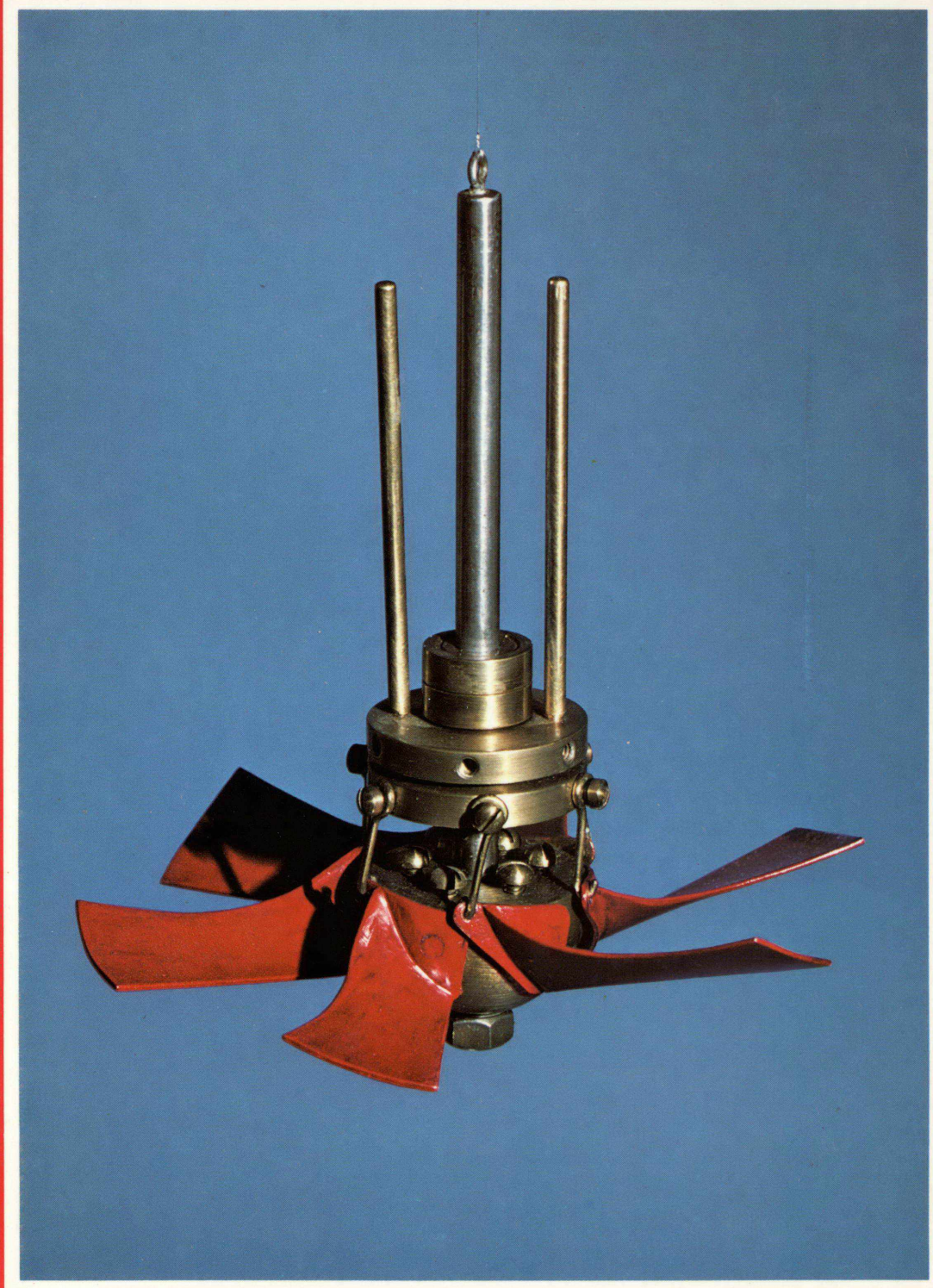
DÆDALUS 1977

Tekniska Museets Årsbok



DÆDALUS

TEKNISKA MUSEETS ÅRSBOK
1977

DÆDALUS

TEKNISKA MUSEETS ÅRSBOK

1977

STOCKHOLM 1977

På omslaget:

Model of runner, made by Viktor Kaplan, to test his ideas on blades with variable pitch for higher efficiency in water turbines. *See p. 11.*
(From the collections of the Tekniska Museet)

Modell av löphjul, tillverkad av Viktor Kaplan, för att prova sina idéer att öka verkningsgraden vid vattenturbiner genom att göra bladen ställbara. *Se sid 11.*
(Ur Tekniska Museets samlingar)

Redaktionens adress: Tekniska Museet, 115 27 Stockholm. Tel. 08/63 10 85
Redaktionskommitté för Dædalus 1977:
Tell Dahllöf, Erik Wångby, Hans Hylander och Sigvard Strandh
Redaktör och ansvarig utgivare: Sigvard Strandh
Teknisk redaktör och annonschef: Holger A. Lundberg, 08/756 26 56
Respektive författare ansvarar ensam för sakinnehållet i avhandlingar och artiklar

Vid återgivandet av text och bilder anges såsom källa:
Dædalus 1977

Produktion: MP Marknadspromotion, Stockholm 1977

INLEDNING

På denna plats omtalades i föregående års utgåva att överläggningarna med företrädare för Utbildningsdepartementet "i skrivande stund" återupptagits. Överläggningarna gällde det förslag som museiutredningen MUS 65 framlagt att Tekniska Museet skulle omvandlas till en statsinstitution, vilket museets stiftarorganisationer motsatt sig. Sveriges Industriförbund hade då tillsatt en arbetsgrupp med uppgiften att söka få till stånd en väsentlig höjning av näringslivets bidrag till museet. Arbetsgruppen kunde presentera garantiförbindelser från drygt 200 industriföretag om sammanlagt ca 1 milj. kronor i årliga anslag under en treårsperiod från och med kalenderåret 1977.

De fortsatta överläggningarna resulterade i att utbildningsminister Jan-Erik Wikström förklarade att det inte finns anledning att förändra Tekniska Museets status som stiftelse. Regeringen gav senare Kungl. Byggnadsstyrelsen i uppdrag att utreda de trängande behoven av reparation och ev. ombyggnad av museets huvudbyggnad och att inkomma med förslag till åtgärder. Den läckande takterrassen har — som bekant — under åtskilliga år varit ett stort bekymmer för museet. En radikal lösning på detta problem skulle vara att göra en påbyggnad med brutet tak för att samtidigt skapa de ökade kansli- och personalutrymmen som museet på sikt är i stort behov av. Detta skulle också kunna frigöra utrymmen på bottenplanet att användas för basutställningar.

Tekniska Museets engagemang vid Gysinge Bruk har under verksamhetsåret ytterligare utvidgats genom museets medverkan vid tillkomsten av Stiftelsen Dalälvarnas Flottningsmuseum, som konstituerades i december 1976. I styrelsen för detta är Sandvikens kommun företrädd med tre ledamöter, Tekniska Museet och Nordiska Museet vardera med en, varjämte länsmuseicheferna i Kopparbergs och Gävleborgs län är självskrivna ledamöter. Som en grundplåt för

utredningsarbeten m. m. hade Sandvikens kommun anslagit 50.000 kronor. Två äldre byggnader, en tidigare smedja och ett magasin, samt ett markområde däromkring har avsatts för Flottningsmuseet. Dalälvarnas Flottledsförvaltning, med månghundraåriga anor, avvecklade sin verksamhet med utgången av budgetåret 1976/77. Av överskjutande medel från förvaltningen har regeringen senare anslagit 500.000 kronor till förverkligandet av Gysinge Flottningsmuseum i enlighet med de planer som gemensamt utarbetats av de museer som är företrädda i dess styrelse.

SIGVARD STRANDH
Museidirektör

INNEHÅLL

Inledning 5

Innehåll 7

Contents 8

Daedalus 9

Avhandlingar

Hans G. Hansson: Development of the Kaplan Turbine 11

Jan Hult: Robert Hooke och hans lag 39

Folke K. G. Odqvist: Hållfasthetsläran som förutsättning för materialprovning, särskilt i Sverige 59

Lars Edberg: De sista värjorna från Wira Bruk 113

Björn-Eric Lindh: Volvos tidiga år 133

Teknikhistoriska notiser 171

Gustav Danielsson: Verla Fabriksmuseum i Finland 173

Andra Jubileumssymposiet 185

Teknikhistoriska turistmål 189

Tekniska Museet 1976/77 193

Styrelse och förvaltning 195

Telemuseum 205

Föremålssamlingarna 209

Arkivsamlingarna 213

Utställningar och sammankomster 217

Tekniska Museets Vänner 1976 225

A Trip to Trollhättan. Nytryck av en skrift publicerad 1813. 228

Tekniska Museets Ungdomsförening 1976 231

Författarregister 1931—1977 235

Annonser 245

Särtryck av artiklar publicerade 1931—1977 kan, i mån av tillgång, erhållas efter rekvisition och mot en expeditionskostnad av kr 10:— per exemplar (inkl. moms) från Tekniska Museet, 115 27 Stockholm.

CONTENTS

Introduction 5

Contents (in Swedish) 7

Contents (in English) 8

Daedalus 9

Essays

Hans G Hansson: Development of the Kaplan Turbine 11

Jan Hult: Robert Hooke and his law 39

Folke K. G. Odqvist: Solid mechanics as a prerequisite to the development of methods of mechanical testing of materials with special reference to Swedish achievements 59

Lars Edberg: The last swords from Wira Bruk 113

Björn-Eric Lindh: Volvos early years 133

Short Notes from the History of Science and Technology 171

Gustav Danielsson: Verla Industry Museum in Finland 173

Tekniska Museet's Second International Symposium on the History of Technology 185

Industrial Monuments and Historical Sites in Sweden 189

Annual Reports 193

The Activities of the Tekniska Museet 1976/77 195

The Telemuseum 205

Collection of Objects 209

Archival Collections 213

Expositions and Meetings 217

Association of Friends of the Tekniska Museet 1976 225

A Trip to Trollhättan—Reprint of a travelogue published in 1813. . . 228

Association of Junior Friends of the Tekniska Museet 1976 231

Author Index 1931—1977 235

Advertisements 245

Reprints of articles published 1931—1977 are available by request at a charge of Sw. Crs 10:— a copy, from Tekniska Museet, S-115 27 Stockholm, Sweden.

Dædalus 1977 är fyrtiosjunde årgången av Tekniska Museets årsbok.

Inledningsvis vill redaktören djupt beklaga att årets utgåva tyvärr blivit avsevärt försenad och hoppas på läsekretsens överseende med detta. Måhända kan det vara en tröst att något sådant endast inträffat en gång tidigare — under den för museet svåra krisperioden 1964/65.

Av tradition har redaktören på denna plats kunnat taga sig privilegiet att förmedla några personliga tankar om viktigare händelser inom Tekniska Museet eller dess vänförening TMV. I år går dessa tankar i främsta rummet till förlusten av två framstående medarbetare — Einar Malmgren och Torsten Wilner. Redaktören är för sin del övertygad om att känslan av tomrum efter dessa båda särpräglade personligheter i hög grad delas av både museets hela personal och en stor vänkrets inom TMV. Utöver verksamheten vid museet var både Malmgren och Wilner under lång tid ledamöter av TMV styrelse.

Einar Malmgren avled den 21 april 1977, 82 år gammal. Som nyutexaminerad civilingenjör anställdes Malmgren i Telegrafverket 1919, och fick 1922 i uppdrag att leda försökssändningar med rundradio. Det var med liv och lust som Malmgren gick in för denna uppgift och han blev både Sveriges förste "hallåman" och programproducent. År 1933 blev Malmgren föreståndare för Telegrafverkets Undervisningsanstalt (sedermera Teleskolan) och fick då även ansvaret för Verkets museisamlingar. Detta skulle sedan bli Malmgrens stora livsuppgift. Han var primus motor i tillkomsten av Telemuseum vid Karlaplan i Stockholm, där han var verksam som chef även efter sin pensionering 1961. Malmgren tog också mycket aktiv del i det utredningsarbete som föregick "fusionen" mellan Telemuseum och Tekniska Museet. Han arbetade outtröttligt på att organisera överflyttningen av samlingarna och återuppbyggnaden av det nya Telemuseet i norra flygeln på Tekniska Museets område. Vid invigningen

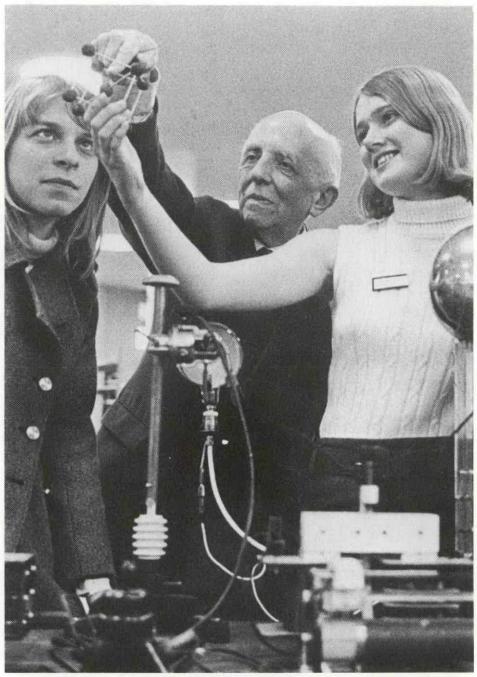
av det nya museets första etapp 1975 fick Einar Malmgren mottaga Illis quorum för den betydelsefulla kulturhistoriska gärning som han under ett långt liv ägnat teleteknikens utveckling.

Torsten Wilner avled den 14 december 1977, 78 år gammal. Fram till 1952 var Wilner laborator vid Försvarets Forskningsanstalt och blev därefter knuten till Tekniska Museet. Wilner tog sin civilingenjörsexamen 1924 vid Tekniska Högskolan som kemist, men hans intressen — och kunnighet — sträckte sig vida utöver detta fält. Hans stora och banbrytande insats vid museet blev skapandet av "Atomariet", ett pionjärarbete som fått efterföljare på andra håll i världen. I en serie demonstrationsexperiment med hjälp av egenhändigt byggd apparatur förklarade Wilner här kärnfysikens grunder på ett sätt som kom varje åhörare att förundra sig över hur enkelt allt detta "komplicerade" i själva verket var. Wilner var en gudabenådad experimentator som frikostigt delade med sig av sina gåvor, inte minst vid de synnerligen uppskattade demonstrationsföreläsningar som han under en lång följd av år höll vid Berzeliusdagarna och Fysikdagarna vid museet.

SIGVARD STRANDH



Einar Malmgren — Sveriges förste hallåman (1922).



Torsten Wilner i aktion vid Berzeliusdagarna 1968. (Foto: Dagens Nyheter)

Development of the Kaplan Turbine

by Hans G. Hansson

Mr. Hans G. Hansson, Chief Engineer of Karlstads Mekaniska Werkstad Kristinehamn Works, presents a chapter of hydro-electric engineering history with important contributions by Swedish engineers.

Water power today represents approximately 70 per cent of Sweden's electric power production and thus constitutes the safe basis for this important part of our energy supply. In most of the larger hydro power stations with heads below 50 meters the generators are driven by Kaplan turbines, which have proven to be superior to alternative types of turbines both from technical and economical points of view. Almost all of these turbines have been manufactured in Sweden. The first Kaplan turbines have now been in operation for more than 50 years and it may therefore be of interest to review the early history of this interesting machine and the main features of the technical development, which followed and to which Swedish engineers and Swedish industry made important contributions which have won recognition all over the world.

The first water turbines were, as their predecessors in the form of water wheels of different kinds, used for the direct driving of different kinds of machines, flourmills, sawmills, mining hoists, pumps, forge hammers etc. For this kind of operation it was generally no drawback but rather an advantage to have a prime mover with low speed. The introduction of electric power at the end of the 19th century meant that an increasing number of water turbines were installed for direct connection to electric generators, causing new requirements on the basic turbine characteristics. Besides increased efficiencies, higher speeds were wanted to match the new generator designs. The individual units were growing in size and especially at lower heads this led to certain design problems. What everybody was looking for was turbines with a higher specific speed which would, for given main data of head and power, result in smaller dimensions of the turbine proper and its waterways as well as the generators. Thereby it would be possible to reduce the investment cost per installed kilowatt.

Because the *specific speed* is a conception of basic importance for the correct understanding of the relationships here discussed, a brief definition and explanation is given as follows.

The specific speed n_s of a given turbine, operating under H meters head, and developing at its optimum speed of n rpm a nominal output of N metric horsepowers is the speed of a homologous turbine (unity turbine) so dimensioned as to give under 1 meter head and similar flow conditions an output of 1 horsepower. The mathematical expression for specific speed is



Viktor Kaplan, born 27th Nov. 1876 (Picture from around 1930)

$$n_s = n \cdot N^{0.5} \cdot H^{-1.25}$$

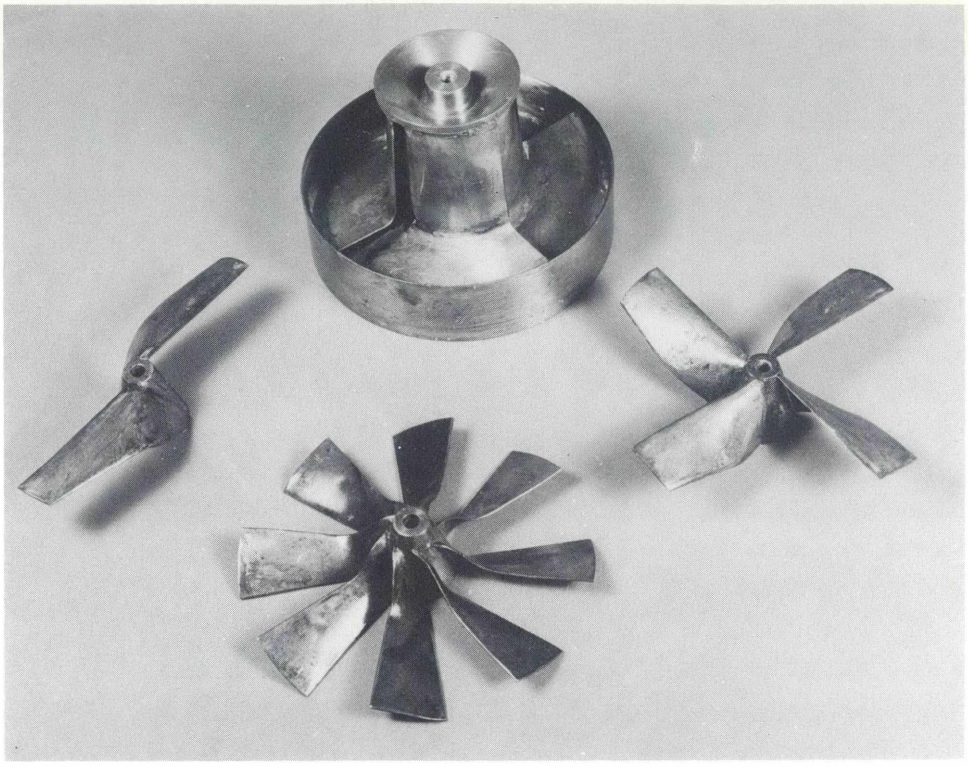
A comparative analysis of a series of unity turbines will demonstrate that increasing specific speed is associated with generally reduced dimensions and increasing flow velocities. This affects essential design parameters and special attention must be paid to friction losses in the runner and kinetic outlet losses. Cavitation becomes a matter of importance.

Competition between the turbine builders around the turn of the century therefore essentially took the form of a contest between their design engineers, who were challenged with the task of developing new types of runners with higher specific speeds. Most efforts were devoted to improving the Francis turbine, which was at this time the generally adopted type. To further this development the more advanced manufacturers started systematic model testing. This was also the case with the three leading Swedish firms Verkstaden, Kristinehamn (KMW), Nydqvist & Holm (BOFORS-NOHAB) and Fins-

hyttans Bruk, who all built new testing stations. The equipment and general layout of these facilities was of course rather primitive according to present standards, but offered satisfactory means for selecting the best designs and establishing their main characteristics. Soon specific speeds of 340 at an efficiency of about 85 per cent were reported. Some years later values of n_S equal to 450 or slightly above were achieved, but then the efficiency level came down to about 75 per cent with a very sharp peak of the curve, meaning that economic operation wold be restricted to a narrow band of output variation. It might be said that this was the price that had to be paid for the higher specific speed. During a period this problem was partly solved by the adoption of multiple runner turbines, meaning that two or more runners of moderate specific speed were coupled to the same shaft driving one and the same generator. The speed was thus increased to the benefit of a smaller generator, but the turbine was more complicated and expensive with requirements for larger space, reflected on civil constructions. Only partial progress could thus be achieved in this way.

Amongst those specialists, devoting their skill and efforts to solving the technical problems here discussed, was the Austrian engineer *Viktor Kaplan* (born in Mürzzuschlag, Steiermark 27th Nov. 1876 died 23rd Aug. 1934). He worked as an assistant professor at the Technical University of Brünn (now Brno in Czechoslovakia). Kaplan specialized on the design of water turbines. He worked out and published a new theoretical analysis of the hydraulic design of the high specific speed francis turbine and designed new runners, which he tested in a small and rather primitive laboratory, arranged in the cellar of one of the university buildings. He obviously was an ingenious research engineer with the exclusive ability of combining theory and simple but conclusive experiments in a very successful way.

Very soon Kaplan came to the conclusion that in order to make decisive progress towards higher specific speeds, it would be necessary to adopt radically new principles. After a few less successful attempts with extreme types of francis runners he finally turned over to runners of the propeller type with mainly axial flow, having a smaller number of relatively short blades. With such runners, installed in a model turbine with a normal radial-flow guide apparatus, he achieved specific speeds of 600—700. However, efficiencies were fairly low and the



Some of Viktor Kaplan's first experimental runners, demonstrating the step from mixed-flow to axial-flow layout.

curve showed a sharp peak. Now he got his revolutionary idea of making the blades movable in the central hub, thereby combining an unlimited number of propeller runners with different optimum capacity in one single runner, provided with a suitable mechanism to control the blade position during operation. As a result he had a high specific speed and a flat efficiency curve. Kaplan, who was fully convinced of the importance and usefulness of his ideas in the years 1912—1913, made patent applications for three main principles, which then constituted the basis for the initial development of the new type of turbine which since carries his name.

These original basic principles for the Kaplan turbine were:

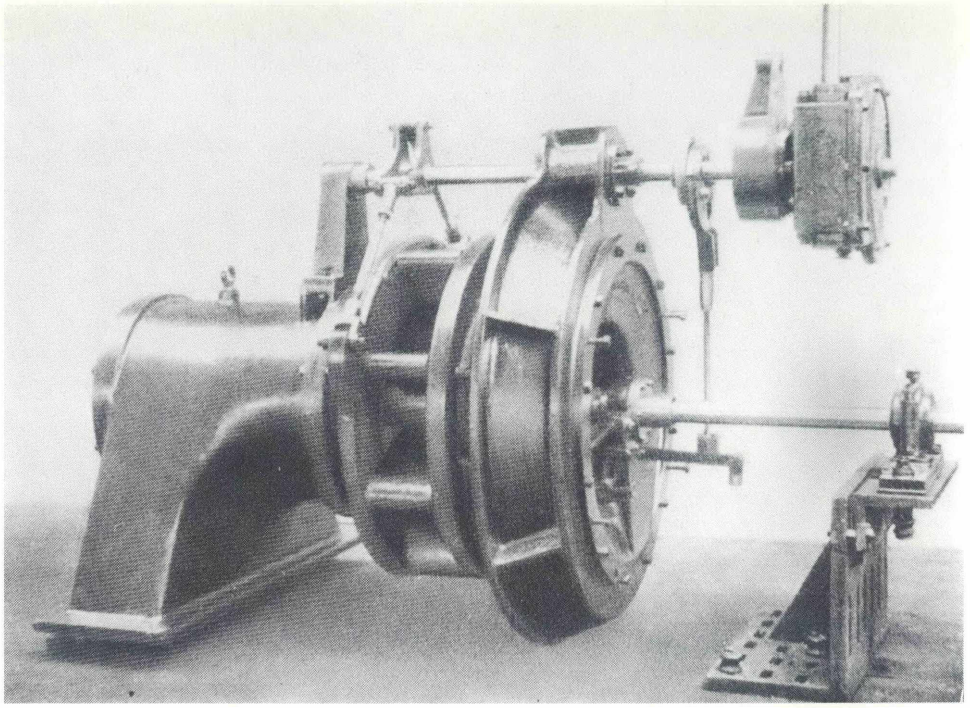
1. A radial flow guide apparatus, followed by a vaneless transition, deflecting the slightly rotating water flow into mainly axial direction before entering the runner.

2. A runner with relatively few radially orientated blades, attached to a central hub in such a way that they can be given a continuously variable pitch.
3. The profile length of the individual runner blade to be shorter than the peripheral distance between the blades (equal to a negative blade overlap and no pronounced channels between the blades).

Kaplan, who was eager to see his new ideas come into practical application already in the spring of 1913, made approaches to a number of well-known European manufacturers of water turbines, offering them the licence rights to his inventions. Unfortunately, his proposals were met with some scepticism with respect to the correctness of the test results and the possibilities of transposing the ideas to full scale turbines.

The model tests by which Kaplan tried to support his claims had very modest data. The runner was 100 mm in diameter and operated under 0.6 m head. It should therefore not surprise if the accuracy of the test results was questioned. Several firms also opposed the patent claims and refused to accept the royalties proposed by Kaplan.

One of the early interested parties was the Swedish water turbine manufacturers Verkstaden, Kristinehamn (KMW) and their managing director at that time, Hans Th. Holm, visited Kaplan in Brünn and made a preliminary agreement with him. This led to a model test in Verkstaden's testing station carried out in December 1914, probably the first test besides those initial ones made by Kaplan himself. The model turbine recorded as "Kaplan-Versuchsturbine" was in all details designed according to Kaplan's intentions and instructions. It had a runner diameter of 700 mm and was tested under 4 m head, thus more assuring with respect to accuracy than previous tests. The runner blades were fixed. The test results, came out with a rather low efficiency level of only 73 % and were not particularly encouraging. The first world war caused an interruption of the communications with Kaplan and this first test did not lead to any immediate practical result. However, Verkstaden during the following years independently carried on a certain development work on high specific speed turbines according to the basic principles of Viktor Kaplan.



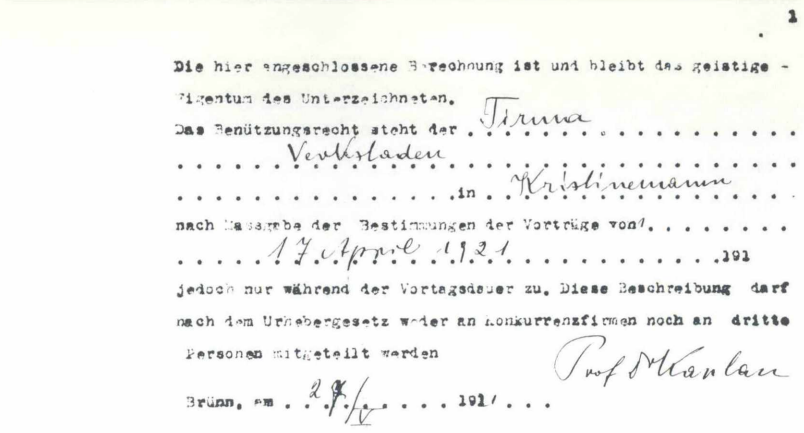
The first Kaplan turbine for industrial operation. The turbine was installed in Velm, Austria, in 1919 and produced 25.8 hp metr. under 2.3 m head.

Kaplan himself also continued his work and amongst other things developed a new type of draft tube, adapted for the special requirements caused by the high specific speed with high discharge velocities at the runner outlet.

In 1919 the first Kaplan turbine was put in practical operation at a textile factory in Velm in Austria. This firstling, which had been manufactured by the firm Ignaz Storek in Brünn, had moderate dimensions and produced under 2.3 m head 25.8 metric horse powers. The full load efficiency was measured to 84 % per cent and the specific speed was approximately 700. The turbine, which attracted great attention by the profession, was followed by several others of similar size. Kaplan of course was greatly encouraged and began to see the beginning of a success. However, already the following year new technical problems appeared. The turbine efficiency in some installations came down to about 60 per cent and the runners were severely damaged by a phenomenon which to begin with could not be ex-

plained. Cavitation, which had earlier not been known to water turbine designers, had become a factor of significance which had to be taken into account. The basic reason for cavitation troubles obviously was that in his efforts to reduce friction losses in order to increase optimum speed, Kaplan had reduced the blade surfaces of the runner too much in respect of the chosen setting of some of the turbines. As a consequence of these difficulties the continental group of turbine manufacturers, who hade formed together the so called Kaplan-Konzern, began to hesitate about the possibilities of using Kaplan's inventions and slowed down their work. Even Kaplan himself was shaken in his belief and had a rather difficult time. This was the situation when the Swedes re-entered the scene in a way which later on should prove to be of decisive importance.

The Swedish State Power Board was during the years 1919—1921 preparing an exploitation of the remaining waterfall in the Göta Älv at Lilla Edet. The low head of 6.5 m and the limited space for the power station caused exceptional requirements on the compactness and performance of the turbines to be chosen for this application. Many alternatives were studied and preliminary proposals were worked out by different manufacturers. Already in 1919 the Board had preliminary contacts with professor Kaplan and the firm Ignaz Storek in Brünn, who presented project drawings for a Kaplan turbine, intended to produce the maximum output of 10 000 hp, as specified by the Board. Surprisingly, when the Board's engineers asked the Austrians to put at their disposal a model turbine to be tested in the newly arranged testing station in Lilla Edet, there was no response and the contact was broken. Verkstaden in Kristinehamn, who were busily working with the turbine problems of Lilla Edet at this time had started to reconsider the possible application of the Kaplan turbine and its usefulness for the Lilla Edet project in particular. New discussions with professor Kaplan, carried out by Messrs. Englesson and Molinder, the 27th of May 1921 resulted in a final licence agreement. A both funny and moving episode from this historical event is worth of being referred. Mrs. Bertha Englesson, who accompanied her husband and participated in the celebration of the concluded collaboration agreement, has afterwards told that when the family Kaplan had put on the table the bottle of wine the house could produce, this was insufficient to offer everybody a glass.



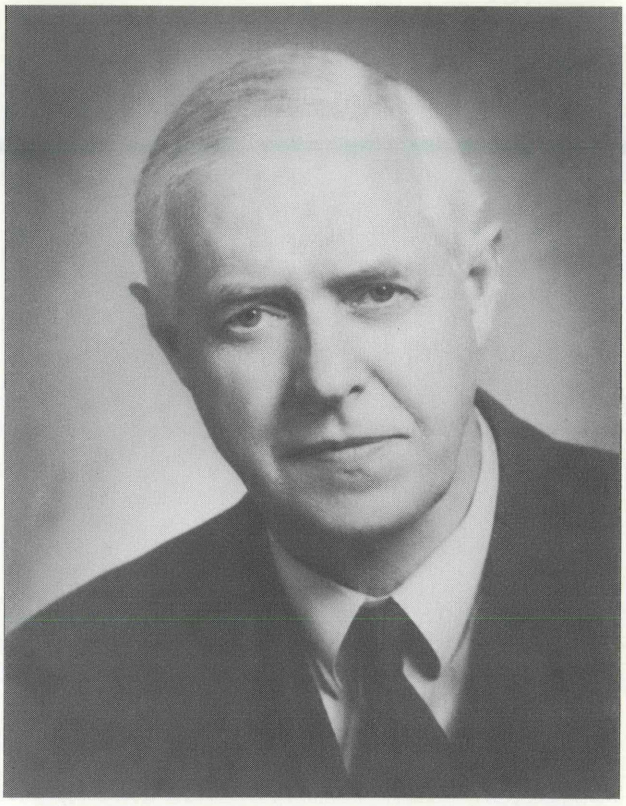
1

Die hier angeschlossene Berechnung ist und bleibt das geistige -
Eigentum des Unterzeichneten.
Das Benützungsrecht steht der Firma
Verkstaden
in Kristinehamn
nach Massgabe der Bestimmungen der Vorträge vom 17. April 1921. 191
jedoch nur während der Vertragsdauer zu. Diese Beschreibung darf
nach dem Urhebergesetz weder an Konkurrenzfirmen noch an dritte
Personen mitgeteilt werden
Prof. Kaplan
Brünn, am 27/V 191/

Copy from the first page of professor Kaplan's technical instruction file for his Swedish licensee, Verkstaden, KRISTINEHAMN, signed 27.5.1921.

Then Mrs. Margarethe Kaplan took a lighted candle in her hand, which she held forward, when the others raised their glasses for a common toast, saying: "Dies passt mir, ich bin mehr für das Geistliche!" (This suits me better — I am more for the spiritual than the spirits!). If one has, as the author of this article 48 years later, heard this intelligent and warmhearted lady tell personal memories from the period of the creation of the Kaplan turbine, one understands what the woman in the background has meant, as in so many other cases of stimulator and support to the hardworking inventor.

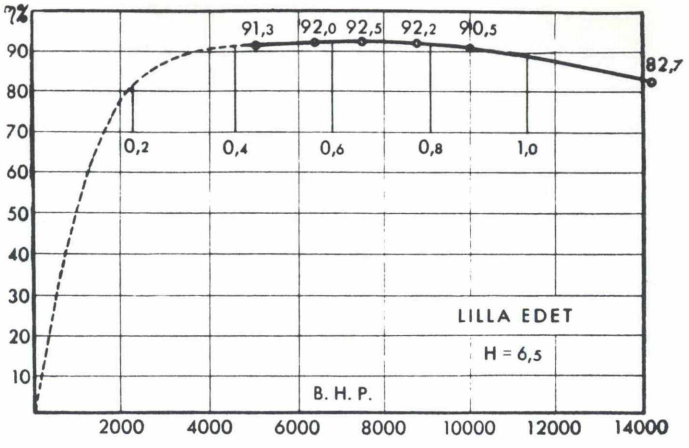
As soon as the agreement with professor Kaplan was signed an intensive development work was started up by Verkstaden with the aim of bringing the turbine out on the market. The first important application they had in mind was for Lilla Edet, but also a project for the Assuan Dam in Egypt was studied seriously. Already in September 1921 the first tests were made and on the 1st of December a tender was presented to the Swedish Power Board for the Lilla Edet project. The very daring proposal, which was for a turbine with 5.8 m runner diameter, was together with other competing proposals subject to a very careful analysis and evaluation. As a result it came out, that the Kaplan turbine proved such obvious overall merits that it ought to be chosen for Lilla Edet. In order not "to put all eggs in one basket" the Board in the beginning of 1922 ordered one Kaplan turbine from Verkstaden and at the same time a so called Lawaczeck turbine from Finshyttan. Although the latter type was also new with



Elov Englesson, born 17th June 1884, Chief Engineer and designer of the Lilla Edet Kaplan turbine. Active at KMW between 1906 and 1953.

respect to the shape of the runner blades and the omission of a band on the runner, it did not actually comprise any new features which made it radically different from the conventional Francis turbine. It was therefore considered as less risky than the Kaplan turbine. With regard to the employment situation a second Lawaczeck turbine was latter on ordered also for the third unit of Lilla Edet.

Amongst the continental competitors prophets of evil were heard to predict a catastrophe with the large Kaplan turbine, but in Kristinehamn the design team was working hard and conscious of the purpose under the dedicated leadership of Elov Englesson. A number of alternative runners were tested and No. 42 was finally selected. Well informed about previous failures on the continent the Swedish engineers paid the greatest attention to the cavitation problem. In order to advance the right understanding of the phenomenon itself and to

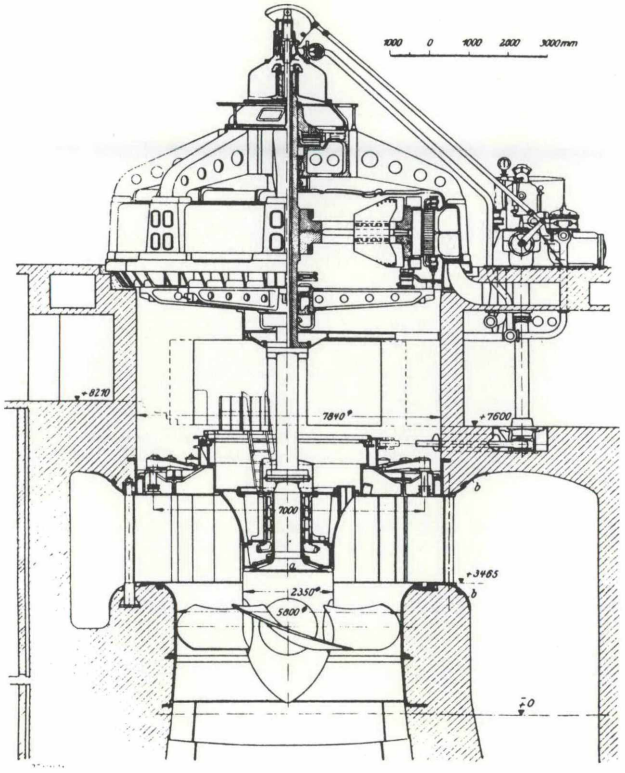


Efficiency curve from contractual acceptance test at site with the Lilla Edet Kaplan turbine (1926).

establish the cavitation characteristics of new runners, a special test tunnel was built and taken into operation in 1924. This was probably the first cavitation test stand in the world for cavitation research with a turbine manufacturer. In this connection it is proper to emphasize the very valuable contributions made by Mr. Hadar Lind, a very talented engineer, for many years in charge of the hydraulic laboratory of Verkstaden.

The mechanical design was developed according to completely new principles. No master design existed and the advice given by professor Kaplan in this respect proved to be less useful for a turbine of Lilla Edet's dimensions. Particularly the runner hub with its mechanism and servo system, required to support the movable blades and to control their position to suit in every moment prevailing operating conditions, was subject to very thorough studies. The resulting design comprised a number of new inventions.

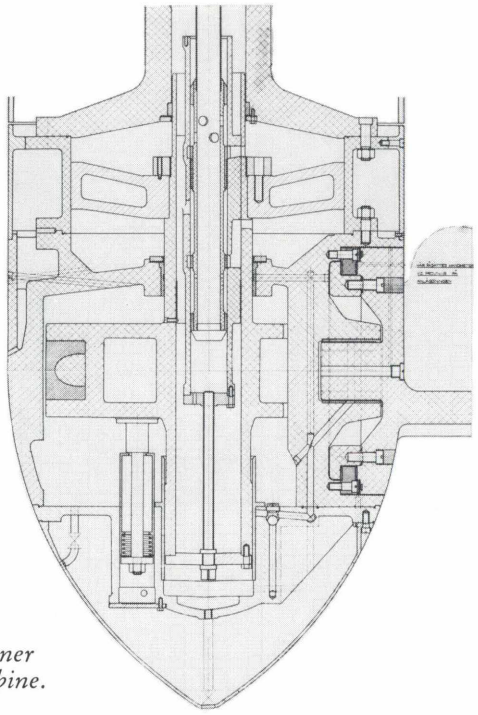
The Kaplan turbine in Lilla Edet was delivered and installed as foreseen in the contract and was tested in the plant by professor Hjalmar O. Dahl and the Board's turbine engineer Hugo Munding. The results, which appear from the diagram above, gave evidence that contractual performance guarantees had been exceeded and as the mechanical function of the turbine also proved to be according to expectations, the success was complete. This meant, that the ice was broken and the Kaplan turbine could start it victorious progress over



Vertical section through the Lilla Edet Kaplan turbine.

the world. An ingenious idea by a dedicated researcher and inventor working in small scale had been brought to maturity in full scale by an energetic and skillful contribution of Swedish engineers, supported by a knowledgeable and farsighted Power Board.

A brief description of the mechanical design of the Lilla Edet turbine may be of interest. The cylindrical runner chamber with an inner diameter of 5.8 m, made of cast iron, is supported on a lower foundation ring also made of cast iron downwards connected to the draft tube cone. The upper foundation ring is mounted on 12 stays interconnecting the ceiling and bottom of the concrete spiral casing. The guide apparatus has 24 vanes made of cast steel. The mechanism is protected against overstressing by means of shearpins. The runner consists of a cast steel hub of cylindrical shape, to which the four blades also of non-alloyed steel are attached by a bronze coated bearing ring screwed on to the hub body. Inside the bearing rings are crank rings bolted to the blades and connected to the piston of the servomotor, controlling their position. The servomotor is located in



Sectional view of the runner hub of the Lilla Edet turbine.

the upper part of the hub. The pressure medium is oil, supplied at a pressure of 20 bar through a steelpipe in the central bore of the shaft. The control valve is located inside the piston and actuated from the combinator on top of the generator by means of the oil pipe. The lower part of the runner is filled with low pressure oil, which is by means of an integral piston pump by the movements of the blade mechanism brought to circulate through all bearings, including the blade pivoting bearings. At the blade flanges there are double acting lip seals of leather which effectively prevent oil from leaking out and water from entering the hub. The above mentioned combinator with its mechanical cam constitutes the coordinating link between guide vanes and runner blades. The shape of the cam is empirically adjusted to give a runner blade position which for every guide vane position (load) results in the best turbine efficiency.

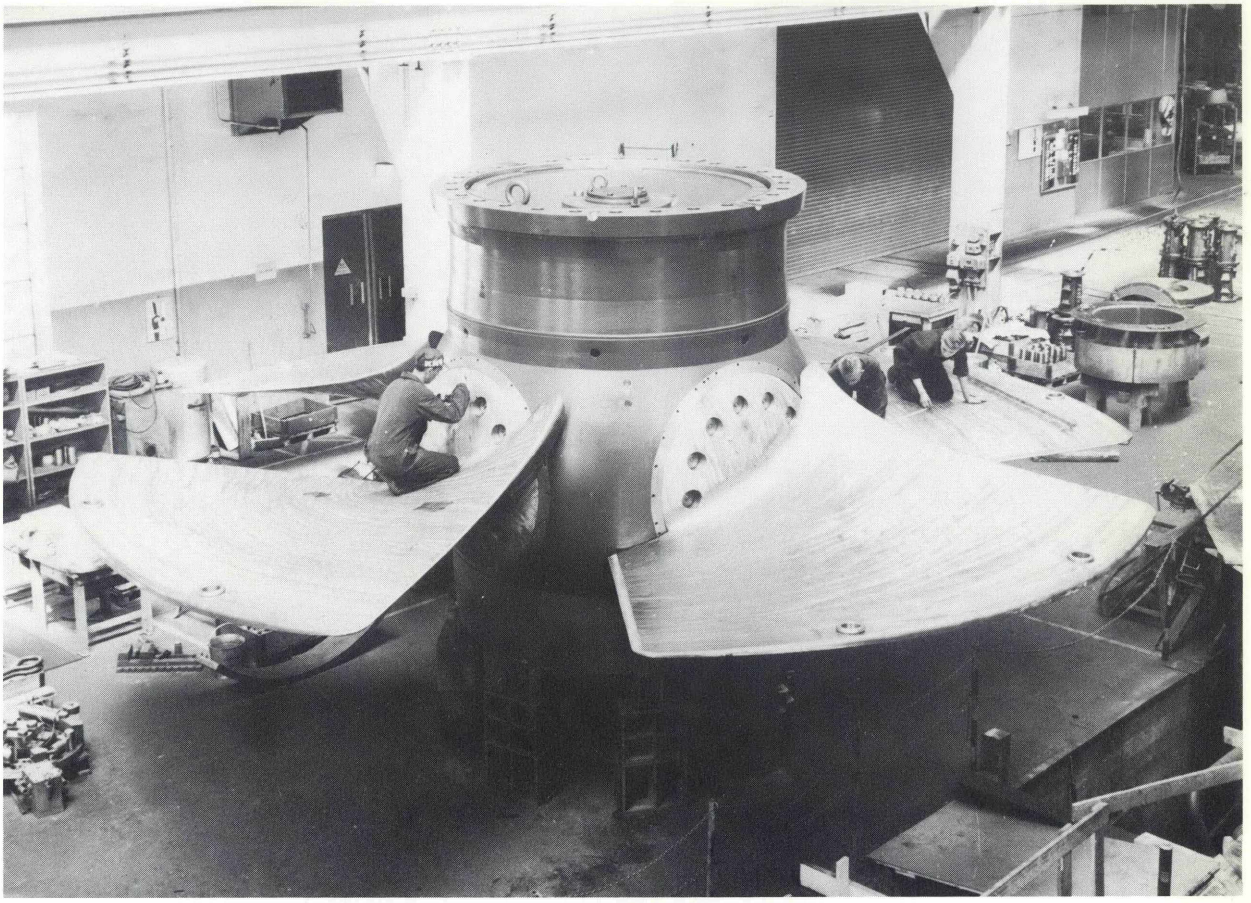
The turbine guide bearing, which is placed in the lower part of the inner cover is a white metal clad journal bearing with relatively great length in relation to the diameter. The bearing is lubricated with self-

circulating oil. The shaft seal below the bearing is of the labyrinth type. Although the thrust bearing belongs to the generator and is placed on a spider above the rotor, it is worth mentioning here because its design is greatly affected by the turbine characteristics. The bearing bigger than any other bearing previously made. The load is carried on 16 segment pads, supported on a great number of springs. The average oil pressure on the bearing surfaces corresponding to maximum load is 25 bar. There is external pump circulation of the lubricating oil.

From the intake the water is conducted into the turbine through a semi-spiral casing of reinforced concrete. The draft tube is of the elbow type with oval sections in the outlet of the bend. Like the spiral it is built in reinforced concrete with a plate lining only in its upper conical part. The shape of these external waterways was finally determined by extensive comparative model tests, partly carried out in the Board's testing station in Lilla Edet.

The hydrodynamic qualities of the Lilla Edet Kaplan turbine are in the first hand demonstrated by the previously mentioned results of the contractual field tests. Furthermore, it should be noted, that the runner blades after 4 years of operation near the periphery of the suction side showed only minor pitting from clearance cavitation. These defects, like similar pittings on the runner chamber, have been durably repaired and further cavitation damage eliminated by the insertion of stainless steel plates in the affected areas. The reliability of the mechanical design, had been greatly questioned by the critics and caused the Board to load their evaluation of the Kaplan alternative with a special amount of money set off to cover expected exceptional maintenance costs. Experience has proved these worries to be completely unjustified and the mastership of the designers appears from the fact that the turbine has now given more than 50 years troublefree operation. The hub with its permanently operating mechanism has never had to be opened and the vital blade seals are still completely tight. There is no wear in the guide bearing. Only recently an internal oil leakage in the hub has had to be reduced by readjustment of the control valve clearances.

Already the early experience with the Lilla Edet turbine was convincing and was noted with admiration by the water power experts all over the world. This caused a complete revision of all previous judgements about the suitability of the Kaplan turbine for big power



Runner for the Rusfors power station under shop erection. Diameter 8.1 meters.

stations. The pioneer plant was therefore on continent as well as in Sweden followed by other low head installations of Kaplan turbines of corresponding or bigger dimensions. In Sweden, besides a great number of medium size Kaplan turbines, eight big turbines were manufactured during the years 1929—1933 for the Russian Ladoga power station SWIR. These turbines, designed and manufactured by KMW, were mainly built according to the same principles as the Lilla Edet turbine but considerably bigger. The runner diameter is 7.42 meters and the output per unit is 28 MW at 10 meters head. At the time of the commissioning this was again a record, superceeded the following year by the turbines for Vargön in Sweden, which were with their runner diameter of 8.0 meters for a long time the biggest

in the world. It should be noted that from Vargön and onwards there were two manufacturers of Kaplan turbines in Sweden, since also NOHAB had entered the field by manufacturing one of the two turbines for that power station. However, as the basic patents were still valid, the contribution of NOHAB was in collaboration with KMW. The large units in Vargön are technically interesting insofar as there are no intake gates. Another feature of particular interest with the Vargön units is the fact that the intake gates have been omitted. This is possible because the upstream waterways, including intake and concrete spiral, have been given the form of a siphon with the intake section totally submerged and the treshold of the stayring above the highest intake water level. This makes it possible to control the flow to the turbine by evacuating the top of the spiral casing respectively let in air for stopping the flow. Evacuation is accomplished by means of large water driven ejectors.

The general trend of the further development of the Kaplan turbine was towards higher heads and greater outputs. It was obvious that the particular advantages of the Kaplan turbine were not exhausted within the head range below 10 meters. By a gradual adaptation of turbine design and general layout of the stations by means of careful calculations and extensive laboratory testing new types of machines could be built with maintained or improved performance and operational safety. With increased heads followed a greater number of runner blades and relatively bigger hub diameters. Although this inevitably led to a gradual reduction of the specific speed, this was still higher than for corresponding francis turbines and there was still the advantage of the flatter efficiency curve. In order to reduce the hydraulic clearance losses and cavitation at the periphery of the runner blades, the runner chamber was given a spherical shape in its lower part. Because it is not economically feasible to choose a setting of the turbine or size of the runner which would completely prevent cavitation on blades and runner chamber, stainless steel was introduced as a construction material for these parts. This was made as a result of extensive systematic tests with a range of different materials carried out by KMW in a special model turbine installed for long-term operation at the power station MUNKFORS. The tests conclusively demonstrated the superiority in comparison to other available materials of the cast stainless steel which was therefore intro-

duced for application in prototype turbines already in 1927 and have since then become standard for European Kaplan turbines in general.

The following Swedish made Kaplan turbines may be regarded representative for the technical development that followed:

1937	Stadsforsen	2 × 35 MW at 28 m head, 5-bladed runner with spherical hub. Plate spiral casing.
1939	Hojum	2 × 47 MW at 31 m head.
1947	Aswan (Egypt)	5 × 48 MW at 27 m head. Great variation of head between 6 and 36 m imposes unusual requirements on the design, especially with respect to highest possible outputs in the lower head range.
1950	Ligga	2 × 78 MW at 39.5 m head. The world's most powerful Kaplan turbine at the time of commissioning. 6-bladed runner.
1953	Lasele	64 MW at 52 m head. 8-bladed runner.
1957	Kvistforsen	68 MW at 49.3 m head.
1958	Rusfors	47 MW at 11.7 m head. With a runner diameter of 8.1 m this is the biggest Kaplan turbine in Sweden.
1961	Krokströmmen	50.5 MW at 57 m head. 7-bladed runner. The highest head so far for a Kaplan turbine in Sweden.
1969	Akkats	153 MW at 42.8 m head.
1976	Ligga III	190 MW at 39 m head. This will probably be the most powerful Kaplan turbine in the world. The complete runner with its 5 blades will have a weight of 210 tons and the maximum load on the thrust bearing will be 2700 tons.

