brännvinet började tillverkas. Många gång- er har bestämmelserna medfört att en viss teknik gynnats på andras bekostnad.



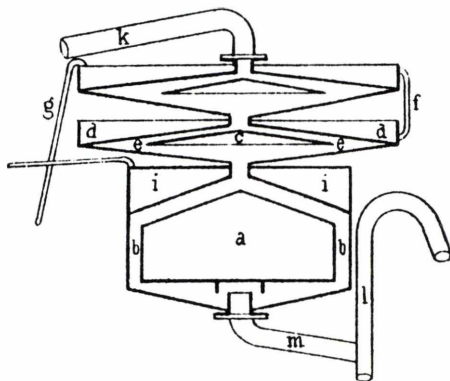
3. Konisk kylare med förstorad kyl-  
yta. Ur Seeberg-  
Cronquist, Brän-  
vinstillverkning i  
Sverige. 1878.

Redan 1638 infördes tillverkningsskatt på brännvin i Sverige. Skatten var differentierad så att skatt på husbehovsbränning var  $2/3$  av den på salubrännvin. Efter dåliga skördeår och misslyckade fälttåg förbjöds all husbehovsbränning och all bränning i städerna 1718. Brännvinsbränningen blev en verksamhet förbehållen auktoriserade tillverkare. Minsta tillåtna försäljningsvolym sattes samtidigt till  $33/4$  kannor (1 kanna = 2,6 l). Staten hade emellertid ständigt brist på pengar under 1700-talet, varför Gustav III råddes att förstatliga och monopolisera bränningen av sin finansminister för att öka skatteintäkterna. 1775 infördes därför kronbrännberier, som dock efter en lyckosam inledning kom att bli oerhört olönsamma. Stordriften var fortfarande ogynnsam eftersom de använda brännvinspannorna bara var förstorade husbehovsbrännvinspannor utan effektiv separation och med otillräcklig kylning. Efter 12 år avvecklades successivt det statliga monopollet. De stora kronbrännerierna såldes eller arrenderades ut till driftiga entreprenörer.

År 1800 lagstadgades att endast jordbrukare med minst ett mantal mark fick tillverka brännvin. Brännvinspannans storlek kopplades till egendomens storlek, så att ägare av 1 mantal fick ha en panna på 50 kannor, medan ägaren av 5 mantal fick ha 90 kannors volym. Vid revolutionen 1809 utsträcktes rätten att bränna till husbehov till alla i riket boende, dock med kravet att markägarens tillstånd skulle inhämtas. För detta utgick en brännvins-skatt på 2 riksdaler för varje helt hemman på landet och 8 skilling för varje person i städerna. Eftersom skatten utgick oavsett om skattebetalaren brände eller ej, kom den att stimulera till husbehovsbränning snart sagt i alla hem.

Men med effektivare avverkning kunde större volym brännvin utvinnas ur samma pannvolym. Innovationerna under 1800-talets början gick i riktning mot lägre och bredare pannor. I andra europeiska länder kunde samma utveckling skönjas. Särskilt den så kallade skotska pannan blev internationellt uppmärksammas eftersom den var mycket låg och bred, med en stor värmeyta, vilket gav mycket snabbare avverkning. Den passade inte till potatismäsk, som är viskösa än kornmäsk. Potatismäsk brände fast snabbare i pannan på grund av den häftiga värmningen. Ungefär samtidigt blev mäskförvärmaren vanlig. Den innebar att de avdestillerade ångorna togs då tillvara i nästa destillation, som dessutom kunde försiggå snabbare, eftersom mäskan nådde sin kokpunkt på kortare tid.

Dessa innovationer fick som följd att skatteinkomsterna av bränning tenderade att minska. Trots successiva höjningar av brännvinspannornas volymsskatt räckte inte intäkterna, varför det 1830 infördes en extra skatt på mängden tillverkat brännvin, utö-

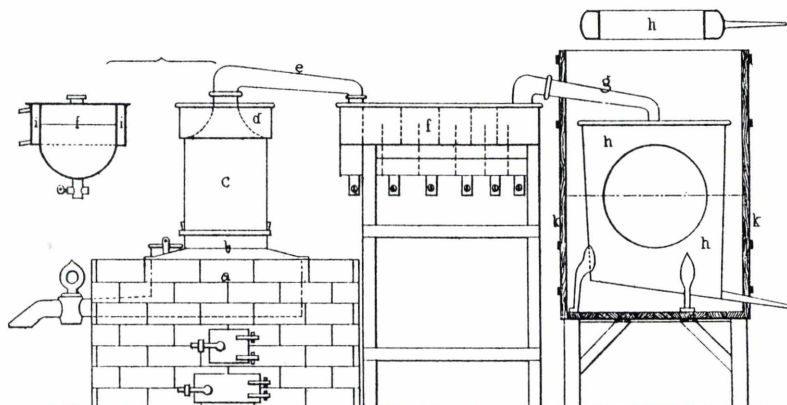


4. Principskiss över pistorisk brännvinspanna. Brännvinsångorna tvingades av kopparplåtar (a och c) vandra längs med kylda ytor (i och d). Kallvatten leddes in i översta bäckenet (g) och ned till det undre (f). Sprithalten ökade successivt. Källa: se figur 3.

ver skatt på panna. Redskap av mera sammansatta konstruktioner fick 25–50% högre skatt än enkla pannor. De tekniskt mest avancerade pannorna, de pistoriska, belades med en skatt på 270 riksdaler om de hade maximal volym, 90 kannor. Redan 1835 återgick skatten till att beräknas i sju olika klasser enbart efter pannerymden. 1841 ändrades klassningen till fem, där hänsyn samtidigt togs till graden av teknisk utveckling för brännredskapen. Skatten ökade progressivt med den tekniska förfiningen av redskapen. Första klassen omfattade brännerier som saknade mäskförvärmare och rektifieringsapparater. De antogs kunna avverka 8 gånger pannevolymen i månaden. Andra klassen bestod av brännerier med enkelt redskap men med mäskvärmare, som gav en produktionskapacitet om 12 gånger pannevolymen i månaden. Tredje klassen var enkelt redskap med rektifieringsapparat, 24 gånger volymen i månaden. Fjärde klassen var enkelt redskap med både mäskvärmare och rektifieringsapparat, 36 gånger volymen i månaden och slutligen femte klassen redskap med dubbla pistoriska apparater eller annan mer komplicerad utrustning, som schablonmässigt gav 72 gånger pannevolymen i månaden i avverkningskapacitet. Om dessutom redskapen drevs med ånga, ansågs kapaciteten fördubblad. Skatten bestämdes efter klassning och pannevolym.

I detta dynamiska Brännvinssverige kunde riksdagen inte hejda den tekniska utvecklingen med beskattning. Eftersom bestämmelser och regleringar inte kunde hämma teknikutvecklingen, utan snarare ledde till en ytterligare rationalisering av bränningen av potatisbrännvin, fick de näringsidkande till slut som de ville: 1855 infördes liberalare lagar. Parallellt med deras opinionsarbete utvecklades den första nykterhetsrörelsen, eller snarare måttlighetsrörelsen av betydelse i Sverige. Den förespråkade husbehovsbränningens avskaffande eftersom denna ansågs vara grunden för det kraftiga supandet i landet. Vid 1855 års riksdag begränsa-





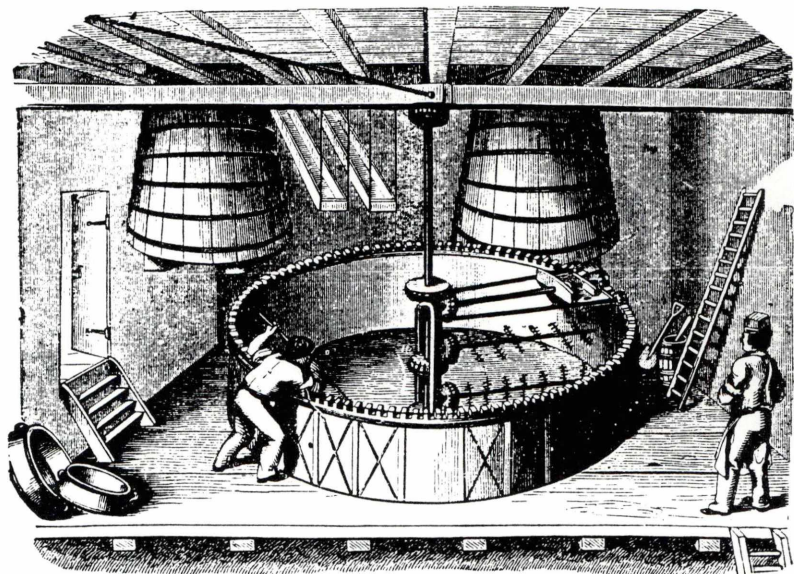
5. Englund's brännvinspanna med rektifikator (f) och kylare med för-  
 storad kylyta (h). Ångorna kondenserades partiellt i rektifikatorn och  
 spriten fick högre alkoholhalt. Källa: se figur 3.

des också kraftigt rätten till husbehovsbränning. Bränneriverksamhet fick endast bedrivas av ägare till jordegendom och av yrkesverksamma brännare. De senare skulle ha en egen tillverkning av lägst 300 och högst 1000 kannor per dag. Skatten utgick per kanna sexgradigt brännvin och var lika stor oavsett vilka redskap som använts. 1860 förbjöds husbehovsbränning helt. 1871 ändrades produktionskraven till att vara lägst 200 och högst 1 200 kannor per dag, med en minsta säsongproduktion om 3 000 kannor. 1882 infördes metersystemet, vilket fick till följd att minsta dagstillverkning blev 500 liter 50 volymsprocentigt brännvin vid 15°C och den högsta 5 000 liter. 1907 infördes staffavgifter på brännare som understeg respektive översteg produktionsgränserna: 10 öre per liter normalstarkt brännvin om tillverkningen var för liten, och 5 öre per liter om tillverkningen var för stor.

### *Den europeiska bränneritekniken*

Behovet av alkohol i Frankrike var stort i början av 1800-talet. Nära 536 miljoner liter vin destillerades 1818. För uppvärmning av denna oerhörda volym åtgick stora bränslemängder (cirka 50000 ton ved, om verkningsgraden var 30 %), varför intresset för energieffektivisering var stort. Den franska alkoholen användes till konsumtion, men också som lösningsmedel vid sockertillverkningen, som hade vuxit till en betydande industri efter Napoleons kontinentalblockad under.

År 1798 beskrev fysikern och politikern Benjamin Thompson hur ånga kunde värma vätskor genom att den leddes direkt ned i vätskan. Fransmannen Edouard Adam omsatte detta i en apparat för destillering av vin till alkohol i ett steg, en apparat som patenterades i maj 1801. Apparaten bestod av tre pannor med en volym

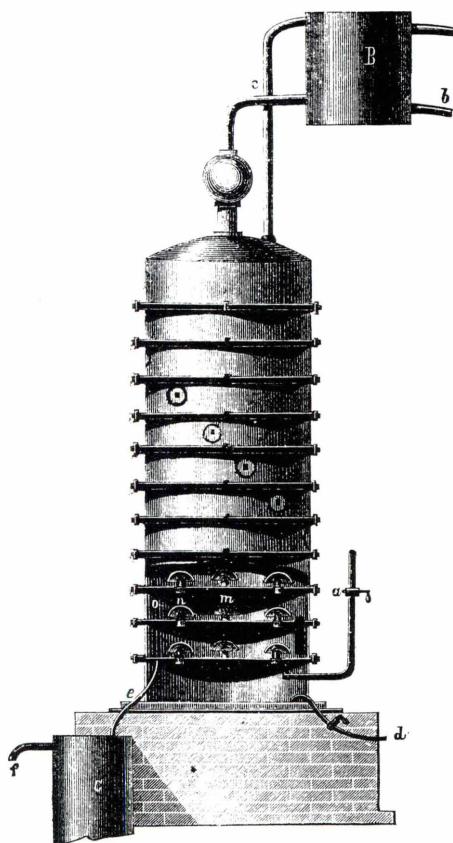


6. Mäskkar med omrörningsarmar för att förbättra omblandningen av vatten och råvara. Ur Uppfinningarnas bok, 1873.

på 3 000 liter vin vardera. Vinet värms med ånga till kokpunkten. Ångan leds in i ett förrum ("tambour") som fungerar som deflegmator, där huvudsakligen vatten kondenseras. Sedan passerar den ett antal behållare som kallas stora ägg ("grands oeufs"), vilka är halvfyllda med återvändande vin. Detta töms successivt på sitt alkoholinnehåll, alltmedan ångorna slutligen kondenseras i två klotformade seriekopplade kopparkylare (små ägg, "petits oeufs") nedsänkta i vatten.

Adams lyckade ägg ledde till en rejelt minskad energiåtgång vid destillationen och var ett stort steg mot kontinuerlig alkoholproduktion. Efter många varierade designer av horisontellt liggande kolonner och bottenar, kom J B Cellier-Blumenthal med en apparat där bottenarna stod vertikalt över varandra. Sedan dess har kolonnerna varit höga och smala. Cellier-Blumenthals apparat bestod av en silbottenskolonn över en panna värmd med indirekt ånga. Den patenterades i november 1813, men förbättrades 1818. Mäskan förvärms av den avdrivna alkoholångan, som faktiskt bara kyls av mäsk i en lång motströms värmeväxlare. Den 1818 beskrivna kolonnen indelades i en destillationsdel och en rektifieringsdel, och den torde vara den första riktigt konsekventa fraktionerade destillationskolonnen som konstruerats. På varje botten bildas en jämvikt mellan uppåstigande ånga och nedåtrinnande vätska. Ju högre upp i kolonnen ångan kommer, desto högre alkoholhalt har den. Hans apparat fick raskt många efterföljare i

7. Kolonnapparat med klockbottnar. Spritångorna värmeväxlas mot ingående mäske i kondensorn överst. Dranken tas ut längst ned. Källa: se figur 6.

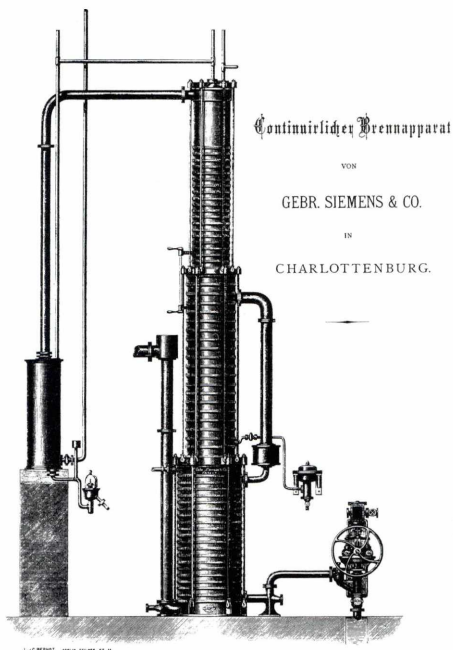


Frankrike, där mäsken bestod av vin, var lättflytande och föga temperaturkänslig. Cellier-Blumenthal sålde sitt patent till en driftig entreprenör vid namn Savalle samma år som han fick det, 1818. Savalle grundade en firma som sålde kolonner och brännrier till Frankrike och senare i hela Europa.

I Storbritannien inspirerades den skotskfödde, men i Dublin verksamme bryggaren och brännaren Aeneas Coffey av teknikutvecklingen i bränneriområdet. Han lät 1830 patentera dels en rörkylare för mäske och vört, dels en destillationskolonn. Den senare bestod till nedre delen av åtminstone sju bottnar konstruerade för överloppsdestillation, det vill säga mäsken fick långsamt rinna från översta botten ned till nästöversta, osv. På vägen mötte den ånga som injicerades i botten av kolonnen, och som passerade genom de perforerade bottarna och fick mäsken att koka. Den övre delen av kolonnen fungerade som mäskeförvärmare, med en konstruktion snarlik Cellier-Blumenthals. Icke desto mindre är begreppen Coffeyapparat och kontinuerlig apparat synonyma i engelskan.

I Tyskland med liten vinproduktion var de viktigaste bränn-





8. Kontinuerlig kolonnapparat med drankpump, värmewäxling och ångvärmning. Prospekt från firman Siemens & Co, Charlottenburg, Tyskland, omkring 1880.

vinsråvarorna, liksom i Norden, spannmål och potatis. Råvarorna gav en tjockflytande mäska, som behövde röras om för att inte brännas fast för mycket i pannan. En teknisk lösning erbjöd en preussisk brännvinsbrännare 1817. Pistorius, som han hette, lät liksom fransmännen mäsken förvärmas av spritångorna, men han hade två seriekopplade pannor med omrörare. Pannorna var halvfyllda med mäska. Den första hade direkt ångvärmning och ångor från den leddes ned i den andra, varifrån ångorna leddes till mäskeförvärmaren, för att slutligen ledas genom tre bäcken, tallriklika anordningar som var förenade med ett rör i mitten. Dock tvingades ångan att vandra längs en tunn kopparskiva som satt i varje bäcken och stryka längs ovan delen av det vattenkylda bäckenet, innan den leddes genom röret till nästa bäcken. Slutligen kondenserades spriten i en imkylare, kanske av Norbergs konstruktion. Kylvattnet från bäcken an användes till matarvatten i ångpannan.

De svenska brännvinsförvattningarna tillät endast 90 kannors pannevolym fram till 1855, varför den pistoriska apparaten modifierades i Sverige till att bestå av en direktvärmad brännvinspanna och en förvärmare. Samtida med Pistorius var den tyske uppfinnaren Gall, som för att kunna destillera kontinuerligt lät två brännvinspannor stå parallellt. Medan den ena pannan användes för destillation, börbereddes den andra. I stället för pistoriska bäcken provade Gall ett platt rör, 10 till 18 tum brett och upp till

8 fot långt. Röret hade uppstående kanter för att kunna hålla kvar kylvatten. Behövdes mer rektifieringskapacitet, kunde ytterligare rör läggas parallellt med det första. Gall var kreativ, men fick ett syrligt äreminne skrivet över sig under sin livstid: "...Gall drifver ett visst hemlighetskrämeri med sina uppfinningar, som han till temligen höga priser försäljer. Han berömmes eljest som en både skicklig och teoretiskt bildad technicus."

### *Den svenska bränneri- utvecklingen*

Genombrottet för potatisbrännvin kom alltså i början av 1800-talet i Norden. Många idéer och tekniklösningar kom från Tyskland. Tillverkningen var tekniskt mer avancerad, jämfört med brännvin av spannmål, eftersom potatisstärkelsen måste fås över i vattenlöslig form, och amylas (diastas) fick tillsättas separat, som malt, innan jästen kunde förjása bildad glukos, maltos och maltodextriner till etanol. Detta användande var nödvändigt för en rationell potatisbrännvinstiollverkning.

Tryckkokningen av potatisen var ytterligare effekthöjande. Majoren Stjernsvärd å Engeltofta sätesgård i Skåne besöktes av kamrer Kemner från Kristianstads läns hushållningssällskap 1814. Kemner var nyfiken på den från England införda metoden att upphetta potatisen med "imma i lyckta kärl", som praktiserades å sätesgården. Tryckkokningen förkortade förbehandlingstiden, ökade stärkelseutbytet och underlättade den följande sönderdelningen av potatisen, eftersom skalen sprack. Den tyske brännvinsbrännaren Franz Ernst Siemens kunde 1818 beskriva lyckade



9. Etikett från Win & Spirituosa Aktie Bolaget i Stockholm omkring 1880. Tekniska Museet.

försök med potatistryckkokning, och 1822 hur en komplett avverkningsapparat kunde drivas med ånga. Införandet av ångmaskiner i brännerierna blev rent revolutionerande.

Dessa nya innovationer ledde till en produktionsfördel för de stora brännerierna. Antalet taxerade brännpannor i Sverige minskade drygt 80 % från 1824 (169 703 st) till 1853 (33 342 st), alltså innan förbudet mot husbehovsbränning hade klubbats. Mäskvärmare introducerades 1815 av en pommersk överste C C B von Dannfelt, som flyttat till Blekinge efter att Svenska Pommern inte längre var svenskt. Han lärde känna tekniken efter ett besök i Berlin det året och lät omedelbart prova mäskvärmaren på sin egen brännpanna då han återvänt till Blekinge. Eftersom mäskförvärmaren sparade mycket bränsle och ökade kapaciteten, blev många brännvinsbrännare intresserade och redan 1817 hade kunskapen spridit sig från von Dannfelts gård till resten av Blekinge, nordöstra Skåne och södra Småland. Kopparslagare B Elglund konstruerade en rektifikator efter besök i Frankrike och Tyskland, där han kommit i kontakt med Adams och andras innovationer. Den provades i S:t Petersburg 1811 med gott resultat och installerades på Vidbynäs säteri i Turinge socken i Södermanland 1816. I rektifikatorn, som egentligen är en extra destillationsbotten, kondenserades och förångades brännvinet ånyo. Den svårflyktigare vattenfraktionen stannade som vätska, medan den lättflyktigare alkoholen fortsatte som ånga och kunde kondenseras i kylaren i nästa steg.

Den första pistoriska bäckenapparaten i Sverige togs i drift 1825 i Riseberga socken i nordvästra Skåne under ledning av fältkamrerare P O Leth. Året efter togs ytterligare fem bäckenapparater i drift, alla fem i Södermanland. Ånga började användas omkring 1830, först ut torde bränneriet vid Huvudsta gård utanför Stockholm ha varit. Ångan var en given succé, och under 20 år installerades ungefär 700 ångpannor i brännerierna. Det var välutbildade och välsituerade brännare som rationaliserade brännvinsbränningen, och de producerade för avsalu. Kapitalsvagare bönder ordnade finansieringen genom att gå samman i ekonomiska föreningar som uppförde brännerier.

Under de följande 40 åren koncentrerades brännvinsproduktionen till södra Sverige, särskilt till de sandiga markerna runt Kristianstad och på Listerlandet i Blekinge. Potatis blev efter en tillfällig nedgång 1848–1860 på grund av potatissjukan (som ju drabbade Irland så hårt) den ojämförligt viktigaste råvaran för brännvin. Inköparna av råbrännvin gynnade denna koncentrerings eftersom de betalade högre priser till storproducenterna. Men potatisodlarna bevakade sitt revir. Restprodukten vid råbrännvinstillverkning, dranken, tillskrevs och bevisades ha ett gott





10. Tiodubbelt renadt brännvin, det finkelfria varmrenade brännvinet lanserades 1877 av L O Smith. Etikett i Vin & Sprithistoriska Museet, Stockholm.

fodervärde, som kunde användas vid produktion av svin- och nötkött och mjölk. Djuren kunde under gödtiden leverera stora mängder stallgödsel till de magra sandjordarna som potatisen odlades på, varför en riktig järntriangel av brännvin, svin och gödsel byggdes kring den potatisodlade bonden. De ångbrännerier som uppfördes lades huvudsakligen vid de stora godsens och gårdarnas på landsbygden. Brännerierna skulle optimeras för hela produktionskedjan från potatis till gödsel, så de fick inte bli för kapitalkrävande. En visserligen högavkastande kolonnapparat av koppar var värd 70 000 kronor 1914, medan en pistonisk brännapparat med tre bäcken och kylare i koppar var värd 6 500 kronor, enligt inventarieförteckning för Skånska Spritförädlings AB i Eslöv. Därför var det inget konstigt att tex andelsägarna i Hyllstofta andelsbränneriförening 1909 bara begärde offerter på bäckenapparater, från Åkermans gjuteri och mekaniska verkstad i Eslöv och från Hvilans mekaniska verkstad i Kristianstad, då de skulle bygga om sitt bränneri. Först 1963 installerades en kolonnapparat i föreningens bränneri.

I Danmark, som före 1864 bestod av öarna, Jylland och hertigdömet Slesvig-Holstein, har avståndet mellan land och stad aldrig varit långt. Tillverkningen av brännvin hade varit ett hantverk med egna skrän sedan 1700-talet, och brännerierna låg i städerna. Då brännerimoderniseringen begynte i början av 1800-talet, blev Jylland centrum för den nya tidens destillationsteknik, som tog nytta av fraktionerad destillation. På Jylland var lönn-

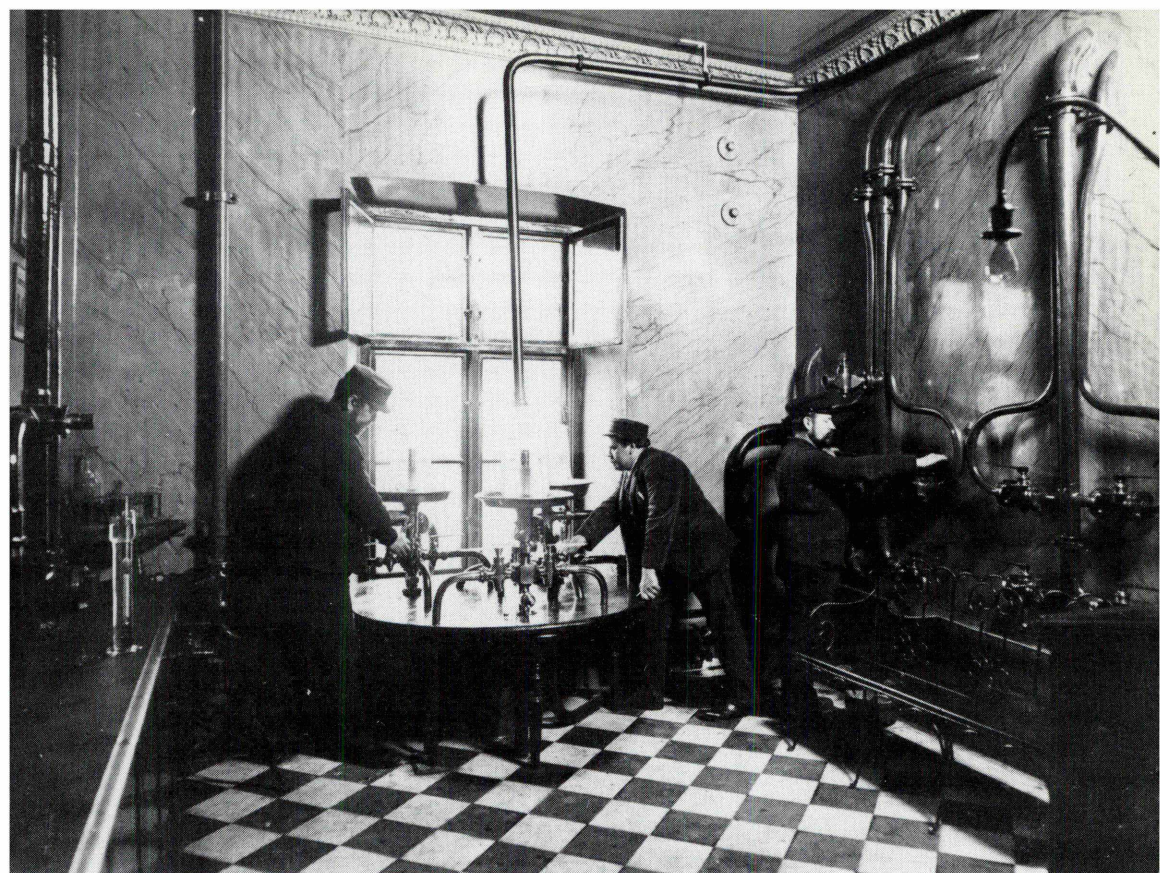
bränningen mest utbredd, och när brännvinet blev mycket billigare på grund av rationell tillverkning, kunde försäljningen växa på lönnbränningens bekostnad. På Jylland var också konkurrensen från Slesvig mest kännbar. Slesvigs speciella brännvinsstad Flensburg hade fått stora och rationella brännerier redan på 1820-talet, och brännvinet från Flensburg ansågs allmänt i Danmark vara det godaste. En polskdansk brännvinsbrännare vid namn Isidor Henius kom att bli den förste att introducera kolonnapparater till råbrännvinstillverkning. Han vandrade i nordtyskland och hertigdömet och lärde känna ångbrännvinsteknik innan han kom till Jylland. Med stöd av två kapitalstarka delägare startade han Aalborg privilegerade Sirup- og Spritfabrik 1846. Redan 1860 köpte han en rektifieringskolonn i Berlin och kunde erbjuda finsprit och fuselfri akvavit. Som produktionen av brännvin ökade snabbare i Danmark än i Sverige, kom också koncentrationen inom spritnäringen att gå snabbare. Redan 1881 fusionerades sex av de största brännerierna och rektifieringsanläggningarna till det ännu existerande De Danske Spritfabrikker, för att bättre kontrollera brännvinsproduktionen och för att ta vara på möjligheten att sälja finsprit till Spanien (se nedan).

De svenska bränneriernas bäckenapparaterna var utan tvivel tillräckliga för artonhundratalets kombinerade jordbruk och brännerinäring. Tekniska framsteg var att ångdriften utökades under 1890-talet med ångmaskiner som kunde driva mäskpumpen, potatisharpan och transportband. Under kampanjen 1873/74 hade 48 av Sveriges 426 brännerier någon sorts ångmaskin. Femton år senare hade antalet brännerier minskat till 150, men av dessa hade 106 skaffat ångmaskin. 1900 var endast 4 av de svenska brännerierna utan ångmaskin. Potatisharpan (potatistvätten) blev samtidigt allmänare. Ovan nämnda Hyllstofta bränneri köpte en potatistvätt i samband med ombyggnaden 1909. Spolrännor för transport av potatis från avlastningsplatsen till potatistvätten blev också allt vanligare, men om man tittar på när brännerierna investerat i ny teknik, har det varit vid tillfällen då den gamla utrustningen var tekniskt utsliten.

Således dröjde det till in på 1950-talet innan kolonnapparaten med mäskkolonn och spritkolonn blev den helt dominerande vid avverkning: 77 av 80 brännerier hade investerat i kolonn 1953. Tjugo år tidigare fanns 103 brännerier varav 25 hade kolonnapparat. Den andra betydande investeringen var att byta ut de öppna jäskaren av trä till slutna av stål. Etanolens höga ångtryck gör att så mycket som 10% av spritmängden kan gå förlorad under jäsnings i öppna kar, och det försämrar naturligtvis utbytet.

Ernologiska institutionen vid Lunds universitet genomförde en bränneriinventering, delvis bekostad av AB Vin- & Sprit-





11. Reymersholms lyktrum 1898. Foto Vin & Sprithistoriska Museet, Stockholm.

centralen, efter sista kampanjen 1970/71. Vid inventeringen frågades bla om gjorda invensteringar. 28 av brännerierna finns på så sätt dokumenterade i både byggnation och teknisk utveckling, medan de resterande tio endast är dokumenterade som fotografier. 2 av de 28 brännerier bytte från bäcken till kolonn under 1910-talet eller tidigare. 1 bränneri införde förändringen under 1920-talet, 10 brännerier under 1930-talet, 4 under 1940-talet, 8 under 1950-talet och slutligen 3 under de sista 11 åren av drifttiden. 1970/71 var den sista kampanjen för lantbruksbrännerierna. Efter det året övertog AB Skånebrännerier med råbrännvinsproduktion i Tomelilla och Gärds Nöbbelöv all tillverkning. Gärdsbränneriet är ensam producent sedan 1976. AB Skånebrännerier ägs till hälften av Sveriges Bränneriintressenter ek för och till hälften av AB Vin & Sprit.

En anledning till att vissa förbättringar i produktionen vidtogs främst under 1930-talet kan vara att en statlig utredning, "Ordandet av avsättningsförhållandet för inom riket tillverkad sprit mm", 1933 förordat att all konsumtionsbrännvin skulle vara till-





12. Etikett från Reymersholms Gamla Spritförädlings Aktiebolag omkring 1910. Tekniska Museet.

verkad med potatis som råvara. Utredningen hade kallat en dansk ingenjör från De danske spritfabrikker som sakkunnig vad gällde den tekniska verksamheten på lantbruksbrännerierna. Ingenjören noterade dystert efter en rundresa bland svenska brännerier att de var små, gammalmodiga och ineffektiva. Den kalkyl som låg till grund för råbrännvinspriset som AB Vin- & spritcentralen från 1917 betalade brännerierna var å andra sidan inte rättvis, utan grundades på antaganden om ytterligare ineffektiva brännerier med alldeles för låg normalstärkelsehalt i potatisen. Kalkylen ledde till för höga brännvinspriser. För att effektivisera föreslog han moderniseringar genom införande av kolonnapparater och slutna jäskar, men också bättre rengöring av karen mellan jäsningarna så att risken för vildjäsning och förskämning minskade. Småbrännerierna borde slås samman till större enheter. Utredningen följde delvis hans förslag, men ville ändå garantera bänderna avsättning för potatis. Riksdagen instämde och efter 1934 har normalkonsumtionen av brännvin i Sverige täckts av sprit av potatis och spannmål. Undantag var krigsåren, då istället cellulosasprit användes.

Samtidigt som potatis blev huvudråvara enligt lag, kvoterades den tillåtna odlingsytan potatis, men eftersom skördarna delvis är beroende av väder och vind, varierade produktionen något med skördeutfallet. Produktionsgarantin förpliktade dock bränneriägarna att modernisera produktionen för att minska tillverkningskostnaden. Förutom kolonner och slutna jäskar rationaliserades driften genom att elektricitet ersatte ångmaskiner i bränneriet, där också ångpannan blev oljeeldad i stället för vedeldad.

Transporten av råbrännvin blev enklare i och med att tankbilar började användas på 1950-talet i stället för trä- eller plåtfat, som skulle fyllas och tömmas. Härigenom försvann emellertid den hundraåriga rätten som tillkommit bränneriarbetare att kröna (på sydsånska heter det krassa) de tomma faten. Det innebar att de med stån eller slangar hade kunnat suga upp de kvarvarande droppar-

na som alltid samlades i botten på transportkärlen. Den kröningen brukade göra resan tillbaka till bränneriet från järnvägsstationen, där brännvinet lastades på tankvagn, mycket lustfylld.

### *Brännvins- rening*

I slutet av 1700-talet började brännvinet renas genom att hällas genom träkol. Dessförinnan hade rening åstadkommits genom att brännvinet lagrades några månader på träfat så att en del av de förorenade alkoholerna och syrorna dels hann bilda mera välsmakande estrar, dels satte sig på träfatens väggar, så att deras koncentration sjönk. Distillatorer, som också var grossister i brännvin i de större städerna, kolrenade brännvin och spädde med vatten till konsumtionsstyrka (på den tiden omkring 46% alkohol) och livnärde sig på den verksamheten. Brännvin som renades för apoteksändamål eller till förskärning av finare viner och likörer varmerenades ofta dessutom genom omdestillation i brännvinspanna. Somliga distillatorer kombinerade brännvinsrening med värds-husrörelse. Kravet på brännvinsrening ökade då potatis blev huvudråvaran. Potatisbrännvinet hade nämligen kraftigare och mindre angenäm finkelsmak än sädesbrännvinet.

Från 1855 till 1860 kunde av salubrännarna öka sina marknader genom att sälja till alla dem som slutat med husbehovsbrän-

13. Exteriör av Snälleroås ångbränneri före 1917. Foto Vin & Sprithistoriska Museet, Stockholm.



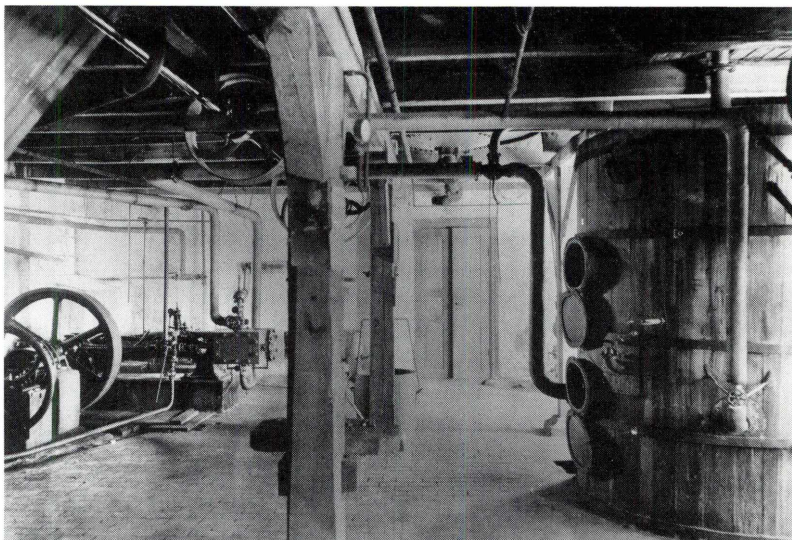


ningen. Men denna ökning avtog från 1861 då all husbehovsbränning förbjöds. Den ökande brännvinsproduktionen ledde då till starkt ökad konkurrens om köparna. Ett konkurrensmedel blev brännvinets renhet. Vad det egentligen var som gjorde att brännvinet orsakade sjukdomar var läkare och kemister oeniga om, men mycket talade för att föroreningarna som trots allt följde med i bränningen kunde vara en bov i dramat. Finkeloljorna och särskilt amylalkoholen pekades ut. Det kolrenade brännvinet torde vara otillräckligt renat.

Firman D Savalle Fils & Co i Paris hade levererat många kolonnapparater av koppar till stora brännerier och spritreningsverk, bl a en med 2 500 l kapacitet per dygn till Tranchells sockerfabrik i Landskrona för framställning av brännvin av melass i början av 1870-talet. Då brännvinskungen L O Smith läst om den vetenskapliga diskussionen om faran med finkel, enligt egen uppgift särskilt den franske professorn Marvauds avhandling 1871, köpte han en kolonn från Savalle detta år och lät installera den i sin spritfabrik på Reimersholme i Stockholm. Då fanns dock redan en rektifieringsapparat "Pius" av tyskt ursprung med en volym om 11 000 liter och en kapacitet på 250 l/timme. Savallekolonnen fick det lämpliga smeknamnet Bacchus. Den var ursprungligen konstruerad för kryddspritstillverkning, men den byggdes om för rektifiering och var dubbelt så stor som Pius, med en volym på 22 000 liter och en kapacitet om 500 liter i timmen. Såväl panna som kolonn, kondensor, kylare och rör var av koppar, medan Pius panna var tillverkad i gjutjärn. Bacchus värderades i Vin & Spritcentralens bokföring så sent som 1923 till 13 000 kronor och var i drift till 1977, det vill säga 106 år. Pius värderades till 10 000 kronor 1923. Bacchus deponerades sedan på Vin & Sprithistoriska muséet i Stockholm, där den numera kan beskådas. I Vin & Spritcentralens bokföring för 1923 finns ytterligare två rektifieringskolonner om sammanlagt 47 000 liter och med en kapacitet på 1 000 liter i timmen antecknade för Reymersholme.

I boken Sveriges Industriella Etablisementen från 1872 beskrivs Reymersholms Spritförädlingsfabrik: Den bestod av 24 st 30 fot höga filtreringsapparater av koppar fyllda med hårt packad kol, som rymde 60 000 kannor brännvin. Vidare fanns tvenne kolossala kolonnapparater som var drivna med tre ångpannor och fem ångmaskiner på totalt 85 hästkrafter. För själva brännvinsreningen behövdes en arbetsstyrka om tre personer, en eldare, en maskinist och en verkmästare, som kunde tillverka 30 000 kannor renat brännvin per dygn. Efter några inledande försök fanns varmrenat brännvin (tiodubbelt renat, eftersom omdestillationen skulle motsvara ett tio gånger kolrenat brännvin) till försäljning 1877. Och den färgstarke L O Smith bekostade djurförsök med kolrenat och



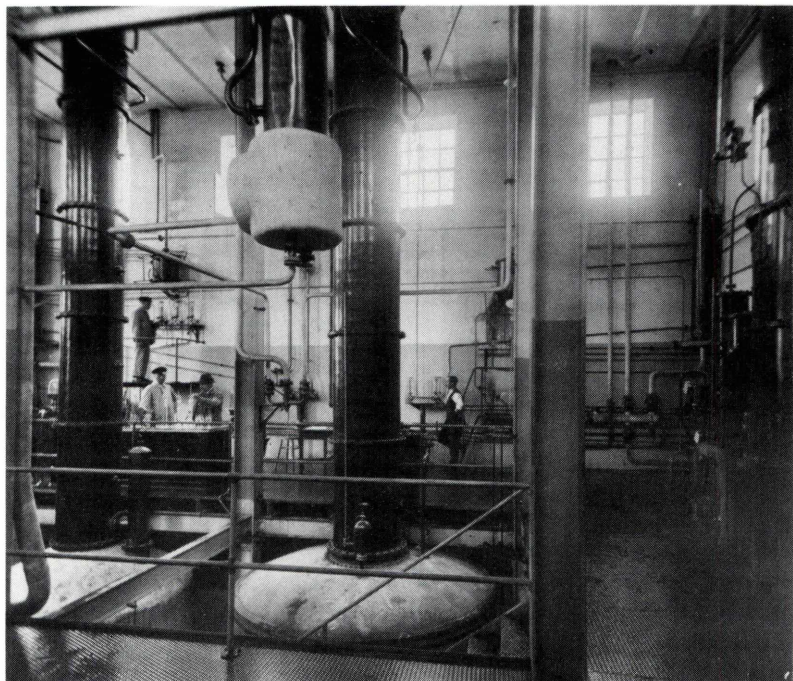


14. Brandberga ångbränneri, del av bäckenapparat, före 1917. Vin & Sprithistoriska Museet, Stockholm.

varmrenat brännvin på hundar och apor, där det lämpligt nog visades att det varmrenade brännvinet var oskadligt, medan det kolrenade var toxiskt. Brännvinet injicerades intravenöst, ett förfarande som alls inte kan rekommenderas. Han bekostade en stor alkoholkongress i Paris 1878, dit alla världens auktoriteter i fysiologi och kemi kom för att dryfta betydelsen av rent brännvin. Han introducerar varmrening i Sverige, som ett försäljningsargument.

Smith försökte sälja brännvin till Stockholms Utskänkningsbolag, ett av de kommunalt ägda och styrda monopolbolag, som 1855 års brännvinsförsäljningslag tillät städerna att stifta för att kontrollera brännvinets utskänkning och utminuteri. Bolaget slöt avtal med vissa leverantörer och uteslöt andra, utan att låta konkurrenterna lägga anbud. Smiths motdrag blev att erbjuda varmrenat brännvin, fritt från finkelolja. Genom att påpeka det kolrenade brännvinets skadlighet och det varmrenades ofarlighet i en mycket brett upplagd annonskampanj i alla större svenska tidningar, vann han de flesta brännvinsnjutares öra. Stadskemisten Cronquist i Stockholm undersökte olika sorters renat brännvin och konstaterade att Smiths varmrenade var renast, fullt jämförbart med finsprit och apotekssprit.

Riksdagens brännvinskommitté förordade i slutet av 1878 att endast varmrenat brännvin skulle säljas till konsumtion. Varmreningen blev snabbt ett viktigt försäljningsargument för Smith. Han köpte sitt bolag Win & Spirituosa AB:s anläggningar i Kristianstad och Malmö och bildade av dem Skånska Sprit-



15. Rektifikationshallen med två kolonnapparater vid V & S i Södertälje senast 1922. Foto Vin & Sprithistoriska Museet, Stockholm.

fabriksaktiebolaget 1878. Fabriken i Kristianstad utrustades med nya varmreningskolonner som producerade 1 miljon liter finsprit i månaden. Anläggningen var klar till våren 1882. Karlshamn var en stad med anor i brännvinsreningsbranschen. På 1860-talet fanns närmare 30 grossister och brännvinsförädlare, varav den namnkunnigaste var Sven Hellerström. Smith köpte dennes brännvinsdestilleringsverk för 300 000 kronor 1876. Han grundade Carlshamns Spritförädlings AB, som byggdes ut till ett mycket modernt företag, vars affärsidé var att rena ryskt råbrännvin till finsprit och sälja denna till Spanien för förskärning av exportviner och vinmust. Frankrike hade drabbats av vinlusen *Phylloxera* och lidit stort bortfall av vin. För att i någon mån kompensera förlusten importerades vin och vinmust från Spanien, som därigenom blev en stor exportör av vin. Men det var inte alla viner och knappast någon must som tålde transporten till Frankrike utan att vildjäst och ättiksyrabildande bakterier förstörde varan. Därför tillsattes sprit som konserveringsmedel. Stora volymer finsprit behövdes till exporten.

Efter tillbyggnad av Karlshamnsfabriken kunde denna invigas den 1 december 1886. Entusiastiska besökare berättade om de fyra

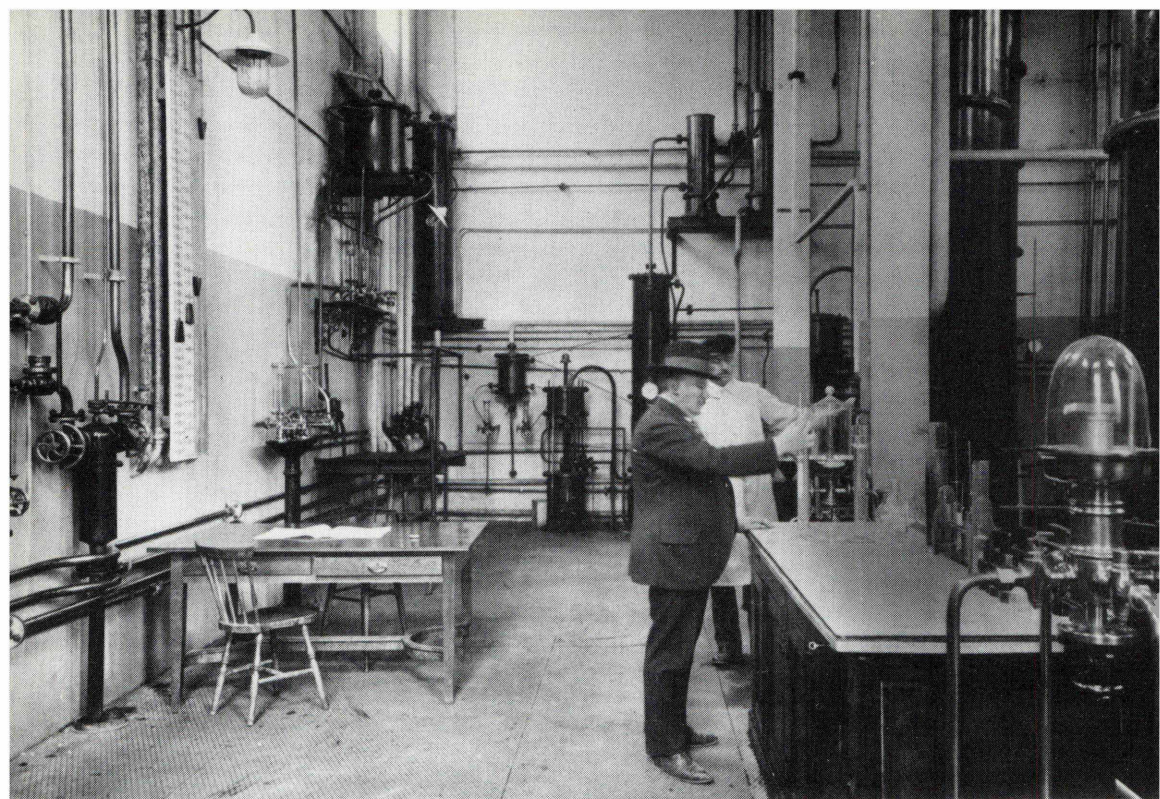


destillationsapparaterna, vardera om 125 000 liter, om de 600 kolreningsapparaterna av järn, där de 40 största var 16 meter höga, med 1 meters diameter, och till vilka åtgick vardera 1,9 ton krossad träkol. Den ryska råspriten vägdes in, tappades på lagringscisterner med en volym på totalt 500 000 liter, pumpades därifrån till kolfilterna från vilka den fördes till nya cisterner där den förvärmades med ånga innan destillationen i kolonnerna. Efter kondensation pumpades den renade spriten till hållarcisterner innan den slutligen tappades på träfat. Konsumtionen av träfat var så betydande att Smith hade låtit anlägga en särskild träfatsfabrik norr om Karlshamn. Vid sina sydsvenska produktionsanläggningar bytte slutligen Smith ordningen mellan kolrening och varmarening, så att varmareningen fick föregå kolreningen. Detta gav brännvinet en mjukare och mindre fadd smak, och denna ordning användas ännu av AB Vin & Sprit i Sverige.

Efter inledande motstånd mot den nya tekniken inspirerades eller tvangs de andra ägarna av brännvinsreningsverk i Sverige till att investera i varmarening. Således investerade reningsverk i Hjo, Ödåkra, Malmö, Karlshamn, Kristianstad, Motala och Göteborg förutom Reymersholme i modern utrustning under åren 1880–1900. Till Ödåkra köptes två destillationsapparater om 25 000 liter vardera av typen "Savalle" strax innan 1900. Apparaterna hade fullständig armatur, och kondensator, kylare och rörledning i koppar. De var levererade av firman F Hallström i Nimburg och värderades till 44 000 kronor i bokslutet 1928 för Vin- & Spritcentralen. I Ödåkra fanns också en modern kolonnapparat för tillverkning av råbrännvin, tagen i bruk 1900. Den bestod av en 5 meter hög mäskkolonn med 1 meters diameter och 14 bottnar, samt en 6 meter hög spritkolonn (siebkolonn, enligt inventarieboken) med 0,6 meters diameter och 50 bottnar. Kolonnen hade en kapacitet om 5000 liter mäske/timme och producerade 95 %-ig råsprit. Dock värderades den inte till mer än 5 000 kronor 1928. Svenska leverantörer som förekom var H J Ohlssons söner i Malmö, Åkermans i Eslöv, Kristianstads Mekaniska Verkstäder, Hvilans Mekaniska Verkstad i Kristianstad, K A Ekström & Son i Kristianstad, grundad 1896, och AB Långebro Mek Verkstad i Kristianstad, grundad 1903 och fortfarande i gång. Kristianstads närheten till reningsverken och brännerierna i Skåne gjorde staden till brännvinets tekniska centrum i Sverige.

Alla dessa investeringar ledde dock till en besvärande överproduktion och knivskarp konkurrens mellan de olika reningsverken, särskilt som spritexporten minskade kraftigt sedan Spanien höjt tullen på importsprit 1888, och spritförsäljningen i Sverige stagnerade delvis tack vare ökande måttlighet och nykterhet. Situationen löstes först med hemliga prisavtal 1903, men då detta var





16. Interiör av rektifikationshallen vid V & S i Södertälje senast 1922.  
Foto Vin & Sprithistoriska Museet, Stockholm.

otillräckligt bildades en spritkartell 1907 då marknaden reglerades mellan de kvarvarande reningsverken. Samma år bildade bränneriägarna Sveriges Bränneriidkare, ekonomisk förening med säte i Kristianstad. I denna förening kvoterades potatisbränningen ut till medlemsbrännerierna, mot att föreningen garanterade uppköp av all producerad råsprit. 1907 bildade de flesta svenska systembolag för övrigt en inköpsförening för att kunna bättre reglera brännvinsköpen till detaljisterna, varför inom loppet av ett år hela den svenska brännvinsmarknaden blev reglerad. Den logiska fusionering av spritförädlingsverken kom 1910. Samtliga reningsverk gick då samman i företaget Reymersholmes Gamla Spritförädlings AB. 1910 hade de då existerande reningsverken tre gångers överkapacitet. Ur detta sistnämnda bolag uppstod sedan det statliga företaget Vin- & Spritcentralen 1917, men det är en annan historia.

### *Slutord*

Den tekniska utvecklingen inom brännerinäringen ledde till att produktionen lades om från husbehovsbränning till avsalubränning under 1800-talet, trots riksdagens långa kamp däremot. Bäckapparater hade lägre kapacitet än kolonnapparater, men passade i sin storlek och kostnad till ett gods eller en bränneri-

förening. Det kraftigt ökade utbudet av brännvin ledde till sociala problem i framför allt städerna, vilket i sin tur ledde till en betydande nykterhetsrörelse. Men utbudet krävde förfinad reklam och förbättrad brännvinskvalitet, om ett visst bolag skulle kunna synas i brännvinsfloden. Och det var ur denna brytning mellan produktionsförhållanden, lagstiftning, reningsverkens marknadsföring och nykterhetssträvanden som vår tids svenska alkoholpolitik föddes – först motboken, som ransonerade brännvinskonsumtionen till måttliga 1 liter i veckan, och sedan högprislinjen, som visserligen erbjuder oransonerat brännvin, men dyrt.

**Tack** Tack till museichef Mirja Lausson och medarbetare på Vin & Sprithistoriska museet i Stockholm för hjälp med att hitta i museets arkiv. Tack också till styrelsen för Torsten Althins minnesfond, som gav mig det stipendium, vilket bekostat arbetet.

**Otryckta källor** *Vin & Sprithistoriska museets arkiv, Stockholm*  
Skånska Spritförädlings AB inventarieförteckning 1914.  
AB Vin- & Spritcentralens inventarieböcker 1920–1940.  
Bränneriinventeringen 1970/1971.  
Arkiv över N P Mathiasson, L O Smith och I Bratt.  
Protokoll och styrelseberättelser för brännerier (1900–1970) och Vin- och Spritcentralen (1917–1970).

**Tryckta källor** *Arnfast, S & Kjaerö P*, Aalborg akvavit gennem 100 aar... Ålborg 1946.  
*Forbes, R J*, Short history of the art of distillation. Leiden, Holland 1948.  
*Gumbinner, J L*, Handbok i det praktiska brännvinsbränneriet. Göteborg 1840.  
*Hagar, H*, L O Smith, brännvinskungen. Stockholm 1982 (Skrifter från Vin & Sprithistoriska museet No 1).  
Hähnel, S, Svenskt brännvin och svenska likörer. *Tekn tidskrift* 1952, s 633–638.  
Kontinuerlig mäskebränningsapparat. *Tekn tidskrift* 1874, s 187–189.  
*Kristianstads läns hushållningssällskap 1814–1964*, minnesskrift med anledning av sällskapets 150-års jubileum 1964. Kristianstad 1964.  
Löndahl, H, Brännvinstillverkningen, *Industrigrenar som beröra lantbruget*. Lund 1920.  
*Mathiasson, N P*, Mitt vinst- och förlustkonto. Stockholm 1931.  
*Savalle, M D*, Appareils et procédés nouveaux de distillation. Paris 1876.  
*Teknisk handbok för landthushållare, förra delen*. Om brännvinsbränning och tillverkning av ätticka. Stockholm 1846.  
Thorbjörnson, B, Om whisky och dess tillverkning. *Tekn tidskrift* 1930, s 9–15.  
Thorbjörnson, B, Tillverkning av rååbrännvin. *Tekn tidskrift* 1931 s 17–20, 25–28, 37–40.  
Werdenfels, Å, Om livets vatten: Från kruttillverkning till bränneriindustri, *Skånskt brännvin, Skånes hembygdsförbunds årsbok* 1974. Kristianstad 1974.  
Werdenfels, Å, Grånums bränneri – ett industriminne i historisk belysning, *Blekingsboken* 1989. Karlskrona 1989.



## *A contribution to the history of distillation in Sweden*

**Summary** Distillation is an old chemical unit operation, where a more volatile liquid is separated from a less volatile. The knowledge of distillation is supposed to have come to the Nordic countries with the monks during the Middle Ages. Distillation was commonly practised by the inhabitants in Sweden from 1600 to 1855 (with some exceptions due to legal banning). Before 1550, alcoholic spirits were distilled from wine mash, but from the late 1500 grain was used. Potatoes were commonly used from 1800. Due to technical developments, especially in the design of stills and condensers, in the first half of the 19th century, efficiency in distilling on an industrial scale became much higher than distilling for household requirements.

Some distilling innovations, such as the Elglundh rectifier or the Groth condenser with cooling surface, were made in Sweden in the late 1700s, but most of the industrial technology was imported from Germany. Within ten years of its invention the steam-heated, semi, continuous Pistorii still was being used in the south and middle of Sweden. It was the most popular equipment for spirit-distilling until 1950, but from the early 1900s it was gradually replaced by continuous stills, which were developed in France in the beginning of the 19th century.

In the early days, the continuous still was best suited to low-viscosity mashes (wine) and less suited to potato mash. The Pistorii still pot could easily be equipped with a stirrer that kept the thick potato mash in motion, thus preventing the mash from sticking to the pot sides. The Pistorii still was also better suited to the semi-continuous fermentation usually practised in the medium-sized distillerie. Also, it was cheaper.

After 1855, distilling was industrialised in Sweden. The rectification of spirits became important and could be used as a sales argument. Former spirit wholesalers started rectification plants and offered the market akvavits and absolute pure spirit (tentimes purified spirits). The most famous of these wholesalers who became industrialists was the king of spirits, L O Smith. He introduced the continuous still for rectification of spirits. Thanks to intensive marketing and low prices, he forced the other companies to adopt his technology if they wanted to stay in the market.

Competition among the rectifiers was intensive in the late 1800s. As capacity was three times requirements, amalgamations were common and several mergers between the producers followed. The foundation of the Swedish distilling society, where members got production quotas and a guaranteed sales price, and the foundation of a spirit retailers association in Sweden, led to the regulation of the entire spirit market in Sweden from 1910. Seven years later, the wholesale and rectification of wine and spirits was monopolised.



# *Sven Erikson och tekniköverföringen till Sverige*

*Av Anders Larson*

Textilmuseet i Borås har under en lång rad av år inventerat och analyserat tekostrukturen i Älvsborgs län. Arbetet har utöver de fysiska lämningarna även berört övergripande historiska strukturer och delproblem som ex överföring av ny teknik till vårt land. Nedanstående artikel ger en översiktlig beskrivning av den svenska tekoindustrins historia och utmynnar i en beskrivning av de problem som var knutna till den tidiga industrietableringen i Sverige. Sven Erikson från Kinna, som grundade Sveriges första mekaniska bomullsväveri i Rydboholm 1834, är därvidlag ett bra exempel på hur man under det tidiga 1800-talet tillägnade sig teknisk kunskap.

## *Textilindustrins utvecklingsperioder*

Grovt schematiskt kan tekoindustrins olika utvecklingsfaser sammanfattas i fem olika tidsperioder:

### **1800–1840 Den nationella förindustriella perioden.**

Spinningen mekaniseras inom ylle- och bomullstillverkningen, vilket med undantag för vissa bomullsspinnerier sker i liten hantverksmässig skala. Vävningen sker på handvävstolar i form av hantverk eller förläggarbaserad hemslöjd.

### **1840–1910 Den internationella industrialiseringsperioden.**

Med hjälp av direktimporterad teknik och den nya kraftkällan, ångmaskinen, expanderar ylle-, bomulls- och linneindustrierna. Även vävningen mekaniseras och de traditionella textilregionerna växer fram. De nya kommunikationerna spelar i vissa fall avgörande betydelse för lokalisering inom regionerna. Trikåindustrin börjar etableras samtidigt som sömnadstillverkningen börjar koncentreras till storstäderna. Importberoendet växer för textila råmaterial.

### **1910–1920 Elektrifieringsperioden.**

Tekoindustrin sprids rent geografiskt genom trikå- och konfektionsindustrins etableringar på en rad orter med tillgång på arbets-

kraft, ofta även i närhet till marknaden. Bomullsindustrin, som tidigare haft den största volymandelen, börjar att bli utkonkurren-  
rad av konfektionsindustrin vad gäller tillverkningsvärde.

### **1920–1950 Expansionsperioden.**

Kraftig tillväxt för hela tekoindustrin resulterande i en höjdpunkt för den textila tillverkningen vad gäller antalet anställda under 1940-talet (vad gäller konfektion de första åren på 1950-talet). Perioden innebär en koncentration av tillverkningen till större koncerner, vilka totalintegrerar alla förädlingsmoment inom de egna lokalerna. Vid tiden för andra världskriget är landet i stor omfattning självförsörjande på textilvaror, undantaget den ofrån-  
komliga råvaruimporten.

### **Efterkrigstidens nedgångsperiod.**

Importkonkurrensen hårdnar alltmer efter andra världskrigets slut vilken först gör sig märkbar genom import av halvfabrikat (gar-  
ner och råväv). Denna utveckling drabbar först ylleindustrin men senare alla branscher. Under slutet av 1950-talet sker en kraftig strukturförändring genom bidlandet av stora koncerner med allt färre tillverkningsenheter. Först 1960 uppnår textilsektorn samma produktionsvolym som 1949–50.

Kraftig rationalisering ger produktionsmässig topp för textil-  
sektorn 1974, varefter volymen har reducerats. Inom konfektions-  
branschen uppnåddes produktionsmaximum 1967, varav endast 40 % återstod vid ingången av 1980-talet.

Textilindustrin övergår till produktion av högkvalitativa pro-  
dukter och så småningom till allt större andelar teknisk textil. Syntetmaterial börjar alltmer dominera, vilket kan exemplifieras av produktionen av ren ylleväv vilken från 1950 till 1977 sjönk från 14 000 ton/år till 420 ton/år. Beredning av textila produkter har blivit en allt viktigare process och hela industrin har måst lägga om tillverkningen mot en allt större export för att behålla pro-  
duktionsvolymen.

### **Lokalisering**

Förutom de branschspecifika lokaliseringsorsakerna kan vissa ge-  
nerella samband urskiljas under tekoindustrins olika utvecklings-  
faser. Spinnerier och väverier etableras inom det "förindustriella  
skedet" (1800–1840), inom regioner med textil hantverkstradition  
i kombination med tillgång på vattenkraft, närhet till importhamnar  
och tillgång på erforderligt kapital. Exempel på sådana områden  
är Göteborg/Götaälvdalen/Viskadalen, Norrköping och i viss mån  
Stockholm. Vissa delbranscher som färgerier/beredningsverk är  
under denna perioden helt beroende av tjänligt processvatten vilket  
avgör lokaliseringen inom industri- och hantverksregionerna.



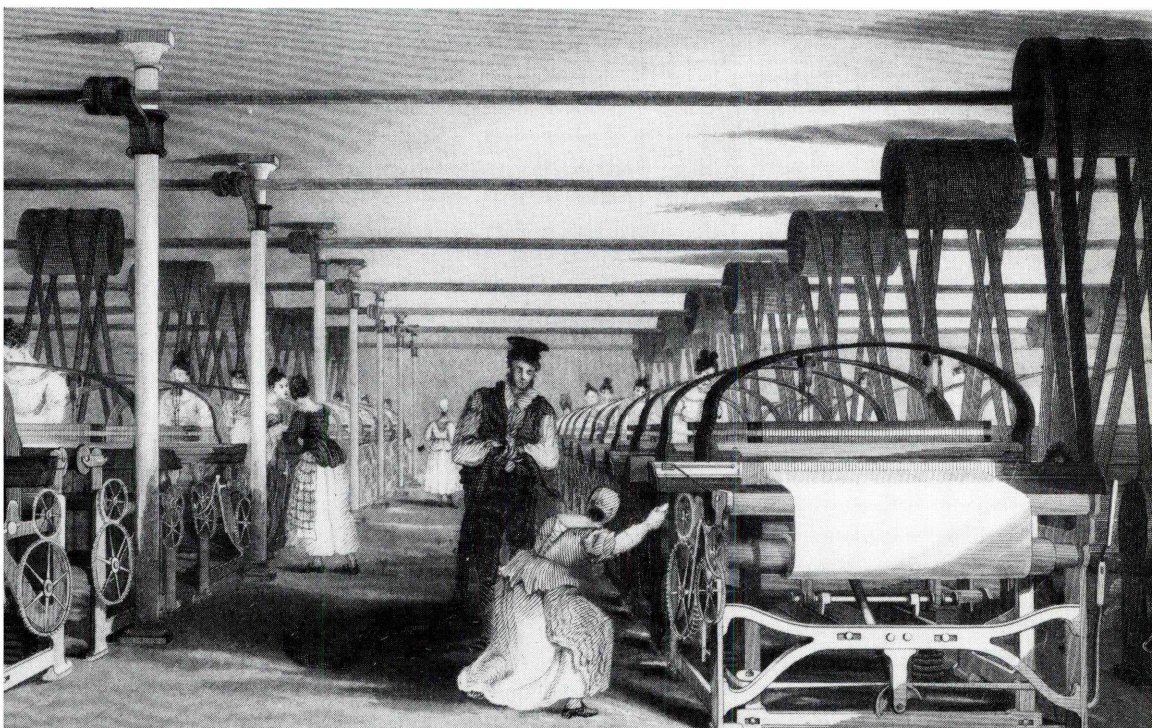
Under det ”internationella industrialiseringsskedet” (1840–1910), och speciellt under denna periods mest intensiva skede (1880–1910, spelar utbyggandet av järnvägar och kommunikationer en avgörande roll. Utnyttjandet av ångmaskinen som kraftkälla är ytterligare en faktor som haft stor betydelse för lokaliseringen. Oftast innebar detta skede en förtätning av tidigare centra (Borås stad industrialiserades samtidigt som Norrköping och Göteborg förstärkte sina positioner). Ny teknik föder även den storskaliga trikåfabrikationen av metervara, en utveckling som sker under periodens slutskede.

Elektrifieringen (1910–1920), medför utökad frihet vad gäller lokaliseringen. Trikåindustrin tillväxer kraftigt samtidigt som konfektionsindustrin utvecklas till en självständig bransch. Hänsyn i lokaliseringssammanhang tas nu mer till tillgång på arbetskraft och närhet till avsättningsmöjligheter. Trikå- och konfektionsindustri får ex en betydligt starkare stadskaraktär än tidigare grundtextila etableringar. Utvecklingen medför på detta sätt en geografisk spridning av tekoindustrierna, samtidigt som tidigare centra (ex södra Älvsborgs län) tillförs ytterligare företag.

Under den industriella expansionsperioden 1920–1950, flerdubblas antalet tekoanställda i en växelverkan mellan ökad geografisk spridning av ex konfektionsindustrin och ökad storskalighet och koncernbildning inom samtliga delbranscher.

Efterkrigstidens nedgångsperiod (1950–) slår geografiskt hårt mot traditionella textilcentra, vilket medför att ex Göteborg och

#### 1. Mekaniskt väveri i England 1835.





Norrköping i stort förlorar sin prägel av textilindustristäder. Kopplingen mellan textilvaruhandel, småskalighet och diversifierad/specialiserad produktion förstärker emellertid Älvsborgs läns dominans med drygt 40% av landets tekoanställda. Detta trots att den numerära nedgången av antalet anställda var betydande även i Älvsborgs län.

Parantetiskt kan även nämnas att den i äldre litteratur ofta förekommande kopplingen mellan nederbördsrika/fuktiga regioner och textilindustrietableringar måste ses som en efterrekonstruktion.

### *Tekniska inflenser från utlandet*

Sverige har till stor del saknat textilmaskintillverkning baserad på inhemsk teknisk utveckling. Under den förindustriella perioden (1800–1840) är maskinexport från industrialismens föregångsland England förbjuden. Genom industrispionage byggs emellertid en viss maskintillverkning upp i övriga europeiska länder. Den tidiga svenska textilindustrietableringen sker med hjälp av teknik som importeras bl a från Belgien, där föregångsmannen var John Cockerill i Liege. Cockerill, som personligen hade direkta förbindelser med Sverige, blev tillsammans med C H Strimberg förmedlare av de tekniska innovationerna. Det gällde framförallt spinnerimaskiner till den gryende ylle- och bomullsindustrin. Strimbergs utgångspunkt var den s k Manchesterfabriken i Köpenhamn från vilken han överförde tekniska kunskaper vid uppförandet av bl a Kullens spinneri 1805 och Sjuntorps spinneri 1814. Under slutet av perioden tillverkades även maskiner, efter engelska förebilder, vid Andrew Malcoms verkstäder i Norrköping (åren 1839–1855).

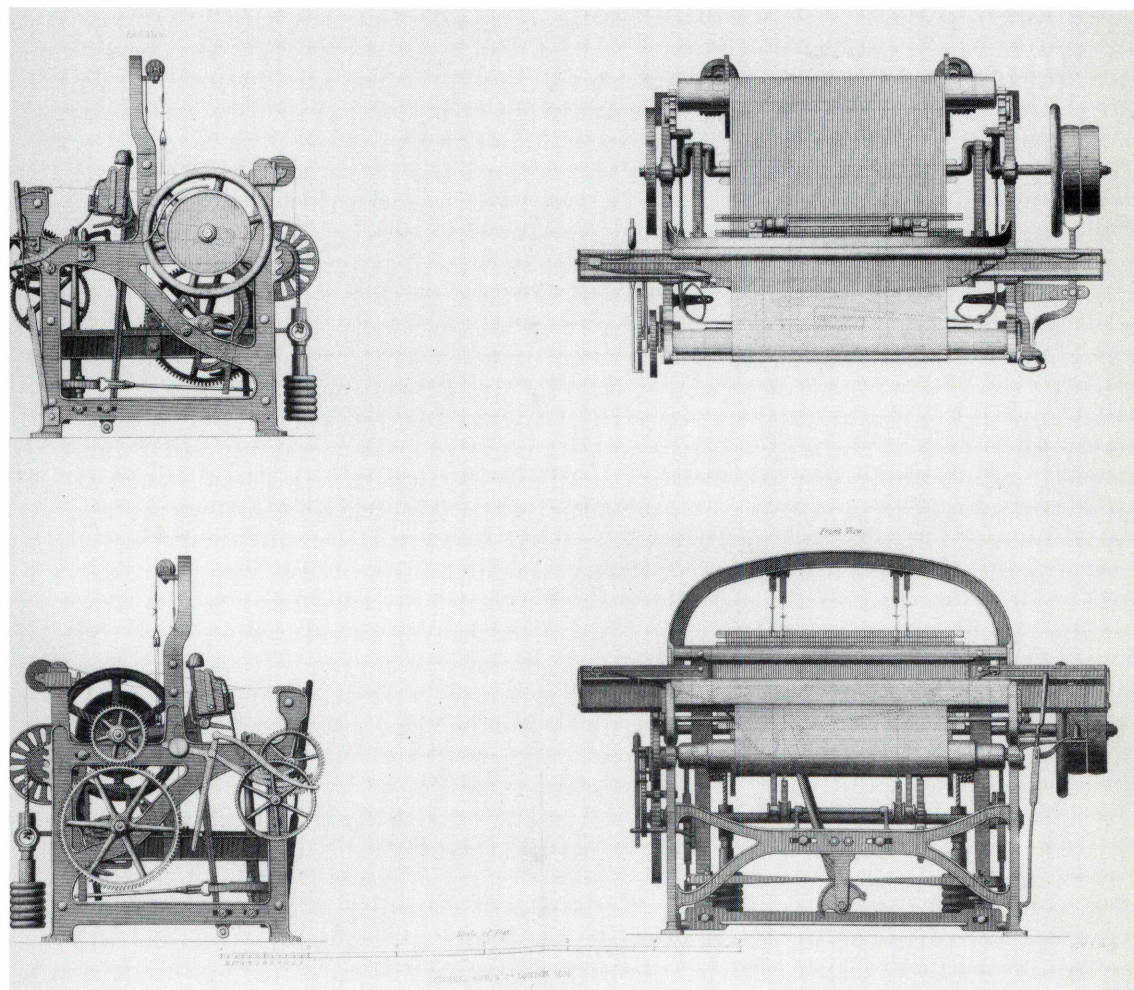
Under den internationella industrialiseringsperioden är den engelska teknikimporten helt dominerande. Exportförbudet på engelska maskiner upphävdes 1843 varefter det importerades ofta helt "nyckelfärdiga" lösningar vad gällde drivkraft, kraftöverföring och maskinerier. Det var till och med möjligt att beställa konstruktionsritningar för byggnader vilket Åkerlunds bomullsspinneri, uppfört 1898 i Borås, exemplifierar. De vanligaste maskinleverantörerna var enligt Bagge:

Parr Curtis & Madely, Manchester  
Platt Brothers, Oldham  
John Elce & Co, Manchester  
Higgins & Sons, Manchester  
Dubson & Barlow, Bolton  
Parr Curtis & Sons, Manchester  
A Malcom, Norrköping  
Lord Brothers, Todmorden  
Jenkins & Bow, Manchester  
John Cockerill, Seraing

Under slutet av den internationella industrialiseringsperioden och under elektrifieringsperioden bryts långsamt den engelska dominansen. Främst tysk maskinimport börjar under denna period konkurrera inom företrädesvis ylle- och färgeriindustrin. Det tyska inflytandet blev snart dominerande inom hela textilsektorn, vilket under tiden fram till andra världskriget innebar att tyska tekniker och lärare rekryterades till Sverige och att svenska teknikers studier eller praktik ofta förlades till tysktalande länder. I motsats till den engelska teknikimporten kan fabriksbyggnadernas utformning under 1900-talet emellertid inte direkt spåras till tyska förebilder, även om den svenska arkitekturens generella formspråk var starkt påverkad från mellaneuropa under 1900-talets början.

I industristatistiken utgör år 1905 ett brytningsår då tysk maskinimport för första gången i värde överteg den engelska. Relativt höga engelska importsiffror fram till första världskriget kan delvis förkla-

2. Ritning på engelsk mekanisk vävstol 1835.





rars med de nya engelska maskintyper som slog igenom under dessa år. Ett exempel på detta är Northropvävstolen med direktverkande elmotor.

Importen av textilmaskiner 1894–1911.

| År   | Totalvärde kr | därav Tyskland | därav England | Övriga  |
|------|---------------|----------------|---------------|---------|
| 1894 | 1 354 250     | 489 467        | 631 835       | 232 948 |
| 1900 | 2 298 933     | 585 692        | 1 187 472     | 525 769 |
| 1905 | 2 658 236     | 1 438 859      | 1 059 308     | 160 069 |
| 1911 | 2 328 310     | 1 322 379      | 864 028       | 141 903 |

Under expansionsperioden och efterkrigstiden har den utländska maskinimporten fortfarande dominerat även om inget enskilt land kan anses som direkt vägledande för alla branschsektorer. Tyskland, Schweiz, Frankrike, Italien och Japan kan räknas som de mer betydande exportländerna beroende på vilken delbransch som studeras. Den engelska importen har emellertid varit ganska blygsam under denna period.

*Sven Erikson  
och  
Rydboholms  
konstväfveri*

Sven Erikson på Kinna Rättaregården var under 1820-talet en föregångsman vad gällde jordbruk och textil förläggarverksamhet. Sven Erikson förvaltade på detta sätt arvet från sin far Erik Andersson från Stämmemad, vilken bedrev en omfattande linnehandel kring sekelskiftet 1800. Även Sven Eriksons mor "Mor Kerstin på Stämmemad" var en av textilnäringens förgrundsgestalter, då hon räknas som en av de första förläggarna av bomulls- vävnader under 1820-talet.



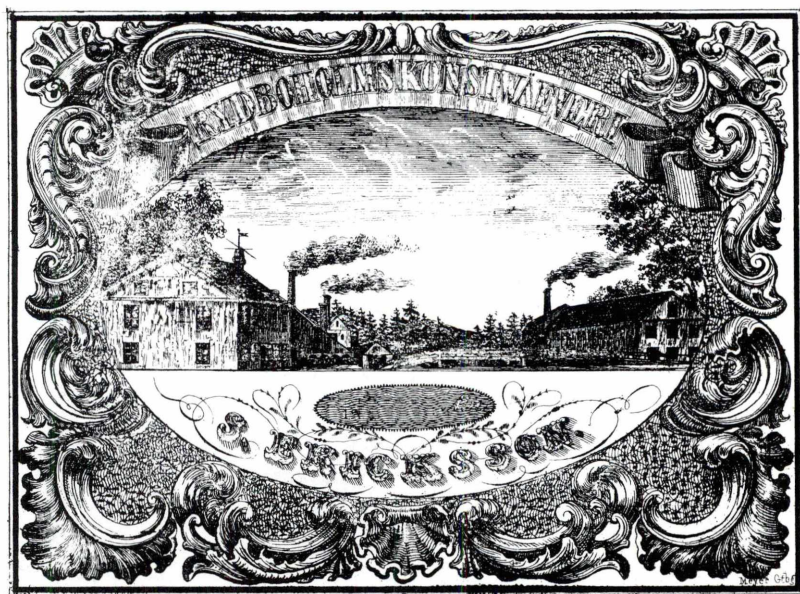
3. Sven Erikson ca 1860.



Sven Eriksons affärskontakt, Johan Franke i Göteborg, försåg verksamheten med råvaran, det engelska bomullsgarnet. Med tiden blev Eriksons och Frankes affärskontakter allt mer omfattande och ur dessa föddes tanken på att väva tyger med mekaniska vävstolar. Johan Franke var härvidlag en viktig inspirationskälla för den förmögne Sven Erikson då Franke genom en tidigare anställning på en textilfirma i Frankfurt samt resor i England och Flandern fått värdefulla insikter om den framväxande textilindustrin på kontinenten. En tredje part knöts då till verksamheten, handelsmannen Johan Christian Bäfverman i Borås, vilken ägde ett vattenfall vid Rya Sörgården. De tre kompanjoerna fick den 30 juni 1834 kommerskollegiets tillstånd att anlägga "Rydboholms Konstväveri" – vilket kom att bli landets första mekaniska bomullsväveri.

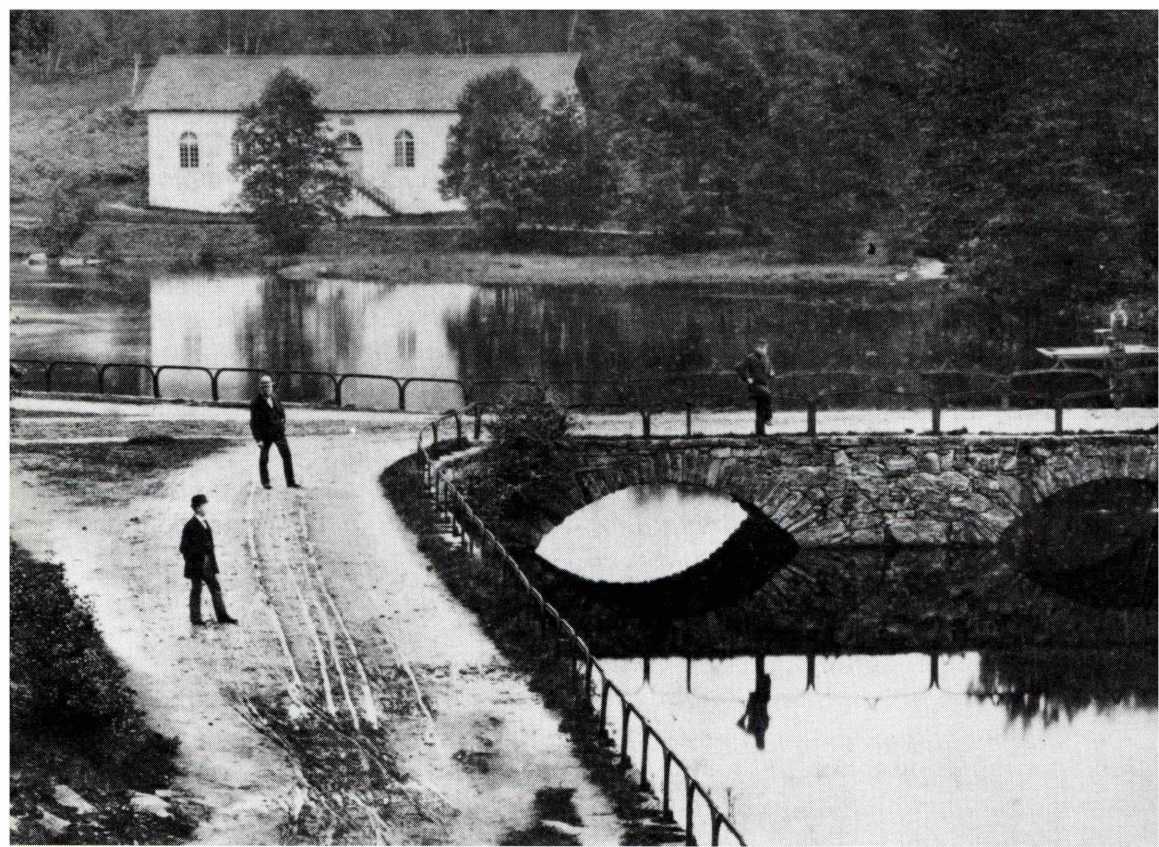
Första byggnaden blev en tvåvåningars träbyggnad för väveri. Anläggningen kompletterades med en bleknings- och appreturbyggnad i en våning. Fabriken drevs med ett vattenhjul om 3,6 meters diameter vars axel vägde 1 800 kg. Hela kraftanläggningen hade tillverkats vid Åkers Styckebruk.

25 vävstolar inköptes från J Barker i Stockholm, vilket med tiden kom att kompletteras med maskinutrustningar från Munktells i Norrköping. Munktells hade sannolikt redan från början legat bakom även Barkers leverans. År 1837 hade antalet vävstolar vuxit till 144 st och fabriken drevs med hjälp av ca 120 anställda varav några var inkallade engelska yrkesarbetare. Bland



4. Ett av Rydboholmsbolagets första varumärken med avbildning av fabriken före 1847 års brand.





5. Vattendammen vid Rydboholmsfabriken kantades långt in på 1900-talet av ett räcke som tillverkats av de första vävstolsstommarna.

dess importerade specialister kan nämnas vävmästare James Harth, varpmästare Thomas Curran, blekmästaren Richard Wood och vävaren Joseph Wilding. Samtliga värvades av en av Frankes affärskontakter i Lancashire. Strax efter engelsmännens ankomst till Rydboholm beställdes teknisk utrustning från John Buttler i Bolton vilka trots det engelska exportförbudet för textilmaskiner anlände till Göteborg över Hamburg i december 1835.

1838 sålde Bäfverman sin bolagsandel till Franke, vilken blev företagets verkställande direktör. Sven Erikson kunde emellertid som delägare inspektera arbetet på fabriken, vilket han enligt korrespondensen flitigt utnyttjades.

Bolaget uppförde redan de första åren speciella arbetarbostäder och organiserade en matservering med anställd förestånderska. Vid Frankes död 1840 visade sig bolaget vara konkursmässigt men Sven Erikson gick då med nytt kapital in som störste delägare. 1841–43 utvidgades fabriken med en ny väveribyggnad samt ett gasverk på den västra sidan av ån. Det nya väveriet kunde hysa ytterligare ett 100-tal vävstolar och ytterligare nyanställningar tvingade fram



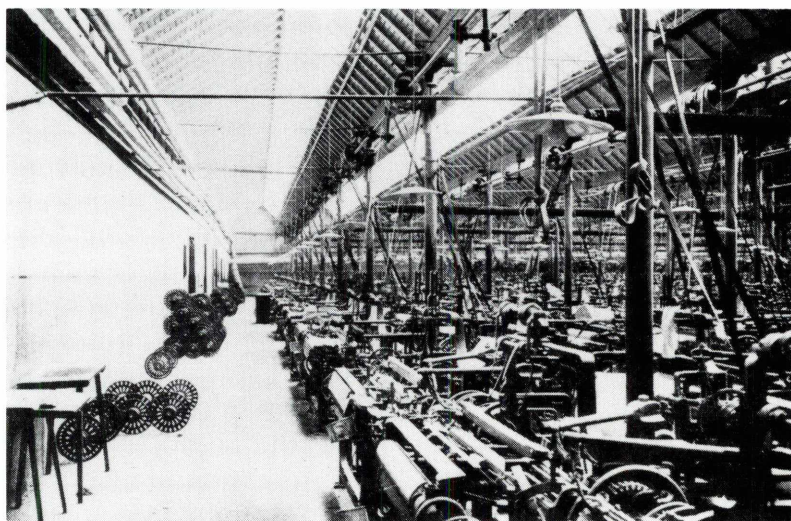
uppförande av fler arbetarbostäder. Munktells var fortfarande huvudleverantör av vävstolar trots flera klagomål från Sven Erikson på undermålig kvalitet och de dyra transporterna som långa sträckor utfördes på urusla vägar där gjutjärnsdetaljer ofta knäcktes.

Sven Erikson försökte med tiden att söka sig bättre och mer närbelägna maskinleverantörer och 1842–43 togs kontakter med Alexander Keiller och William Gibson, två skottar som gemensamt byggt upp Jonsereds fabriker och därefter var och en startat mekaniska verkstäder.

Under 1843 ökade klagomålen alltmer på Rydboholmsbolagets kvaliteter samtidigt som flera nya svenska väverier ökade den inhemska konkurrensen. Sven Erikson beslöt då att på nytt värva en engelsk specialist, Charles Hill från Manchester. Eriksson lyckades även detta år att inköpa det första större partiet engelska och belgiska textilmaskiner via agenten Grönwall & Co.

De engelska restriktionerna vad gällde maskinexport hade då redan året innan börjat luckras upp genom speciallicenser som kunde ges av drottning Viktoria. Utförselförbudet slopades helt genom en parlamentsakt 1843. 1844 lär Sven Erikson ha företagit sin första utländska resa då ett antal textilmaskiner förvärvades i Belgien och England, men mest betydelsefull var nog den nystartade maskinimportören Aug Charlier i Göteborg för Rydboholmsbolagets utländska kontakter vid denna tid.

1845 stod även ett nytt färgeri färdigt och den gamla dammbyggnaden fick konstrueras om för att förse den växande fabriken med kraft. Vävstolarnas antal hade under detta år ökat till 300 och arbetarantalet till ca 300 personer. Tillverkningen hade under



6. Vävsalen i Viskaforsfabriken 1906.



1840-talet kompletterats med tyngre vävnader som ex mollskinn i jämförelse med de tidigaste produkterna skirting och cambric.

1847 ödelades de sist uppförda byggnaderna, färgeriet, gasverket och delar av väveriet av en brand. En ny fabriksbyggnad i sten med shedtak ersatte emellertid redan 1848 de förstörda träbyggnaderna.

1851 uppfördes ett nytt väveri i Skrapered, Seglora sn, nuvarande Svaneholm. Verksamheten började i och med detta att diversifieras i och med att vävningen långsamt överfördes från Rydboholmsfabriken, vilken specialiserades på blekning, färgning och tryckning. Vid denna tid var fabriken den dominerande bomullstillverkaren i landet med tillverkningsandelar på upp mot 95 % av den inhemska produktionen. Sven Erikson hade nu blivit missbelåten med de svenska maskinagenterna och de allt mer omfattande maskinleveranserna till fabriken i Rydboholm och Svaneholm upphandlades direkt i England av Eriksons bokhållare Carl Malm och den engelske förmannen Charles Hill.

Även råvarutillförseln, med ständigt fluktuerande priser på bomullsgarn, var ett bekymmer för Sven Erikson. En kartell av bomullsförläggare i Marks härad började därför planera att själva starta ett bomullsspinneri vilket förverkligades i Rydal 1853. Sven Erikson var den som satsade mest kapital och organiserade maskinimporten från England, bl a "the bästa waterhjul i verden", enligt den engelske leverantören Fairbairne & Son, vars axel var så stor att det krävdes 16 dragoxar för att transportera den från Varbergs hamn.

År 1847. Brev  
 Med stor beklagelse öfver jag för den  
 olyckliga händelsen, som inträffat med ert nya anläggning.  
 Det är naturligt i er svär stort, men man får följa sig  
 dock och till till slut så lugnt, som möjligt, samt  
 med kraft och med goda vett en igen.  
 Kan jag vara till någon tjänst? Jag vill berätta  
 att till Rydholm om 2-3 veckor. Det mig stort önskan  
 kunde jag kan hjälpa, och hvad som står i min förmåga  
 skall jag med mig följa. Vill du kanske göra ett  
 besök i Rydholm?  
 Kan en enbyggare eller annan person komma, som vill  
 som en vän till mig och till min nya anläggning  
 vill jag säga, och bygga ofta en fört utbyggd plan, så  
 att vattenkraften kan utnyttjas så ekonomiskt som möjligt.  
 Men en annan gång. Med hvarligast hälsningar till  
 till er och familj tillkom med från Sögersjöns värdshuset  
 W. Gibson  
 År 1847. 4 Mars 1847. C. Hill till Sven Erikson

7. Brev till Sven Erikson från William Gibson, där denne beklagar 1847-års fabriksbrand men samtidigt kommer med goda råd om hur den nya fabriken bör vara konstruerad.

1854 uppfördes ytterligare ett nytt väveri i Viskafors, där produktionen från 1857 huvudsakligen inriktades på tyngre kvaliteer som mollskinn. Vid denna tid fick bolaget emellertid allt hårdare konkurrens från ex Norrköpings bomullsväveri AB, vilket medförde en försiktigare utvecklingstakt.

År 1859 hade produktionen slutgiltigt specialiserats med vävning i Svaneholm och Viskafors och beredning, färgning och tryckning i Rydboholm.

Under 1860-talets första år drabbades Rydboholm, som alla bomullsproducenter, av den svåra råvarubristen under amerikanska inbördeskriget. Förutsättningarna var annars ganska goda då Rydals bomullsspinneri tillsammans med andra västsvenska spinnerier gjorde importen av bomullsgarn överflödigt. Under krigsåren var produktionen periodvis inskränkt till 2 dagar i veckan men företaget lyckades att överleva.

1866, strax efter amerikanska inbördeskrigets slut, dog Sven Erikson efter flera års sjukdom och företaget ombildades till familjebolag för vilket sonen Johannes Erikson 1873 övertog ledarskapet.

### Källor

Andersson-Palmqvist, Lena; Decentraliserad textilindustri, förlagssystemets utveckling i Mark under senare delen av 1800-talet. Konsthögskolans arkitekturskola. 1979/80.

Bagge, Dan H; Anteckningar om Sveriges Bomullsspinnerier, Norrköping 1889.

Borås Wäfveri AB 1870–1920, minneskrift 1920.

Borås Wäfveri AB 1870–1945, minneskrift 1945.

Borås 1908–33; Festskrift vid Tekniska Förbundets i Borås 25-årsjubileum.

Millqvist, F; Vävnadsförläggare i Sjuhäradsbygden. Från Borås och De Sju Häraderna, 1980. Bomullens tidiga historia och spinningens mekanisering, Från Borås och De Sju Häraderna, 1981.

Färgerier och Tryckerier i Borås, Ulricehamn och Sjuhäradsbygden. Från Borås och De Sju Häraderna, 1983.

Rydahls Manufaktur AB 1853–1953.

Rydboholms Fabrikers historia, I 1834–1865

II 1866–1911

III 1912–1954.

Sterner, Björn; Textil hemindustri i Sjuhäradsbygden under 1900-talets första hälft, LTs förlag, Stockholm 1973.

### *Sven Erikson and the transfer of technology to Sweden*

#### Summary

Sven Erikson, like so many other industrial pioneers, was completely dependent on foreign expertise in order to establish and run a number of factories in the first decades of the nineteenth century. The English prohibition on machine exports before 1842 was naturally inhibiting for

development in Sweden but via Belgium the domestic production of machines could be set into motion with the help of firms like Cockerill's and the import of engineers such as Barker and Samuel Owens of Stockholm, the brothers Malcolm of Norrköping, and Gibson/Keiller of Gothenburg. The earliest machine prototypes were in many cases brought in from their country of origin, England, where, in spite of the export prohibition it was possible to buy certain equipment at extra cost and through intermediaries in trading houses in Hamburg. Another common way of circumventing English law was to buy semi-manufactured items such as workshop machines, which practice can often be glimpsed in the book-keeping of the Rydboholm company.

In order to operate the first manufacturing plants skilled workers, who were recruited directly from England, were required, and often came together with their families. After 1842 English engineering firms were anxious to export as much as possible and they often helped to recruit and instruct technicians in the assembly and running of new factories. There is certain evidence from Norway that English labour was included in the cost of an order for machinery, and that after a few years the workers returned to their homeland. Another often forgotten part of this transfer of technology was the possibility of ordering a complete technical concept including everything from the construction of buildings, to power system plants and machines. Sven Erikson, for example, took over the special organisers of such new constructions in Svaneholm (James Boyd) and Rydal (Edward Davies).

The "saw roof" building was developed in England, probably in the 1820s, as a specially designed building for weaving mills. The early introduction of saw roof buildings in Sweden is one interesting aspect of the transfer of technology from England. Keiller and Gibson's sailcloth weaving mill in Jönsered was housed as early as 1832 in the first saw roof building in the country; Sven Erikson, after the fire of 1847, constructed a saw roof building (possibly inspired by William Gibson junior) and Wiskaholm's cloth manufactory in Borås had a shed building right from the start, in 1859.

Relations with the English tradesmen were not always straight-forward since they must have found life in the small factory communities, in a thickly forested landscape, very foreign. Some returned to their homeland and some left Rydboholm in order to set up their own factories, in competition. One such example was Charles Hill, workshop manager at Rydboholm for ten years who moved to Norrköping after disagreements with Sven Erikson and started Norrköping's Cotton Mill Ltd., with the help of some trained weavers who left with him. Hill was later to leave Norrköping also to establish (in 1862) Alingsås Cotton Mill, a company that eventually became one of Rydboholm Mill's strongest competitors even in standard products of the traditional producers. Charles Hill was also, together with his son Edmund, the above-mentioned Edward Davies and two more Englishmen, one of the founders of Wiskaholm's Ltd., in Borås. This manufactory got into difficulties due to the shortage of cotton during the American civil war but it is an early example of how English textiles technicians exploited the saw roof build-



ing in our country. Other Englishmen such as Thomas Curran returned to their homeland and remained faithful to Rydaboholm's company by acting as middleman and informer with regard to the latest English textiles technology.

Those Englishmen who came to Sweden in the early nineteenth century have played a large part in building up the country's textile industry. A secondary effect of these contacts with the early industrialised England was that Swedish company bosses became aware of the need for a better infrastructure. Sven Erikson, for example, advocated a railway connection between Borås and Varberg and he unequivocally showed his interest in the opening of the Borås–Herrljunga railway in 1863 by investing in a large block of shares in the project.

Sven Erikson is only one example of how important for the industrialisation of Sweden was the bringing in of technology from the continent. Much was due to personal contacts by and large an unresearched field.

# Medicinteknisk utveckling vid ett litet företag i Sverige

Av Hans Wiksell

Medicinteknisk utveckling sker ofta vid stora företag och då av grupper som arbetar i team. Därför kanske det kan äga ett visst intresse att beskriva den däremot delvis kontrasterande verksamhet jag ägnat nästan all min tid åt de senaste femton åren vid ett litet företag, Comair AB. Verksamheten där karaktäriseras av små resurser men ett synnerligen välfungerande samarbete med olika personer.

Redan inledningsvis hade jag den uppfattningen att det naturligt finns en art av obalans mellan diagnostisk utrustning och terapeutiska möjligheter. Med dagens mycket utvecklade bildgivande tekniker baserade på främst röntgen, datorassisterad tomografi (CAT-scan), magnetresonanskamerateknik (MR), ultraljudsscannern (numera med fysiskt fasta fasade arrays av piezomosaik snarare än rörliga system) är det nu möjligt att uppnå extremt god avbildning av praktiskt taget samtliga organ i kombination med att på olika sätt parallellt avbilda sjukliga processer såsom tumörer, förkalkningar, kärlstrukturer etc med olika kemiska och biologiska kontrasttekniker.

## *Minimalt invasiv kirurgi*

Den moderna kirurgiska tekniken har allmänt kommit att utvecklas mot minimalt invasiv teknik där man åstadkommer ett minimum av yttre operationssår, om ens något, där det då ofta krävs mycket kortare tid för postoperativ konvalescens.

Många ingrepp kan idag utföras polikliniskt, dvs patienten kan vanligen återvända hem samma dag som ingreppet gjorts. Detta har säkert både för- och nackdelar men utvecklingen synes visa att denna väg är principiellt riktig då metoderna förfinats tillräckligt. Detta medförde också att mitt intresse kom att inriktas mot teknik med minsta möjliga sårbildning.

## *Hypertermibehandling*

Neurokirurgdocenten Jörgen Boëthius vid Karolinska Sjukhuset introducerade mig för en del viktiga problem inom neurokirurgin. Tämligen snart kunde vi starta ett intressant samarbete där jag stod för vissa tekniska detaljer vid behandling av bl a hjärntumörer med hjälp av hypertermi. Vårt samarbete blev välfungerande och jag fick också kontakt med emeritusprofessorn i neurokirurgi Lars Leksell liksom dåvarande professorn i samma ämne (KS), Lars Granholm. Lars Granholm betecknade senare vårt icke-konventionella arbete med hypertermi som "synnerligen önskvärt".