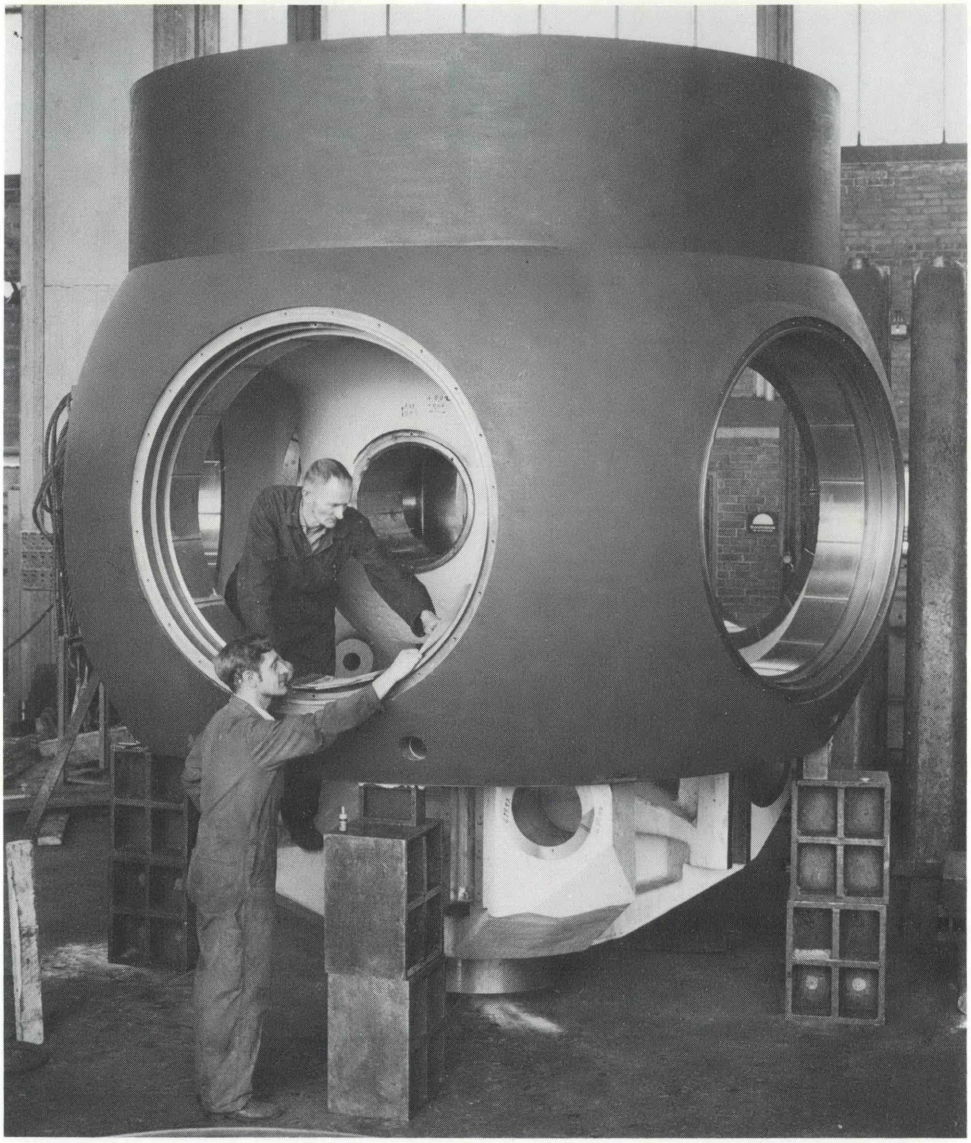
Apart from the referred development of designs towards increasing heads and modifications in detail of the mechanical construction most of the basic outlines of the design of the Lilla Edet turbine have been maintained during the years. As an example the runner blades are still attached to the hub by means of bolts in such a way that they

can be dismantled without taking into parts the hub with its complete mechanism. Another advantage which is gained at the same time is that blades without an integral trunnion are more suitable for casting from the metallurgical point of view. It is easier to obtain a casting free of defects in the most highly stressed part near the junction of the blade and its flange. This is important with respect to strength and durability. The location of the blade servomotor in the hub is nowadays standard also with foreign manufacturers. In order to improve the accessibility of the control valve of the runner servomotor this has been moved to the combinator on top of the unit or in certain cases been placed outside the rotating system. This has also brought about a higher precision in the governing and a more reliable indication of the actual position of the runner blades. In the interest of easier replacement and maintenance the blade seals have been placed under gland rings around the blade flanges in such a way that exchange of seals can be made without dismantling of the blades. The arrangement of bearings for the support of the blades in the hub has been modified and there are now journal bearings with smaller diameters. This leads to lower friction torque and less deformations, which is particularly wanted with turbines designed for higher heads. It also makes it possible to control the blades at runaway conditions.

The confidence in the operational reliability of the Kaplan turbine is nowadays well-founded and this is best demonstrated by the fact that many power stations in rivers with small or non-existent storage possibilities have been equipped with only one single unit.

Licencing of Swedish Kaplan turbine engineering, in the first hand by KMW, to foreign manufacturers have been made already since beginning of the thirties. Generally speaking this has broadened the basis for technical development but has also meant a valuable feedback of experience and stimulated to new designs, adapted for the special requirements of foreign customers.

The adoption of more advanced theoretical analysis and services of new hydraulic laboratories with sophisticated measuring technique were new tools which came to the disposal of the designers from about 1950 and onwards and which made possible considerable progress in the hydraulic designs of new Kaplan turbines. The later introduction of new theories and methods for stress analysis have naturally also been to the benefit of the Kaplan turbine as well as other types of



Hub body for a large, modern Kaplan turbine for the VAMMA power station in Norway. Weight of hub only — 57 tons. Weight of complete runner — 175 tons. Max. turbine output 153 MW.

hydraulic turbines with respect to safer mechanical designs and optimum utilization of construction materials.

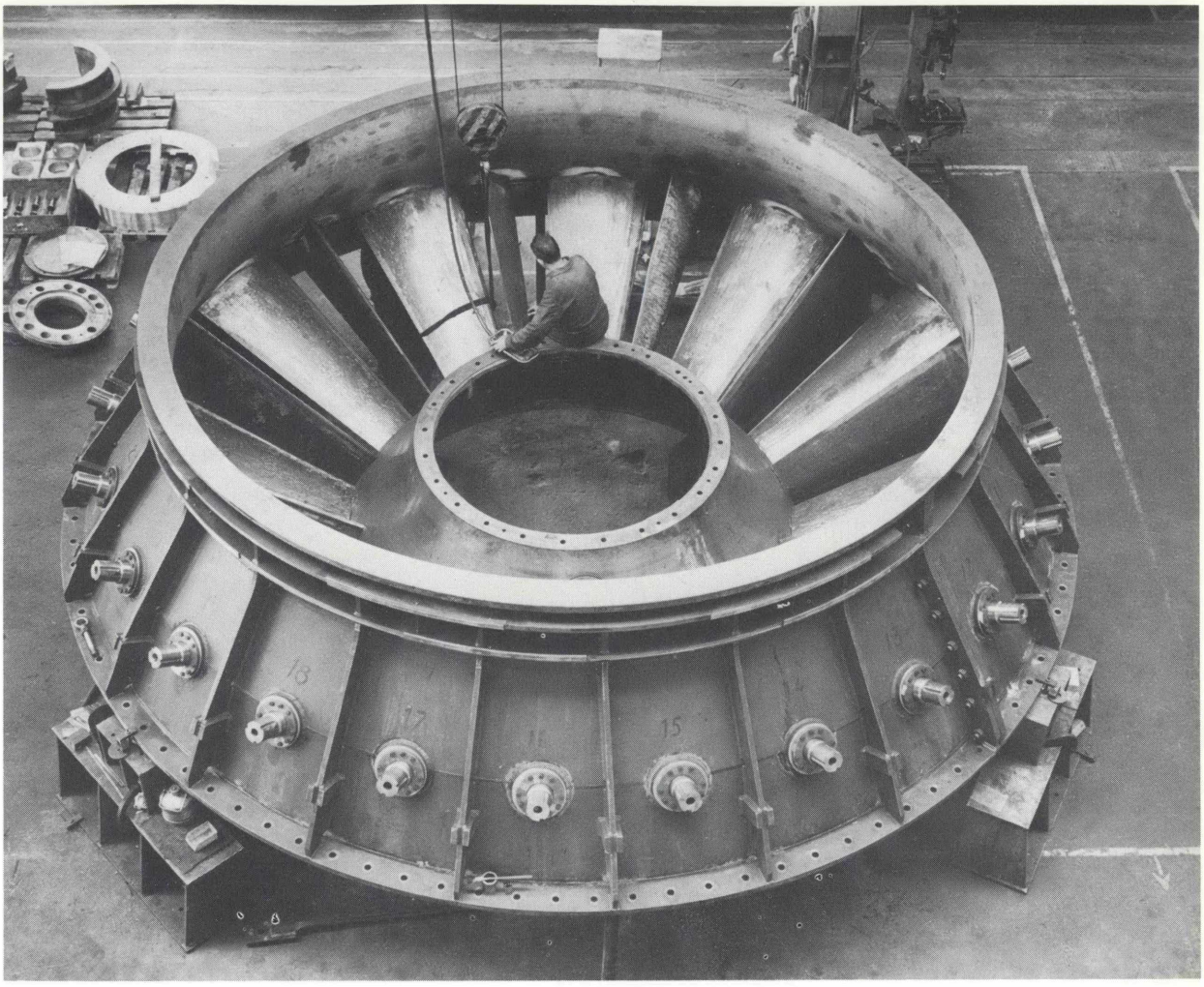
Another circumstance that at the end of the fifties and beginning of the 60th stimulated to a further raising of the performance level of the Kaplan turbines was the establishment of the Swedish Power

Board of a new testing station for water turbines in Motala. In conjunction with tender competition for new projects comparative model tests were arranged with model turbines supplied from different Swedish and foreign manufacturers. This was no doubt a very good initiative by the biggest Swedish purchaser of power equipment and it had positive effects for all parties involved. It may be said that the Swedish manufacturers managed to defend their technical position very well, challenging each other to new development efforts and further strenghtening their already high international reputation in this field.

A special type of Kaplan turbine, which has won recognition during later years, is the tubular turbine, especially the so called bulb turbine which is combined with a generator installed in a bulb shaped housing in the waterway. This type has appeared as a result of a development mainly carried out in Germany during the second world war and later on in France. The aim of this latest development has been to further reduce the costs of hydroplants for the lowest range of heads by means of very compact and possibly even more efficient types of Kaplan turbines. In the early German cases also military defence aspects had an influence, as it proved possible to combine the low civil constructions of the turbine with the spillways in such a way that if necessary the whole plant could be covered with flowing water to prevent discovery. Another special application of the tubular turbine is the French tidal power station RANCE, equipped with 24 reversible Kaplan turbines of the bulb type with 10 MW capacity each.

Through their French licensee, Schneider-Creusot, KMW already 25 years ago were given an incentive to contribute actively in the development of tubular and bulb type Kaplan turbines and thus successfully participated in the design and execution of several important installations in France.

The first Swedish bulb turbine was built for the Skogsforsen power station, commissioned in 1960, and followed by a few minor installations of similar type. About 10 years later the first big Swedish unit of the ordinary bulb type was built for the State Power Board's plant Parki. The turbine has a runner diameter of 4.9 m and yields a nominal output of 21.2 MW under 11.0 m head. Altogether 23 bulb units are now in operation or will be commissioned in Swedish power



Guide wheel apparatus for large bulb turbine under shop assembly—Parki power station, Swedish State Power Board. Runner dia. 4.9 m.

stations in the near future. Swedish bulb turbine technique, apart from the above mentioned French applications, is today represented in a number of foreign countries, like Norway, Austria and South Korea.

Generally speaking the bulb turbine is now recognized as being the primary choice for most low-head hydro projects. Except for the lower total capital investment per kW, mainly achieved due to the simpler and less voluminous civil constructions of these units as compared to conventional vertical shaft Kaplan units even better efficiencies are obtained. This is particularly apparent in the high-load region, where the straight waterways with smaller friction sur-

faces lead to reduced hydraulic losses. Assuming a given maximum capacity of the unit this can of course be exploited by selecting a smaller runner diameter, which in turns will further reduce the total costs of the whole power station.

An interesting illustration of the technical advancement made with the Kaplan turbine over the last 50 years, elapsed since its actual introduction in large size power stations, is obtained by comparing the above described original Lilla Edet turbine with a modern bulb turbine, having the same runner diameter of 5.8 m. It is then assumed, that both turbines are designed for and operating under the same head, 6.5 m. The nominal output of the bulb turbine will then be abt. 13.5 MW as compared to only 7.5 MW for the "firstling". The optimum synchronous speeds will be 83.3 and 62.5 rpm respectively. Efficiencies are as an average abt. 2 per cent higher with the new machine. As a matter of fact the Lilla Edet power station will now be extended with a fourth unit. The bulb type Kaplan has been selected for this purpose.

A summary of the deliveries made up to date, August 1977, shows rather impressive numbers. In Swedish works abt. 470 Kaplan turbines of different types with an aggregate nominal capacity of 9 000 MW have been manufactured. If also Kaplan turbines made under Swedish licence are included, these figures will raise to 710 units and 12 500 MW. Practically all these turbines are still in full commercial operation, contributing to the efficient conversion of low-head hydropower into electric energy. To make the Kaplan history complete there should of course also be added an unknown number of Kaplan turbines made by non-Swedish, mainly continental European firms. In any case the Swedish technique maintains a paramount position.

As a conclusion it may be said that the results of the creative basic work, which was performed by Viktor Kaplan half a century ago and matured for practical use by other pioneers, collaborating with Kaplan, some of them prominent Swedish engineers, have been well taken care of by following generations of researchers and designers to the benefit of power companies and power consumers all over the world. It seems proper to predict that the basic principles of the Kaplan turbine will find many applications also in the future exploitations of the vast hydro-power resources, which are still available, particularly in the developing countries.

List of references

1. "Eine neue Wasserturbine und deren Beziehungen zur Elektrotechnik"
   von Dr. Ing. Viktor Kaplan
   Article in No. 33, 1917, of the Austrian journal "Elektrotechnik und Maschinenbau" (in German)

2. "Kaplanturbinen" by G. Molinder
   Publication No. 140 (1922:6) of The Swedish Water Power Association (in Swedish)

3. "Statens Kraftverk vid Lilla Edet"
   Tekniska Meddelanden från Kungl. Vattenfallsstyrelsen, Ser. B, No. 2, 6 Aug. 1923 (in Swedish)

4. "Kaplanturbinens teori"
   by Prof. K. Axel Ahlfors
   Article in Teknisk Tidskrift, July 1932 (in Swedish)

5. "Kaplan- and Propeller Turbines Compared"
   by Elov Englesson
   Article issued 1932 by Verkstaden, Kristinehamn (in English)

6. "Kaplan Turbines and Swedish Industry"
   by Elov Englesson
   World Power Conference, Sectional Meeting Scandinavia, 1933, Paper No. 86, Section 1a (in English)

7. "Redogörelse för arbetena med Lilla Edets Kraftverks första utbyggnad"
   Tekniska Meddelanden från Kungl. Vattenfallsstyrelsen, Ser. B, No. 18, 30 Oct. 1932 (in Swedish)

8. "Viktor Kaplan"
   von Dr. Techn. Alfred Lechner, Wien
   Biography, edited 1936 by Österreichisches Forschungsinstitut für Geschichte der Technik (in German). (Contains a comprehensive appendix with references to papers by Kaplan and others)

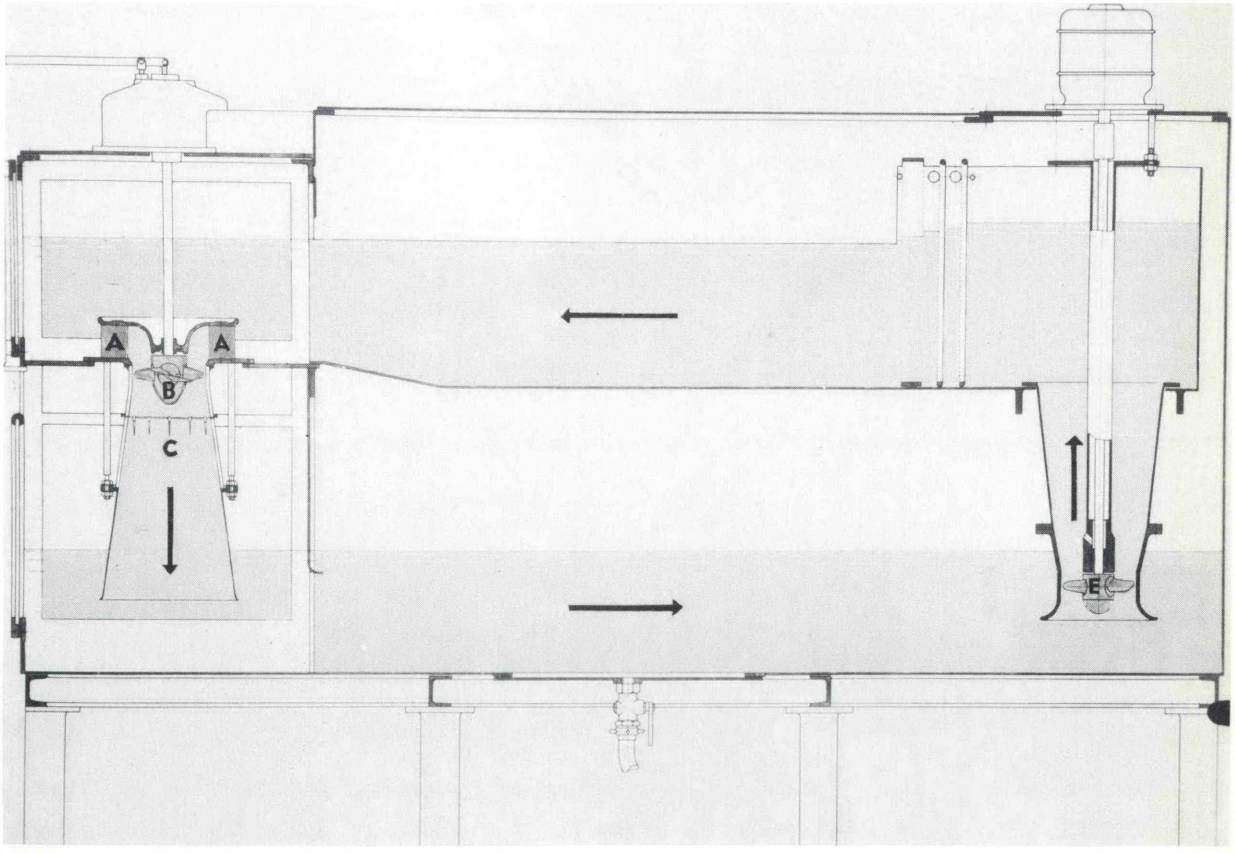
9. "Viktor Kaplan: His Life and Work"
   by H. Häckert
   Water Power and Dam Construction Nov. 1976 (in English)

In Honour of Professor Victor Kaplan

After the death of Viktor Kaplan in 1934, the Austrian Research Institute for the History of Technology (Österreichische Forschungsinstitut für Geschichte der Technik) appointed an Extraordinary Committee in 1935 to honour the memory of Dr Kaplan and his contributions to the development of turbine technology. The *Rektor* of the *Technische Hoschschule* in Vienna, Dr A. Kann, was appointed Chairman of this Committee, and among the fifteen members was also Mr Elov Englesson, Kristinehamn, Sweden. The first action of the Committee was to set up a Memorial Plaque on the house in Mürzzuschlag in Steiermark where Kaplan was born. Memorial exhibits were also arranged at the *Technisches Museum* in Vienna, and the *Deutsches Museum* in Munic. Further, a biography on Dr Kaplan was published by the Committee in 1936 (Alfred Lechner: *Viktor Kaplan.* Julius Springer Verlag, Wien 1936).

In 1937, Frau Margarethe Kaplan took the initiative to donate to the Tekniska Museet in Stockholm a collection of experimental models of turbine runners, made by Viktor Kaplan in his private laboratory. This representative collection goes back to the early 1910s when Viktor Kaplan began to test his new concept on a model scale. Of special interest is, of course, the early experimental runners on which Viktor Kaplan tried out various solution sto vary the pitch of the blades. The first method used was to move the blades by means of levers, with obvious difficulties to obtain uniform movements on the blades.

As a complement to this collection of artefacts, the Karlstad Mekaniska Werkstad built a demonstration model of a working Kaplan turbine, which showed how the original ideas had developed into a usable source of power. This model was first exhibited at the International Water Power Exhibition in Liège in 1939, and was later set up in the Machinery Hall of the Tekniska Museet.



Demonstration model of a Working Kaplan turbine.

Materialprovning och hållfasthetslära

av Jan Hult och Folke K. G. Odqvist

De här framlagda uppsatserna av en representant för vardera Kungl. Tekniska högskolan i Stockholm (KTH) och Chalmers Tekniska högskola i Göteborg (CTH) utgör bidrag till belysande av hållfasthetslärans uppkomst och hur den sedan kommit att utvecklas i Sverige i samband med hos oss rådande speciella förhållanden. Huvudvikten har lagts på det idémässiga. Det tillgängliga utrymmet har nödvändiggjort begränsning till en axplockning i minnenas örtagård. Ämnesvalet och tidpunkten för publiceringen betingas förutom av ämnets anciennitet och betydelse av det faktum att 150 år förflutit sedan de två nu äldsta tekniska högskolorna i Sverige (KTH 1827, CTH 1829) började sin verksamhet.

Robert Hooke och hans fjäderlag - ett 300-årsminne

av Jan Hult

Jan Hult, professor i hållfasthetslära vid Chalmers Tekniska Högskola, berättar om en av 1600-talets absolut främsta vetenskapsmän och uppfinnare. I skuggan av sina stora samtida Isaac Newton, Christopher Wren och Samuel Pepys har Robert Hooke kommit att bli nästan helt bortglömd.

Föreliggande uppsats utgör en bearbetning av en "Folke Odqvist-föreläsning" hållen på inbjudan av Svenska Nationalkommittén för Mekanik den 14 maj 1976.

En bok med titeln Robert Hooke[1]) utkom i USA 1956. Den väckte först ingen särskild uppmärksamhet men bestods ändå en positiv recension[2]) i Times Literary Supplement. Recensionen fick omedelbart ett genmäle[3]) med stark kritik inte bara av boken utan också av Robert Hooke själv. Här uttrycks djupaste personliga avsky och förakt för en man som varit död i mer än 250 år. Det talas nedlåtande om försök på senare tid att återupprätta honom, och man får veta att Hooke var en sniken, misstänksam och lättstött man, som misskötte sitt arbete och som ofta talade illa om sina medarbetare.

Vem var han då, denne Robert Hooke, som kunde uppväcka sådan motvilja? Han var en av 1600-talets absolut främsta vetenskapsmän, och av alla dem är han i dag en av de minst kända.

Året 1678 är ett märkesår i hållfasthetsläran. Då formulerades den grundläggande lag för elastiska kroppar som i alla språk är känd som Hookes lag. Den är en hörnsten i hållfasthetsläran. Namnet Hooke är därför välbekant för ingenjörer och byggare i hela världen. Människan Robert Hooke kan nog intressera många andra utanför kretsen av tekniker. Han var en märklig man i Isaac Newtons, Christopher Wrens, Thomas Tompions och Samuel Pepys' London.

Robert Hooke föddes 1635 på Isle of Wight, där fadern var präst. Robert var klen och sjuklig redan från barndomen. Vid 16 år blev han krokryggig och sägs sedan också ha vanvårdat sitt utseende allt mer. En samtida biograf säger: ". . . han hade bred mun och tunn överläpp, spetsig haka och stor panna. Han hade eget hår av mörkbrun färg, som hängde långt och ovårdat för hans ansikte". Inget porträtt finns bevarat av honom.

Trots sitt närmast frånstötande yttre imponerade han på personer som förstod att bedöma honom rätt. Samuel Pepys invaldes i Royal Society 1664 och skriver om sitt första möte med Hooke den 15 februari: ". . . Mr Hooke, som trots sin storhet ändå gör mindre intryck än någon annan jag mött i hela världen".

Den sjuklige gossen Robert Hooke roade sig, liksom några år senare den sjuklige gossen Isaac Newton, mest med att göra mekaniska leksaker. När Robert var 13 år dog hans far och Robert sändes till Westminster school i London. Fem år senare kom han till Oxford som fattig student och korist i Christ Church College. Redan i West-

4・2 多軸状態，不変量理論

工学上の大多数の問題は多軸応力状態にあるから，単軸状態の理論を多軸状態へ一般化できることは，クリープ理論が満足しなければならない基本的必須条件である。このような一般化は以下のようなきわめて系統的な方法で行なうことができる。次に，この方法の一例として有名な **Hooke の法則**（Hookesche Gesetz, Hooke's law）の一般形を誘導してみよう。

この問題はテンソル記号を用いることによって幾倍も簡単になる。本書の付録Ⅰでは，直交座標系に関するテンソル演算の簡単な説明と記号の定義が行なわれている。

以下の議論では，次の三つの仮説を前提とする。

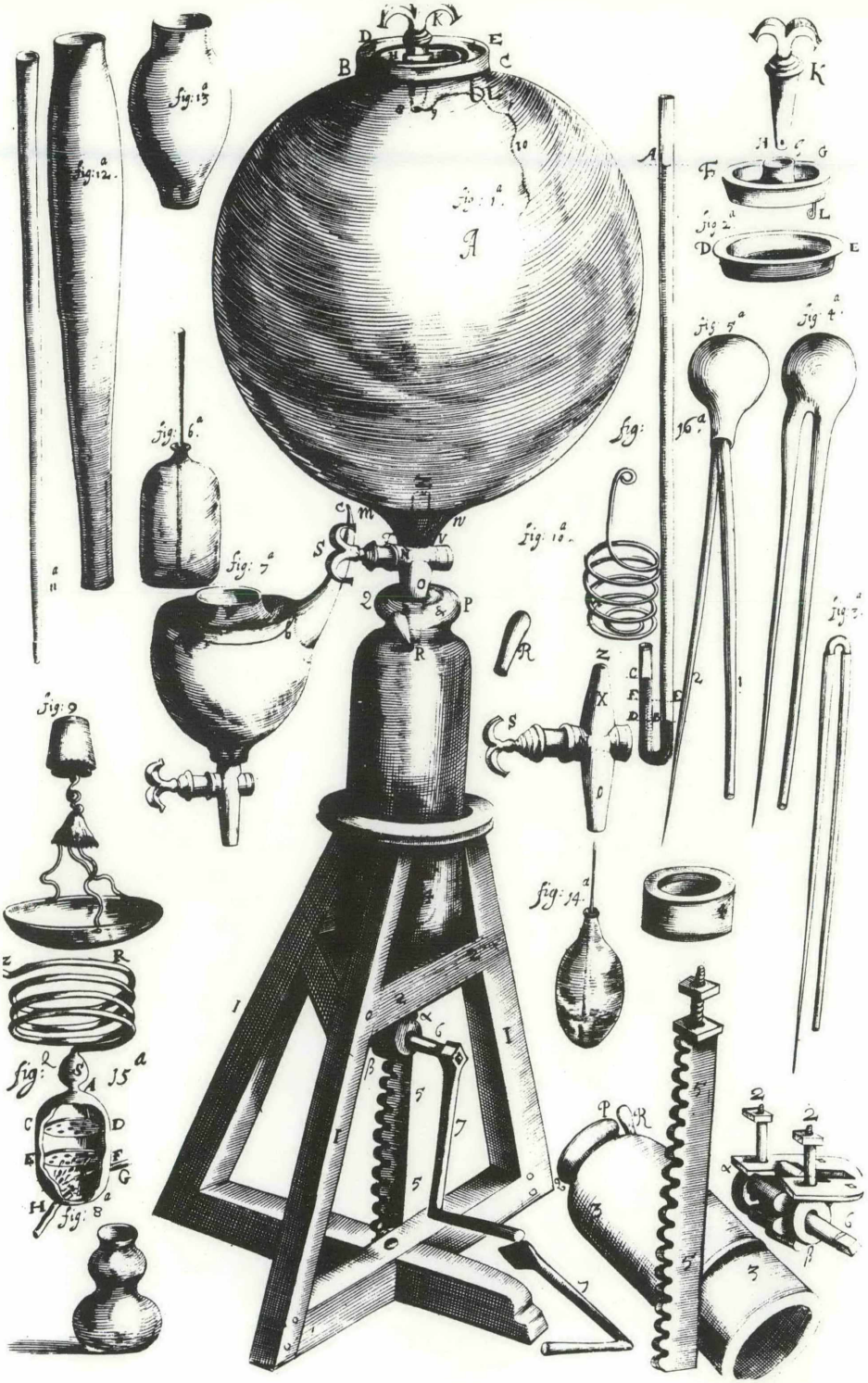
1. 単軸状態では Hooke の法則

Hookes lag heter så i hela världen, här i en japansk lärobok i hållfasthetslära

minster hade han lärt sig Euklides och blivit bekant med Cartesius filosofi. I Oxford kom han snart att bli känd för sitt goda mekaniska handlag och blev rekommenderad som assistent åt Robert Boyle. Hans vetenskapliga gesällprov blev den luftpump som Boyle sedan använde för sina experiment med sammantryckning av gaser. Fysik var nu, på 1600-talet, till stor del studier av gaser och vätskor vid olika tryck. Otto von Guericke, känd för sina försök med de Magdeburgska halvkloten, byggde senare om sin luftpump efter Hookes modell.

Av avgörande betydelse för Robert Hooke var att hans mentor tillhörde en grupp i Oxford som träffades regelbundet för att diskutera "Experimental Philosophy", det som vi i dag kallar fysik. Här fanns John Wallis (matematiker), William Petty (nationalekonom), Thomas Willis (läkare) och Christopher Wren (astronom). Man träffades ibland hemma hos Robert Boyle, och så kom Robert Hooke att bli allt mer bekant med dess *virtuosi,* som var så nyfikna på allt inom naturvetenskap och filosofi. *Virtuosi,* så kallades kretsen av en av tidens kuplettmakare.

Vid monarkins återinförande 1660 kom gruppen att splittras. Flera av dess medlemmar hade haft sina republikanska sympatier att tacka för sina anställningar i Oxford.



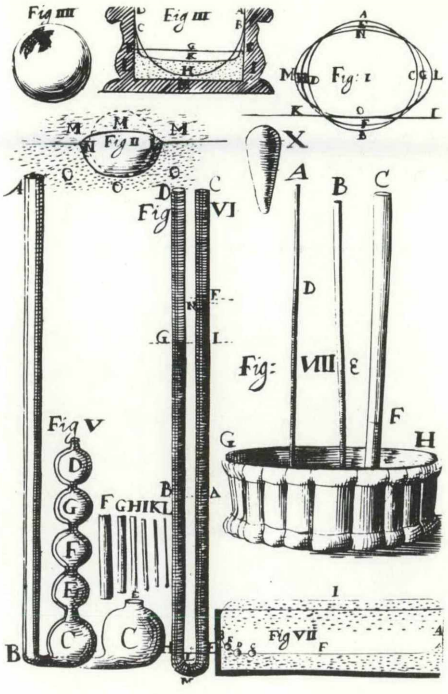
Hookes luftpump, använd av Robert Boyle i hans studier av gasers kompression

Men gruppen började återuppstå snart igen i London. Två år senare, 1662, utfärdades stiftelseurkunden för the Royal Society och dess förste president var matematikern Lord Brouncker. Liksom under Oxfordtiden var experimentell naturvetenskap medlemmarnas stora intresse. Man visade enkla experiment för varandra, och man diskuterade och försökte förstå och lära sig allt detta nya. Sådana demonstrationer kräver särskilt handlag och man beslöt efter många misslyckanden att kalla den händige Robert Hooke som demonstratör till akademiens veckosammankomster. De 15 åren från 1662 till 1677 innehade Hooke denna syssla. Den ström av idéer och uppslag som kommer ur hans hjärna de åren saknar motstycke i naturvetenskapens moderna historia. Men samtidigt är det just hans åligganden att demonstrera tre eller fyra vetenskapliga nyheter varje vecka som hindrar honom att fullfölja idéerna, att gå på djupet med dem. Robert Hooke måste ha levat i ett tillstånd av närmast konstant stress. Vilken kontrast mot hans kommande vedersakare Isaac Newton i det stillsamma Trinity College i Cambridge!

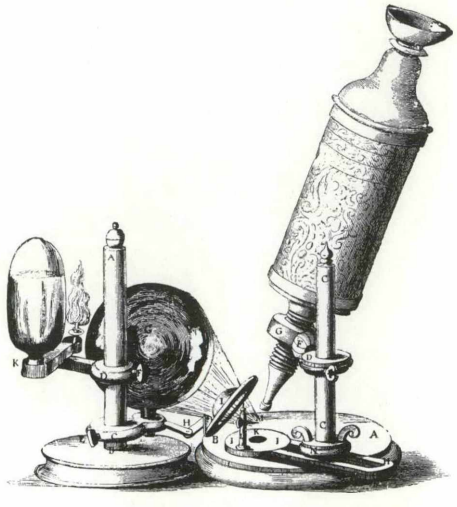
Det var inte bara för sitt praktiska handlag Robert Hooke kom att knytas till Royal Society. Han hade publicerat sig 1661 med en skrift om kapillärfenomenet och han hade en stor del av äran av Boyles lag för gasers kompression. Fysik var på den här tiden också optik. Linser användes allt effektivare i mikroskop och teleskop. Redan 1665 utgav Robert Hooke "Micrographia", nu en av naturvetenskapens stora klassiker. Dess 38 gravyrer efter Hookes egenhändiga teckningar har reproducerats otaliga gånger under de gångna 300 åren. Men Micrographia är inte bara eller främst en bilderbok.

Den är också en vetenskaplig avhandling om optik. Här beskrivs principen för mikroskopet och behandlas ljusets diffraktion, observerad som färgskiftningar i tunna skikt, som såpbubblor eller glimmer eller påfågelns fjädrar. Här finns avsnitt om förbränning och andning. Harveys upptäckt av blodomloppet hade riktat intresset mot andningens funktion, och Hooke hade vid en demonstration visat hur en hund kunde hållas vid liv genom att luft pumpades in i dess lungor. En av bilderna visar ett preparat av kork, och man ser här små beståndsdelar, som Hooke kallar *celler*. Våra dagars cellbegrepp avser ännu mindre delar av den levande materien, men ordet cell kommer just från Micrographia.

I en skrift utgiven först efter Hookes död visas bilder av fossil. Om



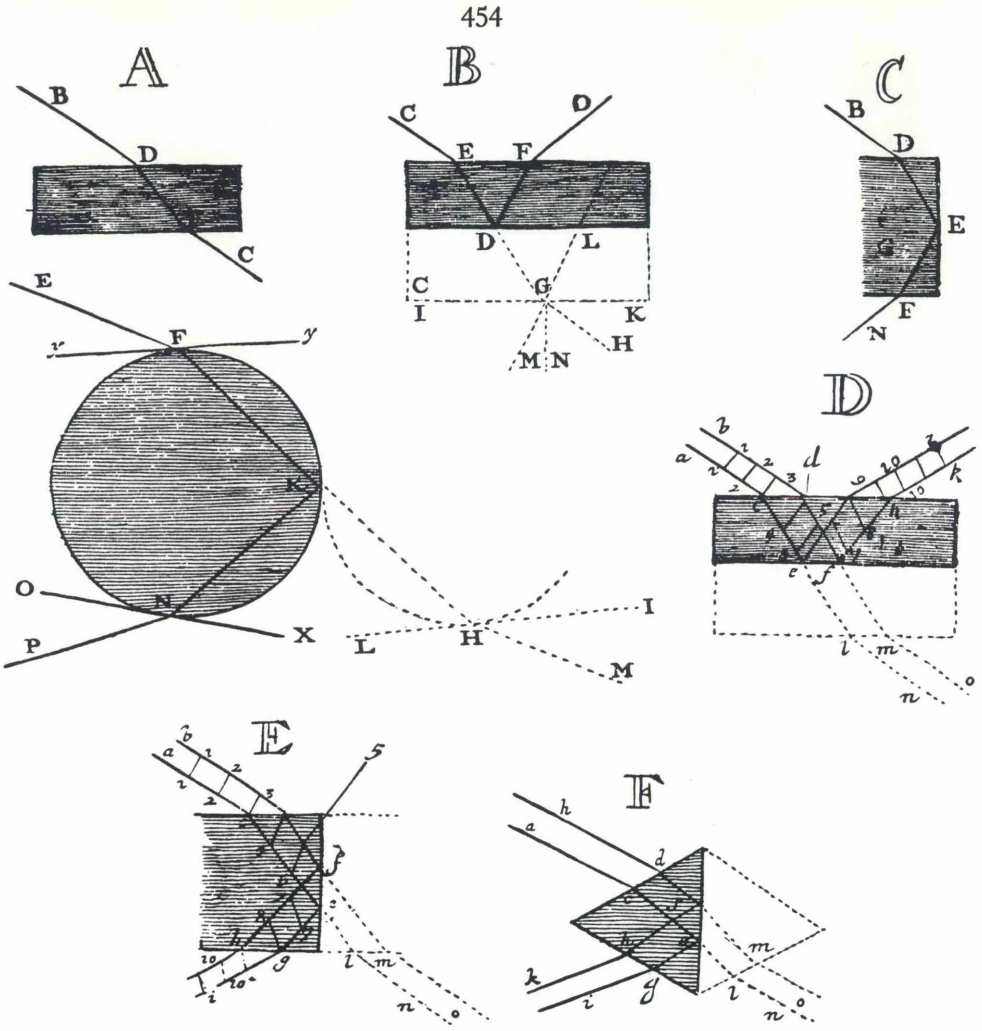
Illustrationer ur Hookes första tryckta arbete, som handlar om kapillaritet och ytspänning hos vätskor



Hookes enkla mikroskop öppnade en ny värld

dessa säger Hooke, liksom tidigare Lionardo da Vinci, att de måste vara förstenade lämningar av urtida varelser, och att de bör kunna datera jorden.

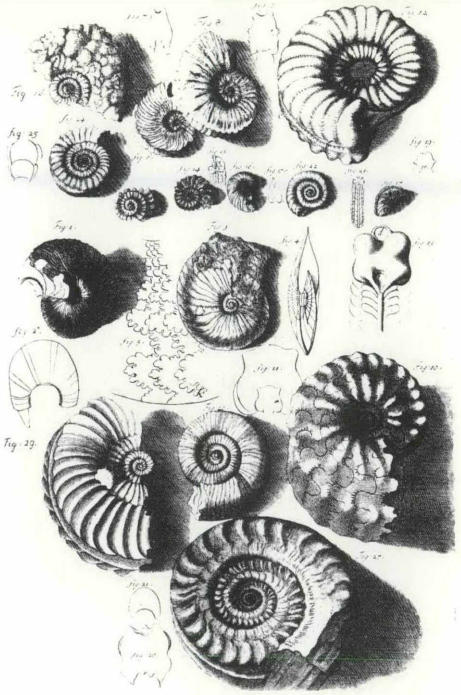
Hooke postulerar i Micrographia att ljuset är en transversell vågrörelse. Med det kan han förklara färgskiftningarna i såpbubblan. Men i det ligger också fröet till en tvist, som skulle bli ödesdiger för



Bilder av ljusets brytning och reflexion i olika kroppar av glas (ur Hookes "Micrographia", kunde ha varit ur en modern lärobok i fysik)

honom. Sju år efter Micrographia sändes till Royal Society ett manuskript av en relativt okänd Isaac Newton i Cambridge. Den behandlade vissa optiska fenomen, bl. a. uppdelningen i färger i ett prisma, och Robert Hooke fick i uppdrag att granska den. Han missförstod den till stor del och var kritisk på flera punkter. Newton blev rasande och svarade i affekt. Saken blev inte bättre av att Newtons svar publicerades i Philosophical Transactions.

Tre år efter detta kom ännu en avhandling från Newton, som nu lanserade en teori om ljuset som en ström av partiklar, i motsats alltså till Hookes och Huyghens föreställning om ljuset som en vågrörelse.



Robert Hookes egenhändiga teckningar av fossil

Hooke tyckte sig känna igen en del från sin egen Micrographia och beskyllde Newton för stöld. Fejden påstås ha underblåsts av Royal Societys sekreterare Henry Oldenburg. Hur det verkligen förhöll sig med det vet man väl inte, men efter denna kontrovers kunde Newton aldrig tåla Hooke. Newton lät sig väljas till president i Royal Society först efter Hookes död 1703 och publicerade året därefter sin Opticks.

Redan innan fejden med Newton började hade en annan händelse inträffat, som skulle få stor betydelse för Robert Hooke. Den 2 september 1666 började en brand i Pudding Lane City som sen snabbt spred sig. 13 000 hus brann ner och mer än 80 kyrkor, St Pauls-katedralen, Guildhall, the Royal Exchange och 44 City Companies Halls förstördes.

Robert Hooke ritade en ny stadsplan medan det ännu rök i ruinerna och förelade den för Royal Society som tillstyrkte hans idé med gatorna i ett regelbundet rutnät. Också Christopher Wren, då ännu professor i astronomi i Oxford, gjorde upp en ny plan, men ingendera blev antagen. Återuppbyggnaden kom att ske i stort efter det gamla, men Wren och Hooke fick ansvarsfulla uppdrag: Wren som chefs-

arkitekt och Hooke som lantmätare och kontrollör. Arbetet bedrevs med oerhörd effektivitet: Efter åtta år var det mesta återuppbyggt bland bostäderna. Kyrkbyggena tog längre tid. St Pauls kom till 1675—1709.

Men Robert Hooke var inte bara kontrollör, han ritade också byggnader: Royal College of Physicians, Bedlam Hospital, Montague House och några till.

Alla dessa är nu borta och glömda, liksom arkitekten själv. Ett enda av Hookes verk står ännu kvar. Just på den plats där elden bröt ut restes "the Monument" efter Hookes ritningar. I en känd reseguide över London står om "the Monument": "Det ritades av Christopher Wren som en erinran om the Great Fire." Men av Hookes egna dagboksanteckningar från den här tiden framgår, att "the Monument" är hans verk.

Återuppbyggnadsarbetet gav en tid ett säkrare levebröd åt Hooke än den dåligt betalda kuratorsysslan i Royal Society. Den hade han tidvis svårt att hinna med, och mötena fick därför ofta inställas. Men två år tidigare hade han också dels utnämnts till professor i geometri vid Gresham College i London, dels utlovats ett föreläsarstipendium av Sir John Cutler. Det tog många år innan Cutler betalade ut pengarna, men Hooke levde ändå utan större ekonomiska bekymmer. Hans bostad var i Gresham College, där också Royal Societys möten hölls.

Hookes Cutlerian lectures var en sorts föregångare till våra dagars folkuniversitet. Under åren 1670—1680 utgav han en del av föreläsningarna i tryck. Där finns skrifter om astronomiska instrument, om planeternas rörelser, om lampor och en skrift om fjädrar. Det är det enda område där Hookes insatser än i dag är allmänt kända och erkända.

I skriften om Helioskop (1676) blev det utrymme kvar på sista sidan, och där publicerade Hooke sin fjäderlag i anagramform. Han ville försäkra sig om prioriteten, men han ville också hålla lagen hemlig, då han tänkte dra nytta av den senare för egna uppfinningar. Efter två år avslöjade Hooke sitt anagram i avhandlingen om fjädrar. Här beskriver han experiment med olika slag av fjädrar, sådana som i dag kallas skruvfjädrar, spiralfjädrar och bladfjädrar. Han studerade också en fjäder i form av en rak tråd. Anagrammets lösning var den latinska sentensen "ut tensio sic vis" eller på svenska "såsom för-

1. *A way of Regulating all ſorts of* Watches *or* Time-keepers, *ſo as to make any way to equalize, if not exceed the* Pendulum-Clocks *now uſed.*

2. *The true Mathematical and Mechanichal form of all manner of* Arches *for Building, with the true butment neceſſary to each of them.* A Problem which no *Architectonick* Writer hath ever yet attempted, much leſs performed. abccc ddeeeee f gg iiiiiiii llmmmmnnnnnoopr rr sssttttttuuuuuuuux.

3. *The true Theory of* Elaſticity *or* Springineſs, *and a particular Explication thereof in ſeveral Subjects in which it is to be found: And the way of computing the velocity of Bodies moved by them.* ceiiinosssttuu.

4. *A very plain and practical way of counterpoiſing Liquors, of great uſe in* Hydraulicks. Diſcovered.

5. *A new ſort of Object-Glaſſes for* Teleſcopes *and* Microſcopes, *much outdoing any yet uſed.* Diſcovered.

Den första kryptiska formuleringen av Hookes lag ges i punkt 3 på sista sidan i boken "Description of Helioscopes" från 1676

längningen så kraften". Detta är Hookes lag, elasticitetsteorins och hållfasthetslärans viktigaste. Med hållfasthetslärans nutida internationella symbolspråk skrivs den

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

där σ, som kallas spänningen, är ett mått på kraften och ε, som kallas töjningen, är ett mått på deformationen. Proportionalitetsfaktorn E kallas elasticitetsmodulen. Denna formel skrevs aldrig så av Robert Hooke. Begreppen spänning och töjning var inte kända då. Men innehållet i Hookes anagram är exakt det som formeln uttrycker.

Man kan undra när Hooke själv fann sin fjäderlag. År 1891 såldes en del skrifter från ett privatbibliotek i Moor Hall, Essex, däribland dagboksanteckningar av Robert Hooke för åren 1672—1680. De köptes av The Corporation of the City of London och 1935 publicerades de i tryck. I september 1675 gör Hooke experiment med fjädrar. Här är hans anteckningar för fredagen den 3:e, med lagen formulerad på kort och kärnfull engelska:

LECTURES
De Potentia Reſtitutiva,
OR OF
SPRING
Explaining the Power of Springing Bodies.

To which are added ſome

COLLECTIONS
Viz.

A Deſcription of Dr. Pappins *Wind-Fountain and Force-Pump.*
Mr. Young's *Obſervation concerning natural Fountains.*
Some other Conſiderations concerning that Subject.
Captain Sturmy's *remarks of a Subterraneous Cave and Ciſtern.*
Mr. G. T. *Obſervations made on the* Pike *of* Teneriff, 1674.
Some Reflections and Conjectures occaſioned thereupon.
A Relation of a late Eruption in the Iſle of Palma.

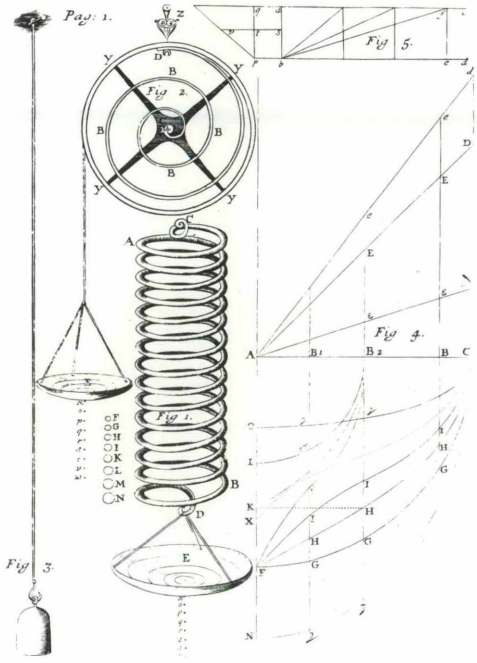
By *ROBERT HOOKE.* S.R.S.

LONDON,
Printed for *John Martyn* Printer to the *Royal Society*,
at the Bell in St. *Pauls* Church-Yard, 1678.

Titelsidan i den tidiga hållfasthetslärans verkliga klassiker

Friday, September 3rd.—At home Writ against Oldenburg. At Garaways missd Mayor. Writ to Sir J. Oglander and Brother by Hewet. Ned fetched Bellows and Coxes toole Ish. with which I hope to make a glasse to see the Moon as big as with one of 100 foot by Reflection from glasse. Perfected Philosophicall Scales to shew the King. by equall spaces. with equall weights. and equall spaces and equall weights.

I Dictionary of Scientific Biography ägnas Hooke drygt 12 spalter, men märkligt nog sägs här att fjäderlagen inte var någon väsentlig vetenskaplig upptäckt. Den bedömningen är svår att förstå. Visst är lagen enkel, men just däri ligger ju dess styrka. Den verkar fullständigt självklar för personer som är vana vid fysik i modern mening, men det var ingalunda så på Hookes egen tid. Jacob Bernoulli, framstående matematiker och fysiker, vägrade länge, liksom Leibniz, att sätta någon tilltro till Hookes lag. I en korrespondens mellan dessa två från 1687, nio år efter publiceringen av Hookes lag, diskuterades en lag där deformationen ökar något mer än proportionellt mot belastningen. Den lagen visade sig kunna beskriva mätresultatet för



Hookes olika fjädertyper, använda i hans mätningar av samband mellan belastning och deformation

senor som belastas med olika tyngder. Man kan från denna tid och framåt följa två utvecklingsvägar i litteraturen om materials deformationsegenskaper: Den linjära enligt Hooke och den ickelinjära. För ingenjörer har linjära relationer av typen Hookes lag alltid haft, och har alltjämt i datoråldern, ett värde i sig.

Den klassiska elasticitetsteorin baseras på det linjära sambandet mellan spänning och töjning, men benämningen Hookes lag används i allmänhet inte förrän mot slutet av 1800-talet, dvs. mer än 200 år efter lagens upptäckt. Ett undantag är Thomas Young som 1807 klart tillskriver lagen dess förste upptäckare. Elasticitetsmodulen E kallas för övrigt oftast "Young's modulus" i engelskspråkig litteratur.

Halvvägs i tiden mellan Robert Hooke och oss gjordes en väsentlig insats i Sverige, som har intresse här. År 1827 utkom i Jernkontorets Annaler en skrift på 600 sidor av assessorn i Bergskollegium, Pehr Lagerhjelm, med titeln "Försök att bestämma valsadt och smidt stångjerns täthet, jemnhet, spänstighet, smidbarhet och styrka". Här beskrivs utförligt prov med statisk böjning, vridning och dragning och försök med vridsvängningar. Proven hade gjorts med svenskt och engelskt stångjärn och linjärn; garvat, valsat och smitt. Lagerhjelm hade efter engelska idéer konstruerat en hydraulisk dragprovmaskin

Potentia Reſtitutiva,
OR
SPRING.

THe Theory of Springs, though attempted by divers eminent Mathematicians of this Age has hitherto not been Publiſhed by any. It it now about eighteen years ſince I firſt found it out, but deſigning to apply it to ſome particular uſe, I omitted the publiſhing thereof.

About three years ſince His Majeſty was pleaſed to ſee the Experiment that made out this Theory tried at *White-Hall*, as alſo my Spring Watch.

About two years ſince I printed this Theory in an Anagram at the end of my Book of the Deſcriptions of Helioſcopes, *viz. c e i i i n o s s s t t u u, id eſt, Ut tenſio ſic vis*; That is, The Power of any Spring is in the ſame proportion with the Tenſion thereof: That is, if one power ſtretch or bend it one ſpace, two will bend it two, and three will bend it three, and ſo forward. Now as the Theory is very ſhort, ſo the way of trying it is very eaſie.

Take then a quantity of even-drawn Wire, either Steel, Iron, or Braſs, and coyl it on an even Cylinder into a Helix of what length or number of turns you pleaſe, then turn the ends of the Wire into Loops, by one of which ſuſpend this coyl upon a nail, and by the other ſuſtain the weight that you would have to extend it, and hanging on ſeveral Weights obſerve exactly to what length each of the weights do extend it beyond the length that its own weight doth ſtretch it to, and you ſhall find that if

B one

Hookes lag skrivs ut i "klartext" 1678

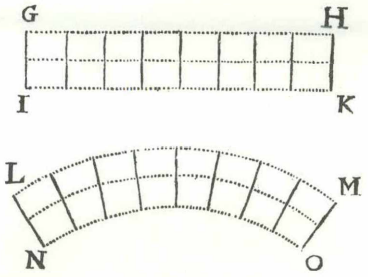
för maximalt 100 kN dragkraft och förlängningar mätte han med mikroskop med 30 gångers förstoring.

I avhandlingens inledande teoretiska del behandlas samband mellan kraft och deformation. Det linjära sambandet diskuteras utförligt men förknippas inte med namnet Hooke utan med andra, såsom Tredgold, Young, Biot och flera.