### *Stereotaktisk operations- teknik*

Lars Leksell hade bl a utvecklat det första stereotaktiska operationssystemet liksom den i systemet integrerade strålkniven baserad på en radioaktiv koboltisotop. Jag minns starkt när han, med sitt brinnande intresse för apparaturutveckling (alla kategorier), visade mig de första MR-bilderna som väl dokumenterade strålnivislesioner djupt in i hjärnan hos några patienter med kärlmissbildning. Detta var på restaurang La Brochette och Lars täckte hela bordet med filmbilder. Lesionerna var gjorda med hans gammaenhet och framträdde ofta mycket tydligt och exakt på de önskade anatomiska lokalisationerna.

Strax efter detta grundlades mitt första större medicinska projekt, utveckling av en ultraljudsaspirator för tumörkirurgi främst i hjärnan och ryggmärgen.

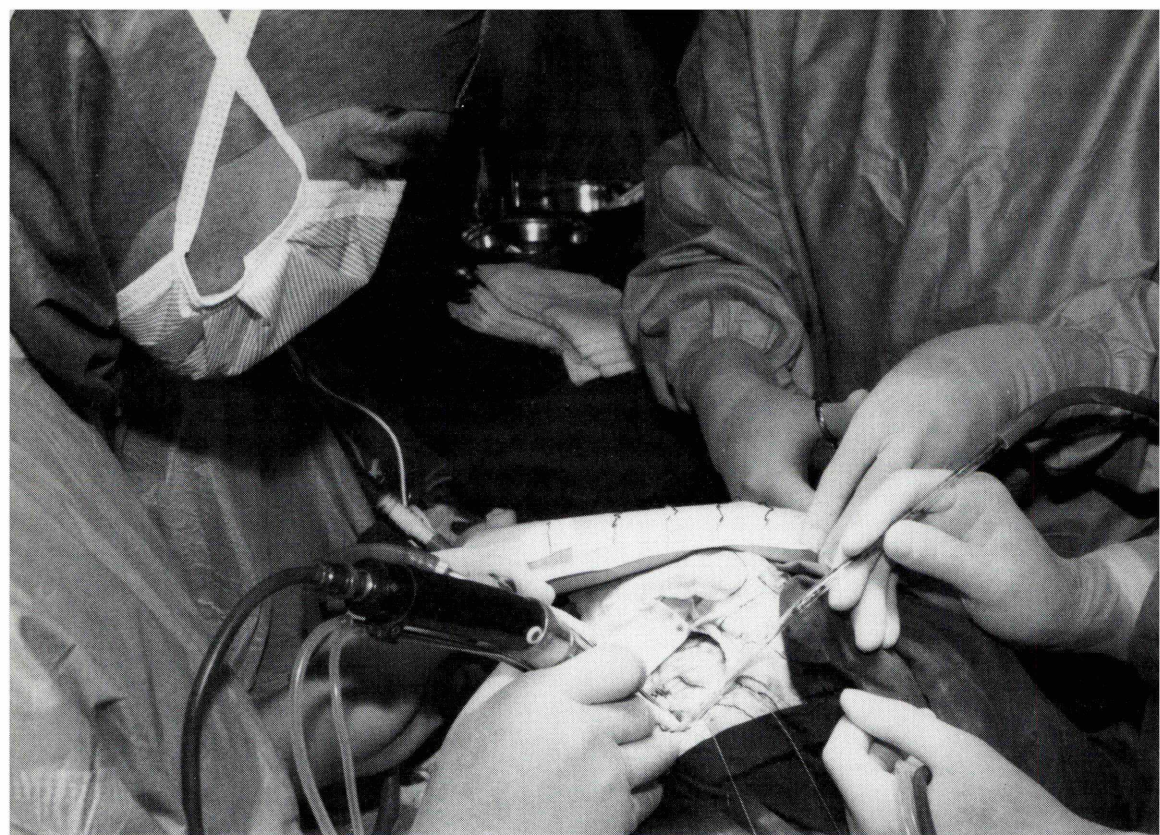
Jag kom också i kontakt med en mycket intressant men också extremt svår teknik, högintensivt fokuserat ultraljud. Tekniken innebär en potential att göra icke-invasiva lesioner på djupet i syfte att destruera en tumör. Till detta återkommer jag. Tekniken framkom på 1930-talet då man konstruerat en mycket kraftig sonarsändare (för att söka ubåtar) i vars ljudpath man upptäckte död fisk. Tekniken har närmast periodiskt poppat upp många gånger sedan dess men ännu knappast nått ett genombrott inom medicinen. Det skall bli spännande att se om så sker.

## *Ultraljudsaspiration*

Jag beskriver nedan Sonocutprojektet med tonvikt på tillämpningen medan övriga projekt beskrivs mer rent medicin-tekniskt. Projektet startades under år 1984.

En tumöroperation i hjärnan kan delvis karaktäriseras som "den inte helt enkla konsten att successivt taga bort en hård ärtä i mjukt smör och utan att ärtans läge därvid rubbas intills den är urskalad, eller så bortskalad som det överhuvudtaget är möjligt". Rubbas





1. En hjärnoperation vid Karolinska Sjukhusets avdelning för neurokirurgi, 1993. Docent Tiit Mathisen använder här bl a ultraljudsaspiration för att avlägsna en tumör. Fördelen med ultraljudsaspiration är dels att förmå avverka vävnadsselektivt, dels att undvika några egentliga (riktade) mekaniska laster liksom att ernå en hög grad av taktilitet. Foto Hans Wiksell.

läget, ja då har man måhända utökat skadan. Dessutom framträder för det mesta inte gränzonen frisk/sjuk ens med operationsstereomikroskopets hjälp.

Det fanns vid denna tid en amerikansk utrustning baserad på ultraljud med låg frekvens och hög amplitud. Kostnaden för utrustningen var så hög att endast en utrustning fanns i Sverige (vid Södersjukhusets dåvarande neurokirurgiska klinik, cirka 1 MSEK. Den hade inköpts med stöd av en donation). Neurokirurgiska kliniken vid SöS är numera tyvärr nedlagd.

### *Transducer- utveckling*

Jag hade tidigare arbetat med ultraljudsteknik och började nu experimentera med piezoelektriska effekttransducers. Den utrustning som fanns var baserad på magnetostriktiv teknik som ger en relativt ostabil oscillation med låg verkningsgrad men relativt hög basamplitud. Jag fick stöd från STU som aktivt önskade att en teknik av denna art skulle utvecklas i Sverige. Jag testade inlednings-

2. De tre först utvecklade prototyperna för handstycken som också kunde ångsteriliseras i autoklav vid 135°C mellan varje användning. Redan med dessa kunde så höga amplituder som över 300  $\mu\text{m}$  peak to peak nås, dvs de kunde användas även för avverkning av kalcifierade godartade meningiom-tumörer som stundom kan vara mycket hårda.  
Källa: Se bild 1.



vis med magnetostriktiv teknik med kärnpaket av nickellegerad plåt men övergav tekniken då jag nått en elektrisk effekt av omkring en kilowatt med switchteknik (transducern måste sitta i handstycket som kirurgen håller och värmet måste effektivt bortföras). Nu gjorde jag test med förspända elektrostriktiva transducers med piezoelektriska standardelement. Senare specialbeställdes små piezoelement och ytterdiametern liksom vikten kunde minskas drastiskt (det är mycket viktigt att handstycket är smidigt men samtidigt effektivt).

Den transducer som tillverkades kunde avge en amplitud av upp mot 15 mikrometer. De försök jag gjorde med avverkning av främst olika frukter visade att man behövde upp mot 150 till 300 mikrometer vid den använda frekvensen, som valdes till drygt 23 kHz. Genom införandet av en resonant amplitudförstärkare kunde partikelhastighet och strain omväxlas till den önskade högre amplituden med hjälp av en successivt utvecklad exponentiell hornform. Dvs partikelhastigheten uppväxlades till "kostnad" i bakomliggande kraft. Oerhört mycket arbete nedlades och så småningom tog en god inre konstruktion för handstycket form.

Bl a måste en sugkanal upptas i hornet som utsättes för extrem stress, i arbetsändan kan accelerationen uppgå till över 350 000 g (1 g = 9.81 m/s<sup>2</sup>). Ett eventuellt utmattningsbrott lokaliseras till det område där kvoten mellan stress och snittarea är som störst. Hornet måste tillverkas i en high-grade titanlegering av flygkvalitet, som väl förenar hög mekanisk tålighet med utmärkta ultraljudsegenskaper. Jag minns att det första genomborrade testhor-



net bara höll några sekunder innan det frakturerade några centimeter från tipen. Just då var jag nog nära att ge upp.

För att kunna borra kanalen rätt utvecklades bl a en metod där lokalisation av hålet efter borrarngen av arbetsstycket genomfördes med ekoteknik för ultraljud, varefter ytterkonturen svarvades felfördelat med CNC-verktygsstyrning efter kanalens således kända men oundvikliga skevhet.

Parallellt med detta utformades i samarbete med den skicklige finmekanikern Weijo Sundman ett maximalslimmat och ytterst väl designat ytterhölje i rostfritt stål, eloxerad aluminium och högkvalitativ plast. Målsättningen var redan från början att kunna autoklavera hela handstycket inklusive kabel med kontakter och slangset. Tidigare liknande konstruktioner hade endast kunnat formalingassteriliseras (resp etylenoxidgas) medan sterilisering i konventionell ångautoklav vid hela 135° C skulle medföra att operationspersonalen själva kunde utföra allt förarbete varvid instrumentet skulle kunna användas för flera operationer samma dag. En enorm praktiskt fördel med stor patientsäkerhet då den generella uppvärmningen ger mycket hög sannolikhet för deaktivering av alla patogener.

Elektroniken uppbyggdes successivt med bl a faslösning för det naturligt smalbandiga resonatorsystemet med högt mekaniskt Q-värde, vars resonansfrekvens följer temperaturändringarna. Jag samarbetade här även med den skicklige elektronikern och barndomsvännen, teknologie doktor Leif Åsbrink.

Lars Leksell var mycket intresserad av ultraljudstekniken och vi möttes då och då, ofta genom att jag hämtade honom i min bil från hans stamställe vid Strandvägen nära hans bostad. En gång då vi testade prototypen på en bit lever på min verkstad utropade han "det här fungerar ju!" Detta var en spännande tid.

### *Selektiv avverkning*

Ultraljudskniven fungerar allmänt så att en steril isoton koksaltlösning irrigeras koaxiellt utanpå hornet men under ett plasthölje, vätskan bortför friktionsvärmets från hornet och transducern och utgör samtidigt köplings- och bulktransportmedia samt kylmedel för den avverkade vävnaden.

Ultraljudet ger upphov till höga och låga tryck. I undertrycksfaserna "håller ej vätskan eller vävnaden samman" utan många små mikroskopiska porer slits upp. I dessa kaviteter är trycket inledningsvis lågt varvid lösta gaser vandrar till och övergår till gas i gasfas som uppfyller hålrummen i en dynamisk gasbalans. Genom denna s k likriktade diffusion, som även sker intracellulärt, rupturerar successivt cellpaket och loss göres lokalt från den vävnad som anlägges med tipen utan att något egentligt mekaniskt tryck behöver anläggas av operatören.



Genom dessa fenomen nås en uttalat vävnadsselektiv avverkning så att avverkningen sker i proportion till cellernas vattenhalt. Dvs man kan med rätt inställning t ex i en lever avverka enbart de starkt vattenhaltiga parenchymatösa cellerna utan att vattenfattigare kärlrummen och bindväv medföljer. En fantastisk dissektionsteknik! Kniven ger även en mycket hög grad av taktilitet, dvs man känner mycket exakt vad man gör och vad som händer.

Efter välfungerande djurförsök var det dags att testa prototypen vid en verklig operation av en tumör. Lars Granholm hade påtagit sig ansvaret för detta första test. Ett sådant prov måste givetvis föregås av de mest rigorösa genomgångar av alla tänkbara fel-fall och jag hade ägnat enorm uppmärksamhet åt att i förväg estimera och förhindra problem.

Transducern innehåller t ex en kraftig mekanisk förspänning för att utsätta keramikplattorna för den statiska grundspänning som förhindrar dessa att fraktureras i den mest expanderade oscillationsperioden, och jag hade i min fantasi sett hur stålbulen som ger förspänningen skulle fraktureras och skjutas iväg hornt in i den frilagda hjärnvävnaden. Vidare att själva hornet kunde fraktureras och åka in samma väg likt en projektil. Samt alla elektriska risker där kirurgen genom någon felfunktion t ex kunde få en stöt och rycka till. Efter många funderingar och prov av alla slag bedömde jag dock att allt var klart för test. Natten innan den första operationen var närmast sömnlös med inslag av mardrömmar men också positiv spänning.

### *Klinisk debut*

Det första handstycket var ett s k "långt tjockt rakt". Jag träffade professor Lars Granholm vid neurokirurgiska operationsavdelningen på Karolinska Sjukhuset klockan 08:15 en dag år 1986. Vi var båda grönklädda.

Apparatens konsol var testad och ditkörd redan dagen innan. Jag meddelade att jag lämnat handstycket för autoklivering till operationssystemet Kerstin Emilsson. Lars Granholm började tvätta sig och snart var patientens kraniotomi utsågad, den hårda duran öppnades snabbt och med hjälp av fasthållna spatlar låg tumören blottad. Den låg precis så som de på genomlysningsbordets opala glasskivor hängda röntgenbilderna visat, cirka 8 mm under hjärntan, till vänster om medellinjen.

Operationssystemet överlämnade handstycket och jag kopplade in kablar och slangar. Lars använde sugen och diatermin ytterligare några gånger, flyttade fram operationsmikroskopet i läge, fokuserade detta, och bad om handstycket. Vi kontrollerade tillsammans att irrigationsvätskan kom fram och att titantipen i tomgång gav ifrån sig en kraftig aerosol då jag överskred 10 % pådrag och där-efter reducerade jag pådraget till noll, dvs 5 mikrometer topp-till-

topp amplitud. Den peristaltiska irrigationspumpen på konsolen stoppade automatiskt. Lars satte an tipen mot den blottade delen av tumören och bad mig öka till 20 % amplitud. Pumpen startade igen. Vi såg en kraftig rödfärgad aerosol omge handstycket. Snart bad Lars mig öka till 60 % (kapseln penetrerades) och sedan att reducera till 40 % pådrag. Sugflaskan av glas på konsolen fylldes nu snabbt med tumörfragment och blod. Efter några minuter bad Lars mig komma fram och titta i operationsmikroskopets andra okularpar. Har Du sett, kärlen blir faktiskt kvar! Och verkli- gen, tunna blodkärl bildade ett nätverk hängande delvis i luften.

Efter några minuter var tumörens bakre del väl debulkad och Lars lämnade ifrån sig handstycket till operationssystemet och började med en pincett etc det tidsödande arbetet att frigöra kapseln i små små steg omväxlande med ny debulking och blodstillning, som alltid med risken att framkalla en omfattande blödning från något större närliggande kärl.

Efter ett par dryga timmar var tumörens kapsel helt frigjord och avlägsnad men jag stannade kvar tills operationen var helt klar med såret slutet och deltog i eftersnacket.

Det var den första operationen med ultraljudsaspiration men jag kom att medverka vid samtliga operationer med ultraljuds- kniven vid KS under nära ett års tid. Under denna tid förfinade jag successivt funktionen för systemet.

Självfallet lärde jag mig mycket under denna tid med många typer av hjärntumöroperationer. De flesta neurokirurgerna använde nu rutinemässigt utrustningen och jag fick en god kontakt med hela personalen. Arbetet medförde mycket fint teamwork där jag ibland införde små ändringar i systemet. Vid några felfunktioner kunde jag även åtgärda dessa utan några betydande bortfall i tillgänglighet. Något totalbortfall av funktionen inträffade aldrig. Den medicinska tekniken liknar till viss del flygtekniken i det att systemen aldrig får stanna.

Efter denna smygande prototypperiod kunde systemet anses färdigt och skötseln överläts helt till kliniken. KS inköpte snart systemet till ett lågt pris och det användes med utmärkt funktion fortfarande (dock kompletterat med nya och förfinade handstycken).

### *Nya hand- stycken*

Nu byggde vi flera identiska system och handstyckena utvecklades i flera steg. Speciellt intressant var de böjda koncepten där den frästa vägledaren CNC-fräses ur ett enda stycke magnesiumlegering för att ge erforderlig precision. Att jiggbocka en stång går inte då det visade sig uppstå oreproducerbara spänningar i vägledarmaterialet som störde ljudutbredningens symmetri.

Systemet fick även genomgå test hos Semko och godkändes i enlighet med den internationella normen IEC 601-1, Cardiac

Floating, S. N, Fl och D mm. Jag erhöll senare också BSI och GMP godkännande för tillverkningen, bl a måste då dokumenteras att lunch aldrig intas på verkstaden.

Jag lät en auktoriserad patentbyrå utföra en intrångsgranskning samt sökte ett flertal egna patent varav de flesta senare beviljades. Speciellt ett patent har varit av stort intresse, möjligheten att parallellt kombinera ultraljudsaspiration med monopolar diatermi för hämostas.

Successivt framtoogs sk smala böjda handstycken, långtipshandstycke samt senare även ännu mindre sk mikroutföranden, då även med höljet helt utfört av plast och låg totalvikt (80 gram).

Några system såldes av mig i Sverige och användarna rapporterade mycket goda resultat med många lyckade operationer. Speciellt borttagning av tumörväxt i ryggmärgen kräver ofta tillgång till ultraljudsaspiration. Ett flertal artiklar publicerades.

### *Många tillämpningar*

Barnkirurgprofessorn vid St Görans sjukhus, Björn Thomasson, lånade då och då "mig och ett system" vid stora levertumöroperationer. Den blödningsreduktion som uppnås med ultraljudstekniken var ofta en förutsättning för att överhuvud taget kunna utföra dessa mycket stora ingrepp. Att någon ersättning svårigen kunde ordnas visar delvis villkoren för medicinteknisk utveckling.

I samarbete med Jörgen Boëthius gjordes ett mycket intressant arbete. Det är nämligen så att ett färskt blodkoagel icke kan transporteras med undertryck i en smal sugkanal, därtill är väggfriktionen för stor. Detta medför att uttagning av ett blodkoagel efter en hjärnblödning inte kunde ske med minimalt invasiv kirurgi. Med stereotaktisk teknik kan man dock relativt lätt nå blödningsområdet vid vissa hjärnblödningar. Vi noterade att man nu kunde evakuera ett blodkoagel om ultraljudsvibrationen användes för att dels sönderdela koaglet, dels minska friktionen i röret under uttransporten. En sådan operation genomfördes också med utmärkt resultat vid KS.

Kirurger har ett stort kontaktnät och jag överhopades snart med förfrågningar från många olika länder. Jag ansåg mig snart inte hinna att besvara alla dessa frågor och jag överlät projektet till ett annat företag men behöll tillverkningsrätten. Intills idag har omkring ett hundra system och dubbelt så många handstycken tillverkats.

### *Lithocutprojektet*

Parallellt med slutfasen i aspiratorprojektet startade jag med stöd från STU under år 1987 upp ett nytt projekt. Det avsåg sönderdelning av njursten med hjälp av utifrån kroppen inriktade fokuserade akustiska stötvågor. Tekniken benämnes ESVL som i extra



corporeal stöt-vågs litotripsi. STU anslaget försågs med en villkorsklausul där jag skulle demonstrera sönderdelning av modellen för att ernå den slutliga delen av anslaget.

Arbetet lades upp efter två parallella linjer, generering av stöt-vågor med piezoelektrisk respektive elektrohydraulisk teknik. Vid användning av piezoelektriska element blir materialpåfrestningarna så stora att man måste arbeta med ett mosaiksystem för att få delelement som har i området samma höjd som bredd (elementen kommer annars att förstöras, precis som stenen).

Den elektrohydrauliska tekniken baseras i princip på urladdning av elektrisk energi uppladdad i en kondensator. Urladdningen sker i saltvatten varvid ett gasplasma bildas såsom en kontrollerad explosion. Explosionen medför en mycket snabbt stigande tryckvåg som isotropt utstrålar runt gnistgapet. Den koherenta vågbilden avlänkas sedan i en ellipsoidalformad reflektor av rostfritt stål och så att gnistgapet befinner sig i det ena av den ellipsoidala formens fokus och patientens njursten inriktas till det andra. Reflektorn är lämpligt "avhuggen" i sin form. Dimensioneringen för reflektorn är naturligtvis på många sätt väsentlig för funktionen.

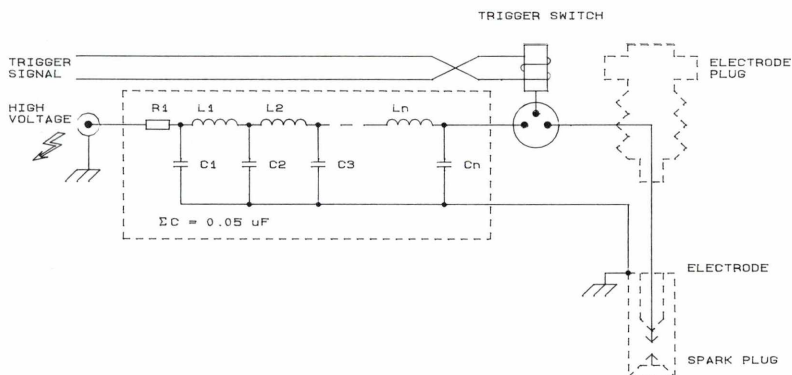
Systemet försågs med en gummibälg så att kopplingsvätskan befinner sig bakom ett tunt gummimembran som anlägges mot patientens hud. Två olika ellipsstorlekar tillverkade för jämförande provning (18 resp 23 cm). Den större ellipsoiden kom senare att användas och har idag världens största aperture med motsvarande låg belastning på mellanliggande vävnad och utan krav på separat hudbedövning. Inga hämatom ses heller över ingångsområdet.

För att kunna följa de ytterst snabba förloppen införskaffades en avancerad digital signalanalysator med möjlighet att studera pulserna i både tid- och frekvensdomän. Som mättransducers utvecklades kalibrerade givare av mycket tunn (halvvågsbandbredd), kapacitivt kopplad, piezoelektrisk plastfilm (PVDF).

Mycket hög spänning erfordras för urladdningen, jag använder upp till 30 kilovolt. Den koaxiella urladdningskretsen tillverkades likt en radarkonstledning, dvs som ett nätverk av kondensatorer och ytterst små induktanser (PFN, pulsformande nätverk). Med denna teknik och mycket hög salthalt i plasma- och kopplingsmediat kunde stigtider ned mot 30 nanosekunder (sic!) nås liksom en mycket kort duration för pulsen (= 0.2 mikrosekunder).

Mätningar visade nu att den elektrohydrauliska generatoren hade betydligt bättre fragmenteringskapacitet varför den piezoelektriska stöt-vågsgeneratoren lades åt sidan, (tryckpulsen vid målet kan nå 1 200 bar och de mest lättfrakturerade stenarna inleder sin frakturering vid cirka 200 bar i denna tidsskala).

Fragmenteringen sker genom elastisk stöt varvid tryckpulsen nära totalreflekteras i stenens bakkant där den akustiska impedansen

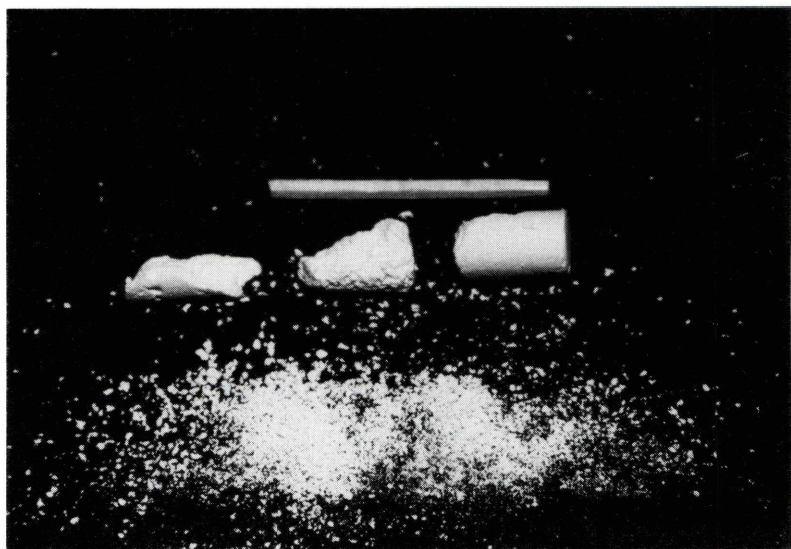


3. Blockschema som visar PFN kretsen med trigger och plasmaelektrod. PFN-systemets kapacitanser uppladdas först med upp till 30 000 volt likspänning varefter den lagrade energin (max 22.5 Ws) ytterst snabbt urladdas mellan plasmaelektrodens spetsar i en saltlösning. Därvid genereras en mycket snabb tryckpuls på upp till flera tusen bar som senare avlänkas till att träffa stenen. Källa: Se bild 1.

(produkten av vågutbredningshastighet och densitet) för första gången är lägre längs ljudpathen. Därvid teckenvägs den positiva vågfronten till en expansionsvåg som *icke-linjärt* adderas med den ingående vågens negativa avslutning och summan ger en så stor expanderande stress att stenen frakturerar (därefter sker en mångfaldig frakturering). Det är viktigt att pulsens stigtid är mycket kort enär detta medför hög energikoncentration i tid och rum i stenen.

Trots att PFN systemet medför en kort stigtid har man också stor nytta av den vågformsdistorsion som sker i vätskan och i vävnaden där energidensiteten är hög (nära explosionscentrum och nära målet). Materialet trycks här ihop så kraftigt att vågutbredningshastigheten ökar från nominella 1 490 meter per sekund till ett betydligt högre värde. Då trycket är störst i den initiiellt sinusformade vågens mittparti kommer just denna del av vågen att "åka ifatt sin egen början" och ge en stegformad, ytterst kort, vågfront. Detta icke-linjära fenomen förklarar även beteckningen stöt-våg eller shock-våg i ESVL. I frekvensplanet innebär kort stigtid att energin fördelas över ett stort frekvensområde, något som är väsentligt för att hög peak-energi skall kunna föras in djupt och genom levande vävnad.

Ett ESVL system är en omfattande utrustning och hittills hade jag alltså koncentrerat mig på den sk stötvågstuben med erforderlig kringutrustning. Vid sidan av mätningar utfördes även många praktiska experiment på modellsten (Leca-kulor och kritblock är väl lämpade och reproducerbara) liksom på utopererade äkta njur-, uretär- och gallstenar av alla varianter.



4. Foto av en ESVL-frakturerad modellsten (krita). Notera den homogena partikelstorleksfördelningen. Fokalområdets storlek framgår av geometrin för påverkan, (huvudsakligen mellan vänstra och mittersta delen). Fraktureringen är utförd i vatten för att chock-vågorna skall kunna ledas fram. 30 skott med 18 Ws/skott. Källa: Se bild 1.

Det är mycket viktigt att kopplingsvätskan är väl avgasad för att den inte skall dämpa och sprida ljudet genom omfattande kavitation. Under denna tid utförde jag avgasningen genom att hemma nästan varje kväll koka 25 liter vatten med alla tillgängliga kast-ruller och fylla en plastdunk som då den var helt fylld försågs med tillslutning och blev lagom avkyld till nästföljande morgon.

För att eliminera risken för att en inträngande stötvåg skall kunna ge upphov till en hjärtarrytmi bör stötvågen synkroniseras med hjärtats rörelser så att tryckvågen inkommer då hjärtat inte är polariserat, den s k R-vågen i EKG. Det är ett avsevärt problem att kunna sluta högspänningskretsens 30 kilovolt där urladdningströmmen når värden över 100 ampere (3 megawatt eller omkring 3 promille av effekten hos ett kärnkraftverk under den korta tid pulsen varar!). Detta måste ske med en fördröjning mindre än cirka 8 millisekunder för att inte hjärtat skall hinna repolariseras.

Detta problem löstes efter mycket experimenterande med en speciell triggerkrets bestående av tre metallkulor varav en rörlig kunde ges en mycket stor acceleration med hjälp av en solenoid som matas med t o m högre energi än själva stötvågens (max 22.5 wattsekunder). Tyratron ansåg jag tillförde för hög induktion. Inledningsvis använde vi en manuell slutning av kretsen (anordningen benämndes "trollstaven") som okapslad utvecklade en



åskliknande knall vilket medförde att besökande gäster ibland flydde ut i korridoren.

Det gick nu bra att sönderdela olika typer av stenar in vitro och STU inbjöds att bese en demonstration. Just den dagen uppstod naturligtvis ett mindre problem men efter några försök kunde mycket vackra fragmenteringar visas och jag erhöll skriftligt klar-tecken för den slutliga delen av anslaget.

### *Klinisk debut*

Nu startade en hektisk period där resterande delar av utrustningen framtogs med högsta fart. För att kunna inrikta stötvågorna exakt till en njursten krävs ett stadigt stativ med elektriska växel-system och hissar. En automatisk avgasningsutrustning för kopplingsvattnet konstruerades liksom automatik- och säkerhetskretsar, vissa av dessa förlagda till en liten inbyggd dator.

Inriktningen sker med röntgen och/eller ultraljud och dessa isocentriska delsystem infogades nu i konceptet. Speciellt besvärligt var det att inte få en störande röntgenskugga från ellipsoidens stora stålyta.

Jag började nu allt oftare besöka Karolinska Sjukhuset och diskutera den kliniska fortsättningen för projektet. Intresset var stort och jag fick ett utomordentligt fint samarbete med den urologiska kliniken vid sjukhuset kring dåvarande klinikchefen professor Lennart Andersson, docent Anne-Charlotte Kinn samt, från sektionen för diagnostisk röntgen, docent Hans Ohlsen. Tillsammans utgjorde vi den sk ESVL-gruppen vid KS.

Arbetet flyttades nu över till sektionen för Experimentell kirurgi där vi utförde en serie försök på sövd gris. Här utfördes ett omfattande arbete där stensprängningen utforskades in vivo. Det är naturligtvis mycket viktigt att noga testa alla funktioner innan man kan behandla människor med tekniken. Samtidigt sker försöken alltid på djupt sövda djur så att det aldrig blir fråga om något lidande för djuren. Djuret sövdes, en njursten eller en modellsten inopererades samt fragmenterades därefter omedelbart och resultaten kartlades noga. Vid första försöket uteblev fragmenteringen helt, vi fann dock snart orsaken, små mängder fri effektivt stötdämpande luft inkom vid operationen. Då vi lärt oss bemästra detta gick sedan försöken perfekt.

Samtidigt finslipades också de mycket exakta tre-dimensionella och partiellt isocentriska inriktningar med röntgen och ultraljud som erfordras för att med en hög precision på bara några millimeter kunna träffa stenen (fokalområdet är timglasformat med 3.5 mm radie och 12 mm höjd, den sk minus 6 dB volymen, dvs det område där stenpåverkan kan förväntas).

Resultaten var nu så goda att vi beslöt att inleda riktiga behandlingar av patienter med njursten. Jag hade ännu icke konstruerat

ett lämpligt operationsbord som för ESVL måste vara mycket speciellt för att medge tillräcklig precision och åtkomst för såväl sten i njurens olika lokaliteter som i uretärerna.

De första behandlingarna kom därför att äga rum i en sk angiovagga vid avd för Diagnostisk röntgen. Denna vagga, som vanligen användes vid speciella röntgenundersökningar består av två metallstänger mellan vilka en bärande plastfilm är spänd likt en rullgardin. Med hjälp av elektriska motorer är det därvid möjligt att bekvämt variera patientens läge. Ett hål med 30 cm diameter upptogs i plastfilmen så att god kontakt kunde nå mellan patientens hud och stötvågstubens tunna kopplingsmembran.

På detta sätt behandlade vi ett antal njurstenspatienter med mycket goda resultat från år 1989. Oftast utfördes behandlingen av njursten polikliniskt dvs patienten kunde således få åka hem redan efter någon timmes vila.

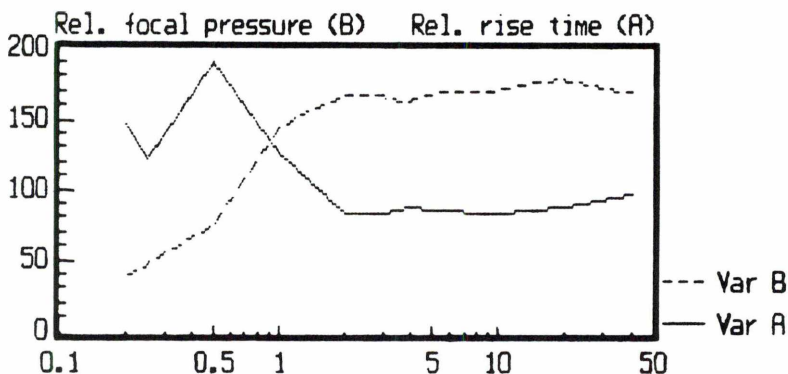
### *Operations- bordet*

Jag arbetade nu hårt på att få det speciella operationsbordet klart. Detta byggdes liksom den övriga utrustningen på låsbara hjul för att lätt kunna transporteras. Bordet försågs med två fristående osymmetriska bordsskivor vilka gjordes röntgentransparanta och så monterade att de oberoende kunde höjas- och sänkas, rollas samt vinklas, allt för att medge optimal åtkomst för alla förekommande stenlägen. Mellan skivorna monterades en armerad spännbar och sidoförskjutbar rem av silikongummi.

Då bordet var klart visade det sig fungera mycket väl och vi kunde mobilt behandla njursten vid olika avdelningar, allt efter arbetsbelastningen. Ett antal gallstenar kom även att behandlas på liknande sätt. För gallstenssjukdomen gäller dock att man ofta också behöver taga bort gallblåsan för att få ett gott bestående resultat. ESVL anses därför inte utgöra någon perfekt lösning för behandling av gallstenssituationer generellt.

### *Effektiv fragmentering*

Speciellt väsentligt för den goda stenfraktureringsfunktionen var den respirationstrigger som konstruerades, och som medför att skott inte avges om stenen, pga andningsrörelser som kan uppgå till 4 cm i amplitud, inte befinner sig exakt i fokus. Också en avvägd paus (1.2 sekunder) mellan skotten visade sig vara väsentlig för att säkerställa att kavitationsbubblor från föregående skott hunnit att lösa sig. Detta medför bla mindre skada på mjukvävnaden. Antalet erforderliga skott för att säkert frakturera en njursten så att fragmenten kan kissas ut (< 4 mm) har kunnat reduceras till omkring 600 skott, dvs en behandling kan ofta utföras inom cirka 25 minuter inkl inriktning och allt annat som hör till. Elektrodspetsarna klarar även flera behandlingar mellan bytena.



5. Kurvor från uppmätning av relativ stigtid (A) och fokaltryck (B), vid ESVL med varierad (automatiskt svept) paustid mellan skotten. Pågått kavitationsmolnet från föregående skott icke hinner lösas bort vid för kort paustid nås förlängning av stigtid resp reduktion av fokaltryck vid paustider kortare än cirka 1200 ms. Plottad paustid 0.2 till 40 sekunder. Registrering med PVDF mäthydrofon och digital signalanalysator. För kort paustid medför svag eller utebliven fragmentering med risk för onödig vävnadsskada medan för lång paustid endast förlänger behandlingstiden. Källa: Se bild 1.

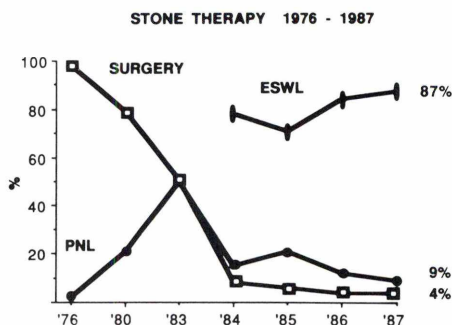
Med hjälp av ultraljudsteknik kan också den erforderliga röntgendosen minskas till mycket låga nivåer.

Utrustningen inköptes så småningom av KS och användes idag rutinmässigt med mycket goda behandlingsresultat av den ytterst skicklige operatören medicine doktor Bengt-Erik Carbin.

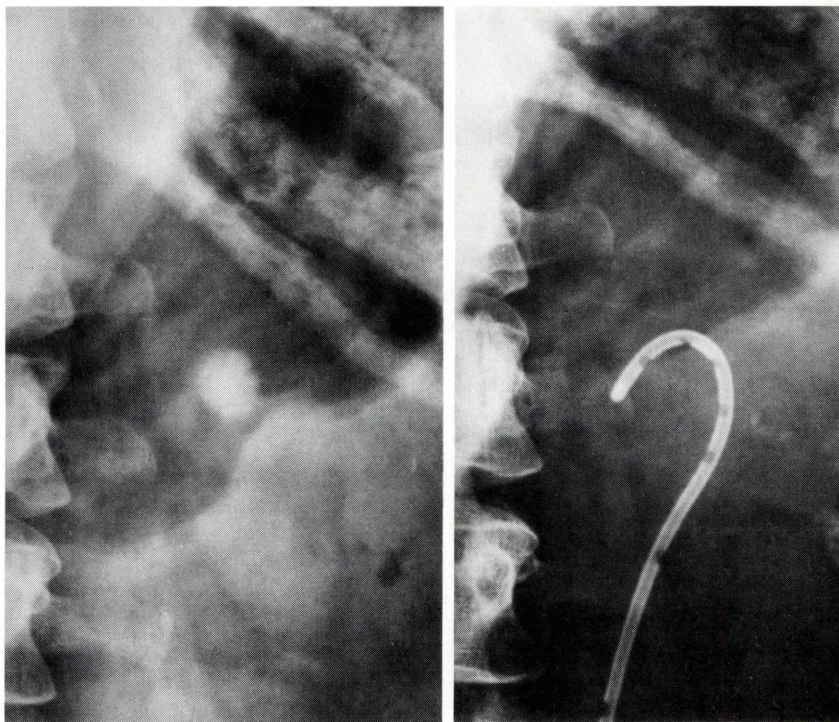
Den här beskrivna utrustningen har idag tillverkats i tolv exemplar varav tio finns i vårt land. Den är därmed den vanligaste ESVL utrustningen i Sverige. Ett betydande antal vetenskapliga publikationer finns idag som bl a väl dokumenterar en mycket god funktion för alla stenlägen.

Det har i flera rapporter framkommit att ekonomin för det beskrivna systemet är synnerligen god med låg investeringskost-

6. Kurva som visar den dramatiska nedgången kring år 1984 avseende både konventionell öppen urinvägsstenkirurgi (surgery) och perkutan stenkirurgi (PNL) till förmån för ESVL tekniken då den allmänt introducerades. Från Annales Chirurgiae et Gynaecologiae, 1989.







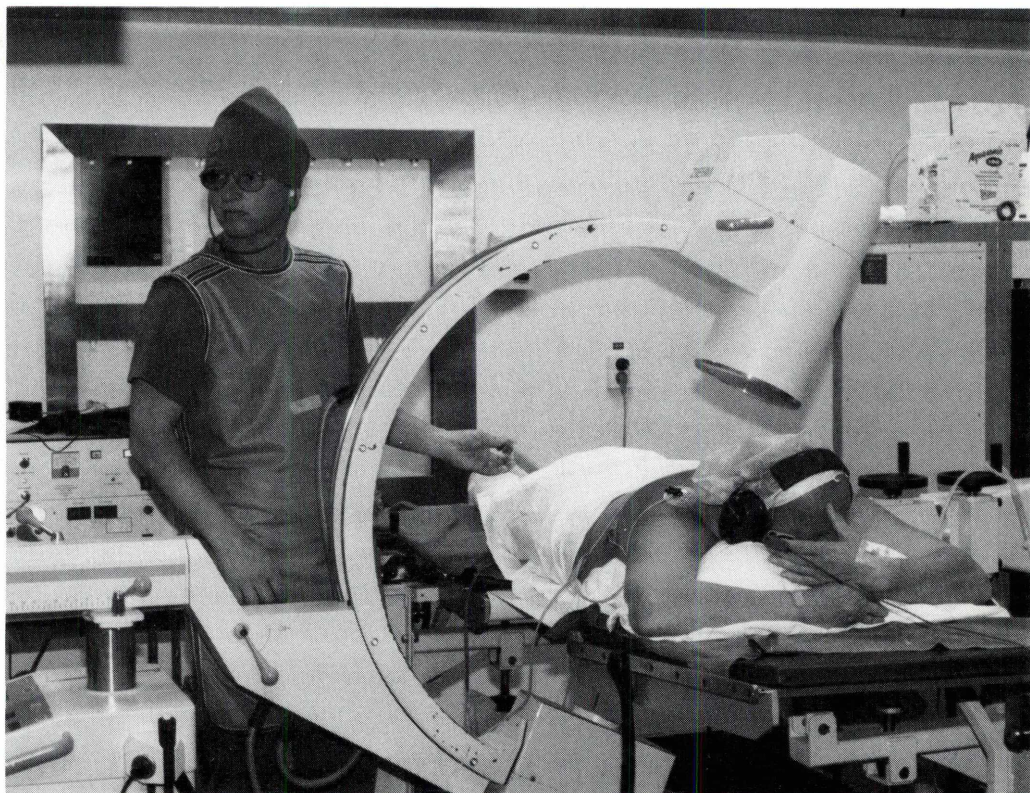
7. Röntgenfotografi av sten (det runda vita området) i njuren, (a) före och (b) strax efter ESVL behandling. De grusliknande fragmenten framträder tydligt till höger om den kateter som här införts för att underlätta utpassagen av urin och fragment under någon tid. Foto Diagnostisk röntgen, KS.

nad och obetydliga driftkostnader samt lågt behov av service (utföres vanligen av de Medicintekniska avdelningarna).

Arbetet har således medfört att många urologer i Sverige idag kan erbjuda sina patienter en skonsam ESVL behandling som komplement till övriga tekniker (laserlitotripsi etc) som användes vid den ytterst mångfacetterade sjukdom som urinvägssten utgör.

Systemens tidigare höga prisläge medförde att ESVL inledningsvis endast var tillgänglig vid speciella sten-center (många sjukhus delar även idag en utrustning, dvs utrustningen transporteras med lastbil efter ett fastlagt schema). Arbetet har också medfört att dyrbar import av ESVL utrustning har kunnat ersättas mot viss export.

Även Lithocut har av Semko och Sprima ernått godkännande enligt de medicinska normerna samt genomfördes en patientintränsgranskning och inlämnades flera patentansökningar.



8. ESVL behandling kräver en omfattande utrustning (Lithocut). Bilden visar Med dr Bengt-Erik Carbin vid KS Urologiska operationsavdelning i färd med att frakturera en njursten belägen nära uretärens utlopp från njuren. Patienten är vaken under behandlingen men får någon premedicinering för att kunna ligga helt stilla och inte äventyra den nödvändiga noggranna inriktningen. Vanligen får patienten gå hem samma dag som det icke-invasiva ingreppet utförts. Källa: Se bild 1.

## *ECP projektet*

Många män får förr eller senare besvär med vattenkastningen p g a prostataförstoring, benign prostata hypertrofi eller BPH. Orsaken är nybildning av sk adenomvävnad i prostatakörteln så att urinrörets passage straxt under urinblåsan utsättes för ett förhöjt kompressionstryck. Symptomen är successivt minskande urinflöde som t o m kan utvecklas till totalt stopp (retension) liksom vanligen täta besvärande trängningar, ofta nattetid.

Från 1950-talet har den vanliga åtgärden utgjorts av en endoskopisk "hyvling" av prostatakörtelnns övre del, sk TURP operation (transuretral elektroresektion, prostata). Även en större operation finns där man avlägsnar prostatakörteln ur sin kapsel med



hjälp av ett snitt genom bukväggen och vidare genom urinblåsan. En TURP operation kräver anestesi samt några dagars sjukhusvistelse och icke sällan blodtransfusion. Modern operationsteknik ger mycket goda resultat men oftast får dock patienten retrograd ejakulation, dvs sädesvätskan deponeras i blåsan vid utlösning.

Under senare år hade nya metoder baserade på hypertermi resp termoterapi börjat testas för behandling av BPH, inledningsvis i Japan, Frankrike och Israel. Även en operationshistoria med kryobehandling (kyla) av BPH finns beskriven, resultaten var dock tämligen dåliga då avstött vävnad fastnade i urinröret och patienterna måste behandlas för obstruktion akut. Metoden har nästan helt övergetts.

Den termiska behandlingen av BPH siktar på att skapa en väl-placerad nekros i det förstörade området av prostata som efter några dagars svullnad leder till att volymen reduceras. På sikt resorberas även de avdödade cellerna helt. Troligen förstör behandlingen även en del av de nervändar i området som signalerar urineringsbehov, något som anses minska trängningarna.

Metoden kan även med mindre intensitet användas för värmebehandling av det ofta långdragna, smärtsamma, sjukdomsyndromet prostatit, då framkallas dock avsiktligt inte någon termisk nekros.

### *Egen utveckling*

Jag beslutade mig nu för att utveckla en utrustning för termisk behandling av BPH. Jag valde att använda en teknik baserad på en intrauretral kateter som inskjutes i urinröret och lokaliseras i urinblåsan med hjälp av en uppblåsbar ballong. Jag insåg efter att ha utfört en del inledande studier att kylningen av det uppvärmda området närmast uretra, där energiutvecklingen kommer att nå sitt maxima, var ytterst väsentlig för att kunna skydda urinrörets slemhinna samtidigt som smärtförnimmelserna måste hållas så låga som möjligt. Behandlingen kan liknas vid en finavstämd datorstyrd balans mellan kraftfull värmning och kylning.

Arbetet diskuterades hela tiden i samarbetsgruppen vid KS där samma personer som vid ESVL projektet kom att delta. Lennart Andersson blev under denna tid emeritusprofessor och jag kom att få ett utmärkt samarbete också med nya klinikchefen i urologi, professor Peter Ekman. Samtidigt blev docent Anne-Charlotte Kinn chefläkare vid urologkliniken vid St Görans sjukhus. Utvecklingsfasens senare del kom därför att ske vid båda dessa sjukhus varimellan en utrustning pendlas.

Först uppbyggdes ett effektivt kylsystem baserat på en värmväxlare med en volym av endast 14 cl kylmedia och där kylningen åstadkommes med Peltierelement. Dessa matas med upp till 600 watt effekt från en tyristorregulator, i sin tur styrd av en liten



enkortsdator med sin programvara lagrad i PROM. En testutrustning riggades upp hemma på vardagsbordet och regulatorns reglerkoefficienter tunades för bästa reglerdynamik.

### *Olika radiofrekvens*

Efter tillverkning av ett antal olika kateterformade applikatorer utfördes sedan bl a djurförsök (åter på sövd gris) med olika radiofrekvens, 3, 432, 915 och 2 450 MHz. Våglängden blir i vävnad cirka tio gånger kortare än i luft p g a den cirka sextio gånger högre dielektricitetskonstanten. Försöken visade att både RF och mikrovågor kunde användas, bästa värmebild- och gradient erhöles med 915 MHz, varför denna frekvens valdes (våglängd i vävnad 4.4 cm, absorptionslängd 3 cm). 2 450 MHz gav liten värmebild och mycket stor värmeförlust i matande kabel som naturligt måste vara tunn. För frekvensproven användes bl a inhyrda amatörradiokomponenter. Kontakt togs även med Televerkets Frekvensförvaltning, även om förväntad fri utstrålning kunde bedömas som ytterst obetydlig p g a den stora dämpningen med applikatorn lokaliserad djupt in i kroppen.

En mikrovågsförstärkare uppbyggdes med god styrbarhet och försedd med dubbla motvända riktkopplare för exakt mätning av nettoeffekten. Generatoren försågs med ferritcirkulatorer för att skydda vid ofördelaktig stående våg (SWR). Den utfördes helt halvledarbestyckad, max uteffekt 150 watt. Televerket krävde vidare att oscillatorn skall vara urkopplad i Stand By.