Lagerhjelm formulerar och härleder uttryck för deformation vid böjning och vridning. Sedan studerar han elasticitetsmodulen E uppmätt ur de olika slagen av prov och efter olika slag av mekanisk bearbetning. Och han finner ett viktigt resultat: E är i allt väsentligt konstant, samma för svenskt och engelskt järn, samma efter valsning som efter smidning, en eller två eller flera gånger. När en teknolog i dag får lära sig att E för nästan allt stål är ca 200 GPa, så är det Lagerhjelms 150 år gamla upptäckt som återberättas.

Även en annan svensk insats har intresse i samband med Hookes lag. Knut Styffe, överdirektör vid Teknologiska Institutet, nuvarande Tekniska Högskolan i Stockholm, förbättrade Lagerhjelms maskin

Having thus explained the moſt ſimple way of ſpringing in ſolid bodies, it will be very eaſie to explain the compound way of ſpringing, that is, by flexure, ſuppoſing only two of theſe lines joyned



together as at G H I K, which being by any external power bended into the form L N N O, L M will be extended, and N O will be diminiſhed in proportion to the flexure, and conſequently the ſame proportions and Rules for its endeavour of reſtoring it ſelf will hold.

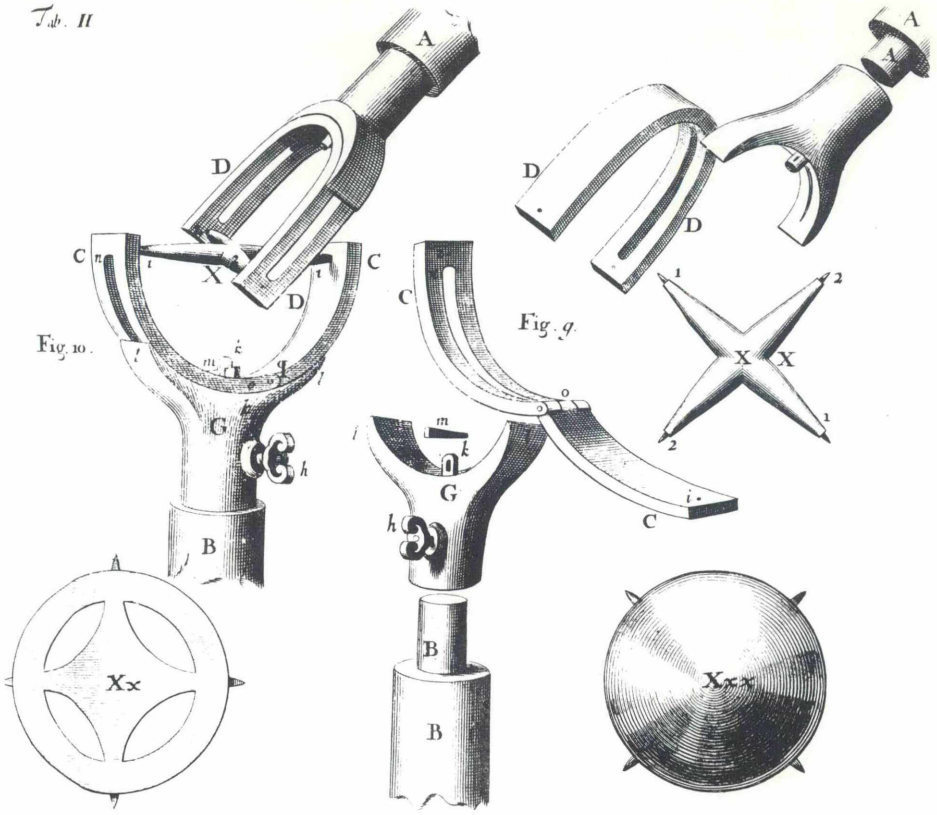
Hookes bild av deformationsmönstret vid balkböjning — korrekt, pedagogisk och långt före sin tid

och gjorde på 1860-talet noggranna mätningar med denna. Vid ökande belastning uppnås till slut töjningar som är större än som förutsägs av Hookes lag. Styffe fann att denna s. k. proportionalitetsgräns inte var en väldefinierad materialegenskap, utan att dess värde berodde på det använda mätinstrumentets noggrannhet.

Hooke själv insåg tidigt att man med en fjädervåg kunde studera hur gravitationen varierar på olika ställen av jorden. Det här var ju decenniet före Newtons Principia, och gravitationsproblemet sysselsatte många. Hooke anade att gravitationen var lägre på höga höjder och försökte mäta skillnader. Men känsligheten hos hans fjädervåg var för låg. Han föreslog mätningar på toppen av El Piton på Teneriffa, 3 700 m.ö.h. men skulle säkert ha misslyckats också där (minskningen i tyngd är mindre än 1 promille).

Hooke utvidgade fjädringsbegreppet och gav också en fullständigt klar och korrekt beskrivning av vad som händer i en balk då den böjs till en båge.

Vidare observerade han något annat helt fundamentalt: Svängningar hos fjädersystem sker med en frekvens som är densamma för stora som för små svängningar. Detta är en av fysikens mest grundläggande lagar, och Hookes formuleringar här och senare visar att han hade dess innebörd helt klar för sig. Det är märkligt att Poggendorffs Annalen eller Hellers Geschichte der Physik inte säger något om detta när 1600-talets fysik behandlas. Hooke var helt enkelt bort-



Hookes koppling, byggd för att överföra axelrotationer i teleskop vid olika snedställningar. Kallas i Sverige ofta Kardanknut eller Polhemsknut

glömd och är det i mycket ännu: Icke en rad om Hookes insatser finns att läsa i en modern svensk fysikhistoria, som dock har mycket om Boyle, Huyghens och andra Newtons samtida.

England och Holland hade under 1600-talet utvecklats till stora sjöfartsnationer. Problemet att bestämma longituden vid resor över världshaven var ännu olöst. Det krävde klockor som gick noggrant även ombord. Horologi blev en politiskt viktig vetenskap. Pendelur i Cardansk upphängning var ett försök att lösa problemet, men de fungerade dåligt.

I England arbetade Hooke med problemet och i Holland sysselsatte det Christiaan Huyghens. Samma år, 1665, kom de med lösningar där pendeln ersatts av en fjäderreglerad mekanism. Det var dags för en ny uppslitande strid om prioritet med Hooke som den klagande parten. Det torde dock vara så att Huyghens spiralfjäder, den orofjäder

som finns i de flesta klockor än i dag, kom före Hookes fjäderregulator.

Forskningen inom horologin försvåras av att den tidens tekniska beskrivningar ofta är mycket svårtolkade. Det är mera ord än ritningar, och orden är urmakarfackspråk av annat slag än dagens. Det tvistas t. ex. än i dag om vem som uppfann ankargången: Hooke eller Huyghens. Klart är dock att de båda utvecklade urtekniken enormt, och att navigation och astronomi drog stor nytta av detta. Den tidens, kanske alla tiders, främste urmakare Thomas Tompion var Hookes gode vän och medarbetare. Tompion, mekaniker och konstnär, fann hos Hooke, mekaniker och fysiker, just den partner som förde hans urmakeri till fulländning.

Urmakeriets finmekanik utnyttjades också till ständiga förbättringar av teleskop för astronomiska observationer. Under hela sitt verksamma liv var Hooke en intresserad astronom. En av hans Cutlerian Lectures behandlar instrumentmekanik, en annan behandlar kometer.

Det var naturligt att Hooke sökte beskriva och förklara planeters och kometers rörelser i mekaniska termer. I en av sina Cutlerian Lectures postulerar han tre grundlagar för kroppars rörelser:

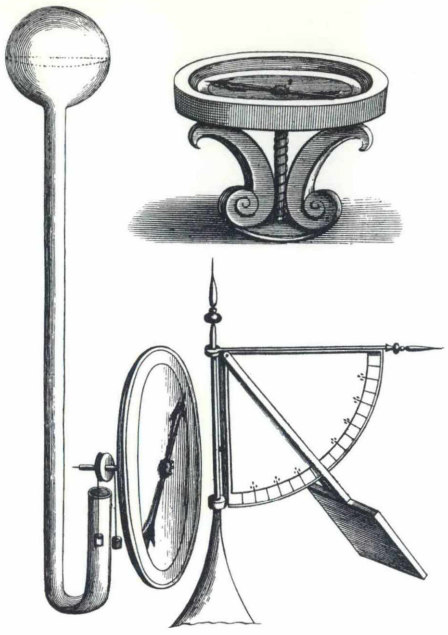
1) Alla kroppar har en gravitation som verkar på deras egna delar och på andra kroppar inom ett visst verkningsområde.

2) Alla kroppar i konstant rätlinjig rörelse fortsätter så tills någon kraft får dem att ändra sin riktning eller hastighet.

3) Gravitationskraften är allt större ju närmare man kommer kroppens centrum.

Här är nu Hooke mycket nära att förekomma Newton, men hans rörelselagar är bara förslag. Han använder dem inte till några beräkningar. Ett par år senare, 1680, skrev Hooke som sekreterare i Royal Society (sedan Oldenburg dött 1677) till Newton och framkastade idén att gravitationskraften avtar med kvadraten på avståndet. Samtidigt skrev han en del om sin egen fjäderlag. Newton svarade kyligt att han aldrig hade hört talas om någon fjäderlag och förresten hade han för länge sen tröttnat på det där med naturvetenskapen.

Men Wren och astronomen Edmund Halley blev allt mer övertygade om att Hooke var något viktigt på spåren: Att kunna förutsäga planeternas rörelser. Halley sökte upp Newton i Cambridge och



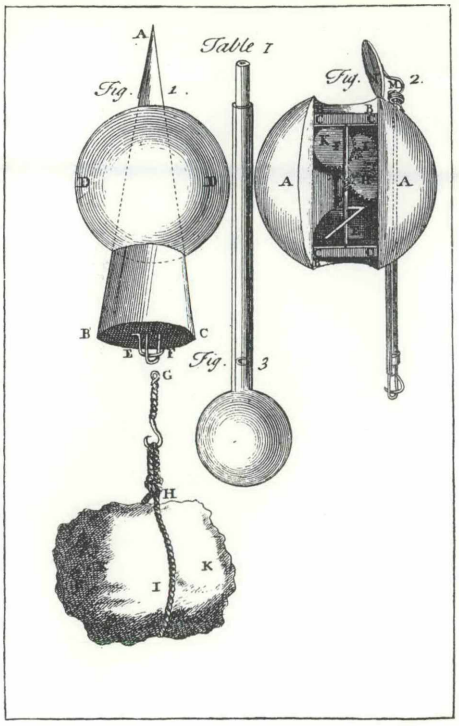
Tre meteorologiska basinstrument från Hookes uppfinnarverkstad: kvicksilverbarometer med visare av Hookes konstruktion, hygrometer samt vindmätare av en typ som användes av Brittiska armén under första världskriget

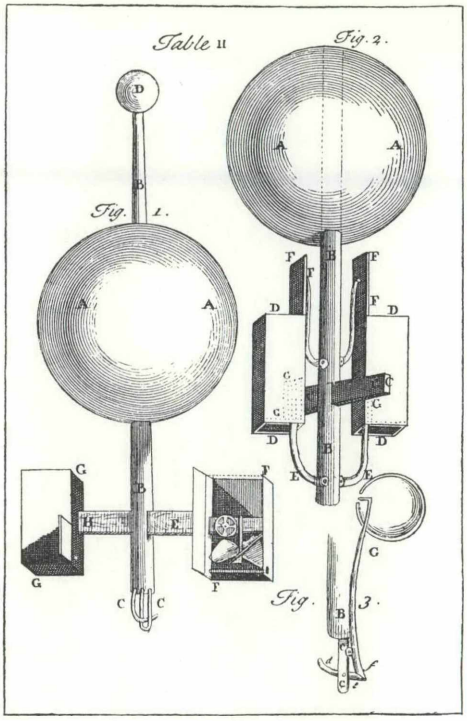
framförde ett bud från Wren som utlovat "a book of 40 shillings" till den som kunde föra problemet i hamn. Newton sade att han hade löst det för länge sedan men att han slarvat bort papperen.

Newton samlade sig nu till en av de mest koncentrerade intellektuella prestationer världen känner. Efter två år presenterade han Principia för Royal Society — och Hooke kände sig kränkt. Newton hade inte så mycket som tackat honom. Steget från Hookes intuitivt framkastade hypoteser till Newtons matematiska analys är enormt, det förstår vi nu. Men det är också lätt att förstå Hookes förtvivlan och vrede. Det vi nu vet, men vilket då var okänt för Hooke, är att Newton hade huvuddragen till sin mekanik klar redan 1666.

Traditionen tycks dock ibland ha överdrivit motsättningen mellan Newton och Hooke. I en föreläsning[4]) inför Royal Society 1949 säger E. N. da C. Andrade om Newtons behandling av Hooke: ". . . made no mention of him either in the Principia or in the Opticks . . .". Detta är inte helt korrekt, ty i en Anmärkning till Proposition IV i Bok I[5]) säger Newton: "Det i det sjätte korrolariet omnämnda fallet förekommer hos de celesta kropparna (såsom förut även våra landsmän Wren, Hooke och Halley hava funnit), . . ."

Hooke var vetenskapsman men kanske ändå mer uppfinnare. För att överföra axelvridningar vid teleskop som lutades i olika lägen





Till vänster: Instrument för mätning av havsdjup utan lodlina. När apparaten tog i botten, frigjordes den kulformade flottören och steg uppåt, samtidigt som ett urverk startade. Det stannade automatiskt då flottören nått ytan. Stigtiden gav ett direkt mått på djupet.

Till höger: Instrument för uppsamling av vattenprover på olika djup i havet. Luckorna i behållarna på sidorna stängdes automatiskt vid visst djup och medförde vattenprovet upp till ytan.

använde han Cardanos knut i en ny tillämpning. Han gjorde meteorologiska instrument och oceanografiska. Han satte ett hårkors i sitt mikroskopokular och hans är irisbländaren som finns i varje kamera. Hur har en sådan man kunnat så totalt glömmas bort?

En orsak har redan nämnts: Hooke gavs aldrig tid att fullfölja mer än några få av sina uppslag. Royal Society höll honom ständigt i gång med demonstrationer och korrespondens. Det är ofattbart att han med sin dåliga fysik kunde hålla detta tempo.

Själv ser jag som den troligen viktigaste orsaken till glömskan den exempellösa framgången för Newton. Det var filosofen i stället för teknikern som triumferade, "academic" i stället för "industrial". Det Hooke försökt sig på men inte klarat, det hade Newton bemästrat. Det var den matematiska fysikens stora, kanske största triumf. Den

knepige, finurlige fysikern hade fått sin överman; den teoretiske fysikern, som med matematikens hjälp härleder fysikaliska sammanhang. Den praktiskt nyttobetonade fysiken (den som ytterst gällde navigationsproblem och annat världsligt) får nu allt mer vika för den rena fysiken, den som inte sneglar åt praktiska och ekonomiska nyttigheter. Ångmaskin och järnvägar kom i stället att utvecklas av oskolat folk, som fått sina kunskaper i gruvor och verkstäder.

Robert Hooke blev helt enkelt omodern i ett enda slag, han var en renässansmänniska på engelsk botten, men renässansens tid var för länge sedan förbi. Hans samtida förstod ändå hans storhet: När han dog 1703 var alla Royal Societys medlemmar närvarande vid hans begravning. Men medan Isaac Newton och Thomas Tompion vilar i Westminster Abbey och Christopher Wren i St Pauls, känner ingen i dag platsen för Robert Hookes grav.

Källhänvisningar:

[1]) M. Espinasse, Robert Hooke. University of California Press, Berkeley 1956.
[2]) 17 augusti 1956.
[3]) 31 augusti 1956.
[4]) Wilkins Lecture: Robert Hooke. Proc. Roy. Soc. London *137* B (1950), 153—187.
[5]) Naturvetenskapens matematiska principer, sv. övers. av C. V. L. Charlier. Gleerups, Lund 1927, bok I, sid. 42.

Summary

Robert Hooke and his spring law—a tercentenary

Hooke's law states that the deformation of a spring is proportional to the load acting on it. This law, which is known to every engineer throughout the world, was published in 1678. Its orginator, Robert Hooke (1635—1703), was an extremely creative man, who made lasting contributions to mechanics, physics, astronomy, meteorology, geology, biology and horology. He was a gifted inventor and a first rate artist and architect.

His scene was 17th century London and his co-actors were men as Isaac Newton, Christopher Wren, Samuel Pepys and Thomas Tompion. Much of his life was drama. A life-long conflict with Newton resulted from a controversy over one of Newton's early papers on optics. The great fire of London brought him in close contact with Wren and led to his appointment a chief surveyor during the reconstruction of the city. His early works in horology (anchor escapement, spring regulator) were applied in cooperation with Tompion, but also brought him in bitter conflict with Christiaan Huyghens in Holland.

As curator of the Royal Society and later its secretary Robert Hooke was a central figure in England in this age of bustling scientific activity. After his death his name sank into almost total oblivion. Not even the site of his grave is known today. But Hooke's law is used wherever naval architects or civil or mechanical aeronautical engineers are making design calculations.

Hållfasthetsläran som förutsättning för materialprovning, särskilt i Sverige

av Folke K. G. Odqvist

Folke K. G. Odqvist, professor emeritus i hållfasthetslära vid Kungl. Tekniska högskolan i Stockholm ger här en översikt av den mekaniska materialprovningens begynnande utveckling i Sverige på stålområdet och hur den står i samband med framstegen i hållfasthetslära.

Avhandlingen utgör en bearbetning av ett tal vid presidie nedläggande i Kungl. Vetenskapsakademien 1971.04.14.

Inledning

Att redskap, verktyg och andra nyttigheter gick sönder och blev obrukbara torde ha varit en av människans första erfarenheter i och med att hon började ta omgivande föremål i bruk som jaktvapen eller för sitt uppehälle över huvud taget. Frågor sådana som: varför passar det ena träslaget bättre än ett annat t. ex. för skaft till stenyxor måste så småningom ha blivit aktuella. Eller: vad sorts sten skall jag använda till pilspetsar så att de låter sig klyvas lätt och formas samtidigt som de ger en skarp udd? Att något samband råder mellan deformations- och hållfasthetsegenskaper måste tidigt ha stått klart för dem som sökte lämpligt trä till pilbågar. Ungefär så måste hållfasthetslärans och materialprovningens långa och mödosamma väg ha börjat. Fast vi vet självfallet ingenting bestämt om detta utan är hänvisade till vad vår fantasi kan ge.

För att bilda oss en mera konkret föreställning om detaljerna i denna utveckling är vi förutom till fantasien hänvisade till vad som bevarats fram till vår tid i form av fornfynd, gravinskrifter m. m. Förgängligheten hos de flesta organiska material utgör tydligen ett svåröverstigligt hinder på denna väg med risk för selektivt urval av orsakssammanhangen.

Någon på vetenskapliga metoder grundad dimensionering av t. ex. tempels och broars valv eller av hårt påkända delar av verktyg eller vapen, fordon eller fartyg har väl före mitten av 1600-talet knappast förekommit, vare sig i Europa eller annorstädes. Däremot har man sett fina exempel på vapen, rustningar, byggnader och fartyg som erhållit vackra, "harmoniska" former, som emellertid säkerligen tillkommit hantverksmässigt genom under lång tid vunnen erfarenhet.

Man gick väl i princip tillväga på samma sätt som inom skeppsbyggeriet skett intill vår egen tid. I själva verket har man inom fartygsbygge ett vackert och relativt välkänt exempel på tillvägagångssättet. Där gjorde man precis tvärtemot som det stod i vår tyska elementarbok någon gång vid början av detta sekel: "Die Grundgestalt des Fisches ist die eines Kahnes". Det var i stället båten som så småningom formades mer eller mindre som en fisk för att erbjuda mindre motstånd vid gång genom vattnet. Sålunda uppkom i Egypten och Mesopotamien långsträckta fartyg, avsmalnande mot ändarna. De äldsta kända fartygen var kanske urholkade trädstammar som småningom gjordes avsmalnande mot ändan eller också var de t. ex.

tillverkade av säv. Senare blev de uppbyggda av bräder. Genom årtusenden blev de större och starkare och erhöll alltmer sofistikerade förstärkningar. I Norden gick man delvis en motsatt väg. Båtarna gjordes klinkbyggda, mjuka och deformerbara för att bjuda sjöarna mindre motstånd. Hur som helst, båtarna blev större och förstärtkes efter principen "tål den det, så tål den väl det", i det man ökade byggnadsmåtten en fot här och en där och modifierade materialdimensionerna med en tum här eller där. Eftersom "the proof of the pudding is in the eating" var det väl vanligen slutproduktens lämplighet för sitt ändamål som avgjorde både konstruktionens och materialets användbarhet.

Man kan fråga sig: vad hade de forntida byggmästarna för uppfattning om påkänningarna i sina konstruktioner? Svaret är inte lätt att ge. Men man kände ju de stela kropparnas och vätskornas statik alltifrån antiken. Renässansens arkitekter torde ha haft en principiellt riktig uppfattning om bärverkan i sina byggnader. Så t. ex. Brunelleschi, som byggde domkyrkan i Florens på 1400-talet eller Michelangelo som byggde Peterskyrkan i Rom på 1500-talet. Men redan de egyptiska skeppsbyggmästarna torde långt tidigare haft en klar uppfattning om kraftflödet i sina fartygskonstruktioner d. v. s. i den s. k. skeppsbalken. Annars hade de nog inte förstärkt fartygen med längsgående grova stag, löpande över klykförsedda bottenstöttor och spända så att de aldrig slaknade vid skrovets påkänning i "sagging", d. v. s. den situation som uppkommer då fartygets för och akter vilar på två på varandra följande vågtoppar i grov sjögång, se Fig. 1, återgiven efter en rekonstruktion av Björn Landström (2). Med sådana skepp, uppskattningsvis 25 m långa, kunde Faraos skeppsfolk segla till Punt i Ostafrika vid pass 2500 f. Kr. Liknande fartyg förekom i Medelhavsområdet ännu vid vår tidräknings begynnelse. Därom kan man läsa i Bibeln (1), som skildrar aposteln Paulus resa till Rom, varvid han råkade ut för svåra stormar och slutligen led skeppsbrott på Malta. Bibelns berättelse (enligt Bibelkommissionens upplaga, 1883) säger att skeppsfolket "använde nödhjälpsmedel och ombundo skeppet". Som jag vill minnas först påpekats av Eirik Hornborg, innebär detta att textförfattaren troligen missförstått de längsgående stagens funktion. De var inga "nödhjälpmedel" utan krävdes för att skeppet överhuvud alls skulle fungera. Men de kanske behövde ansättas efter påkänning i svår sjögång. Under flera tusen år torde alltså

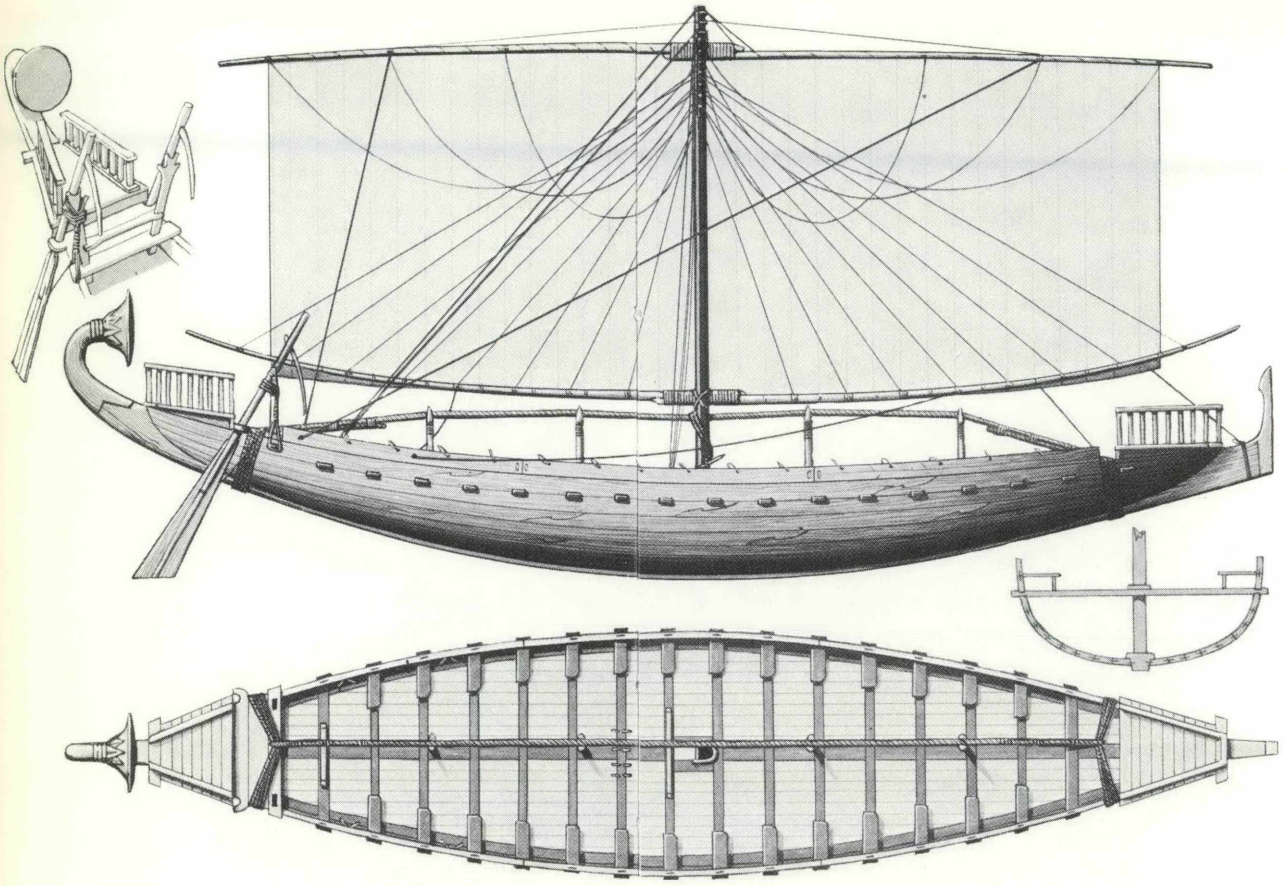


Fig. 1. Egyptiskt fartyg, omkr. 2500 f. K., enligt B. Landström (2).
Egyptian ship, about 2500 B.C., reconstruction by B. Landström (2).

skeppsbyggmästarna ha haft en kvalitativt riktig uppfattning om skeppsbalkens funktion.

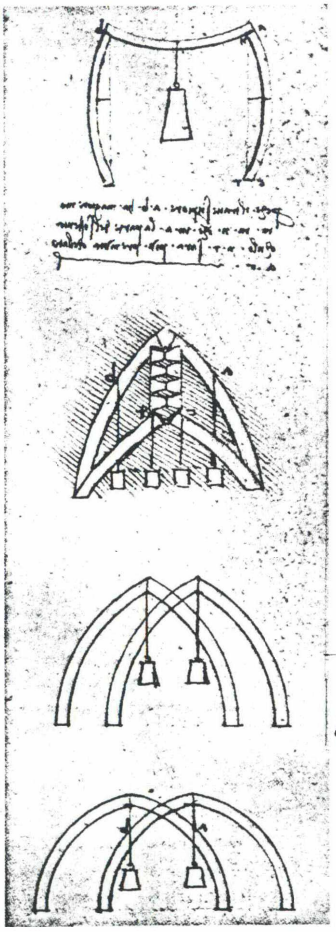
Några skriftliga belägg för existensen av längsgående böjspänningar i en balk har man annars först i Leonardo da Vincis anteckningar, (Fig. 2). Dessa har publicerats först i våra dagar, men ingenting hindrar att de varit kända t. ex. för renässansarkitekterna. (3), (4).

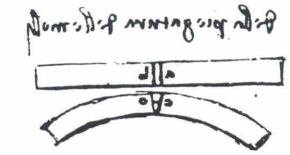
Den första som klädde böjspänningarna i matematisk dräkt och publicerade dem var Galileo Galilei (Fig. 3). Härigenom liksom genom hans lärjungar kom hållfasthetsläran att väckas till liv. De flesta historiska framställningar om hållfasthetslära tar med rätta sin utgångspunkt från Galileis klassiska arbete av 1638. (5), (6), (7), (8), (9), (10).

A. Elasticitets- och hållfasthetslära

Galileis teori

Vid Galileis teori sådan den framställdes i hans publikation av 1638 tänker man sig balken uppdelad i längsgående fibrer och härleder villkor för brott under inverkan av yttre krafter. Den bildar en väsentlig del av grunden för nutida ingenjörsmässig balkteori. Däremot intresserade sig Galilei veterligen icke för balkens deformation vid böjning. Dylik deformation finns kvalitativt beskriven i Leonardo da Vincis anteckningar. För en matematisk beskrivning av balkens deformation vid böjning måste man dessutom känna sambandet mellan balkfibrernas töjning och spänning sådan den exempelvis beskrivs





Of bending of the springs.

If a straight spring is bent, it is necessary that its convex part become thinner and its concave part, thicker. This modification is pyramidal, and consequently there will never be a change in the middle of the spring. You shall discover, if you consider all of the aforementioned modifications, that by taking part a b *in the middle of its length and then bending the spring in a way that the two parallel lines,* a *and* b, *touch at the bottom, the distance between the parallel lines has grown as much at the top as it has diminished at the bottom. Therefore, the center of its height has become much like a balance for the sides. And the ends of those lines draw as close at the bottom as much as they draw away at the top. From this, you will understand why the center of the height of the parallels never increases in* a b *nor diminishes in the bent spring at* c o.

Fig. 2. Engelsk översättning av Leonardos Anteckningar, Om böjning av fjädrar, enl. L. Reti (4).

English translation of Leonardo's Notes, On bending of springs, according to L. Reti (4).



Fig. 3. Galileo Galilei, porträtt enl. Ch. Fremont (6).
Galielo Galilei, portrait reproduced from Ch. Fremont (6).

genom Hooke's lag vars tillkomst och innebörd framgått av Jan Hults föregående uppsats. Galilei synes inte ha haft någon kännedom om Hooke's lag. Den skulle ju f. ö. komma att publiceras först 1678. Man får likväl icke förbise att denna tid hade andra kommunikationsvägar än publicering i bokform. Dåtidens upplysta personer utgjorde ett tunt samhällsskikt som umgicks samtalsvis och per korrespondens. Men Leonardo levde 1452—1519 och Galilei 1564—1642. Det förblir enligt S. Timoshenko en mer eller mindre öppen fråga om Galilei haft någon ingående kännedom om Leonardos upptäckter. Galilei gjorde, så vitt man vet, själv aldrig några experiment till bekräftande av sin balkteori. Den skulle emellertid komma att ligga till grund för efterföljarna i England, Holland och särskilt i Frankrike under 1600- och 1700-talet. Dessa skulle dock till en början komma att mera intressera sig för deformationsberäkningar under inverkan av yttre krafter än för påkänningar och brott i balkmaterialet.

Galilei synes ha varit den förste som medvetet använde den för hållfasthetsläran fundamentala s. k. *snittmetoden*. Denna leder till en

utvidgning av antikens lära om fasta kroppars jämvikt (Aristoteles, Arkimedes etc.). Snittmetoden kan karakteriseras på följande sätt. Betrakta en fast kropp som befinner sig i jämvikt under inverkan av ett system av yttre krafter. Om man då tänker sig ett snitt lagt genom kroppen så att den kommer att bestå av två skilda delar, så skall jämvikt råda för vardera delen mellan de på delen verkande yttre krafterna och de inre krafter som påverkar delen i snittet för att sammanhålla kroppen. Galilei tänker sig balken uppdelad i längsgående fibrer, var och en i jämvikt under inre och yttre krafter. Medelst likformighetsbetraktelser finner han att fibrernas hållfasthet måste kunna härledas ur *bristningslängden,* dvs. längden hos en fritt upphängd tråd belastad enbart av tyngdkraften och så lång att den skulle brista vid upphängningen om den gjordes något längre.

Galilei började med att betrakta ett enkelt specialfall, en konsolbalk av längden l med rektangulär sektion (höjden = h, bredden = b), inspänd i en fast vägg och böjd nedåt av en påhängd vikt P enligt Fig. 4, som är hämtad från hans publikation av 1638. Galilei tänkte sig balkfibrerna enbart upptagande dragspänningar och att dessas resultant i tvärsnittet var belägen på halva balksektionens höjd $h/2$, räknat från dess underkant. Momentet M av resultanten σbh av de inre krafterna i balken med avseende på sektionens underkant är

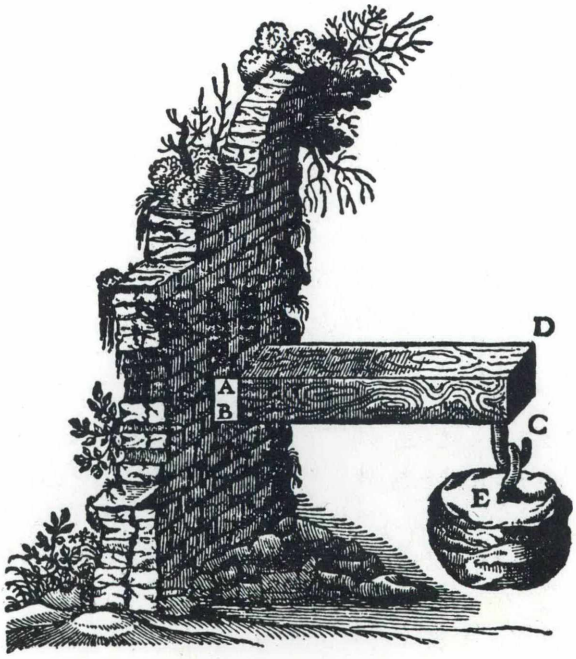


Fig. 4. Galileis konsolbalk, enl. (5).
Galilei's beam, reproduced from (5).

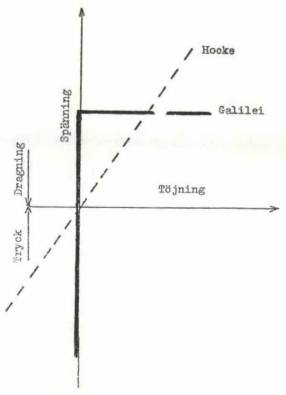


Fig. 5. Spännings-töjningsdiagram enligt Hooke's lag och enl. Galilei.

Stress-strain relationship according to Hooke and to Galilei.

enligt betraktelsesättet vid den ovannämnda snittmetoden lika med momentet av yttre krafter.

$$M = Pl = \sigma bh \cdot \frac{h}{2}$$

om σ är den vid inspänningstvärsnittet över sektionen konstanta balkspänningen. Balken brister enligt Galilei då momentet M, d. v. s. spänningen σ når ett kritiskt värde. Detta innebär i själva verket att Galilei antog ett balkmaterial, oändligt styvt vid tryck men eftergivligt vid dragning. Dess töjning ε, d. v. s. balkfibrernas förlängning per längdenhet vid deformation, skulle då enligt Galilei vara konstant noll vid tryck men vid dragning ha något positivt värde. Teorien bleve fullt korrekt enligt nutida föreställning, om balkmaterialet vid dragning antoges idealplastiskt men vid tryck oändligt styvt, se Fig. 5. Men därom nämner Galilei naturligt nog ingenting.

Galilei kom i fortsättningen av avhandlingen 1638 att intressera sig för jämnstarka balkar, d. v. s. sådana balkar vars sektionsdimensioner varierade längs balken och var så avvägda att det kritiska balkmomentet, då det yttre kraftsystemet ökades på något föreskrivet sätt, samtidigt uppnåddes i alla tvärsnitt. Härigenom uppnådde han tydligen bästa möjliga utnyttjning av balkmaterialets hållfasthet.

Galileis föreställning om balkmaterialet var uppenbarligen rent intuitiv. Den innebar att han förlade balkens "neutrallager" (d. v. s. det fiberskikt i balken som förblir odeformerat vid böjning) till balkens underkant. Till skillnad härifrån antog Galileis närmaste efterföljare under 1600-talet (t. ex. Mariotte) att balkmaterialet i sin helhet skulle följa Hooke's lag såväl i dragning som tryck. Då de emellertid samtidigt försummade att ta hänsyn till yttre och inre krafters jämvikt vid projektion på balkens längdriktning i snittet kom de i

dispyt om var de skulle förlägga neutrallagret. Även under 1700-talet (J. och D. Bernoulli, L. Euler m. fl.) intresserade man sig mera för den s. k. elastiska linjen d. v. s. för balkens deformation i stort under givna krafter. Dessa teorier inskränkte sig till balkar av material lydande Hooke's lag och bortsåg från den verkliga spänningsfördelningen i balktvärsnitten. Den förste som gav en efter moderna krav (enligt S. Timoshenko) tillfredsställande teori för elastisk balkböjning var C. A. Coulomb, 1773. (11).

Därför utgör Hooke's lag jämte Galileis införande av snittmetoden de två grundpelare, som hållfasthetsläran och därmed även utvecklingen av materialprovningen och den ingenjörsmässiga dimensioneringen av konstruktionerna, i dag vilar på.

Elasticitetsteorien

I den matematiska elasticitetsteorien studerar man i första hand kroppar utförda av material lydande en generalisering till treaxliga spänningstillstånd av Hooke's lag vid enaxlig dragning och tryck. Ett grundläggande problem är här att bestämma det inre spänningstillståndet i en godtyckligt formad kropp utsatt för ett yttre kraftsystem i jämvikt. Ävenså intresserar man sig för kroppens deformation lokalt och i sin helhet. Man har här att göra med vad som i den högre matematiska analysen kallas för ett randvärdesproblem. Namnet kommer av att för tvådimensionella plana kroppar, t. ex. en ur en plan plåt utskuren lastkrok, karakteriseras kroppsytan enbart av krokens randkurva. Det yttre givna kraftsystemet kan utgöras av krafter i plåtens plan, fördelade längs randkurvan. Galileis balkböjningsteori är ett speciellt enkelt fall av ett randvärdesproblem, där det givna yttre kraftsystemet i Fig. 4 utgörs av stenens tyngd vid den fria ändan tillsammans med en lika stor men motriktad tvärkraft vid väggen kombinerad med ett där verkande inspänningsmoment.

Ett fullständigt klarläggande av spännings- och deformationstillståndet i ett kontinuum kom först genom de franska matematikerna Cauchy och Navier på 1820-talet, (12). Därvid infördes skjuvspänningsbegreppet och den speciella form av deformation som vi kallar skjuvning, jfr Fig. 8. Först därefter kunde den matematiska elasticitetsteorin föras vidare genom B. de Saint-Venant och andra. Den skulle genom honom komma att publiceras först 1853. Härigenom kunde man exempelvis utvidga balkteorin till att omfatta påkänning genom samtidigt verkande böjning och vridning av en rak prismatisk

balk med godtyckligt tvärsnitt och därvid ge en exakt lösning av problemet, åtminstone för de delar av balken som ligger långt från de tvärsnitt där yttre krafter angriper (Saint-Venants princip).

Den fullständiga lösningen av det elastiska randvärdesproblemet för en godtyckligt formad kropp skulle dröja länge än. I det enklare fallet, då icke de yttre krafterna men väl de elastiska förskjutningarna av kroppsytan är givna gavs lösningen 1900 av den framstående svenska matematikern Ivar Fredholm (1866—1927), (13). Lösningen utvidgades 1915 av tysken H. Weyl (14) till att omfatta även det svårare problemet då ytkrafterna är givna. I båda fallen erhålles lösningen med hjälp av s. k. regulära fredholmska integralekvationer. Man kan sålunda numera komma åt de tekniskt viktiga fall, där spänningskoncentration uppträder, t. ex. vid förekommande hål och urtagningar och exempelvis i princip beräkna formfaktorn vid hålkälar hos axlar. Detta gäller särskilt numera då man i vår tid genom datorer erhållit bättre möjlighet att lösa integralekvationerna numeriskt. Sådana räkningar kan f. ö. också, sedan lösningen till randvärdesproblemet matematiskt fastställts, ofta enklare och snabbare utföras med andra approximativa metoder, t. ex. finita elementmetoden (FEM).

Svenska insatser
Pehr Lagerhjelm

De svenska insatserna inom den teoretiska hållfasthetsläran före 1800-talet är icke särskilt betydande och skall blott omnämnas i sitt sammanhang i ett följande avsnitt. Man kan säga att de börjar med Pehr Lagerhjelm (1787—1856), Fig. 6, se (15).

Lagerhjelm hade en gedigen teoretisk utbildning. Han avlade juridisk examen i Uppsala 1804 och bergsexamen 1807 samt inskrevs samma år som auskultant i Bergskollegium. Åren 1817—1831 var han assessor och 1832—56 fullmäktige i Jernkontoret. År 1812 blev han ensam ägare till Bofors bruk. Genom gifte 1817 blev han därutöver delägare i Rörstrands porslinsfabrik i Stockholm, i vars utveckling han åtminstone till en början tog livlig del. Lagerhjelm var också aktiv politiker och besökte som riddarhusmedlem riksdagarna från 1809. Han tillhörde den konservativa gruppen på Riddarhuset men intog en självständig hållning och var högt aktad också av sina politiska motståndare. I relation till brukshanteringen kan hans inställning närmast karakteriseras som liberal. Han ivrade för folknykterhet och hade många intressen, även konstnärliga. Han var hela livet

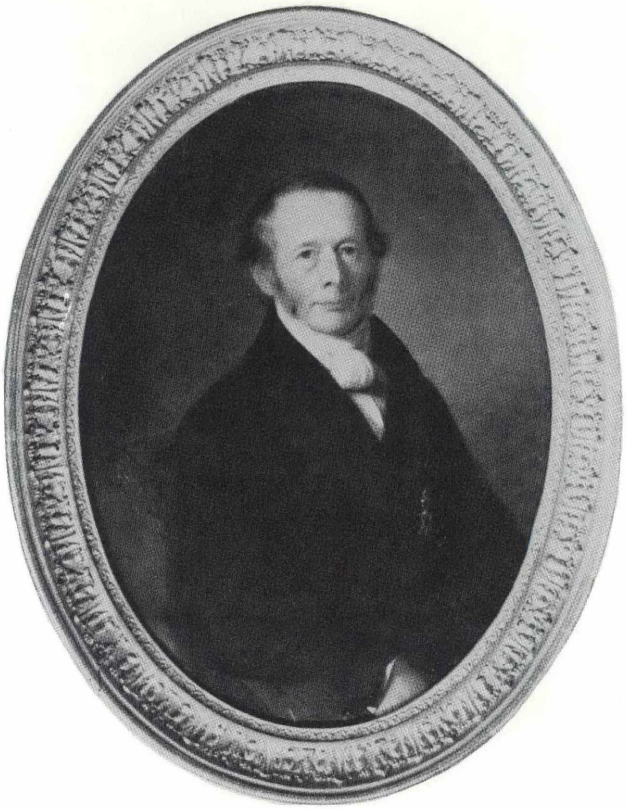


Fig. 6. Pehr Lagerhjelm.

nära vän med många framstående samtida, bl. a. med E. G. Geijer. I en korrespondens mellan kemisten J. J. Berzelius och den kända politikern Hans Järta, som återges av H. G. Söderbaum (16), karakteriserar Järta honom som "mer idealisk än rik på idéer" (sic!). I egenskap av tekniker var Lagerhjelm säkert mera konsekvent målinriktad än romantikens humanistiska akademiker. Känns kanske motsättningarna mellan C. P. Snows båda "kulturer", som påtalats i vår egen tid, igen? Den är tydligen ett arv från den tid då industrien började ta naturvetenskapen i sin tjänst.

År 1815 hade Lagerhjelm blivit ledamot av Kungl. Vetenskapsakademien (KVA). Han synes ha tillgodogjort sig den kunskap som den dåtida kemien och fysiken kunde bjuda. Han ägde även aktningsvärda matematiska kunskaper, vilket skall framgå av det följande. I Todhunter and Pearsons "History of the Elasticity and Strength of Materials" betecknas Lagerhjelm som "Swedish physicist" och ägnas

stort utrymme. Likaså i verk av A. E. H. Love, S. Timoshenko och J. F. Bell.

När frågan om värdet av att införa valsning vid svensk stångjärnsproduktion uppkom, höjdes i bruksägarkretsar röster både för och emot. Lagerhjelm beslöt i samråd med några meningsfränder ta saken i egna händer och låta i England valsa ut härdfärskade smältstycken av svenskt järn från Bofors. Själv övervakade han personligen de första försöken som verkställdes i England sommaren 1825. För jämförande prov mellan svenskt och engelskt järn fordrades emellertid också objektiva provningsmetoder. Dylika existerade icke vid denna tid. Här förelåg om någonsin behov av utvecklingsarbete på provningsområdet. Jag återkommer till den provningsmässiga delen av undersökningen i följande avsnitt och vill här begränsa mig till de principiella och teoretiska synpunkter som framfördes. Undersökningen i sin helhet publicerades i Jernkontorets Annaler, Bd X, senare häftet i 2 delar 1827 och omfattar inalles över 600 sidor. Det är ingen lättillgänglig lektyr helst som korrekturläsningen delvis är bristfällig. Arbetet utkom även i utdrag på tyska i Poggendorfs Annalen, Bd 13, 1828, (17).

För att göra jämförelser mellan provningsresultaten i töjning, böjning, vridning och vridsvängningar (allt inom det elastiska området) behövde Lagerhjelm hjälp av elasticitetsteorin och denna befann sig vid denna tidpunkt i ett tämligen outvecklat skede. Han började med att diskutera Hooke's lag, som tydligen då ännu icke vunnit burskap under sitt nuvarande namn, men likväl till gagnet använts av flera föregångare. Lagerhjelm diskuterar dessa (Tregold, s'Gravesande, Young, Biot, Duleau etc.) utförligt. De inre krafterna återföres på kraften mellan punkter i kroppen som befinner sig på ett avstånd R från varandra, bestämt av att attraktion och repulsion håller varandra i jämvikt. Han betraktar det fall då yttre krafter ändrar avståndet R och utvecklar i Taylorserie samt diskuterar inverkan av termer av högre grad än den linjära, dock utan att göra klart hur krafterna verkar i rymden eller hur man skall tänka sig geometrien vid deformation. Detta blev klart först genom Cauchy's arbeten, som visserligen då var bekanta för en trängre krets, men som skulle publiceras först 1827 och 1828. De var säkert icke kända för Lagerhjelm, lika litet som Navier's vridningsteori. Däremot synes han ha känt till arbeten av Duleau och Barlow som, även de, byggde på Hooke's lag

utan att nämna hans namn. Han återfinner deras resultat vid behandling av nedböjningen f hos en konsolbalk som i Fig. 4 belastas med en tvärkraft P vid den fria ändan. Om böjstyvheten är EI (I = *sektionens* yttröghetsmoment med avseende på en axel vinkelrät mot böjningsplanet genom sektionstyngdpunkten och E = elasticitetsmodulen) blir då

$$f = \frac{Pl^3}{3EI}$$

Här låter sig E sålunda beräknas om övriga storheter är kända. För "spänstighetens gräns", dvs. för elasticitetsgränsen (numera föredras om möjligt sträckgränsen) härleder Lagerhjelm formeln

$$\sigma_{max} = \frac{Ple}{I}$$

där e är avståndet från böjningsaxeln till yttersta fibern. Men dessa f. ö. redan av Mariotte och Jac. Bernoulli på felaktiga grunder härledda och för oss så välkända formler var tydligen icke så för Lagerhjelm. I själva verket var många av hans samtida ännu osäkra om var neutrallagret, dvs. böjningsaxeln skulle förläggas. Lagerhjelm följde den av L. Euler i mekaniken införda analytiska metoden i stället för Newtons tungarbetade geometriska metod. Han undersökte inverkan av ändlig utböjning i jämförelse med infinitesimal dylik. Han förundras över att denna inverkan blir så liten att den vanligen kan försummas. Här har han utfört ett pionjärarbete på det teoretiska området, även internationellt sett.

När det gäller vridningsteorien är han icke lika lyckosam. Eftersom begreppet skjuvspänning ännu ej var känt för Lagerhjelm, försöker han klara sig med sin föreställning om stången som uppbyggd av böjda "fibrer", en föreställning som ju gick tillbaka på Galilei. Lagerhjelms vridningsteori blir på så vis svårgenomskådad och leder till monstruösa räkningar. Han stöter på elliptiska integraler men ryggar inte tillbaka utan värderar ut dem med serieutvecklingar och visar att konvergensen är nöjaktig för hans behov. Det får här räcka med en översiktlig framställning i anslutning till Fig. 7 och 8. Vid studium av förvridningen en vinkel θ av ett homogent, tunnväggigt cylindriskt rör, med radien r och längden l fast inspänt vid väggen i W, tänker sig Lagerhjelm röret uppdelat i strimlor AB, som i Fig. 7, ut-

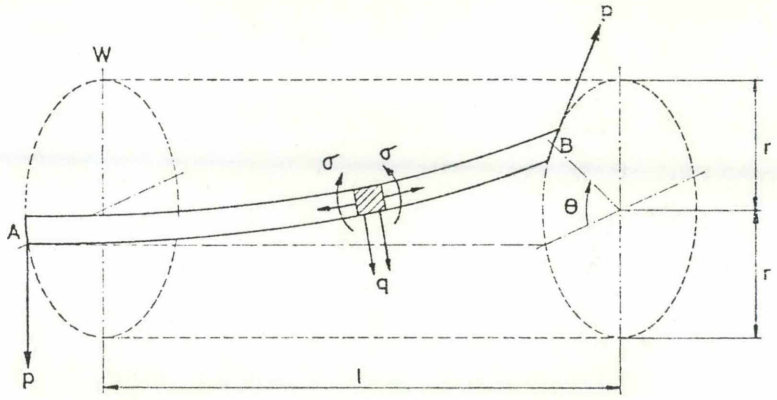


Fig. 7. Lagerhjelms teori för vridning av tunnväggigt rör.
Lagerhjelm's theory on torsion of thin-walled tubes.

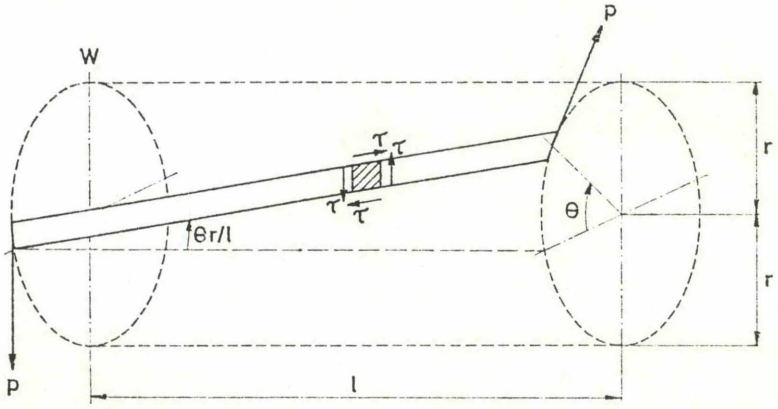


Fig. 8. Naviers teori för vridning av tunnväggigt rör.
Navier's theory on torsion of thin-walled tubes.

satta för böjning som en balk under inverkan av kraften p vid periferien. Det streckade delelementet av AB befinner sig i jämvikt under samtidig inverkan av normalkraften σ och sidokraften q från grannelementen. Observera att Lagerhjelm i sin framställning betecknar q som normalkraften och σ som tangentialkraften i anslutning till föreställningen om strimlans utböjningskurvas normal och tangent. Till skillnad härifrån visar Fig. 8 vår på Navier's byggda föreställning om strimlans deformation (skjuvning vinkeln $\theta r/l$) under inverkan av skjuvspänningar τ. Denna teori som ligger helt inom Cauchys föreställningsvärld har stått sig till våra dagar. Lagerhjelms teori, som bygger på en föreställning om att ett vridet rör förhåller sig ungefär

som om det vore uppbyggt av strimleelement utsatta för böjning i rörets tangentled har numera råkat i glömska.

Lagerhjelm insåg att antagandet om konstanta förhållanden utefter strimlan AB och frånvaron av normalkrafter σ vid strimlans fria ända vid B leder till en motsägelse. Han uppskattar ändeffekten vid B och visar att den är försumbar. Här har han alltså, om än ovetande och med en klumpig metod på sätt och vis föregripit Saint-Venants princip, som skulle publiceras först 1855. Lagerhjelm integrerar verkan av krafterna p på strimlan AB över röret samt över en massiv rundstång, där r varierar från 0 till a och erhåller på så sätt vridmomentet M för rundstången

$$M = \frac{E}{1.453} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{a^4}{l} \cdot \Theta$$

där l = stångens längd, a = dess radie, E = elasticitetsmodulen och Θ vridningsvinkeln. Naviers "exakta" teori skulle under förutsättning av att Poissons koefficient för stål = 0.333 ge:

$$M = \frac{E}{1.333} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{a^4}{l} \cdot \Theta$$

och Lagerhjelms värde är alltså för lågt, dock endast cirka 8 1/2 %. Men mera än så. Vid utvidgning av teorien till massiva stänger med kvadratisk tvärsektion skulle det visa sig att Naviers teori (utan hänsyn till den av Saint-Venant sedermera införda tvärsnittsvälvningen) ger ett värde på vridmomentet som är cirka 19 % för högt medan Lagerhjelms teori i detta fall skulle ge blott cirka 9 % för högt värde jämfört med Saint-Venants. Teorien för vridsvängningar härleder Lagerhjelm korrekt med användning av sina samband mellan vridmoment och vinkelutslag för massiva rund- och fyrkantstänger. Vi återkommer till Lagerhjelms insatser på materialprovningsområdet i ett följande avsnitt.

Knut Styffe

Knut Styffe (1824—1898), (18), Fig. 9, hade en studiegång som i mycket liknar Lagerhjelms. Han studerade vid Uppsala Universitet åren 1841—47 och avlade därmed först hovrättsexamen 1843, därefter bergsexamen 1847. År 1847—48 var han ordinarie elev och stipendiat vid Falu bergsskola och förordnades 1847 till auskultant i Bergskollegium. Han var t. f. bergsfiskal vid Sala silvergruva 1848—52, då

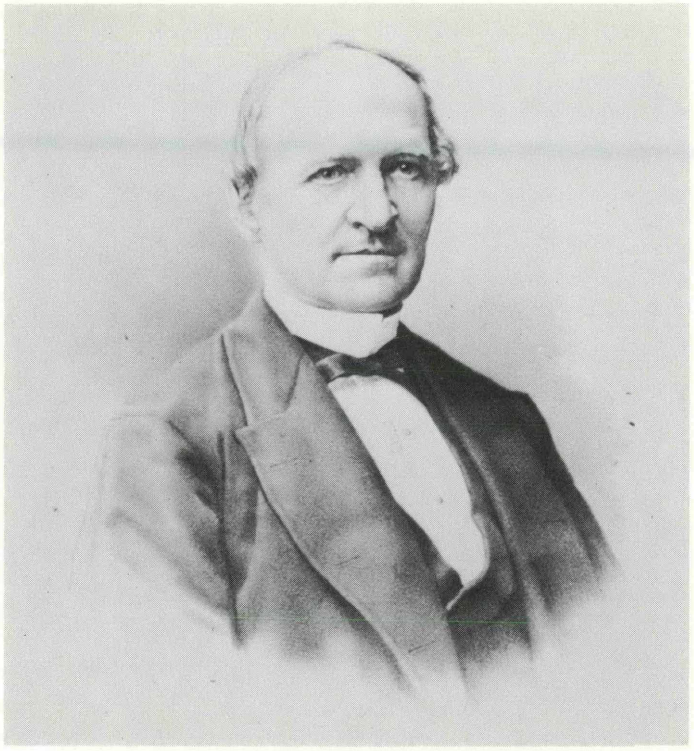


Fig. 9. Knut Styffe.

han utnämndes till kemie laborator vid Teknologiska Institutet i Stockholm. Han skulle komma att göra sin förnämsta insats som föreståndare för detta Institut, och sedermera för Kungl. Tekniska Högskolan (KTH). När sedermera den 12 maj 1876 Teknologiska Institutet blev Kungl. Tekniska Högskolan hade studentantalet under Styffes dittillsvarande egid på 20 år ungefär trefaldigats till inemot 300, fördelade på fem avdelningar och samtidigt hade antalet professorer ökats till 12. En högskolas anseende beror i första hand på kvaliteten hos de där verkande lärarna. Under sin föreståndartid måste Styffe ha haft ett mycket stort inflytande på professorstillsättningarna. Honom bör i hög grad tillgodoräknas förtjänsten att under denna tid så många framstående lärare kom att verka vid institutet. Det är väl ingen överdrift att påstå att ingen enskild man mer än han bidragit till att KTH från att ha varit en ingenjörsskola med begränsade uppgifter lyftes upp till en teknisk högskola av internationell klass. Dylik kvalitetsförbättring är alltid svår att genomföra och är vanligen en smärtsam procedur för berörda parter, i detta fall främst

för lärare och elever. Ett nedrivande av befintlig kvalitet är betydligt lättare att genomföra och kan gå fort nog.

År 1862 skall kung Karl XV ha färdats med ett järnvägståg som spårade ur, enligt en uppgift av H. I. Hannover (30) till följd av ett hjulbandsbrott. Hur som helst, en kunglig kommitté blev tillsatt för att utreda svenskt järns lämplighet för järnvägsmateriel och i kommittén insattes Knut Styffe. Han och hans medarbetare utförde ett tekniskt-vetenskapligt forskningsarbete av för sin tid högsta klass som publicerades i Jernkontorets Annaler Bd 21, 1866 (19) och även utgavs separat. Det blev i sammandrag översatt till tyska 1867 och engelska 1869 och rör sig i huvudsak på materialprovningens område. Jag återkommer nedan till resultaten. Jag har emellertid tagit med Styffe även i detta avsnitt och detta av ett särskilt skäl. Vid genomgång av tidigare forskares resultat i den nyss anförda avhandlingen (19) citerar Styffe på s. 23 ett arbete av tysken Wiedemann, som väl egentligen tar sikte på analogier mellan magnetisering och mekanisk belastning av metaller. Styffe säger där att Wiedemanns försök "visa att böjning icke höjer, utan snarare sänker elasticitetsgränsen för sträckning på den sida, hvarest fibrerna vid böjningen sammantryckas". Han drar sålunda av Wiedemanns experiment en märklig slutsats som uppenbarligen föregriper den s. k. Bauschinger-effekten. Enligt vedertagen uppfattning upptäcktes och beskrevs för första gången denna effekt av J. Bauschinger 1886 (20). Ännu efter snart 100 år står den i centrum för plasticitetsteorien och därmed för materialforskningen. Dess innebörd framgår kanske tydligast av Fig. 10, som må illustrera sambandet mellan töjning ε och spänning σ i de mest påkända yttersta fibrerna hos en balk som först bockas så att dessa fibrer befinner sig på den konkava sidan, huvuddelen OEFG. Därefter, då balken bockas åt motsatt håll kommer fibrerna i fråga att befinna sig på den konvexa sidan och fortsätter att deformera sig längs kurvdelen GHJ. Stångfibrerna tänkes sålunda i Fig. 10 deformerade längs den pilförsedda kurvan från $\sigma = 0$ i punkten O, först med tryckbelastning, dvs. med negativa värden av spänningen σ. Vid den så kallade stukgränsen $\sigma = -\sigma_{St}$ som vid mjuka stål vanligen numeriskt sammanfaller med sträckgränsen σ_{S1} vid jungfrulig dragning, börjar kurvan kröka av i punkten E. Trycket ökas därefter till punkten F, varifrån avlastning sker längs en rät linje FG, i huvudsak parallell med OE. I punkten $\sigma = 0$ dvs. i G, kvarstår permanent

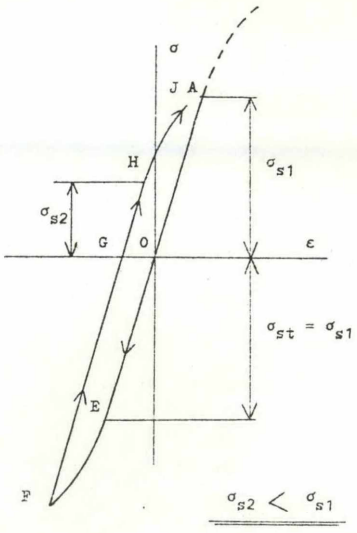


Fig. 10. "Bauschingereffekten", föregripen av K. Styffe.
"Bauschinger effekt", forestalled by K. Styffe.

krökning. Bockas därefter balken åt motsatt håll kommer de betraktade fibrerna att belastas med dragning och deformerar sig längs fortsättningen av den räta linjen FG till punkten H, där en ny sträckgräns σ_{S2} kan iakttagas. Det visar sig att σ_{S2} är mindre än σ_{S1}, ett fenomen som just brukar betecknas som Bauschingereffekt, men som i själva verket först omnämnts av Styffe och därför skulle kunnat benämnas efter honom. Bauschingers publikation ligger 20 år efter Styffes i tiden. Jag återkommer till Styffes avhandling som i övrigt är ägnad åt rena materialprovningsfrågor, i ett senare avsnitt.

Sammanfattningsvis kan sägas att genom Lagerhjelm och Styffe hade hållfasthetslärans grundbegrepp spänning, töjning, elasticitetsmodul, brottgräns, sträckgräns etc., om än med andra benämningar, blivit dels införda i Sverige, dels även internationellt sett skärpts och förfinats. På så sätt hade vägen lagts öppen för en rationell mekanisk materialprovning i vårt land. Samtidigt hade hållfasthetsläran beretts möjligheter att medverka till en rationell dimensionering av ingenjörernas konstruktioner.

B. Materialprovning

Järnvräkeri

När det gäller järn och även andra metaller har Sverige varit ett producerande och exporterande land allt sedan hedenhös, med eller utan vikingatåg. Man vet väl inte så mycket om detaljerna, (21). Enligt nyare undersökningar som bygger på dateringar med hjälp av

C_{14}-metoden och pollenanalys av torvlagren under de äldsta varphögarna vid Falu gruva, har varpen börjat tippas där redan på 1000-talet, alltså vid slutet av vikingatiden, (22). Redan dessförinnan hade man utvunnit järn ur myrmalm i åtskilliga hundra år.

En av våra äldsta kända järnmalmsgruvor är Utö i Stockholms skärgård. Den gruvan har varit i drift från 1100-talet och 700 år framåt i tiden. Malmen smältes först på Gotland (23), senare på bruk i Finland och på Norrlandskusten. Under medeltiden hade man börjat bryta malm ur berg litet var stans i vårt land. Nya tillverkningsmetoder av kontinentalt ursprung vann då insteg. Inflyttade utlänningar, särskilt tyskar, bidrog till livligare handelsutbyte.

Det visade sig att de svenska malmerna, tack vare sin stora renhet hade något extra att bjuda och exporten steg. Ända fram till Napoleonskrigen hade Sverige den största järnexporten i världen. Om nu det var renheten som här spelade största rollen är det klart att denna på något sätt måste kunna visas upp och verifieras när småningom utländska konkurrenter började göra sig gällande.

Utförseln skedde ursprungligen mer eller mindre direkt från producenterna, bönder som hade bergsbruket som binäring. Vikingarna blev forbönder och fortsatte sin järnexport med fredliga medel. Under tidig medeltid uppkom i vårt land köpstäder och dit koncentrerades småningom exporten. Konkurrensen mellan forbönder och köpmän i städerna lär väl ha förekommit även på andra håll men är särskilt känd från Gotland där den avgjordes till forböndernas nackdel 1361 genom Valdemar Atterdags ingripande vid slaget utanför Visby ringmur. Det blev småningom också bruk att märka handelsvarorna, i detta fall träfaten som innehöll det smidda järnet, i likhet med andra exportvaror från sill, pälsverk och tjära till ädla metaller för att köparen skulle tillförsäkras fullgod vara.

Järnet exporterades åtminstone fram till 1500-talets slut som osmundsjärn, men redan på Gustaf Vasas tid infördes stångjärnssmide för export. Tillverkarna ålades att förse sina alster med stämpel eller märke utvisande dess ursprung. Påbud om straff för den som icke följde bestämmelserna utfärdades. Den ostämplade eller eljes underhaltiga varan blev konfiskerad eller "vräkt", som termen löd. Härom kan man läsa hos riksbibliotekarien Erik Wilhelm Dahlgren i hans bok "Järnvräkeri och järnstämpling" (24), men nyare forskning har tillkommit.

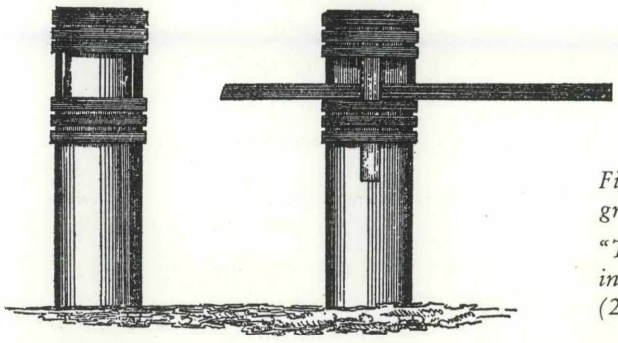


Fig. 11. Provstock enl. E. W. Dahlgren, (24).

"Test pole", primitive Swedish bending test, according to E. W. Dahlgren, (24).

Järnvräkeri synes tidigare ha förekommit sporadiskt, bl. a. i Holland och i hansestäderna, dock aldrig så konsekvent och målmedvetet som i Sverige. Någon större betydelse tycks emellertid järnvräkeriet även i vårt land ha fått först under Vasatiden. Den äldsta kända allmänna förordningen om tillsättande av järnvräkeri tillkom under Karl IX:s tid och följde på ett riksdagsbeslut i Norrköping 1604. Beslutet avsåg "hämmandet av bedräglig handel med osmundsjärn". Syftet med stadgan var tvåfaldigt, dels att förhindra att järn "ut ur riket föres utan att förtullas", dels att hålla uppe kvaliteten. Edsvurna vräkare skulle tillsättas och tillse att "järnet är så hugget som sig bör", samt även att faten med järnet vägs och stadens märke blir inbränt. Om så ej sker skulle de ansvariga, d. v. s. borgmästare, rådmän, tullnärer och vräkare åtalas och höga böter utdömas. Likafullt lär det ha dröjt länge om, innan stadgan blev effektiv. Den förnyades flera gånger med tillägg och detaljföreskrifter, bl. a. om hur odugligt järn skulle kunna undvikas ända från brytningsorten, under smältning och hantering o. s. v. Enligt "Transumt av Kongl. Maj:ts nådiga Resolution och Förklaring på samtlige Borgerskapets andragne besvär angående Järnvräkeriets inrättande i Bergslagen", given i Stockholm den 22 november 1686, bekräftas den tidigare förordningen av 1671 med tillägget att förbrutet järn skall konfiskeras till Kongl. Maj:ts Amiralitet att brukas till ballast. Det var Karl XI:s flottupprustning som satte sina spår.

På 1700-talet började man mera allmänt använda s. k. provstockar eller brytstolpar till provande av järnet, se Fig. 11. Dylika hade beskrivits i Bergskolegii protokoll av 1672, men detta hade tydligen ej blivit

mera allmänt bekant. Precisa bestämmelser för användningen av brytstolpar saknades, så att utrymme för godtycke uppstått. Järnet skulle böjas över stocken "till en halv cirkel, dock intet vidare eller tillbakars" och metoden kom så småningom till användning vid järnvågarna i köpstäderna. Tidigare hade man slagit järnstängerna mot vågtröskeln eller mot en sten, och på sina håll tycks de båda provningsmetoderna ha använts parallellt. Huru som helst, på detta sätt kunde man på sin höjd avslöja otätheter och kallbräcka hos järnet. I övrigt var man hänvisad till järnvräkarens okulärbesiktning och omdöme, vunnet genom erfarenhet. Vi ser här trevande begynnelse till systematisk materialprovning. Men som redan sagts, frånvaron av strikta bestämmelser och därav härflytande godtycke hade givit upphov till missnöje.

Det under envåldstiden tillbakahållna men ingalunda kvävda missnöjet med järnvräkeriet kom under frihetstiden till uttryck redan vid 1720 års riksdag. Ett förslag i Borgarståndet att förlägga provningen "vid hammaren", d. v. s. vid bruken skulle kunna ha lett till att mycken omgång kunnat undvikas. Förslaget blev remitterat till Bergskollegium för yttrande och förhalades så till 1723 års riksdag. Där beslöt man att bibehålla 1671 års stadga om järnvräkeri med vissa modifikationer till motverkande av den värsta byråkratien. Vi har därmed sett hur officiell materialprovning kom i gång i vårt land, i början trevande, så småningom mera målmedvetet.

Järnvräkeriet pågick med smärre modifikationer i Sverige ända till 1855. Stämpeltvånget bibehölls även då. En ny förordning om svenska järn- och ståleffekters stämpling utfärdades 1884 och upphörde först genom tillkomsten av varumärkeslagen av den 2 december 1960.

Järnstämplar och byggnadsjärn

Det har visat sig att järnstämplingen bidragit till studiet av stångjärnsmidets utveckling och användning, särskilt på byggnadsområdet. Ingenjör Bo Molander har sedan mitten av 1950-talet undersökt byggnadsjärn, speciellt murankarjärn (ankarslutare) i både trä- och stenhus från cirka ett tusental svenska fastigheter delvis under pågående rivning (25). Detta har framför allt gällt i våra städers gamla kärnor men har kompletterats med besök i kyrkor, slott och borgarhus. Molander har granskat över 50 000 byggnadsjärn och hopbragt en imponerande samling av över 1 000 stämplade stångjärn. Han har försökt sig på en typologisk åldersdatering av murankarjärn och anser

sig kunna spåra järnets ursprung från bruken. Dessa var ju vitt spridda inom det svenska väldet under den tid från 1600-talets mitt till 1900-talets början, som undersökningen omfattar.

Begynnande materialprovning på kontinenten

Vi har i föregående avsnitt sett hur på ett trevande sätt materialprovningen i Sverige tog sin början från rent praktiska, ekonomiska synpunkter och behov. Syftet var att prova de mekaniska egenskaperna hos materialet i stort sett, inom vida gränser oberoende av vad det skulle användas till. Men det är icke människan från början givet att se problemen i stort. Det var totalstyrkan i en smidd stång som man provade genom att slå den mot vågtröskeln eller mot en sten. För oss är det naturligt intill trivialitet att i stället skära ut en provstav t. ex. ur en plåt eller ur ett gjutet eller smitt ämne, prova staven i en dragprovmaskin och därav dra slutsatser om hur mycket hela plåten eller ämnet kan tåla. Det var icke så för praktikerna, d. v. s. för bergsmän, köpmän eller järnvräkare. Först Galilei betraktade den av tvärkraften böjda balken som uppdelad i fibrer. Han säges av Ch. Fremont ha inspirerats därtill genom att betrakta varvsarbetarnas i Venedig skeppsbyggeri och liknande (6). Galilei anställde likformighetsbetraktelser över skaleffekten då man övergick från modeller i reducerad till full skala och kom så på den vägen fram till sin formel för brottmomentet för en balk. Han utgick därvid från ett gränsfall, bristningslängden för en fritt upphängd tråd, påverkad enbart av tyngdkraften, samt från naturens avsky för tomrummet (horror vacui).

Det skulle bli i Frankrike och Holland som man på empirisk väg fullföljde denna tankegång och gjorde materialprov på trådar (Réaumur) eller utskurna stavar (Musschenbroek) under förra hälften av 1700-talet (26), (27). Galilei hade 1638 uppgivit bristningslängden hos fritt upphängda koppartrådar till 4 801 cubits (alnar), vilket skulle motsvara atmosfärtrycket, omräknat efter kopparns densitet. Réaumur hade redan 1722 publicerat diverse förslag till provningsapparater (jfr Fig. 12). Musschenbroek byggde en dragprovmaskin av besmantyp och undersökte med den en stor mängd material. Han visade att det vi kallar brottgränsen (cohaerentia absoluta) d. v. s. brottslasten, dividerad med ursprungliga tvärsnittsarean, var i stort sett oberoende av provstavens tjocklek. Hans arbete finns översatt till svenska (1747) av matematikern Samuel Klingenstierna, en tid Gustaf III:s

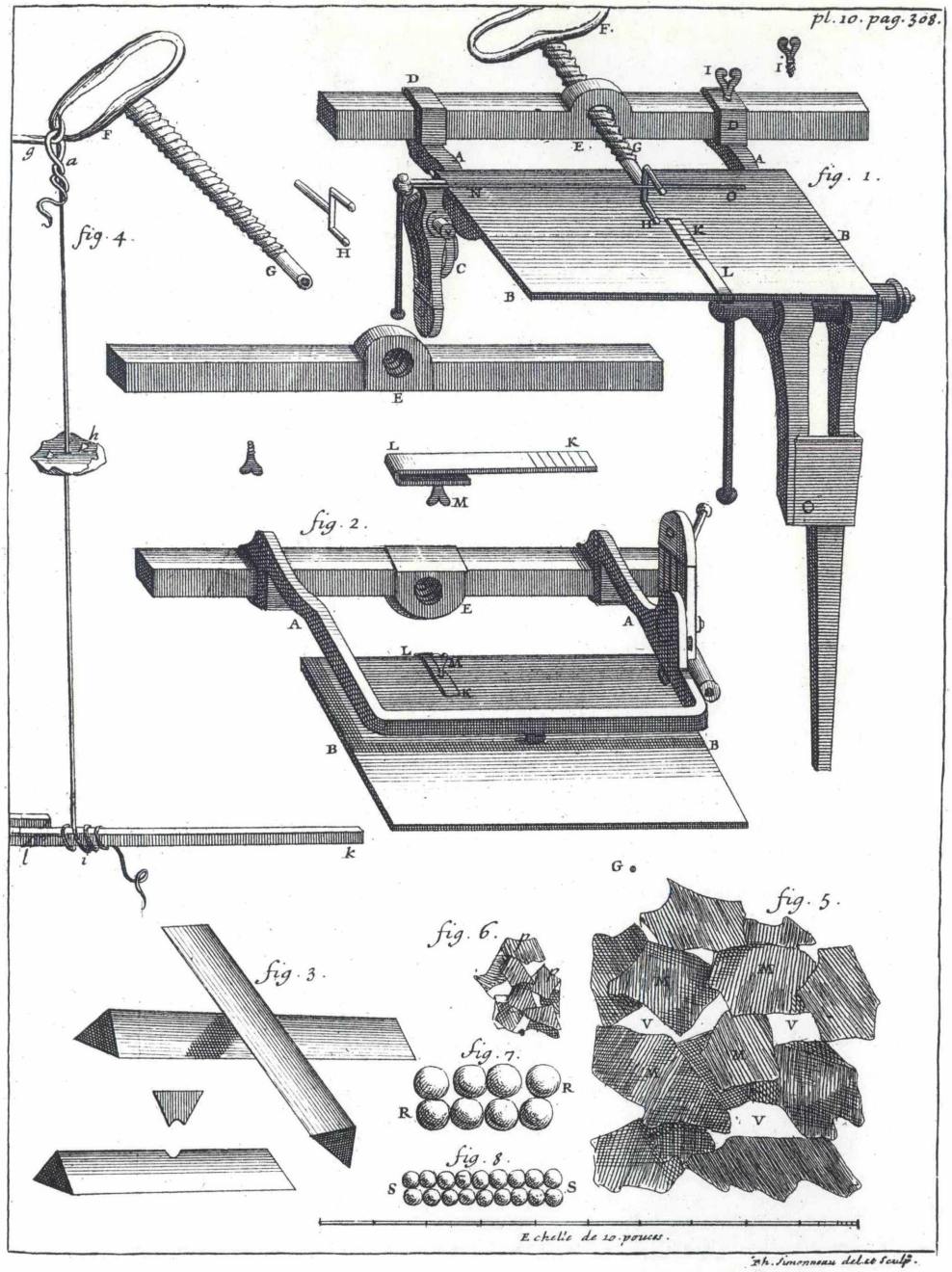


Fig. 12. R.-A. F. de Réaumurs olika anordningar för mekanisk materialprovning, återgivna efter Em. Swedenborg (37).

R.-A. F. de Réaumur's devices for mechanical testing of materials, reproduced from Em. Swedenborg (37). Down below to the left Réaumur's idea of a hardness test.

lärare. Boken innehåller därutöver en översikt av fasta och flytande kroppars mekaniska egenskaper och beskrivning av experiment till deras ådagaläggande, dock mest kvalitativa uppgifter.

Det första sammanfattande verket på området utkom 1798, författat av P. S. Girard, som däri upptog även sina egna omfattande hållfasthetsförsök med olika träslag, och blev mönster för andra dylika långt in på 1800-talet (28).

I Sverige skulle man komma att gå delvis andra vägar än på kontinenten. Förekomsten av koppar och ädla metaller liksom betydelsen av den svenska järnmalmens renhet för stångjärnsmidet gjorde att kemien tidigt fick användning inom hanteringen. Vid sidan om den redan under medeltiden genom järnvräkeriet bedrivna, ovan beskrivna officiella, mera formella sidan av materialprovningen lär redan före 1700-talet även en mera vetenskaplig sida av den mekaniska materialprovningen ha omhuldats. Man skulle med andra ord ha sysslat med vad vi nu kallar metodutveckling på materialprovningsområdet.

Paul von Wirtz

En av de första i Sverige som intresserat sig för materialprovning och hållfasthet var ingen mindre än konung Karl X Gustaf. Han var icke för intet av Wittelsbacharnas fantasibegåvade ätt. Hans intresse för havsisens hållfasthet år 1658 är välkänt. Där var Erik Dahlberg hans man. Mindre känt är att han i sin tjänst tog den i Holstein födda krigaren och diplomaten Paul von Wirtz (även skrivet Würtz, Wurtz eller Wurtzius) (29), se Fig. 13.

Wirtz var född av borgerliga föräldrar i Husum, Holstein 1612. Han var begåvad med otrolig ambition och vetgirighet och genomgick en jesuitskola i Wien. Vid Wallensteins ockupation av Holstein 1628 kom han i kejserlig tjänst och avancerade därunder till löjtnant. Sedermera anställdes han i 30-åriga krigets slutskede som kapten i svensk tjänst. Han avancerade snabbt till överste och kom i nära beröring med dåvarande överbefälhavaren, sedermera kung Karl X Gustaf. Wirtz och Karl Gustaf synes ha haft gemensamma intressen och en intim vänskap uppstod mellan kungen och den 10 år äldre Wirtz. Någon privat korrespondens dem emellan tycks inte vara bevarad. Det här intressanta tidsskedet skulle i så fall varit representerat i den s. k. Stegeborgsamlingen i Riksarkivet, men där finns ingenting bevarat. Wirtz användes av Karl Gustaf även för diplomatis-



Fig. 13. Paul von Wirtz, enl. (29).
Paul von Wirtz, according to (29).

ka uppdrag. Sålunda förmedlade han framgångsrikt frieriet till prinsessan Eleonora av Gottorp, sedermera vår drottning Hedvig Eleonora d. ä.

Mellan 30-åriga kriget och Karl X Gustafs polska krig företog Wirtz vidsträckta resor i Europa och besökte bl. a. Rom och Paris. Därunder torde han ha haft kontakt med den franska arkitekten och matematikern F. Blondel, som varit en av Galileis sista lärjungar. När Karl X Gustaf började sitt polska krig var Wirtz åter i svensk krigstjänst och avancerade snart till generalmajor. Han utmärkte sig vid försvaret av Krakau, utnämndes till generallöjtnant och fick friherrlig värdighet med godset Örneholm i Kexholms län som förläning. Han blev också guvernör i Stettin efter stormningen av Fredriksodde 1657. Känslig för bristen på uppskattning från svenska regeringens sida efter Karl X Gustafs död 1660 övergick han i dansk tjänst och blev dansk fältmarskalk 1665. En tid var han även i holländsk krigstjänst.

Han samlade en stor förmögenhet och bosatte sig 1674 i Hamburg, där han avled 1676. Han ligger begraven i Oude kerk i Amsterdam. Han testamenterade sina ägodelar till sin hushållerska trots att han hade en dotter utom äktenskapet. Testamentet blev protesterat och föranledde rättegång flera hundra år efter hans död.

Den som dragit fram Wirtz ur glömskan är fransmannen Ch. Fremont som på Första internationella materialprovningskongressen i Paris 1900 gav en ambitiös historisk översikt av då kända ansatser till materialprovning. I fråga om Wirtz stöder sig Fremont på P. S. Girards arbete av 1798 (se ovan). Galilei hade ju 1638 publicerat sin teori för sambandet mellan drag- och böjhållfasthet hos balkar samt angivit formen för en jämnstark konsolbalk under vissa enkla förutsättningar om sektionsform och belastning. I Girards arbete återges två brev till Wirtz från den nyssnämnde arkitekten Blondel. Denne hade sedermera publicerat sin korrespondens i franska vetenskapsakademiens "Memoirs", Bd 5, 1666—99. Det första brevet, som är avfattat på latin, bär titeln "Epistola ad P(*aulum*) W(*urzium*) in qua famosa Galilei proposito discutitur". De här tillfogade av mig kursiverade orden har tillfogats i Nouvelle Biographie Generale, Tome 6, Paris 1955, där man tydligen sätter utom tvivel att det just är Wirtz som är skrivelsens anonyme adressat. Den danske professorn H. I. Hannover, chef för statspröveanstalten i Köpenhamn har tagit upp Wirtz' insats till kritisk granskning i ett bidrag till 5:te internationella materialprovningskongressen i Köpenhamn 1909 (30).

Han har låtit översätta Blondels latin till danska. Brevet är ursprungligen skrivet 1657. Av översättningen framgår att det rört sig om skrovdetaljer till ett svenskt örlogsskepp "Leo Hyperboreus" och att Wirtz på grund av sina tidigare experiment (sic!) blivit besviken på Galileis teori för jämnstarka balkar. Wirtz har förmodligen genom tidigare korrespondens med Blondel, med vilken han tycks ha varit mycket intim, fått kännedom om Galileis arbete och speciellt om hans teori för jämnstarka balkar. Blondel har i brevet delgivit Wirtz sina egna funderingar i ämnet som vi här kan förbigå. Han uppmanar Wirtz att meddela honom sin åsikt om saken, "särskilt när du har gjort experiment med din sedvanliga flit och duglighet". Så långt Hannover som i huvudsak ej har mera att meddela om korrespondensen.

Det har varit mig möjligt att med tillgängliga skeppslistor verifiera

att ett svenskt örlogsskepp med namnet "Svenska Lejonet" verkligen byggts av Västerviks skeppsbyggnadscompagnie 1656 samt övertagits av svenska flottan 1658. Det förlorades i kriget mot Danmark 1676. I papperen härom finns dock Wirtz' namn icke nämnt. Om vi erinrar oss att denne vid tidpunkten 1657 befann sig i Polen eller Stettin får man förutsätta att han just då hade föga tid med hållfasthetsexperiment. Hans brev till Blondel måste ha skrivits före polska fälttågets början och de citerade experimenten utförts redan dessförinnan.

Det enda påtagliga beviset för Wirtz' pionjärgärning är sålunda Blondels långrandiga och för oss rätt likgiltiga publikation, varigenom den räddats undan glömskan. Om Wirtz' arbete verkligen utförts måste det betraktas som en enstaka företeelse, en stormsvala som möjligen bådade nya tider för hållfasthetsläran i Sverige.

Chr. Polhem

Redan under 1600-talet började "Nordens Arkimedes" Christopher Polhem (1661—1751) sin verksamhet. Denna kom till allra största delen att beröra andra ting än det som här skall intressera oss, nämligen den mekaniska materialprovningen. Han hade fått kämpa sig upp från samhällets botten. Han lärde sig latin, tidens lärda språk, först vid vuxen ålder. Han var ett apparatsnille och hans geni satt så att säga i fingrarna. Han var i första hand uppfinnare och hans verksamhet skulle få stor betydelse för de svenska bergverken t. ex. för pumpar och uppfordringsverk i gruvor. Även till utlandet sträckte sig denna verksamhet (31). För detta har han lovprisats ända till våra dagar. Han hörde till Kungl. Vetenskapsakademiens första uppsättning av ledamöter men hade då, på 1740-talet, i huvudsak sitt verk bakom sig (32).

Polhems teoretiska kunskaper i mekanik torde ej ha nått mycket utöver Galilei, men han hyste respekt för teorierna. Hans materialkännedom, vunnen genom praktisk erfarenhet och säkert många besvikelser, stod på höjden av sin tid. Något bidrag till utveckling av de mekaniska provningsmetoderna har han veterligen icke givit. Han har aldrig, utom i rena undantagsfall (34), givit några egentliga bidrag till materialforskningen, varken i sina publikationer eller i de brev som publicerats av A. Liljencrantz (33). Ej heller i den brev- och manuskriptsamling (J. G. Gahn m. fl.) som citeras av D. Odqvist (35). På denna punkt har jag ej funnit skäl att frångå min genom

tidigare studier vunna uppfattning (36). Man får dock inte glömma att Sverige just genom Polhem varit icke blott tagande utan även i rikt mått givande, internationellt sett (31). I början av 1700-talet infördes t. ex. hans uppfinningar vid de tyska bergverken i Harz. Han bidrog också till att sprida kunskap om sina uppfinningar genom att han mottog utländska lärjungar samt genom sitt modellbygge och sitt "mekaniska alfabet". Hans undervisningsform var verkligen något vid sidan om det konventionella. Tydligen var dock kretsen av efterföljare i vårt glesbefolkade land otillräcklig för att bygga upp en självförsörjande skola i vårt land, men det kan man knappast lasta Polhem för.

Em. Swedenborg

Den svensk som veterligen först producerat sig i facket är vårt universalgeni, dåvarande assessorn i Bergskollegium, Emanuel Swedenborg (1688—1772) i hans 1734 på latin publicerade verk "De Ferro", översatt till svenska av Hj. Sjögren 1923 (37). Här får man veta allt om järns framställning ur olika malmer i Sverige och i utlandet, kompilerat ur den samtida litteraturen, t. ex. Réaumurs "L'art de convertir le fer . . ." som utkommit 1722 (26). Swedenborg tillfogar också egna kommentarer. Men det rör sig dock mest om kvalitativa egenskaper t. ex. om brottytans utseende vid brustna stänger, där figurerna lånats från Réaumurs arbete. Andra delens fjärde paragraf av detta omfångsrika verk i folioformat handlar om "sätten att probera och utröna kvaliteten hos tackjärn och smidesjärn". Om tackjärnet sägs att det särskilt proberas "genom att efter färskning utsmides till tunna plåtar". Smidesjärnets art och beskaffenhet utrönes genom undersökning av brottytorna. Det talas om kallbräcka och rödbräcka, vilka defekter hänföras till låg, respektive för hög svavelhalt. Som bekant är enligt nutida uppfattning, som tycks härröra från Berzelius, endast rödbräckan beroende av svavelhalten medan kallbräckan anses bl. a. bero på för hög fosforhalt.

Swedenborg redogör för provtagningspraxis och säger sig ta hänsyn till de sätt som användas i Sverige, England och annorstädes. Han säger exempelvis "man tager 2 à 3 stänger av 100 och sticker dem en och en i en skåra, d. v. s. ett hål på en i marken väl fastsatt stock (tydligen den ovannämnda provstocken, Fig. 11), och böjer stången i en lätt båge och återför den sedan till dess raka längdriktning; om stången tål böjningen och på nytt återgår till rak form, är

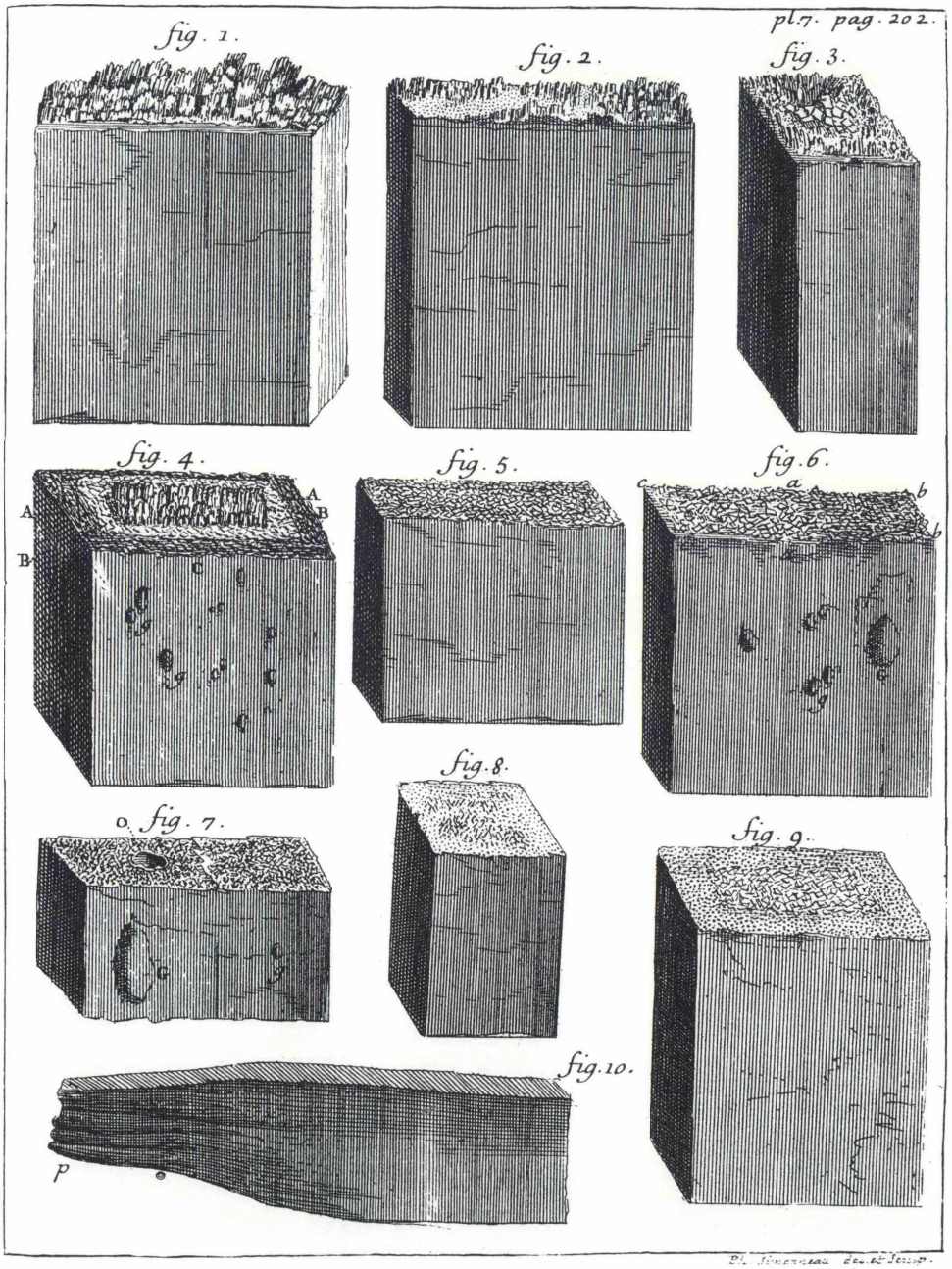


Fig. 14. Brottytor hos R.-A. F. de Réaumur, återgivna hos Em. Swedenborg (37).

Fractured iron and steel bars acc. to R.-A. F. de Réaumur, reproduced from Em. Swedenborg (37).

detta bevis på en viss hållfasthet. På nytt böjes den i en kurva eller till en cirkelbåge; om man kan böja den i flera bågar och sedan tillbaka till rät linje så är detta tecken på önskvärd hållfasthet." Här har Swedenborg tydligen begärt mera än vad man enligt ovan i praktiken använt eller ens i förordningen föreskrivit. Liknande teknologiska prov finns för övrigt omnämnda i Christoffer Polhems "Patriotiska Testamente", nedtecknat 1746, tryckt i Stockholm 1761. Det rör sig som man ser uteslutande om praktiska teknologiska prov, återgivna efter smedernas eller vräkarnas erfarenhet och i förekommande fall illustrerade efter Réaumur.

Femte paragrafen, sid. 325—334 handlar "om stålets kännetecken och egenskaper, enligt herr Réaumur", som bedömes efter brottytans utseende just så som visats i Fig. 14. På s. 330 rekommenderas provning av ståls hårdhet genom att fastställa möjligheten att repa ytan med sju olika hårda material från "1. vanlig fil; 2. bergkristall; 3. hård, genomskinlig kiselsten; 4. agat o. s. v. till och med 7. diamant". Mycket längre har man inte kommit i dag när det gäller vetenskaplig hårdhetsdefinition.

Slutligen har genomgång av Swedenborgs 1716—17 publicerade tidskrift Daedalus hyperboraeus, h. I—VI ej heller givit något som tyder på intresse för de mekaniska materialprovningsmetoderna.

M. Triewald m. fl.

Mot slutet av 1600-talet hade de svenske lärde börjat intressera sig för kontakter västerut mot England. Därtill bidrog med säkerhet tillkomsten av den engelska vetenskapsakademien, Royal Society år 1662. In på 1700-talet hade Em. Swedenborg besökt England. Mest påverkad från detta håll var emellertid sedermera ingenjörcapitainen Mårten Triewald (1691—1747), en av stiftarna till den Kungl. Svenska Vetenskapsakademien (KVA) 1739. KVA:s historiograf, professor Sten Lindroth skriver om förspelet till Vetenskapsakademiens stiftande: "Ingen tvekan råder om att huvudpersonen, den som gick havande med tanken, var Mårten Triewald". Triewald hade vistats längre tid i England och t. o. m. haft personlig kontakt med Newton. Han medförde hem en mängd apparater för fysikaliska experiment och var den förste som byggde en fungerande ångmaskin för ett pumpverk vid Dannemora gruva. Triewald demonstrerade nu experimenten och höll populära föreläsningar för unga adelsmän på Riddarhuset åren 1728—29 (38). Att döma efter de 1735 och 1736 hos

P. J. Nyström i Stockholm tryckta föreläsningarna var dessa mest av kvalitativt slag men säkert instruktiva och stimulerande för åhörarna. De tillfredsställde under Frihetstiden ett aktuellt allmänt behov. Den tryckta skriften är ordrik och innehåller talrika hänvisningar till föregångarna, både de flesta som ovan nämnts och andra, dock utan att citera några publikationer. Ej heller finner man, trots att både Réaumur och Musschenbroek nämns, några uppgifter av intresse för oss.

Föreläsningar (eventuellt med demonstrationer) hölls i viss utsträckning även på andra håll inom Svenska Riket, t. ex. av Daniel Menlös. Då de emellertid icke nådde upp till samma omfattning som Triewalds, lämnas de därhän i detta sammanhang.

Sven Rinman

Assessorn i Bergskollegium Sven Rinman (1720—92) publicerade 1782 sin berömda bok "Försök till Järnets Historia" i två delar, tillägnad Herrar Delägare uti den svenska Bruks-Societeten (39). Rinmans bok är utförligare än Swedenborgs "De Ferro" men går i fråga om materialprovningsmetoder ej mycket utöver denna. Rinman har klart för sig att kallbräcka icke orsakas av för låg svavelhalt men enligt de flesta metallurgers åsikt beror på inblandning av någon "halvmetall". Ur kemisk synpunkt befinner han sig alltjämt på phlogistonteorins ståndpunkt.

Liksom Swedenborg citerar Rinman Réaumurs arbeten och tar fasta på att denne faktiskt varit inne på olika slag av mekanisk provning. Fig. 12, som är hämtad från Réaumurs Pl. X, visar t. v. ("fig. 4") en enkel dragprovanordning för tråd och i övrigt en apparat till bestämmande av sambandet mellan seghet och härdningsgrad hos glödgad ståltråd (fig. "1, 2") där utböjningen tas som ett mått på segheten. Några resultat av försök hade Réaumur dock ej här uppgivit, ej heller Swedenborg eller Rinman.

I paragraf 30 på sid. 91—94 redogöres för järnets spänstighet eller elasticitet som sammanställes med framställningsmetod, täthet och andra egenskaper, dock endast i allmänna ordalag utan kvantitativa uppgifter. Efter utförlig redogörelse för hur smidigt järn framställes kommer Rinman i paragraf 117 på sid. 439 in på av bergmästare Qwist anställda försök till jämförelse mellan olika svenska och utländska järnsorter i vad avser styrkan och segheten, av allt att döma utförda dels enligt Réaumurs metod: "fig. 4" av vår Fig. 12, dels

genom böjning "efter determinerade grader på en därtill lämpad gradbåge". Efter jämförelsen som anses tala till förmån för en i Stockholm tillverkad tråd från ämnesjärn, "sammansmällta av det Spink och Järnskro, som faller hos Hofslagare", hänvisas till Musschenbroeks tidigare omnämnda arbete "Om Kropparnas sammanhållande eller Cohaerentia" (27). De kontinentala framstegen var tydligen på 1780-talet kända i Sverige. Likväl gick det trögt med införandet av mekaniska provmetoder. Kan man våga en förmodan att den höga utvecklingen av svensk 1700-talskemi snarast motverkat utarbetandet av mekaniska metoder? Sedan kom under 1800-talet J. J. Berzelius som, trots att han inte alls var främmande för mekaniska prov, likväl bidrog till kemiens dominans, som skulle verka länge än. Enligt en kommentar av C. S. Smith (engelsk översättare av Réaumurs arbete (26) p. 70, Chicago 1956) uppfanns och utvecklades blåsrörskemien av svenska 1700-talskemister.

Provning av militär materiel

Vapentillverkning har givetvis förekommit i Sverige alltsedan hedenhös. Yxor, knivar, spjutspetsar och svärd tillverkades hantverksmässigt genom medeltiden och långt in på nyare tiden, likaså hjälmar, harnesk och brynjor. Man kan se dem t. ex. i Visby museum, där man bevarat de fallnas vapen från Korsbetningen, massgraven efter slaget utanför ringmuren en varm sommardag 1361.

Man frågar sig om ej leveranserna av vapen och annan materiel för militärens behov, särskilt under vår stormaktstid, kan ha föranlett införande av officiell, normbelagd provning. Så tycks ha varit fallet, dock blott i mycket begränsad omfattning. Man får inte glömma att en viktig förutsättning för normerade prov är existens, åtminstone i viss mån, av serietillverkning utförd i tempon. Sådan förekom endast undantagsvis under hantverkets dagar. Slutproduktens godhet och användbarhet fick ensamt bli avgörande för godkännande av leverans.

I fråga om eldvapentillverkning, vare sig det gäller handeldvapen eller grövre pjäser, befann man sig genom hela 1500-talet enbart på hantverksstadiet (40). Det finare bössmidet var med ett undantag, Arboga faktori, knutet till de kungliga eller enskilda slotten och de där verksamma s. k. rörsmederna. Mot 1500-talets slut uppträder de första "borgerliga" bössmakarna i Stockholm, som då bildade ett skrå. Vid sekelskiftet och under 1600-talets första decennium organi-

seras faktoriverksamheten. År 1657 utfärdas en faktoriordning för Arboga och sedan följde andra slag i slag som en följd av Gustaf II Adolfs krigsrustningar. År 1620 anlades Söderhamns gevärsfaktori och kvarlåg där till 1813, då det flyttades till Eskilstuna under namn av Carl Gustafs stads gevärsfaktori, som ännu består. Man övertog därvid både namn och verkstäder från Carl Gustafs manufakturverk, privilegierat i Eskilstuna år 1654 för Reinhold Rademacher. Någon särskild materialprovning för bössmakeriet torde ej ha förekommit under den beskrivna perioden. Slutproduktens godhet var avgörande för godkännandet, som gjordes beroende av "beskjutning" och inspektion, sedermera stadfäst i Kongl. Maj:ts och Rikets Krigs-Collegii Instruktion för nya Handgevärs med tillhörigheters besigtigande, given Stockholm 29 juli 1830. För dessa uppgifter har jag att tacka bergsingenjör E. Hermelin, Eskilstuna.

Uppkomsten av fabriksmässig tillverkning vid s. k. faktorier aktualiserade emellertid frågan om standardisering av provningsmetoder. Ett berömt exempel är tillverkningen av värjor vid Vira bruk i Roslagen. Den äldsta förordningen är daterad 15 juli 1682 och gäller "Proberingen av the 8 000 wärjor som Kongl. Rådet och Presidenten Wällborne Hr Lars Flemming ägare av Wira sig påtagit till Kongl. Maij:ts tjänst innevarande åhr att lewerera".

Värjklingornas tillverkning finns utförligt beskriven i Rinmans ovan citerade arbete (39), till denna del återgivet av Heribert Seitz i Meddelande nr 18 från Kungl. Armémuseum 1957 (41). De provades dels medels slag med flatan mot en 4 tums furuplanka dels med att böjas "Utj een godh Bugt på hwar sida" och fick därvid varken brista eller "stå efter", d. v. s. icke lämna kvarstående deformation. Provade klingor märktes med ett P.

Ursprungligen krävdes s. k. dubbel bukt, d. v. s. klingan skulle böjas till S-form. Därvid blev emellertid kassationen så stor att man år 1704 tvangs att avstå från denna del av provet. Tydligen hade Karl XII:s polska krig tvingat till forcerad produktion av värjor.

Senare, från och med 1775, då det svenska kavalleriet hade övergått från stickvärja till huggsabel, skulle dessa levereras från Eskilstuna. Rinman beskriver i ovan citerade arbete kontrollproven för svenska arméklingor sålunda:

"Wid Swenska Krono-Leweranser, måste Commis-Klingor utstå det provet, att kunna nedböjas till en tredjedel av klingans längd och

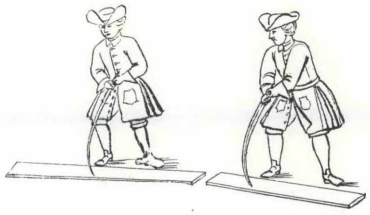


Fig. 15. Svenskt böjprov för klingor, efter H. Seitz (41).

Swedish bending test for sword blades, reproduced from H. Seitz (41). Blades must stand bending deflection to one third of their length without permanent set.

då springa rätt tillbaka, utan att lama, krokna eller brista. Stålets styrka försökes åter med starka hugg twärt öfwer en Björkståck, hwilket Klingan äfwen utan skada måste uthärda innan hon approberas."

Denna formulering är av särskilt intresse då den till skillnad från förut nu *för första gången inför ett kvantitativt krav vid provningen.*

Docent H. Seitz har upplyst mig om att den nytillkomna fordran var betingad av Gustaf III:s upprustning i följd av besvikelser som det svenska kavalleriet utsatts för under sjuårskriget mot Fredrik den Store. Den karolinska kavalleritaktiken användes nu ej längre och klingorna från Vira hade deklinerat i kvalitet. Tyvärr är det ej fullt klart hur bestämmelsen "nedböjes till en tredjedel av klingans längd" tillämpats. Seitz återger i sin ovan citerade skrift "svenskt böjprov 'bugt' enligt J. Möllerheim", se Fig. 15, återgiven efter Seitz. Vidare förefaller det som om den vänstra provaren V i figuren genom att sätta kroppen emot fästet lägger in mera normalkraft Q i klingan medan den högra H böjer den enbart med hjälp av tvärkraft P vid spetsen och moment Pl med tvärkraft P från handgreppet. Docent Seitz anser det mest troligt att man mätte båghöjden a till kordan mellan spetsen och fästet med en pinne.