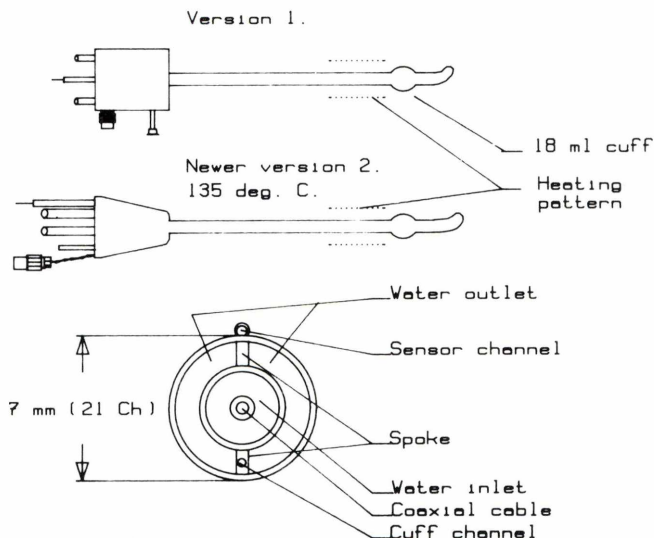
Parallellt med detta arbete utvecklades en helt ny intra-uretral kateter varvid jag hade mycket hjälp av ingenjör Gunnar Hekkelstrand och hans stora kunskaper om plastkonstruktioner.

För att kunna uppnå en högeffektiv kylning var det nödvändigt att ha en kateter bestående av mest tomrum så att ett stort kylflöde (14 gram/sekund) kunde beskickas utan farligt höga övertryck ( $\approx 1$  mVp). För att kunna nå en tunn vägg tjocklek och även uppnå möjligheten att autoklavera allt material som står i kontakt med patienten, valdes redan från början silikongummi av högsta grade (patientsäker autoklavering vid 135°C).

Ett multilumensystem extruderades med hjälp av en specialtillverkad dysa. Diametern valdes till 7 mm. En sådan tunnväggig kateter med en stelare kärna är smärtfri och lätt att föra in samt förhindrar effektivt uretraslemhinnan att skrynklas då den senare dilateras, vilket annars skulle kunna äventyra kyltransportfunktionen.

Inledningsvis testades med konventionella metalliska temperaturmätare men för att nå total frihet från växelverkan med mikrovågsfältet, komma ned i dimension samt för att komma ifrån elektriska säkerhetsproblem valdes optiska fibersensorer för temperaturmätningen.

Cooling water 7 ml/sec. dp = 3 mWp.



9. Ritning på den utvecklade intra-uretrala katetern som införes genom urinröret till urinblåsan där en uppblåsbar förankringsballong sørjer för lokalisationen och så att kylfönster och mikrovågsapplikator befinner sig exakt i rätt läge i prostatakörtelns övre del. Katetern utgöres av ett extruderat tunnväggigt multilumensystem i silikongummi. Katetern kan återanvändas omkring 100 ggr men autoklavsteriliseras mellan varje användning i 135°C vattenånga för att helt undanröja risken för kontamination. Källa: Se bild 1.

Genom temperatursensorns oundvikliga närhet till kyllumen uppstår ett systematiskt modifierande mätfel. Då denna deviation är mycket lika för olika kateterindivider har felet kunnat kompenseras till ett obetydligt restfel med ett i datorn inlagt polynom innefattande även den av systemet kända kyltemperaturen. Dvs temperaturmätningen blir "true".

Ett omfattande arbete var programmeringen av huvuddatorn (totalt ingår fyra sammankopplade datorsystem). Som dator användes en för realtid anpassad och avstörd PC.

Svårigheten vid denna typ av projekt är att hårdvaran inte finns färdig vid inledningen av kodningen. Mjuk- och hårdvara måste sas byggas parallellt. Totalt nedlade jag över 450 timmars arbete på kodningen. Arbetet strukturerades så att jag först hemma på kvällstid gjorde skelettet i koden samtidigt som dagarna användes för att bygga och testa hårdvaran. Koden måste göras med sådana interrupt-strukturer att viktiga funktioner aldrig kan hamna i "bakgrunden" eller i ändlösa lopar etc.

*ECP-tekniken* Tekniken, som tillhör familjen TUMT (Trans Uretral Mikrovågs Termo Terapi), gavs nu namnet ECP som står för "Electro Coagulation /Partially/ of the Prostatic Gland". Att denna förkortning även kan skämtsamt uttydas som "Easy Pee" var knappast en nackdel.

Utrustningen fick formen av en cirka en meter hög rackenhet på hjul med en vikt av omkring 120 kg. Ovanpå denna återfinnes sedan huvuddatorn ON LINE med tangentbord och bildskärm.

Den första behandlingen utfördes på Karolinska Sjukhusets urologiska klinik i september 1991. Denna behandling liksom följande har alltid gått utmärkt, vi har aldrig behövt avbryta en behandling. Från starten behandlade vi under 60 minuter.

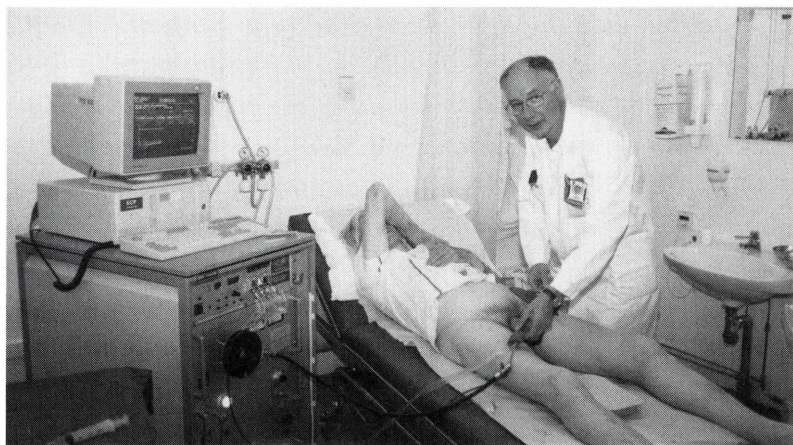
Vid behandlingarna uppritas väsentliga parametrar som kurvor på skärmen och dessa lagras samtidigt på hårddisken och kan studeras med ett speciellt utvecklat statistikprogram. Jag har alltid själv medverkat vid behandlingarna vid KS och St Göran och därvid har funktionerna kunnat förfinas på ett mycket effektivt sätt. Samtidigt har jag i lugn avstressad miljö kunnat samtala med omkring 150 patienter och fått mycket värdefulla synpunkter.

Med hjälp av dessa data utförs analysarbete samtidigt som en datorbaserad modell kontinuerligt utvecklas. Denna tre-dimensionella modell är baserad på den sk Bio-Heat ekvationen med Laplace gradientbeteende och för simuleringen av cellpåverkan använder jag en modifiering av Arrhenius reologiska integralekvation, publicerad första gången år 1889. Bl a kan ofta en successiv reduktion av värmningsmotståndet ses under behandlingen som ett tecken på att perfusionen i de centrala delarna av det behandlade området delvis slagits ut. Modellen innefattar simulerad perfusion.

*Behandlings-*  
*tiden kortas* Detta arbete kalibrerat med kliniska data visade under sensommar-  
ren 1992 att det skulle gå att reducera behandlingstiden till endast 30 minuter totalt. Detta är naturligtvis av stort värde för både patient och personal. Professor Peter Ekman godkände i augusti 1992 behandling med endast 30 minuters exponeringstid samtidigt som vi började skissa på en randomiserad multicenterstudie med sk sham-arm för noggrann bestämning av placeboeffekten (systemet fanns vid denna tidpunkt på flera sjukhus i Sverige samt i England). Sham-studien leds av en doktorand i urologi.

Resultaten från dessa nu allmänt tillämpade kortare behandlingar visade sig bli mycket goda. Docent Bo Bergman vid KS Urologiska klinik kunde i en sammanställning visa att samtliga behandlade patienter återfick normalt urinflöde för sin ålder samt även blev kvitt mycket av de besvärande trängningarna. Be-





10. Poliklinisk behandling av benign prostata hyperplasi (BPH) vid urologmottagningen, KS. Docent Bo Bergman och författaren utför här den helt icke-invasiva operationen som endast pågår 30 minuter. Patienten, som är helt opåverkad (några patienter kan besväras av "falska", av värmen framkallade, trängningskänslor), kan direkt efteråt gå hem men måste naturligtvis komma tillbaka för noggranna undersökningar vid flera senare tillfällen. Till vänster syns ECP konsolen med den intra-uretrala katatern införd genom urinröret. Optimal klinisk effekt nås först efter några månader. Källa: Se bild 1.

handlingarna, som nästan alltid sker polikliniskt, är inte så obehagliga för patienterna och någon annan bedövning än det i glidgelen inblandade xylocainet behövs ej. Genom den effektiva kylningen blir slemhinnetemperaturen till visst djup endast måttligt förhöjd vilket i hög grad bidrar till lågt obehag.

Knappt 4.2 wattsekunder kan förändra temperaturen 1 grad per sekund hos 1 gram vävnad (även blod) och vid behandlingarna tillföres 25 till 90 watt. Temperaturen i prostatas varmaste delar kan nå 55°C men temperaturen i urinröret får aldrig överskrida 46 grader (är ofta t o m lägre än 37°C p g a den lokala kylningen). Temperaturen i tarmslemhinnan övervakas också noga och får aldrig överskrida 43°C. En så hög temperatur som 55°C leder snabbt till dödliga cellskador. Terapeutiska nivåer kan uppnås inom 2 till 3 minuter (den icke-stationära fasen). Cirka 21 gram vävnad nås av en energidissipation cirka 2 500 ggr den normala metabolismens (600 Watt/m<sup>3</sup>, dvs energiutvecklingen i patienten är under behandlingen närmast fördubblad och patientens generella kroppstemperatur stiger cirka 1°).

Idag har åtta behandlingssystem för BPH tillverkats och finns förutom i Sverige också i Norge, England och Ryssland. Även

detta system är godkänt av Semko samt finns patentintrångsgranskning och patentansökningar för de speciella tekniker som utvecklats.

Framtiden får utvisa hur tekniken slutgiltigt kommer att värderas för behandling av BPH. Själv är jag säker på att detta är en utmärkt icke-invasiv teknik för skonsam och närmast riskfri men också billig behandling av väl utvalda och kanske även "tidiga" fall av BPH.

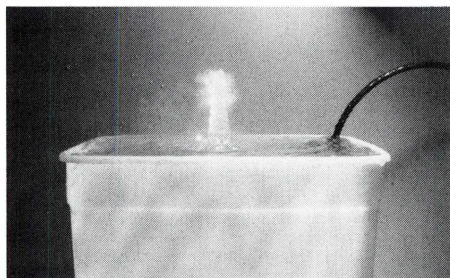
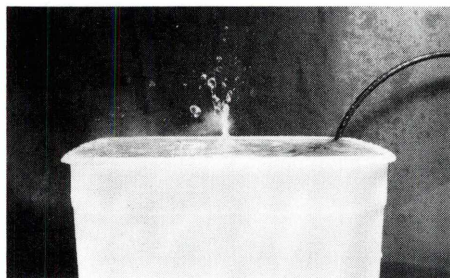
Det är mycket viktigt att informera patienterna om att den närmaste veckan efter en behandling kan innebära en hel del problem såsom sveda, blod i urinen etc. Patienten har ofta under några dagar postoperativt en kateter så att urinstopp inte inträffar p g a svullnaden som kan uppstå. Troligen kan dock kateter helt undvikas med en mindre dos av ett sk antiflogistiskt farmaka.

## *Högeffekt ultraljud*

Detta arbete utgör mitt "drömprojekt", en "akustisk strålkniv". Jag har nu arbetat med högeffekt fokuserat ultraljud för tumörterapi i olika omgångar under närmare femton år. Problemet med denna extremt potentiella teknik är att den är så oerhört svår och komplex.

Samtidigt ligger potentialen i att tekniken innebär en möjlighet till helt icke-invasiv sk ablation av tex en tumör. Detta då, i

11. Bilderna visar det uppkast som p g a strålningstrycket (radiation pressure) erhålles hos en fri vattenyta då en (icke-fullskalig) fokuserad experimenttranducer ( $f = 80$  mm) riktas underifrån och upp med fokus i vattenytan. Verkan av den i texten nämnda kavitations-spridningen framträder tydligt. Övre bilden är sålunda utförd med kranvatten med stort innehåll av lösta gaser (ger stort fokalområde) medan undre bilden är utförd med avgasat vatten (ger nålformat fokalområde). Notera särskilt vattenpelarnas bas. Källa: Se bild 1.

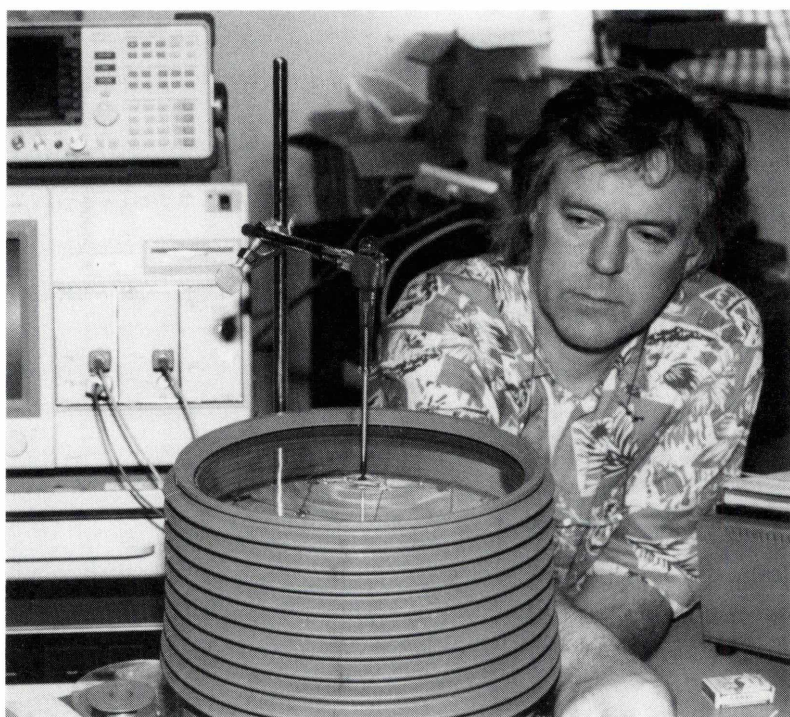




motsats till fallet för joniserande strålning, utan att någon begränsning föreligger p g a den sk ackumulerade helkropps-dosen. Dvs i princip kan behandling med denna teknik tänkas upprepas ett flertal gånger (förhoppningen är dock inte att man skall kunna bota en svår tumör med tekniken, men att väl lindra besvären och kanske fördröja progressen).

Principen är enkel att ytligt beskriva. Utåt liknar nämligen utrustningen en ESVL-maskin. Ljudvågor genereras vid en frekvens i området 1 MHz (våglängd i vävnad cirka 1.5 mm) och så att dessa konvergerar mot ett fokalområde likt solen genom ett brännglas. Ljudet utsättes för en dämpning på sin väg genom vävnad men kan nära målet ge upphov till en hög intensitet. Då nås i fokus ett flertal fenomen såsom kavitationsbildning, friktionsvärme, mikrojet-strömning, i vissa fall t o m bildning av fria radikaler.

**Kavitation** Tillföres ljudet kontinuerligt uppstår stående-vågbildning genom interfererande reflektioner. I sin tur ledande till ett tre-dimensionellt stående-våg- eller fasgrid-mönster (jmf laserholografi) i väv-



12. Bild av den nu uppbyggda fullskaliga "akustiska strålknivsgeneratorn" där ingenjör Bo Lindström (medhjälpare till författaren sedan många år) här utför uppmätning av faslinjariteten från de olika piezoelektriska delementen. Källa: Se bild 1.



naden med speciellt "lockande positioner" för växande och dynamiskt växelverkande, i olika svängningsmod oscillerande bubblor.

Ett av huvudproblemen är att bildade kavitationsbubblor genom ickelinjär dämpning och brytning kan blockera den avsedda geometriska utbredningen, dvs det teoretiska fokalområdet kan mycket lätt bli ostabilt med skador på fel positioner t o m långt ifrån fokus. Skall metoden kunna tillämpas kliniskt krävs sannolikt därför en mycket sofistikerad styrning där olika tekniker användes för att övervaka, återföra och bibehålla önskad balans. Tekniken har också stark koppling till modern kaosteori.

Idag sker omfattande experiment med tekniken och en fullskaletransducer uppbygges fn tillsammans med kringutrustning. Liknande aktivitet rapporteras också från andra grupper i världen och framtiden får på nytt visa om tekniken kan komma att tillämpas rutinmässigt för skisserade icke-invasiva ingrepp.

### *Summary Medical technological developments in a small firm in Sweden*

In this article development work in the field of medical technology at a very small company in Sweden, Comair AB, is described. Several of the projects are funded by The Swedish Board of Technical Development (STU/NUTEK).

Most of the clinical research- and evaluation work is performed at the Karolinska Hospital and St Görans Hospital, Stockholm.

Four main projects based on ultrasound, shock-waves and micro-waves are discussed. 1) Sonocut—a surgical ultrasonic steam-autoclave able aspirator for tissue-selective removal of brain tumours, 2) Lithocut—a system for often non-hospitalising and non-invasive fracturing of urinary stones (ESWL), 3) ECP (Electro Coagulation /Partially/ of the Prostatic Gland)—a system for polyclinic and non-invasive treatment of benign prostatic hyperplasi (BPH) with steam-autoclave able intral-uretral catheter and, finally, 4) a new and potentially promising totally non-invasive technique based on high-intensity focused ultrasound with the aim of ablating tumour tissue.

Some of the basic problem profiles for each project are discussed and so is also the medical background.

The article focuses on the small company's problems in this highly-high tech and interdisciplinary niche but also on the efficiency possible with a small organisation having good scientific teamwork.

None of the projects is completely new in concept; however several techniques are further developed and refined to achieve very good clinical results combined with low costs for investment and use.

# *Idéutvecklingen kring fordon med i kurvor lutningsbara vagnskorgar*

*Av Julius Lindblom*

Redan år 1934 började mitt intresse för fordonsutveckling. Vid en tävling för motorcyklar med sidovagn väcktes en idé. De åkande förflyttade sin tyngd i förhållande mot ekipaget vid kurvtagning för att motverka risken för stjälpning. Vid SJ var man just då ifärd med att ersätta två-axliga lokaltrafikvagnar med Jacobsboggier, vilket betyder två vagnkorgsändar vilande på gemensam boggi.

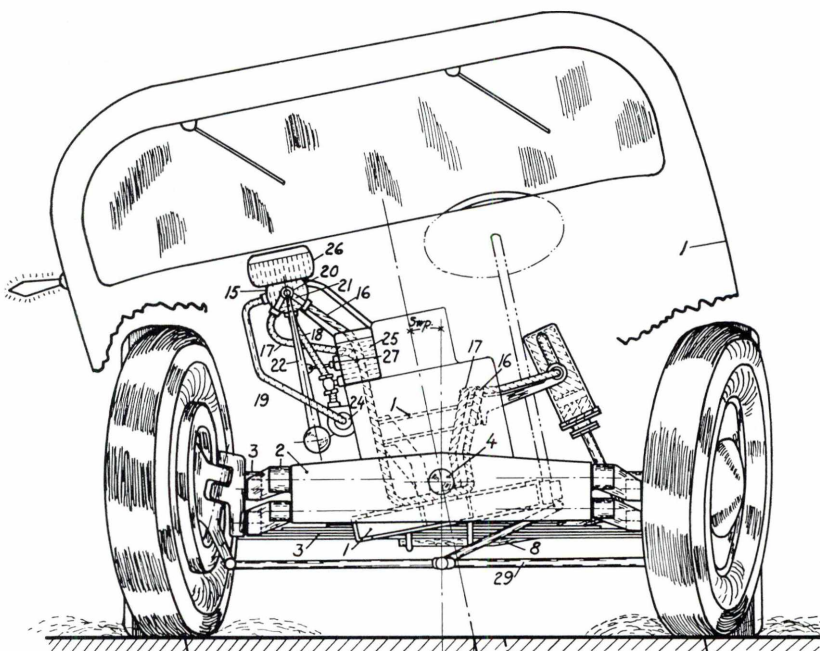
En tanke var, skulle högre hastighet på tågen kunna uppnås utan stjälpningsrisk i kurvor om boggierna snedbelastades efter samma princip som nämnda motorcykel? Min första patentansökan gällande denna idé inlämnades och hade benämningen "Anordning för erhållande av automatisk snedbelastning vid med boggier försedda järnvägståg". Vid föredragning hos SJ granskades mitt förslag och bedömdes så, att anordningen visserligen minskade stjälpningsrisken, men nu ökade i stället klättringsrisken för ytterhjul i kurvor genom avlastningen. Man tyckte att jag skulle fortsätta att tänka: SJ hade behov av sådant folk.

Ett samarbete etablerades med ingenjör H Rost, som sysslade med försäljning av uppfinningar. Mina uppgifter i detta samarbete var att vidareutveckla uppfinningen och lämna över material i form av text och ritningar.

Nästa steg i utvecklingen innebar, att de små hjul som överfört vagnsbelastningarna vid ytterändarna på boggierna nu i stället utan vagnsbelastning fick rulla på kupade rullbanor och därmed ge vagnskorgarna en extra lutning i kurvor. Detta med syfte att ge passagerarna en bekvämare åkkomfort. Men vad händer om tåget måste stanna i en kurva med denna extra kvarstående lutning?

*Automatisering är målet*

Det måste vara obehagligt att råka ut för en sådan situation för passagerarna. Hela lutningsanordningen måste naturligtvis automatiseras. Det som krävs för automatisering av anordningen är



I. I princip sändes denna lösningsidé på korglutning i kurvor till företag världen över år 1938.

impulsgivande don som avkänner rådande naturkrafter och där-  
 efter styr verkställande don för vagnkorgslutningen.

Nu trycktes informationsmaterial för att sändas till eventuella  
 köpare av idén med korglutning, ett A3 ark som innehöll beskriv-  
 ning på engelska och bilder i princip samma som framgår av figur  
 1. Som synes är det en dämpad pendel som styr de hydrauliska  
 karosseriinställningsdonen. Detta blad sändes år 1938 till for-  
 donstillverkare, bland andra även Volvo och järnvägsförvaltning-  
 ar världen över. Intresse fanns och artiga erkännande svar kom  
 men tiden var inte den rätta. Ett frö var emellertid sått och grod-  
 de med stor sannolikhet senare hos fler av de tillskrivna förvalt-  
 ningarna som framgår enligt senare i texten.

Kriget kom emellan, men utvecklingsarbetet fortsatte oförtrutet.  
 Nya tag togs för att intressera fordonstillverkare.

## ASEA överhopade

År 1945 tillskrevs ASEA med bifogade ritningsförslag på lut-  
 ningsanordning för fordon. Svaret blev att man för tillfället var så  
 överhopade av leveranser att man ej kunde bidra med vidareut-  
 veckling. Samarbetet med Rost upphörde då någon försäljning av  
 uppfinningen ej omgående syntes föreligga.



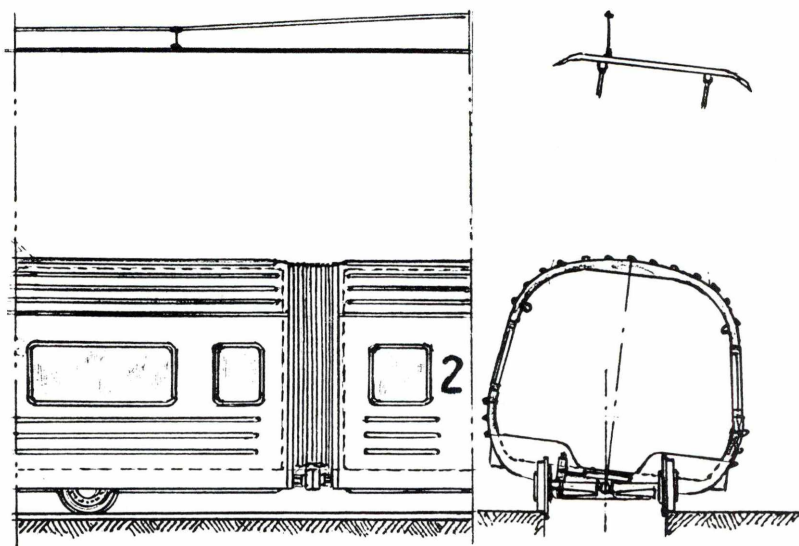
## Besök hos SJ

Vid presentation av senaste konstruktionsförslag hos SJ år 1952 blev svaret att man ej fick mer betalt om man körde tågen fortare. Bara några år senare hade tongångarna hos SJ ändrats så att kanske idén var bra för persontåg, då doseringen i kurvor ej kunde höjas ytterligare med hänsyn till de långsammare godstågen. Om doseringen höjdes så skulle innerrälsen i kurvor bli nedtryckt av de långsammare tågen. Men då SJ ej var någon tillverkare av fordon så hänvisade man till industrin.

## ASJ

Vid Svenska Järnvägsverkstäderna ASJ i Linköping hade man år 1953 tagit fram ett mindre tågsätt påminnande om det Spanska Talgotåget. Talgotågen har korta vagnar med en enkelaxel i bakänden medan framänden hänger som en trailer på framförvarande vagn. Ytterhjulena skär ej med flänsen i kurvor utan går med viss positiv vinkel från rälsen. Vid ett tillfälle lär man experimentellt tagit bort hjulflänsarna och tåget klarade kurvor utan urspårning.

ASJ kallade sitt tåg för KLL (Korta-låga-lätta). Vagnarna hade en enkelaxel i varje ände och koppel som vid hopkoppling gjorde att vagnsändarna kom att vila på en gemensam boggi med koppel som sammanhållande ram i sagda boggi. Flera kontakter togs med ASJ och förslagsritningar lämnades på lutningsdon vid kurvgång för vagnskorgarna. All kontakt med detta företag avslutades med att man ej önskade inblandning i deras verksamhet. En förslagsprincip visar figur 2. Hade man börjat upptäcka fördelarna med vagnkorgslutning i kurvor? För att utprova första förslagen på impulsdon fäste jag ett sådant provisoriskt i en personbil och



2. Förslag till lutningsanordning på ASJ:s KLL-tåg.

kopplades till grön lampa till höger och röd dito åt vänster. Vid högerkurva lyste alltså röd lampa och anordningen fungerade för impulsgivning.

### *Nu byggs hårdvara*

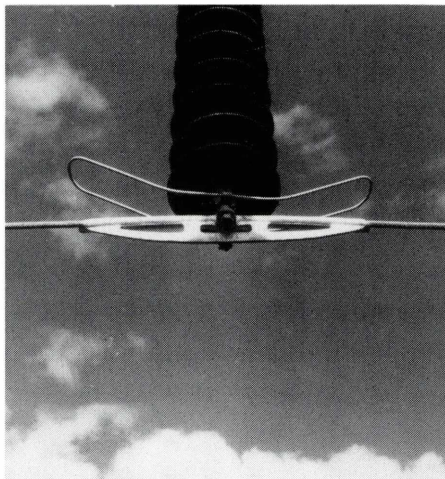
Samma år 1953 hade jag byggt färdigt en bil med VW-motor och kaross av trä med aluminiumklädsel och lutningsdon för karossen inbyggda. Detta var världens första fordon enligt figur 3 med i kurvor lutningsbar kaross och hade syftet att praktiskt utprova lutnings- och impulsdon. En sak framkom snart och blev kompletterad. Det dämpade pendeldonet var för trögt, Lutningsinställningen kom något försenad. Ett annat don som tidigt indikerade kurva infördes. Donet styrdes i detta fall vid rattvridningen. Om det gäller järnvägsfordon skulle detta don sitta längst fram i tågsättet och i båda fallen hade donet uppgiften att vid kurva påskynda pendeldonet att ge snabbare impulser till de för lutningen av vagnskorgarna verkställande donen.

Hur kunde jag klara ett sådant fordonsbygge? Vid verksamhet med anknytning till kraftledningar, konstruerade jag en linhållare för uppbäring av kraftlinorna. Denna linhållare som framgår av figur 4 hade egenskaper av mjuk anliggning mot burens lina genom sin stora rundning. Vibrationer som lätt uppstår för frihängande

3. Världens första fordon med i kurvor lutningsbar kaross. 1953.







4. Linhållare för kraftledningslinor.

linor kan med tiden leda till utmattning med fler och fler trådbrott. Genom den stora rundningen vandrar nodpunkterna vid vibrationer för linanliggning så, att linhållaren själv dämpar uppkomna svängningar. Denna linhållare betalade mina vidare experiment.

År 1956 provade SNCF i Frankrike en vagn med vagnskorgen pendelupphängd på hög fästpunkt. En till synes enklare metod för korglutning i kurvor. Den krävde emellertid mängder av dämpningsdon för att ej komma i egensvängning. Dessutom gick vagnen snedlutad även på raksträcka om passagerarfördelningen blev för ensidig.

#### *Första resan med ett lutande fordon*

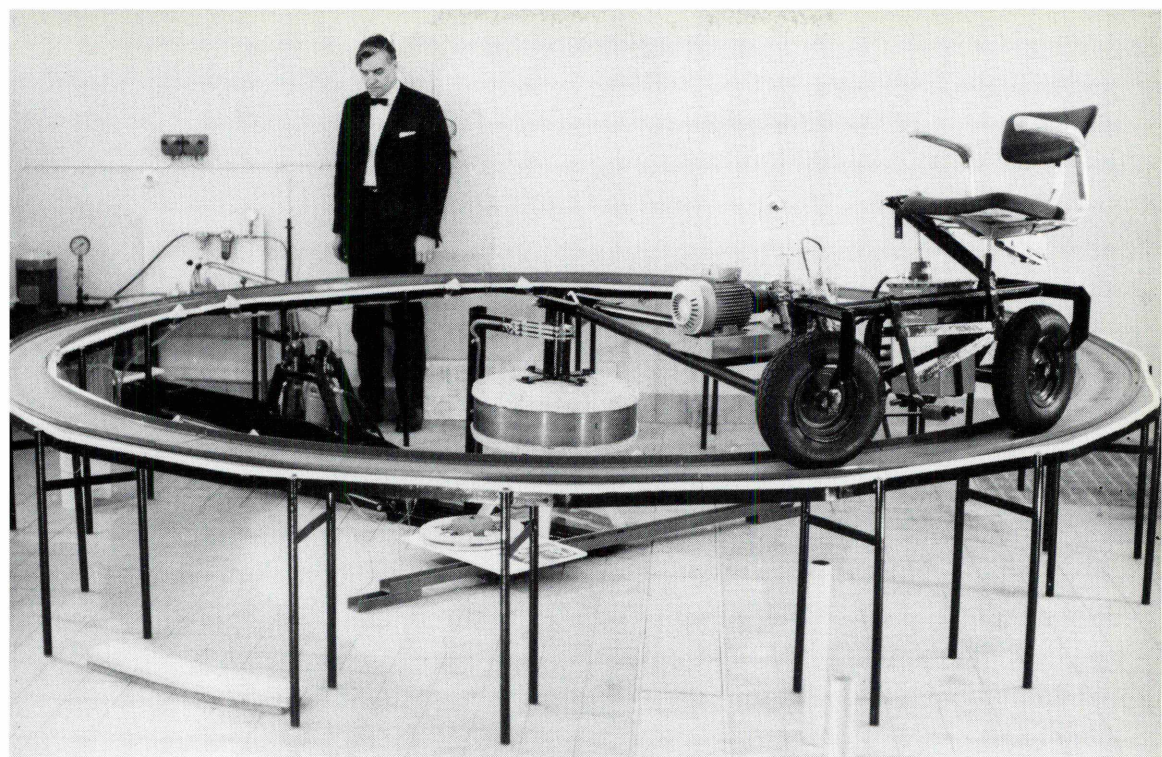
År 1957 hade jag byggt om en VW-buss till att karossen styrdes av inbyggda lutningsdon. Med den bussen företogs en rundresa till olika företag i Tyskland. Förutom bil- och bussföretag besöktes Alweg i Köln. Det tåg som Wennergren låtit bygga hade gummi-hjul som omslöt en betongbana. I kurvor lutade betongbalken till ungefär 45°. Man var helt medveten att om dessa tåg kom till användning så skulle min uppfinning vara till nytta för att rätta upp vagnskorgarna horisontellt i förhållande till hjuldonen om ett sådant tåg måste stanna i kurva.

År 1960 börjar CN i Canada köra ett tåg benämnt Turbotrain. Detta tåg hade turbodrift och sina vagnskorgar upphängda på hög fästpunkt som pendlar.

#### *En provbana för skolbruk*

År 1967 byggde jag en provbana för reglertekniska studier av lutningsdon vid Wasa tekniska Gymnasium i Stockholm. En hydraulmotor drev runt en vagn enligt figur 5, där stolen var lutningsobjektet. Med ett hydrauliskt lyftdon kunde passagerare lyftas upp





5. Förf vid rundbana med vagn där stolen är lutningsobjektet.

till stolen. En professor i fluidteknologi vid KTH sade vid besök att han ej tidigare sett en anläggning som så tydligt visade vad som skulle visas.

**SJ och ASEA** År 1969 utger SJ en bok "Höga hastigheter i SJ persontrafik tekniska förutsättningar". Författarna till denna bok kom från företag som jag tidigare kontaktat, ASJ, SJ med flera. Kort efter provades tågsättet X1 3015 som blivit iordningställt av ASEA med kurvlutningsdon.

År 1970 har RENFE i Spanien börjat köra Talgotåg med vagnskorgar vilande på luftgummibälgar placerade i taknivå. En ventil finns anordnad i tvärgående luftledning mellan bälgarna. Normalt är denna ventil stängd men öppnas vid in- och utgång i kurva så att lutning kan verkställas respektive avslutas.

**Styrd vagnkorgslutning** År 1973 hade JNR i Japan på sina smalspåriga banor och SBB i Schweiz tågsätt där vagnskorgarna i kurvor styrdes hydrauliskt till lutning på tvärställda kupade rullbanor.

År 1973 tecknade jag kontrakt med ASEA på basis av svenska patentet 332 439. En lång serie kontakter inleddes med översändande av konstruktionsförslag på lutningsanordningarna.

År 1975 hade jag ytterligare en bil klar med inbyggda karosse-

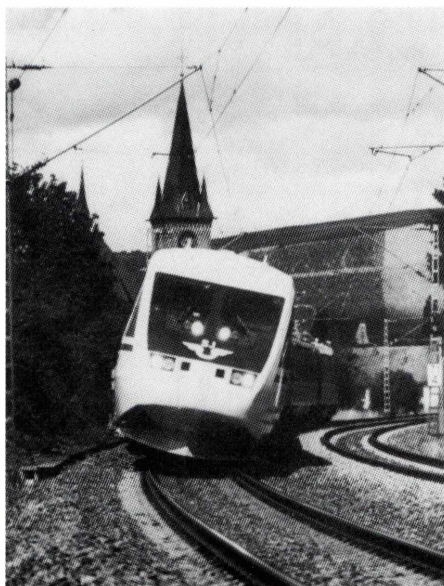
rilutningsdon, nämligen en gas-vätskefjädrad Citroën. Här fanns hydrauldonen ända ut till hjulen. Alla experimentbilarna finns dokumenterade på både film och video. Samma år börjar ett mångårigt prov bedrivet av SJ och ASEA med ett ombyggt tågsätt nu benämnt X15-3. Detta tågsätt hade börjat år 1948 som s k snabbtåg mellan Stockholm och Göteborg och efter avställning fick det nya uppgifter att utprova korglutningssystem.

År 1979 gjordes en rundresa i USA med syfte att se om något gjorts samt att väcka intresse för lutningsdon. Såväl förvaltningar t ex Amtrak som den gemensamma provanläggningen för järnvägarna i USA, den i Coloradoöknen nära staden Pueblo, besöktes. Här fanns anlagda spår både med utmärkt och extremt dåligt spårläge. I en inomhusanläggning kunde fordon ställas upp på rullar som fick motsvara skenorna. Fordonen stod stilla men kunde likväl köras med varierande hastighet och till och med simuleras att gå i kurva.

År 1985 höll BR i England som bäst på att prova sitt APT (Advanced Passenger Train). Flera anordningar som ej hade något direkt att göra med lutningsdonen gav så stora besvär att hela projektet lades ned. Vagnskorgarna hängde i pendeldon anbringade vid boggirarnas. Samma typ av korgupphängning användes vid FS i Italien i deras Fiatbyggda tåg med benämningen "Pendolino".

### *Kontraktet med ASEA förfaller*

Den 16 juni 1986 utgår giltigheten för sista svenska patentet 332 439 angående vagnkorgslutning och därmed förfaller även mitt kontrakt med ASEA. Samma år i augusti beställer SJ X2000-tågen efter ca fem års offertförhandlingar. Figur 6 visar X2000 i



6. Snabbtåget X2000 på provtur i Tyskland.



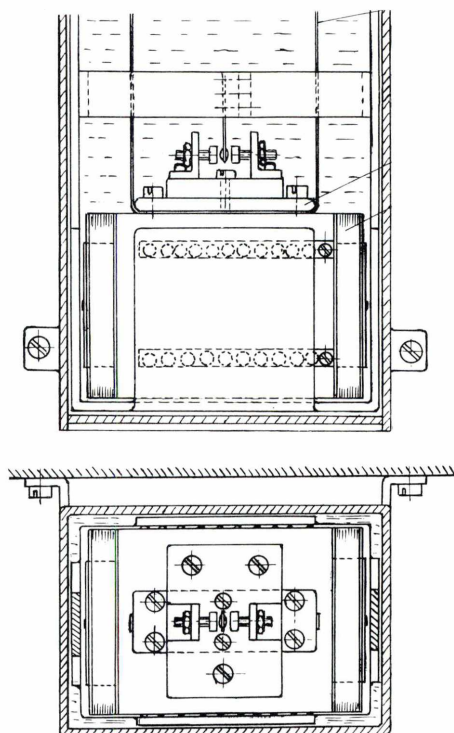
full aktion, här under demonstrationskörningar i Tyskland. Dessa tågsätt har en uppgift att fylla både i Sverige och utomlands på befintliga banor med kurvradier på 600 till 2 000 m.

### *Volvo kommer igen*

Som kuriosa kan nämnas att Volvo som tillskrevs år 1938 angående korglutning i kurvor och då svarade att uppfinningen var tekniskt riktig men att man ej för tillfället kunde bidra med vidareutveckling. Nu återkommer tillfället år 1986 (nästan 50 år senare) med att Volvo provkör en bil med kurvlutningsdon för karossen. Även Mercedes som tidigare besökts har vid ett tillfälle visat ett fordon som kunde luta karossen åt rätt håll i kurva.

### *Impulsdonens utformning*

Figur 7 visar ett impulsdon där en vikt är innesluten i en låda samt är hängande i stålband. Lådan är fylld av en vätska med lämplig viskositet för att dämpa pendeln mot olämpliga rörelser. Vid pendelrörelse ger ett kontaktdon utgående signaler till för korglutningen verkställande don. Pendeldonet får genom vätskan en viss tröghet som gör att systemet kan komma i försenad verkställighet. Detta löses med ett impulsdon som påverkas att ge utgående signaler vid snabba ratt Rörelser vid vägfordon eller sitter donet längst fram då det gäller tågsätt och påverkas att ge signal redan vid



7. Impulsdon.



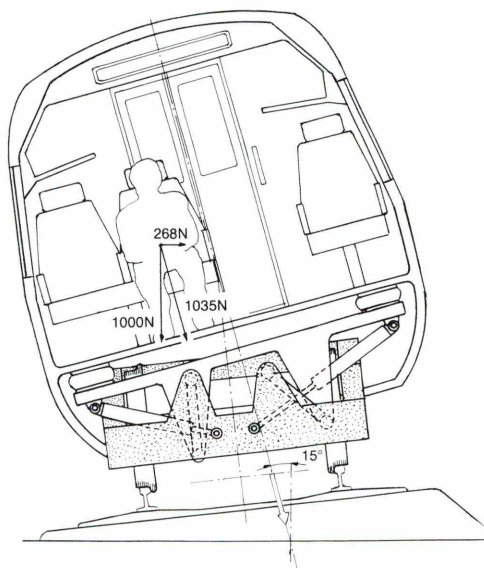
ingången i övergångskurvan (radien från att vara oändlig blir nu mindre och mindre samtidigt som bandoseringen kontinuerligt ökar fram till kurvans huvudsakligen konstanta kurvradie) före den verkliga kurvan med fast radie. Först nämnda impulsdon tvingas t ex magnetiskt till snabbare impulsgivning av senast nämnda impulsdon. Med sådana samverkande impulsdon kommer lutningsanordningen att verka vid varje hastighet och varje kurvradie. Det betyder att om fordon stannar i doserad kurva så horisontalställas vagnskorgarna. X2000 har också impulsdon längst fram och don i vagnskorgarna men har för tillfället missat sistnämnda fördel. Vid tågsätt får en dator taga hand om signaler från främst placerade impulsdon och sedan på lämpligt sätt vidareända signalerna till följande vagnar. Vid långt tågsätt kan först vagn börja luta åt annat håll än det håll sista vagnen är på väg att luta. Andra typer av impulsdon kan vara gyro som reagerar för vinkelavvikelser eller en massa infäst mellan piezoelektriska kristaller som ändrar motstånd vid ändrad tryckbelastning.

### *Snabba tåg utan kurv-lutningsdon*

I Japan, Frankrike och Tyskland har nya banor byggts med kurvradier från 4 000 till 7 000 m. Dessa banor är mycket välbyggda men också mycket kostsamma. I Frankrike heter tågen TGV och i Tyskland IC. Lutningsanordningarna skulle ändå kunna vara till gagn för dessa tåg om de tvingas stanna i doserad kurva. Doseringen kan nämligen närma sig så mycket som ca 6°. Tågen skall då även kunna köras med förhöjd hastighet på det äldre bannätet.

I den tidigare nämnda SJ-boken siktade man på högsta tågshastighet 220 km/h och en korglutning på ca 8°, tillsammans med bandoseringen ca 15°. Det praktiska resultatet blev 200 km/h och korglutning 6,5°. Boggierna är av s k mjuk typ (stora gummielement vid lagerboxarna) tillsammans med hjulens koniska rullytor åstadkommer detta förhoppningsvis radiel axelinställning i kurvor. Något slitna hjul och andra omständigheter gör oftast den önskvärda axelinställningen tvivelaktig. Däremot kränger de mjuka boggierna så att lutningsinställningen i stället för 8° blir 6,5°. Det kan vara intressant att stanna till ett tag med teorin om järnvägshjul med konisk rullyta. Med en nominell diameter på 900 mm och 1 mm i diameterskillnad mellan inner- och ytterhjul blir den teoretiska kurvradien 1 350 m och med 3 mm diameterskillnad motsvarande 450 m. Med detta undvikes axeltorsion i kurvor. Med något slitna hjul och den mängd olika kurvradier som förekommer är helt naturligt idealet sällsynt. Lösningen är enkel-axelsystem med separata friroterande hjul med cylindrisk rullyta samt ett styrbart fjädersystem t ex av gas-vätsketyp.

Hur påverkas passagerare av de krafter som uppstår vid åkning i fordon genom kurvor? Figur 8 visar teoretiska läget vid kurvra-



8. Hur naturkrafterna påverkar passagerare... (se texten).

die 2 000 m och hastigheten 260 km/h. Om fordonet skulle framföras utan vare sig bandosering eller korglutning skulle passageraren utsättas för en sidokraft av nästan 27 % av sin tyngd. Vid visat fall ger samverkan tyngd- och sidokraft en icke märkbar ökning av trycket mot golv och stol med endast 3,5 %.

Vilka fordon kan lämpligen utrustas med korglutningsanordningar? Om man inte kan bygga nya banor med stora kurvradier till stora kostnader är järnvägsfordon lämpliga objekt. Då det gäller vägfordon är ambulanser och lastfordon för transport av levande djur bra exempel. Möjligen kan vissa bussar också utrustas men då det gäller personbilar skulle förarna lätt kunna vilseledas. En bil som går i kurva klarar minsta radie som friktion mellan gummi-hjul och vägbana tillåter och den banan bör helst ligga inom vägbanan.

För järnvägsfordon visar figur 8 att resulterande kraft ligger betryggande innanför ytterrälsen. Ytterhjulerna får också högre belastning så att klättringsrisken för hjulflänsarna minimeras. Det hindrar inte till en strävan att hjulen helst bör vara radiellt inställda, alltså helt befriade från flänsskärning.

De många utvecklingsstegen som nämnts döljer många motgångar och stora besvär för att uppnå riktiga resultat. Ursprungligen experimenterades med mekaniska lutningssystem tills slutligen hydrauliska system valdes. För dessa system fordras stor renlighet men det hindrar inte att olämpliga fragment då och då smög sig in i systemet och ställde till förtret. En regel gäller att får man

ett hydraulsystem att fungera kan man glömma detsamma utom att oljan med lämpliga intervaller måste bytas. Första förslagen på impulsdon kontrollerades som tidigare nämnts med lampor. Även i fortsättningen använde jag lampor för att få koll på att styrsignalerna var verksamma. Även rörsystemen färgkonditionerades för att bli rätt kopplade. Före den åtgärden kunde lätt förväxlingar ske. Till och med för de stora byggarna kunde sådana förväxlingar inträffa. Det är naturligtvis lätt att skifta till rätta lägen men har testkörning börjat är det mycket obehagligt om det lutar åt fel håll.

### *The development of tilting cars for use on curved railway lines*

#### **Summary**

The article describes the development of tilting cars on curves. In principle the setup was established in 1938 to give Carriagebodies the right position at every speed and every curve radius. The first experimental car was built in 1953 and was followed by a VW-bus. This bus was shown to people in German factories. The last experimental car was a rebuilt Citroëncar made in 1975. An information pamphlet was sent out all over the world to industries and railway workshops in 1938. After World War 2, France, Canada and Spain built trains with car bodies hinging from a high position over the rail as pendulums. Later Japan and Switzerland developed hydraulically steered car bodies on rollers arranged to give tilting. Finally England developed its APT-train. This project is rejected. The Swedish X2000-train also employs car bodies with a tilting mechanism and is now in use. Other countries are interested in this project. My contract with ASEA was valid up to june 1986. In the same year, in august, the Swedish National Railways (SJ), ordered the trains.



# Världens första motorcykel

Av Gert Ekström

I Tyskland tillverkades mellan åren 1893 och 1897 en cykel med en liggande tvåcylindrig motor. Med denna Hildebrand & Wolfmüller föddes begreppet *motorcykel*. Två eller tre exemplar av de första serietillverkade inköptes till Sverige 1894 och 1895, två är bevarade. Nedan beskrivs motorcykeln och den unika pionjäranda bland svenska "motormän" som gjorde att motorcyklarna kom till Sverige.

## *Motorsport och tävlingar*

Bland alla andra idrotter och sporter kring sekelskiftet ingick motorsporten. Efter närmast dansk förebild hölls velodromcykellopp särskilt i Skåne. Flera tidiga motorcyklar användes som "pace-maskine", en förridare som den tävlande cyklisten skulle hålla sig nära, i det skyddande vinddraget bakom föraren som satt rak i ryggen.

Den danskfödde köpmannen Fredrik Petersen importerade engelsktillverkade Humber-cyklar till Malmö och även en Hildebrand & Wolfmüller mc redan 1894. Den importerades för att få en bra "pacing-maskin" men var mycket svårskött. Tävlingscyklisten Emil Salmson arbetade också på Svenska AB Humber & Co och han, samt dåvarande direktören för Trelleborgs Gummifabrik Albert Holmqvist, använde den som "pacemaker" vid banlopp och lär ha kört sträckan Malmö–Landskrona, cirka 40 km, på dåtida dåliga vägar.

## *A Östbergs katalog*

Nästa gång en motor-velociped finns omnämnd i Sverige är 1895 då en sida i en cykelkatalog upptar en annons över den märkliga nyheten. Texten lyder:

Hildebrand & Wolfmüller, München

### "Motor-velocipeden"

**Motor-velocipeden** liknar till sitt yttre en vanlig tvåhjulig med skilnad att den är något längre och att ramen, hvilken uppbär sjelfva motorn, är af en säregen form, Maskinen framdrifves nämligen utan fötternas tillhjälp med en fotogenmotor, som utvecklar ända till 2 1/2 hästkraft. Hastigheten kan uppdrifvas till 60 kilometer pr timme dvs lika med ett



1. Föråkare på motorcykel och cyklisten Andrew Hansson omkring 1908 i en dansk velodrom. Farten kunde uppgå till 110 km/tim. Tekniska Museet.

iltågs. Maskinen är alldeles ofarlig och ytterst lätthandterlig. Regleringen af hastigheten sker genom en häfstång, placerad invid ena handtaget. Vid omkullridning **stannar motorn af sig sjelf** automatiskt. Sadeln är så afpassad att den åkande vid igångsättning och afsittning kan stå grensle öfver densamma med fötterna i marken. Maskinen kan ridas af såväl **herrar** som **damer**. Driftkostnaden belöper sig till **68 öre pr 100 kilometer**, och behaglig i såväl **slät** som **kuperad** terräng. Genom en särskild anordning arbetar motorn mycket tyst.

Motor-velocipeden har i utlandet redan visat sig vara ett praktiskt och snabbt befordringsmedel och torde derigenom ha en storartad framtid.

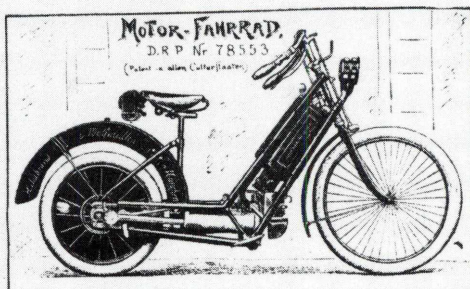
**Pris: med luftringar och alla tillbehör Kronor 1200.**

Adolf Östberg & Co, Stockholm var en då mycket känd cykel-tillverkare och importör. Företaget kom senare även att importera bilar men 1894 fanns det ingen bil i Sverige så desto märkligare var annonsen för en motordriven cykel. Tändkulemotorer började sakta komma ut på marknaden som alternativ till ångmaskinerna, men de små högvarviga "benzinmotorerna" för bilar, båtar eller motorcyklar var helt okända i Sverige utöver för en liten grupp tekniskt intresserade som gjort studieresor på kontinenten...



Hildebrand & Wolfmüller, München.

## "Motor-velocipeden".



»Motor-velocipeden« liknar till sitt yttre en vanlig tvåhjulning med skillnad att den är något längre och att ramen, hvilken uppbär själfva motorn, är af en säregen form. Maskinen framdrifves nämligen utan fötternas tillhjälp med en fotogénmotor, som utvecklar ända till  $2\frac{1}{2}$  hästkraft. Hastigheten kan uppdriivas till **60 kilometer** pr timme d. v. s. lika med ett **iltågs**. Maskinen är alldeles **ofarlig** och ytterst **lätthandterlig**. Regleringen af hastigheten sker genom en häfstång, placerad invid ena handtaget. Vid omkullridning **stannar motorn af sig sjelf** automatiskt. Sadeln är så afpassad att den åkande vid igångsättning och afsittning kan stå grensle öfver densamma med fötterna i marken. Maskinen kan ridas af såväl **herrar** som **damer**. Driftkostnaden belöper sig till **68 öre pr 100 kilometer**, och förrådet fotogén räcker **300 kilometer**. Gången är synnerligen **jemn** och behaglig i såväl **slät** som **kuperad terräng**. Genom en särskild anordning arbetar motorn mycket tyst.

Motor-velocipeden har i utlandet redan visat sig vara ett **praktiskt** och **snabbt** befordringsmedel och torde derigenom ha en storartad framtid.

**Pris:** med luftringar och alla tillbehör **Kronor 1200.**

2. En sida ur Adolf Östberg & Co katalog över cyklar och cykeltillbehör 1895. Privat ägo.

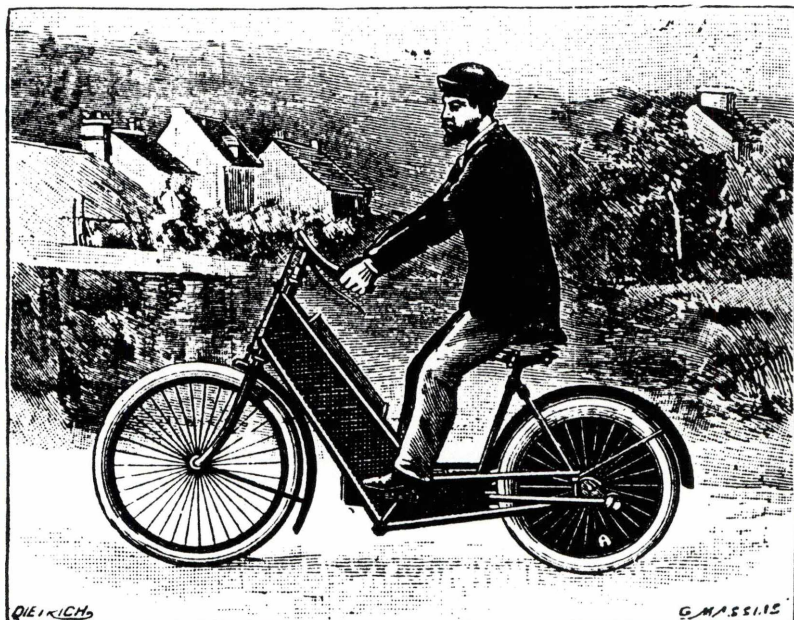
### Motorcykeln i Sverige

1895 presenteras motorcykeln för första gången i svenska tidningar. Så här skriver "Tidning för Idrott" under "Hjulsport" i maj 1895 om Hildebrand & Wolfmüller:

Motor-velocipeden.

Lemnande å sida huruvida denna nyhet står vid sidan om den gräns hvarinom man tänker sig egentlig idrott på hjuldonens område, anför vi, mestadels efter hrr Adolf Östberg & Co:s priskurant, följande uppgifter om motor-velocipeden, hvilken ju bekommit ett visst aktuellt intresse för dagen, om det besannar sig hvad tidningarna vetat berätta, att ryske kejsaren afslutat kontrakt med en tysk fabrik om leverans till ryska armén af 2000 maskiner af detta slag.





3. 1893 års utförande med samma diameter på fram- och bakhjul. Motorn är tvåcylindrig, vattentanken ligger i ramen framför föraren. Ur Horless Vehicles, Automobiles, Motor Cycles av Gardner D Hiscox, ME – New York 1901.

Motor-velocipeden liknar till det yttre en vanlig tvåhjulning med anmärkningsvärdt lång bas. Något vackert intryck gör maskinen ovillkorligen icke. Ramen har måst gifvas en säregen form för att lämpligen uppbära en fotogén-motor, och denna med sin vattenbehållare jemte sliderna gifva hela maskinen ett klumpigt och tungt utseende; lätt är maskinen ej heller, dess vikt är c:a 60 kg. Medelst sagda motor, som utvecklar upp till 2 1/2 hästkrafter, framdrifves velocipeden utan fötternas tillhjälp och hastigheten kan uppdrifvas till 60 kilom. per timme. Maskinen är alldeles ofarlig och ytterst lätthandterlig. Hastigheten regleras både lätt och säkert genom en häfstång, placerad invid ena handtaget. Vid omkullridning stannar motorn af sig sjelf automatiskt. Sadeln är så inställd att den åkande vid igångsättning och afsittning kan stå grensle öfver densamma med fötterna i marken.

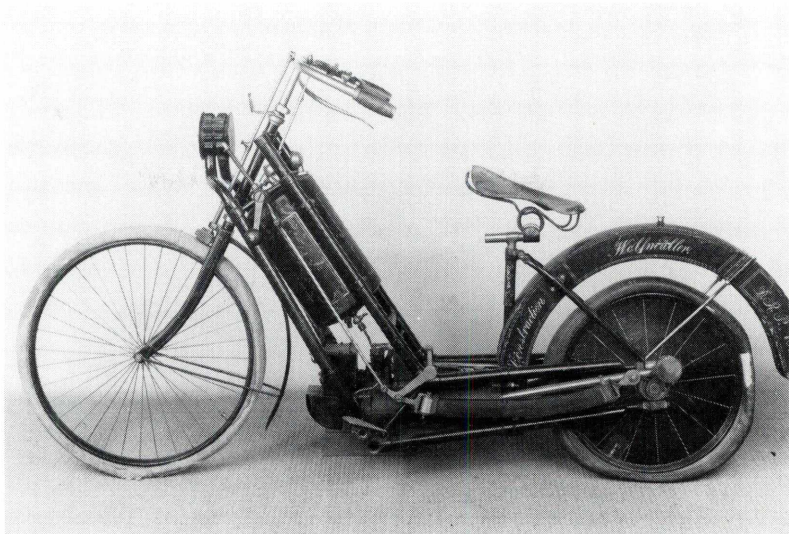
Motor-velocipeden har i utlandet redan visat sig vara ett praktiskt och snabbt befordringsmedel och torde derigenom ha framtid för sig.

Industritidningen "Norden" skriver 16 augusti 1895:

Motor-velociped

Den första motorvelociped, som inkommit i vårt land, införskrefs nyligen af hr I Israelsson, Stockholm.

Maskinen är konstruerad för snabbåkning och går bäst vid cirka 3 mils hastighet i timmen. Denna hastighet kan emellertid ökas ända till 6 mil i timmen eller minskas efter ryttarens önskan.



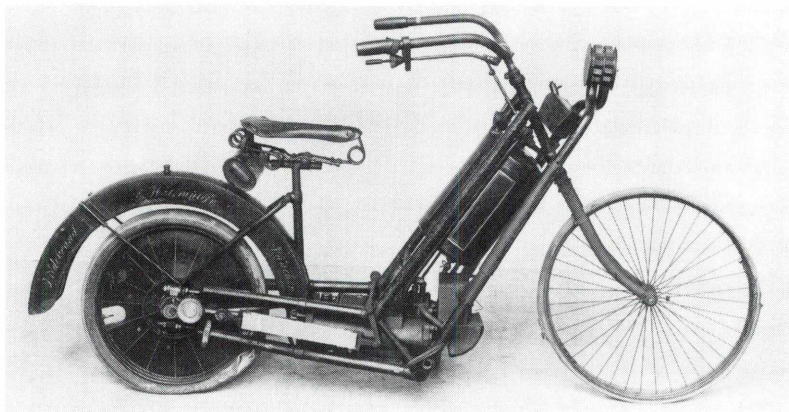
4. Tekniska Museets exemplar tillverkat 1894 eller 1895. Veven på vänster sida invid bränsletanken reglerade gummibandens spänning. Det lyktliknande längst fram är luftintaget till motorn. Klotsbroms på framdäcket, bakhjulet saknade broms.

Motorcykeln är svartlackerad med dekorlinjer och text i guldfärg. Detta exemplar har ägts av fabrikör E A Modin, Viskan, Medelpad. Tekniska Museet.

Benzinhållaren och smörjrören äro placerade framtill och kylvattenbehållaren som äfven tjänstgör som stänklåt, baktill.

Tändlampan måste brinna cirka 4 minuter, innan benzinen förgasas så att maskinen kan sättas igång.

Till kommande säsong lär hr Israelsson ännu införskrifva en likartad velociped försedd med fotogenmotor.



5. Höger sida på 1894 års modell som ägs av Science Museum, London. Foto Science Museum.



Illustrationen visar 1894 års patenterade utförande. Herr I Israelsson kan ha varit ytterligare en importör som hade för avsikt demonstrera motorcykeln för fortsatt import.

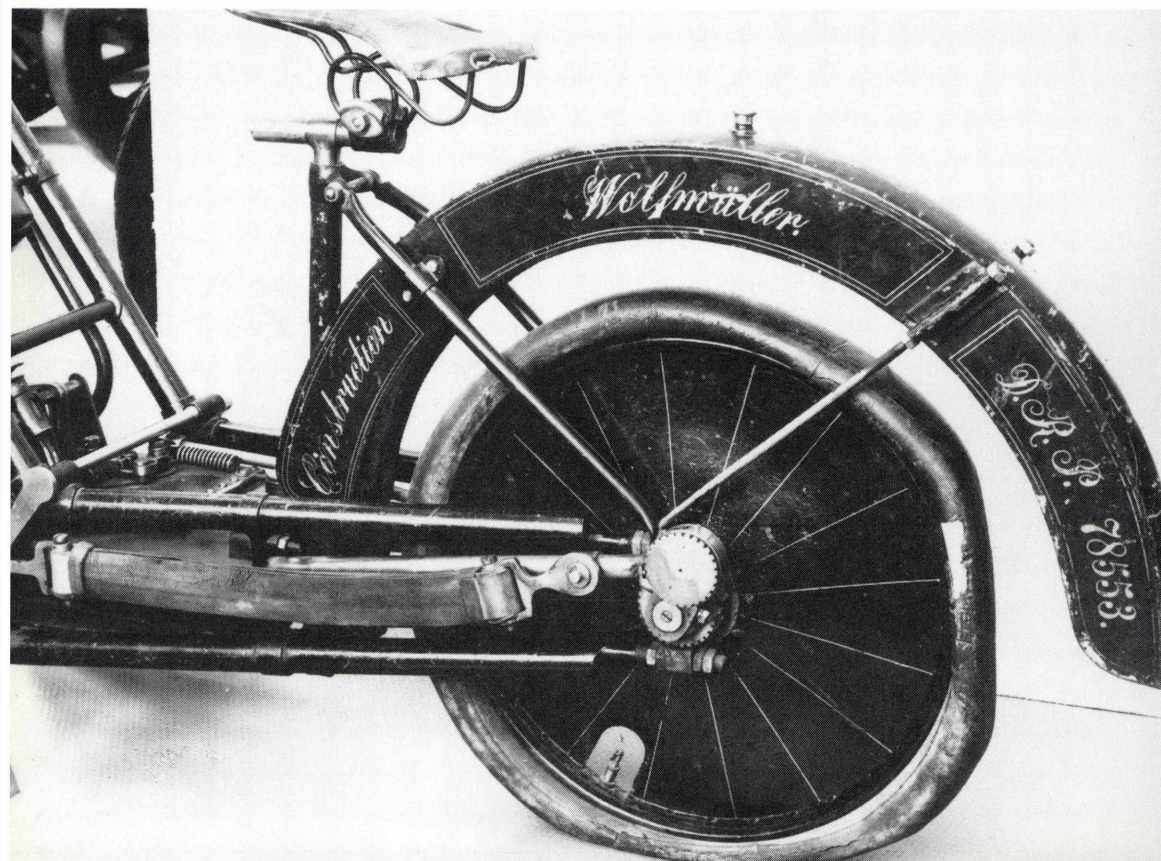
*Ännu en  
importör och  
tillverkare*

1895 ger "Bureau Universell" Norrmalmstorg 4 i Stockholm ut en katalog över velocipeder där även en motorcykel beskrivs. Texten är mycket lik den som finns i Östbergs katalog men farten "kan uppdrivas till 90 km/tim", bränslekostnaden högre och priset 1250 kr. Den har "framkallat stor entusiasm i synnerhet i Paris" vilket kan tyda på att det är en kopia tillverkad på licens av Duncan, Superbie & Co i Frankrike under namnet "La Pétolette". När det företaget var på sin höjdpunkt kring 1895–1896 sägs det att 1200 personer arbetade med tillverkningen av denna Hildebrand & Wolfmüller-kopia innan marknadskrafterna gjorde att typen var överspelad.

*Två bevarade*

Ytterligare några personer sägs ha kört denna motorcykeltyp omkring 1895, så sannolikt har minst två, eller tre, importerats. En är bevarad av Nordiska Museet och katalogkortet där uppger

6. Bakhjulet är ett s k skivhjul med påmålade ekrar. Vid bakhjulsnavet syns vevslängen. Vattentanken fungerar som stänkskärm. Tekniska Museet.





bara helt kort "Motor-velociped fr. midten af 1890-talet. Första i Sverige förevisade ex. Gåfva af fabrikör Per From i Stockholm 10/10 1910." Per From var cykelfabrikör i Stockholm och tidigare en mycket framgångsrik tävlingscyklist.

Det andra exemplaret köptes 1937 till Tekniska Museet för kr 100:– av en fabrikör E A Modin i Viskan nära Stöde i Medelpad. De båda bevarade är kompletta sånär som på några få mindre detaljer och i gott originalskick vilket kan tyda på att de använts mycket lite.

*Erik Amandus  
Modin*

Tekniska Museets exemplar har ägts av fabrikör E A Modin, född 1843. Sonen Birger Modin, nu 87 år, berättar vid en intervju 1993 att fadern köpte motorcykeln på en utställning i Stockholm när den var nästan ny.

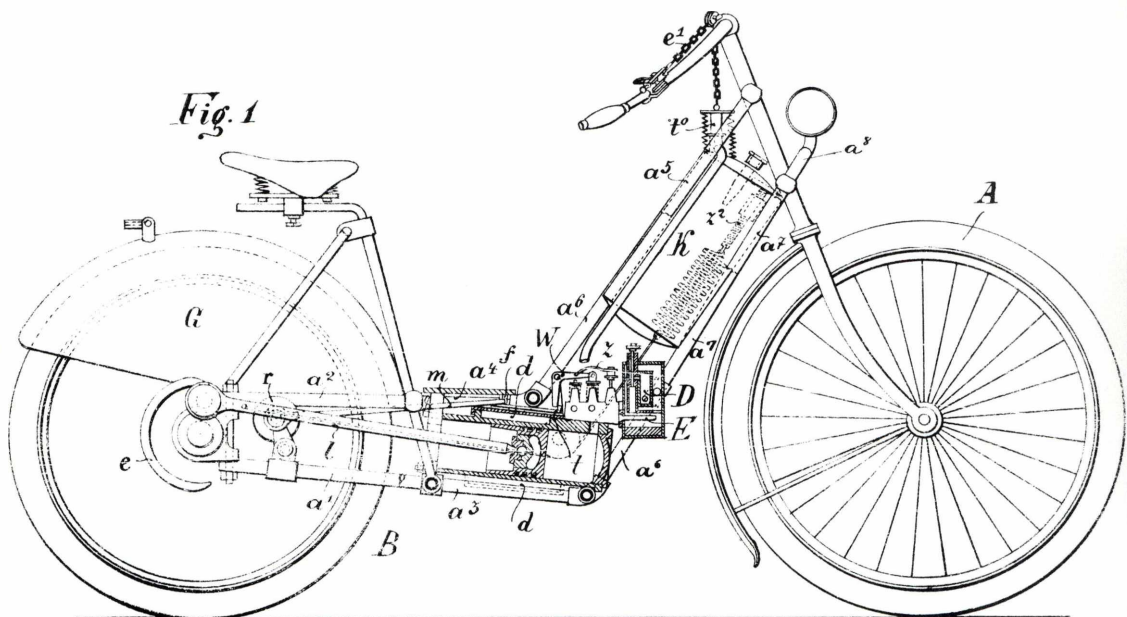
E A Modin hade en verkstad i Viskan och utförde rörinstallationer, cykelmontering, bil- och mc-reparationer och mekaniska konstruktionsarbeten såsom motoriserade sparkar m m. Birger Modin berättar vidare att fadern var en riktig "mixterkuse" och mycket motorintresserad men kunde bara ett fåtal gånger åka på motorcykeln för att den var så motorsvag. Däremot använde två lättare bröder den för turer i de närmaste omgivningarna. Trots att E A Modin gjorde vissa konstruktionsförbättringar blev den mest stående.

*Hildebrand,  
Wolfmüller  
och andra  
föregångare*

Vem konstruerade den första motorcykeln? Ingen kan utses. Flera personer i England, Frankrike, Tyskland och USA gjorde flera mer eller mindre fungerande konstruktioner med ångmaskin eller förbränningsmotor.

Redan 1889 hade bröderna Heinrich och Wilhelm Hildebrand försökt bygga en ångdriven mc. 1892 beslutade de att tillsammans med Alois Wolfmüller och Hans Giesenhof att tillverka bensinmotorer och redan samma år byggdes en tvåtaktare in i en för ändamålet anpassad "damcykel", med lågt placerad motor. Det första utförandet av denna serietillverkade mc, från 1893, var en encylindrig tvåtaktare på ca 2 hk med liggande cylinder och kraftöverföring med vevstakar till bakhjulet. Motorn saknade svänghjul, bakhjulet skulle fungera som sådant. På denna, lite klenare byggda första upplaga, satt vattentanken i ramen framför föraren, bak- och framhjul hade samma diameter.

Motorcykeln förbättrades under kommande år för att bli driftsäker. Den av Alois Wolfmüller och Hans Giesenhof 1894 i Tyskland och Sverige patenterade var av kraftigare konstruktion. De två bevarade är av denna typ.



7. Detaljbeskrivning av 1894 och 1895 års modeller. Tekniska Museet.

*Svenskt  
patent 1894*

1896 offentliggörs det tyska patentet, från 1894, i Sverige. A Wolfmüller München och H Giesenhof, Landsberg tillkännager ”en så enkel som möjligt byggd, men hållbar tvåhjulning med en- eller tvåcylindrig benzin- eller fotogenmotor”.

Ur det svenska patentbrevet:

Föreliggande uppfinning afser en velociped, som drifves medelst en två-cylindrisk, med benzin, petroleum eller något annat lämpligt fluidum arbetande motor. Bland fördelarna hos en sådan velociped kunna nämnas, att den hastighet, med hvilken de hittills vanliga velocipederna kunna framdrifvas, betydligt öfverträffas, och att alla å vägarne förekommande stigningar utan svårighet kunna öfvervinnas.

Å befogade ritningar visar en enligt denna uppfinning anordnad velociped, sedd från sidan och delvis i vertikalsektion.

Motorn är fastsatt i ett stativ, bestående af två vinkelformiga och med hvarandra förenade ramar, som äro sammansatta af åtta rör. Cylindrarne äro fästa så, att de intaga ett nästan horisontalt läge mellan styrhjulet och drifhjulet. Styranordningen för framhjulet är densamma, som vid vanliga säkerhetsvelocipeder. Drifhjulet är ett hjul utan ekrar (ett skif-hjul), på hvars axel äro anbragta två likställda vefvar, en på hvardera sidan om hjulet. Axeln löper såsom vanligt i kullager. Från vefvarne gå snedt ställda vefstakar till kolfvarne, med hvilka vefstakarne äro förenade medelst kultappar. Öfver och under hvardera cylindern finnes ett rum, som för cylindrarnes afkylning är medelst rör förenadt med en vatten-behållare, hvilken samtidigt tjenar som skyddshuf (stänkskärm, förf anm) öfver drifhjulet.

PATENT



N<sup>o</sup> 6863.

# BESKRIFNING

OFFENTLIGGJORD AF

KUNGL. PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET.

A. WOLFMÜLLER och H. GEISENHOF,

MÜNCHEN (TYSKLAND).

LANDSBERG (TYSKLAND).

**Motorvelociped.**

Patent i Sverige från den 30 juli 1894.

8. Patentbrevet, offentliggjort i Sverige 23 maj 1896.

Några få detaljer i patentbrevet skiljer sig i utförande på de två bevarade. Den halvcirkelformade kammen e påverkar ventilernas läge.

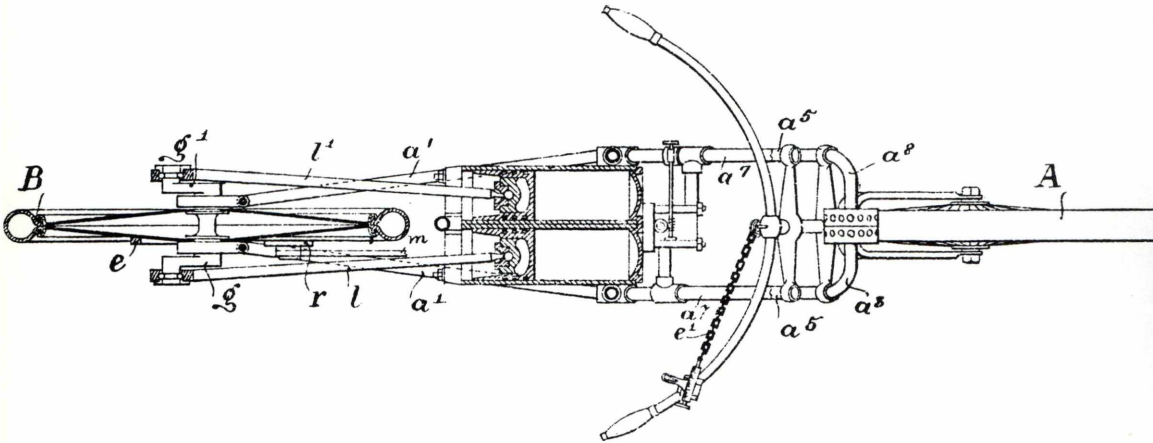
I övrigt förklaras det tekniska utförandet med termer och begrepp som använts inom ångmaskiner eller lysgasmotorer.

Det tyska patentbrevet inleds med nio punkter om utförandet och säkerheten. I en punkt konstateras att motorcykeln ska vara minst lika säker som en samtida "säkerhetsvelociped". Föraren kan sitta kvar i sadeln och nå ner till marken med fötterna på denna skoterliknande konstruktion. Som nionde och sista punkt noteras att "motortvåhjulingen kan utan ändring användas av damer", ett då nog så framsynt notat.

## *Tekniska konstruktions- detaljer*

Hildebrand & Wolfmüllers cykel hade en låg dubbel stålrohrsram och en liggande tvåcylindrig fyrtaktsmotor, som presterade 2,5 Hk vid 240 varv i minuten. Cylinderdiametern var 90 mm och slaglängden 117 mm, vilket gav en slagvolym av 1488 cc. Vevstakarna på de båda parallella cylindrarna arbetade direkt på vevarna på bakaxeln och bakhjulet tjänstgjorde som svänghjul. För utväxlingen var bakhjulets diameter 22 tum, framhjulets 26 tum. Tillbakahämtandet av de båda långa vevstakarna ordnade man med ställbara gummiband, och kylaren för motorn utgjorde samtidigt bakstänkskärm. Maskinen hade färskoljesmörjning, glödrörständning och ytförgasare i bensintanken. Bränsle-luftblandningen leds till cylindrarna där tändningen sker genom ett glödrör av nickel som upphetas av en bensinblästerlampa. Samtliga reglage sitter vid eller på styret. Det lyktliknande framför styret är luftintaget till tändapparaten. Motorcykeln startas genom att man sittande





9. Ur patentbrevet från 1894. Med kedjan från styret påverkades gasmängden och därmed farten. På de bevarade utförs detta med en hävstång.

springer igång den. Med en vev, till vänster om bränsletanken, spänns de flata gummibanden som går längs vevstakarna, för att motorn ska "gå lättare" vid start. Gummibanden görs sedan slakare när motorn väl börjat arbeta. Cykelns vikt är ca 50 kg med bensin för omkring 20 mils körsträcka. Hastigheten angavs till 40 km/timmen.

*Konstruktions-  
svagheter  
eller för tidig?*

Olika källor anger hur många motorcyklar som tillverkades mellan 1894 och 1897. Uppgifterna varierar mellan 800 och 2000. Trots för tiden moderna konstruktionslösningar hade man svårigheter med avsättningen. Andra konkurrerande tillverkare utvecklade sina produkter medan Hildebrand och Wolfmüller envist höll fast vid sina beprövade men föråldrade lösningar. Motorcyklarna allmänt kom att utvecklas, redan vid sekelskiftet, till den typ vi har idag, med en stående motor, eller liggande, placerad i ett ram-system som på en herrcykel.

*Källor*

Artiklar i Industritidningen Norden 1895.  
 Tidning för idrott 1895.  
 Motor 1915.  
 Caunter, C F, Motor cycles, London 1982.  
 Duncan, H O, The world on wheels, Paris 1926.  
 Hiscox, Gardner D, Horseless vehicles, automobiles, motorcycles . . . New York 1901.  
 Nerén, John, Automobilens historia, Stockholm 1937.  
 – Motorencyklopedi, Stockholm 1925–1927.

## Övriga källor

Bureau Universel, Stockholm, Prislista 1895.  
Adolf Östberg & Co, Stockholm, Katalog för cyklar och tillbehör 1895.  
Kaiserliches Patentamt, Patentschrift Nr 78553, 1894.  
Kgl Patent- och registreringsverket, Patent No 6863, 1896.  
Uppgifter från föremålsregisterkort i Nordiska museet och Tekniska museet, Stockholm.

## *The World's First Motor Cycle*

### *Summary*

The name "Motor cycle" was born in 1893 in Munich with the manufacture of the Hildebrand and Wolfmüller. Prototypes were made and tested in 1893 and it was then mass produced in 1894. In 1894 the motor cycle was patented in Sweden and Germany. By 1897 either 800 or 2000 vehicles had been made; the number varies according to different sources.

The engine and transmission resembles that of the steam engine but it was given a two cylinder, four-stroke engine of 1488 cc which gave 2,5 h.p. at 240–250 r.p.m. Production was discontinued, in spite of sales successes, because the company persisted with this design and failed to develop it. In 1897, other manufacturers had arrived at other designs which resemble the modern motor cycle.

Two or three cycles were bought in Sweden in 1895. (Two of them were preserved, of which one is at Tekniska Museet.) One was used as "fore rider" for the velocipede cycle race while the one now in the possession of Tekniska Museet was originally bought by an interested mechanic in the north of Sweden. Its use proved to be limited since, among other things, the engine was too weak. However, it was something of a pioneering initiative to import these motor cycles into Sweden in 1895 since no internal combustion engine vehicles were to be found in the country at that time.

# *STAL-turbin till Tekniska Museet*

*Av Carl-Göran Nilson*

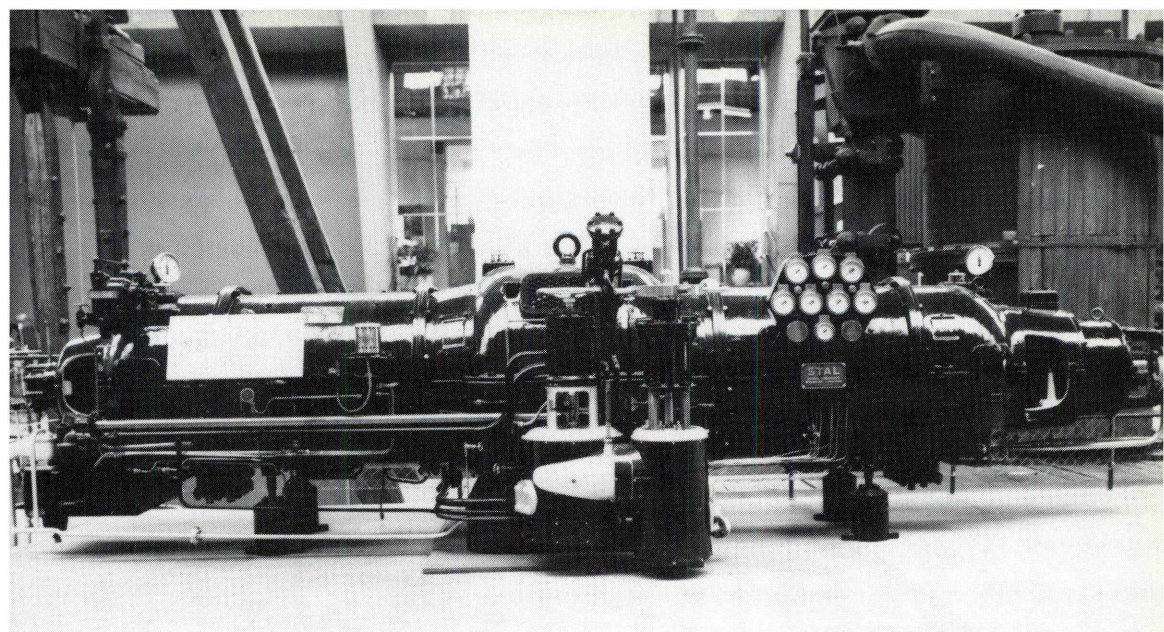
I Tekniska Museets maskinhall kan man numera studera ett utomordentligt fint nyförvärv, en ångturbin, närmare bestämt en STAL-turbin av mottryckstyp (fig 1 och not 1). Denna förnämliga exponent för den frejdiga, på uppfinningar baserade industrialisering, som pågick i Sverige kring sekelskiftet, har skänkts till Tekniska Museet av Höganäs AB varifrån den nu pensionerats. På sin nya plats står den intill museets stora ångmaskin, byggd år 1832, som likaledes kommer från Höganäs. Man kan därför direkt få en bild av ett sekels ångteknisk utveckling! Turbinen har renoverats av ABB's båda dotterbolag, ABB STAL, som tillverkade turbinen år 1942 och AB GENERATION. Renoveringen, transporten till museet och uppställningen där har helt generöst bekostats av ABB. Turbinen förtjänar helt visst en närmare beskrivning, men innan vi går in härpå, bör vi ägna några ord åt dess upphovsmän, uppfinnarbröderna Birger och Fredrik Ljungström.

De båda bröderna var söner till Patrik Ljungström och hans hustru Amala f Falck. Paret fick 8 barn, 6 pojkar och två flickor. Birger (f 1872-06-04) och Fredrik (f 1875-06-16) var yngst i skaran. Patrik var lantmätare och tillika en mycket skicklig instrumentmakare. Han uppfann och tillverkade många listiga lantmäteriiinstrument. Självaste John Ericsson, en gång lantmätare, berömde dessa instrument. På utställningar, både i Sverige och utomlands, erövrade de många priser av hög valör. Även Kungl Vetenskaps Akademiens guldmedalj kom Patrik till del.

Efter många år som lantmätare i Göteborgstrakten blev Patrik år 1872 kartograf vid Allmänna Ekonomiska Kartverket med placering i Stockholm, en befattning som han valt delvis med barnens skolgång i tankarna.

Birgers och Fredriks skolgång blev dock något haltande. Där fanns visserligen mot slutet inslag av studier vid Kungl Tekniska Högskolan men dessa avbröts, i Birgers fall av ekonomiska skäl och i Fredriks fall på grund av ohälsa. En sak som måste anses ha varit av mycket stor betydelse var dock att alla bröderna fick lov att deltaga i arbetet i faderns instrumentverkstad, varvid Birger



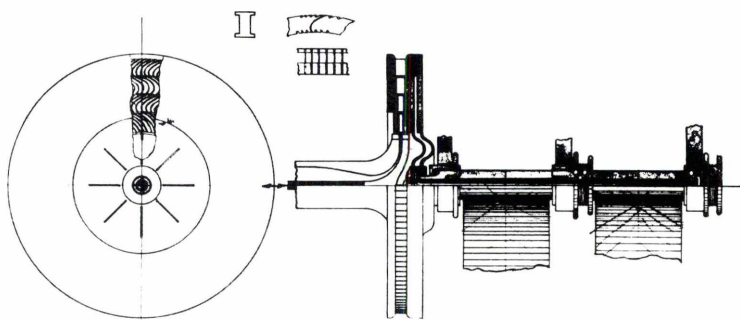


1. STAL-turbinen på plats i Maskinhallen. Foto Rigmor Söderberg, Tekniska Museet.

och Fredrik uppdrev en betydande handskicklighet som kom väl till pass i deras senare liv som uppfinnare.

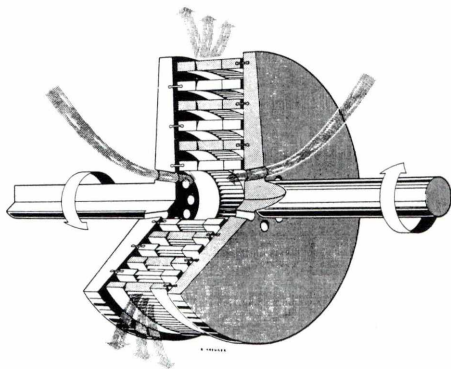
Så kom då de första uppfinningarna. Birgers första patent som gällde en spärrmekanism (frihjul), beviljades 1892-03-16 och Fredriks första patent som avsåg ett värmeväxlarelement beviljades 1896-03-24.

Efter denna start följde några år av uppfinnarverksamhet som vi hoppar över för att ägna oss enbart åt ångturbinen. Egentligen startar vi då i februari månad 1894, vilket var tidpunkten för Birgers första skiss (fig 2) till en s k dubbelrotationsturbin.



*Feb/1894.  
Birger & Fredrik Ljungström.*

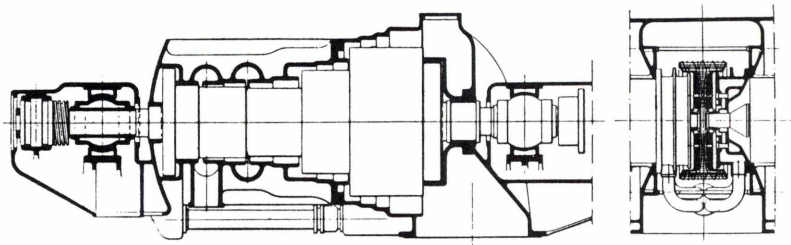
2. Birger Ljungströms första utkast till en dubbelrotationsturbin 1894. Källa: Sven A Hansson, Birger och Fredrik Ljungström – uppfinnare.



3. Dubbelrotations-turbinens skovelsystem, principiellt utförande. Källa: ABB STAL informationsmaterial.

Hur Birger fick idén til den unika turbinen är inte gott att veta. Det fanns en eller annan tidigare konstruktion gällande dubbelrotationsturbiner. Den svenske ingenjören Eberhard Seger konstruerade under 1890-talet en tvåhjulig sådan men hans turbin, som var termodynamiskt tämligen ofullgången, lämnade aldrig experimentstadiet.

I England arbetade Charles Algernon Parsons sedan 1889 på turbiner med radialströmning men med endast ena sidan roterande medan den andra bildade ett stationärt ledskenesystem. En sådan turbin var avsedd för experimentfartyget TURBINIA (not 2) men den föll av vissa skäl inte så väl ut varför Parsons övergav typen till förmån för vad som blev den konventionella typen med axiell genomströmning. Birger synes ha känt till detta och han har synbarligen analyserat de svagheter som vidlådde Parsons' radialturbin, men hans verkliga lyckokast var att låta även skivan som uppbar ledskenorna rotera så att han fick två beskovlade skivor som roterade åt var sitt håll. Turbinens principiella utseende blir då det som fig 3 visar. Detta utförande ger bl a en mycket stor termodynamisk fördel, för djup för att förklaras här, men som gör det möjligt att krympa turbinens dimensioner med bibehållen effekt. (Se fig 4.)

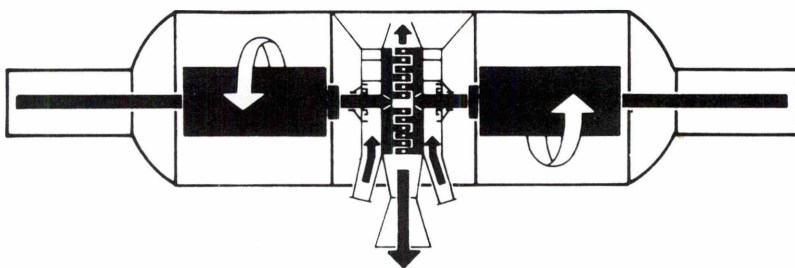


4. Storleksjämförelse mellan en Parsons-turbin (t v) och en STAL-turbin (t h) båda för 7000 kW. Källa: Sven A Hansson, Birger och Fredrik Ljungström – uppfinnare.

Men vi hoppar raskt fram till år 1906. Detta år genomförde nämligen sedermera överingenjören vid AB Separator, Erik August Forsberg, en teoretisk genomräkning av den första provturbinen. Resultatet blev positivt. Även den berömde ångteknikern professor Aurel Stodola gav ett mycket uppmuntrande utlåtande om turbinen när han tillfrågades.

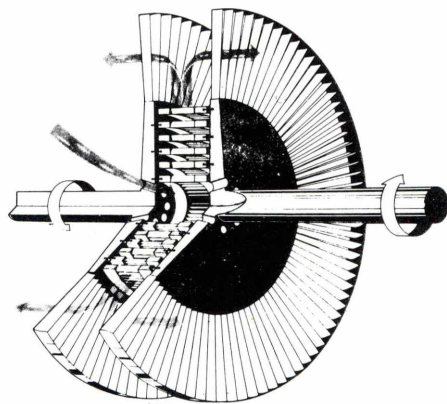
Med dessa uppmuntrande besked i ryggen bildade man i februari år 1908 Aktiebolaget Ljungströms Ångturbין för att realisera turbinidén. Med förbigående av en mängd intressanta uppgifter om bolagets framgångar och besvär, om hur Svenska Turbinfabriks Aktiebolaget Ljungström, känt under det förkortade namnet STAL, (numera ABB STAL) bildades år 1913 och lokaliserades till Finspong och hur de båda företagen gick skilda vägar, återvänder vi nu till själva turbinen.

Turbinen består alltså av två halvor som rotera åt var sitt håll och som utveckla halva totaleffekten var. Det naturliga blev då att låta vardera halvan driva sin generator så som fig 5 visar. Man känner igen denna utformning hos Tekniska Museets nyförvärv. Det bör även påpekas att även om idén till turbinen var Birgers så bidrog Fredrik med en mängd geniala konstruktionsidéer beträffande de mycket intrikata labyrinthtätningarna mellan roterande och stillastående delar. Eleganta detaljlösningar som minimerar värme- spänningarna framför allt vid start från kallt tillstånd är också typisk för denna konstruktionsfilosofi. Överhuvud taget så präglades verksamheten av friska grepp och kreativ fantasi. Som ett drastiskt exempel härpå kan nämnas hur man gjorde när man bestämde egensvängningstalet för en ny rotor (av fundamental betydelse för rotorns dynamiska beteende). Objektet för undersökningen hängdes då upp i mjuka stroppar i en travers, varpå Fredriks hustru vid namn Signe tillkallades. Hon var en utomordentligt driven amatörpianist, mer eller mindre i konsertpianistklass. I detta sammanhang var det emellertid en speciell egenskap hos henne som utnyttjades: hon hade vad man kallar absolut gehör. Så när Signe kom

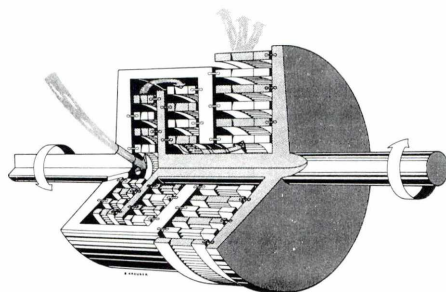


5. Dubbelrotationsturbinen med sina två generatorer. Källa: ABB STAL informationsmaterial.





6. Dubbelrotations-turbinens skovelsystem försett med det av Ö A Wiberg uppfunna axialsystemet. Källa: ABB STAL informationsmaterial.



7. Det av Möller uppfunna flerskivesystemet. Källa: ABB STAL informationsmaterial.

ner i verkstaden dängde en verkmästare till den upphängda rotorn med en tråklamp. Rotorn klang därvid som en kyrkklocka och Signe med sitt absoluta gehör kunde direkt säga tex "det här är 'ettstrukna ciss' ". Eftersom 'ettstrukna a' var så att säga basen i systemet med 437 Hz (svängningar/sekund) var det en enkel sak att konstatera att rotorn hade egensvängningstalet 274 Hz och därmed hade man rotorns dynamiska beteende i sin hand!

Ytterligare en bidragande orsak till framgången var att STAL i Finspong fick överta en skicklig arbetarstam från de nyligen nedlagda Nordiska Artilleriverkstäderna. Det krävdes arbetare "med hundradelsmillimetrarna i fingertopparna" för att lyckas med en så kvalificerad tillverkning.

Turbinerna utvecklades mot större och större effekter. De allt större ångflödena krävde allt större avloppsareor vilket ökade längden på skovlarna i de yttersta ringarna. De få en tendens att stå som hopprep som till slut, trots stödringar, sätter ett stopp för storleksutvecklingen. Lösningen låg i det axialsystem som tillskrives företagets mycket skicklige överingenjör Oscar Anton Wiberg. Det hade visserligen diskuterats i korrespondensen mellan Birger

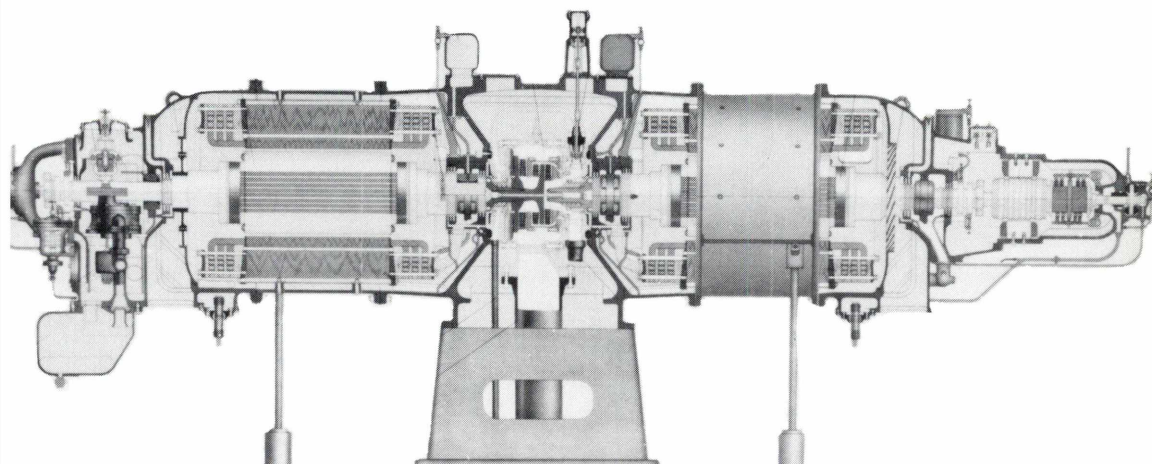
och prof Stodola, men generöst nog så menade Birger att detta var en av O A Wiberg självständigt gjord uppfinning. Turbinsystemet får då den utformning som visas på fig 6. De tillkomna skovlarna som rätas ut – ej böjas – av centrifugalkraften tillåta mycket stora avloppsareor. ”Effekttaket” höjdes därigenom tiofalt från ca 7 000 kW till ca 65 000 kW! (not 3)

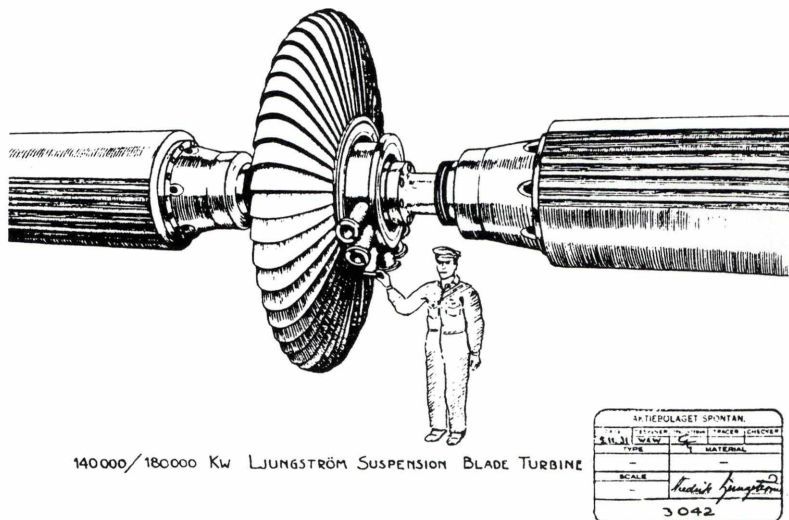
I början på 1930-talet så tillkom en nästan onaturlig utveckling av skovelsystemet i och med att Olov Möller (1899–1963), STALs konstruktionschef och sedermera överingenjör, år 1932 hittade på och patentsökte det s k flerskiviga skovelsystemet. Det framgår i princip på fig 7. Det säger sig självt att det vill till avsevärt med konstruktörsfantasi för att åstadkomma ett sådant system med skivor och ringar som mer eller mindre griper om och innesluter varandra. På detta sätt åstadkom man ett skovelsystem med förbättrade egenskaper. Det ligger dock utanför ramen av denna uppsats att gå på djupet med en analys.