Man kan under förutsättning att klingan utgöres av en rak prismatisk balk med längden l, och tvärsektionen rektangulär med bredden b och höjden h göra följande enkla kalkyl i anslutning till Fig. 16, där ett koordinatsystem x, y inlagts med origo vid fästet och x-axeln riktad mot klingspetsen och a antar värdena a_V respektive a_H i de båda fallen.

I fallet V gäller att klingan utknäckes enligt Eulers fall II i en sinusbåge $y = a_V \sin \pi x/l$ så att maximimomentet blir $M_V = Qa_V$, där $Q = \pi^2 EI/l^2$ och $I = bh^3/12$. Maximispänningen blir då

$$\sigma_V = \frac{M_V h}{2I} = \frac{\pi^2}{2} \cdot \frac{a_V h}{l^2} E \qquad (V)$$

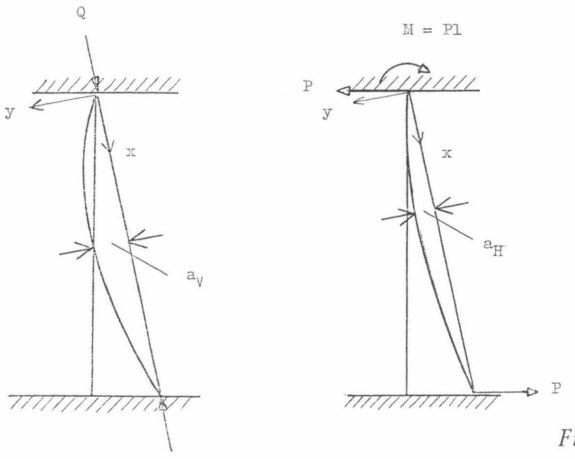


Fig. 16. Deformation vid klingprovning. Bending deflection at sword blade testing.

I fallet H gäller i stället att momentet i en godtycklig punkt x blir $M(x) = P(l - x) = -EIy''$ med villkoren $y(0) = 0$, $y(l) = 0$. Integration ger $-EIy' = P(lx - x^2/2 + C)$ där C = konstant. Vidare $-EIy = P(lx^2/2 - x^3/6 + Cx)$ där $C = -l^2/3$. Här blir $y_{max} = a_H$ och inträffar för $x = l(1 - 1/\sqrt{3})$, alltså $a_H = Pl^3/9\sqrt{3}EI$, så att maximispänningen i detta fall blir

$$\sigma_H = \frac{Plh}{2I} = \frac{9\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{a_V h}{l^2} E \qquad (H)$$

Vid i övrigt lika förhållanden dvs. $a_V = a_H$ erhålles för kvoten $\sigma_V : \sigma_H$

$$\frac{\sigma_V}{\sigma_H} = \frac{\pi^2}{2} \cdot \frac{2}{9\sqrt{3}} = 0{,}63$$

dvs. fall V innebär ett lättare prov än fall H.

Vi har här $a/l \geq 1/3$. Antages t. ex. $h/2l = 1/500$ och $E = 200000$ N/mm² = 20000 kp/mm² får man en fordran

$$\sigma_V \geq \pi^2 \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{500} \cdot 200000 = 1320 \text{ N/mm}^2 \cong 132 \text{ kp/mm}^2$$

medan formel (H) skulle ge

$$\sigma_H \geq 2100 \text{ N/mm}^2 \cong 210 \text{ kp/mm}^2$$

Hursomhelst innebär den under Gustaf III nytillkomna fordran i realiteten en sträckgränsfordran (egentligen stukgräns-) för materialet, intressant därför att det torde vara första gången överhuvudtaget som en dylik förekommer. Det kan tilläggas att detta icke är enda gången som provningsverksamheten fått impulser från militärt håll. Vi återkommer härtill i ett följande avsnitt.

Pehr Lagerhjelm

Vi har i ett tidigare avsnitt sett hur Lagerhjelm gjorde sitt livs bestående vetenskapliga insats med utgångspunkt från en rent praktisk frågeställning: lönar det sig att i Sverige införa den i England utvecklade metoden att varmvalsa stångjärn?

I England hade Lagerhjelm 1825 hos en firma Brunton o. Co, Kättingfabrik, haft tillgång till en hydraulisk dragprovmaskin, vars konstruktion hölls strängt hemlig. Beträffande denna maskin skriver Lagerhjelm i en not på sid. 19 av sin tidigare citerade avhandling "Denna machin var construerad 1813 av Hr Fuller, och sannolikt på samma grund som Brahmas präss". Det har visat sig att engelsmannen Thomas John Fuller sedermera erhöll patenten nr 5859 av 1829.10.28 och nr 5943 av 1830.06.19, "Mechanical Power applicable to machinery of different description". Därmed blir det begripligt att man 1825 i England var återhållsam att meddela något om dess konstruktion.

Efter hemkomsten avgav Lagerhjelm den 1 nov. 1825 rapport till fullmäktige i Jernkontoret. Det hade befunnits att det hammarsmidda järnet var betydligt ojämnare än det valsade. Fullmäktige beviljade nu anslag till fortsatta försök. Lagerhjelm hade trots hemlighetsmakeriet förstått konstruktionsprincipen för den fullerska maskinen och efter anvisningar kunde nu G. Broling konstruera och bygga en maskin för 10 tons maximalbelastning, se Fig. 17. Nödiga medel, 1 000 à 1 500 rdr b:co anvisades och maskinen kunde demonstreras vid Brukssocietetens sammanträde 1826. Man arbetade snabbt. Den 26 febr. samma år godkände Fullmäktige Lagerhjelms plan för försöken och dessa sattes omedelbart i gång under medverkan av V. Hammarskjöld, som även bidragit till maskinens utformning. Dessutom samarbetade Lagerhjelm med andra, särskilt med J. J. Berzelius, E. Rothoff och G. Broling.

Den hydrauliska dragprovmaskinen i Fig. 17 är på sitt sätt märklig. Som framhållits av Timoshenko kom den att stå modell för den maskin som sedan användes av G. Lamé i St. Petersburg vid hans grundläggande experiment till bekräftande av elasticitetsteorien. Därmed blev den också urbilden vid utvecklingen av hydrauliska dragprovmaskiner på kontinenten intill våra dagar.

Lagerhjelm gjorde sålunda sina "försök att bestämma valsadt och smidt stångjerns täthet, jemnhet, spänstighet, smidbarhet och styrka" (17). Jag förbigår här de i avhandlingen medtagna omfattande utred-

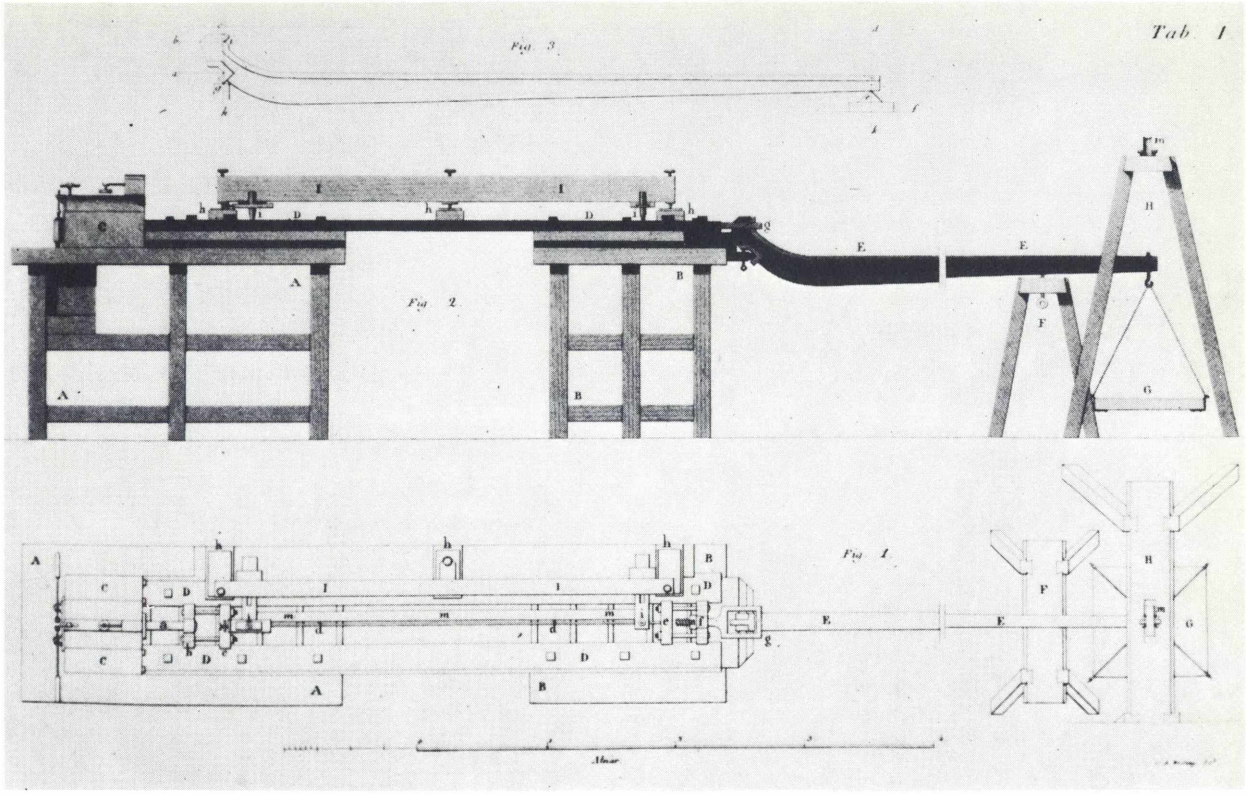


Fig. 17. Lagerhjelms hydrauliska dragprovmaskin.
Lagerhjelm's hydraulic tensile testing machine.

ningarna angående färskning och räckning av försöksmaterialet vid olika svenska bruk och engelska valsverk.

Järnets "spänstighet", d. v. s. elasticitet, undersöktes med statiska försök i töjning (dragning), böjning och vridning inom och utöver elasticitetsgränsen samt dessutom genom vridsvängningar. Töjningsförsöken gjordes i den nämnda hydrauliska dragprovmaskinen på stänger med en mätlängd av 6 fot, d. v. s. c:a 1 800 mm. Förlängningarna uppmättes med mikroskop med 30 gångers förstoring. Härigenom uppnåddes tillfredsställande känslighet vid töjningsmätningar. Böj- och vridningsförsöken ävensom svängningsförsöken gjordes i en särskild rigg, se Fig. 18, där stängerna var fast inspända i ena ändan vid vrid- och svängningsförsöken, fritt upplagda vid böjförsöken. Vid svängningsförsöken var på den fria ändan en svängmassa påsatt.

Redogörelsen för resultaten är ambitiös; man följer grundsatsen: "att nemligen göra Läsaren alldeles oberoende av vårt eget omdöme".

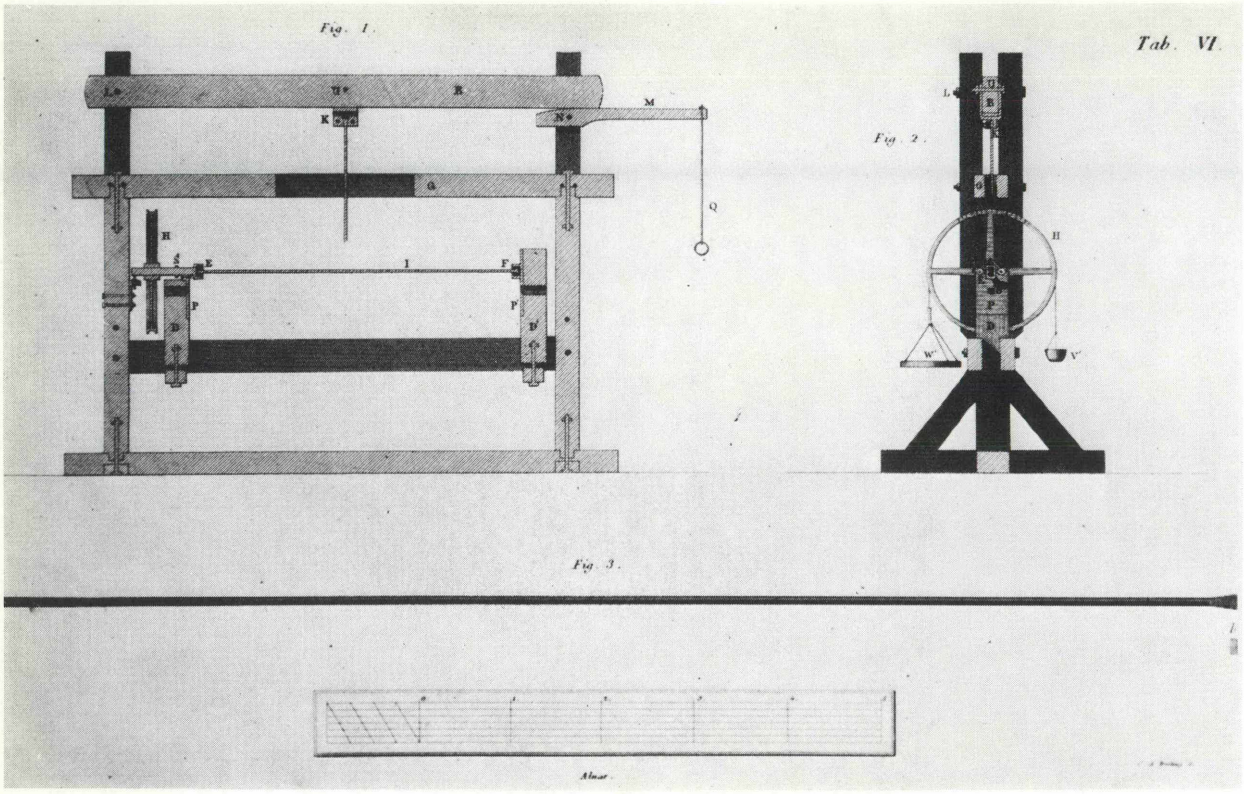


Fig. 18. Lagerhjelms böj- och vridprovmaskin.
Lagerhjelm's testing machine for bending and torsion.

Han börjar med att redovisa spänstighetsförsöken ty spänstigheten är en "egenskap, hvars undersökning icke förändrar jernets tillstånd". Denna del av experimenten utfördes alltså tidsmässigt först.

Sedan elasticitetsteorierna etablerats på sätt som ovan redovisats under A, kunde Lagerhjelm jämföra värdena på elasticitetsmodulen E i de fyra fallen: töjning, böjning, vridning och vridsvängningar. Han fann att värdena på E blev lika inom försöksfelen för 63 undersökta stänger, varav 33 rundstänger och 30 fyrkantstänger. Ej heller kunde någon åtskillnad göras mellan engelskt järn (14 stänger) och svenskt (resten).

Med garvning förstås följande behandling av provstångsämnena: utsmidning, omläggning, hopvällning och förnyad utsmidning, varigenom den effektiva utsmidningsgraden blir betydligt större än vid enbart en gång utsmidd eller valsad stång. Ej heller garvning innebar någon skillnad med avseende på elasticitetsmodulen E. Författaren

jämför sina resultat med andra forskares (Duleau, Tregold), som ej utfört ens tillnärmelsevis så omfattande försök, och finner god överensstämmelse.

Lagerhjelm säger på sid 219 "men deremot draga vi af dessa resultat den följd, att garfningen ökar jernets spänstighet". Detta torde vara en felskrivning. Det framgår av sammanhanget att han avser "spänstighetens gräns", d. v. s. vad vi skulle kalla sträckgränsen eller kanske hellre resttöjningsgränsen. Författaren har jämfört även denna storhet för de försök, där den bestämts (inalles 28) och anser sig icke kunna draga några bestämda slutsatser av för lågt antal prov. Spridningen är också betydande, som man kunnat vänta.

Lagerhjelm går så över till en granskning av de olika undersökta *järnsorternas täthet* och "brakfrihet" och uppför så följande ordningsföljd "då man vill vinna ett homogent järn":

1) garvat och valsat svenskt stångjärn
2) engelskt bästa stångjärn och linjärn (här avses kättingjärn)
3) ogarvat och valsat svenskt stångjärn
4) garvat och smitt d:o
5) ogarvat och smitt d:o

Järnets "skufbarhet" (sic!) undersöktes genom

1) mätning av den förlängning som 1 fot av stången undergått vid brott nedan betecknad δ_{fot}
2) genom mätning av brottytans dimensioner
3) genom prov på smidbarhet, härdning och vridning m. m.

Lagerhjelms skufbarhet är sålunda det vi numera mäter med hjälp av "förlängning och kontraktion", alltså materialets tänjbarhet. Han fann därvid exempelvis följande värden för δ_{fot} som medeltal för 20 prov:

a)	ogarvat och valsat svenskt stångjärn	21.97 procent
b)	garvat och valsat svenskt stångjärn	18.77 "
c)	engelskt stångjärn och linjärn	17.98 "
d)	garvat och smitt svenskt stångjärn	8.76 "
e)	ogarvat och smitt svenskt stångjärn	5.05 "

Järnets "jemnhet" undersöktes därigenom att varje fots sträckning hos provstängerna vid dragprovet blev uppmätt under avslitningen. Därjämte observerades stångens "rakhet, buktighet eller vridna ställning" efter avslitningen jämte brottytans utseende. Som mått på olikformigheten togs förhållandet mellan maximi- och minimiför-

längning hos varje fot av provstången. Ordnade efter växande värde på detta förhållande erhöll Lagerhjelm "följande ordning, då man vill vinna ett homogent jern":

1) garvat och valsat svenskt stångjärn
2) engelskt bästa stångjärn och linjärn
3) ogarvat och valsat svenskt stångjärn
4) garvat och smitt d:o
5) ogarvat och smitt d:o

Den stora spridning i materialegenskaper som härvid ådagalades särskilt hos det ogarvade och smidda svenska stångjärnet ger oss en nyckel till att den mekaniska materialprovningen och särskilt dragprovet tog så lång tid att slå igenom. Det lönar sig icke att söka dimensionera konstruktionerna efter t. ex. brottgränsen, då denna uppvisar stor spridning. I våra dagar upplever vi något liknande när man vill införa hållfasthetsberäkningar för konstruktioner som skall utföras i plastmaterial, där hållfasthetssiffrorna alltjämt uppvisar stor spridning, även om polymerkemisterna gjort åtskilligt för att minska spridningen.

Åtminstone i Sverige hade ingen före Lagerhjelm ens tillnärmelsevis företagit så ingående undersökningar av stålets egenskaper. Först genom honom infördes kvantitativa bestämningar av materialens mekaniska egenskaper. Men även den samtida internationella litteraturen, så långt det varit mig möjligt att följa densamma, visar att Lagerhjelm var en av de främsta på detta område under denna tid.

Knut Styffe

Den ovan nämnda statliga kommittén föreslog 1863 Kungl. Maj:t att en ingående undersökning av olika järn- och stålsorter skulle genomföras (18). Försöken påbörjades av professorn vid Teknologiska Institutet C. A. Ångström, fortsattes av adjunkten vid Uppsala Universitet R. Thalén samt av ingenjören K. Cronstrand. De slutfördes av Knut Styffe med biträde av ingenjörerna K. Cronstrand och P. Lindell (19). Det är Styffe som redogör för hela arbetet. Man undersökte ett stort antal både svenska och utländska stålsorter med olika framställningsmetod, sammansättning och värmebehandling.

Undersökningen utfördes med samma dragprovmaskin som Lagerhjelm enligt ovan använt. Var den därvid stått uppställd har ej varit möjligt att utröna. Den har ej förekommit på Teknologiska Institutet och ej heller i Jernkontorets dåtida lokaler. Allt talar dock för att

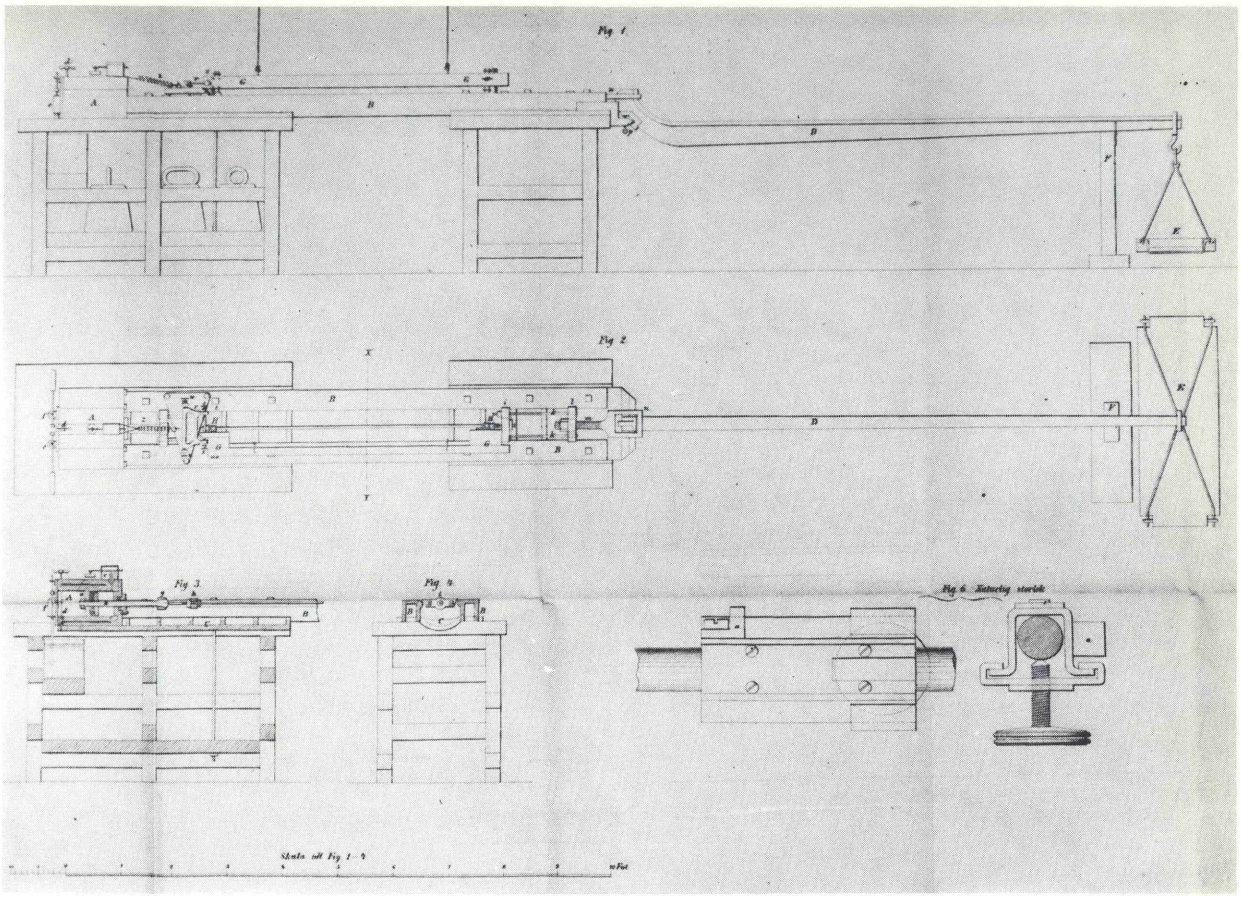


Fig. 19. Styffes förbättrade version av hydraulisk dragprovmaskin.
Styffe's improved version of hydraulic testing machine.

försöken utförts i Stockholm. Efter kritisk granskning av maskinen företog sig nu Styffe att förbättra densamma, se Fig. 19. Han förstärkte därvid stativet, borttog vissa friktioner i gejderna för inspänningshuvudet och förnyade kalibreringen. Han diskuterar felkällor och finner att "näst de fel, som kunna härröra från oriktig bestämning av den elastiska förlängningens storlek, har man att frukta för dem, som kunna begås vid mätningen av stångens genomskärningsarea", ett omdöme som nog står sig alltjämt. Styffe arbetade liksom Lagerhjelm med mätlängder på upp till 6 fot. Han lät justera sina stänger medelst filning, i övrigt förekom ingen maskinbearbetning, lika litet som hos Lagerhjelm. Förlängningsmätningen skedde på samma sätt. Han påpekar att Wertheim, som före honom gjort elasticitetsmodul- och sträckgränsbestämningar, till sina försök använde trådar med 0,3 till

1,5 mm diameter och därigenom visserligen var föga utsatta för fel till följd av deras krökningar. Däremot kunde denne icke med noggrannhet mäta deras genomskärningsarea utan måste uträkna medelarean med ledning av vikten.

Styffe granskar även Wertheims m. fl. definition av "spänstighetens gräns", d. v. s. sträckgränsen och finner att denna, bestämd som resttöjningsgräns blir beroende av den skala i vilken spännings—töjningsdiagrammet blivit uppritat. Styffe har nämligen ambitionen att förlägga resttöjningsgränsen till punkten för diagrammets största krökning. Som ett rationellare mått föreslår han nu den last P för vilken gäller att

$$\frac{\triangle L}{L} = 0{,}01 \frac{\triangle P}{P}$$

där $\triangle L$ är den förlängning av mätlängden L som uppkommer då man vid lasten P får ett tillskott $\triangle P$ under en viss överenskommen tid, vanligen 1 minut. Detta verkar kanske invecklat, men låter sig lätt grafiskt beräknas ur det diagram som man ändock har uppritat. Styffes resultat har på denna punkt kritiserats av J. Bauschinger (1886), men denne forskare synes mig ha underskattat noggrannheten i Styffes mätningar, i det han tycks förbise att denne använde mätlängder på upp till 1 800 mm till skillnad från hans egna som höll sig vid 150 mm.

Proven utfördes dels vid rumstemperatur, dels i köld och värme från —50° till +200°C, en icke föraktlig prestation i anseende till den tidens resurser. Dessutom utfördes böjförsök vid olika temperaturer i en därför särskilt konstruerad apparat.

Av stort intresse är Styffes vid försöken gjorda iakttagelser och övriga reflexioner som redovisas i den citerade rapporten. Han tar upp till kritisk granskning andra forskares resultat (Bauschinger, Wiedemann, Wertheim o. s. v.) och drar slutsatser som blir normgivande för uppfattningen av dessa ting för lång tid framåt. Sålunda uttalar han bl. a. (19).

1) Elasticitetsgränsen, d. v. s. resttöjningsgränsen är otjänlig som karakteristisk materialegenskap enär den beror av mätinstrumentens noggrannhet. Denna iakttagelse var i och för sig icke ny, men Styffe kunde bekräfta den trots att han använde sin ovan anförda förfinade definition av resttöjningsgränsen.

2) Permanenta förlängningen beror av deformationshastigheten.
3) Elasticitetsgräns, tänjbarhet och absolut styrka (d. v. s. brottgränsen) beror av mekanisk och termisk förbehandling på sätt som närmare anges.
4) Fosforhaltens inverkan utredes, en då högaktuell fråga, när Bessemerprocessen höll på att slå igenom.
5) Temperaturberoendet hos elasticitetsgräns, tänjbarhet, absolut styrka och elasticitetsmodul anges inom det studerade temperaturområdet, varvid exempelvis mjukt ståls blåskörhet konstateras, för första gången kvantitativt.

Här gick Styffes resultat delvis emot tidigare forskares. Man hade haft på känn att stålet blev svagare i kyla, t. ex. därför att kätting oftare brister i kyla. Det skulle dröja länge innan slagseghetens temperaturberoende blev klarlagt. Sprödbrottet väntar väl alltjämt på sin fullständiga klarläggning. Nu ansluter sig Styffe till en tidigare av Wertheim framförd uppfattning att t. ex. hjulbandsbrott hos järnvägsmateriel i kyla beror på att markunderlaget då är mycket hårdare och därför stötpåkänningarna större. Denna synpunkt var i och för sig riktig men innehöll väl som sagt icke hela lösningen på problemet.

Styffes skriftliga framställning är mönstergillt klar och välformulerad. Den bär möjligen vittnesbörd om att hans akademiska studier de första åren i Uppsala avsåg en juridisk examen. Ovan har Styffes upptäckt av den s. k. Bauschingereffekten berörts i samband med framstegen i teoretisk hållfasthetslära. Det är tydligt att Styffe på 1860-talet stod på höjden av den dåtida materialforskningen och faktiskt var en av de ledande männen på området under senare delen av 1800-talet. Hans uppgifter i egenskap av överdirektör och föreståndare torde ha utgjort ett effektivt hinder för hans fortsatta forskning, som han tog upp först i pensionsåldern på 1890-talet. Han fungerade som juryman vid världsutställningen i London 1862 och i Paris 1867 och 1878. Presidenten vid den Första Internationella materialprovningskongressen i Stockholm 1897, den kände professor L. v. Tetmajer i Zürich hälsade Knut Styffe som "materialprovningens Nestor, vars försök är klassiska". Styffe avled 1898. Han framstår som en portalfigur för svensk teknisk forskning under senare delen av 1800-talet. Likväl är han numera för de flesta svenska ingenjörer på sin höjd ett namn.

Styffes namn synes även i nyare historisk litteratur ofta vara bort-

glömt. Den omständigheten att Lagerhjelms arbete så ingående refererats av Todhunter and Pearson (8) kan möjligen ha bidragit till att han kommit att spela en framträdande roll i det nutida omfattande historiska verket av J. F. Bell (10) som i övrigt har föga att säga om de svenska bidragen, kanske därför att de publicerats i för författaren svårtillgänglig litteratur. Sålunda saknas Styffe helt hos Bell, medan R. Thalén, som närmast spelade rollen av medarbetare till Styffe finns med. Thalén publicerade emellertid ett mindre arbete i Philosophical Magazine 1865, som citerats. Jag anser S. Timoshenko vara den tillförlitligaste historikern inom vårt område. Hans belästhet är stor och hans överblick utöver nationsgränserna sträcker sig väl fram till andra världskriget.

Brinell

En svensk tekniker vars namn däremot stått sig är Johan August Brinell (1849—1925), se Fig. 20. Han avlade examen vid Borås tekniska läroverk 1871, men var i övrigt enbart självlärd. Han avancerade snabbt inom industrien och var 1882—1903 överingenjör vid Fagersta bruk. Från 1903 till pensioneringen 1914 var Brinell överingenjör vid Jernkontoret. Om hans liv och insatser inom stålets metallurgi som "den siste store metallurgen före metallografiens tillkomst" samt om hans övriga mångsidiga insatser som tekniker kan man läsa i en minnesruna, tecknad av hans efterträdare både i Fagersta och på Jernkontoret, Axel Wahlberg (42).

Brinells namn är internationellt sett knutet till det s. k. brinellprovet på kroppars hårdhet, varvid man mäter storleken av ett kulintryck under viss vikt, verkande under viss tid på provföremålets yta. Med nöje kan man ännu läsa om hur han logiskt kom fram till ett standardiserat dylikt prov i den uppsats i Teknisk Tidskrift 1900, som belönades med Polhemspriset och sedermera också med utmärkelse vid Internationella Materialprovningskongressen i Paris samma år.

Vid brinellprovet mäter man sålunda motståndet mot inträngning i det föremål som skall provas. Idén stammar i princip från Réaumur, som vi kan se i Fig. 12, nere till vänster. Där pressas vinkelrätt mot varandra två kantställda prismor av provmaterialet mot varandra. Brinell pressade i stället en härdad stålkula mot provföremålet under standardiserade förhållanden och uppmätte intryckets dimensioner. Därmed gjorde han, 200 år efter Réaumur, intrycksprovet till ett praktiskt användbart standardprov. Eller, för att uttrycka saken i



Fig. 20. Johan Augusti Brinell.

något modestare form: först så långt efter Réaumur hade tekniken nått en sådan utveckling att man hade någon glädje av hans tanke och kunde tillgodogöra sig densamma. Brinellprovet användes redan från början i viss mån som s. k. oförstörande provmetod. Man har numera övergått från brinellkulan till trubbiga koner eller pyramider som intryckskropp, särskilt vid mätning på hårdare material. Man har också infört s. k. mikrohårdhetsprov, utförda under mikroskop genom att använda belastningar av storleksordningen g i st. f. kg. Likväl kalibrerar man ofta dessa varianter av metoden så att de vid lägre hårdhetstal ger samma hårdhetstal som Brinell. Namnet har sålunda bevarats till eftervärlden.

Sammanfattning

Vi har sett hur den internationella utvecklingen legat före Sverige i vad det gäller elasticitets- och hållfasthetslära. Under 1600- och 1700-talen låg ledningen omväxlande i Italien, England, Frankrike, Schweiz och Holland, men under 1800-talet lyckades vårt land tillkämpa sig en om än blygsam plats på frontvågen. I fråga om materialprovning av metaller och särskilt stål gick vi i Sverige delvis egna vägar, men det tog lång tid innan praktiskt värdefulla metoder kunde utvecklas, d. v. s. metoder som kunde bilda underlag för ingenjörernas dimensionering av konstruktionerna. Fr. o. m. 1800-talet kunde vi ge och ta på jämbördig fot med andra europeiska forskarnationer.

I Frankrike hade krigen under 1600- och 1700-talen stimulerat ingenjörskonsten till kraftansträngningar att bygga vägar, kanaler och fästningar. Detta arbete resulterade som vi sett i P. S. Girards Traité Analytique, som snart skulle följas av den populära Resistance des materiaux av A. Morin (44). Den boken blev översatt till svenska av I. S. Bagge och använd exempelvis vid Falu Bergsskola.

I England började den industriella revolutionen på 1700-talet och kulminerade under 1800-talet under Drottning Victorias regering (45). Där nöjde man sig ofta med enklare handböcker med empiriska formler av typen "A Compendium of Mechanics . . ." av Robert Brunton (46). Liknande böcker fanns också i Tyskland och på övriga håll på kontinenten (47). Dessa handböcker var i regel anpassade till tidens krav. Man får inte glömma bort att det exempelvis inom byggnadskonsten oftast rörde sig om bärande konstruktioner i form av grova träbjälkar och först småningom också gjutjärnsbalkar. För dylika balkar och särskilt för strävor hade man mera nytta av experimentellt grundade empiriska formler, som naturligtvis icke tålde extrapoleras utöver sitt giltighetsområde. Eulers på teoretisk väg härledda knäckningsformler gav dålig approximation. Det skulle komma att bli annorlunda när man gick över till lätta stålkonstruktioner för att nu inte tala om lättmetallkonstruktioner för flygplan och raketer. Härigenom minskades gapet mellan teori och empiri i hållfasthetsläran, men då är vi redan inne på 1900-talet.

Under 1800-talet var det snarast järnvägstekniken och dess krav som blev vägledande för de maximala spänningar som kunde tillåtas eller som det ofta, något oegentligt, brukar uttryckas de "maximalt tillåtna spänningarna". Det var exempelvis tysken Wöhlers undersökningar av orsaken till brott på järnvägsvagnarnas hjulaxlar som

ledde till omfattande provserier och till upptäckten av utmattningsgränsen vid stålaxlar, utsatta för roterande böjning. Den upptäckten underbyggdes vidare av J. Bauschingers, C. Bachs m. fl. omfattande materialprovningar, och ledde till Weyrauchs belastningsfall I, II och III (48) för vilande, pulserande och reverserande last. Motsvarande "maximalt tillåtna spänningar" blev gällande med små modifikationer från 1880-talet och långt in på 1900-talet med hedersplats i sådana ingenjörshandböcker som Hütte och Dubbel, vilka dominerade högskolestudierna för svenska ingenjörer under 1910—1930-talen. Tillämpningen av belastningsfallen I—III vid sammansatt påkänning var under denna tid mera svävande. Man hade visserligen plasticitetsteorin sådan den utvecklats av Saint-Venant och andra kontinentala fysiker. Efter en andhämtningspaus fram till R. von Mises och Th. von Kármán på 1920-talet öppnades sedan av W. Prager och andra vägen till den moderna plasticitetsteorin (49), (50).

För militära ändamål hade sträckgränsen eller stukgränsen, som vi sett ovan, de facto tillämpats i Sverige redan på 1700-talet, åtminstone för klingprovning. Nästa gång sträckgränsen, ävenså då något maskerad, dyker upp är det också i militära sammanhang. Det gällde då provning av ankarkättingar för Flottans behov enligt Reglemente, Svensk Författningssamling no 45, 1835, intagen i Hults bruks historia av Karin Forsberg (51). Där sägs i paragraf 4, s. 2 och 3 att efter valsningen uttaget ämnesjärn vid sträckning skall "anses fullkomligt gott" om det belastas med "hälften av den i bifogade tabell för dess diameter utsatta provvikt utan att avslå glödspån". Vidare "om ämnesjärnet avslår glödspån för 2/5 av provvikten eller brister, detsamma är odugligt till järnkedjors förfärdigande". Glödspån slås av i sådana områden av ett provföremål av mjukt stål, där flytlinjer framtränger till ytan och där sålunda materialet plasticerats, se (52).

Moderna tendenser

Vi har i det föregående visat hur man med elasticitetsteorins hjälp åtminstone i princip kunnat lösa problemet att fastställa de inre spänningarna i en belastad konstruktion. Därefter, likaledes i princip, har man kunnat med plasticitetsteorins hjälp ange när och var materialet når elasticitets- eller sträckgränsen. Mindre framgångsrik har man varit att i mera komplicerade fall förutsäga brottbelastningen, helt enkelt därför att stora deformationer uppträder före brott.

För att komma vidare med hållfasthetsproblemen har därför upp-

märksamheten, sedan man nått fram till bättre materialkännedom, inriktats mot andra håll. Dels har Hooke's lag generaliserats till ickelinjära samband, som gäller t. ex. för konstruktionsmaterialens förhållande vid förhöjd arbetstemperatur. Dels har det visat sig att det man i verkligheten vanligtvis mest fruktar, nämligen att lokalt överskrida materialets brottgräns vid ifrågavarande temperatur, belastningshastighet o. s. v. är ett problem av helt annat slag än det ovan behandlade. Härtill kommer inverkan av upprepade påkänningar, det som brukar betecknas som utmattningshållfasthet.

Till utforskande av dessa olika fenomen har fysiken bidragit med en rad förfinade mätmetoder för observation och registrering. Det har gällt sådana metoder som trådtöjningsgivare, spänningsoptik och elektronmikroskopi, som alla tillkommit under 1900-talet. Brott i materialet, såväl från ytan som inuti, uppstår från svaghetsställen och fortskrider som sprickor och har lett till en ny vetenskapsgren, brottmekanik. Vi har redan tidigare nämnt om utmattningsbrott, som frånsett enstaka iakttagelser först renodlades av tysken Wöhler i mitten av 1800-talet. Vid förhöjd arbetstemperatur beror de fasta kropparnas deformation förutom av töjningen även i hög grad av töjningshastigheten och beter sig i viss mån som en trögflytande vätska. Detta har lett till en annan förgrening, krypmekanik, som har betydelse såväl för metaller över en viss gränstemperatur som även för is t. ex. i jöklar. Icke nog härmed, i många fall uppträder dessa nya fenomen kombinerade. Exempelvis försprödas många material under krypning och ger upphov till mer eller mindre deformationslösa krypbrott, så att vi får en krypbrottsmekanik. Särskilt dessa kombinerade effekter har först på senare år gjorts till föremål för specialundersökningar. Det uppräknade må räcka till för att motivera att denna redogörelse lämpligen kan avslutas vid sekelskiftet 1900.

Källhänvisningar med kommentarer

(1) Bibeln, Nya Testamentet, Apg, Kap. 27, v. 17 (Bibelkommissionens normalupplaga 1883).
(2) Björn Landström, "Seglande skepp", Forum, Stockholm 1969, 183 + 9 ss.
(3) Fritz Stüssi, "Leonardo da Vinci, Erfinder—Maler—Forscher", Stiftung Technorama der Schweiz, anlässlich der Ausstellung Leonardo da Vinci, Winterthur 1971, s. 14—17.
(4) "The Unknown Leonardo", ed. Ladislau Reti, Mc Graw—Hill, N.Y. 1974, p. 212—213.

(5) Galileo Galilei, "Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno à due nuove scienze", Leiden 1638; engelsk översättning, Macmillan Co 1914, Dover Publ., N.Y.: jfr även följande arb. (6). Galileis arbete var känt i Sverige redan 1644 och citerades då av Georg Stiernhielm, se H. Sandblad, Lychnos, Årg. 1942, s. 124.

(6) Ch. Fremont, Congrès International des Méthodes d'Essais, Paris 1900, Communications, Tome I, 1900, p. 351—360.

(7) S. Timoshenko, "History of Strength of Materials", Mc Graw—Hill, New York 1953, 452 pp. Detta förnämliga arbete av den i Tsarryssland utbildade men från 1925 i USA över 40 år verksamme forskaren (1878—1971) har givit honom en överblick och utsikt över nationsgränserna som icke överträffats varken förr eller senare.

(8) Isaac Todhunter and Karl Pearson, "A History of the Theory of Elasticity and the Strength of Materials from Galilei to the Present Time", Vol. I (1639—1850), Cambridge 1886, 924 + 12 pp; Vol. II, 1, 2 (Saint — Venant to Lord Kelvin), Cambridge 1893, 762 + 546 + 12 pp.

(9) A. E. H. Love, "A Treatise on the Mathematical Theory of Elasticity", 4. Ed., Cambridge 1927, 643 pp; särskilt "Historical Introduction", p. 1—31.

(10) J. F. Bell, "Festkörpermechanik", Handb. d. Physik, Bd VI a 1 (Editor C. Truesdell), Springer, New York 1973, 813 pp.

(11) C. Stewart Gillmor, "Coulomb and the Evolution of Physics and Engineering in Eighteenth-Century France", Princeton, New Jersey 1971, 328 pp.

(12) Augustin Cauchy, Bull. d. la Societé philomatique, Paris 1823, p. 9; utgör sammanfattning av en avhandling presenterad för Parisakademien 1822.09.30, som följd av en prisskrift, inlämnad av C.-H. L. Navier, 1820.08.14.

(13) Ivar Fredholm, "Sur les équations de l'équilibre d'un corps solide élastique", Acta matematica, Tome 23, 1900, s. 1—42; se även "Oeuvres Complètes", Malmö 1955.

(14) Hermann Weyl, Rendiconti del circolo matematico di Palermo, Tome 39, 1915, p. 24.

(15) Algot Kronberg, "Pehr Lagerhjelm, vetenskapsman, näringsidkare, politiker", Stockholm 1960, 164 ss.

(16) H. G. Söderbaum, "Jac. Berzelius", Levnadsteckning, Bd II, KVA, Uppsala 1929, s. 113, 209.

(17) Pehr Lagerhjelm, "Försök att bestämma valsadt och smidt stångjerns täthet, jemnhet, spänstighet, smidbarhet och styrka", JKA, Bd 10, senare häftet i 2 delar, 1827; tysk sammanfattning i Poggendorfs Annalen, Bd 13, 1828.

(18) Folke K. G. Odqvist, "Knut Styffe, minnesteckning", föredragen 1970.03.31. Kungl. Vetenskapsakademien, Levnadsteckningar Bd 10, nr 174, Uppsala 1975, s. 259—278.

(19) Knut Styffe, "Om jerns och ståls elasticitet, tänjbarhet och absoluta styrka", JKA Bd 21, 1866, s. 11—142.

(20) Johann Bauschinger, Mitteilungen, mech. -tech. Lab. München, 1886, se även Dinglers Polytech. Journ., Vol. 266, 1886.

(21) Sven Rydberg, "Kring Falu Gruva", Svenska Turistföreningens årsskrift 1972, s. 57—69. Fil. dr Rydberg har välvilligt meddelat mig att han bygger sina uppgifter på en skrift "Falu gruvas ålder i geologisk och arkeologisk belysning", av G. Lundqvist och E. Nordahl, Uppsala 1963, 79 ss.

(22) Alf Grabe, "Den gamla svenska osmundtillverkningen", JKA. Bd 111, 1927, s. 5—61.

(23) John Nihlén, "Äldre järnhantering på Gotland", JKA, Bd 111, 1927, s. 679—725. Jag tackar disponent F. Franzén, Ställbergsverken, för denna dokumentation. Detaljförloppet vid den begynnande brytningen av järnmalm ur berg samt dess bearbetning i hyttor och smedjor är föga känd, men står för närvarande (hösten 1977) i centrum för forskarnas intresse.

(24) Erik Wilhelm Dahlgren, "Järnvräkeri och järnstämpling", Jernkontoret, Stockholm 1930, 343 ss.

(25) Bo Molander, Stångjärnsstämpelsamling, Stenhammarsvägen 11, S-161 52 Bromma. Ingenjör Molander har välvilligt låtit mig ta del av manus till sitt arbete "järn i gamla byggnader", 1976, 55 ss. + 33 fig.

(26) René-Antoine Ferchault de Réaumur, "l'Art de convertir le fer forgé en acier", Paris 1722. Engelsk översättning av C. S. Smith, Univ. of Chicago 1956, 396 pp. + 15 Pl.

(27) Peter van Musschenbroek, "Physica experimentalis geometrica", Leyden 1729; översatt till svenska och med anmärkningar försedd av S. Klingenstierna, "Inledning till Naturkunnigheten . . .", Stockholm och Uppsala, 1747, 610 ss.

(28) Pierre-Simon Girard, "Traité analytique de la résistance des solides", Paris, 1798.

(29) Folke K. G. Odqvist, "Officiell materialprovning i Sverige — en historisk återblick". Statens Provningsanstalt (50 år), Stockholm 1970, 48 ss. Uppgifterna om P. von Wirtz hämtade ur Philander von der Weistritz, "Leben und Thaten des Herrn Paulus von Wirtzen. Köpenhamn och Leipzig, 1756, 135 ss., (översättning från holländskan).
Dansk Biografisk Leksikon, XXVI Band, Köpenhamn 1944, artikeln signerad Rockstroh, p. 363—364.
Nouvelle Biographie Generale, Vol. 6, Blondel (François) Sieur des Croisettes, architecht e mathématicien.

(30) H. I. Hannover, "Om Materialprøvningens Udvikling i Norden . . ." 5. Internationale Kongres for Material . . . undersøgelser, København, 1909, s. 1—22.

(31) Otto Vogel, "Christoffer Polhem und seine Beziehungen zum Harzer Bergbau" Jahrb.d. V.D.I., Bd V, 1913, s. 298—345.

(32) Christopher Polhem, "Om reps hållfasthet", Kongl. Wetenskapsacademiens handlingar, Bd 1.

(33) Axel Liljencrantz, "Christopher Polhems brev", Uppsala 1941—46, 317 ss.

(34) Christopher Polhem, "Efterlämnade skrifter, Del I—IV, särsk. Del I. Teknologiska skrifter, redigerade av Henrik Sandblad, Uppsala 1947, speciellt "Orsaken till det mästa stångjärnets oduglighet här i landet", s. 60.

(35) Dagmar Odqvist, "Förteckning över arkivet, KTH:s Bibliotek", Stockholm 1976, 156 ss.; utgiven i samband med KTH:s 150-årsjubileum. Se särskilt citat av J. G. Gahn m. fl. s. 19.

(36) Folke K. G. Odqvist, Lychnos 1937, s. 148—160. Här citeras Polhems uttalanden om teoriens betydelse.

(37) Em. Swedenborg, "De Ferro . . .", 1734; latin, översatt till svenska av Hj. Sjögren, Stockholm 1923, 477 ss. (folio).

(38) Mårten Triewald, "Är 1728 och 1729 Håldne Föreläsningar på Riddarhuset i Stockholm öfwer Nya Naturkunnigheten . . .", Tryckta hos P. J. Nyström, Stockholm, del I 1735, del II 1736, sammanlagt bortåt 600 ss.

(39) Sven Rinman, "Försök till Järnets Historia . . .", Stockholm 1782, Förra bandet, 471 ss., särskilt s. 439.

(40) Åke Meyersson, "Stockholms Bössmakare", Stockholm 1936.

(41) Heribert Seitz, "Med slag och stickmått", Meddelande nr 18 från Kungl. Armémuseum, 1957, s. 67—79.

(42) Axel Wahlberg, JKA, Bd 109, 1925, s. 645—659.

(43) Johan August Brinell, "Sätt att bestämma kroppars hårdhet jämte några tillämpningar av detsamma", Teknisk tidskrift, årg. 1900.

(44) A. Morin, "Résistance des materiaux . . .", översatt till svenska och försedd med kommentarer av I. S. Bagge, "Morins Handbok i Praktisk Mekanik", Stockholm 1853, 527 ss. + 10 planscher.

(45) S. B. Hamilton, "Sixty Glorious Years: The Impact of Engineering on Society in the Reign of Queen Victoria", Trans. Newcomen Soc., Vol. XXXI, 1958, p. 182—194.

(46) Robert Brunton, "A Compendium of Mechanics or Textbook for Engineers, Mill—Wrights, etc. . . .", 2. ed., Glasgow, 1825, 148 pp.

(47) C. Ar. Ångström, "Konstruktören, en handbok . . .", av F. Reuleaux, bearbetad av förf. Stockholm 1864, 370 ss.

(48) Jacob Weyrauch, "Festigkeits und Dimensionenberechnung der Eisen- und Stahlkonstruktionen . . .", Leipzig 1876, 116 ss., 58 fig.
Förordet börjar med att anföra de utmärkta hållfasthetsundersökningar på järn och stål, som nyligen utförts i Tyskland, England, Sverige och Amerika. De svenska bidrag som avses är tydligen K. Styffes.

(49) W. Prager, "Mécanique des solides isotropes au delà du domaine élastique", Mémorial des Sciences Mathématiques, nr 87, Paris 1937, 66 pp., samt vidare av samma författare "Theory of Perfectly Plastic Solids" (tillsammans med Ph. G. Hodge Jr), New York 1951, 264 pp.

(50) R. Hill, "The Mathematical Theory of Plasticity", Oxford 1950, 354 pp.

(51) Karin Forsberg, "Hults Bruks Historia 1697—1947", Stockholm 1949, 166 ss. Förutom vid Hults Bruk utanför Norrköping tillverkades ankarkättingar vid Furudals Bruk i Dalarna och Hörle Bruk i Småland, båda tillverkningarna igångsatta med stöd av Jernkontoret, se B. Boëthius, Jernkontorets Historia, Del III, 1955, s. 402. Föreskriven provning av ankarkätting utfördes med 100 t hydrauliska provmaskiner av G. Brolings konstruktion.

(52) Folke K. G. Odqvist, "Om sträckgränsen och dess betydelse för hållfasthetsläran", Teknisk tidskrift, Mekanik nr 5, 1933, s. 49—54.

Summary

Solid mechanics as a prerequisite to the development of methods of mechanical testing of materials with special reference to Swedish achievements.

From archaeological findings, beautiful weapons, armour and tools with forms developed during long time are well known. Still, as far as I know, no methods of materials testing have existed before the eighteenth century other than the ancient general rule: the proof of the pudding is in the eating. Early man had to cope with problems of strength as soon as he started to choose stones for arrowheads, wood for bows etc. In the pre-industrial era such choice was determined by the method of cut and try. It took a long time to develop both design and technology.

This may be exemplified by the art of shipbuilding. The naval architects of Pharaoh 2500 B.C. used very much the same design as those twentyfive centuries later who built the ship used by Saint Paul on his voyage to Malta and Rome, as might be inferred from the Bible (Acts *27*, 17). The hulls were strengthened by longitudinal stays to prevent tensile stresses at the bottom when exposed to severe sagging conditions, cf Fig. 1. In other words: Those naval architects must have had some intuitive knowledge of bending stresses in the hulls of seagoing ships.

The principles of statics of rigid bodies were known from Aristotle and Archimedes and still alive through the Middle Ages and the Renaissance. Galileo Galilei, however, seems to have been the first to apply equilibrium conditions for any part, cut out from a rigid body in equilibrium under given external loads.

The cut out part is considered alone with thereupon acting external forces together with the internal forces, acting in the cut and necessary to keep the parts of the body together. This method will be called here, for simplicity, *the method of cuts.*

Galilei, in his wellknown paper of 1638, set out from a simple example of a cantilever beam, see Fig. 4, of length l and rectangular cross section (depth h, width b), clamped into a solid wall at AB and loaded at the free end C with a single downward vertical force P. Applying the method of cuts, he assumes the beam to consist of longitudinal fibres, each taking a constant force σ in its direction per unit of its cross sectional area. The resultant $\sigma.b.h.$ of these forces would then act at mid depth $h/2$ counted from the bottom of the cross section of the beam. Taking moments about the "neutral axis", a horizontal line through B at right angle to BC, he obtained the relation

$$\sigma\, b\, h \cdot h/2 = P \cdot l$$

between the forces in the built-in cross section and the external load P. Adding the rules of similarity, Galilei then expressed the bending strength σ of the beam material in terms of the length of a free hanging wire of the same material, about to break from the action of gravity alone. Thus Galilei was the first to give a mathematical theory of the bending strength of beams. His theory is correct to the present day it the beam material is assumed to follow our diagram, Fig. 5. Galilei, in his fundamental paper, merely had an intuitive conception of the properties of the beam material. His immediate followers in England and on the Continent were mainly interested in the deformation of the beam. They used Hooke's law, without quoting its discoverer, but missed one of the equilibrium conditions for the cut out part of the beam, thus leaving the position of the neutral axis undetermined. So it remained almost through the eighteenth century. The question was settled only through the work of Coulomb and, above all by Cauchy and Navier. The mathematical boundary value problem of the theory of elasticity, i. e. the problem to find stresses and strains in a body of arbitrary shape in equilibrium under given external forces was solved only in this century by the Swede I. Fredholm and the German H. Weyl.

Mechanical testing of materials started in the eighteenth century by Réaumur 1722 and Musschenbroek 1729. Galilei had in 1638 determined the maximum length of a free hanging copper wire to 4 801 cubits, as computed from the atmospheric pressure in proportion to the density of copper. The Dutchman Musschenbroek was the first to use a tensile testing machine built on the principle of the steelyard. He published results of tests on different kinds of metals, wood and other organic substances. These results, together with those of his own and other researchers were published in a book by P. S. Girard at the end of the eighteenth century and thus found their way into the engineering handbooks of the nineteenth century.

In Sweden, few contributions to engineering mechanics were heard of before the nineteenth century. The first remarkable achievement is due to Pehr Lagerhjelm (1787—1856), scientist, politician and factory owner. In order to find out,

if hot rolling, just then developed in England, could be a suitable substitute for the forging used in Swedish bar-iron production at that time, he designed the first hydraulic tensile testing machine, prototype for most continental-built machines of this or similar design, according to S. Timoshenko. Lagerhjelm proved the elastic modules of iron and steel of different hardness as determined from tests in tension, bending, torsion and torsional vibrations to be always the same within the limits of experimental errors. In order to prove this, Lagerhjelm had to solve the mathematical problems of total deformation in bending and torsion of rods of different cross sections. This he did, having no knowledge of the theories of his contemporaries Cauchy and Navier. Particularly his theory of torsion is very complicated indeed, cf Fig. 7. Still his numerical results deviate less from the exact theory of Saint-Venant than Navier's. Lagerhjelms researches were published in Swedish in Jernkontorets annaler 1827. They were translated into German in Poggendorfs Annalen Vol. 13, 1828 and have found their way to most standard works on the history of elasticity and strength of materials.

Forty years after Lagerhjelm, another Swedish scientist Knut Styffe (1824—1898) made series of tests with Lagerhjelms machine, now with improved instrumentation and calibration. In refining the definition of the "elastic limit", he found, as a by-product what is now called the "Bauschinger effect", see Fig. 10, thus forestalling J. Bauschinger by 20 years. He established the unsuitability of the "elastic limit" as a characteristic of the material. The permanent set was found to depend on the speed of loading. The influence of the mechanical and thermal treatment as well as of the ambient test temperature in the range —50°C to +200°C was clarified, further the influence of phosphorus on the properties of steel. Styffe's main achievement though was the creation of the Royal Institute of Technology, Stockholm, where he was Director from 1856 to 1890. Under his leadership this institute was brought up to level with the best foreign technical universities, thus contributing to the solid base for Sweden's modern industrial development. Styffe himself was a highly appreciated authority on metallurgy and materials testing in the late half of the nineteenth century. He served as arbiter or juryman at several international congresses and/or exhibitions in England and on the Continent. Still Styffe's fine scientific achievements seem to have been forgotten in the modern historical texts.

Sweden was the world's largest exporter of iron and steel from the very beginning, even before the viking era and on to about the Napoleonic wars when England took over as a consequence of new inventions in metallurgy. Sweden's superiority had been based upon extremely pure iron ores, plenty of water power and an abundance of charcoal. To begin with, iron was produced in the form of "osmunds", i. e. lumps of malleable iron. Later, from the sixteenth century onwards in the form of forged iron bars. The metal was weighed in at prescribed Swedish staples where it was inspected by certain officials. Thus, already in the Middle Ages, a primitive form of inspection took place. From the sixteenth century on, royal edicts were issued, prescribing weighing, stamping and im-

printing of trade-marks, showing the origine of every barrel, containing Swedish iron or steel bars. In the late seventeenth century a primitive form of materials testing was practiced. Thus a simple form of bending test by means of a "test pole" was used, see Fig. 11. The regulations served a double purpose: to ensure quality and to enable customs-surveillance. They were maintained with but slight modifications until the present time. For special military purposes (sword blades, anchor cables) requirements equivalent to the yield point were prescribed already in the eighteenth and early nineteenth centuries.

In the year 1900 the Brinell hardness test was introduced by the Swedish engineer J. A. Brinell. In fact, as may be inferred from our Fig. 12, he picked up an old idea by Réaumur and modernized it for practical purposes. Modified and completed in different directions, it has retained its value to the present day.

In a short special chapter the development of allowable stresses for engineering structures in the nineteenth century is sketched and commented upon.

De sista värjorna från Wira Bruk

av Lars Edberg

Adjunkt Lars Edberg, verksam vid Wira Museum, belyser en intressant epok i Wira Bruks historia — de sista värjornas tillkomst och öden.

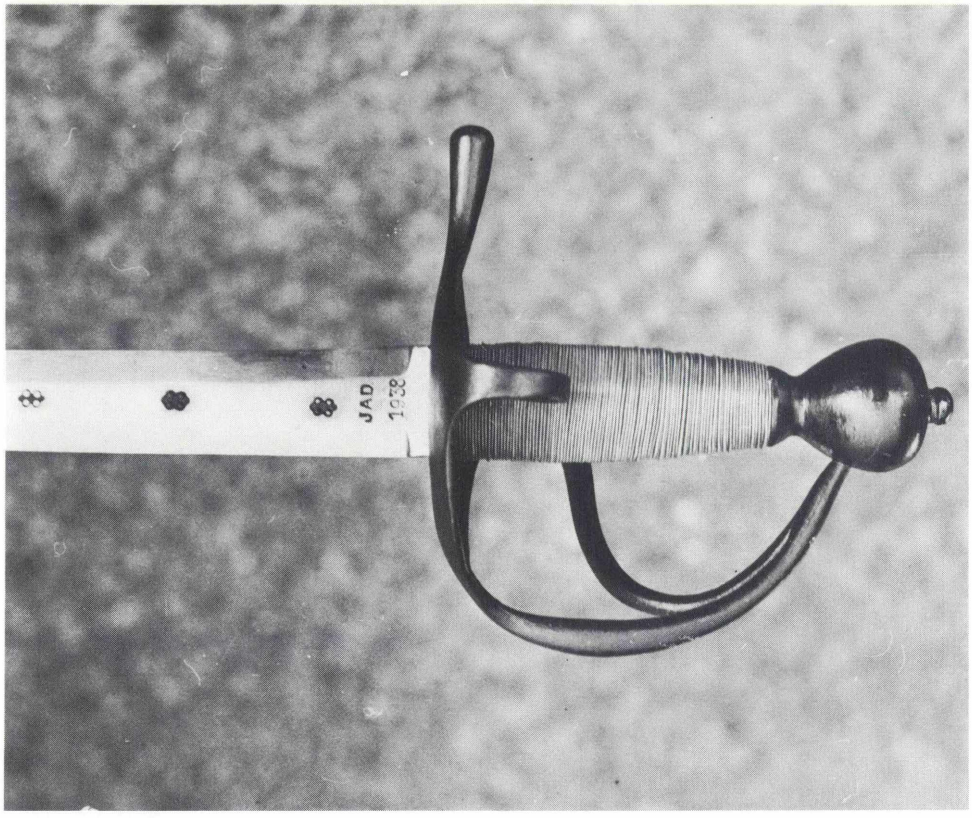
Wira Bruk grundades omkring 1630 som ett vapenfaktori och hade periodvis ensamrätt på leverans av värjklingor till kronan. Sin största kapacitet nådde bruket i början av 1700-talet — under det stora nordiska kriget. Årsleveranser från Wira på 12 000 klingor var under denna period ingen ovanlighet. 1775 förlorade Wira slutligen sina privilegier efter upprepade klagomål på de levererade klingorna. Detta betydde emellertid inte att tillverkningen av klingor helt upphörde vid bruket, endast att Wira i fortsättningen fick arbeta på samma villkor som övriga bruk. Samtidigt gick emellertid Wira också över till en fredligare produktion, och det är symptomatiskt att vid sekelskiftet 1800 lika många liar producerades per år som man hundra år tidigare hade levererat värjklingor. Tiderna var ju nu också betydligt fredligare. Samtidigt sålde dock Wira ännu under de två första årtiondena på 1800-talet mellan två- och trehundra klingor per år.

När tillverkningen av klingor helt avstannade är svårt att säga — räkenskaperna lämnar oss här i sticket — men frågan är om det inte skedde på 1840-talet. Då avlades de sista gesällproven i Wira före skråtvångets avskaffande. John Dahlgren — den siste Wirasmeden — berättar om detta i sina "Minnen och anteckningar från Vira Bruk i Uppland". De två sista smeder som avlade gesällprov skulle enligt honom vara Rikard Törnberg och Adolf Holmström. Holmström hade förfärdigat en värja som prov. Denna värja skulle då möjligen kunna vara slutpunkten i en från 1700-talets slut nedgående produktionskurva. Detta skulle också stämma bra med den uppgiften, att Wira Bruk på 1840-talet ombildades på så sätt att en resolution utfärdades på nedläggning av klingebruket 1842. Två år senare skulle dock enligt samma källa privilegium ha erhållits på att bl. a. uppföra en smälthärd för järnskrot, en hammare för smältorna samt tre knipphammare.[1]

*

Emellertid kom värjsmidet vid Wira att tas upp på nytt, innan hjulen och hamrarna definitivt tystnade 1948. Det var John Dahlgren — den siste smeden vid Wira och ensam i smedjan i 23 år — som såg till att smidestraditionen vid bruket avslutades på ett förnämligt sätt. Tack vare honom slöts cirkeln. Wira hade börjat som klingebruk, och det kom också att sluta som ett sådant.

Det är väl närmast självklart, att de värjor som tillverkades av John Dahlgren inte som sina föregångare var avsedda att användas



Dahlgrensvärja tillverkad 1938. (Foto förf.)

i krig — eller ens att bäras till uniform. De köptes i stället av samlare och andra som ville ha en Wira-värja innan det var för sent. Det är om dessa värjor — de s. k. Dahlgrenvärjorna — denna uppsats handlar.

*

En genomgång av det källmaterial jag haft till mitt förfogande för denna undersökning är kanske här på sin plats.

Först och främst finns då själva värjorna, av vilka ett 15-tal har spårats upp. Vidare lämnade Dahlgren efter sig ett förhållandevis stort material i form av ritningar, arbetsanteckningar, korrespondens m. m. Dessa papper finns i Wira Museums arkiv genom hans efterlevande systers, Fanny Dahlgren, försorg. Av särskilt intresse är här Dahlgrens egen förteckning över de värjor han gjorde. Vi kan där år för år följa tillverkningen och till och med för varje enskild värja få



John Dahlgren vid knipphammaren 1926. (Foto Tage Bergh)

uppgift om vem som har köpt den. Där finns också anteckningar om pris. Förteckningen upptar 75 värjor mellan åren 1916 och 1947. Till dessa kommer hans eget exemplar, som inte finns med i förteckningen. Den samlade upplagan av Dahlgrenvärjor skulle alltså vara 76 — en siffra som nog får anses ganska säker med tanke på Dahlgrens ordentlighet och noggrannhet.

En kronologisk förteckning över värjorna med uppgift om tillverkningsår och första köpare eller beställare finns i slutet av denna uppsats. Jag tror inte det kan existera många, om ens något mer exemplar, som inte finns förtecknat.

Siffran 76 värjor under 32 år kan synas låg. Då får man emellertid tänka på att Dahlgren försörjde sig själv och två systrar på att smida liar, yxor, knivar och andra nyttiga saker. Värjsmidet var — åtminstone till en början — av underordnad betydelse för honom, närmast en hobby. Före 1936 tillkom endast tre värjor. För åren från 1936 till 1947 fördelar sig antalet på följande sätt:

1936	1 ex	1940	4 ex	1944	—
1937	7 ex	1941	1 ex	1945	14 ex
1938	14 ex	1942	1 ex	1946	15 ex
1939	4 ex	1943	3 ex	1947	8 ex

Nedgången under krigsåren är ju tydlig, liksom den snabba uppgången under fredsåret 1945. Den sista värjan såldes i augusti 1947. Året därpå dog John Dahlgren, 82 år gammal.



Interiör av Dahlgrensmedjan 1925. Till höger om dörren lieämnen. I bildens vänstra kant skymtar den vattenhjulsdrivna fläkt, som Dahlgren installerade och som delvis kom att ersätta bälgen. (Foto Oscar Halldin)

Av övrigt källmaterial finns en hel rad intervjuer med Dahlgren i olika tidningar och tidskrifter, där han berättar om sitt värjsmide. Han var ett flitigt anlitat intervjuoffer och förekom t. o. m. i amerikansk press. "The Phila Inquirer" hade i april 1946 ett reportage med titeln "Sweden's oldest armourer". Större källvärde har dock en del radiointervjuer som gjordes med Dahlgren, främst Lars Madséns av 1941.

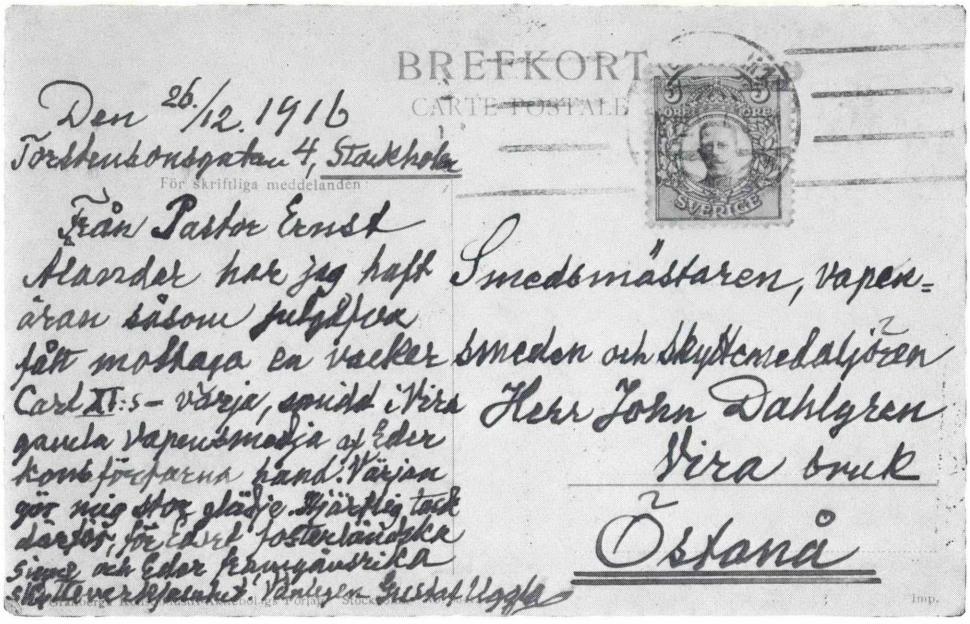
Slutligen måste jag nämna mina egna hågkomster av Dahlgren. Jag var 22 år när han dog och tillbringade många stunder hos honom i smedjan och på hans vindskammare. Jag har ganska klara minnesbilder av de flesta momenten vid hans värjsmide. Särskilt väl minns jag de problem han hade att brottas med.

*

Under äldre tid var ett flertal olika yrkesmän engagerade i tillverkningen av en värja. Klingsmeden gjorde själva klingan, medan en fästesmed eller "creutzsmed" svarade för fästet. Gällde det en drabant-, officers- eller kavallerivärja, gjordes fästet oftast av mässing. Det arbetet sköttes vanligen av särskilda gelbgjutare, ibland av svärdfejarna. Sliparen slipade klingan och svärdfejaren slutligen monterade klingan med fästet, lindade kaveln och tillverkade baljan.

John Dahlgren fick göra alla dessa moment på egen hand, och det vore verkligen frestande att säga att många generationers kunskap, erfarenhet och skicklighet inom olika områden till slut samlades hos den siste kvarvarande smeden. Så förhöll det sig emellertid inte. När det gällde värjsmidet fick han lov att på egen hand lära sig allt från början. Konsten att smida en klinga hade inte levt kvar vid Wira. En förträfflig illustration till att det verkligen förhöll sig så får vi i den tidigare nämnda radiointervjun med Dahlgren. På tal om de sista gesällproven frågar Lars Madsén angående Holmströms klinga: "Men han berättade väl även hur själva smidet gick till?" Dahlgrens svar blir: "Nej, det gjorde han inte. Han tvärtom sa att ingen fick tala om för honom hur han skulle bära sig åt. Men det tyckte jag var underligt . . ." Saken var väl helt enkelt den att skulle man bli utlärd gesäll, skulle man vara så skicklig i sitt yrke att man själv kunde räkna ut hur man skulle göra. I precis samma situation befann sig alltså John Dahlgren, när han gav sig i kast med sin första värja.

*


BREFKORT
CARTE POSTALE
För skriftliga meddelanden
SVERIGE
Den 26/12. 1916
Fredsbonsgatan 4, Stockholm
Från Pastor Ernst Ålander har jag haft äran såsom julgåfva fått mottaga en vacker Carl XII:s-värja, smidd i Wira gamla vapensmedja af Eder kompetenta hand. Värjan gör mig stor glädje. Hjärtligt tack därför, för Eder fosterländska sinne och Eder framgångsrika skicklighet i vapensmidet. Vänligen Gustaf Uggla
Smedsmästaren, vapen-smeden och skyttemedaljören Herr John Dahlgren Wira bruk
Östanå
Imp.

General Gustaf Ugglas tackkort till Dahlgren

Hur fick då Dahlgren idén till att börja med värjsmide? Ja, härvidlag torde en avgörande roll ha spelats av en i Roslags Kulla församling då verksam präst, Ernst Ålander.[2] Pastor Ålander var — sitt yrke till trots — militärt intresserad och en ivrig beundrare av såväl Karl XII som första världskrigets Tyskland. Den första Dahlgrenvärjan tillkom ju 1916, mitt under brinnande krig. Ålander hyrde en tid den stuga i Wira, där jag nu bor på somrarna, och min faster har berättat hur han till omgivningens stora förskräckelse brukade vandra fram och åter i stora rummet med en karolinvärja i handen, högljutt deklamerande Tegnérs Karl XII. Samtidigt eldade han famnvedsträn i den öppna spisen så att gnistorna stod som en kvast ur skorstenen. Denna militanta och världsfrämmande präst inspirerade John Dahlgren till att smida sina första karolinervärjor. Han köpte också de två första exemplaren — tillverkade 1916 och 1918 — och gav bort dem till två av sina mest beundrade idoler.

Den allra första värjan av 1916 skänktes som julgåva till general Gustaf Uggla, vars tackkort till Dahlgren finns bevarat i Wira Museums arkiv. Det är adresserat till "Smedmästaren, vapensmeden och skyttemedaljören Herr John Dahlgren, Vira bruk" och lyder som följer:

Från Pastor Ernst Ålander har jag haft äran såsom julgåfva fått mottaga en vacker Carl XI:s-värja, smidd i Viras gamla vapensmedja af Eder konstförfarna hand. Värjan gör mig stor glädje. Hjärtligt tack därför, för Edert fosterländska sinne och Eder framgångsrika skytteverksamhet.

Vänligen
Gustaf Uggla[3]

Värja nr 2, som torde ha påbörjats strax därefter men inte blev färdig förrän 1918, köptes även den av pastor Ålander, och meningen var att den skulle skänkas till den legendomsusade tyske stridsflygaren Manfred von Richthofen, "Röde baronen". Denne sköts emellertid ner i Frankrike den 21 april 1918, d. v. s. innan den tilltänkta hedersgåvan var helt färdig. Den överlämnades då till friherre Lothar von Richthofen, "Röde baronens" bror, och tanken var att den eventuellt skulle ingå i ett Richthofen-museum. Värjan försågs med en graverad text av följande, något bombastiska, lydelse:

Till Tysklands frejdade
stridsflygare
Frih. MANFRED VON RICHTHOFEN
med vänskap och beundran från
Ernst Ålander
Katrineberg, Hälsingland, Sverige
Världskriget 1918
A coeurs valliants rien d'impossible

Denna inskription kompletterades senare med ytterligare en:

Må frih. Lothar von Richthofen
bära denna värja till minne af
sin store broder
och till erinring om sina egna
stolta bragder

Man kan inte låta bli att undra över hur denna omfattande text kunde rymmas på klingan!

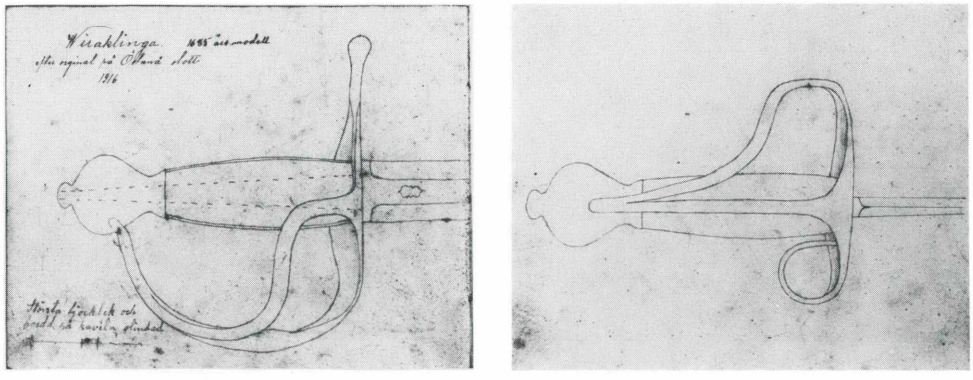
Troligen utförde inte Dahlgren själv graveringen av värjan. En anteckning i hans efterlämnade papper gör det troligt att den detaljen ombesörjdes av Nyströms svärdfejeri, Jungfrugatan 6 i Stockholm. Förmodligen tillverkades också där den balja med gehäng, som kompletterade hedersgåvan.

Jag har försökt få reda på vad som i själva verket hände med Richthofen-värjan och om den ännu finns i behåll.[4] Enligt vad som meddelats av en brorson till "Röde baronen" var alla Manfred von Richhofens hedersgåvor m. m. under mellankrigstiden utställda i ett museum i staden Schweidnitz i Schlesien. I januari 1945 intogs emellertid staden av Röda armén, och museet föll i ryssarnas händer. Samtliga Richthofens utställda tillhörigheter transporterades därefter till Moskva, och någon information om var de nu befinner sig har ej stått att få. En möjlighet är dock att värjan kan befinna sig i det stora krigsmuseet utanför Moskva. Det innehåller endast erövrade vapen från andra världskriget. Allmänheten äger dock inte tillträde dit.

*

Samtliga Dahlgrenvärjor är kopior av 1685 års manskapsvärja för infanteriet. Den närmaste förebilden hittade Dahlgren på Östanå slott, ungefär en halv mil från Wira. Han utförde synnerligen noggranna avritningar och uppmätningar av denna värja, som dock har spetsen avbruten. Klingans längd från fästet räknat är sålunda endast 86 cm. Dahlgren har här antecknat: "Har troligen varit 1 1/2 aln?"

Ritningarna, som finns i två olika exemplar, är daterade 1916. Ursprungsritningarna är utförda på ett enda papper. Därifrån har sedan olika detaljer kalkerats över på mindre blad, som sammanbundits till ett häfte. Detta häfte bär tydliga spår av att ha fungerat som arbetsritning. Där finns kortfattade anteckningar, som gjorts under arbetets gång beträffande mått, vikt, materialåtgång etc. I en särskild



Uppslag med ritningar ur John Dahlgrens arbetsbok

ficka på pärmens insida förvarades också en pappmall till fästet samt en ritning i full skala till själva klingan.

*

Under Wiras storhetstid som klingebruk ställdes mycket höga krav på klingornas kvalitet. De fick vid rustkammaren i Stockholm genomgå hårda prov innan de försågs med proberstämpeln — ett P. De klingor som inte klarade proven kasserades obönhörligen[5]. Det var främst tre krav som ställdes på en god klinga: Styrka, hårdhet och spänst.

Sven Rinman har i "Försök till Järnets Historia" belyst svårigheterna att klara detta problem:

> "Dessa martialiska werktyg fordra det starkaste prof af Stålets både styrka, hårdhet och elasticite. Att kunna erhålla alla tre dessa egenskaper i högsta fullkomlighet, jämte tätheten, uti en enda klinga, bör dock inte begäras. Skall styrkan vinnas, måste klingan äga någon mera tjocklek och däremot swarande mindre längd, eller wara försedd med skarpa uphögde ryggar på bägge flata sidorne: och i den händelse kan hon ej wara så böjelig, som en tunn Spasser-Klinga eller Sabel. Hårdheten i hög grad kan ej heller winnas mer än uti korrte Hirsch-fängare och Jägare-Klingor, som ändteligen böra kunna bita på Järn och ohärdat Stål, men tåla då icke gerna att böjas till så stor båge, som en tunnare, utan att brista. Konsten består då däruti att, efter yttersta möjelighet, förena dessa tre egenskaper efter omständigheterna."

Det svåra problem som Rinman här diskuterar, försökte John Dahlgren bemästra genom att i klingämnet hetsa (välla) samman två olika sorters stål. Han berättar om detta för Lars Madsén:

> "När jag gör en värja, gör jag den av två sorters stål. I mitten av värjan ligger det ett fjädrande stål. I eggarna är det inlagt ett gott eggstål. Det hetsas tillsammans när biten är kort och grov. Så dras klingan ut och sedan börjar man smida den . . ."

När Dahlgren säger att klingan "dras ut", syftar han förstås på att den korta och grova stålbiten under knipphammaren bultades ut till ett längre och smalare klingämne. "Sedan började man smida den", d. v. s. handsmidet sätter in.

Detta tillvägagångssätt ledde emellertid för Dahlgren till ett stort problem längre fram i tillverkningsprocessen. När klingan var färdigsmidd, vidtog den känsligaste proceduren — härdningen. Denna till-

gick — liksom vid allt eggsmide — så att klingan först upphettades över kolelden, och därefter hastigt nedsänktes i kallt vatten. Eggstålet fick då sin rätta hårdhet. Härvidlag hände det emellertid vid upprepade tillfällen att brott uppstod i gränserna mellan de två stålsorterna. Detta skulle givetvis ha blivit så gott som osynligt vid den efterföljande slipningen och poleringen, men det är ett gott vittnesbörd om Dahlgrens yrkesstolthet och kvalitén på de 76 värjorna att sådana klingor omedelbart kasserades.

I Madséns intervju berättar Dahlgren också om en annan, äldre metod att tillverka klingor, som han hört talas om i Wira:

> "Om jag skulle berätta vad jag hört, hur de gamla gjorde klingorna. Det är en smed, numera avliden, men han var gammal då. Han talade om vad hans far hade berättat för honom — — — När dom skulle göra en klinga så hade dom en stålskiva och en järnskiva och en stålskiva och en järnskiva, flera stycken, och lade dom ovanpå varandra och hetsade detta tillsammans. Sedan vek dom den där delen dubbel och hetsade och drog ut, och vek den dubbel en gång till och hetsade och drog ut igen, så att biten vart kanske åttkantig. Sen vred dom detta gods — det var ännu kort och grovt då — så att järntågor och ståltågor blev blandade liksom i spiral. Och av detta drogs klingämnet ut. Och så smeds klingan."

Den ovan beskrivna metoden kände också Sven Rinman till, men han rekommenderade den inte:

> "Järns inläggning midt uti Stålet, hwilket på somliga ställen brukas för Klingor, ökar wäl ännu mera segheten, men Stålet förlorar ock härigenom mycket af sin Spänstighet och blir benäget att lama eller krokna wid stark påkänning — Således kan wäl ett sådant Stål wara tjänligt för Bordknifwar, m. m., som skola utstå stark brytning — — — men ej för Wärjeklingor, som fordrar fullkomlig elasticite."

*

På originalvärjorna m/1685 kan klinglängden variera något, i allmänhet mellan 86,7 och 92 cm. Detta hänger samman med en bestämmelse vid klingornas probering. Om en klinga därvid bröts av, men brottet skedde på mindre än en tums avstånd från spetsen, kunde den ändå godkännas och spetsen kunde smidas om. Det var därför vanligt att smederna tog till klinglängden något i överkant för att klingan ändå i sådana fall skulle vara modellenlig, vilket den var även om den var för lång.

Sådana variationer förekommer av naturliga skäl ej ifråga om Dahlgrenvärjorna. De mäter samtliga från fästet till spetsen "1 aln 14 tumm = 92 cm".

Ytterligare en del sifferuppgifter ur Dahlgrens anteckningar kan kanske ha sitt intresse, då de i viss mån belyser tillverkningsprocessen och den noggrannhet den kännetecknades av:

Klingan, grov (innan blecken smides)	väger 1 kg 1 hg
Klingan, smidd	väger 1 kg
Klingan, slipad	väger 9 hg

Dessa siffror gäller alltså själva klingan, utan fäste. Den färdigmonterade värjan skulle enligt en anteckning från 1945 väga 1 1/2 kg. Detta kan jämföras med Dahlgrens modellvärja från Östanå som enligt en annan anteckning vägde "2 ℔ 93 ort", d. v. s. i runt tal 1,1 kg. Men då saknas ju flera centimeter av klingan, som också är hårt nedslipad. En oskadad värja av 1685 års modell brukar väga mellan 1,1 och 1,3 kg, men även en sådan är i regel slipad flera gånger och har förlorat en del av godset.

*

Vi låter John Dahlgren fortsätta sin berättelse för Lars Madsén. Han har nu hunnit fram till fästet:

> "Ja, fästet består ju av en parerplåt med parerstång med knopp och tre byglar — en rak som ligger under och skyddar fingrarna, och en krökt bygel som skyddar överdelen av handen och en liten bygel, som kallas för tumbygel, där man sätter in tummen för att ha ett fast grepp om värjfästet — — —
>
> I bakre ändan på fästet finns en ganska stor och tung spjärnkula, som har till ändamål att det ska vara kraft i stöten. Klingan är lätt och fästet tungt. Det ska göra att det blir kraft i stöten, har jag hört sägas. Så gör jag mina klingor."

Till denna utmärkta beskrivning av fästet på 1685 års kommissvärja kan fogas att den raka bygeln och den krokiga, som båda är utsmidda från parerplåten, förenas till *en* bygel närmare spjärnkulan och där intappas i ett hål. Enligt en anteckning av Dahlgren sker föreningen 4 1/2 tum från den raka bygelns början vid parerplåten. Observeras bör att samtliga tre byglar på Dahlgren-värjorna är utsmidda från parerplåten. Detta är inte alltid fallet med originalvär-

jorna, där det ibland förekommer att någon av byglarna hetsats fast vid plåten.

Vidare kan tilläggas att den bakre delen av spjärnkulan är utformad till en s. k. nitknapp. Mot denna nitas den utstickande delen av klingans tånge, då klinga och fäste fogas samman. Över tången har då först en träkavel trätts. Dahlgren hade sinne för det sublima. Till kaveln använde han inte vilket virke som helst. För detta ändamål nyttjades s. k. svartek från ett utanför Östanå sjunket ryskt krigsfartyg. Namnet Ryssmasterna bär ännu vittne om händelsen. Kaveln lindades till slut med slät mässingstråd av 1 mm tjocklek. Till varje värja gick det åt 10 m tråd.

*

John Dahlgren har själv uppgivit, att det i början tog honom ungefär tio dagar att färdigställa en värja, men att denna tid med ökad vana nedbringades med en eller annan dag. Priserna varierade något, men under 1940-talet låg normalpriset på 100 kr. Det högsta pris Dahlgren har antecknat är 135 kr år 1947.

*

Man möter ibland den kritiken mot Dahlgrenvärjorna att de i handeln skulle kunna förväxlas med originalvärjor. Detta är av flera orsaker helt uteslutet. Trots — eller kanske tack vare — det kärleksfulla arbete och den omsorg Dahlgren lade ned på varje värja, skiljer de sig från de äldre värjorna i flera avseenden:

För det första är helhetsintrycket ett helt annat. Dahlgren-värjorna ser nya och oanvända ut, vilket de ju också är. Klingan har sin ursprungliga form och blankhet kvar, medan en äldre värja så gott som alltid är nedslipad — och även om så inte är fallet har den under 250 år förlorat det mesta av sin glans.

Tydligast märks kanske skillnaderna på fästet. Dahlgrens fästen är utomordentligt välsmidda och jämna, medan originalvärjornas fästen bär mycket tydliga spår av masstillverkning. Särskilt parerplåten är ojämn, och märken efter smideshammarens slag är ofta synliga.

Kavellindningen är ytterligare en särskiljande detalj. De gamla värjorna är lindade med tre varv enkel tråd, ett varv flätad tråd, tre varv enkel o. s. v. Dahlgren använde endast enkel tråd. Påpekas bör

emellertid att det förekommer Dahlgrenvärjor, som fått lindningen ersatt enligt det gamla maneret. Dessa värjor har alltså inte originallindning.

På de gamla värjorna avslutades dessutom lindningen i kavelns båda ändar av vackert flätade ringar av mässingstråd. Dessa ringar saknas på Dahlgrens värjor.

*

Slutligen kommer vi till problemet med stämplingen av klingorna. Originalvärjorna av 1685 års modell är ju ganska enhetligt stämplade. De är samtliga försedda med tre stämplar på den flata mittåsen på vardera sidan av klingan. Stämplarna förekommer i flera olika varianter. Enligt en allmänt spridd uppfattning är de dock inte att betrakta som bruks- eller fabriksstämplar utan snarare som prydnad. Här är inte platsen att diskutera detta omfattande problem. Emellertid är det väl knappast troligt att olika bruk använde identiska stämplar, och det borde vara möjligt att få fram vilka typer som användes vid Wira, Kvarnbacka o. s. v.

Klingorna har dessutom i allmänhet närmast fästet den tidigare omtalade proberstämpeln — ett P. Hantverkarstämplar förekommer på tången men är därigenom osynliga på en komplett värja. Proberingen skedde nämligen innan klingan monterats med sitt fäste. När klingan väl klarat provet var det ju ointressant vem som smitt den.

Dahlgrens klingor uppvisar en betydligt rikare och oenhetligare stämpelflora. Detta har emellertid sin naturliga förklaring. Bruket av olika stämplar stadgar sig från slutet av 1930-talet. Fyra olika stämplar kan förekomma — dock knappast alla på en gång:

1. "Prydnadsstämpeln" — inslagen på vanligt sätt tre gånger på var sida.
2. Bruksnamnet "WIRA"
3. Dahlgrens "mästarstämpel" — J.A.D.
4. Tillverkningsåret

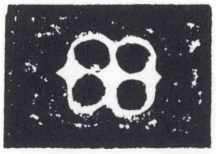
P-stämpeln förekommer av naturliga skäl ej. Stämpel nr 1 finns inte på de äldre värjorna. När Dahlgren började använda den är inte helt klart. Dock kan konstateras att en av de första värjorna, som tillverkades under år 1937 saknar denna stämpel. Den har dock kunnat beläggas på en värja tillverkad sent under 1938. Problemet kompliceras emellertid därav att Dahlgren i flera fall erbjöd sig att i efterhand slå in vad han kallade "Wirastämpeln" på de värjor, som



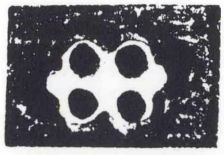
Svärdfejaren i arbete

saknade den. Innan den stämpeln började användas, torde den ha ersatts av namnet "WIRA". Men båda stämplarna kan alltså förekomma på samma värja.

När Dahlgren valde "prydnadsstämpel" för sina värjor, avstod han från den mycket vackra dubbla franska lilja, som pryder hans modellvärja på Östanå. Efter studier i Livrustkammaren bestämde han sig för den variant, som blev hans Wirastämpel — för övrigt *den enda klingstämpel som ännu med säkerhet kan sägas ange Wira som tillverkningsort.* Den skiljes lätt från förebilden, därigenom att stämpelns ytterkanter är avrundade i stället för spetsiga:

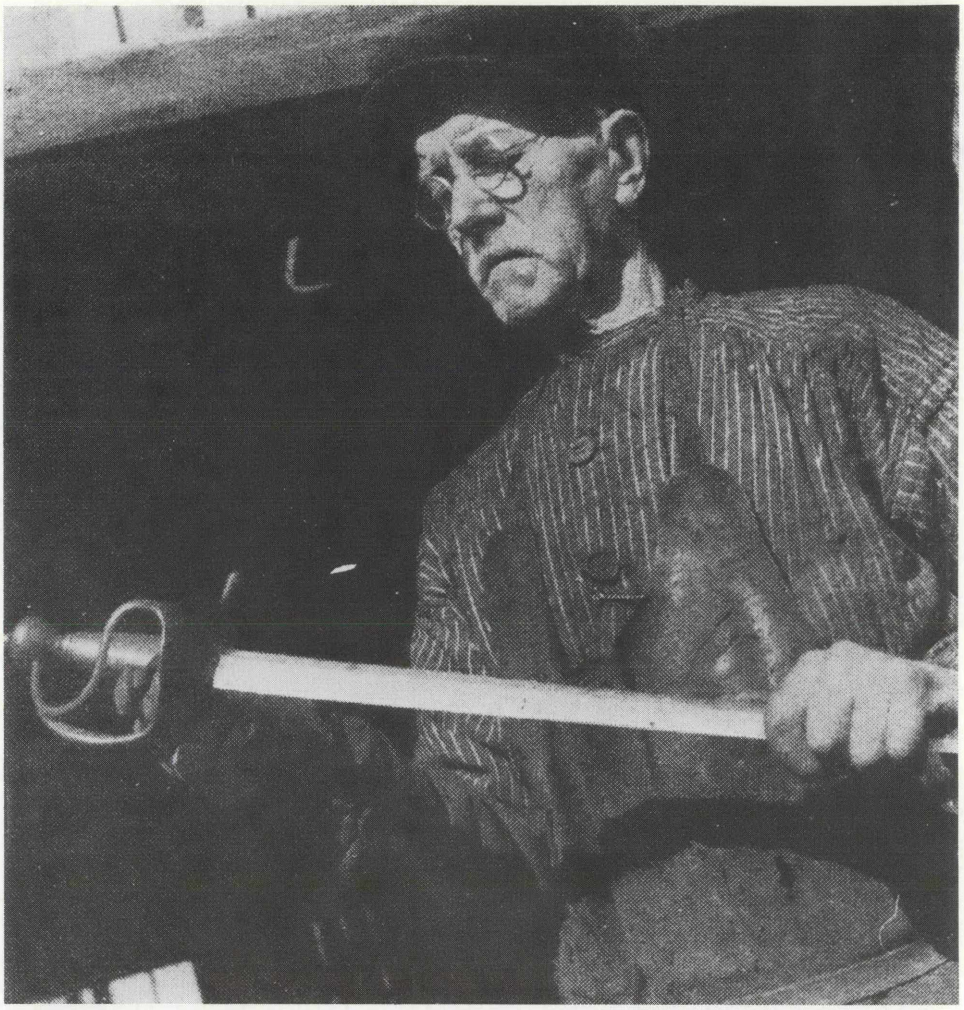


Stämpel på originalvärja



Stämpel på Dahlgrenvärja

Egen namnstämpel började John Dahlgren använda först efter faderns död. Detta framgår klart av en anteckning i hans dagbok för år 1927: "Skaffade mig i år ägna namnstämplar". Stämpeln J.A.D.



En färdig värja granskas i dagsljuset utanför smedjan 1946. (Foto Gunnar Lobråten)

bör alltså saknas på de två första värjorna — möjligen också på nr 3, vars tillverkningsår inte har kunnat fastställas. Namnstämpeln är alltid placerad på tvären på ena mittåsen närmast fästet.

Tillverkningsåret förekommer sällan som stämpel. Av de värjor jag haft möjlighet undersöka förekommer den bara på en enda från 1938.

Senast 1939 torde Dahlgren ha inskränkt bruket av stämplar till att omfatta enbart namnstämpeln och "prydnadsstämplarna".

*

John Dahlgrens sinne för det sublima har omnämnts tidigare. Det höll i sig in i det sista. Han betraktade sin Wirastämpel — "prydnadsstämpeln" — som i det närmaste helig. En av besökarna vid Wira Museum har berättat följande för mig: Hans far var järnhandlare i Stockholm och hade i många år haft affärsförbindelse med Dahlgren, som tydligen fattade förtroende för honom. När Dahlgren 1948 var sjuk och det var tydligt att slutet närmade sig, fick han en dag besök av järnhandlaren. Vid avskedet gav Dahlgren honom sin stämpel och avkrävde honom ett löfte att när han gick ombord på Stockholmsbåten vid Östanå brygga kasta stämpeln så långt ut i sjön som han kunde. Så skedde också. Wirastämpeln skulle aldrig få falla i orätta händer.

Värjor tillverkade av John Dahlgren, Wira

Förteckningen är uppställd i kronologisk ordning och upptar förutom tillverkningsår också förste köpare/beställare. Den bygger på Dahlgrens egen förteckning, men har på vissa punkter kompletterats. I flera fall saknas dock förnamn eller ort. Stavningen av namnen är Dahlgrens.

1916
Nr 1 Pastor Ernst Ålander, Östanå/General Gustaf Uggla, Stockholm

1918
Nr 2 Pastor Ernst Ålander, Katrinedal/Manfred von Richthofen/Lothar von Richthofen

Nr 3 Pastor Ekblad, Östanå

1936
Nr 4 Albin Lagerholm

1937
Nr 5 General Linder
Nr 6 Förvaltare Gunnar Biel, Gävle
Nr 7 Stationsinspektör Gustav Edberg, Härryda
Nr 8 Köpman Eric Bilger, Wira
Nr 9 Folkskollärare Göran Exerman, Djursholm
Nr 10 Med. dr. W. Behrman, Göteborg
Nr 11 Major G. Landby, Göteborg

1938
Nr 12 Kapten Silverstolpe, Stockholm
Nr 13 Löjtnant Murray, Stockholm
Nr 14 Fil. dr. Erik Arrhén, Stockholm
Nr 15 Ingenjör Lindberg
Nr 16 Folksskollärare Eklund
Nr 17 Stationsinspektör Wallerstedt
Nr 18 Kapten Axel Edvards, Stockholm

Nr 19 Herr Beckström, Stockholm
Nr 20 Kontorschef Wilhelm Edberg, Borås
Nr 21 Doktor Fries, Mora
Nr 22 Doktor Fries, Mora
Nr 23 Köpman Sven-Rickard Eriksson, Upplands Väsby
Nr 24 Dir. Söderberg, Göteborg
Nr 25 Dir. Söderberg, Göteborg

1939
Nr 26 Stadsarkitekt Fredrik Wetterkvist, Halmstad
Nr 27 Stadsarkitekt Göran Pauli, Jönköping
Nr 28 Fröken Karin Odenrick, Stockholm
Nr 29 Herr Tore Litfors, Hällnäs

1940
Nr 30 Herr Edvin Edberg, Odensala
Nr 31 Herr Eskil Carve, Stockholm
Nr 32 Fru Gunhild Hinnerson, Stockholm
Nr 33 Stud. Ulf Lindewall, Stockholm

1941
Nr 34 Dr. Thorell, Stockholm

1942
Nr 35 Kamrer Axel G. Johansson, Stockholm

1943
Nr 36 Disponent T. Ulfheden, Romakloster
Nr 37 Landskontorist Rolf von Hedenberg, Lidingö
Nr 38 Fru Gunhild Svenfeldt, Stockholm

1945
Nr 39 Predikant Olsson, Bergshamra
Nr 40 Banktjänsteman Per Johansson, Stockholm
Nr 41 Kapten Freese, Djursholm
Nr 42 Herr Beronius, Åkersberga
Nr 43 Herr Tallén, Spånga
Nr 44 Herr Carl-Julius Anrick, Stockholm
Nr 45 Herr Gustaf Leander, Riala
Nr 46 Friherre Claes Fleming, Stockholm
Nr 47 Kapten O. Schultzberg, Viggbyholm
Nr 48 Fabrikör Sixten Pettersson, Vätö
Nr 49 Herr Carl W. Meyerhöffer, Norrköping
Nr 50 Herr Ingvar Sundström, Enskede
Nr 51 Fru Sylvia Kvist, Östanå
Nr 52 Herr Nils Eklund, Norrtälje

1946
Nr 53 Fröken Maria Marqvard, Wira
Nr 54 Herr A. Staflund, Stockholm
Nr 55 Pastor Tore Davidsson, Arbrå
Nr 56 Löjtnant Fangen, Viggbyholm
Nr 57 Pastor Thore Ekberg, Uppsala
Nr 58 Ingenjör H. Rydin, Djursholm
Nr 59 Herr Axel Karlsson, Östanå
Nr 60 Pastor Tore Davidsson, Gävle

Nr 61 Kamrer Emil Gradén, Enebyberg
Nr 62 Herr Tord Gradén, Stockholm
Nr 63 Herr Ernst Falk, Enebyberg
Nr 64 Fröken Maria Marqvard, Wira
Nr 65 Herr S. E. Svensson, Fristad
Nr 66 Herr Gustaf Karlsson, Riala
Nr 67 Herr Olsson, Vettershaga

1947
Nr 68 Herr Ernst Sköld, Tranås
Nr 69 Bataljonsveterinär Erik Filneby, Brottby
Nr 70 Lärarinnan fru Gustafsson, Sättra
Nr 71 Fabrikör Eklund, Åkersberga
Nr 72 Fabrikör Eklund, Åkersberga
Nr 73 Ingenjör Thor E. Wrambo, Lund
Nr 74 Herr Ragnar Westling, Stockholm
Nr 75 Disponent Nilsson, Stockholm

Nr 76 Smidesmästare John Dahlgren, Wira. (Tillverkningsår för denna värja har ej kunnat fastställas!)

Noter

[1]) Se Erdman—Hildebrand: Uppland-skildring av land och folk.

[2]) Ålander flyttade snart från församlingen — först till Katrinedal i Hälsingland och senare till Gnarp.

[3]) Gustaf Uggla (1846—1924) var 1897—1902 sekundchef för Svea Livgarde. Han blev general 1913 då han avgick ur aktiv tjänst. U. var varm vän av den frivilliga skytterörelsen och från 1909 ordf. i skytteförbundens överstyrelse.

[4]) För de efterforskningar som härvidlag bedrivits i Tyskland står jag i stor tacksamhetsskuld till herr Helmut Schweiger, Berlin.

[5]) Om tillvägagångssättet vid klingprobering se Nordström: Vira — klingsmedja och liebruk.

Källförteckning

OTRYCKTA KÄLLOR

Sveriges Radios arkiv

Madsén, Lars: Intervju med John Dahlgren, Wira, 1941 (nr LB 10739)

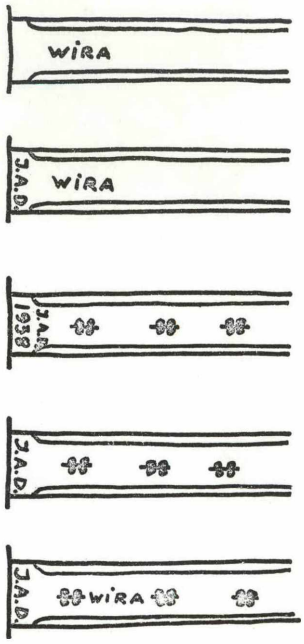
Wira Museums arkiv

Dahlgren, John: Förteckning över tillverkade värjor
Dahlgren, John: Ritningar till värja, 1916
Dahlgren, John: Häfte med ritningar och arbetsanteckningar
Dahlgren, John: Diverse lösa papper med arbetsanteckningar
Dahlgren, John: "Från år till år", dagboksanteckningar 1904—1946

TRYCKTA KÄLLOR

Dahlgren, John:	Minnen och anteckningar från Vira Bruk i Uppland (Notiser från Arbetarnes Kulturhistoriska Sällskap 1931:1)
Erdman, Axel och Hildebrand, Karl (red.):	Uppland — skildring av land och folk, Stockholm 1905.
Nordisk Familjebok	(4:e uppl.), Malmö 1958.
Nordström, Alf:	Vira — Klingsmedja och liebruk, Stockholm 1969
Rinman, Sven:	Anledningar Til Kunskap om Den Gröfre Jern- och Stålförädlingen och dess förbättrande, Stockholm 1772.
	Försök till Järnets Historia med Tillämpning för Slögder och Handtwerk, Stockholm 1782.
Seitz, Heribert:	Svärdet och värjan som arméväpen, Stockholm 1955.
Roslagens Nyheter	d. 24/12 1918: En hedersvärja från Roslagen
The Phila Inquirer 1946:	Sweden's oldest armourer.
Folket i Bild 1946:24:	Vapensmeden på Wira (rep. Gunnar Lobråten).
Svenska Dagbladet	d. 30/8 1974: Så dog Röde baronen (sign. Torbjörn).

Några stämpelvarianter på Dahlgrenvärjor



Volvos tidiga år

av Björn-Eric Lindh

Björn-Eric Lindh är verksam vid Tekniska Museet och har veteranbilar och automobilhistoria som hobby. Lindh är även redaktör för Autohistorica, Automobilhistoriska Klubbens organ, alltsedan starten 1965 och har publicerat talrika artiklar och flera böcker i fordonshistoriska ämnen.