Tillbaka till Museets nyförvärv. Det är en mottrycksturbin med ett skovelsystem av flerskivetyyp. En genomskärningsritning som visar dess uppbyggnad återfinnes som fig 8. Dess grundläggande tekniska data framgår av följande tabell:

|                                  |         |                                    |               |
|----------------------------------|---------|------------------------------------|---------------|
| Ångtryck före<br>ångreglerventil | 35 atö  | Maximal kontin.<br>generatoreffekt | 1500 kW       |
| Ångtemp före<br>ångreglerventil  | 425 °C  | Varvtal                            | 3000 varv/min |
|                                  |         | Frekvens                           | 50 Hz         |
| Mottryck                         | 1,5 atö | Fasspänning                        | 4200 Volt     |

8. Genomskärning av turbinen på fig 1. Källa: ABB STAL.

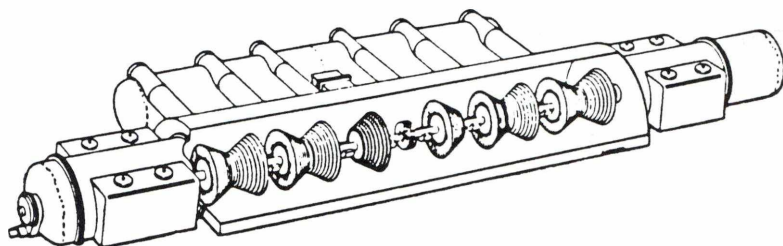




9. Fredrik Ljungströms förslag till skovelsystem för effekt upp till 180 MW. Källa: Sven A Hansson, Birger och Fredrik Ljungström – uppfinnare.

(Läsaren får ursäktas att förf i detta teknikhistoriska sammanhang använder sig av tryckenheten atö /atmosfärer övertryck/ i stället för den nu använda enheten MPa /Megapascal/, som fö alltid betyder "absolut tryck". 1 atmosfär = 0,1 Mpa varför 1 atö = 0,2 Mpa.)

Mottrycksturbiner av varierande storlek har varit och är en mycket vanlig turbin typ i svensk processindustri där både elkraft och mottrycksånga kommer till användning. Så kallade värmekraftverk eller kraftvärmeverk – vad de kallas beror på om de primärt är elkraftverk eller värmeverk – har på senare år starkt kommit in i energidebatten på grund av deras höga utnyttjande av bränslets energiinnehåll. Tekniska Museets nyförvärv är en liten men naggande god exponent för nyckelmaskinerna i denna teknik.



10. Storleksutvecklingens grandiosa slutpunkt, den s k Oskarshamns-turbinen. Källa: ABB STAL informationsmaterial.



## Noter

1. Det finnes i termisk henseende två grundformer av turbiner: Kondenserings- og mottrykksturbiner.

I en kondenserings- eller mottrykksturbin ledes ången efter at ha passerat turbinen til et slutet k rl, en s kondensator d r den gjennom k ylning kondenseres til vannet. K ylvannets temperatur  r kanskje 15 C. Eftersom kondensoren h lles fri fr n luft oppst r her et d pt undertrykk til hvilket  ngen ekspanderer uten  t kondenseres – l t v re t mlig immig – men ved dette slutttilst nd sker en fullst ndig kondensasjon og  ngen blir  ter vannet som pumpes tilbake til  ngpannen. Gjennom den f rl ngde ekspansjonen omvandles i turbinen mycket mer av  ngens innh ll av v rmeenergi til mekanisk arbeid  n om  ngen skulle f  bl se ut mot atmosf rtrykket. Innenfor tv  tredjedeler av br nslets energi f rloras  nd  med k ylvannet.

I en mottrykksturbin l ter man  ngen l mna turbinen ved et ganske h gt trykk og en mot dette svarende temperatur.  ngen inneh ller d  fortfarande en avseverd  mengde v rmeenergi. Denne utnyttes for s kprosessv rme t  ex  innen cellulosaindustrien eller for bostadsoppv rming i stor skala. H rigenom kan det totale v rmeutnyttjandet bli ca 90%.

2. TURBINIA var Parsons' eksperimentf rt y som ursprungligen var f rsett med en radialturbin. Den effekt man etterstr vde kr vde emellertid et s  h gt turbinvarvtal at den direktekopplade propellern kaviterade (tappade greppet i en stor  ngbl se). Parsons  vergav d  id n med radialturbiner og f rt yet f rs gs med et helt omkonstruert maskineri med axialturbiner (se fig 4) f rdelade p  tre propellerakser. S  utrustad gjorde TURBINIA  r 1897 skandalsucc  ved den store internasjonelle flottrevyn ved Spithead som h lls med anledning av dr tning Victoria's diamantjubileum som regent. Den f rste turbinen kan for  vrigt bes s p  Science Museum i London.
3. Et interessant f rs k  t h je effekttaket med ytterligere en faktor 2 f resl gs av Fredrik L ngstr m  r 1930. Han menade at den ytterste ringens skovler skulle ges mycket stor l ngd. For  t undvika store b jp k nninger hos disse utformades de i form av en s kredjelinje (fig 9). De till ts med andre ord  t "st  som hopprep". P  grund av sv rbem strade problemer med skovelsv ngninger  vergavs emellertid id n.

Den st rste dobbelrotationsturbin som konstruert  r den i Oskarshamnens k rnkraftverks f rste block. Dess oppbyggnad framg r av fig 10 som viser hur det store  ngfl det tas om hand av en serie store enkelroterende l gtrykksturbiner av axialtype utenfor den centrale dobbelrotationsturbinen. Nettoeffekten  r 440 MW varav ca 50% kommer fr n dobbelrotasjonsdelen. Aggregatets totall ngd  r 51 m og det v ger 5 500 ton inklusive kondensator.

## K llor

- Althin, Torsten, Finsponga Bilder. STAL p  eget f rlag 1943.  
Hansson, Sven A, Birger og Fredrik L ngstr m – oppfinnere. STAL p  eget f rlag 1955.  
Jung, Ingvar, Marinturbinens Historia, Del 1, Trita-Hot-2003, Kgl Tekniske H gskolen, Stockholm 1979.  
Nordstr m, Wilhelm,  ngteknik, Aktiebolaget de Laval's  ngturbin p  eget f rlag 1945.  
– STAL Hansbok nr 71, Norrk pings Tidningars AB 1945.  
– STAL (ABB STAL), Informationsmateriale.

## *STAL-turbine to Tekniske Museet*

## Summary

Tekniske Museet received in 1993 a great gift, a full size steam turbine. It is a STAL back pressure turbine which means it is a so called contra-rotating or double-rotating, radial flow turbine. It is rated for an elec-

trical output of 1500 kW, to which has to be added the thermal power of the exhaust steam.

This turbo alternator served for many years at the Höganäsbolaget until it was taken out of service a couple of years ago, whereafter it was equally generously renovated free of charge by its builder, the ABB-STAL company in Finspong, Sweden.

The turbine type in question was invented in 1906 by Birger Ljungström (born 1872) and developed in collaboration with his brother Fredrik Ljungström (born 1875). These later on very famous inventors were sons of a highly skilled instrument maker who got many rewards for his instruments, also at international fairs.

The brothers did early display inventive talents which later on, despite rather limited schooling, led to many remarkable inventions. These are however outside the scope of this paper which is limited to the steam turbine.

It started when Birger Ljungström set his mind to the radial flow turbine. Even if a two-wheel contra-rotating turbine had been advised by a Swedish inventor, it befell Birger Ljungström to realize the potential of this concept.

The Ljungström turbine was the basis for the STAL company which was founded in 1908. (It is now a part of the ASEA Brown Boveri group under the name of ABB STAL.) Because of its developing properties it grew in size. Of course the company's very skilled designers contributed to some important steps towards bigger and bigger turbines and finally turbines developing 65 000 kW were built. Further very interesting routes to still bigger turbines were investigated but these however failed. The Ljungström turbine concept had reached its limit.

The turbine now at Tekniska Museet is a rather small but worthy representative of this turbine type.

## Abraham Forsgren och universalskruvnyckeln



1. Abraham Forsgren (1822–1882).

Varefter industrialiseringen skred framåt med jättekliv, uppstod behovet av handverktyg, bland annat ett verktyg med vilket man kunde dra åt muttrar av olika dimensioner. Ännu vid mitten av 1800-talet var man tvungen att använda olika storlekar av fasta nycklar anpassade till de olika dimensionerna. Alltså uppstod ett behov av en ställbar skruvnyckel.

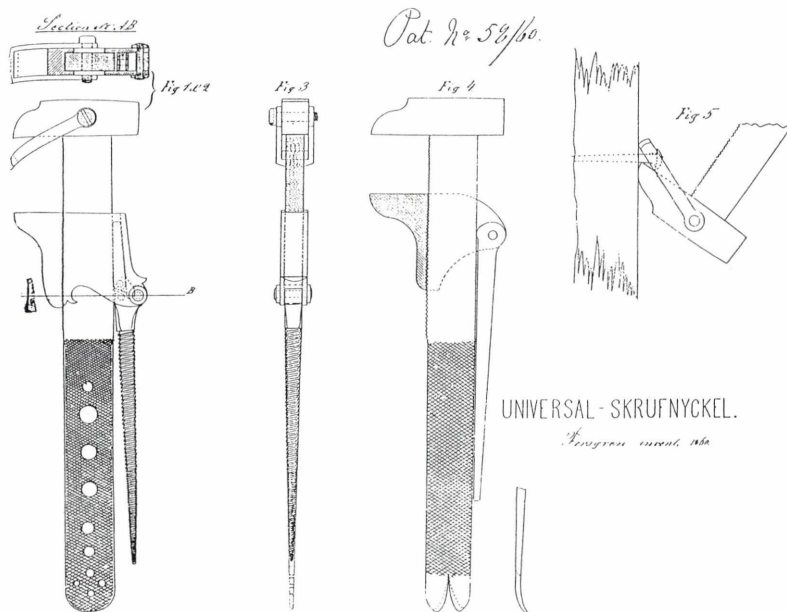
Den man som skulle komma att uppfinna "universalskrufnyckeln", Abraham Forsgren, föddes i Mora 10 februari 1822. Då han var nyfödd flyttade familjen från Mora till Tanså. Om hans tidiga barndom finns inga uppgifter att finna. Vid 13 års ålder flyttade han till Lindesnäs, i sydvästra Dalarna i Nås socken, där hans syster redan bodde sedan ett år tillbaka. Abraham arbetade som mjölnardräng vid Lindesnäs brukskvarn. Han avancerade sedan till mjölnare och så småningom arbetade han sig upp till byggmästare.

I en gammal skrift står det följande om Abraham: "Genom sitt ovanligt goda anlag för mekanik, samt flit och förmåga, arbetade han upp sig från mjölnare till byggmästare. Samma befattning i Bergslagens tjänst innehade han sedermera vid Korså och Svartnäs, samt en tid vid Domnarvets anläggningar, där han bland annat byggde bron över Dalälven m m. Blev så konstmästare i Falu gruva."

1843 gifte han sig med pigan Maja Persdotter, de fick tio barn. Efter att i 30 år ha bott i Lindesnäs bröt Abraham upp därifrån och flyttade med hustru och sju barn till Falun. Av Abrahams barn tog två studentexamen och gick i faderns fotspår.

Redan under tiden på Lindesnäs bruk måste Abraham ha börjat fundera över problemen att jämt och ständigt byta verktyg vid tilldragning av olika mutterdimensioner. Dessa funderingar mynnade ut i en universalskruvnyckel. Vidstående bild visar en nyckel där ena skänkeln är ställbar. Den ställs in längs en kuggbana där skänkeln fixeras i önskat läge så att man kan dra åt muttrar av olika dimension med ett och samma verktyg. Denna universalskruvnyckel fanns i två versioner, den andra kunde också användas som rörtång och med hjälp av en bygel som spikurdragare.





2. Ritning till Abraham Forsgrens patent nr 52/60 å "Universalskrufnyckel" år 1860.

Abraham Forsgren sökte patent på sin avancerade skruvnyckel och det beviljades 1860.

Universalskrufnyckeln var inte den enda av denne märklige mans uppfinningar. 1864 fick han patent på en maskin för tillverkning av hästskor. Nästa uppfinning var en maskin för häst-



3. Bruksarbetare i Lindesnäs i början av 1870-talet. Foto Lindesnäs museum.

skosöm och spiktillverkning, 1865 fick han patent på den. Sedan kom ett ändlöst matarverk för ång- och vattensågar som patentrades 1869. 1879 fick han patent på en märklig råttfälla.

Förutom att uppfinna olika användbara ting hade han också andra projekt på gång. Av bönderna i Mockfjärd köpte han all mark som hade kontakt med Oxelforsen. Vid forsen byggde han en kvarn och en stamp.

Det tragiska i denna uppfinnarhistoria är att Abraham Forsgren och hans uppfinning av universalskruvnyckeln föll i glömska. Elva år efter hans död 1882 fick J P Johansson patent på en skiftnyckel.

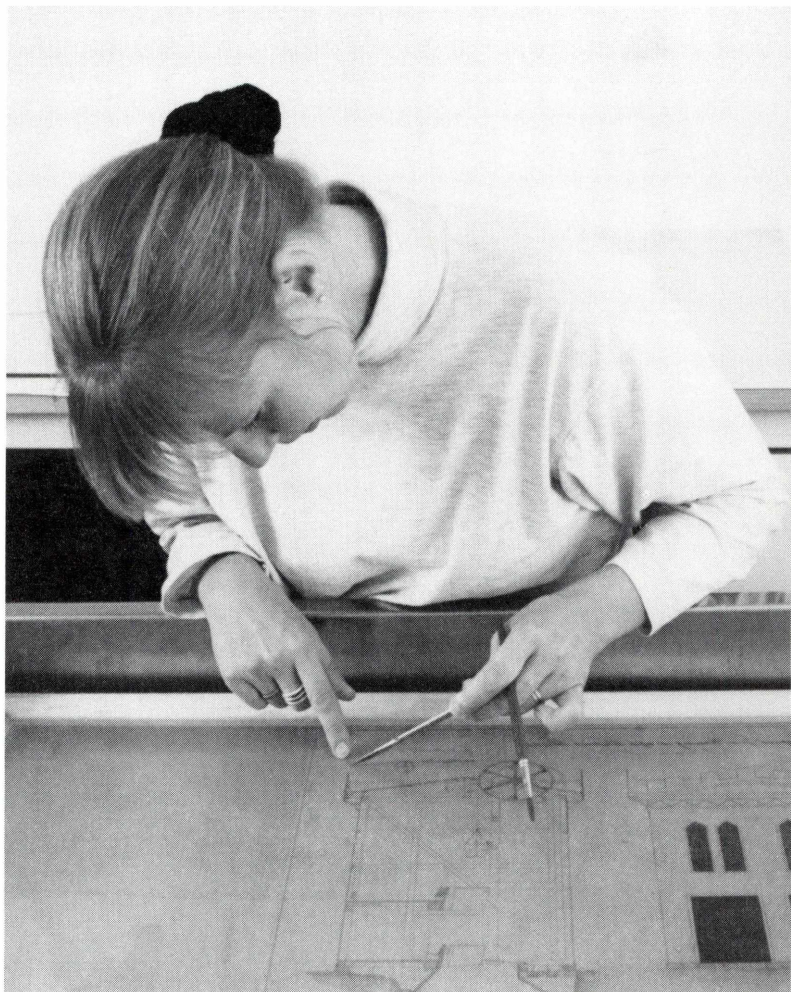
*Hilkka Alm*

## *Tekniska Museets ritningsarkiv*

I Tekniska Museets ritningsarkiv finns ca 300 000 ritningar, skisser och utkast av främst svenska uppfinnare, konstruktörer och arkitekter. Det är byggnadsritningar över industriella anläggningar, konstruktionsritningar över mekaniska anordningar vid gruvor, bruk, fabriker och verkstäder, ritningar av maskinkonstruktioner, verktyg och produkter samt övningsritningar utförda av elever vid tekniska läroanstalter.

På grund av eftersatt vård och olämplig inredning har ritningsarkivet varit stängt sedan 1989. Framtagning till besökare i läse-

Konservator Eva Ramberg behandlar en ritning i museets ateljé för papperskonservering. Foto Rigmor Söderberg, TM.





salen har inte kunnat göras utan att ytterligare skador åsamkats ritningarna. Delar av arkivet kommer emellertid att vara tillgängliga för allmänheten inom kort. I samband med att arkivlokalen rustats upp har nämligen moderna ritningsskåp installerats 1993 och en papperskonserverator har varit sysselsatt med ritningskonservering 1991–93. Risken för nya skador på ritningarna har därigenom minskat samtidigt som en del gamla skador har åtgärdats. Genom den nya inredningen har även arbetsmiljön för personalen väsentligt förbättrats.

Ritningskonserveringen har av ekonomiska skäl tyvärr tvingats avbrytas tills vidare. Drygt 300 värdefulla ritningar från 1700-talets mitt och framåt har i denna första etapp konserverats genom rengöring, lagning och förstärkning samt inläggning i skyddsomslag av syrafritt papper. Formaten har varierat från mycket stora ritningar ner till A4-format. De skador som åtgärdats är i första hand mekaniska, dvs revor, bortfallna bitar och ibland kraftiga veck. Men även kemiska skador har behandlats, syraangrepp på ritningarna som orsakat missfärgningar och försämrad styrka i papperet. På några ritningar har svampangrepp förekommit.

Till de samlingar som genomgått hör bl a arkitekten Carl Johan Cronstedt (1709–1779), bergsrådet Sven Rinman (1720–1792), magistern Magnus (Cosswa) Ankarswärd (1745–1812), engelsmannen Thomas Stawford (1766–1831), professorn Karl Arendt Ångström (1821–1896), konstmästaren Håkan Steffanson (1822–1875), bruksbyggmästaren Erik Jansson (1816–1886) och dennes son byggnadsingenjören Carl Erik Jansson (1845–1917) samt kemisten Carl Daniel Ekman (1845–1904). Slutligen har konserveringen omfattat ett antal osignerade ritningar från Rörstrands porslinsfabrik och Ludvigsbergs mekaniska verkstad i Stockholm samt Lyckeby gjuteri och mekaniska verkstad.

I väntan på att finansieringsfrågan kan lösas har en andra etapp förberetts i konserveringsarbetet. Denna inkluderar ritningar av bl a John Ericsson, Gustaf de Laval och Alexander Lagerman.

*Jan-Erik Pettersson*

- Litteratur* Althin, Torsten, "Ildmaskinen paa Gammelholm". Daedalus 1950.  
 Hildebrand, Elis, Rinmansarkivet. Daedalus 1939.  
 Landberg, Erik, En ångmaskinsritning. Daedalus 1935.  
 Sandqvist, Inga-Britta, Tekniska Museets arkiv. Daedalus 1974.



# Verksamhets- berättelser

Stiftelsen  
Tekniska Museet

## Verksamheten budgetåret 1992/93

Tekniska Museet verkar enligt de riktlinjer som angivits i avtal den 3 maj 1989 mellan staten och stiftarna. Detta avtal gäller från och med den 1 januari 1989 och innebär bl a att staten genom byggnadsstyrelsen har ansvar för drift och underhåll av samtliga byggnader som disponeras av museet på norra Djurgården.

Verksamhetsåret har präglats av fortsatta, omfattande planeringsarbeten i samarbete med byggnadsstyrelsen inför upprustning av huvudbyggnaden och en tillbyggnad mellan denna och Teknoramabyggnaden. Även planeringen för omgestaltning av vissa äldre basutställningar har fortsatt för att dessa skall kunna byggas upp så snart byggnadsstyrelsens upprustning av huvudbyggnaden genomförts. Denna beräknas nu vara helt genomförd till oktober 1993. Fortsatta insatser har gjorts för att få en lösning på museets magasinsproblem, dock hittills utan resultat.

Två nya stora basutställningar öppnades under slutet av förra budgetåret. Den 8 maj öppnades Teknikhistoriskt Kalejdoskop i Teknorama, en utställning med experimentstationer kring teknik och vetenskap från forntid till framtid.

Den 21 maj öppnades Stockholmsenergi, en utställning om stadens energiförsörjning, i samarbete med Stockholm Energi AB i samband med företagets hundraårsjubileum. Båda de nya utställningarna har rönt stort intresse och stor uppskattning bland olika målgrupper.

Ett tiotal tillfälliga, mindre utställningar har trots ombyggnadsarbetena kunnat visas och en varierad programverksamhet med ett trettiotal föredrag och kåserier, demonstrationer och familjedagar med specialprogram samt filmvisningar.

*Ekonomi* Museets ekonomiska resultat och ställning redovisas separat.



*Besökare* Det har varit museets ambition att trots de omfattande upprustningsarbetena av huvudbyggnaden hålla museet öppet för besökare.

Museet har under budgetåret haft 174 877 besökare, vilket är något fler än föregående år (174 129). Museet har genom en satsning på marknadsföring fått en positiv pressbevakning med intressanta artiklar som följd. Stort positivt intresse inom alla åldersgrupper finns för museets rikt varierande verksamhet.

*Föremåls-samlingarna* Museet har genom projektanställd personal behandlat de föremål som i samband med pågående inventering påträffas omärkta.

400 av dessa föremål har behandlats, vilket resulterat i att ca 200 har inregistrerats.

Två större samlingar, som tidigare deponerats resp skänkts till museet, har förtecknats: Kungliga Myntverket- och AGA-samlingen.

Den tekniska utvecklingen har medfört att museets gamla klassifikationssystem inte alltid kan användas. Prövningen av alternativa system har påbörjats. Bland annat testas bibliotekssystemet UDK.

Under året har ca 100 gåvor inregistrerats, däribland värmekameror från AGEMA och diverse föremål från den nedlagda kvarnen "Tre kronor".

*Magasin* Den systematiska inventeringen och fotograferingen av museets föremålssamlingar fortsätter i oförminskad takt.

*Konservering* Sedvanlig vård och konservering har utförts under del av året. Tjänsten som konservator är för närvarande vakant.

*Arkivet* Konservering av museets värdefullaste ritningar har fortgått i en första etapp som inleddes förra året enligt en inventering och ett program för ritningskonservering som då gjordes.

För detta arbete har en papperskonservator varit projektanställd. Program för en andra etapp har också tagits fram.

Förteckningsarbetet har påbörjats i det nya arkivdatabasprogram som anslöts till dokumentationsavdelningens datanätverk förra året. Museets ämbetsarkiv och flera enskilda arkiv är nu inlagda. Sökmöjligheterna i museets industrihistoriska arkiv, ämbetsarkiv och enskilda samlingar har underlättats avsevärt i och med detta.

Några arkivsamlingar har även under detta år överförts till andra arkivinstitutioner. Ombyggnaden och arkivlokalen och läsesalen i samband med upprustningen av museibygnaden har planerats och offerter på inredning tagits fram. Arkiv och bibliotek har varit

stängt för allmänheten sedan mars på grund av detta. Tömning av arkivlokalen och läsesalen genomfördes med hjälp av ett företag, som magasinerar arkivet och biblioteket under ombyggnadstiden.

Återtagandet av arkivalier och böcker beräknas börja under september månad. Sist återtas ritningarna, som kommer att läggas in i nya syrafria ritningsomslag för arkivering i de nya ritningslådorna.

### *Bild- och negativarkivet*

Uppordningen av museets bild- och negativsamlingar har fortsatt med registrering, montering och byten av emballage till syrafria kuvert och kartonger.

Flera av museets äldre negativsamlingar, bl a Carl Mauritz Lindqvists och Gösta Flormans samt delar av de Laval Ångturbins stora samling har noggrant gått igenom av en av museets fotografer. Vid registreringen gjordes samtidigt en skadeklassificering samt "första hjälpen" av varje negativ. Skadeklassificering görs för att man vid senare tillfälle ska ta fram negativen och åtgärda de olika skadorna.

Planeringen av lokalerna i nybyggnaden på gården med avseende på fotoateljé, negativ och bildarkiv samt bildvård- och forskarum har pågått under året.

### *Bibliotek*

Liksom tidigare år har museets bibliotek lämnat service till interna och externa kunder i form av litteratursökningar, fjärrlån, litteraturbevakning och -inköp, handläggning av skriftliga förfrågningar m m. Parallellt med detta har gallringsarbetet fortsatt med oförminskad intensitet.

Nyförvärvslistor produceras numera med hjälp av det nyinstallerade biblioteksdatasystemet Bibelation. Förberedelser för retroaktiv inmatning och inventering har gjorts. Bibliotekets stora samling av periodica, ofta dolda i arkivkapslar och okatalogiserade, blir den första kategori som kommer att åtgärdas. Register till årsbok Dædalus 1982–1993 har utarbetats och publiceras i Dædalus 1994.

Efter att arkiv och bibliotek stängts för allmänheten inför upprustningen av lokalerna har uppställningen av bibliotekets samlingar i det nya tätpackningssystemet förberetts. Bl a har en separering av monografier och seriella publikationer gjorts för att få en bättre utnyttjande av hyllutrymme och en smidigare framtagning.

### *Dokumentation och forskning*

Forskningsprojektet rörande Christopher Polhems manufaktur-system har med stöd av Riksbankens Jubileumsfond kunnat återupptagas. Det beräknas slutföras under 1994.

Vidare har tillverkningen fotodokumenterats vid Volvo Person-



vagnar Uddevallaverken AB, G A Metall AB, Sundsvall, Astra Pharmaceutical Production AB i Södertälje, Astra Production Liquid Products AB i Karlskoga samt vid Astra Production Tablets AB i Strängnäs och Umeå.

Museet har utnyttjats som teknikhistorisk remissinstans och sakkunnig i olika industriminnesvårdande frågor.

### *Tekniska Museets forsk- ningsnämnd*

Society for the History of Technology, SHOT, förlade för första gången sedan föreningen bildades 1957 sitt årliga möte utanför USA.

Konferensen med över 400 deltagare hölls den 16–20 augusti och invigdes den 17 augusti på Tekniska Museet med tal av Ingenjörsvetenskapsakademiens verkställande direktör professor Hans G Forsberg och välkomsthälsning av museidirektör Inga-Britta Sandqvist.

Värd för konferensen var Forskningsnämnden vid Tekniska Museet, med professor Svante Lindqvist som ordförande, i samarbete med Uppsala universitet. Svenska nationalkommittén för teknikhistoria, Tema Teknik och social förändring vid Linköpings universitet, Avd för teknik- och vetenskapshistoria vid KTH, Avd för teknik- och vetenskapshistoria vid KTH, Avd för vetenskapshistoria vid Uppsala universitet. Centrum för vetenskapshistoria vid Kungl Vetenskapsakademien samt Trondheims universitet.

Föreläsningar och seminarier hölls i Uppsala. I anslutning till konferensen anordnades exkursioner till bl a Skoklosters slott, Forsmarks kärnkraftsverk och Falu Koppargruva.

Till ny ordförande i Forskningsnämnden efter professor Svante Lindqvist som avsagt sig uppdraget har utsetts tekn dr, professor Beng-Arne Vedin.

### *Teknorama*

Efter invigningen av "Teknorama II –Teknikhistoriskt kalejdoskop" (maj 1992), började museets "science-center" Teknorama sitt nionde verksamhetsår.

Besöksfrekvensen, som de senaste två åren hade minskat något, ökade för både antalet besökare (141 164 mot 138 825 året innan) som visningar (302 mot 278 året innan). (Siffrorna är inräknade i museets totala summa.)

Fördelningen av visningarna blev enligt följande: Förskolan och daghem 60 st, lågstadiet 82 st, mellanstadiet 95 st, vuxna 19 st.

Ökningen av visningsantalet lyckades, trots att Stockholms skolförvaltning drog in stödet för museibesök, genom att ett intensivt marknadsförings- arbete direkt riktat till skolorna (utskick, besök i skolorna m m) genomfördes.

Utöver de vanliga visningarna genomfördes följande aktiviteter:



- Familjedag med mobilbygge: 2 gånger.
- Föreläsningar med anknytning till 500-års jubileet av Columbus resa till Amerika: 3 gånger (gemensamt program med Gärdesmuseerna).
- Deltagande i program under museets "kvinnor och teknik dagar".
- Deltagande i museets monter vid teknikmässan i Älvsjö.
- Deltagande i museets monter och program vid Vattenfestivalen.

Teaterverksamheten, som initierades året innan med dockteaterspelet "De mäktiga fem", fortsatte i år med "Leonardos helikopter – drömmen om att flyga". Teknoramabesökare mellan 7 och 12 år blev skådespelare under ledningen av dramapedagogen Hedvig Bruzeaus. Totalt gjordes 16 föreställningar som dokumenterades i foto och video.

En högstadie-elev gjorde sin arbetslivspraktik på Teknorama under en vecka. Sex studerande till förskolelärare gjorde också sina praktikarbeten under några dagar på Teknorama. Flera intresserade av att bygga "science centers" eller liknande fick information och stöd.

Teknoramas personal deltog under året i följande konferenser och kurser:

- Årsmötet för NSCF, samarbetsorganisationen för science-centers i Norden.
- Årsmöte för ECSITE, samarbetsorganisationen för science-centers i Europa.
- Teknikhistoriska dagar på Chalmers.
- Forskningsrådsnämnden och Historiska Museets konferens om kvinnohistoria.
- Internutbildning för Teknoramalärare i musei- och science-centers kunskap samt teknikhistoria.
- Vaktkurs.
- Kurs i brandsäkerhet.

En enkät från Statens Kulturråd besvarades med uppgifter om Teknorama. En ansökan om stöd för lärarfortbildning lämnades till FRN. Den beviljades. I övrigt gjordes under året en viss upprustning av stationer och inredning vid "Teknorama I" och viss komplettering av "Teknorama II".

Flera böcker inköptes till Teknoramas läshörna. Fotografier av Teknoramas verksamhet beställdes och lämnades till arkivet för registrering.

Teknoramas eget "science-center arkiv" fortsatte under året att växa.

## *Basutställningar*

### JÄRN- OCH STÅLUTSTÄLLNINGEN

Under våren har Järn- och stålavdelningen monterats ned för att ge plats för ett omfattande upprustningsarbete som gäller hela huvudbyggnaden men i synnerhet järn- och stålavdelningen där väggarna var allvarligt fuktskadade.

Samtidigt inleddes omdaningen av järn- och stålavdelningen under ledning av projektledaren Nils Ståhl. Bemanningen av projektet syftar till att ta vara på kunskande både i museet, bergshistoriska utskottet och järn- och stålindustrin med flera och hela arbetet beräknas bli klart under sommaren 1994.

Projektet finansieras huvudsakligen av Jernkontoret.

### IT'S SWEDISH

Från Sveriges Industriförbund och med bidrag från NUTEK (Närings- och teknikutvecklingsverket) har museet mottagit den utställning som presenterat Sverige utomlands, senast vid EXPO 92 i Sevilla.

Utställningen handlar om svensk teknik och vetenskap genom århundraden och presenterar världsberömda svenska uppfinningar, teknik och industri.

### STOCKHOLMSENERGI

Utställningen Stockholmsenergi, som handlar om stadens energiförsörjning och öppnade våren 1992 i samband med Stockholms Energi AB:s hundraårsjubileum, har kompletterats med en faktaväg som pendang till de uppbyggda miljöerna och föremålen.

## *Tillfälliga utställningar*

JOHAN AHLBÄCKs målningar och teckningar sammanställdes till en utställning som skildrar arbete i gruvor, smedjor, valsverk och gjuterier. I samarbete med Dalarnas Museum, Falun.

Utställningen GALOSCHAN beskrev hur det var att arbeta och leva med Helsingborgs Gummifabrik. Utställningen var producerad av Helsingborgs Museum.

### SKIFTNYCKELN 100 ÅR

COLUMBUS en vandringsutställning från The Smithsonian Institution i Washington DC. Programverksamhet genomfördes i samverkan med Folkens Museum och Sjöhistoriska museet, i anslutning till Columbus-jubileet.

GREPPET DIREKT en utställning med temat "från verktyg till verktyg" som tagits fram i samarbete mellan Sveriges Verkstads-



industri, Kvinnor och teknik-gruppen inom Fredrika Bremer-förbundet och med ekonomiskt stöd från Arbetsmiljöfonden.

JULENS KEMI en utställning som utvecklats ur tidigare julprogramverksamhet.

#### KÄRNENERGI 50 ÅR

En utställning om kärnenergis utveckling. I samarbete mellan Ingenjörsvetenskapsakademin, Föreningen Kärnteknik och Tekniska Museet.

#### UNGA FORSKARE

En utställning som för 30:e året i följd ägde rum på Tekniska Museet.

IPMS OPEN 1993: tävling för plastmodellbyggare.

IPMS är en förkortning för International Plastic Modellers Society.

INDUSTRI OCH VERKSTADSTEKNIK en utställning med fotodokumentation av svenska industrier som gjorts under åren 1985–1991 av fotograf Kay Danielsson, Tekniska Museet.

#### *Föreläsningar och kåserier*

Från höghjuling och velociped till microbike. Intendent Gert Ekström.

Glassens historia. Intendent Gunilla Englund.

Får det vara gammaldags vanilj eller modern? Intendent Gunilla Englund och museilärare Peter Sjödin.

Jenny Nyström och Tekniken. Intendent Gert Ekström.

Dagen H 25 år. Intendent Gert Ekström.

Teknik och naturvetenskap i Europa på Columbus tid. Civ ing Dag Celsing.

Arkitektur och konst i Mellan- och Centralamerika före Columbus. Intendent Staffan Brunius.

Stockholmsenergi 100 år. Intendent Kerstin Westerlund.

Om fotografiteknikens tidiga historia. Sven-Olov Sundin, Fotomuseet i Osby.



Teknik i konst och reklam kring sekelskiftet. Intendent Gert Ekström.

En meccanopojke kåserar. Professor em C-G Nilson.

Vedspis och mikrovågsugn. Intendent Gunilla Englund.

Lutfisk och tomtebloss – julens kemi. Museilärare Peter Sjödin.

Greppet direkt – från verktyg till verktyg. Intendent Gunilla Englund.

Julbordet på gott och ont. Museilärare Marianne Lundqvist.

Tryckpressar, Typer och Typografer. Museilärare Marianne Lundqvist.

När Stockholm fick sina första biografier, Biograf- och filmforskaren Olle Waltå.

Den första kedjereaktion och vägen till kärnkraften. Professor em Karl-Erik Larsson.

Hur farlig är den joniserade strålningen? Professor em Gunnar Walinder.

Hur fungerar en reaktor? Direktör Cnut Sundqvist, ABB Atom.

Bra och dåliga handverktyg. Maria Bengtzon, Ergonomi Design.

Stockholmsenergi, energi till en storstad under 100 år. Intendent Kerstin Westerlund.

Elbilar inget nytt. Intendent Gert Ekström.

Den Svenska Historien, Svenskt 1700-tal. Intendent Kerstin Westerlund.

Den Svenska Historien, Industrialismens genombrott. Museilärare Lars Paulsson.

Christoffer Polhem. Intendent Michael Lindgren.

Datorernas Rötter. Intendent Michael Lindgren.

Den svenska teknikhistorien. Intendent Gunilla Englund.

*Familjedagar  
och special-  
program*

FOTODAG

Gör din egen kamera.

Se en unik Daguerrotypustrustning.

Upplev fotograferingens optik och kemi i vårt kemilaboratorium.

SKRUVA OCH PILLA

Besökande barn får skruva sönder gamla utrangerade maskiner från kontor och hem.

TRYCK DINA JULKORT SJÄLV

JUL I FAMILJENS TECKEN

Varför lutar lutfisken?

Vedspis och microvågsugn.

Lutfisk och tomtebloss.

JULGRANSPLUNDRING

BALLONGDAG MED BALLONGUPPSTIGNING

Uppstigning med förankrad varmluftsballong.

Ballongverkstad.

MUSEIDAGEN 21 FEBRUARI

Lådkamera av en skokartong.

Meccanobygge.

Visningar: Greppet direkt, Stockholmsenergi, Christoffer Polhem, Datorernas rötter. Elbilar inget nytt.

SPORTLOVSPROGRAM

Kemishow i kemilaboratoriet.

Skruva och pillar.

Statisk elektricitet.

Ångmaskiner och varmluftsmotorer.

Elsäkerhet.

EN VÄRMENS DAG

Ballongbygge.

Värmande kemiexperiment.

Brandkåren kommer.

PÅSKPYSSEL

Påskäggsperiment.

Påskmobilbygge.

Columbi ägg.

I REGNBÅGENS FÄRGER

Sminkad mat förgyller festen.

Så målade man förr – om gamla måleritekniker och färger.

I regnbågens färger – kemiexperiment om färg.

MOTORCYKELDAG

Veteranmotorcyklar.

MC-klubben Rapido visar moderna MC.

SMC presenterar sin verksamhet.

110 års motorcykelhistoria.

## CYKELDAG

Från velociped till cykel.

Höghjulingsåkning.

Teknikhistorisk cykeltur i Stockholm med start kl 04.00.

## Filmvisningar

FÖLJANDE FILMER HAR VISATS VID OLIKA TILLFÄLLEN UNDER ÅRET:

Vindenergi

Lyse Vindkraftstation

Teknik på farfars tid

Stockholmsutställningen 1897

Den blågula atomen, om hur Sverige fick kärnkraft

Kvinnliga uppfinnare

Industri på farfars tid 1920–1935

Ösjöfors Handpappersbruk

Helan och Halvan på biläventyr

Charlie Chaplin på biläventyr

Charlie Chaplin som brandsoldat

## Övriga evenemang

Evenemang i anslutning till SHOT-konferensen, dvs Society for the History of Technology, internationell teknikhistorisk konferens, den 16–20 augusti i Stockholm och Uppsala. Se Tekniska Museets Forskningsnämnd.

Den 19 maj genomfördes "Vår roliga Historia", en för Stockholms museer gemensam dag i Kungsträdgården, som på ett uppsökande sätt låter människor möta museernas kulturutbud.

## FAMILJEDAG MED TMV

EXPO 92 i Sevilla med intryck från hela världen. Bildspel och berättelse av civ ing Bertil Hanås.

Stockholmsenergi, intendent Kerstin Westlund.

Teknik i konst och reklam kring sekelskiftet, intendent Gert Ekström.

## Undervisning

Tekniska Museet och Teknorama har under året genomfört visningar för 607 grupper, varav 302 grupper på Teknorama. Grupperna som besökt Tekniska Museets utställningar fördelar sig enligt följande: förskola 6, lågstadium 13, mellanstadium 72, högstadium 87, gymnasium 54 och vuxengrupper 73.

Under året har museet fått vidkännas en kraftig minskning av antalet grupper. I siffrorna kan man utläsa att nedgången framför allt berör de mellanstadiegrupper, som tidigare bokades och betalades genom skolförvaltningen.

Bakom detta ligger en omläggning av bokningssystemet i Stockholms skolförvaltning där man tidigare reserverade medel centralt.



Numera har man övergått till ett system där varje skola har fått ett eget anslag att fördela på olika användningsområden.

Under våren har museet genomfört en månadslång informationskampanj med gratisvisningar för att öka intresset hos skolorna. Försöket ledde till en kraftig ökning av antalet visningar och vi hoppas effekten skall bestå.

Antalet grupper från lärarhögskolor har ökat något under året. Med pengar från Forskningsrådsnämnden har ett utvecklingsarbete tillsammans med Jonny Rosqvist från lärarhögskolan i Stockholm inletts. Arbetet syftar till att utveckla studiematerial till Elo-teket.

Museet har också medverkat i en fortbildningskurs i teknikhistoria för 60 lärare. Under en heldag genomförde museet visningar och därtill kopplade föreläsningar om teknikhistoria. Verksamheten fick mycket positivt mottagande och kommer att upprepas nästa år.

Kontakter har också tagits med Lärarutbildningen i Göteborg som under 15 år bedrivit fortbildningsverksamhet i samarbete med Münchens Tekniska Museum. Som ett påbyggnadssteg med svensk teknikhistoria skall TM nu inleda en samverkan med Göteborg. Kursens syfte är att utveckla undervisningsmetoder och material för användning i skolan inom temat teknikhistoria.

För museet ingår kontakterna med lärarutbildningarna och skolan som led i ambitionen att priotera vidareförmedlare av kunskap i samhället.

Förutom museets tillsvidareanställda personal har kemisten Peter Sjödin varit projektanställd för att genomföra visningar och programverksamhet i anslutning till kemiutställningen.

Under året har tre extralärare medverkat vid visningar och som medhjälpare vid halvdagsprogram för mellanstadiet.

I halvdagsprogrammen i anslutning till utställningen "Det tryckta ordet" har ett antal pensionerade typografer medverkat och hjälpt besökarna med handsättning och tryckning vilket har varit mycket uppskattade aktiviteter.

*Övrigt* På inbjudan av The Association of Science and Technology Centers (ASTC), Washington DC, deltog museidirektör Inga-Britta Sandqvist som sessionsledare i konferensen "Creating the Visitors Experience" som hölls den 3–6 oktober 1992 i Ontario Science Center, Toronto, Kanada.

*Publikationer* Museets årsbok Dædalus 1993 omfattar ett 15-tal artiklar och notiser och utkom under november månad.

*Huvudmän  
och styrelse*

Stiftelsen Tekniska Museets beskyddare är H M konungen. Hedsledamöter är Åke Martenius och Curt Nicolin.

|                                     |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| <i>Valda huvudmän är:</i>           | <i>Representerar:</i> |
| Direktör Curt Andersson             | Industriförbundet     |
| Direktör Sten Nordberg              | "                     |
| Direktör Lars-Göran Rosengren       | "                     |
| Civilingenjör Ingrid Bruce          | Sv Civ ing förb       |
| Civilingenjör Mats B-O Larsson      | "                     |
| Förbundsdirektör Sven Magnusson     | "                     |
| Civilingenjör Torbjörn Larsson      | Sv Uppfinnarefören    |
| Docent Sam Nilsson                  | "                     |
| Ingenjör Erik Wångby                | "                     |
| Direktör Orvar Nyquist              | IVA                   |
| Professor Jan Hult                  | "                     |
| Docent Bengt Thulin                 | "                     |
| Museichef Fred Andersson            | Staten                |
| 1:e intendent Barbro Bursell        | "                     |
| Generaldirektör Birgit Erngren      | "                     |
| Riksdagsledamot Elisabeth Fleetwood | "                     |
| Professor Kerstin Fredga            | "                     |
| Metallarbetare Göran Johansson      | "                     |
| Museidirektör Per Kåks              | "                     |
| Docent Ulf Lindström                | "                     |
| Riksdagsledamot Ingela Mårtensson   | "                     |
| Landstingsråd Knut Nilsson          | "                     |
| Docent Marie Nisser                 | "                     |
| Museichef Per Ragnarsson            | "                     |

|                                     |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| <i>Styrelse:</i>                    | <i>Representerar:</i> |
| Tekn dr Torsten Lindström           | Industriförbundet     |
| Generaldirektör Jan Olof Carlsson   | Sv Civ ing förb       |
| Civilingenjör Arne Bergström        | Sv Uppfinnarefören    |
| Direktör Lars Sundblad              | IVA                   |
| Informationschef Annagreta Dyring   | Staten                |
| Professor Lennart Holm              | ”                     |
| Avdelningschef Christian Laine      | ”                     |
| LO:s sekreterare Margareta Svensson | ”                     |

Huvudmännen har under året haft två protokollförda sammanträden, styrelsen sju.

## Personal och organisation

Under verksamhetsåret har organisationen genomgått en översyn. Utbildnings- och informationsavdelningen har bytt namn till Utställningsavdelningen. Som tf chef för avdelningen har varit intendent Gert Ekström under perioden 920701–930108 och som



avdelningschef och 1:e intendent Per Lindahl fr o m 1993-01-11. Dokumentationsavdelningen har under året letts av avdelningschef och 1:e intendent Jan-Erik Pettersson. Science-center verksamheten Teknorama har letts av museidirektör Inga-Britta Sandqvist. Museets ekonomi- och personalfrågor har skötts av ekonomichef Tommy Westerlund (t o m 930531) och personalchef Dan Jacobsson.

Museet med anknutna stiftelser, har under året haft 71 anställda, varav 28 med lönebidrag från AMS och fem med projektanställning. Ett stort antal personer har varit timanställda med tjänstgöring på helger och vardagar som värdar och extra musei- och teknoramalärare.

Under året har museet disponerat medel för kompetensutveckling där ett flertal anställda deltagit i kurser och kunnat beredas möjlighet till studieresor. Några har fått bidrag för att avsluta redan påbörjade utbildningar på högskolenivå.

Arbetet kring hälso- och miljöfrågor har fortsatt och i samarbete med Statshälsan genomfördes en personaldag 1993-01-25. Internkontroll av arbetsmiljön påbörjades under första halvåret 1993 genom inventering av befintliga lokaler och deras miljö.

Arbetet kring jämställdhetsfrågor har fortsatt. En projektgrupp har verkat för att med hjälp av konsult ta fram grunden till ett könsneutralt arbetsvärderingssystem med medel särskilt erhållna från Statens arbetsgivarverk, SAV, för att mäta arbete av lika värde (ALVA).

**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.

För STIFTELSEN TEKNISKA MUSEET

Stockholm 1993-08-25

*Torsten Lindström*  
Ordförande

*Inga-Britta Sandqvist*  
Museidirektör



## Verksamheten under 1992

Telemuseum är ett specialmuseum för telekommunikationshistoria. Museet drivs i anslutning till Tekniska Museet med bl a gemensam administration. Verksamheten grundas på ett avtal mellan Stiftelsen Tekniska Museet och Televerket, vilka i Telemuseums nämnd har ett samarbetsorgan som behandlar frågor av större vikt för museets verksamhet. Denna finansieras huvudsakligen genom anslag från Televerket.

### *Telemuseums nämnd*

Nämnden har under året hållit fyra sammanträden, varvid främst behandlats frågor rörande utställningar, utåtriktad verksamhet, dokumentationsverksamhet, personal, utbildning, lokaler, planering av verksamheten, samarbetet med Tekniska Museet, Televerket m fl organisationer samt ekonomi.

### *Utställningar*

#### BASUTSTÄLLNINGAR

I och med nybyggnation av tre kontorsrum i telegrafi-utställningen har denna del av basutställningen reducerats. En första planering för revidering av telegrafiutställningen har påbörjats under året.

En rundradiostudio har överlämnats av Riksradiön. Studion invigdes den 21 maj.

Projektering av en optisk telegraflinje mellan Bredablick på Skansen och museet fortsatte under året. Invigningen av linjen kommer att ske under 1994 då det är 200-årsjubileum av den första svenska optiska telegraflinjen.

#### TILLFÄLLIGA UTSTÄLLNINGAR

*Teletavlor – konst och kuriosa ur Telemuseums samlingar.* Utställningen "Teletavlor" som öppnades i oktober 1991 kvarstod till 15 januari 1992.

*Från fonograf till CD.* En sommarutställning med namnet "Från fonograf till CD" öppnades den 15 juni. Utställningen förlängdes under hösten och stod kvar till 14 december.

#### EXTERN UTSTÄLLNINGSVERKSAMHET

"Telehistoriskt center" i Lund invigdes den 7 maj. Telemuseum har bidragit med föremål och projekteringshjälp till utställningen.

## *Program- verksamhet*

Liksom tidigare år har Sveriges Sändaramatörer bedrivit sin verksamhet i Tekniska Museets och Telemuseums amatörradiostation.

Samarbetet med DX-förbundet har återupptagits.

Film- och videovisningar har särskilt lördagar och söndagar men även i viss utsträckning på vardagar genomförts i museets samlingssal.

Särskild programverksamhet har genomförts enligt följande:

Den 1–2 februari anordnade Sveriges Sändaramatörer särskilda aktiviteter kring sin verksamhet.

Den 8–9 februari demonstrerades Kungsgatan 8-studion, bandmaskin och gravérverk av Ove Löf, Riksradiön.

22 februari–1 mars ordnades särskilda aktiviteter för barn och ungdom i samband med Stockholmsområdets sportlovsvecka. Arrangemangen var av traditionellt slag med radiostudio, lyssnarhörna, telefonmontering, film- och videovisning samt sportlovs-tävling.

Den 9 mars gavs en grupp synskadade möjlighet att handskas med att pröva olika apparater för telekommunikation.

Den 22 mars anordnades tillsammans med Tekniska Museet, barnaktiviteter med temat "Skruva och pill". Pristävling för roligaste fantasitelefon genomfördes. Vinnande telefon ställdes ut på världsutställningen i Sevilla.

25–26 april kåserade och demonstrerade Hans Edelskog från Riksradiön kring ämnet ljudeffekter från radioteatern.