Förhistorien

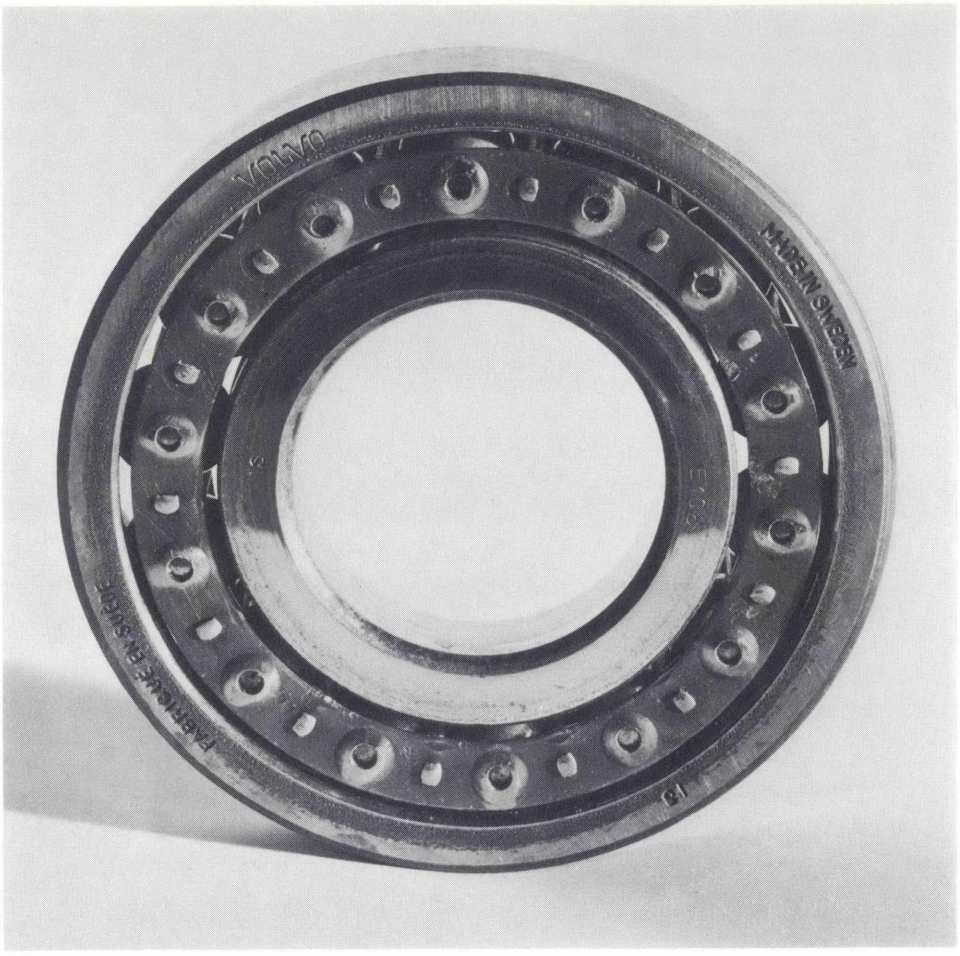
Den första "Volvon" var ingen bil utan ett kullager, något som hittills varit tämligen okänt. Redan runt 1910 fanns det ett svensktillverkat kullager med det senare så välkända namnet. Det är oklart vem som var tillverkare, men det är troligt att företaget köptes upp av SKF (Svenska Kullagerfabriken) som lät namnet försvinna från kullagret men lät det leva vidare i ett "patentbolag", ett företag som kunde tas fram och dammas av vid behov. 1915 hade aktiebolaget Volvo konstituerande bolagsstämma och ett aktiekapital på 200 000 kronor. Namnet, som på latin betyder "jag rullar", var naturligtvis mycket välvalt med tanke på kullagertillverkning, men visade sig senare passa väl så bra på bilar.

Bakom Volvo-namnet fanns långt in på 50-talet de båda grundarna Assar Gabrielsson och Gustaf Larson. De var båda dominerande personligheter och satte kraftigt sin prägel på företaget, som närmast kan beskrivas som ett patriarkaliskt samhälle. I stark kontrast till många andra företagsledare ville de båda direktörerna att de anställda skulle vara välinformerade om företaget — man satt t. ex. i många år i samma rum som andra anställda.

Assar Gabrielsson föddes 1891 i Korsberga och studerade vid Handelshögskolan i Stockholm bl. a. under professor Heckscher. Hans far var ägghandlare, och eftersom Sverige före första världskriget importerade stora mängder ägg från Ryssland passade Gabrielsson också på att lära sig ryska. Med första världskriget upphörde importen, och Assar Gabrielsson fick antagligen ingen användning för sina kunskaper i ryska förrän han 1923 som försäljningschef för SKF åkte till Ryssland för att förhandla.

Under sina högskolestudier lärde sig Assar Gabrielsson stenografi, och drygade ut sina studiemedel med vikariat som riksdagsstenograf, ett arbete som han senare fortsatte med på heltid. Hela sitt liv fortsatte han att göra personliga anteckningar på stenografi, och det finns åtskilliga intressanta anteckningar i Volvos arkiv som ännu tyvärr inte blivit "översatta".

Med tiden blev Assar Gabrielsson chef för SKF:s dotterbolag i Paris, och upptäckte till sin förvåning att man kunde sälja svenska kullager till lägre priser än vad de amerikanska leverantörerna kunde erbjuda. Han fick också veta att SKF i USA kunde konkurrera framgångsrikt inte bara med kvalitet utan också med pris. Till stor del



Redan 1910 fanns ett svensktillverkat kullager med namnet Volvo.

berodde det på att de svenska verkstadslönerna var så låga. Förmodligen var det här i Frankrike som Assar Gabrielsson började fundera över möjligheterna till en svensk biltillverkning. 1923 kom Gabrielsson tillbaka till Sverige och blev försäljningschef för SKF, ett mycket kvalificerat arbete för en så pass ung man.

Gustaf Larson föddes 1887 i Vintrosa utanför Örebro och var son till en lantbrukare. 1911 utexaminerades han från Tekniska Elementarskolan i Örebro och 1911—1913 arbetade han hos White & Poppe Ltd i Coventry, England.

Nästan alltid påstås det att Gustaf Larson arbetade vid Morrisfabriken vid sin Englands-vistelse. Det är säkerligen ett missförstånd, eftersom William Morris (sedermera Lord Nuffield) presenterade sin

första bilkonstruktion 1912 och inte fick igång tillverkningen förrän långt in på 1913. Firman hette f. ö. på den tiden W R M Motors och hade säkert inte behov av att anställa en svensk oprövad förmåga.

Men när William Morris ritade sin bil fick han hålla till hos White & Poppe, som också konstruerade en bilmotor åt honom. Det är mycket troligt att Gustaf Larson var med om att konstruera denna motor, och att han ofta träffade Morris.

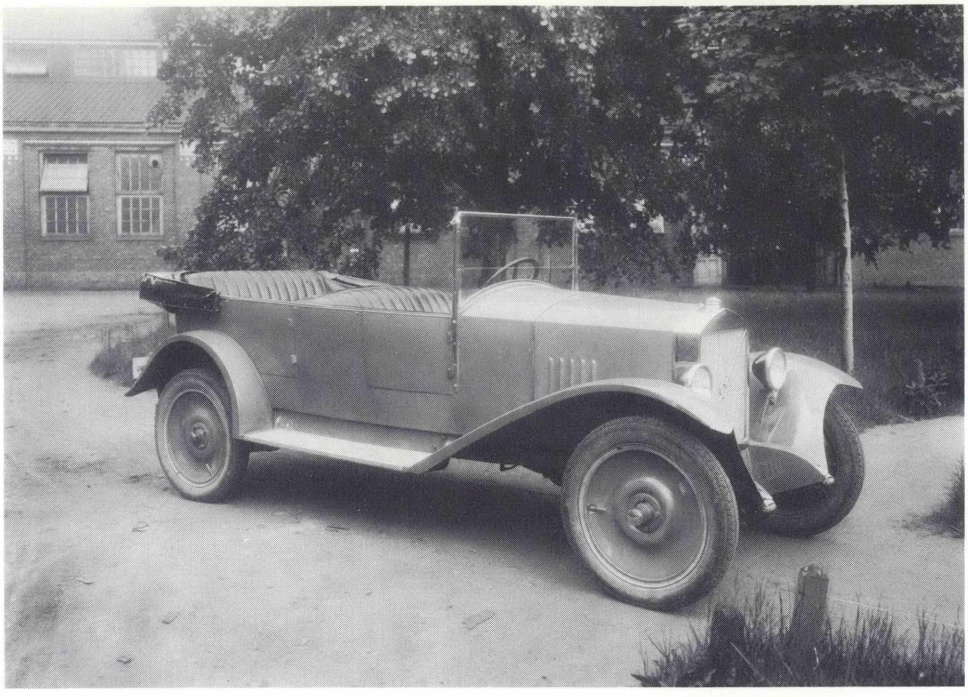
Morris affärsidé var att köpa komponenter från olika håll för att sedan montera en bil i egen regi — precis som man på samma sätt byggde Volvo-bilar ett tiotal år senare.

Larson kom hem till Sverige för att 1917 utexamineras från Tekniska Högskolan i Stockholm. 1917—1920 var han ingenjör vid SKF i Göteborg och Katrineholm, och hade säkert många tillfällen att träffa Assar Gabrielsson, som då fanns vid samma företag i Göteborg. 1923 fick han arbete som verkstadschef vid Nya AB Galco (G A Lindquist och Co) på Hälsingegatan i Stockholm. Det var ett företag som sysslade med pressning av plåtdetaljer och tillverkning av lagermetaller.

Gabrielsson och Larson hade säkert var och en på sitt håll sysslat med tanken på en svensk biltillverkning, men från skilda utgångspunkter. Gabrielsson var civilekonom och affärsman, och såg förmodligen företaget som en intressant ekonomisk möjlighet. Gabrielsson tänkte förmodligen att SKF, ett framgångsrikt internationellt företag, skulle kunna vara intresserat av att ställa upp med kapital.

För Gustaf Larson var utgångspunkten en annan. Hans sammanträffande med Morris och dennes syn på biltillverkning måste ha kommit honom att undra om inte Sverige skulle kunna vara ett lämpligt land att försöka samma sak i.

Den svenska biltillverkningen låg under 20-talet praktiskt taget helt nere. Scania-Vabis hade byggt personbilar i de högre prisklasserna under 10-talet, men 1924 lade man ner personbilstillverkningen för att koncentrera sig på lastbilar och bussar. Thulinverken hade på 10-talet köpt in en tysk bilkonstruktion och startat en mindre tillverkning men man hade ingen framgång och tillverkningen lades snart ned. Det gick visserligen rykten i mitten av 20-talet att Thulin åter skulle uppta tillverkningen av bilar, men Assar Gabrielsson hade säkert möjligheter att forska i andra företags ekonomiska ställning och att avgöra om de kunde bli hotande konkurrenter.



Den allra första bilden av den nya vagnen sändes ut till den svenska pressen i augusti 1926, och visade en av provvagnarna med de typiska MasOlle-dragen.

Andra försök att i Sverige bygga bilar hade stupat av olika skäl, men säkert ansåg sig både Gabrielsson och Larson veta tillräckligt mycket om biltillverkning för att våga ta chansen.

Hösten 1925 anordnade Svenska Teknologföreningen en diskussion om möjligheterna att starta en svensk biltillverkning. Teknisk Tidskrift refererade diskussionen och skrev bl. a.: "Vi ha inom landet de möjligheter och förutsättningar som erfordras för att en svensk automobiltillverkning i större skala än hittills skall kunna igångsättas. Vad vi sakna är mannen som vill gripa sig an med uppgiften och har förmågan att kring sig samla goda krafter."

Vid det här laget var planerna på Volvo-bilen mer än ett år gamla och man hade redan börjat lägga ut beställningar på delar till en första provserie på 10 vagnar.

Det går många historier om hur Assar Gabrielsson och Gustaf Larson kom att träffas sommaren 1924. Det är möjligt att de möttes händelsevis på en järnvägsstation i juni, och att de sedan lika händelsevis träffades på Sturehof i Stockholm, en kväll när det serverades kräftor. Men det är långt ifrån otroligt att Assar Gabrielsson avsikt-

ligt sökte upp Gustaf Larson, eftersom han antagligen väl kände till dennes intresse för biltillverkning.

I varje fall har de båda bekräftat att de ansåg att samarbetet började i augusti 1924 — med eller utan kräftor. I december 1925 skrevs nämligen en bekräftelse på vad de i augusti 1924 kommit överens om:

Överenskommelse

Härmed bekräftas skriftligt en mellan mig A Gabrielsson och mig Gustaf Larson i augusti 1924 träffad muntlig överenskommelse.

§ 1

Jag Gabrielsson, som beslutat försöka igångsätta en tillverkning av automobiler i Sverige, erbjuder G Larson att som tekniker samarbeta med mig. Jag Larson antager detta erbjudande.

§ 2

Larson utför för Gabrielssons räkning det erforderliga konstruktionsarbetet mot viss ersättning, som utgår endast i det fall att tillverkning i stor skala senast den 1 januari 1928 kommer till stånd i Sverige av den konstruerade biltypen. I annat fall gör jag Larson icke anspråk på någon ersättning.

§ 3

När sådan tillverkning startats, varmed förstås sättande i arbete av minst 100 st. bilar, betalar jag Gabrielsson till Gust Larson en kontant summa, ett för allt, svarande mot en tredjedel av det belopp som jag själv kan betinga mig av det företag som kan komma att övertaga tillverkningen av den konstruerade biltypen, dock så, att det belopp som Larson erhåller ej skall understiga kr 5 000:— (femtusen) och ej överstiga kr 20 000:— (tjugotusen).

§ 4

Skulle vi icke kunna enas om det belopp, som är att anse som den ersättning, som jag Gabrielsson kan betinga mig vid en eventuell tillverknings igångsättande, utse vi härmed överingeniör Erik Lindström, Katrineholm, som skiljeman oss emellan, och är hans skiljedom för oss båda bindande.

§ 5

Denna överenskommelse är uppgjord i tvenne lika lydande exemplar, av vilka vi vardera tagit ett.

Stockholm den 16 dec. 1925

A Gabrielsson *Gustaf Larson*

Det dröjde alltså mer än ett år innan man ansåg det nödvändigt att fästa sin överenskommelse på pränt, vilket tyder på att de båda männen kände varandra väl, och gör historierna om att man "händelsevis" möttes osannolika.

Bara någon månad efter augustimötet 1924 skrev Gustaf Larson till Assar Gabrielsson och berättade om en utredning han gjort om kapitalkostnaden för att lägga upp en tillverkning av 4 000 bilar per år.

Anmärkningsvärt är att Larson här redovisar vad det skulle kosta att bygga bilarna helt i egen regi, d. v. s. konstruera, tillverka och montera alla delar. Det är alltså inte fråga om en tillverkning på "Volvo-vis" som man sedemera gärna talade om som den väsentliga affärsidén.

För att den planerade fabriken skulle kunna bygga 4 000 bilar per år (ett av alternativen) beräknar han att man måste investera nära 1,6 miljoner kronor i maskiner och utrustning, och därtill kommer kostnaderna för tomt och fabrik som han uppskattar till ca 1 miljon (fyra orter nämns: Stockholm, Eskilstuna, Örebro och Göteborg).

De rörliga kostnaderna (löner, material, omkostnader) beräknar han till 5,6 miljoner för att tillverka 4 000 bilar per år. Siffran bygger på 300 produktiva arbetare à 3 000/år, en materialåtgång på 1 000 kg per bil à 60 öre/kg och omkostnader per bil på 400 kr. Bilens självkostnadspris skulle bli 1 400 kr.

I brevet omtalas tidigare beräkningar och att ett nytt möte skulle hållas inom kort för vidare diskussioner. Uppenbarligen var man ännu helt inne på tanken att i egen regi tillverka hela bilen, sånär som på gjutningen och på pressning av större detaljer.

I USA fanns sedan sekelskiftet en rad fabriker som tillverkade och katalogförde alla tänkbara bildelar — i själva verket var den amerikanska marknaden full av bilfabrikat som var resultatet av ren hopsättning av delar som köpts från olika leverantörer. Långt in på 30-talet förekom detta i USA. (Lycoming och Continental var två av de

firmor som tillverkade motorer som användes i många olika bilmärken.)

Hugade biltillverkare kunde alltså sätta sig vid skrivbordet och ur katalogerna plocka ihop en bil från ett antal leverantörer — man behövde inte investera många kronor i egna konstruktioner utan bara i lokaler och arbetare.

Även i England förekom detta i stor utsträckning, och en rad engelska bilar byggdes precis på samma sätt. Gustaf Larson hade utan tvekan under sin tid hos White & Poppe Ltd fått goda insikter i denna bilbyggarteknik.

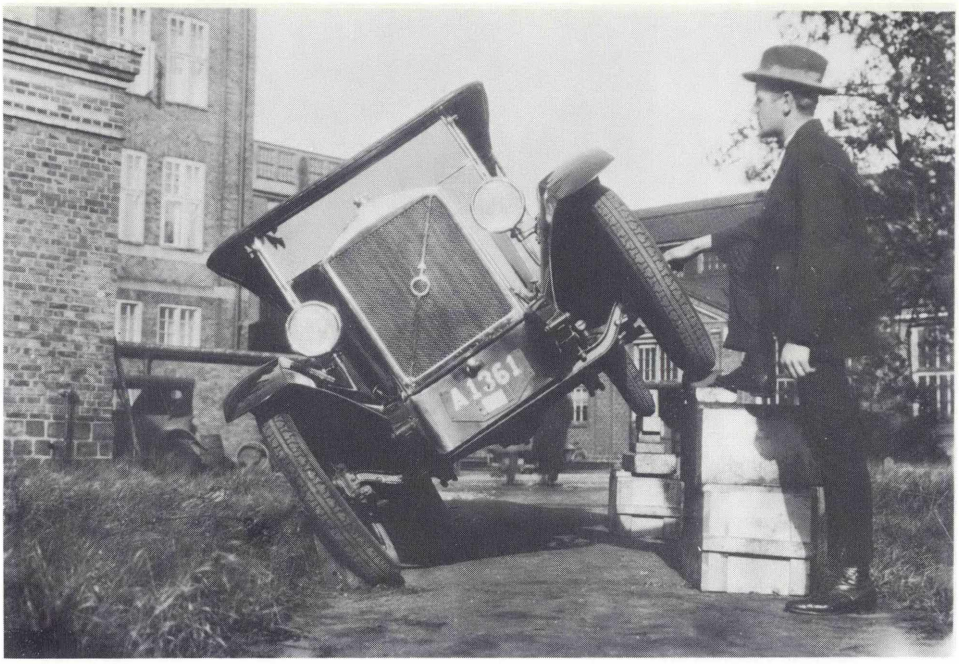
I många föredrag och artiklar av Assar Gabrielsson och Gustaf Larson har man betonat att det var en rad faktorer som gjorde att man kunde tänka sig att börja biltillverkning i Sverige.

Några av dessa var enligt Assar Gabrielsson:

- Sverige var ett utvecklat industriland.
- De svenska arbetslönerna var låga.
- Svenskt stål hade världsrykte.
- Det fanns ett behov av bilar byggda för svenska vägar.

Naturligtvis gjorde man noggranna undersökningar av marknaden innan man bestämde sig för att börja med tillverkningen. 1916 hade det i Sverige funnits 3 036 inregistrerade bilar, men redan vid slutet av 1919 hade antalet stigit till 8 506. Under 20-talets första hälft var importen i genomsnitt nära 12 000 bilar om året, och under 1925 importerades 14 311 bilar till ett värde av 35 miljoner kronor. Framtiden såg alltså ljus ut för bilförsäljningen. Man skulle tvingas inrikta sig på att konkurrera med de amerikanska bilarna, som svarade för nära nog hela personbilsimporten. Rent nationalekonomiskt var den alltmer växande bilimporten ett problem, och säkerligen funderade man över om inte en svensk bilindustri kunde påräkna tullskydd i någon form.

Man talar gärna om att bygga bilar på "Volvo-vis" d. v. s. att sätta ihop dem av komponenter tillverkade av fristående företag som försetts med ritningar från moderföretaget. Bilarna skall alltså vara konstruerade av företaget, men delarna tillverkas av andra företag, in- eller utländska, till bästa möjliga pris och kvalitet.



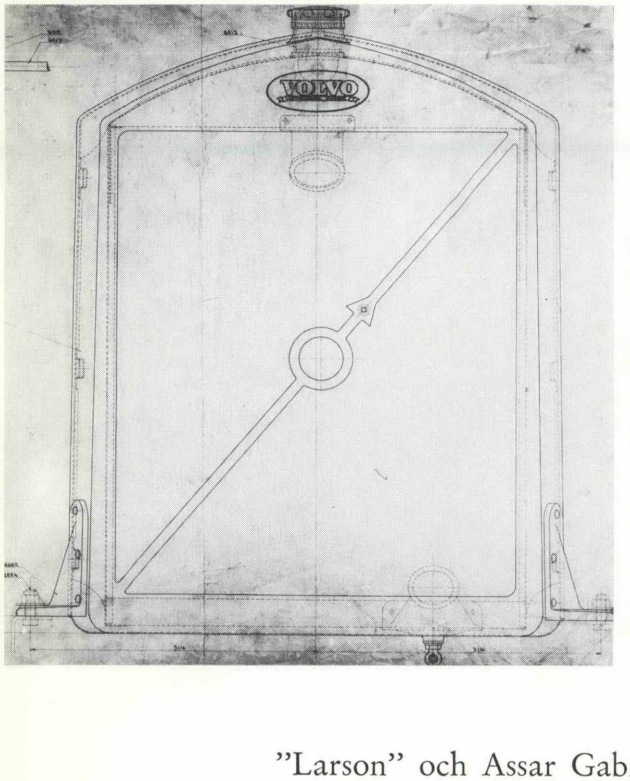
A 1361 är en senare provvagn, med bl. a. modifierade skärmar. Här genomgår den prov på en fabriksgård i Göteborg.

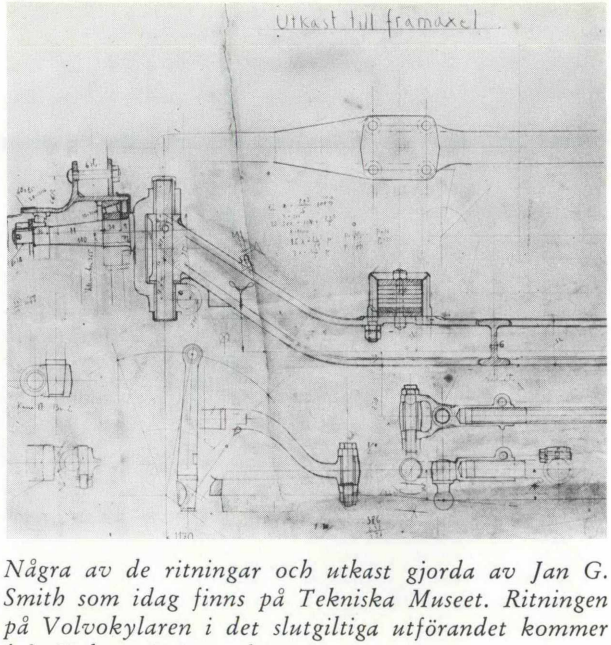
Skillnaden mot det amerikanska sättet att bygga "sammansättningsbilar" är uppenbar: där köpte man färdiga delar ur kataloger och kunde möjligen vid riktigt stora beställningar påverka utformningen av de olika enheterna. Hos Volvo ville man själv konstruera delarna och sedan välja leverantör. Inte minst ville man också vara med och övervaka kvaliteten på de levererade delarna, helst redan hos tillverkaren.

Uppenbarligen var man i början helt inställd på att bygga bilar på det mer konventionella sättet, alltså att starta en tillverkning av praktiskt taget alla i bilen ingående delar. Skälet till att man ändrade sig var säkert att Assar Gabrielsson insåg, att det skulle vara omöjligt att få någon att i en begynnande lågkonjunktur investera ett så stort kapital som skulle erfordras.

Provserie-tillverkning

Redan i september 1924, ungefär samtidigt med att man räknade på vad det skulle kosta att starta en hel bilfabrik, började Gustaf Larson konstruera den nya bilen, som än så länge saknade namn. Av diverse dokument i Volvos arkiv framgår att den länge kallades





Några av de ritningar och utkast gjorda av Jan G. Smith som idag finns på Tekniska Museet. Ritningen på Volvokylaren i det slutgiltiga utförandet kommer från Volvos ritningsarkiv.

"Larson" och Assar Gabrielsson berättade långt senare att det var nära att bilen verkligen fick heta Larson också på riktigt.

Gustaf Larson bodde vid den tidpunkten på Rådmansgatan i Stockholm, och kunde naturligtvis inte syssla med bilkonstruktioner under sin ordinarie arbetstid på Nya AB Galco. Han arbetade därför hemma i sin våning på kvällarna, och lyckades snart få hjälp av ett antal unga tekniker som så när som på ett par är okända till namnet.

En av de aktiva var Henry Westerberg, som redan i oktober 1925 kom till Gustaf Larson. Han är född 1910 och var ännu vid 50-årsjubileet aktiv inom Volvo-koncernen! Men viktigast i sammanhanget var Jan G. Smith, en ung svensk ingenjör som på 10-talet rest över till USA och arbetat vid olika bilfabriker. Redan 1914 hade han börjat på en klippbok (som numera finns på Tekniska Museet i Stockholm), där han antecknade data för olika bilkonstruktioner, gjorde egna beräkningar och klistrade in klipp ur amerikanska och europeiska motortidningar.

1924 kom Jan G. Smith hem till Sverige och bosatte sig i Västerås. På något sätt kom han snart i kontakt med Gustaf Larson och blev medlem i konstruktionsteamet. Det är troligt att hans insats var högst

betydande, och frågan är om inte stora delar av den första Volvo-bilen bör tillskrivas honom. En del av hans skisser och ritningar finns bevarade på Tekniska Museet i Stockholm, och utan tvekan har hans erfarenhet från amerikansk biltillverkning satt sin prägel både på de tio provvagnarna och på serievagnarna.

Jan Smiths namn nämns några gånger i den samtida pressen och 1929 tilldelades han (och också Gustaf Larson) Ingenjörsvetenskaps-akademiens guldmedalj för sitt arbete med Volvo-bilen. Hans namn råkade dock snart i glömska och han rönte knappast den uppmärksamhet som hans insats var värd — även om det i stor utsträckning inte rörde sig om nykonstruktioner utan om modifieringar och tillämpningar av redan existerande amerikanska konstruktioner.

Eric Carlberg, en av de allra först anställda på Volvo, skrev i en artikel 1931 i Svensk Hantverkstidning:

"Jag vågar påstå, att Volvos grundprinciper ha varit av allra största betydelse vid den framgång bolaget haft. Den ena var: Ingen konstruktion får användas, som icke varit prövad i allmänt bruk i minst två år. Den andra är: Köp ej sådana saker i Sverige, som kunna erhållas med önskad kvalitet till lägre pris i utlandet. Den förra principen har gjort Volvo till en "bruksbil" och inte en "ingenjörsbil". Dock må också påpekas att Volvos konstruktörer aldrig förfallit till plagiat, vilket också skulle ha inneburit risker. Varje konstruktion är en originalkonstruktion, men principen är aldrig ny."

I juni 1925 var ritningarna till chassiet färdiga och det blev nu Assar Gabrielssons uppgift att med hjälp av dessa skaffa fram pengar till projektet. Försöken misslyckades, och de båda kompanjonerna insåg att det säkert skulle gått lättare om man tillverkat vagnar som kunnat visas upp.

Gabrielsson åtog sig att skaffa det erforderliga kapitalet, tydligen mest via banklån men säkert också med hjälp av de provisionssummor som hans arbete som försäljningschef på SKF gav honom.

I september 1925 beslöt man sig för att lägga upp en provserie på 10 vagnar, nio öppna och en täckt.

Det var nu helt klart att delarna skulle levereras av olika svenska firmor (och i undantagsfall också utländska, om motsvarande del inte kunde erhållas i Sverige till ett konkurrenskraftigt pris). Delarna skulle sedan samlas ihop i Stockholm och monteras i Galcos lokaler i närheten av Vanadisplan.

Att det var 10 provvagnar man beställde är ställt utom allt tvivel, även om det tidigare förekommit uppgifter om att inte fler än sex skulle ha byggts.

Redan den 8 oktober 1925 bekräftade Assar Gabrielsson i brev till Pentaverken i Skövde en överenskommelse om leverans av 10 motorer till ett sammanlagt högsta pris av 20 000 kronor. Motorerna skulle tillverkas enligt ritningar som företaget skulle få från Gabrielsson. Pentaverken fick rätt att tillverka nödvändiga verktyg till ett högsta belopp av 3 000 kronor, men verktygen skulle sedan bli Gabrielssons egendom. I den mån Gabrielsson kunde leverera detaljer till de 10 motorerna skulle detta räknas av på priset. Om fabriken ytterligare kunde pressa priset på motorerna skulle detta meddelas före årsskiftet. Betalningen skulle erläggas med 7 000 kronor vid underskrivandet av kontraktet, med 7 000 kronor den 15 januari 1926 och resten i mån av leverans, vilken enligt Pentaverken skulle kunna ske i april 1926.

Beställning på de tio ramarna och alla andra detaljer som tillverkades av AB Bofors lämnades av Gustaf Larson i månadsskiftet november/december 1925. I brevet nämner Larson att man, om den planerade tillverkningen kom igång, tänkte beställa 1 000 pressade plåtramar, nitade och fullt färdiga för 95 kronor per styck, 2 000 axeltappar, hejade och skäggade för 4:25 kronor per styck, 1 000 framaxlar för 21 kronor per styck och 5 000 vevstakar för 1:70 kronor per styck. I brevet nämner Larson också att Gabrielsson just var hemkommen från utlandet och att han skulle komma att sätta sig i kontakt med Bofors för att bekräfta att han åtog sig betalningsskyldigheten för de beställda delarna. Detta brev skrev Gabrielsson 2 december 1925.

Den 22 januari 1926 sändes den första färdiga ramen från Bofors till Gustaf Larson i Stockholm. Den vägde 74 kilo och kostade 95 kronor. De övriga nio ramarna levererades i maj 1926, samtliga målade med grå kanonfärg.

Diverse ändringar av tidigare order gjordes efter hand. I slutet av maj ändrades t. ex. bakfjädrarna, och redan i april kommer en tilläggsorder på detaljer till bromssystemet, bl. a. för en bromsaxel med utjämningsanordning.

Ett av de största problemen var säkert karosserna. Det gällde att rita karosser som var tilltalande för ögat men enkla att tillverka. Av någon anledning vände man sig till den välkände porträtt- och landskapsmålaren Helmer MasOlle. Kanske berodde det på att han var

mycket bilintresserad och själv sysslat med att bygga kaross på en Voisin. Denna bil presenterades i Svensk Motortidning i juni 1925 och det är mycket möjligt att Gabrielsson och Larson sett bilderna. Ytterligare ett skäl till att MasOlle blev inkopplad kan ha varit att han var svåger till SKF-direktören Uno Forsberg.

Helmer MasOlle ritade antagligen både en öppen och en täckt kaross, även om han på 50-talet sade sig inte minnas att han deltagit i arbetet på den täckta. Det fanns naturligtvis goda skäl till "glömskan" eftersom den senare serietillverkade karossen inte hade många likheter med den täckta kaross som MasOlle ritat.

Av de tio förserievagnarna fanns det flera olika varianter, men de tidigaste hade mycket karakteristiska MasOlle-drag — kraftigt välvda skärmar och mycket små dörrar. Några av de senare exemplaren fick skärmar som i mångt och mycket påminde om de serietillverkade vagnarna, och dörrarna (som från början måste ha varit mycket obekväma) växte i storlek.

Det är lätt att konstatera varifrån MasOlle hämtat sin inspiration. Detalj för detalj kan man hitta på de av honom så uppskattade Voisin-bilarna — skärmarna, dörrarna, den raka överkanten på karossen, de kraftiga utvändiga vindrutebeslagen. T. o. m. den lilla spetsen på stjärten fanns med på de tidiga provvagnarna (även om den inte syntes bakom reservhjulet), kanske rentav på alla. Vad som förvånar är att MasOlle inte passade på att luta vindrutan på Voisin-vis — men det är mycket möjligt att ett sådant förslag stoppats på ett tidigt stadium — det var ju ingen sportvagn man skulle bygga, skulle Gustaf Larson nog ha sagt.

Den blå ovalen med namnet Volvo infördes först på serievagnarna, och tanken var tydligen att det nya märket, som förmodligen också skapades av MasOlle, skulle vara tillräckligt. Han tog nämligen den gamla symbolen för järn och monterade den snett över kylarpaketet på vagnarna. Och det fick räcka.

Karosserna byggdes i Stockholm av AB Adolf Freyschuss, vilket möjligen kan anses ha varit rätt extravagant. Freyschuss var nämligen ingen billig fabrikant, och det fanns många andra karossfirmor som kunnat göra arbetet billigare.

De första uppgifterna i pressen om det nya bilprojektet tycks ha kommit i mitten på maj 1926. Man rapporterar att "förhandlingar under senaste tiden lär ha ägt rum mellan en del järnbruk, verkstäder

och andra industriföretag om startandet av en svensk bilindustri. Planen går ut på att för svenska förhållanden framställa en biltyp av något högre kvalitet än Fordvagnarna, till ett pris av 2—3 000 kronor. De intresserade företagen skulle enligt planen framställa var sina detaljer av bilarna varefter sammansättning skall ske på ett ställe. Härför anses de stora moderna monteringsverkstäderna vid Nyqvist & Holm i Trollhättan, uppförda i och för ryssloktillverkningen, men nu till stor del utan användning, vara särdeles lämpliga."

Överingenjören E. Lindström (som i kontraktet mellan Gabrielsson och Larson utsetts till skiljeman) bestred på sin tid en uppgift att SKF skulle ha anslagit en summa för experiment, men medger att "SKF i Katrineholm för annan persons räkning utfört modeller till framställning av gjutgods för den biltyp, varom här är fråga, och förmodligen är det denna sak som förvanskats till att experiment föreslå i Katrineholm". Bara några dagar senare kunde Aftonbladet i triumf meddela att "det gamla ordstävet, 'sju hönor av en fjäder', besannar sig. Trots den mycket djupa sekretess som företaget omger sig med har vi lyckats utröna att det hela rör sig om ett experiment. Ramar och övriga delar till underredet äro i arbete på skilda håll vid bruk i Bergslagen, motorerna tillverkas vid Pentaverken i Skövde och karosserierna, som är ritade av MasOlle, ligga redan färdiga på Freyschuss vagnfabrik." Man uppgav också att SKF förmodades ha ett visst intresse i projektet.

Det var också vid arbetet hos Freyschuss som det började läcka ut mer detaljerade nyheter om den nya bilen. John Nerén, den tidens store motorskribent och författare till "Automobilens Historia" blev nämligen (enligt egen utsago) sent en kväll nedkallad till Freyschuss där han fick titta på "den nya svenska bilen". Men han fick lova Freyschuss att ingenting säga, eftersom allt ännu var så hemligt.

Enligt vad Gabrielsson och Larson själva berättat kördes den allra första vagnen ner till Göteborg redan i juni. Uppgiften om tidpunkten verkar inte helt trolig, eftersom flera tidningar i början av augusti säger att den första bilen då just blivit färdig. Ytterligare någon vagn kom förmodligen till Göteborg under sommaren, men åtminstone en av vagnarna tycks ha använts till utflykter med Stockholm som bas. Gabrielsson och Larson besökte i juli eller augusti Köping för att diskutera växellådor med Köpings Mekaniska Verkstad, och då åkte man i en av de nya bilarna.

Förhoppningarna kom inte på skam — nu när man väl hade någonting att visa upp var man på SKF-håll betydligt mer intresserad.

Den 10 augusti 1926 sammanträffade man med SKF:s direktion och redan den 12 augusti skrevs ett kontrakt enligt vilket Assar Gabrielsson anställdes som verkställande direktör vid AB Volvo från 1 januari 1927. Uppenbarligen fick han omedelbart börja sin verksamhet vid Volvo. Man började genast planera för en produktion av 1 000 vagnar, 500 öppna och 500 täckta. De skulle enligt planerna samtliga säljas under 1927, varav 400 på export.

Till Volvos förfogande ställde SKF ett lån på 600 000 kronor och man ordnade också lämpliga lokaler på Hisingen i Göteborg. Det var den fabrik som Nordiska Kullagerfabriken tidigare funnits i, men som nu stod tom. Under några veckor hade man fått hålla till på SKF:s huvudkontor.

Den 25 augusti ansökte Volvo om ett lån på 200 000 kronor ur Manufakturlånefonden, pengar som man fick i slutet av året. Senare fick man ytterligare lån från SKF på 1,7 miljoner.

Den 27 oktober 1926 flyttade Volvo på allvar in i sina nya lokaler. Flyttningen från Stockholm skedde i tre bilar.

Så här berättade man 1937 i "Ratten" (Volvos kundtidning) om den äventyrliga färden:

"Karavanen startade en lördagseftermiddag och övernattade i Norrköping.

Följande dag hade man kommit till Malmslätt då den sista vagnen vid omkörning av en stor lastvagn råkade möta en T-ford och skrapa denna helt ren från stänkskärmar, fotstegsbrädan m. m. på ena sidan. Den resulterande diplomatiska konflikten löstes hastigt av direktör Gabrielsson, som återvände för att leta efter det försvunna ekipaget, och man fortsatte. Att Volvon endast fått navkapslarna skadade betraktades av deltagarna som ett gott omen för den svenska bilindustriens framtid.

Då så småningom höstdunklet föll på befanns det att direktör Gabrielssons vagn var den enda på vilken belysningen fungerade. Även signalhornen dogo så småningom på de båda andra. (När man kom fram upptäcktes det att generatorerna kopplats baklänges så att de laddade ur batteriet!)

Det blev beckmörkt, men man var tvungen att fortsätta. Värst var det för den vagn, som kom på sladden, i synnerhet i kurvorna. Det

uppstod ibland delade meningar bland besättningen om var man hade vägen. "Åt vänster", sade utkiken. "Jag tror det är åt höger", sade föraren och körde åt höger. Med påföljd att man åkte in i skogen. När man steg ur och tog omgivningen i skärskådande befanns det, att man hade en sjö på vänster hand, så det var antagligen bäst som skett. Under tiden hade de andra ekipagen upptäckt karavanens decimering och med förenade krafter kom man på vägen igen.

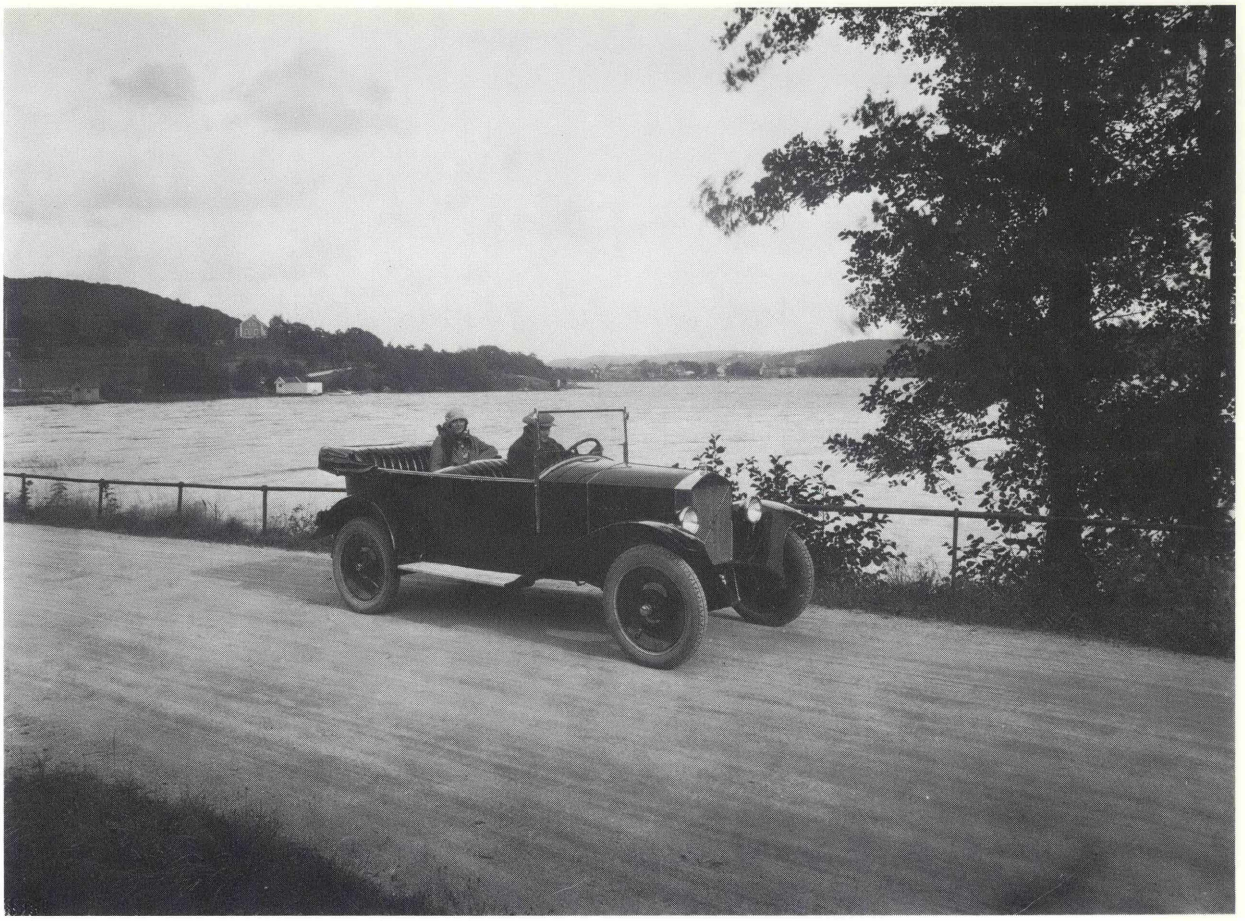
När man kom till bebodda trakter blev det nya svårigheter. Vägarna voro fulla av folk på hemväg från dansbanorna. De gingo ur vägen för den första vagnen men ramlade sedan in på körbanan igen framför kylarna på de efterföljande. I brist på signalhorn fick man rusa motorn.

Det var med märkbar lättnad karavanens medlemmar hälsade ljusen i Göteborg, även om entrén, betraktad som upptakt till ny era inom svensk bilteknik, kunde ha varit festligare — man fick stanna vid varje polis och förklara sammanhanget, och ett par hundra meter från det hägrande garaget passade en av vagnarna på att få motorstopp tvärs över ett spårvägsspår."

Först på plan med bild av den nya bilen var antagligen Dagens Nyheter, som den 1 augusti berättade att några vagnar redan fanns för uppbyggnad hos Freyschuss, och att den första serien snart skulle levereras från Galco-fabriken på Hälsingegatan. Bilen skall, står det, utsläppas på marknaden i dagarna, och konstruktör och initiativtagare är ingenjör Larson på Galco. Något namn på bilen nämns inte — man talar bara om en svensk bil.

Under sista veckan i augusti 1926 sände man ut en pressrelease med vidhängande bilder på en vagn. Praktiskt taget varenda dagstidning skrev om den nya bilen, och det finns mängder av klipp i Volvos arkiv som bevis på att det verkligen var en intressant nyhet. En del tidningar får i september och oktober provköra några av vagnarna.

För att få en kvalificerad utomståendes syn på den nya vagnen lät man Ivan Örnberg få ta hand om den verkliga "hårdkörningen". Han var svensk, men hade redan 1909 rest till USA. Efter att ha arbetat på ett par olika bilfabriker kom han till Hupmobile, där han sedan med tiden blev chefingenjör och ett erkänt namn. 1926 var han på ett kortare besök i hemlandet och åtog sig att testa den nya svenska bilen. 1933 återvände han för gott till Sverige och blev chef för Volvos personvagnsavdelning.



Det här är antagligen den riktiga — och enda — Jakob, den svarta provserievagnen som fått detta smeknamn. Förmodligen därför att den blev klar på Jakobdagen i juli 1926.

I slutet av september 1926 ansåg man tydligen att man hunnit testa några av provvagnarna så grundligt att det var dags att utvärdera resultatet.

En PM sammanfattar de viktigaste anmärkningarna:

1) Vagnen borde ligga i annan klass och vara sexcylindrig
2) Karossens konstruktion anses olämplig i avseende på utrymme framtill och baktill, dörrarnas storlek och djup etc.
3) Fotbromsen gungar och är icke tillräckligt effektiv
4) Kardanväxeln tjuter
5) Motorn har för stor vibration vid vissa hastigheter
6) Ramen anses för svag för slutna vagnar.

En del åtgärder har, konstaterar man, redan gjorts för att råda bot på dessa missförhållanden, och andra är planerade.

Beträffande 1) säger man att frågan om en sexcylindrig motor redan varit uppe till diskussion, men att man kommit överens om att först bygga 1 000 fyrcylindriga bilar medan man arbetar på en sexcylindrig vagn. Den borde vara klar om det skulle visa sig att tendensen att använda sexcylindriga vagnar i "klassen" spred sig. Ingenjör Örnberg påpekade särskilt att ett studium av General Motors nya sexcylindriga vagn Pontiac kunde vara nyttigt, eftersom den var resultatet av långvariga försök hos General Motors.

Man föreslog "att en Pontiac-vagn inköptes, motorn söndertages och densamma uppritas samt att offerter infordras, så att möjligheter till jämförelse föreligga nästa år. Samtidigt får då vagnen i övrigt studeras för att undersöka, huruvida vagnen i sin helhet eller delvis kan komma till användning."

(När det gällde amerikanska "sexor" i allmänhet och Pontiac i synnerhet fick man säkert god hjälp av Carl-Einar Abrahamsson, mannen som från 1928 och lång tid framåt var ansvarig för Volvos konstruktionsverksamhet. I början av 20-talet arbetade han i USA, bl. a. vid General Motors där man just höll på att konstruera den första modellen av Pontiac. Några veckor efter detta sammanträde anställdes Abrahamsson på Volvo. Han erbjöds en lön på 300 kronor i månaden, men krävde och fick 400 kronor).

När det gällde karossen, konstaterade man att en ny öppen kaross var under arbete och skulle levereras påsatt på ett av de tre sista chassierna den 1 oktober — men Freyschuss skulle få en premie på 100 kronor/dag för varje dag som fabriken kunde påskynda leveransen. Man räknade med att kunna visa karossen i Göteborg den 3 oktober. Skulle ändringarna inte vara tillfyllest hade man ytterligare tio dagar på sig att göra ändringar. Olofström hade nämligen begärt att få en definitiv order med ritningar för plåtarbetet före den 15 oktober 1926. Tämligen säkert var detta den sjunde vagnen (den åttonde var täckt och de två sista vagnarna inregistrerades inte förrän i januari 1927).

Redan i mitten av juli hade Åtvidabergs Industrier lämnat offert på samtliga lösa trädelar till karossen, helt färdiga för sammansättning. Priset per sats var 114 kronor, men om delar till 4 000 karosser

beställdes kunde priset sänkas med 10 %. Även Arvika Vagnfabrik hade tillfrågats.

Bromsarna hade man redan åtgärdat, men handbromsen tycks ännu ha varit för snabb i ingreppet och behövde modifieras.

Allvarligare var det oväsen som tydligen bakaxlarna förde, och där ansåg man det nödvändigt att gå över till "Gleason-systemet", något som Örnberg och Larson var helt eniga om. Dreven i provvagnarna var snedskurna, inte spiralskurna, och hade tillverkats av SKF.

Man konstaterar att motorn i stort motsvarat förväntningarna, men att den vibrerade mycket kraftigt vid en hastighet av 45—50 km/tim. Vibrationerna försvann sedan när man kom upp i 60 km/tim. Man antog att vibrationerna berodde på att vevaxel och svänghjul var illa balanserade, och hade därför monterat ner motorn för att balansera vevaxel och svänghjul dynamiskt. Sedan dess hade bilen hunnit gå ytterligare 200 mil. Örnberg hade nyligen tagit upp bilen för att demonstrera den för doktor Wingquist (styrelseordförande inom SKF-koncernen), så att denne skulle få bekanta sig med bilen.

Motorvibrationerna hade nu minskats, "men måste de kvarvarande vibrationerna ännu anses vara för starka för att man skall kunna hoppas att motorn i sitt nuvarande skick utan förändringar skall kunna erhålla definitivt godkännande".

Så snart Örnberg kommit från Amerika hade man bett honom att särskilt syssla med detta problem, och han hade nu också en rad förslag att komma med. För det första ansåg han att vevaxeln måste förstärkas avsevärt. Han ville att vevaxeldiametern skulle ökas från 40 till 65 mm, men Larson hade efter studier av europeiska motorer kommit fram till att det borde räcka med 45 mm. Man studerade snabbt de senaste fyrcylindriga amerikanska motorernas specifikationer och fann att Chrysler hade den grövsta vevaxeln, 65 mm, Overlands nya fyrcylindriga motor bara 48 mm. Utan att väsentligt behöva ändra blocket kunde man förse det med en vevaxel med 55 mm diameter, och man hade redan satt igång arbetet med att rita om delar av motorn. Örnberg ville också att man skulle sänka kompressionen, dels för att det var praxis med lägre kompression i Amerika, dels för att ytterligare motverka tendenserna till kraftiga vibrationer.

Pentas sätt att bearbeta de första 10 motorblocken utsattes också för kritik från Örnberg, och särskilt gällde detta lagerlägena. Man kon-

staterade att kritiken var berättigad men påpekade att det hittills gällt inskavning av lager för hand, och att man i fortsättningen skulle räkna med fabrikationsmässig bearbetning. Örnberg lämnade uppgifter om de lagerspel som användes vid tillverkning av motorer i Amerika och man räknade med att kunna bota problemen fullständigt genom att sända en kontrollant till Skövde.

De tio provmotorerna hade varit försedda med stänksmörjning vilket hade medfört krav på stora spel i lagren. Örnberg föreslog att motorerna omedelbart skulle förses med trycksmörjning.

Slutligen anmärkte Örnberg också på insugningsröret, som han ansåg gav ojämn gasfördelning till cylindrarna. Man bestämde sig för att utarbeta och pröva olika alternativ.

Man diskuterade möjligheten att få fram en provmotor med alla ändringar utförda, men konstaterade att det skulle ta ca 3 1/2 månad. Dessutom skulle en sådan motor fortfarande vara framställd "för hand" och inte helt kunna jämföras med kommande produktionsexemplar.

Tydligen hade det tidigare från något håll (SKF?) krävts att en ny provmotor skulle tillverkas, men man ville nu att det skulle få räcka med att man genomförde samtliga diskuterade ändringar. Man ansåg att ett dröjsmål på nära 4 månader skulle kunna äventyra hela projektet.

Som skäl till att man byggde de täckta karosserna enligt Weymann-systemet (d. v. s. pegamoidklädda karosser på trästomme) angav Volvo officiellt att det berodde på svårigheten att få tag på pressar som kunde klara stora plåtstycken.

Det berodde säkert också på att man inte ansåg sig ha råd med den stora utgiften för pressverktyg, men det huvudsakliga skälet var att ramen inte var tillräckligt vridstyv för att kunna klara en täckt stålkaross. Man beslöt sig därför för att bygga de täckta karosserna enligt det franska Weymann-systemet, där man klädde en trästomme med pegamoid. I en PM sade man: "Renault har fullständigt gått över till Weymann-system och därigenom fått ett försteg över Citroën som arbetar med stel sluten kaross." En profetia som inte helt slog in!

Man beslöt sig för att Örnberg och Larson gemensamt skulle kontrollera ramen för att undersöka var den behövde förstärkas, och på

ett möte några dagar senare bestämde man sig för ytterligare en rad ändringar.

Under vintern fortsattes de hårda provkörningarna med några av de tio vagnarna. Andra tycks ha använts för att visas upp för pressen och för "direktionsresor" och den täckta vagnen användes antagligen inte alls. Både Gabrielsson och Larson var flitigt ute med bilarna och intervjuades ofta på olika orter landet runt. Enligt vad man sade så sent som i november skulle tillverkningen påbörjas i januari, men senare säger man "mitten av april".

Två av vagnarna gjorde mitt i vintern en strapatsrik resa fram och tillbaka till Haparanda, körda av de två anställda chaufförerna Andersson och Hjelm.

Det fördes noggranna beräkningar över kostnaderna för de tio provvagnarna och det är intressant att se hur kostnaderna fördelade sig. Assar Gabrielsson var den som skötte det ekonomiska och Gustaf Larson fick pengar à conto efter hand som kostnaderna uppstod. I stort tycks det hela ha varit en affär på 130 000 kronor. Av detta fick Gustaf Larson 10 000 kronor för sitt konstruktionsarbete och nära 18 000 kronor för hopmonteringen hos Galco (säkert ligger i summorna också ersättning till medhjälparna vid konstruktionsarbetet och till arbetarna som monterade bilarna). "Den särskilda ersättningen" som man kommit överens om utgick till Gustaf Larson med 20 000 kronor, men MasOlle tycks inte ha fått mer än 500 kronor för sitt arbete med karosserna. Pentaverkens kostnader för de 10 provmotorerna slutade på 15 865:04 och Bofors fick några hundralappar mindre. SKF fick sammanlagt 11 757:95 och det är troligt att i den summan ligger kostnader för t. ex. växellådor och differentialer.