Den 27 juni anordnades den sk Furusundsagen av Furusunds Kulturförening, varvid Telemuseum deltog med visning av den optiska telegrafan i Furusund – ett unikt tillfälle för allmänheten att se stationen invändigt.

Den 5, 9, 11 och 16 augusti uppfördes en operabuffa "The Telephone" av C G Menotti i samarbete med Opera Alba/Ardente Production AB.

Den 7–16 augusti deltog personal från museet i aktiviteter på Strömparterren i samband med Vattenfestivalen.

Den 19–20 september hade Sveriges Sändaramatörer öppet hus på museet med föredrag och demonstrationer.

Den 28 oktober demonstrerades på nytt Kungsgatan 8-studion, stålbandsmaskinen och gravérverket av Ove Löf.

Den 24–25 oktober deltog Telemuseum, i samarbete med Tekniska Museet, med aktiviteter i samband med Kvinnor och Teknikdagarna.

Den 22 november genomfördes ytterligare en "Skruva och pill" dag.

I övrigt har ett antal förannonserade visningar för allmänheten genomförts framförallt under helgerna.



**Undervisning** Undervisningen vid museet har riktats till skolklasser och andra besökande grupper. Den har huvudsakligen genomförts av Telemuseums egen personal, av personal från Televerket samt beträffande visningar även av Tekniska Museets lärarpersonal.

Den pedagogiska verksamheten har vidareutvecklats med bl a grupparbetsuppgifter. Televerket Region Stockholm började begränsa antalet grupper till Kontorاما under höstterminen (86 klasser under v t jämfört med 31 klasser under h t). Denna minskning har hejdats då museets egen personal tagit över visningar i Kontorاما. Därför hamnar slutsumman av grupper av skolklasser ändå på samma nivå som 1991 (Se även avsnittet "Besökande"). Aktiv marknadsföring av den pedagogiska verksamheten påbörjades under hösten. Museilärare har tillsammans med personal från Tekniska Museet "turnerat" i några skolor och genomfört halvdagsprogram för lärare.

**Föremåls-samlingarna** Telemuseums föremålssamlingar har under året genom gåvor och inköp tillförts 89 föremål.

**Arkiv och bibliotek** Telemuseums arkiv och bibliotek har under verksamhetsåret 1992 genom gåvor och inköp tillförts 1 enskilt arkiv och 3 arkivdokument, 30 böcker och häften, 1 bokmanus samt 6 fotografier.

Arkiv och bibliotek har anlitats av forskare och skribenter. Besöken har gällt teknik, personhistoria, statistiska uppgifter, bildsökning m m. Liksom tidigare år har ett stort antal besökare i arkiv och bibliotek utnyttjat äldre årgångar av telefonkatalogen.

**Utlåning och deposition** Utlåning och depositioner av föremål ur museets samlingar har skett för längre eller kortare tid för användning i utställningar och teaterpjäser samt för filmning och fotografering. I en del fall har oregistrerade rekvisitaföremål utnyttjats. Låntagare/depositions-mottagare har huvudsakligen varit Televerket, Riksrådet, museer, hembygdsföreningar, teatrar, tidningar samt foto-, video- och filmateljéer m fl.

**Dokumentation** Mikrofilmning av Rikstelefonkatalogen har fortsatt under året och förts fram till 1938 års upplaga.

Arbete med dataläggning av museets bildregister har fortsatt under året.

**Uthyrning av lokaler** Lokaler inom Telemuseum, samlingssalen, Telegrafstyrelsens sessionsrum och entréhallen har hyrts ut för sammanträden, konferenser, kurser och samkväm. Bland institutioner och organisationer som utnyttjat lokalerna kan nämnas Televerket, Tekniska



Museet, TMV, LM Ericsson, föreningar för teknik och forskning samt andra ideella föreningar.

Hyran för samlingssalen har varit 1000 kronor per tillfälle och för sessionsrummet 2000 kronor per tillfälle.

**Besökare** Antalet besökare har under år 1992 varit ca 102 000 personer inberäknat enskilda besökare, skolklasser och andra grupper. Detta innebär en minskning med 11 000 personer jämfört med föregående år. Tekniska Museet hade 165 000 besökare och en minskning med 17 000 personer. För båda museerna innebär detta en minskning med ca 10,5 %. Besökarantalet är någorlunda jämnt fördelat under året med undantag för juli som hade en toppnotering på ca 14 000 personer. Nedgången följer mönstret för de flesta andra stockholmsmuseer.

För att kurvan skall vända uppåt igen krävs att museets identitet stärks, marknadsföringen intensifieras och attraktiva programinslag utvidgas.

Antalet besökande grupper (skolklasser och vuxengrupper) som fått visning av museilärare eller som deltagit i temaverksamhet har totalt varit 245 (225 för 1991) vilket innebär ca 5 200 personer. Kontoramabesöken i Televerkets regi har medvetet minskats under hösten. Å andra sidan har visningar i egen regi ökat så att antalet besökare i grupper blir desamma som för 1991. (Se även avsnittet "Undervisning".)

**Information** Information om Telemuseums verksamhet har lämnats i den sk museirutan som publiceras varje vecka i de stora Stockholms-tidningarna samt i årets tre utgåvor av musei-kalendariet StockholmsMuseer. Återkommande annonsering har skett i publikationer som TeleVärlden, City-Nytt, Buss på Stockholm och Aftonbladets "Stockholms Lustgård". Vidare har annons varit införd i Röda Boken, Vägvisaren, Museernas Sommarblad och Sommar-Stockholm. I en del fall har det rört sig om samannonsering med Tekniska Museet. Inför evenemang har förutom annonsering även 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** Telemuseum har liksom tidigare år av Televerket beviljats de anslag som av Telemuseums nämnd begärts för verksamheten. Detta har

betytt att museet har haft goda resurser för den avsedda verksamheten under det gångna året.

Tre kontorsrum har byggts utmed norra långsidan i telegrafavdelningen (se även avsnittet "Basutställningar"). Utrymme har därmed frigjorts i biblioteket vilket i sin tur möjliggjort installation av forskarplatser och läsplatser för mikrofilmade telefonkataloger.

Ett vårdprojekt har igångsatts med museets gamla negativ och glasplåtar. Dessa kommer att kunna slutförvaras i det blivande klimatstyrda negativarkiv som Tekniska Museet bygger under 1993–94.

De tidigare väckta frågorna angående förbindelsegång till Teknorama och en egen entré till museet diskuterades. En lokalgrupp utsågs av nämnden för att närmare studera dessa frågor.

*Ekonomi* Televerkets huvudkontor har godkänt den för 1992 uppgjorda driftkalkylen och i anslutning härtill tilldelat Telemuseum 10 733 000 kronor för driften av museet.

Förslag till driftkalkyl för åren 1993 och 1994 samt prognos för kostnadsutvecklingen åren 1995 och 1996 har inlämnats till Televerkets huvudkontor.

Förslaget till driftkalkyl för år 1993 har godkänts av Televerkets generaldirektör.

*Nämndens  
sammansätt-  
ning*

*Av Televerket utsedda ledamöter:*

Informationsdirektör Uno Grönkvist  
Civilingenjör Anders Carlsson

*Av Stiftelsen Tekniska Museet utsedda ledamöter:*

Direktör Gösta Lindberg (t o m 24 augusti)  
Tekn lic Lars Arosenius (fr o m 24 augusti)  
Museidirektör Inga-Britta Sandqvist

*Av Televerket utsedda suppleanter:*

Avdelningsdirektör K-V Tahvanainen  
Informationschef Lennart Widlund

*Av Stiftelsen Tekniska Museet utsedda suppleanter:*

Intendent Michael Lindgren (t o m 24 augusti)  
1:e intendent Per Lindahl (fr o m 25 november)

I nämndens överläggningar har museets chef Lennart Steen (t o m 30 juni) och Lars Johannesson (fr o m 1 juli) deltagit som adjungerad ledamot, tillika nämndens sekreterare.

K-V Tahvanainen utsågs den 9 december till hedersledamot i Telemuseums nämnd.



*Personal* Lennart Steen pensionerades den 31 dec 1991 och den nye museichefen Lars Johannesson tillträdde den 1 juli 1992.

För Telemuseum avsedda tjänster på Tekniska Museets personalförteckning har varit tillsatta enligt följande:

Museichef Lennart Steen, t o m 30 juni

Museichef Lars Johannesson, f r o m 1 juli

Intendent Eva Derlow

Intendent Lars-Erik Rydeklint

Museilärare Svante Geggen

Museilärare Olle Malmqvist

Vik museilärare Britta Isaksson

Ingenjör Bertil Båge

Ingenjör Istvan Leller

Förrådsmästare Anders Englund

Museitekniker Günther Springe

Assistent Olle Pettersson

Assistent Rune Åsberg

Receptionist Victoria Lidström, halvt sjukbidrag

Museivärd Egon Pettersson, halvt sjukbidrag (avliden 14 december)

Museivärd Erik Hungler, 85 %

Museivärd Isadora Bäckman, entledigad f r o m 7 november

Vik museivärd Andreas Lundhäll

Vik museivärd Nancy Sandlund

Utöver den personal som förtecknats ovan har extrapersonal varit engagerad som museivärdar under helger, semestrar och perioder med personalbrist.

*Tack* Telemuseums nämnd vill rikta ett särskilt tack till alla som på olika sätt stött museets verksamhet under år 1992. Icke minst gäller det alla medverkande – artister, tekniker, föreläsare och andra – i utställningar och evenemang som ordnats under året i Telemuseum. Nämnden vill också tacka Telemuseums personal och personal inom Tekniska Museet med arbetsuppgifter för Telemuseum för alla insatser under det gångna året. Ett speciellt tack riktas till Lennart Steen som den 1 juli 1992 lämnade sin tjänst som chef för Telemuseum där han gjort värdefulla och uppskattade insatser.



# Tekniska Museets Vänner

## Verksamhetsberättelse för 1992

Styrelsen har under året utgjorts av *ordförande*, Generallöjtnant Nils Sköld, *vice ordförande*, Tekn dr Torsten Lindström, *andre vice ordförande*, Professor em Carl-Göran Nilson, *sekreterare*, Museidirektör Inga-Britta Sandqvist.

*Ledamöter*: Antikvarie Anna von Ajkay, Tekn direktören Hans Andersson, Kamrer Curt Björklund (tillika skattmästare), Marindirektör Curt Borgenstam, Intendent Gert Ekström, Civilingenjör Sven G Fagerlind, Professor Anders Franzén, Civilingenjör Olof Hörmander, Aeronaut Per E Johansson, Programmerare Håkan Ljungqvist, Direktör Bo Molander, Fil kand, Bengt V Nilsson, Civilingenjör Lars Norling, Direktör Gunnar Nyberg, Förste intendent Lennart Steen, Fil dr Per Sörbom, Produktchef Marianne Tranhammar, Ingenjör Inger Wiik och Ingenjör Erik Wångby.

*Revisorer*: Revisor Ulf Egenäs (ord), Revisor Jan Ekborg (suppl), Tekn lic Rune Glimenius (ord), Docent Kjell Fransson (suppl).

*Valberedning*: Ingenjör Erik Wångby och Civilingenjör Sven G Fagerlind.

*Hedersledamoten* Tekn dr Håkan Sterky har avlidit den 21 november 1992. Håkan Sterky var under 16 år TMV:s ordförande. Även efter sin avgång engagerade han sig mycket i TMV:s verksamhet.

Föreningen Tekniska Museets Vänner (TMV) är en aktiv stödförening för stiftelsen Tekniska Museet med 1 648 medlemmar. Stödet till museet sker främst genom att TMV garanterar utgivningen av museets årsbok Dædalus, Sveriges äldsta teknikhistoriska publikation, utgiven sedan 1931. Alla medlemmar får denna årsbok.

För 1992 års utgåva har avsatts 110 000:– kronor. Till nyanaffning och vård av museets föremål har avsatts 50 000:– kronor.

TMV deltar aktivt i museets verksamhet men ordnar också själva ett antal föredrag, visningar och utflykter.

*Årsstämma* hölls 1992-04-23 med ett 70-tal medlemmar närvarande. Vid stämman godkändes 1991 års verksamhetsberättelse samt resultat- och balansräkning. Styrelsen och skattmästaren beviljades full ansvarsfrihet. Val av styrelse, revisorer och valberedning gjordes och sammansättningen framgick i ingressen.

Efter stämman höll Antikvarie Anna von Ajkay ett mycket

intressant och uppskattat föredrag om forskningen kring textilfabriker och sidenväverier på Södermalm i Stockholm.

Styrelsen har under året haft två protokollförda sammanträden.

*Arbetsutskottet* har bestått av Nils Sköld, Inga-Britta Sandqvist, Carl-Göran Nilson, Anna von Ajkay, Lars Norling, Inger Wiik och Curt Björklund.

*Medlemsutskottet* har bestått av Anna von Ajkay, Carl-Göran Nilson, Lars Norling, Sven G Fagerlind, Gert Ekström och Curt Björklund.

*Programutskottet* har bestått av Inger Wiik, Carl-Göran Nilson, Marianne Tranhammar, Gert Ekström, Håkan Ljungqvist och Anna von Ajkay.

*Klubbmästeriet*: Styrelserepresentant har varit Anna von Ajkay, klubbmästare Olle Jonsson med biträde av Ulla-Stina Nilson.

*TMV:s medlemsinformation*, redaktionskommitté: Inga-Britta Sandqvist (ansvarig utgivare), Bo Molander, Carl-Göran Nilson och Inger Wiik.

Programutskottet och medlemsutskottet har under året gjort fem utskick av TMV:s INFO.

Programutskottet har anordnat följande sammankomster och utflykter:

- 22 januari* Besök vid Stockholms Gatukontor.
- 26 februari* Våra vägar och vägtrafik, kåseri av Gert Ekström.
- 18 mars* Folkens Museum-Etnografiska efter inbjudan från dess vänför-  
ening.
- 23 april* Årsmöte.
- 16-17 maj* Vårutflykt till Linköping med besök på Livgrenadjärregementet,  
Linköpings Universitet, Flygvapenmuseet, Gamla Linköping och  
Brunneby musteri.
- 24 juni* M/S Sigyn, atomsopfartyget.
- 12 september* Höstutflykt till ett fagert Roslagen med visning av kyrkorna Frö-  
una, Roslags-Bro och Esstuna, samt guidad visning av Penningby  
slott.
- 23 september* Elektronik och kreativitet i granskogen. Herbert Söderström höll  
ett informativt och humoristiskt anförande.
- 8 oktober* Djurgårdsspårvagnarna.



- 12–17 oktober* Deltagande i Stockholms Tekniska Mässa.
- 15 november* Familjedag i samarbete med Tekniska Museet.
- 27 november* Oscarsträff på Tekniska Museet. Gunilla Englund kåserade om mat i teknisk och historisk belysning.

*Dædalus.* Årsboken utkom i december. Innehållet är en mycket intressant Teknik- och industrihistorisk översikt. Det är framför allt kvinnliga tekniker som präglar årets utgåva.

*Kvinnor och teknik– omöjligt eller självklart?* En av årets mottagare av stipendium ur Torsten Althins Minnesfond, Fil fr Eva Hesselgren, har belyst teknik och arbete i svensk textilindustri 1890–1935.



# *Torsten Althins minnesfond*

## *Verksamhetsberättelse 1992*

Styrelsen bestod under året av Nils Sköld, ordförande, Inga-Britta Sandqvist, Göran Grimvall, Carl-Göran Nilson och Jan-Erik Pettersson.

Styrelsen har hållit två protokollförda sammanträden.

Stipendier har tilldelats följande:

Fil dr Eva Hesselgren, Stockholm 15 000:–

Tekn lic Kenneth Persson, Lund 6 310:–

Fil kand Anna Götling, Falun 5 000:–

Vidare har 30 000:– kronor reserverats för stipendium att tilldelas fil kand Jörgen Lund, med visst förbehåll enligt protokoll.

Anslag om stipendiemöjligheter har under året översänts till universiteten och högskolorna.



# Ämnesregister

*Ämnesordnat register över artiklar och notiser i Dædalus  
vol 51(1982)–61(1993)*

Registret omfattar elva volymer av årsboken. (Volym 58 har kronologiskt beteckning 1989/90). Referenserna är ordnade under ämnesord efter sitt innehåll och efter författare inom respektive ämnesord. En referens kan förekomma på flera ställen om artikeln behandlar flera ämnesområden eller aspekter av ett ämne. Man kan söka företags- och personnamn som ämnesområden men ej ortnamn.

Artiklarnas sidomfång anges efter årsbokens årtal, t ex 1992:67–77. Volymnummer, illustrationsuppgift och eventuell sammanfattning på engelska har ej medtagits i referenserna. Ett kumulerat och omarbetat register från första årgången 1931 planeras och ska innehålla dessa uppgifter liksom ett separat författarregister.

I Dædalus 1982 publicerades:

|                                                                               |              |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Författarregister 1931–1981                                                   | 1982:191–200 |
| Ämnesregister. Register över artiklar och meddelanden i Dædalus 1931–1981     | 1982:201–223 |
| Register över Gunnar Lindmarks ”Teknikhistoriska notiser” i Dædalus 1949–1968 | 1982:224–226 |

## **AGA AB**

|                                               |                |             |
|-----------------------------------------------|----------------|-------------|
| Ett företags teknikskiften: AGAs första 80 år | Almqvist, Ebbe | 1992:78–110 |
|-----------------------------------------------|----------------|-------------|

## **Althin, Torsten (1897–1982)**

|                            |                   |           |
|----------------------------|-------------------|-----------|
| Torsten Althin in memoriam | Lindqvist, Svante | 1982:9–12 |
|----------------------------|-------------------|-----------|

## **Anläggningsarbetare**

|                                                      |                 |              |
|------------------------------------------------------|-----------------|--------------|
| Kraftverksbyggarna: arbetsvillkor och levnadsmönster | Bursell, Barbro | 1984:221–230 |
|------------------------------------------------------|-----------------|--------------|

## **Arbetsorganisation och teknisk förändring**

|                                                                               |                   |              |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| Hamnarbetarna och ordningen: reflektioner kring ett bångstyrigt arkivmaterial | Björklund, Anders | 1983:153–163 |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|



|                                                                                                                         |                                |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Rationalisering och samhällsförändring                                                                                  | De Geer, Hans                  | 1985:59–73      |
| Tryckeriägare, typografer och ny teknik under det industriella genombrottet                                             | Ekdahl, Lars                   | 1989/1990:39–59 |
| Från hantverk till fabriksarbete: om teknik och arbete i 1800-talets svenska ylleindustri                               | Göransson, Anita               | 1989/1990:9–38  |
| Teknik och arbete i svensk textilindustri 1890–1935                                                                     | Hesselgren, Eva                | 1993:53–77      |
| Från nitning till svetsning: hur ett tekniskifte förändrade arbetet inom verkstadsindustrin<br>[AB Hedemora verkstäder] | Isacson, Maths                 | 1988:46–59      |
| På världsmarknadens villkor – och smedjans: teknisk förändring vid Stocka sågverk under 1800-talet                      | Johansson, Alf                 | 1988:22–45      |
| Teknik och arbete i svensk glasindustri 1860–1910                                                                       | Johansson, Christina           | 1992:29–45      |
| Att skapa genus: teknik och kvinnlighet i svenska mejerier                                                              | Sommestad, Lena                | 1993:30–52      |
| Kvinnoarbete och rationalisering: Gustavsbergs porslinsfabrik under mellankrigstiden                                    | Wikander, Ulla                 | 1988:9–21       |
| <i>Arkitektur</i>                                                                                                       |                                |                 |
| De nya museerna                                                                                                         | Laine, Christian               | 1985:123–147    |
| Tekniska Museets byggnad och dess tillkomsthistoria                                                                     | Mjöberg, Tomas                 | 1985:175–187    |
| Byggandet under mellankrigstiden                                                                                        | Rudberg, Eva & Schackne, Georg | 1985:75–97      |
| Stockholmsutställningen 1930                                                                                            | Rudberg, Eva                   | 1985:99–109     |

***Arrhenius, Svante (1859–1927)***

Svante Arrhenius som populär-  
vetenskaplig författare

Dahlström, Olov

1987:159–168

***ASEA AB***

Tungt och lätt eller konsten att gå på  
två ben i starkströmsindustrin:  
reflektioner från en studie om  
ASEA:s historia

Glete, Jan

1982:73–87

***Astronomiska ur***

Christopher Polhems astronomiska ur

Pipping, Gunnar

1992:156–163

***Avesta Jernverk AB***

Avesta Jernverks AB 1883–1983

Pettersson, Jan-Erik

1983:170–173

***Bandvagnar se Militärväsen***

***Belysning se Elektrisk kraftöverföring och distribution***

***Bergsbruk se Järn och stål***

***Bilar se Motorfordon***

***Billerud AB***

Billerud 100 år

Pettersson, Jan-Erik

1983:165–167

***Boktryckerihistoria se även***

***Tryckeri***

Boktryckaren Henrik Fougts stilgjuteri  
1775–1782: anteckningar om svensk  
stilförsörjning under 1700-talet

Lindberg, Sten G

1983:17–39

De första boktryckarna –  
konsthantverkare eller storföretagare?:  
föredrag vid Svenska  
bibliotekariesamfundets årsmöte  
7 maj 1983

Ridderstad, Per Soldan 1983:7–15

***Brobyggnad se Vägbyggnad***

***Brunius, Hakon (1842–1902)***

Hakon Brunius: "Sveriges förste  
elektriker"  
[tillverkade bl a Sveriges första telefon]

Hallberg, Tord Jöran

1991:133–150

*Byggnadsteknik se Arkitektur*

*Caloricmaskiner se Maskinteknik*

*Choklad*

|                                                                  |                     |              |
|------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|
| Penningmandel och gudaspis: om chokladhistoria och chokladteknik | Andersson, P Gunnar | 1991:183–199 |
|------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|

*Datorer och databehandling*

|                                      |              |            |
|--------------------------------------|--------------|------------|
| Den grafiska branschen och datorerna | Dyring, Eric | 1983:51–63 |
|--------------------------------------|--------------|------------|

|                                                          |                   |          |
|----------------------------------------------------------|-------------------|----------|
| Sveriges första numeriskt styrda verktygsmaskin till STM | Lindgren, Michael | 1987:174 |
|----------------------------------------------------------|-------------------|----------|

|                                           |              |              |
|-------------------------------------------|--------------|--------------|
| Något om de första svenska datamaskinerna | Lund, Jörgen | 1987:129–141 |
|-------------------------------------------|--------------|--------------|

|                                   |                 |              |
|-----------------------------------|-----------------|--------------|
| TRASK – den tredje svenska datorn | Pipping, Gunnar | 1982:171–172 |
|-----------------------------------|-----------------|--------------|

*Datortomografi*

|                       |              |              |
|-----------------------|--------------|--------------|
| Datortomografen 10 år | Dyring, Eric | 1983:175–176 |
|-----------------------|--------------|--------------|

*De Laval, Gustaf (1845–1913)*

|                                             |                    |             |
|---------------------------------------------|--------------------|-------------|
| Strövtåg genom Gustaf de Lavals skissböcker | Nilson, Carl-Göran | 1983:97–112 |
|---------------------------------------------|--------------------|-------------|

*Diamanter*

|                                            |                |                    |
|--------------------------------------------|----------------|--------------------|
| Diamanter: utvecklingen vid ASEA 1953–1965 | Lundblad, Erik | 1989/1990: 118–137 |
|--------------------------------------------|----------------|--------------------|

|                               |                |            |
|-------------------------------|----------------|------------|
| Om konsten att göra diamanter | Lundblad, Erik | 1988:60–76 |
|-------------------------------|----------------|------------|

*Dimkammare*

|                                          |                |                    |
|------------------------------------------|----------------|--------------------|
| Dimkammaren<br>[visar partikelstrålning] | Lundblad, Erik | 1989/1990: 264–265 |
|------------------------------------------|----------------|--------------------|

*Dynamit*

|                                                 |                  |            |
|-------------------------------------------------|------------------|------------|
| Dynamitens tillkomst – och en teknisk fyrklöver | Strandh, Sigvard | 1983:83–96 |
|-------------------------------------------------|------------------|------------|

*Ekenberg, Martin (1870–1910)*

|                                                                                                              |                  |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|
| Dr Justus Felix alias Mr Martin Ekenberg: geni, visionär och/eller humbug?<br>[verksam inom kemisk industri] | Magnusson, Börje | 1987:45–63 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|



## *Elbilar se Motorfordon*

## *Elektrifisering se Elektrisk kraftöverföring och distribution*

### *Elektrisk kraftöverföring och distribution*

|                                                                                        |                      |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------|
| Ljus över landet: elektrifieringen och litteraturen                                    | Furuland, Lars       | 1984:11–38   |
| Varför elektrisk belysning?: om pionjärer för elektriskt ljus                          | Garnert, Jan         | 1988:127–142 |
| Energiöverföringen Hällsjön–Grängesberg: världens första kommersiella trefasöverföring | Håkansson, Nils-Göte | 1993:175–195 |
| HVDC-historik<br>[energiöverföring med högspänd likström]                              | Håkansson, Nils-Göte | 1993:241–242 |
| El på landsbygden: ett ekonomiskt och organisatoriskt problem                          | Modig, Hans          | 1984:231–238 |
| Konkurrensen mellan gas och elektricitet                                               | Kajiser, Arne        | 1984:193–219 |
| Elektrifieringen ur avnämarsynpunkt: användningsområden och distributionssystem        | Olsson, Sven-Olof    | 1984:59–85   |
| Elektrifieringen av svenska järnvägar                                                  | Rönn, Göran          | 1984:87–104  |
| Elektrifieringen av svenska verkstäder                                                 | Sahlholm, Bo         | 1984:179–192 |

## *Elektronmikroskop se Teknisk fysik*

### *Elektroteknik och elektrisk industri*

|                                                                                                           |                      |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------|
| Molekylärteknikk og mikrokretser: oppbyggingen av en norsk halvlederforskning i begynnelsen av 1960-årene | Andersen, Håkon With | 1986:193–203 |
| Fra forskning til industri: et mislykket forsøk i norsk elektronikkindustri                               | Collett, John Peter  | 1986:181–190 |

|                                                                                                                                                              |                      |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Varför har svensk starkströmsindustri blivit högteknologisk?: några synpunkter på starkströmsindustri och industriellt företagande i Sverige under hundra år | Glete, Jan           | 1984:39–57            |
| Hakon Brunius: "Sveriges förste elektriker"<br>[tillverkade bl a Sveriges första telefon]                                                                    | Hallberg, Tord Jöran | 1991:133–150          |
| Solid Logic Technology (SLT) 30 år                                                                                                                           | Lund, Jörgen         | 1989/1990:<br>258–260 |
| Trångfors kraftstation –<br>en sekelskiftesmiljö                                                                                                             | Pettersson, Jan-Erik | 1988:178–180          |
| Entreprenørene som ble borte:<br>militærteknisk forskning som<br>utgangspunkt for elektronikkindustri i<br>Norge i 1950-årene                                | Wicken, Olav         | 1986:167–179          |
| <i>Energiförsörjning</i>                                                                                                                                     |                      |                       |
| Energi i storstad: energiförsörjningen i<br>Stockholm 1853–1992                                                                                              | Hallerdt, Björn      | 1993:154–174          |
| Energi, politik och FoU efter andra<br>världskriget                                                                                                          | Lindström, Stefan    | 1986:95–105           |
| Det riktigt långa perspektivet                                                                                                                               | Tengström, Emin      | 1984:289–303          |
| <i>Ericsson, John (1803–1889)</i>                                                                                                                            |                      |                       |
| John Ericsson: en minibiografi                                                                                                                               | Nilson, Carl-Göran   | 1989/1990:<br>229–235 |
| John Ericsson och hans caloric-<br>maskiner                                                                                                                  | Nilson, Carl-Göran   | 1987:31–43            |
| <i>Experiment se Teknik,<br/>teknikutveckling, teknikspridning</i>                                                                                           |                      |                       |
| <i>Falu koppargruva se<br/>Stora Kopparberg</i>                                                                                                              |                      |                       |
| <i>Fartyg och sjöfart</i>                                                                                                                                    |                      |                       |
| Hamnarbetarna och ordningen:<br>reflektioner kring ett bångstyrt<br>arkivmaterial                                                                            | Björklund, Anders    | 1983:153–163          |

|                                                                                                       |                      |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------|
| Victor Kullberg, den svenske<br>kronometermakaren                                                     | Ljungdahl, Casper    | 1992:164–181    |
| Tillverkare av marina<br>tändkulemotorer i Sverige                                                    | Rollof, Yngve        | 1982:149–161    |
| <i>Flygteknik</i>                                                                                     |                      |                 |
| Lite flyghistoria: hur det började                                                                    | Fristedt, Knut       | 1991:200–234    |
| Emanuel Swedenborgs manuskript om<br>en flygmaskin: en tolkning av texten<br>med tekniska kommentarer | Holmer, Birger       | 1988:96–103     |
| Dædalus – trampdrivet flygplan sätter<br>nytt rekord                                                  | Larsson, Fritz       | 1988:183–186    |
| Några kommentarer till Emanuel<br>Swedenborgs flygplansprojekt                                        | Löfkvist, Hans-Eric  | 1988:104–108    |
| ”En machine att flyga i wädrer”:<br>Emanuel Swedenborgs förslag till en<br>flygmaskin år 1714         | Söderberg, Henry     | 1988:79–95      |
| <i>Forskning se Teknisk forskning</i>                                                                 |                      |                 |
| <i>Gas</i>                                                                                            |                      |                 |
| Konkurrensen mellan gas och<br>elektricitet                                                           | Kaijser, Arne        | 1984:193–219    |
| <i>Gasmotorer se Maskinteknik</i>                                                                     |                      |                 |
| <i>Gasturbiner se Maskinteknik</i>                                                                    |                      |                 |
| <i>Gitter se Teknisk fysik</i>                                                                        |                      |                 |
| <i>Glasindustri</i>                                                                                   |                      |                 |
| Teknik och arbete i svensk glas-<br>industri 1860–1910                                                | Johansson, Christina | 1992:29–45      |
| <i>Grafisk teknik se Tryckeri</i>                                                                     |                      |                 |
| <i>Gummiindustri</i>                                                                                  |                      |                 |
| Galoscher i svensk storskalproduktion                                                                 | Millqvist, Folke     | 1989/1990:60–90 |
| Gummiindustrins framväxt i Sverige                                                                    | Millqvist, Folke     | 1988:109–126    |



|                                                                                                                                                |                                    |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| Gummiringen satte fart på hjulen                                                                                                               | Millqvist, Folke                   | 1991:93–117           |
| Syntetiskt gummi i Sverige 1941–1945                                                                                                           | Nauc  r, Bengt & Philipson, G  ran | 1991:118–132          |
| <i><b>Gustavsberg AB</b></i><br>Kvinnoarbete och rationalisering:<br>Gustavsbergs porslinsfabrik under<br>mellankrigstiden                     | Wikander, Ulla                     | 1988:9–21             |
| <i><b>Handikapphj  lpmedel</b></i><br>Hj  lpmedel f  r handikappade ig  r,<br>idag och i framtiden                                             | Jacobsson, Eva                     | 1993:78–101           |
| <i><b>AB Hedemora verkst  der</b></i><br>Fr  n nitning till svetsning: hur ett<br>teknikskifte f  r  ndrade arbetet inom<br>verkstadsindustrin | Isacson, Maths                     | 1988:46–59            |
| <i><b>Holografi</b></i><br>Holografi – fotografi med m  nga<br>dimensioner: fr  n protes med problem<br>till produkt f  r industriellt bruk    | Dirtoft, Ingegerd                  | 1993:102–109          |
| <i><b>Hush  llsteknik</b></i><br>Kvinnornas ridare: hush  llstekniken<br>som befriare eller er  vrare                                          | Hagberg, Jan                       | 1987:11–29            |
| <i><b>Husqvarna AB</b></i><br>Josefin och teknologin: teknik och<br>teknikutveckling sedda genom<br>symaskinens n  ls  ga                      | Wald  n Louise                     | 1983:65–81            |
| M  tet p   marknaden mellan<br>Husqvarnas symaskiner och hemmens<br>s  mmerskor                                                                | Wald  n, Louise                    | 1989/1990:<br>107–117 |
| <i><b>H  fla bruk</b></i><br>H  fla bruk 300   r                                                                                               | Pettersson, Jan-Erik               | 1982:165–167          |
| <i><b>Induktionsugnar se J  rn och st  l</b></i>                                                                                               |                                    |                       |
| <i><b>Industriell formgivning</b></i><br>N  gra anteckningar om formgivna<br>industriprodukter                                                 | Rudberg, Eva                       | 1985:111–121          |

***Jonsson, Sven Gunnar***

Teknikhistorisk utmärkelse till Sven  
Gunnar Jonsson  
[Faktorimuseet i Eskilstuna]

Petterson, Jan-Erik

1991:290–292

***Järn och stål***

Den svenska ferrolegeringsindustrins  
pionjärskede

Ericsson, Curt

1987:75–87

Dannemora gruvor

Eriksson, Gösta A

1992:46–66

Vallonsmide och bruksliv i  
Dannemora bergslag under gångna  
tider

Faire, Johan de

1992:67–77

Bo Molanders samling av stämplat  
stångjärn

Molander, Bo

1982:121–130

Från träkol till plasma: järn- och  
stålprocesser i Sverige 1960–1982

Pettersson, Jan-Erik

1983:123–139

Innovationen av rostfria stål i Sverige:  
en åtgärd mot 1920-talets stålkris

Pettersson, Jan-Erik

1987:89–102

Kjellins induktionsugn –  
ett industriminne i Gysinge

Pettersson, Jan-Erik

1988:174–177

Kung Oscarshyttan i Morgongåva

Sundström, Eric

1989/1990:91–106

***Järnvägar***

Elektrifieringen av svenska järnvägar

Rönn, Göran

1984:87–104

***Karvstockar***

Karvstocken från Wikmanshytte bruk

Grandell, Axel

1987:143–147

***Konst***

Oljemålning med Helge Palmcrantz  
till Tekniska museet

Hjerner, Ewald

1993:243–245

***Kontorsteknik***

Kontorssystemmiljö på Telemuseum

Malmquist, Olle &  
Steen, Lennart

1992:199–200

Kopiering förr tiden

Nyberg, Gunne

1992:187–196

## *Kugghjul se Maskinteknik*

### *Kullberg, Victor (1824–1890)*

|                                                |                   |              |
|------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| Victor Kullberg, den svenske kronometermakaren | Ljungdahl, Casper | 1992:164–181 |
|------------------------------------------------|-------------------|--------------|

## *Kvinnliga arbetare se Arbetsorganisation och teknisk förändring*

### *Kvinnor och teknik*

|                                                                  |              |            |
|------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| Kvinnornas riddare: hushållstekniken som befriare eller erövrare | Hagberg, Jan | 1987:11–29 |
|------------------------------------------------------------------|--------------|------------|

|                                                 |                      |            |
|-------------------------------------------------|----------------------|------------|
| Kvinnor och teknik – omöjligt eller självklart? | Israelsson, AnnMarie | 1993:13–29 |
|-------------------------------------------------|----------------------|------------|

|                                                                                     |                |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------|
| Josefin och teknologin: teknik och teknikutveckling sedda genom symaskinens nålsöga | Waldén, Louise | 1983:65–81 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------|

|                                                                        |                |                    |
|------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|
| Mötet på marknaden mellan Husqvarnas symaskiner och hemmens sömmerskor | Waldén, Louise | 1989/1990: 107–117 |
|------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|

### *Kärnkraft*

|                                                       |                    |                    |
|-------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Utvecklingen av svenska tungvattenreaktorer 1950–1970 | Brynielsson, Harry | 1989/1990: 199–228 |
|-------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|

|                                                                   |                |              |
|-------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|
| Oskarshamnverket I: en pionjärinsats i svensk kärnkraftsutbyggnad | Gimstedt, Olle | 1991:235–271 |
|-------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|

|                                           |                                  |              |
|-------------------------------------------|----------------------------------|--------------|
| Utvecklingen av den svenska kokarreaktorn | Sundqvist, Cnut & Tenerz, Erland | 1992:111–139 |
|-------------------------------------------|----------------------------------|--------------|

## *Lastbilar se Motorfordon*

### *Linde, Carl von (1842–1934)*

|                                                                                       |              |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| Forskning, skolning, bildning: Carl Linde som teknikens institutionsbyggare 1875–1906 | Hård, Mikael | 1986:61–69 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|

### *Litteraturhistoria*

|                                                     |                |            |
|-----------------------------------------------------|----------------|------------|
| Ljus över landet: elektrifieringen och litteraturen | Furuland, Lars | 1984:11–38 |
|-----------------------------------------------------|----------------|------------|



### *Maskinteknik*

|                                                                                     |                     |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Sagan om gasturbinen                                                                | Jung, Ingvar        | 1982:89–107           |
| Sveriges första numeriskt styrda verktygsmaskin till STM                            | Lindgren, Michael   | 1987:174              |
| John Ericsson och hans caloric-maskiner                                             | Nilson, Carl-Göran  | 1987:31–43            |
| Alternativ till trefasssystemet på 1800-talet<br>[bl a stångångar]                  | Sjövik, John        | 1984:163–177          |
| Sevärt teknikhistoriskt minnesmärke<br>[turbinhjulsskovel från kaplanturbin]        | Thörnquist, Lennart | 1989/1990:<br>261–263 |
| Två gasmotorer                                                                      | Westerlund, Kerstin | 1983:168–169          |
| Vägmätare, vattenmøllor och astronomiska instrument: om kugghjulets äldsta historia | Wikander, Örjan     | 1989/1990:<br>141–159 |

### *Meccano*

|                                            |             |            |
|--------------------------------------------|-------------|------------|
| Den värld meccano byggde, uppgång och fall | Myrdal, Jan | 1992:13–28 |
|--------------------------------------------|-------------|------------|

### *Mejerier*

|                                                            |                 |            |
|------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
| Att skapa genus: teknik och kvinnlighet i svenska mejerier | Sommestad, Lena | 1993:30–52 |
|------------------------------------------------------------|-----------------|------------|

### *Militärteknisk forskning*

|                                                                                                                      |                 |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|
| Vetenskapen i försvarets tjänst: några huvudlinjer i den försvarsrelaterade forskningens framväxt                    | Agrell, Wilhelm | 1986:157–165 |
| System 37 Viggen – vapentechnisk forskning inom industrin                                                            | Dörfer, Ingemar | 1986:147–155 |
| Entreprenørene som ble borte: militærteknisk forskning som utgangspunkt for elektronikkindustri i Norge i 1950-årene | Wicken, Olav    | 1986:167–179 |

### ***Militärväsen***

|                                                          |                 |              |
|----------------------------------------------------------|-----------------|--------------|
| System 37 Viggen – vapenteknisk forskning inom industrin | Dörfer, Ingemar | 1986:147–155 |
|----------------------------------------------------------|-----------------|--------------|

|                                                                                             |            |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|
| ”Demand pull” och ”technology push”: doktriner och ny teknik i svenskt sjöförsvär 1850–1950 | Glete, Jan | 1986:135–145 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|

|                                                             |             |              |
|-------------------------------------------------------------|-------------|--------------|
| Bandvagnar för rörlighet i terrängen [Bandvagn 202 och 206] | Sköld, Nils | 1993:204–213 |
|-------------------------------------------------------------|-------------|--------------|

### ***Miljöfrågor***

|                                  |               |              |
|----------------------------------|---------------|--------------|
| Striden om de strömmande vattnen | Vedung, Evert | 1984:105–161 |
|----------------------------------|---------------|--------------|

### ***Mobiltelefoner se Teleteknik***

### ***Motor AB Pythagoras***

|                                                    |                   |              |
|----------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| Pythagoras – ett levande, arbetande industrimuseum | Zetterström, Anna | 1988:165–170 |
|----------------------------------------------------|-------------------|--------------|

### ***Motorfordon***

|                                                            |               |              |
|------------------------------------------------------------|---------------|--------------|
| Den första svenska elbilen – en kopia och ett misslyckande | Ekström, Gert | 1993:196–203 |
|------------------------------------------------------------|---------------|--------------|

|                                                        |                                  |                    |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Den första svenskbyggda bilen [Jöns Cederholms ångbil] | Ekström, Gert & Borgenstam, Curt | 1989/1990: 160–172 |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|

|                                                 |                |              |
|-------------------------------------------------|----------------|--------------|
| Avancerad teknologi i dagens lastbilsutveckling | Ericsson, Stig | 1991:272–284 |
|-------------------------------------------------|----------------|--------------|

|                                       |                      |              |
|---------------------------------------|----------------------|--------------|
| Museets bilsamling utökad [Volvo 780] | Pettersson, Jan-Erik | 1988:193–194 |
|---------------------------------------|----------------------|--------------|

|                                         |                |              |
|-----------------------------------------|----------------|--------------|
| Tekniska museets Renault 1901 renoverad | Ramberg, Matts | 1992:201–203 |
|-----------------------------------------|----------------|--------------|

### ***Museer se även Tekniska Museet och Telemuseum***

|                                                                                                                |                                               |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------|
| ”Allting här inne bär snilletets stämpel”: föremål, forskning och popularisering i tre tekniska museer i Paris | Berner, Boel; Sundin, Bosse & Wikander, Örjan | 1989/1990: 236–250 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------|

|                                                      |                      |              |
|------------------------------------------------------|----------------------|--------------|
| Tekniska museer i Paris – rapport från en studieresa | Ek-Nilsson, Katarina | 1988:187–190 |
|------------------------------------------------------|----------------------|--------------|

|                                                                                     |                        |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Se dig inte om: arbetarrörelsen och museerna – en perspektivskiss                   | Hofrén, Erik           | 1982:17–28            |
| De nya museerna                                                                     | Laine, Christian       | 1985:123–147          |
| Deutsches Museum, Tekniska Museet och bilden av Christopher Polhem                  | Lindqvist, Svante      | 1985:165–173          |
| Teknikhistorisk utmärkelse till Sven Gunnar Jonsson<br>[Faktorimuseet i Eskilstuna] | Pettersson, Jan-Erik   | 1991:290–292          |
| Motor AB Pythagoras – ett levande, arbetande industrimuseum                         | Zetterström, Anna      | 1988:165–170          |
| <i>Mätinstrument</i>                                                                |                        |                       |
| Den resistiva töjningsgivarens historia                                             | Fristedt, Knut         | 1989/1990:<br>173–188 |
| <i>Nilsson, Gösta (1912–1991)</i>                                                   |                        |                       |
| In memoriam                                                                         | Sandqvist, Inga-Britta | 1992:8                |
| <i>Nobel, Alfred (1833–1896)</i>                                                    |                        |                       |
| Dynamitens tillkomst – och en teknisk förklöver                                     | Strandh, Sigvard       | 1983:83–96            |
| <i>Nystrand, Björn (1920–1992)</i>                                                  |                        |                       |
| Björn Nystrand in memoriam                                                          | Pettersson, Jan-Erik   | 1993:8–10             |
| <i>Oljeprospektering</i>                                                            |                        |                       |
| Oljeborrning i Dalarna                                                              | Berg, Gösta            | 1982:163–164          |
| <i>Palmcrantz, Helge (1842–1880)</i>                                                |                        |                       |
| Oljemålning med Helge Palmcrantz                                                    | Hjerner, Ewald         | 1993:243–245          |
| <i>till Tekniska museet</i>                                                         |                        |                       |
| <i>Philipson, Göran (1918–1990)</i>                                                 |                        |                       |
| In memoriam                                                                         | Sandqvist, Inga-Britta | 1992:9                |
| <i>Polhem, Christopher (1661–1751)</i>                                              |                        |                       |
| Deutsches Museum, Tekniska Museet och bilden av Christopher Polhem                  | Lindqvist, Svante      | 1985:165–173          |
| Christopher Polhems astronomiska ur                                                 | Pipping, Gunnar        | 1992:156–163          |



*Primus-Sievert AB*

Primus-Sievert 100 år

Norrgård, Åke &

Pettersson, Jan-Erik

1982:168–170

*Pythagoras se Motor AB Pythagoras*

*Rationalisering se Arbetsorganisation och teknisk förändring*

*Rymdforskning och rymdteknik*

Svensk rymdverksamhet 1959–1972

Stiernstedt, Jan

1993:214–237

*Samhällsvetenskap*

Den värld meccano byggde, uppgång och fall

Myrdal, Jan

1992:13–28

Framtiden tillhör handens och hjärnans arbetare

Rudberg, Eva

1985:11–57

*Sjöförsvar se Militärväsen*

*Skeppskronometrar se Fartyg och sjöfart*

*Skogsbruk*

Från stocksåg till skördare: skogsavverkningens mekanisering

Nordansjö, Ingemar

1992:140–155

*Skärning se Svetsning*

*Stocka sågverk*

På världsmarknadens villkor – och smedjans: teknisk förändring vid Stocka sågverk under 1800-talet

Johansson, Alf

1988:22–45

*Stockholms vapenfabrik*

Stockholms vapenfabrik

Sahlholm, Bo

1987:65–74

*Stockholmsutställningen 1930 se Arkitektur*

*Stora Kopparberg*

Stora Kopparberg 700 år

Rydberg, Sven

1988:155–161

***Strandh Sigvard (1921–1987)***

Strandh, Sigvard (1921–1987)      Hult, Jan      1987:7–10  
[nekrolog]

***Strålning***

Strålning      Lundblad, Erik &      1987:149–158  
Löfdahl, Stellan E

***Stångjärnsstämplat  
se Järn och stål***

***Swedenborg, Emanuel  
(1688–1772)***

Emanuel Swedenborgs manuskript om      Holmer, Birger      1988:96–103  
en flygmaskin: en tolkning av texten  
med tekniska kommentarer

Några kommentarer till Emanuel      Löfqvist, Hans-Eric      1988:104–108  
Swedenborgs flygplansprojekt

”En machine att flyga i wädret”:  
Emanuel Swedenborgs förslag till en  
flygmaskin år 1714      Söderberg, Henry      1988:79–95

***Svensk celluloidindustri AB***

Svensk celluloidindustri AB:      Lindgren, Michael      1987:103–113  
den första termoplastfabriken i Sverige

***Svetsning***

Svetsning och skärning i historisk      Almqvist, Ebbe &      1993:110–153  
belysning      Ferneborg, Gösta

***Symaskiner***

Mötet på marknaden mellan      Waldén, Louise      1989/1990:  
Husqvarnas symaskiner och hemmens      107–117  
sömmerskor

Josefin och teknologin: teknik och      Waldén, Louise      1983:65–81  
teknikutveckling sedda genom  
symaskinens nålsöga

***Teatrofon se Teleteknik***

***Teknik, teknikutveckling,  
teknikspridning***

Experiment, teknikhistoria och      Berner, Boel      1982:39–52  
ingenjörens födelse

|                                                                                                                                                  |                                 |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------|
| "Demand pull" och "technology push": doktriner och ny teknik i svenskt sjöförsvaret 1850–1880                                                    | Glete, Jan                      | 1986:135–145 |
| Högteknologisk utveckling och nationella FoU-system: allmänna förhållningssätt och institutionella mönster i svensk och internationell belysning | Granberg, Anders                | 1986:119–133 |
| Förhistorisk vardagsteknik – en förbisedd erfarenhetsbank                                                                                        | Johansson, Tomas                | 1982:109–115 |
| Från stocksåg till skördare: skogsavverkningens mekanisering                                                                                     | Nordansjö, Ingemar              | 1992:140–155 |
| Vetenskapsmän och ingenjörer: kunskapsspridande under antiken                                                                                    | Wikander, Örjan                 | 1986:17–27   |
| Barn och teknik                                                                                                                                  | Wikström, Jan-Erik              | 1982:13–16   |
| <i>Teknikhistoria</i>                                                                                                                            |                                 |              |
| Det flygande symposiet                                                                                                                           | Lindqvist, Svante & Sörbom, Per | 1982:31–34   |
| Företagsmonografiernas förmedling av teknikhistoria                                                                                              | Pettersson, Jan-Erik            | 1982:131–148 |
| Teknikhistoria som forskningsområde: a propos en ny nationalkommitté [Svenska Nationalkommittén för teknikhistoria]                              | Rydberg, Sven                   | 1982:35–37   |
| <i>Teknisk forskning se även Militärteknisk forskning</i>                                                                                        |                                 |              |
| Molekylärteknikk og mikrokretser: oppbyggingen av en norsk halvlederforskning i begynnelsen av 1960-årene                                        | Andersen, Håkon With            | 1986:193–203 |
| Fra forskning til industri: et mislykket forsøk i norsk elektronikkindustri                                                                      | Collett, John Peter             | 1986:181–190 |
| Hur kan teknisk forskning påverkas av statlig forskningspolitik?: sjuttioalets                                                                   | Glimell, Hans                   | 1986:107–117 |



strävanden att öka sektors- och samhällsintressenas inflytande över den tekniska utvecklingen

Högteknologisk utveckling och nationella FoU-system: allmänna förhållningssätt och institutionella mönster i svensk och internationell belysning

Granberg, Anders 1986:119–133

Forskning, skolning, bildning: Carl Linde som teknikens institutionsbyggare 1875–1906

Hård, Mikael 1986:61–69

Energi, politik och FoU efter andra världskriget

Lindström, Stefan 1986:95–105

Bernalism och forskningsorganisation: vetenskapsideologi och forskningspolitik i 1930-talets Sverige

Nybom, Torsten 1986:83–93

En teknikhistorisk återblick: den tekniskt-industriella forskningens rötter i Sverige

Strandh, Sigvard 1986:29–59

Kontor, institut och akademi: organiseringen av den tekniska forskningen i Sverige vid tiden för det första världskriget

Sundin, Bosse 1986:71–81

### *Teknisk fysik*

Optiska gitter och gittermaskiner

Lundin, Lennart 1989/1990: 189–198

Elektronmikroskopet fyller 50 år

Pipping, Gunnar 1982:173–174

### *Tekniska Museet*

Utställningar på Tekniska Museet 1988–1989

Ek-Nilsson, Katarina 1989/1990: 266–268

Utställningar på Tekniska Museet 1989–1990

Ek-Nilsson, Katarina 1991:293–296

Utställningar på Tekniska Museet 1990–1991

Ek-Nilsson, Katarina 1992:204–205

Utställningar på Tekniska Museet 1991–1992

Englund, Gunilla 1993:246–249

|                                                                                           |                                  |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Deutsches Museum, Tekniska Museet och bilden av Christopher Polhem                        | Lindqvist, Svante                | 1985:165–173          |
| Tekniska Museets byggnad och dess tillkomsthistoria                                       | Mjöberg, Tomas                   | 1985:175–187          |
| Tekniska Museet och dess föregångare                                                      | Nisser, Marie                    | 1985:149–163          |
| <i>Telemuseum</i>                                                                         |                                  |                       |
| Kontorssystemmiljö på Telemuseum                                                          | Malmquist, Olle & Steen, Lennart | 1992:199–200          |
| Telemuseum 50 år 1987                                                                     | Steen, Lennart                   | 1987:172–173          |
| <i>Teleteknik</i>                                                                         |                                  |                       |
| Några glimtar från automattelefonins pionjärtid                                           | Broberg, Walter                  | 1982:53–72            |
| Från trådlös telegraf till mobiltelefon                                                   | Gerdes, Olle                     | 1991:151–182          |
| Hakon Brunius: "Sveriges förste elektriker"<br>[tillverkade bl a Sveriges första telefon] | Hallberg, Tord Jöran             | 1991:133–150          |
| Unifonen – en "enstycks" telefon enligt beskrivning 1944                                  | Nordin, Nils                     | 1988:143–154          |
| Nygammal telegraf i Stockholms skärgård                                                   | Steen, Lennart                   | 1989/1990:<br>253–255 |
| Teatrofonen – stereofonisk musik per telefon                                              | Tahvanainen, Karl Väinö          | 1987:115–128          |
| Sveriges första automatiska telefonväxel 100 år                                           | Thames, Gösta                    | 1983:141–152          |
| <i>Textilindustri</i>                                                                     |                                  |                       |
| Från hantverk till fabriksarbete: om teknik och arbete i 1800-talets svenska ylleindustri | Göransson, Anita                 | 1989/1990:9–38        |
| Teknik och arbete i svensk textilindustri 1890–1935                                       | Hesselgren, Eva                  | 1993:53–77            |

## *TRASK se Datorer och databehandling*

### *Tryckeri se även*

#### *Boktryckerihistoria*

|                                                                             |              |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|
| Den grafiska branschen och datorerna                                        | Dyring, Eric | 1983:51–63      |
| Tryckeriägare, typografer och ny teknik under det industriella genombrottet | Ekdahl, Lars | 1989/1990:39–59 |

|                             |              |            |
|-----------------------------|--------------|------------|
| Bröderna Rosenlöfs tryckeri | Nilsson, Åsa | 1983:41–50 |
|-----------------------------|--------------|------------|

#### *Trångfors kraftstation*

|                                               |                      |              |
|-----------------------------------------------|----------------------|--------------|
| Trångfors kraftstation – en sekelskiftesmiljö | Pettersson, Jan-Erik | 1988:178–180 |
|-----------------------------------------------|----------------------|--------------|

## *Tändkulemotorer se Fartyg och sjöfart*

## *Töjningsgivare se Mätinstrument*

### *Unifon se Teleteknik*

#### *Vattenkraftbyggnad*

|                                                                                                    |                    |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|
| Kraft i samverkan: Österdalälvens utbyggnadshistoria                                               | Rydberg, Sven      | 1984:261–287 |
| Vattenkraftsutbyggnaden i Lule älv: betydelse för befolkning, försörjning och industrietableringar | Strand, Hans-Urban | 1984:239–260 |

|                                  |               |              |
|----------------------------------|---------------|--------------|
| Striden om de strömmande vattnen | Vedung, Evert | 1984:105–161 |
|----------------------------------|---------------|--------------|

#### *Verkstadsindustri*

|                                        |              |              |
|----------------------------------------|--------------|--------------|
| Elektrifieringen av svenska verkstäder | Sahlholm, Bo | 1984:179–192 |
| Verkstadsindustri på Kungsholmen       | Sahlholm, Bo | 1983:113–121 |

## *Verktygsmaskiner se Maskinteknik*

#### *Vetenskapsakademien, Kungl*

|                                      |                   |                    |
|--------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Vetenskapsakademiens 250-årsjubileum | Odelberg, Wilhelm | 1989/1990: 256–257 |
|--------------------------------------|-------------------|--------------------|



*Viggen (stridsflygplanet) se Militärväsen*

*Vindkraft*

|                       |                 |              |
|-----------------------|-----------------|--------------|
| Museets vindkraftverk | Dahlström, Olov | 1988:191–192 |
|-----------------------|-----------------|--------------|

*Vägbyggnad*

|                                                                                         |                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|
| Vägunderhåll och vägbygge vid 1800-talets mitt: ett bidrag till väghållningens historia | Montelius, Jan-Olof | 1991:9–32 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|

|                                                 |                       |            |
|-------------------------------------------------|-----------------------|------------|
| Sveriges vägbroar: återblick – nuläge – utblick | Olnhausen, Werner von | 1991:33–53 |
|-------------------------------------------------|-----------------------|------------|

|                                                            |                    |            |
|------------------------------------------------------------|--------------------|------------|
| Utvecklingen av vägprojekterings-tekniken sedan 1950-talet | Ternryd, Carl-Olof | 1991:54–90 |
|------------------------------------------------------------|--------------------|------------|

*Ytterby gruva*

|                                                                                           |                   |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| Ytterby gruva utsedd till "historical landmark"<br>[behandlar även metalliska grundämnen] | Kiessling, Roland | 1991:287–289 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|

*Ångbilar se Motorfordon*

*Ångvagnar*

|                      |               |              |
|----------------------|---------------|--------------|
| C G Norbergs ångvagn | Ekström, Gert | 1992:182–186 |
|----------------------|---------------|--------------|

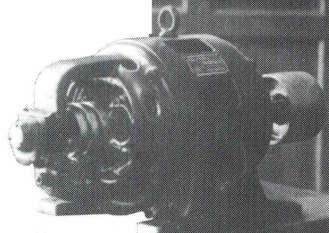
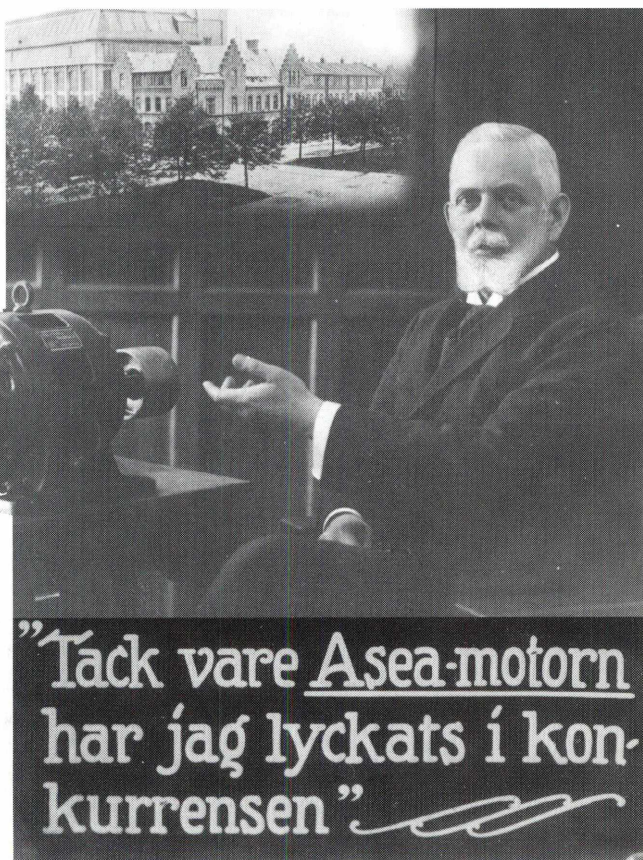
*Älvdalens porfyrverk*

|                             |                        |              |
|-----------------------------|------------------------|--------------|
| Älvdalens porfyrverk 200 år | Sandqvist, Inga-Britta | 1988:171–173 |
|-----------------------------|------------------------|--------------|

*Ösjöfors handpappersbruk*

|                          |                    |              |
|--------------------------|--------------------|--------------|
| Ösjöfors handpappersbruk | Sjunnesson, Helene | 1987:169–171 |
|--------------------------|--------------------|--------------|

*Den 20 januari 1890  
fick ASEA svenskt patent  
på trefasmotorn – den  
drivkälla som än idag  
är grunden för all  
industriell verksamhet.  
Annonsbilden är från 1918.*



## ABBs

## energiteknik bygger samhället

Energiteknik är ABBs huvudinriktning sedan mer än 100 år.

Idag är vi 200 000 medarbetare i 140 länder.

Vi finns nära våra kunder, kan de lokala

marknaderna och känner deras krav. Vi är en av världens ledande koncerner inom det elektrotekniska området. Vår verksamhet sträcker sig från system för överföring av högspänd likström till mikroelektronik. Från miljövänliga kolkraftverk till industrirobotar. Från elektriska lok till processtyrning.

I morgon kommer vi att ha produkter som alstrar elkraft vida effektivare, spar än mer energi och skyddar miljön långt bättre. Vi ska fortsätta att investera långsiktigt och målmedvetet för samhälle, industri och hushåll.

Asea Brown Boveri  
721 83 Västerås  
Tel 021-32 50 00

# ABB





## Vi värnar om miljön

Naturen är utsatt för många hot. Skador på miljön är så vanliga att de till och med börjat minska i nyhetsvärde.

Många av problemen beror på att man för energiproduktion använder fossila bränslen som ökar utsläppen av koldioxid, svaveldioxid, nitrosa gaser och andra föroreningar. Försurning av jord och vatten samt risk för förändringar av klimatet på grund av växthuseffekten är exempel på problem som finns.

Framtiden kommer att kräva energi för uppvärmning, belysning och kraft. Även miljövården är energikrävande.

Kärnkraften kan förse oss med ren, säker och billig energi.

Kärnkraftindustrin har dessutom redan metoder för att på ett säkert sätt ta hand om kärnkraftens avfallsprodukter.

Med stort kunnande och erfarenhet och med en fast inriktning på total-kvalitet fortsätter ABB Atom att arbeta med kärnkraft och med våra kunder och vår miljö i centrum.

## ABB Atom

721 63 Västerås  
Telefon: 021-34 70 00  
Telefax: 021-18 94 71

# ABB



**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 blixtnabbt 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 08-706 95 00.

**AGA**





Den 10 december 1924 föddes gruvföretaget Boliden.

I Skelleftebladet kunde man bl a läsa följande notis:

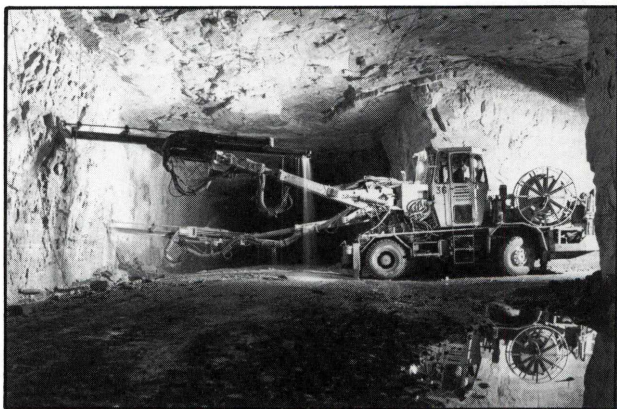
"Sedan november hava i närheten av Bjurlidens by i Skellefteå socken malmunder sökningar medelst diamanborningar pågått. På ca 25 meters djup har man lyckats påträffa malmförande berg. Själva fyndplatsen är belägen 3 mil nordväst om Skellefteå å den s k Fågelmýran."

Bolidengruvan var Europas största och rikaste guldgruva till dess driften upphörde 1967.

# ***boliden*** ***70 år***

Boliden Mineral, som ingår i Trelleborg-koncernen, letar, bryter och anrikar malm som innehåller koppar, zink, bly, guld och silver. I dag driver Boliden ett 10-tal gruvor och fyra anrikningsverk i norra och mellersta Sverige samt Aznalcóllargruvan i Spanien och den hälftenägda guldfyndigheten Sukhaybarat i Saudiarabien.

I Boliden Mineral ingår också smältverken Rönnskärsverken i Skelleftehamn och Norzink i Norge samt enheter för teknikutveckling, konstruktion av anläggningar och metallåtervinning.



# LÖNESTATISTIK



*Vad vet du om ditt marknadsvärde? Vi tar fram heltäckande lönestatistik för civilingenjörer i olika befattningar, branscher och företag. Kontakta oss för individuell rådgivning i lönefrågor.*

## CivilingenjörersFörbundet

BOX 1419, 111 84 STOCKHOLM, TFN: 08-613 80 00

BESÖKSADRESS: MALMSKILLNADSGATAN 48

TELEFAX: 08-796 71 02



# LÅNGT BORTA MEN ÄNDÅ



## SÅ NÄRA

Ditt öra är unikt. Det förmår uppfatta minsta förändring i tonfall. Även när du talar med befinner sig på flera hundra mils avstånd.

Det vill säga, om din telefon är tillräckligt känslig.

En ficktelefon från Ericsson har en högtalare, som är utvecklad av några av världens främsta Hifi-expert, för att du skall uppfatta varje nyans i samtalet.

Även det som sägs mellan raderna.



Men du skall inte bara höra tydligt. Du skall höras. Den högkänsliga mikrofonen i en ficktelefon från Ericsson koncentrerar sig enbart på vad du säger. Den förmedlar ditt budskap ostört av buller från omgivningen.

Om du lyssnar till ditt öra nästa gång du väljer ficktelefon är chansen stor att du väljer Ericsson GH 197. Den är utvecklad för det nya europeiska GSM-nätet.

Ett nätverk som för människor närmare.

# Industrifonden

Företag verksamma i Sverige kan få Industrifondens medverkan i lovande men riskfyllda industriella utvecklingsprojekt. Det bör vara kvalificerade projekt och avse framtagning av produkter, processer eller programvara, avsedda att marknadsföras kommersiellt.

Industrifonden medverkar i finansiering av hela kedjan från teknisk utveckling till marknadsutveckling. Marknadsutvecklingen kan exempelvis avse framtagning av nollserier och referensanläggningar.

Industrifonden finansierar inte rena investeringsprojekt, dvs sådana som ej är förknippade med utvecklingsarbete, inte heller forskningsprojekt där slutresultatet förväntas bli enbart ny kunskap.

Projekten skall "sluta på marknaden" och Industrifonden fäster stor vikt vid projektets kommersiella potential.

Industrifonden har en unik profilering:

- Delfinansiering av projekt, ej av företagets rörelsekapital.
- Hög riskbenägenhet trots starkt kommersiell grundsyn.
- Stor uthållighet även vid problem.
- Inget ägarintresse i företag eller projekt.
- Inga formella säkerheter.
- Bl a finansieringsform utan löpande räntebelastning, lämpad för expansiva och nystartade företag.
- Finansiering upp till 50 MSEK per projekt.
- Kompetenta handläggare och konsulter med lång industriell erfarenhet för neutral utvärdering och rådgivning.

INDUSTRIFONDEN · VASAGATAN 11, 12 tr. · 111 20 STOCKHOLM  
TELEFON 08-14 43 45 · TELEFAX 08-796 75 52

---

# VOLVO

# Gnissel i produktionen? Hör med IVF!

Här på IVF arbetar vi med hela kedjan – från  
produktutveckling och konstruktion till produktion.

Vi hjälper tillverkande företag, främst inom  
verkstadsindustrin, att effektivisera och förbättra sin konkurrenskraft.  
Vi utvecklar och anpassar ny teknik.

IVFs Företagsservice riktar sig direkt till mindre och  
medelstora företag. Extra förmånliga villkor tack vare stöd  
från NUTEK och Arbetsmiljöfonden.

Är ditt företag ett av de 2 000 som årligen söker råd om  
bättre arbetsmiljö och produktionsteknik?  
Kostnadsfritt!

**Välkommen att kontakta IVF!**  
**Jan Bäck (arbetsmiljö), Claes Lomander (produktionsteknik),**  
**031-706 60 00**



Argongatan 30  
431 53 Mölndal

Regionkontor i Linköping tel 013-21 25 75, Stockholm tel 08-21 31 74, Luleå tel 0920-913 26

---

|                      |                      |                  |                   |                      |
|----------------------|----------------------|------------------|-------------------|----------------------|
| Arbetsmiljö          | Flexibla system för  | Kerambearbetning | Maskinsäkerhet    | Pulverteknik         |
| CAD/CAM              | automatisk           | Kommunikation av | Monteringsteknik  | Skärande bearbetning |
| Elektronikproduktion | detaljtillverkning   | produktdata      | Plastbearbetning  | Smidning             |
| Ergonomi – manuell   | Flexibla system för  | Konstruktion     | Plåtbearbetning   | Svetsning            |
| produktion           | automatisk montering | Kvalitet         | Produktivitet     | Värmebehandling      |
| Expertsystem         | Företagsutveckling   | Limning          | Produktutveckling | Ytbehandling         |

---



*Krångede AB producerar under ett år ungefär lika mycket elektricitet i sina vattenkraftverk i Indalsälven, Faxälven och Ångermanälven som Göteborg förbrukar. Ledningsnätet omfattar anläggningar för 220 och 130 kV. Kraften överförs till transformatorstationen i Horndal i sydöstra Dalarna.*

*Företagets huvudkontor har flyttat från Stockholm till Östersund.*



*Box 653*

*831 27 Östersund*

*Telefon 063-14 28 00*

Även masugnar söker livets goda. Bland det godaste masugnar över hela världen vet är pellets från LKAB.

Precis som druvan kan pellets av olika slag ge slutprodukten avgörande kvalitetsskillnader. En pellet består först och främst av järnmalm. LKAB:s malm är redan, när den sitter i berget, av hög kvalitet.

I förädlingsledet tillförs kulan egenvärden, som varierar beroende på vilket stålverk i världen kulan är avsedd för. På det sättet produktutvecklar LKAB i nära samarbete med sina stora kunder världen över. Målet är förstås att ge kunden optimala möjligheter att framställa så hög kvalitet som möjligt till så låg kostnad som möjligt.

LKAB är världsledande på det här området. Bakom framgångarna ligger hundra års erfarenhet, forskning och utveckling i kom-

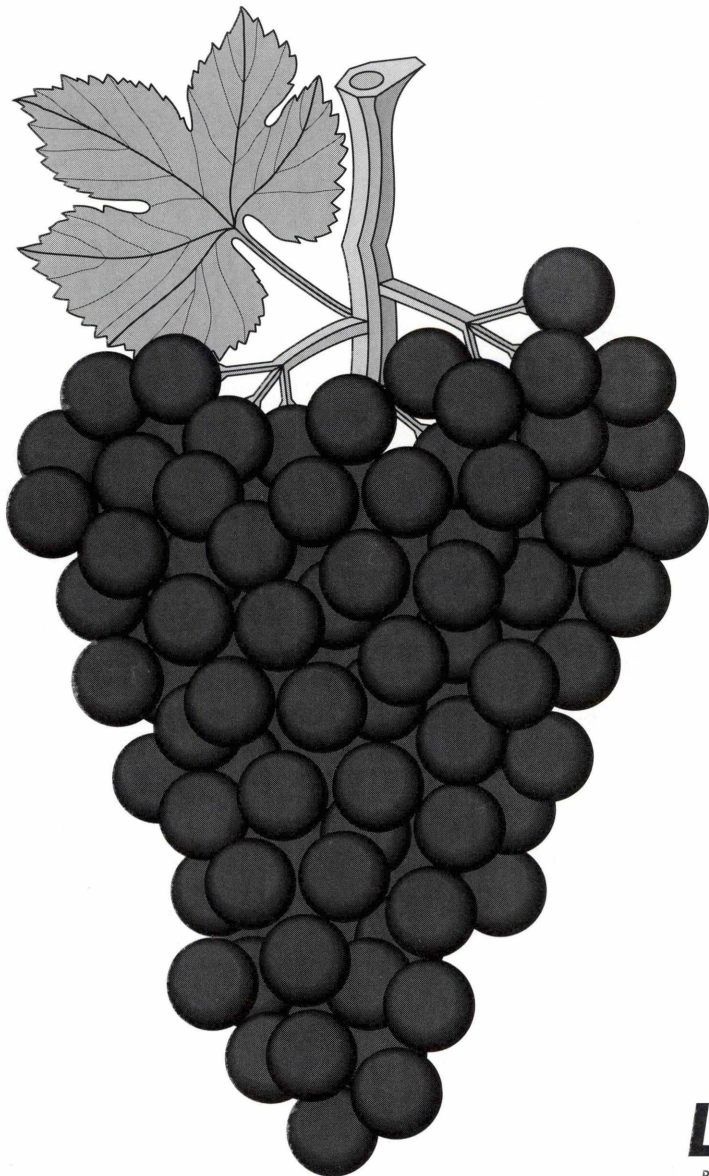
bination med unik kvalitet på själva malmen.

Bakom ligger också en högteknologi i brytningen som pressar kostnaderna. LKAB:s malm ligger nästan en kilometer ner i marken. Konkurrenterna bryter ofta i dagbrott. Det tvingar LKAB att bryta effektivt, pressa kostnaderna. Det tvingar fram en högteknologi som inte finns att köpa, som man får utveckla själv.

På det viset är Norrbottens järnmän som Frankrikes vinbönder. Man tar det bästa jorden ger, lägger till det bästa människan har av erfarenhet, kunskap, känsla - och skapar förädlade slutprodukter som kräsna kunder söker.

En stor skillnad dock: LKAB:s kvalitet går inte upp och ner med åren. Den går bara upp.

## CHATEAU LKAB



**LKAB**

Box 952, 971 28 Luleå



# Världens papper från MoDo



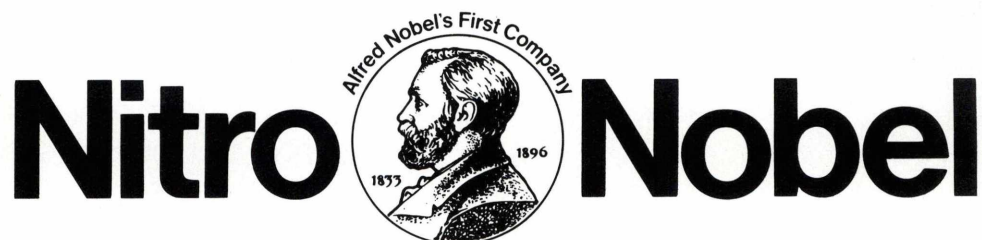
Vi är en av världens största producenter av finpapper, tidnings- och journalpapper samt kartong.

Våra välkända märkesvaror säljs och distribueras över hela jorden.

Vi är beredda på ökad efterfrågan - på världens papper.

## **MoDo**





**Dyno Explosives Group**

Gyttorp, 713 82 Nora. Telefon 0587-850 00.

---



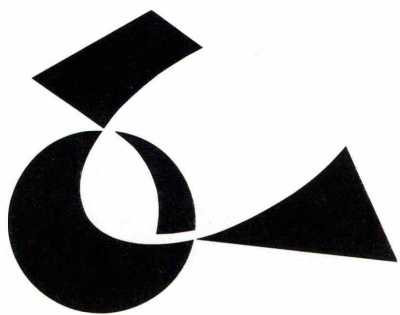


**Svenska Flygvapnet  
har valt Philips telefonväxlar!  
Vad väljer du?**



**PHILIPS**



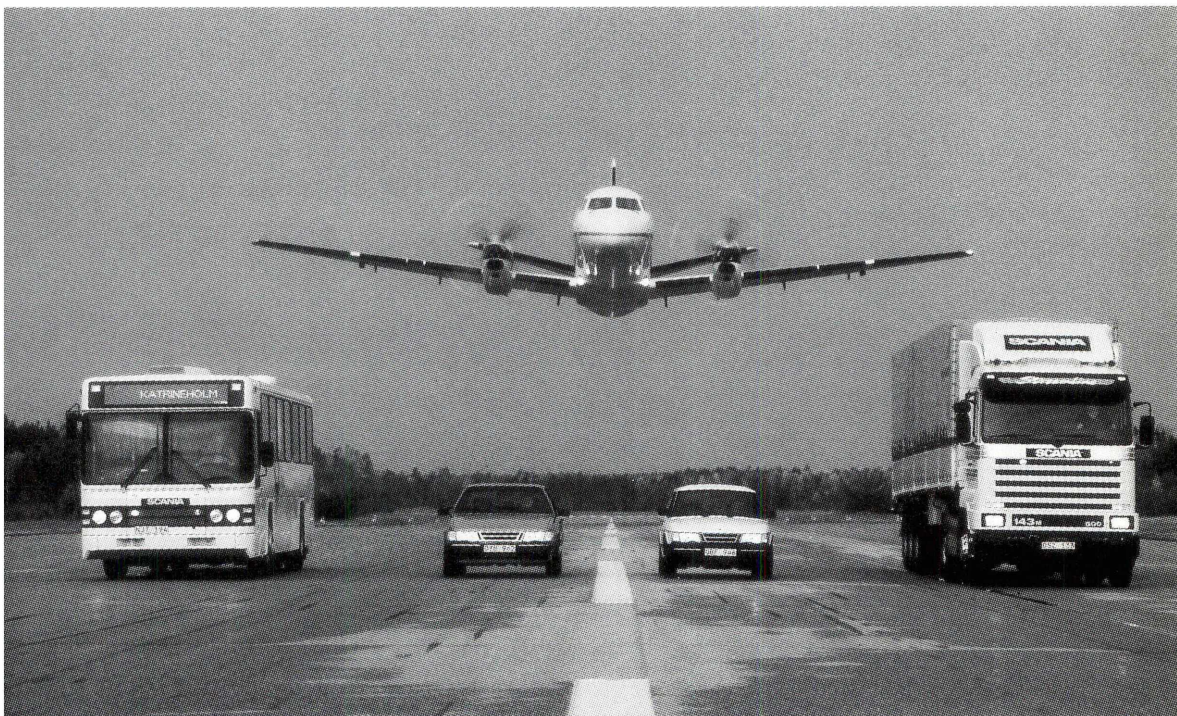


# Pharmacia

(Frösundaviks allé 15)  
171 97 Stockholm  
Telefon 08 - 624 50 00



# Den samlade styrkan.



Inom Saab-Scania finns en lång tradition att skapa framtidens teknologi.

Detta har lagt grunden för en unik bredd inom transportmedelsområdet – lastbilar och bussar, militärt och civilt flyg, satelliter och rymdprodukter samt personbilar i samarbete med General Motors.

Saab-Scania har ett unikt kunnande och en unik bredd. Men för att behålla positionen som ett av världens ledande företag inom specialiserad transportteknologi behöver vi ständigt kunniga och engagerade

medarbetare, inte minst tekniker. Utvecklingsmöjligheterna för både gymnasie- och civilingenjörer är därför stora inom Saab-Scania-gruppen. Vi behöver de bästa krafterna och vi ställer höga krav, men i gengäld kan vi erbjuda stimulerande och utvecklande arbeten med stora mått av frihet och ansvar i ett av Sveriges tekniktätaste företag.

Det är på yrkesskickliga och engagerade medarbetare vi bygger vår framtid.



## SAAB-SCANIA

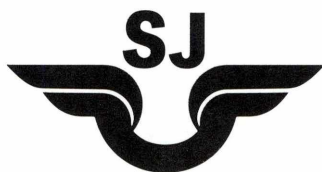
Leaders in specialized transport technology.

# Spara energi!

Vet du hur långt du kommer på 1 kWh?

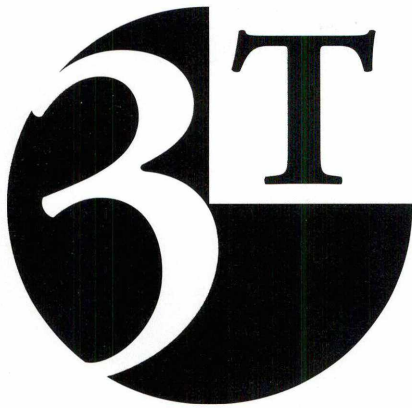
Drygt 1 km med flyg. 2 km med bil. Lite mer än 3 km med buss. Och hela 10 km med tåg.

Så nu vet du hur du ska resa om du vill spara på energin.





# Vårt sätt att bygga för Tekniska Museet är värt en utställning i sig.



**Totalt TidsTänkande**

Tekniska Muséet visar exempel på människans fantastiska uppfinningsförmåga.

Människan har alltid sökt nya lösningar på kända problem.

Det är precis som inom Skanska. Vi har nu arbetat fram ett nytt sätt att tänka och bygga.

Vi kallar det för 3T eftersom det bygger på Totalt TidsTänkande.

Med tid som styrmedel har vi som mål att korta byggtiderna med minst en tredjedel, sänka kostnaderna rejält och uppnå noll fel vid slutbesiktning.

Det är tuffa mål, men vi vet att det är möjligt att uppnå dem. Vi har redan många exempel på att det fungerar i praktiken.

Ett exempel på 3T-projekt är det vi bygger hos Tekniska Muséet. För Byggnadsstyrelsen bygger vi där en utställningshall, en hörsal och ett fotolaboratorium. Totaltytan är 1.800 m<sup>2</sup>. Vi kommer att vara klara i juni 1994. Den första utställningen kommer att öppnas under hösten.

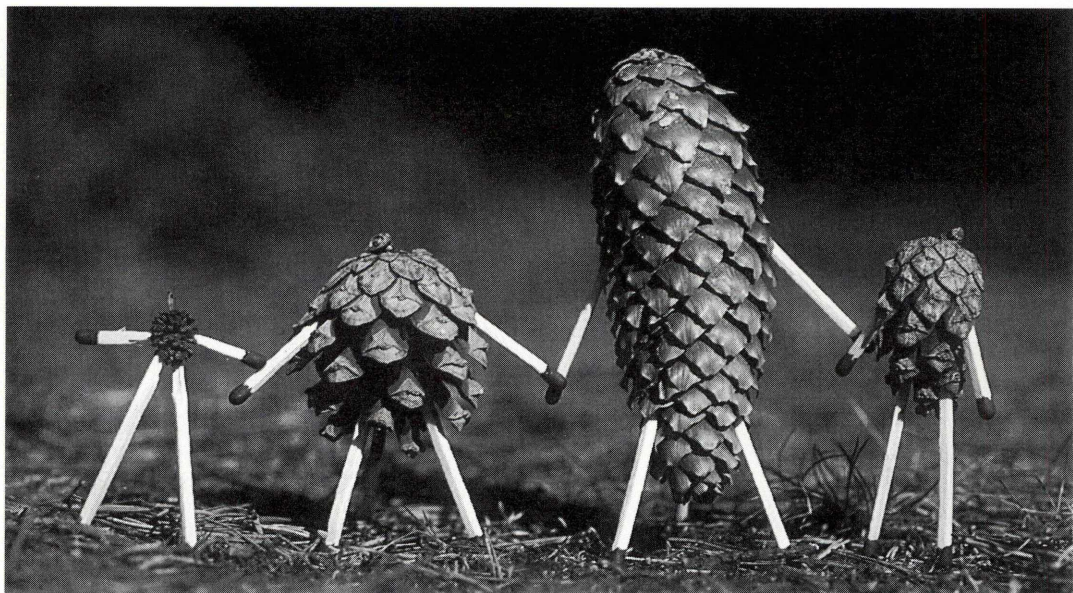
Då kommer besökarna att kunna se olika tiders tekniska landvinningar i nya, fräscha lokaler som byggts med framtidens byggmetod: 3T. Vi hoppas att de ska tycka att den senaste delen av Tekniska Muséet är alla tiders!



**SKANSKA**



# VI HAR DUBBELT SÅ MYCKET SKOG IDAG SOM FÖR 100 ÅR SEDAN. MEN DET VET Knappt EN KOTTE.



Skogen är svenska folkets gemensamma förmögenhet.

Och den bara växer, från år till år.

Det finns de som tror att nyheterna om hur stora exportinkomster Sverige får av skogsindustrin (64 miljarder 1990), betyder att skogarna håller på att ta slut.

Ingenting kunde vara mera fel!

I själva verket gör vi inte ens av med räntan på förmögenheten.

Varje år växer de svenska skogarna med 100 miljoner kubikmeter. Det räcker till en två meter hög vedtrave mellan Stockholm och Antarktis.

Samma år skördar skogsbolag och privata skogsägare 70 miljoner kubikmeter.

30 procent står kvar och ökar förmögenheten.

Så här har vi hållit på länge; redan 1903 fick vi stränga lagar om hur skogsbruket i Sverige skall bedrivas.

Resultatet: Vi har dubbelt så mycket skog 1991 som vi hade för 100 år sedan.

Och mer blir det för varje år.

Nu vet i alla fall du hur det ligger till med den svenska skogen.

## Skogsindustrierna

OM DU VILL VETA MER OM VAR DEN SVENSKA SKOGSINDUSTRIN STÅR IDAG, RING ELLER SKRIV TILL OSS.  
ADRESSEN ÄR BOX 26210, 100 41 STOCKHOLM. TELEFON 08-7892800.

# SJÖFARTENS UTVECKLING ÄR STÅLETS HISTORIA

*Lokalisbrytaren Pehr Ennes  
(byggd 1915, 32 meter lång,  
8 meter bred, 66 hk  
motorstyrka) klarade att  
bryta 10 cm is vid en knop.  
Hon var konstruerad med  
kraftigare dubbla spant  
samt tjockare plåt i fören.*



*Statsisbrytaren Oden  
(levererad 1988, 108 meter  
lång, 31,5 meter bred,  
24.500 hk motorstyrka)  
bryter två meter is vid två  
knop. Skrovet av seghärdad  
grovplåt klarar de värsta  
tänkbara påfrestningar.  
Bildens visar Oden under en  
nordpolsexpedition*

Industrins krav på nya konstruktioner och effektivare tillverkning utvecklar stålet som material och hur det används.

Nära samarbete med våra kunder om nya konstruktioner, metoder och produkter har bidragit till att vi idag kan erbjuda närmare 1.000 stålsorter med specifika egenskaper.

Vi är specialister på stål. Vi sätter oss in i våra kunders verklighet och medverkar

därmed till att våra kunder får bättre produkter, effektivare tillverkningsmetoder och ökad konkurrenskraft.

Inom SSAB är vi 10.000 medarbetare som utvecklar, producerar och marknadsför kvalitetsstål. Stål är det mest använda konstruktionsmaterialet. Den enda konkurrenten till stål är ännu bättre stål.

**SSAB**  
SVENSKT STÅL

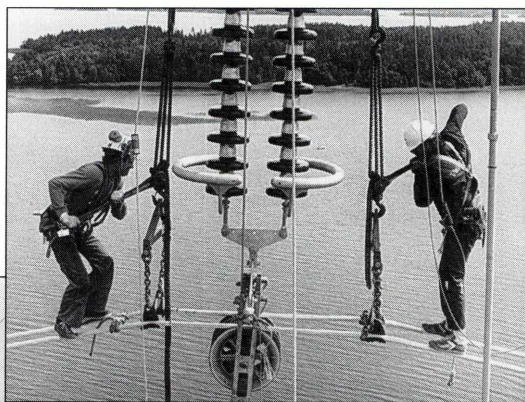
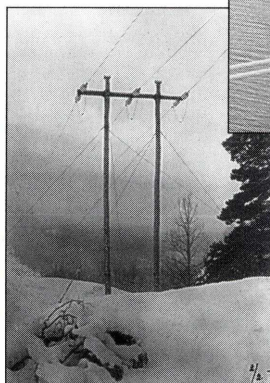


# Vi främjar en fri elmarknad

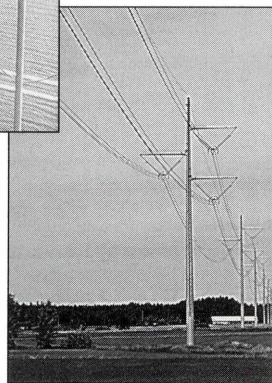
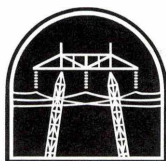
Svenska Kraftnät överför elenergi säkert och effektivt på storkraftnätet.

Som livgivande pulsådror går ledningar med högsپänd el från kraftverken till våra nätstationer. Därifrån går elen ut till konsumenterna via ledningsnät med lägre spänningar.

En annan viktig uppgift för Svenska Kraftnät är att främja konkurrensen på elmarknaden. Målet är att kraftproducenter och elkunder enkelt ska kunna handla med el – även över landsgränserna. De elkunder som så önskar ska kunna begära priser från flera leverantörer. På en fri elmarknad tecknar sedan kunderna kontrakt med den elleverantör som ger de bästa villkoren.



*Mycket har hänt sedan världens första kraftledning för trefas elöverföring byggdes för 100 år sedan. Idag är det svenska storkraftnätet för 400 och 220 kilovolt väl utbyggt med ledningar, stationer och utlandsförbindelser. Detta nät ägs sedan 1 januari 1992 av affärsverket Svenska Kraftnät.*



**Svenska  
Kraftnät**

Adress: Box 526, 162 15 Vällingby. Besök: Jämtlandsgatan 99  
Tel vx 08-739 78 00, telefax 08-37 84 05





# UTAN HISTORIA INGEN FRAMTID

**D**et skiljer mer än 100 år mellan de här två telefonerna. Ändå kan man ringa från den ena till den andra. Våra antikviteter från 1884 fungerar fortfarande.

Med modern teknik och affärsmässighet slår vi broar mellan människor. Vi vill vara nära till hands, överallt, när som helst och för alla. Ja, med våra tjänster kan du till och med kommunicera mellan dåtid och framtid.



Ny tid. Ny valfrihet.



## **DRIVKRAFT FÖR SVERIGE**

Vattenfall svarar för hälften av den el Sverige behöver och är därmed Väst-europas femte största elleverantör.

Vårt försörjningssystem tillhör världens mest tillförlitliga och baserar sig på miljöanpassad vatten- och kärnkraft.

Vi utför kvalificerade konsultuppdrag som gör svensk industri till ännu effektivare energianvändare. Vår forskning och utveckling bidrar till tekniska lösningar som snabbt kan bli lönsamma för våra kunder.

Vattenfall erbjuder även kvalificerade konsult- och entreprenadtjänster t ex berg-, betong- och undermarksarbeten.

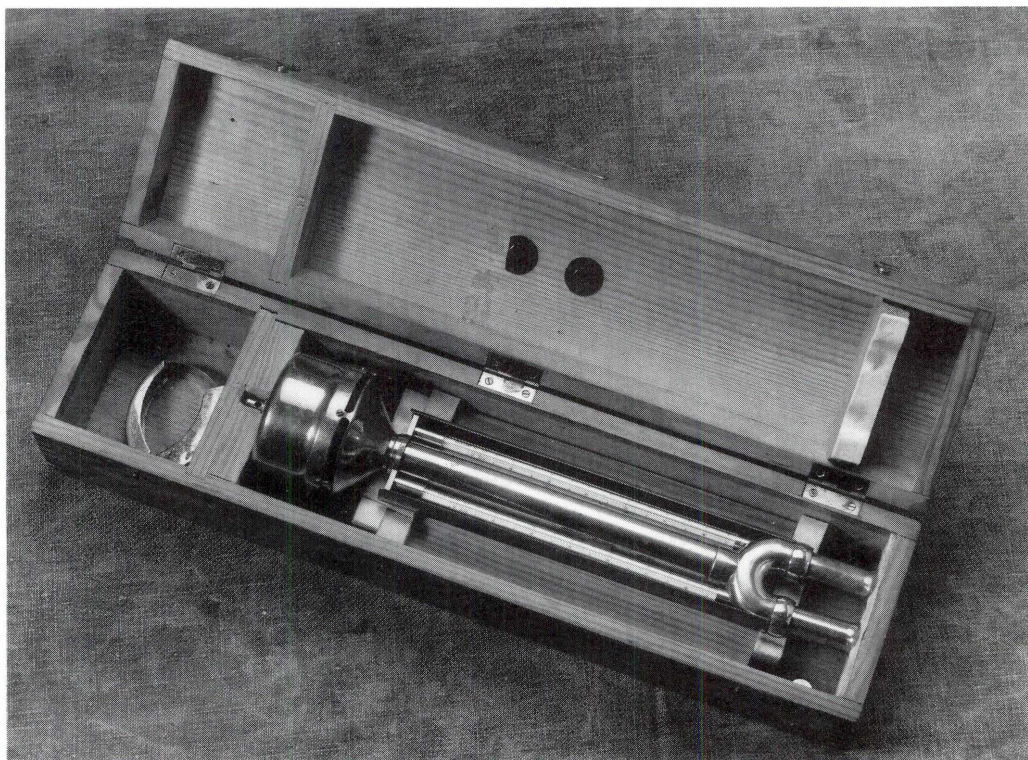
För att möta en framtida öppen elmarknad, blir det allt viktigare att knyta internationella elproduktionssystem närmare varandra. Genom samproduktion och utbyte av el mellan gränserna vidgar vi samarbetet med nordiska och europeiska elproducenter.

Det innebär direkta fördelar för våra kunder i form av stabila elpriser och hög leveranssäkerhet.

**VATTENFALL** 



## Så bestämde Ingeniör Andrée luftens fuktighet Nu använder ÅF modernare teknik



Luftens fuktighet kan bestämmas på flera olika sätt. Att jämföra temperaturen mätt med en våt respektive torr termometer är en metod som är tillförlitlig. Det gamla instrumentet på bilden användes av Ångpanneföreningen kring sekelskiftet i samband med uppdrag för svenska industridkare. Samma instrumenttyp användes av Ingeniör Andrée.

Ångpanneföreningen inledde sin verksamhet 1895 i Malmö med besiktning av ångpannor och andra tryckkärl. Målet var att för medlemmarna nå bättre säkerhet och bättre energi- och driftsekonomi.

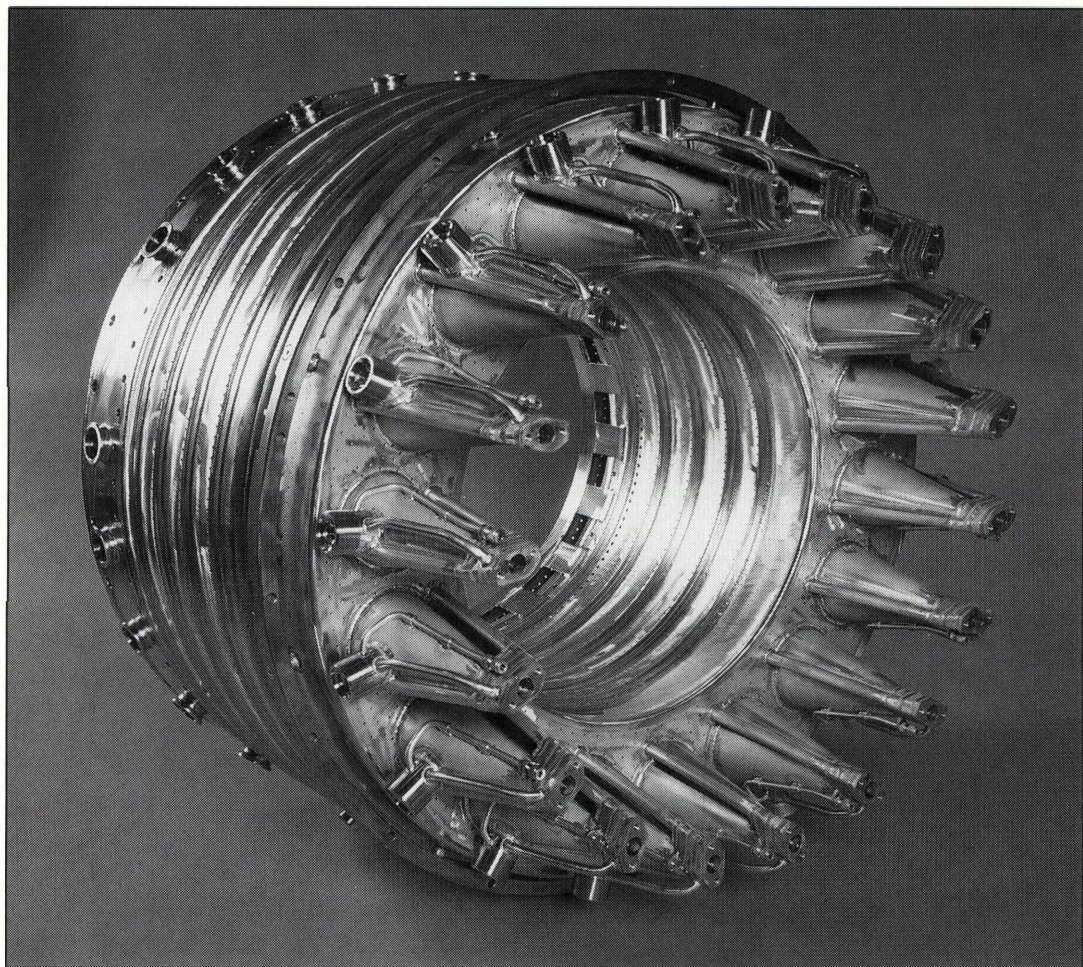
Verksamheten omfattade snart även lyftdon och elektriska anläggningar.

Idag är AB Ångpanneföreningen ett modernt brett börsnoterat industrikonsultföretag med 1400 medarbetare. Modern elektronik eller det senaste inom miljötekniken är för oss lika viktigt som att kunna mäta luftens fuktighet, eller kontrollera en ångpannas säkerhet. I dag flyger vetenskapsmän inte längre med ballong över poolerna, utan använder satelliter. Att Ångpanneföreningen deltar i utvecklingen av miljömätsystem för dessa satelliter är därför helt naturligt.



**AB ÅNGPANNEFÖRENINGEN**





*Nyutvecklad, miljövänlig brännkammare för 25 MW gasturbin.*

# ABB STAL

## —naturlig kraft

ABB STAL levererar system för miljövänlig värme- och kraftproduktion. Behoven finns inom industri och kommuner – hemma och ute i världen.

Våra gas- och ångturbiner är högeffektiva, vilket innebär att utsläpp av skadliga gaser i atmosfär och natur begränsas så långt det är möjligt.

ABB STAL AB  
612 82 FINSPÅNG  
Fax 0122-197 00

# ABB