Däcken till de tio bilarna hade kostat 3 300 kronor och Freyschuss fick allt som allt hela 22 000 kronor för de tio karosserna.

Bilarna kom alltså att kosta ca 13 000 kronor/st., vilket måste anses vara litet med tanke på att alla kostnader räknats in.

Vad hände med de tio provseriebilarna? Flera stycken registrerades som "GL" (Gustaf Larson), inte som Volvo, och man kan i viss mån följa deras öden via bilregistren. En annan källa är fabrikens bokföring.

Idag finns bara en av de tio vagnarna kvar. Den står på Industrimuseet i Göteborg, är en av de tidigaste vagnarna och såldes redan i maj 1927 till Göteborgs-fotografen Sven Sjöstedt, som använde den

fram till 1935, då den överlämnades till museet. Den är i relativt gott skick (fast numera omlackerad i mörkblått, den ursprungliga färgen var ljusgrå) förutom att motorblocket och svänghjulskåpan är spräckta — resultatet av en liten åktur på Gustaf Larsons 70-årsdag! Kanske kan man hoppas på att Volvo kostar på den unika bilen en renovering, så att vi kan få se det enda överlevande exemplaret av provserien på vägen igen?

Serietillverkning

Den första serietillverkade Volvo-bilen lämnade fabriken vid 10-tiden torsdagen den 14 april 1927 — efter att ha varit föremål för ett hektiskt arbete under natten. Enligt ett ögonvittne kom de sista bitarna med tåget från Stockholm kvällen innan. Bilen byggdes sedan färdig under natten, och det är troligt att både Gabrielsson och Larson tillbringade natten vid slutet av sammansättningen i bottenvåningen i "Nordkulan", som fabriken populärt kallades.

Att den första Volvon gick baklänges när den skulle köras ut genom fabriksporten är en historia som gärna och ofta berättats. Att den inte var uppskattad av Assar Gabrielsson är helt klart. (Han lät en gång hälsa en föredragshållare som berättat historien, att han gärna såg att den föll i glömska.) Trots att den låter otrolig — det finns snarlika historier om bl. a. Voisin — så är den säkert sann.

Däremot är den förklaring som brukar lämnas tekniskt helt omöjlig. Man kan inte felmontera en växellåda så att bilen får tre växlar bakåt och en framåt! Däremot är det fullt tänkbart att vända bakväxeln fel — i varje fall om bulthålen passar. Och det tycks vara det som hade hänt i brådskan och trötthetten mitt i natten.

Hugo Hansson började på Volvo redan i mars 1927 och har berättat så här om vad som egentligen hände när ingenjör Carlberg skulle köra ut den första vagnen för en provtur, antagligen tidigt på morgonen den 14 april.

"Den händelsen har nog förstorats en del. Det var ingen som gjorde någon större affär av det. Jag minns mycket väl vad Gustaf Larson sa till förmannen som var chef för monteringen. 'Nu har allt Fingal betslat bakom rumpan', sa han. Med det menade han att han satt betslet bakom hästrumpan i stället för den rem som skall hålla selen på plats. Vi förstod alla var felet satt. Montören hade frågat Fingal hur han skulle montera bakväxeln. 'Det spelar ingen roll', sa Fingal, 'det blir rätt hur du än sätter det'. Men där misstog han sig! Det tog



Med försäljningschef Hilmer Johansson vid ratten körs den allra första serietillverkade Volvon ut i solskenet. Tid: Skärtorsdagen den 14 april 1927, något efter 10 på förmiddagen.

oss tio minuter att ändra bakväxeln och sen gick vagnen som den skulle."

Säkert var ingen utomstående närvarande vid den första provturen, och de bilder som visar den allra första Volvon på väg ut genom dörren är av skuggorna att döma tagna långt fram på dagen — men man hade nog anledning att i triumf köra bilen några gånger ut och in genom fabriksporten, nu när man äntligen nått sitt mål. Sextio arbetare var sysselsatta med att bygga bilarna, och man räknade med att normal produktionstakt skulle vara fem bilar per dag.

Till det yttre var Volvo-bilen rätt lik sina föregångare i provserien. Den största synliga skillnaden var hjulen, som nu var av artillerityp med träekrar. Och så hade kylaren fått sitt blå emaljmärke och strålkastarna blivit av "burktyp".

Den första vagnen lämnade fabriken på skärtorsdagen, men det verkar som om man byggt en vagn även på påskafton — veckorapporten för första veckan upptar nämligen två vagnar. Den första vagnen skall ha levererats till disponent Gunnar Håkansson i Sanda-

red utanför Borås, som påstås ha beställt sin bil redan i augusti 1926. Fakturan på Håkansson är utställd den 23 april, men redan 16 april finns det en faktura utställd på Ernst Grauers, som var Stockholms-återförsäljare. Eftersom Grauers var nere vid fabriken på skärtorsdagen är det inte helt omöjligt att han fick den allra första vagnen och att det var vagn nummer två som gick till Håkansson. I varje fall visades en vagn i Stockholm redan på tisdagen följande vecka och det sägs i en Stockholms-tidning att det skulle röra sig om den första vagnen som körts till Stockholm av Assar Gabrielsson (och kan man förmoda, Ernst Grauers).

Man ville ha ett trettiotal vagnar klara snarast så att återförsäljarna kunde få varsin vagn — och dessutom hade man tydligen en del direktorder att leverera. Bl. a. köpte den kände göteborgsbilisten Gösta Fraenckel en vagn redan den 4 maj.

Den nya Volvon visades i Ernst Grauers lokaler på Brunkebergstorg i Stockholm. Man ställde också ut de olika delarna som ingick i bilen.

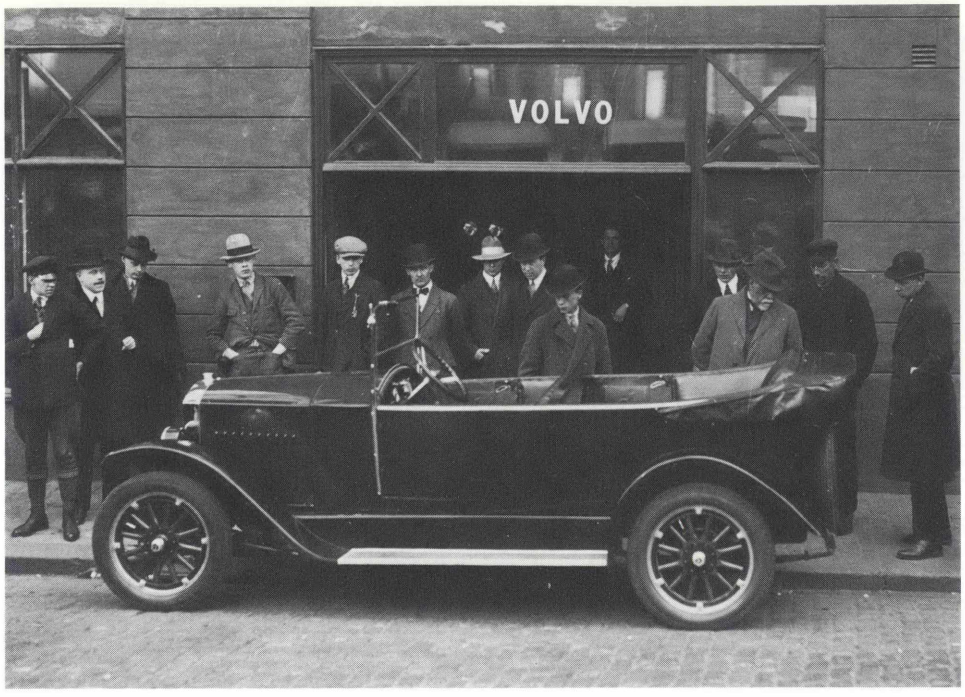
Enligt tidningsrapporterna gick försäljningen bra, och de bilar man nu tecknade order på i Stockholm skulle inte kunna levereras förrän i augusti.

Vad var nu den nya Volvon för slags bil? Den samtida pressen behandlade den vänligt men utan att vara särskilt översvallande.

Rent tekniskt var Volvon rätt typiskt amerikansk till sin konstruktion. Chassiet var relativt kraftigt, med långa halvelliptiska bladfjädrar fram och bak. Axelavståndet var 2 850 mm, och spårvidden 1 300 mm, rätt litet i jämförelse med amerikanska vagnar men i samma storleksordning som motsvarande europeiska.

Motorn var en sidventil-fyra med stående ventiler på högra sidan av gjutjärnsblocket. Cylinderdimensionerna var 75 × 110 mm vilket gav en cylindervolym på 1 944 cm^3. Enligt amerikansk praxis var kompressionen låg (4,9:1). Motorn uppgavs ge 28 hk vid 2 000 varv/min. Topphastigheten uppgavs vara ca 90 km/tim, men lämplig marschfart var 60 km/tim.

Vevaxeln var trelagrad och hade ram- och vevstakslager med 55 mm i diameter istället för 40 mm som hos provmotorerna. Den viktigaste förändringen var annars införandet av trycksmörjning av lagren — det gjorde motorn betydligt stryktåligare och dessutom väsentligt tystare.



Redan efter några dagar kunde man visa upp den första Volvovagnen i Stockholm, utanför försäljningslokalen på Brunkebergstorg.

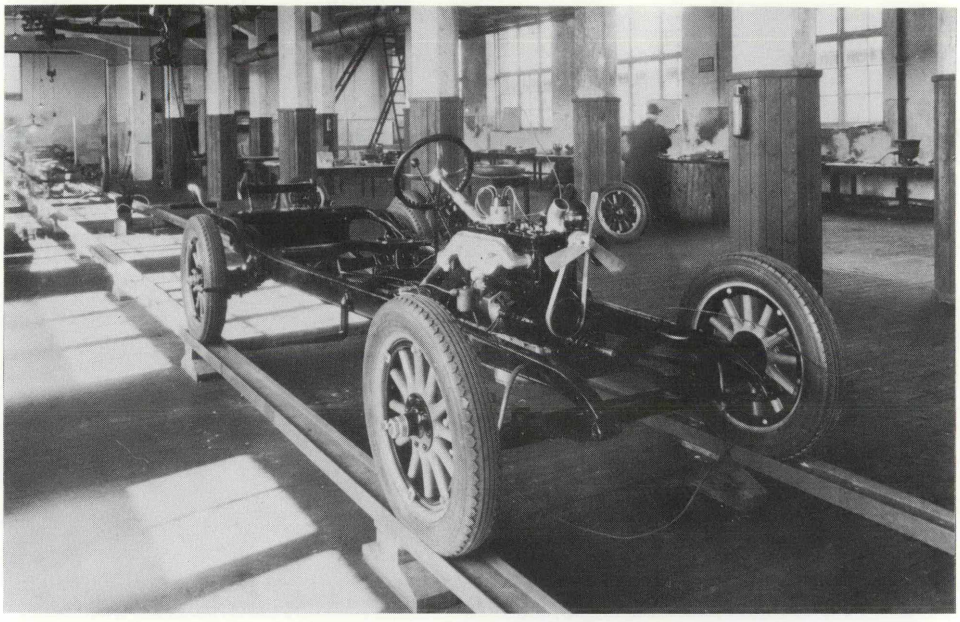
Kolvarna var av gjutjärn men hade gjorts lättare än i de tidigare motorerna — de var nu gjorda i en bättre kvalitet och kunde därför göras tunnare.

Man tycks ha haft en del bekymmer med läckande topplockspackningar och därför ökat topplocksbultarnas diameter från 10 till 11 mm.

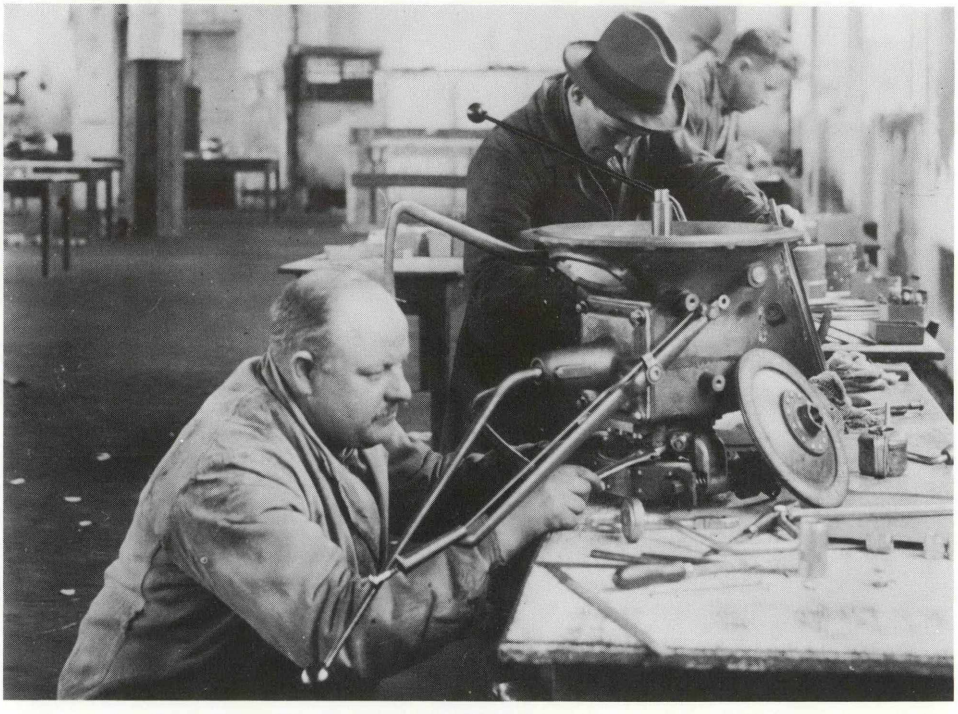
Kylningen skedde enligt termosifonsystemet, utan pump, och motorn var försedd med en trebladig fläkt som drevs via en rem från den kuggdrivna kamaxeln.

Man hade nu slutgiltigt löst problemet med insugningsröret som var gjutet i ett stycke med avgasgrenröret, med nedre delen som insugsrör. Förgasaren var en 30 mm Solex som lämnade bränsleblandningen till parvis placerade insugningsportar. Bensintillförseln skedde via en vacuumtank på torpeden. Provvagnarna hade haft en tank under motorhuven och bensinen rann då med självtryck till förgasaren.

Man hade bytt ut den ursprungliga magnettändningen mot batteritändning av Bosch-fabrikat. Fördelaren var monterad ovanpå motorn



Karosserna tillverkades en trappa upp och sänktes sedan ner till det färdiga chassiet, som rullade i två rännor längs golvet.



Verkmästare Johan Fingal justerar en växellåda innan den monteras i vagnen.

och hade försetts med manuell reglering som komplement till den automatiska tändningsinställningen.

Motorn var nu fyrpunktsupphängd (provmotorerna var upphängda i tre punkter) och via en 9-tums enskivig torrlamellkoppling fördes kraften till en med motor och koppling hopbyggd treväxlad växellåda av amerikansk typ. Kardanaxeln var försedd med knutar av Hardy-typ. Bakaxeln hade spiralskurna drev enligt Gleason-systemet, som avsevärt dämpade det oväsen som man klagat över hos provvagnarna.

Från början var bilarna endast försedda med trumbromsar på bakhjulen, medan handbromsen verkade på en trumma placerad bakom växellådan.

Hjulen var 20″ (i stället för 21″ som hos provvagnarna) och av artillerityp med träekrar och lösa fälgar. Däcksdimensionen var 29 × 4.75″ ballong, men mot tillägg kunde man få överdimensionen 29 × 4.95″.

Karossen var öppen och femsitsig, med fyra dörrar, klädd med plåt på spant av ask och rödbok. Klädseln var av läder i både fram- och baksäte. Bilen levererades endast i en färg, mörkblå med svarta skärmar.

I ”Nordkulan” som fabriken populärt kallades, monterades chassierna på bottenplanet. Ramarna färdigborrades, varefter axlar och hjul monterades och bilen fick rulla längs en monteringsbana där de olika delarna monterades.

En trappa upp låg karosseriverkstaden där trästommarna från Åtvidaberg monterades samman i jiggar. Också här hade man en monteringsbana där karossen gick från man till man under arbetets gång. I måleriverkstaden fick vagnarna en första grundning och slipning och sedan sänktes karosserna med vanliga rep ned till bottenvåningen där den slutliga lackeringen och poleringen utfördes. Sedan chassi och kaross förenats monterades inredning, instrument och elutrustning.

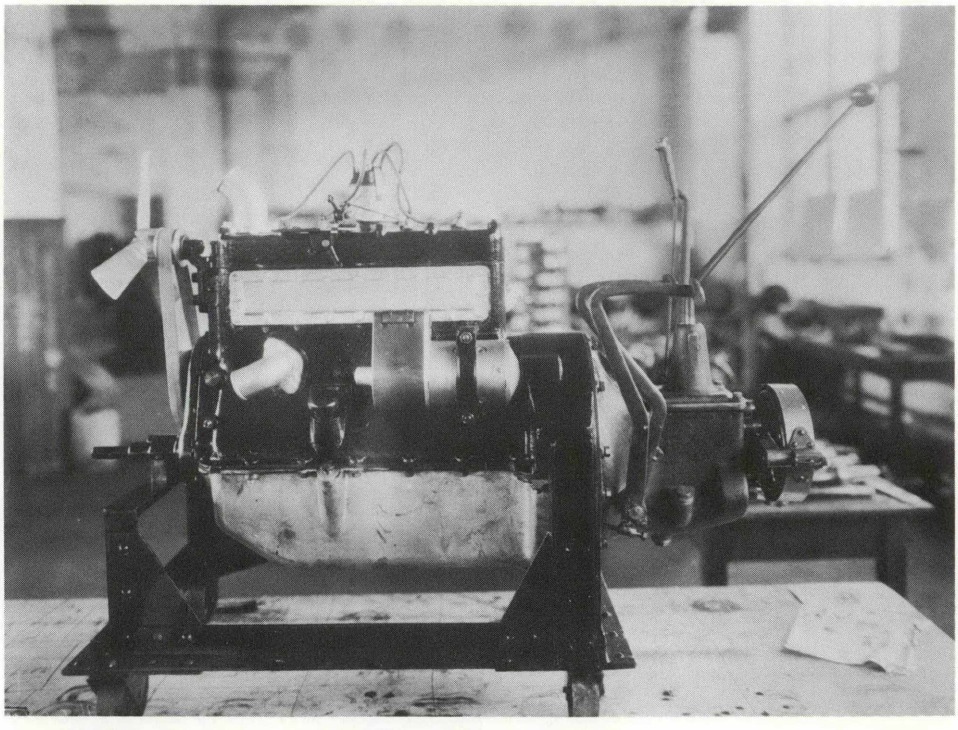
Priset hade man bestämt till 4 800 kronor för öppen vagn och 5 800 kronor för täckt.

De täckta vagnarna kom inte i marknaden förrän i juli 1927 och förmodligen blev MasOlle både ledsen och irriterad över att hans namn blev förknippat med dem. Bilarna fick snart ganska elaka öknamn, vilket knappast var orättvist. Den täckta vagnen var ful, med

kort motorhuv, kutryggigt tak, höga dörrsidor, murriga färger och ett ovalt bakfönster. I nederkant av taket gick en kant som fortsatte runt karossen baktill. I stället för det pressade plåtstycket runt bakfönstret som brukade finnas på de amerikanska vagnarna hade man pegamoidklädsel även där. Det hela såg tyvärr ut som om man lagt ett buktigt lock ovanpå karossen.

Uppenbarligen befarade man på Volvo att den svenska publiken skulle reagera negativt på det nya sättet att bygga täckta karosser. Man framställde en speciell trycksak som förklarade de olika fördelarna med "det mjuka systemet".

Man kan undra över hur man på Volvo lärde sig att bygga karosser enligt Weymann-systemet — det är tveksamt om det tidigare byggts sådana karosser i Sverige. Volvo talade om "system Ström" — Ström var en anställd på Volvo som tydligen var expert på karosser. Förklaringen till kunskaperna får man i fabrikens egen bokföring. I december 1926 står: "Karosseri inköpt av SKF, Paris. Frs 28 500, Sv. kr. 3 605:25". Uppenbarligen köpte man en färdig Weymann-kaross för att studera tekniken. Detta förklarar också varför man i vissa tidning-



Den fyrcylindriga motorn ser typiskt amerikansk ut.



Längst fram i raden av öppna karosser står en täckt som skiljer sig avsevärt från de man senare byggde. Troligen är det den kaross man inköpte i Frankrike för att studera hur man byggde karosser enligt Weymann-systemet.

ar rapporterar att det fanns en täckt kaross i fabriken i april 1927, flera månader innan man kom igång med tillverkningen av täckta vagnar.

Det påstås ofta att den täckta modellen fick öknamnen "Orrekojan" och "Dalakofferten". När det gäller "Orrekojan" är det dock helt säkert att det var en speciell vagn som inom fabriken kallades så — den finns faktiskt med i inventarieförteckningen tillsammans med andra bilar som hade smeknamn. En sexcylindrig vagn som byggdes senare kallades för "Metkroken" och en av de första provvagnarna för "Trollungen". En av provvagnarna var blågrön och kallades "Sjöjungfrun".

Namnet Jakob förekommer flitigt när det skrivs om gamla Volvobilar. Oftast påstår man att den allra första serietillverkade bilen (som lämnade fabriken 14 april 1927) kallades för Jakob. Det förefaller dock ganska troligt, och dessutom minns Carl-Einar Abrahamsson, som fanns på fabriken när provvagnarna testades, att Jakob var en av de första tio vagnarna. Den var svart, och det finns fotografier som visar en svart bil som antagligen är just Jakob.

Jakob-dagen infaller den 25 juli, och det verkar inte alls otroligt att bilen döptes till Jakob helt enkelt därför att den blev klar just den dagen.

Men vi får nog räkna med att alla tidiga Volvo-bilar också i fortsättningen kallas Jakob — det brukar vara svårt att utrota populära missuppfattningar.

Man hade räknat med att tillverka 500 vagnar vardera av ÖV4 (Öppen Vagn 4-cylindrig) och PV4 (Person-Vagn 4-cylindrig) men trots den täckta modellens egendomliga utseende blev den betydligt populärare än den öppna vagnen.

Vid årsskiftet 1927/28 beslöt man sig för att skära ner tillverkningen av de öppna vagnarna från 500 till 300. I slutet av april 1928 hade man ändå inte tillverkat fler än 201 öppna vagnar och under den återstående produktionstiden byggde man bara fyra öppna vagnar till. Och den sista lyckades man inte sälja förrän 1930.

Man kan tycka att planeringen redan från början var något förvånande. Redan i mitten av 1924 tillverkades det fler täckta än öppna vagnar i USA och 1927 var 80 % av bilarna där täckta. Med tanke på det svenska klimatet borde det ha legat nära till hands att räkna med andra proportioner än man gjorde.

De täckta karosserna ändrades i flera avseenden i juli/augusti 1928. I en intervju i Göteborgs-Tidningen den 18 juli 1928 sägs det: "Det äger nog sin riktighet, sade direktör Gabrielsson, att vi inom kort komma att släppa ut en ny modell på marknaden. Vi ha redan haft ett par modeller exponerade på automobilutställningen i Jönköping och Sundsvall. Det blir en täckt Volvo-Special som nog kommer att gillas av den bilintresserade allmänheten.

Den nuvarande täckta modellen har kanske lämnat något övrigt att önska i skönhetsavseende, ehuru den varit synnerligen praktisk till konstruktionen och i detta avseende fått de allra bästa vitsord från alla håll.

Nu har vi konstruerat en ny täckt bil, som särskilt tager sikte på allmänhetens önskningar att få en vacker bil, och en vagn som är tilltalande för ögat. Skillnaden består alltså förnämligast däri, att vi gjort motorhuven betydligt längre (och torpeden i motsvarande grad kortare. Förf. anm.). Vidare hava vi avlägsnat den s. k. "buktigheten" på karossen, så att denna nu har en oklanderlig strömlinjeform. Smala stolpar vid fönster och dörrar medgiva även ökad sikt för föraren, och dessutom har det ovala fönstret bak i vagnen utbytts mot ett fyrkantigt, vilket bättre harmonierar med vagnens utseende i övrigt.

Men även färgen har i någon mån förändrats. Här i Göteborg går ett stort antal av våra täckta vagnar, och därför vilja vi väcka göteborgarnas uppmärksamhet med en liten variation i utseendet. Den nya modellen får således en grå färgton under det att taket målas svart.

Vidare är den nya modellen försedd med kofångare och en hel del andra tillbehör som förhöja utseendet.

Någon ändring på den öppna modellen kommer icke att vidtagas. Den har blivit mycket uppskattad av den bilköpande allmänheten och ingen har uttalat önskningar om några förändringar på densamma."

Det finns källor som tyder på att MasOlle fick rycka in och hjälpa till vid "uppsnyggningen" av karossen — han var vid den här tidpunkten förmodligen sysselsatt med att rita karossen till den kommande sexcylindriga modellen.

Det har inte gått att klarlägga om Special-modellen tillverkades parallellt med den äldre typen med oval bakruta, eller om det var en mer lyxutrustad variant av den nya karossen med den fyrkantiga bakrutan. Det verkar rätt otroligt att en affärsman av Assar Gabrielssons kaliber skulle ha tillåtit något så uppenbart oekonomiskt som att bygga två rätt olika karosser samtidigt (men det kan tänkas att man hade ett större lager kvar av den första typen). Fabrikens leveransrapporter visar att man levererade både vad man kallade "täckta A" och Special ända fram till slutet av 1929. Men andelen "täckta A" blev allt mindre. En teori om att Special skulle ha haft fyrhjulsbromsar som standard vilket "täckta A" skulle ha saknat stämmer inte — framhjulsbromsar kunde man tydligen få på båda modellerna mot pristillägg.



"Handelsresandevagnar" var en Volvo-specialitet som fanns långt in på 30-talet. Man flyttade reservhjulet och tog upp en rejäl dörr i aktern.

I reservdelslistan för oktober 1928 har man ännu inte hunnit få med delarna till den nya Special. För utvändig klädsel av vagnarna har man pegamoid i blå, grå och svart färg. Det finns åtta olika tygsorter för invändig klädsel och mot ett tillägg på 175 kronor kan man få de täckta vagnarna med läderklädsel på insidan upp till fönsterhöjd.

Framstolarna i den täckta modellen var fällbara så att vagnen kunde användas som "campingvagn med två sängplatser". Man propagerade också för bilens lämplighet som sjuktransportbil.

1927 hade en läkare nere i Skåne sökt patent på en löstagbar mittstolpe på personbilar, vilket gjorde det möjligt att få en sjukbår bredvid föraren. Det verkar troligt att Volvo köpte in patentet, eftersom länge alla täckta vagnar kunde levereras med en löstagbar mittstolpe på högersidan.

Av Special fanns ytterligare en specialversion, med hela bakstycket utformat som en skåpvagnsdörr. Den var avsedd som "handelsresandevagn" och tillverkades i flera exemplar.

Någon gång under 1928 — förmodligen alldeles i början av året — införde man framhjulsbromsar mot ett tillägg av 200 kronor, vilket gällde både den öppna och den täckta modellen. Men framhjulsbromsarna blev aldrig standardutrustning på de fyrcylindriga vagnarna, och in i det sista levererades de flesta utan, särskilt de öppna vagnarna.

Förmodligen infördes under produktionens gång smärre ändringar på vagnarna, men de finns tyvärr inte dokumenterade. En synlig förändring (som dock inte nämns någonstans) är att strålkastarna blev större, förmodligen i början av 1928.

Priset på bilarna sänktes också med 200 kronor, också förmodligen i början av samma år.

Det verkar som om man på Volvo varit lyhörd för kundernas synpunkter, och i arkivet finns ett brev från en kund vid namn Hjalmar Frisell som i november 1927 skriver och lämnar synpunkter på sin bil.

Han tycker att motorn är fullt tillräckligt kraftig för landsvägsfärder men att accelerationen är för dålig i stadstrafik. Tydligen har man inte kommit till rätta med motorvibrationerna, eftersom han klagar över dessa. Fotbromsen verkar "ryckigt", men kanske blir det bättre efter "nu införd förändring". Bensintanken är för liten, bör kunna förlängas åt sidorna.

Strålkastarna bör göras större, stänkskärmarna vibrerar och dörrarna är för trånga, sidorutorna och suffletten har en benägenhet att brista vid knäppena. Differentialen behöver justeras efter 1 000 mil för att få bort ett biljud — plus en rad andra småanmärkningar.

På det hela taget verkar det som om Frisell hade varit nöjd och inte haft några större problem annat än en blåst topplockspackning och besvär med glapp i "kullederna å styrstagen".

Försäljningsresultat

Totalt byggdes, innan tillverkningen lades ner i mitten av 1929, 996 fyrcylindriga personvagnar. Av de öppna vagnarna tillverkades 205 exemplar, av de "täckta" 443 exemplar och av Special 251 exemplar. 70 vagnar levererades som "pick-up" för Televerket (och möjligen också till privata köpare) och 27 levererades som chassin.

Modellen utvecklades också till en lastvagn som började säljas 1928.

I augusti 1926 hade man beslutat sig för att lägga upp en serietill-

verkning av 1 000 fyrcylindriga personvagnar, hälften täckta och hälften öppna. I januari 1927 säger Gabrielsson att "första serien av vagnar är i det närmaste placerad. Intresset har överallt visat sig synnerligen stort."

I själva verket gick både tillverkning och försäljning inte särskilt bra. Man hade rätt länge problem med leveranserna från underleverantörerna och de svenska bilförsäljarna var rätt misstänksamma mot den nya svenska bilen. Man hade därför svårt att få tag på verkligt duktiga återförsäljare och fick ofta nöja sig med ganska oprövade förmågor.

I augusti 1926 hade man kalkylerat med att försäljningen av de 1 000 första vagnarna skulle inbringa en vinst på 150 000 kronor, men i slutet av juli 1928 konstaterar man att förlusten i slutet av året beräknas bli 1 140 000 kronor. Förklaringarna till detta är bl. a. 100 000 kronor i experimentkostnader, 60 000 kronor för nedskrivning av detaljer som inköpts för icke tillverkade öppna vagnar, prissänkningar, fördyrad tillverkning samt affärsomkostnader under ett extraår (de 1 000 vagnarna skulle ju ha varit färdiga redan under 1927). Prissänkningarna berodde på att man tvingats att lämna återförsäljarna större rabatter (vilket slog igenom på priserna till kunderna). Man räknade också med att göra ytterligare en prissänkning under året, tydligen för att bli av med de svårsålda 4-cylindriga bilarna. Enda ljusglimtarna tycks ha varit den tidigare på året introducerade lastvagnen och hoppet om att en kommande 6-cylindrig modell skulle kunna vända trenden.

I en PM från den 8 juni 1928, framtagen för att styrelsen skulle kunna bedöma det fortsatta handlandet, lägger Assar Gabrielsson fram fyra alternativ. Första alternativet är att bedriva verksamheten i oförändrad omfattning, det andra att helt lägga ned den, det tredje att utvidga den enligt tidigare plan och det fjärde att väsentligt utöka den.

Man konstaterar att försäljningen av personvagnarna inte var tillfredsställande, men att man med en sänkning av priset borde kunna sälja största delen av vagnarna till årsskiftet. Därmed skulle lastvagnsförsäljningen ha tagit så god fart att man borde kunna ha sålt slut de 500 första vagnarna redan i september/oktober.

Skulle bolagets verksamhet läggas ner kan man räkna med ett betydande köpmotstånd på personvagnarna, men detsamma kan in-

träffa om det blir känt att man planerar att börja tillverka en sexcylindrig vagn.

Man konstaterar att man inte med framgång kunde driva en verksamhet i dåvarande omfattning utan förluster — i varje fall inte om man skulle fortsätta att tillverka personvagnar. Däremot skulle en lastvagnstillverkning om 1 000—1 500 vagnar om året kunna gå ihop.

Gabrielsson konstaterar att Penta vid förhandlingar påstått, att det skulle vara mer lönsamt för dem att köpa delar till lastvagnar från olika håll och sätta in sin egen motor i vagnen.

Gabrielsson anser att denna kalkyl inte stämmer, men att Bofors kanske skulle kunna vara intresserat av att fortsätta en lastvagnstillverkning om Volvo lägger ner sin tillverkning.

I planerna från augusti 1926 hade man förutsett en stegvis utvidgning från 1 000 till 4 000 och senare till 8 000 vagnar per år. Man konstaterar att frågan om exportförsäljning är viktig, inte minst därför att man måste motverka säsongsvängningarna i Sverige, där bilförsäljningen under vintermånaderna praktiskt taget ligger nere. Man har via SKF gjort undersökningar i bl. a. Argentina, Sydafrika, Australien och på Java och nämner också andra länder som t. ex. Rumänien och Balkanländerna.

Man refererar till förfrågningar som gjorts av General Motors i Stockholm om delar till Chevrolet. Flera av Volvos leverantörer har blivit tillfrågade och har sedan för Volvo påpekat den stora skillnaden i noggrannhetsfordringar mellan GM och Volvo. Om Volvo sänkte sina krav till samma nivå som GM skulle man t. ex. kunna komma ned ca 20 % i pris på de av Bofors bearbetade delarna.

Kvaliteten på den nya sexcylindriga motorn kommer också att avsevärt påverka priset. Den skall ha en "medelst motvikter på samtliga vevslängar fullt utbalanserad vevaxel. Av dem i Europa, som hava sådana vevaxlar, känna vi endast Delage och Isotta Fraschini. Amerikanarna i samma prisläge som vi hava det icke." Man vill också hålla fast vid Bosch, men konstaterar att det fördyrar varje vagn med ca 20 kronor, men Bosch anses vara betydligt tillförlitligare än andra fabrikat. Den nya sexcylindriga vagnen kommer i ren tillverkningskostnad att bli 475 kronor dyrare än den gamla fyrcylindriga modellen.

Det sista alternativet gäller en tillverkning av 15 000 personbilar och 5 000 lastbilar och Assar Gabrielssons rekommendation blir, att

man skulle utöka produktionen under 1929 till 2 000 personbilar och 2 000 lastbilar, för att 1 januari 1932 komma upp i en tillverkning av 20 000 bilar.

Det omedelbara resultatet av överläggningarna den 15 juni 1928 blev att man skulle tillverka ytterligare högst 500 lastbilar samt en sexcylindrig personvagn. Frågan rörande det framtida programmet skulle senare tagas upp till förnyat övervägande.

I augusti 1928 fick Volvo av regeringen tullrestitution för importerat bilmaterial vilket betydde att exporten kunde göras mer lönsam. Dessutom lyckades man vid förhandlingar med SJ få en speciell fraktnedsättning vid transport av bilar från Göteborg till Stockholm och Malmö. Frågan om tullskydd för svenska bilar hade i flera år varit aktuell, men det var en känslig fråga som man tydligen ogärna diskuterade.

Ännu under hösten 1928 skrev tidningarna: "Efterfrågan på Volvovagnarna är alltjämt så stark, att fabriken nätt och jämt kan tillfredsställa återförsäljarnas önskemål. I lager finns praktiskt taget varken personbilar eller lastvagnar." Det var givetvis inte med sanningen överensstämmande, men det visade sig att Assar Gabrielssons tro på framtiden inte skulle komma på skam.

1927 hade man sålt 297 bilar med ett försäljningsvärde av 1 392 556 kronor och 1928 sålde man 983 vagnar till ett värde av 3 931 621 kronor. Återigen gick man med förlust, men inte fullt lika stor som föregående år.

Att Volvo-fabriken planerade att komma med en sexcylindrig modell var en mer eller mindre offentlig hemlighet, och i december 1928 meddelade några tidningar att Volvo skulle montera sin nya motor i ett par chassier av den gamla fyrcylindriga typen för att prova dem i tävlingssammanhang. Bilarna kördes bl. a. i KAK:s vintertävling där en kom på delad förstaplats. På Volvo var man hemlighetsfull om den nya sexcylindriga modellen. Så här skrev en journalist på Göteborgs Morgonpost: "Undertecknad var ute en gång i vintras på fabriken för att försöka få reda på detaljer men möttes av en med bart svärd beväpnad ärkeängel Gabrielsson. Och enahanda öde mötte alla nyhetstörstande."

Men den 23 april 1929 lyfte man på slöjan och visade den nya sexcylindriga vagnen som skilde sig avsevärt från den tidigare modellen på nästan alla punkter. Lastbilsförsäljningen hade nu också tagit fart



Volvo hade flera tävlingsframgångar med sina fyrcylindriga vagnar. Man väntar sig tydligen halt väglag utanför staden, men enligt tidens sed har man snölänk bara på ena framhjulet.

och i slutet av 1929 kunde Volvoledningen för första gången konstatera att året givit ett visserligen blygsamt — men nog så glädjande — överskott: 1 956:11!

Teknikhistoriska notiser

Verla Fabriksmuseum i Finland

av Gustav Danielsson

Fil. mag. Gustav Danielsson, arkivchef vid Kymmene AB, berättar om Verla Fabriksmuseum, dess tillkomst och verksamhet.

Bakgrund

Industriell arkeologi har under det senaste decenniet blivit en allt populärare vetenskap, i synnerhet i de anglosaxiska länderna, men har även vunnit insteg i Skandinavien. Detta sammanhänger givetvis med det ökade intresset för ekonomisk historia och särskilt då för den som behandlar industrialismens genombrott. De fysiska minnesmärkena utgör härvid ett värdefullt komplement till urkundsmaterialet. Värdefullast ur såväl forskningens som allmänhetens synpunkt är givetvis de relativt sällsynta fall, då en gammal fabrik bevarats intakt med byggnader och maskiner in situ, d. v. s. på sina ursprungliga platser. Industrins snabba utveckling har medfört att oräntabla fabriker lagts ner eller moderniserats. De gamla bruken fick i många fall förfalla i all stillhet. Undantag finns givetvis. I Sverige har man vid bl. a. Stora Kopparberg insett, att det förgångna äger ett rent pekuniärt värde som ett led i företagets PR-politik. Dessutom förpliktar givetvis traditionerna, vilka, sunt utnyttjade, utgör en tillgång för ett företag. Bergsmuseet och den gamla koppargruvan i Falun är livligt besökta turistattraktioner.

Däremot finns det, såvitt jag har mig bekant, inte något intakt bevarat äldre träbaserat pappersbruk i Sverige. Den äldre svenska pappers- och träförädlingsindustrin är visserligen väldokumenterad i bl. a. Stora Kopparbergs, SCA:s och Holmens Bruks centralarkiv. Motsvarande, om också mindre omfattande, företagsarkiv i Finland är t. ex. Rosenlews och Kymmenes centralarkiv.

Den finländska pappersindustrin har i Verla fabriksmuseum skapat ett levande minnesmärke över industrialismens genombrott inom den träbaserade träförädlingsindustrin, vars genombrott i Finland skedde på 1870-talet, då ett flertal företag grundades. En del av dessa har sedermera utvecklats till storföretag. De övriga har till största delen antingen nedlagts eller uppgått i större enheter, vilket inte alltid utgjort en garanti för fortsatt industriell drift för ett mindre bruk.

Det första träsliperiet vid Verla fors i Kymmene älv i Jaala socken inledde produktionen år 1872. Brukets tillkomst sammanhängde med den år 1870 öppnade järnvägen mellan Riihimäki och S:t Petersburg, som öppnade Kymmenedalens forsar och skogstillgångar för industriell verksamhet i större skala samtidigt som transporterna av färdiga produkter till huvudmarknaderna i Ryssland underlättades. Man bör också komma ihåg, att storfurstendömet Finland som en del av det ryska kejsardömet inte hade någon tullgräns mot Ryssland, medan ryssarna åter måste erlägga tull vid import till Finland. Detta i förening med de synnerligen höga tullsatser Ryssland tillämpade gentemot sina grannar, gav självfallet den finska träförädlingsindustrin en fördelaktig ställning, så snart man kunde nyttja landets rika skogstillgångar som råvara för papperstillverkning. Verla låg visserligen tre mil från järnvägen, vilket beredde svårlösta transportproblem, som fann en mera ekonomisk lösning först då Savolaxbanan byggdes år 1892 och minskade avståndet till ca fem kilometer. Då hade visserligen det första bruket redan nedlagts. Dess maskinella utrustning var anspråkslös och omfattade bl. a. en turbin och en slipstol på 110 respektive 50 hästkrafter. Driften blev oräntabel och då bruket härjades av en eldsvåda år 1876, lades bruket ner. Dess grundare Hugo Neuman återgick till sin ursprungliga verksamhet som järnvägsingenjör.

Området jämte tillhörande forsandelar förvärvades år 1881 av pappersmästare Gottlieb Kreidl vid Kuusankoski Aktiebolag ca 2,5 mil från Verla. Kreidls kompanjoner var pappersmästare Louis Haenel vid Kymmene Aktiebolag i Kuusankoski och konsul Wilhelm Dippell från Viborg. Det nya bruket stod färdigt år 1882. Förutom slipmassa tillverkades kartong. År 1906 omvandlades bolaget till aktiebolag, som år 1920 förvärvades av det år 1910 grundade och 1939 nedlagda Kissakoski Aktiebolag i Hirvensalmi socken. Två år senare övergick vardera bruken i Kymmene Aktiebolags ägo. Omedelbart därefter ombyggdes vattenrännan och regleringsdammen, ett litet vattenkraftverk uppfördes och en tredje slipstol anskaffades. Depressionen i början av 1930-talet och vinterkrigets utbrott 1939 skrinlade vidare eventuella utvidgnings- och moderniseringsplaner. Efter kriget hade Kymmene fullt upp med att modernisera sina huvudfabriker. Den enda större investeringen i Verla var ett nytt vattenkraftverk, som uppfördes år 1954. Verlas anspråkslösa årsproduktion (ca 4 000 ton) och föråldrade maskinpark gjorde driften olönsam. En genomgripande modernisering skulle ha ställt sig alltför kostsam. Tillverkningen inskränktes gradvis och upphörde slutligt den 18.7.1964. De äldre arbetarna hade pensionerats och de yngre hade överflyttats till huvudfabrikerna i Kuusankoski.

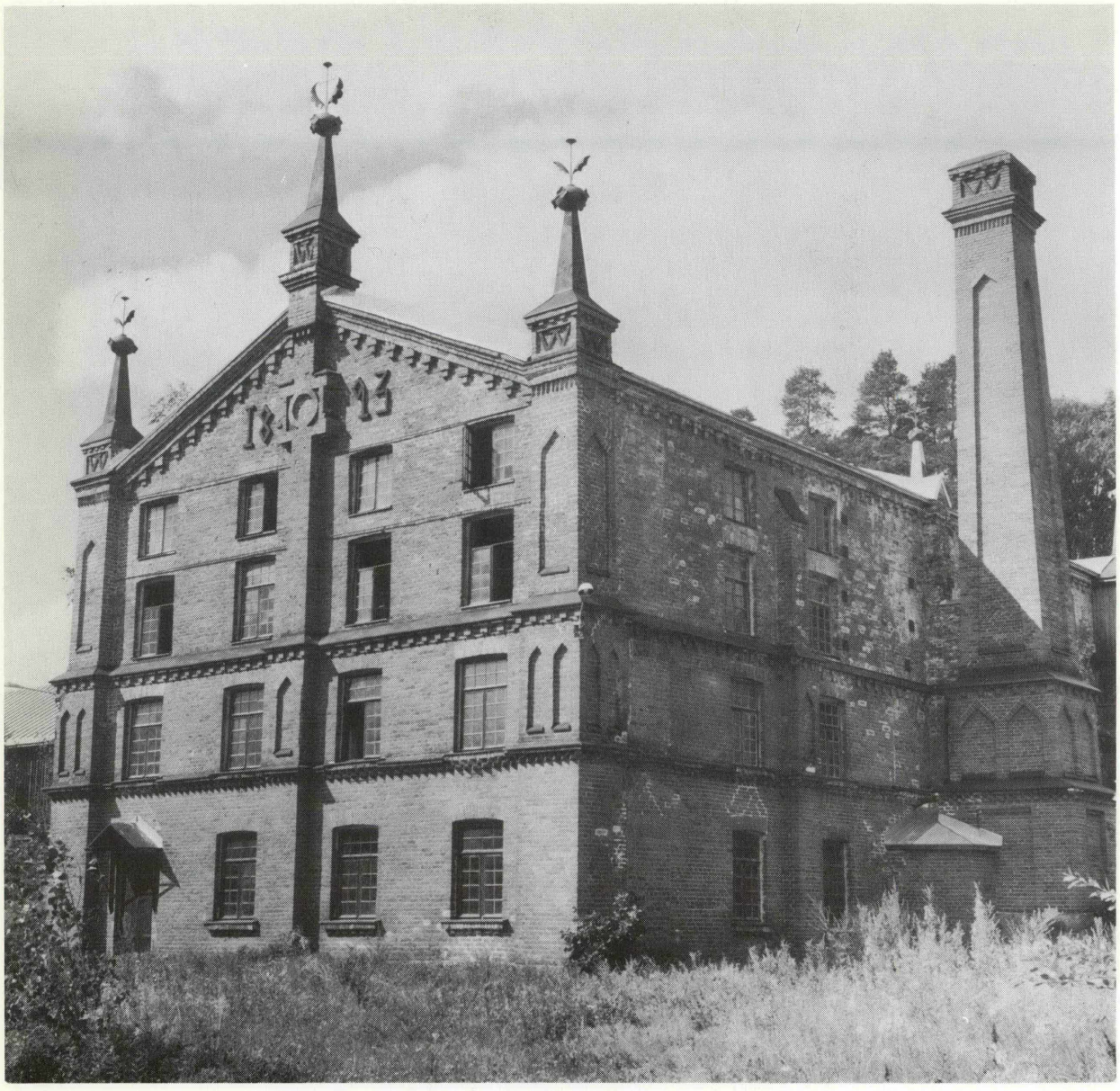
Byggnader

Träsliperiet och kartongfabriken uppfördes av stock år 1881, ett visserligen eldfarligt men då för tiden billigt byggnadsmaterial. Den egentliga fabriken och torkhuset uppfördes som separata byggnader. Vid en eldsvåda år 1892 förstördes torkhuset och ersattes följande år av ett nytt av tegel. År 1895 byggdes tegelväggar runt den gamla fabriken, där driften pågick utan avbrott under hela byggnadsskedet, varefter den gamla fabriken revs inifrån. Fabriken s. a. s. ömsade skinn. Torkhuset och fabriken förenades, vilket givetvis underlättade de interna transportproblemen i fabriken.

De nya anläggningarna var ritade av arkitekt Edvard Dippell, bror till konsul Wilhelm D. De har i så gott som oförändrat skick bevarats till våra dagar. Tvenne gavlar, som rivits efter en eldsvåda i början av 1950-talet, återuppfördes enligt de ursprungliga ritningarna som förvaras i Kymmenes centralarkiv i Kuusankoski. Arkitekt Dippell var verksam som kyrkobyggare och byggnaderna på Verla bruk med sina "romantiska" pilastrar, gavelornament och takryttare vittnar om detta. Man frestas rentav av tanken att Dippell använde Verla som en "försökskanin" för sina kyrkobyggen. (Bild nr 1.)

Brukspatronens bostad uppfördes i en våning år 1895 och påbyggdes tre år senare med en tornliknande del ritad av arkitekt Dippell. Byggnaden utgör ett vackert exempel på s. k. snickarglädje, som närmast påminner om äldre tiders lövsågsarbeten. Patronens arbetsrum med sitt snidade och färgglada trätak är en sevärdhet. Rummet kommer att restaureras senare. Byggnaden omges av en vacker och välbevarad park. Där låg även den "obligatoriska" täckta kägelbanan, av vilken dessvärre endast paviljongerna bevarats till våra dagar.

I början av 1900-talet uppfördes ett sommartorkhus av trä, som revs då fabriken inrättades till museum. Byggnaden var uppförd med väggar av snedställda plankor, som gav luften fritt tillträde. En restaurering skulle — på



Torkhusets gavel med byggnadsåret angivet. I äldre tid stavades brukets namn Werla, därav initialen W på gaveltornen och skorstenen.

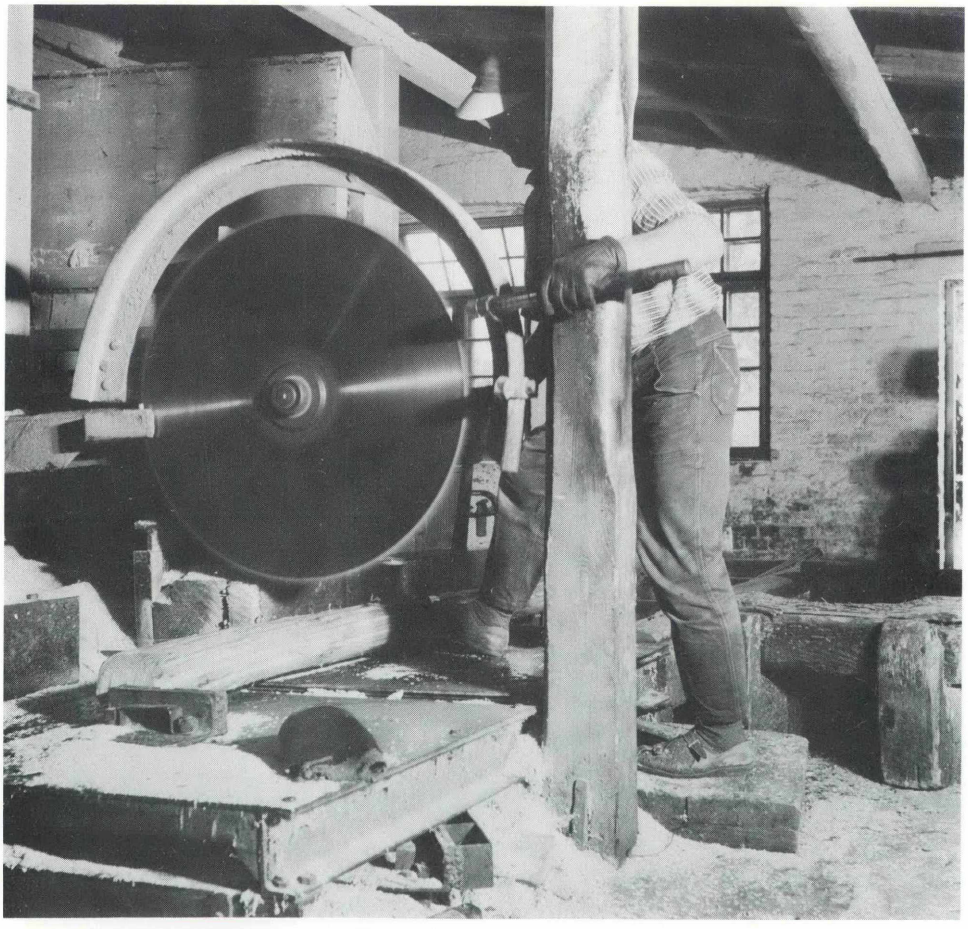
grund av plankornas grova dimensioner — ha ställt sig alltför dyr. En miniatyrmodell i kalandersalen visar byggnadens utseende.

År 1902 uppfördes en lagerbyggnad av kalksandtegel, som även inrymmer brukets kvarn. Som vederlag för att avstå från sina forsandelar krävde nämligen bönderna i Verla by att bolaget skulle uppföra en husbehovskvarn för att mala deras spannmål. Denna skyldighet gäller fortfarande och åvilar brukets

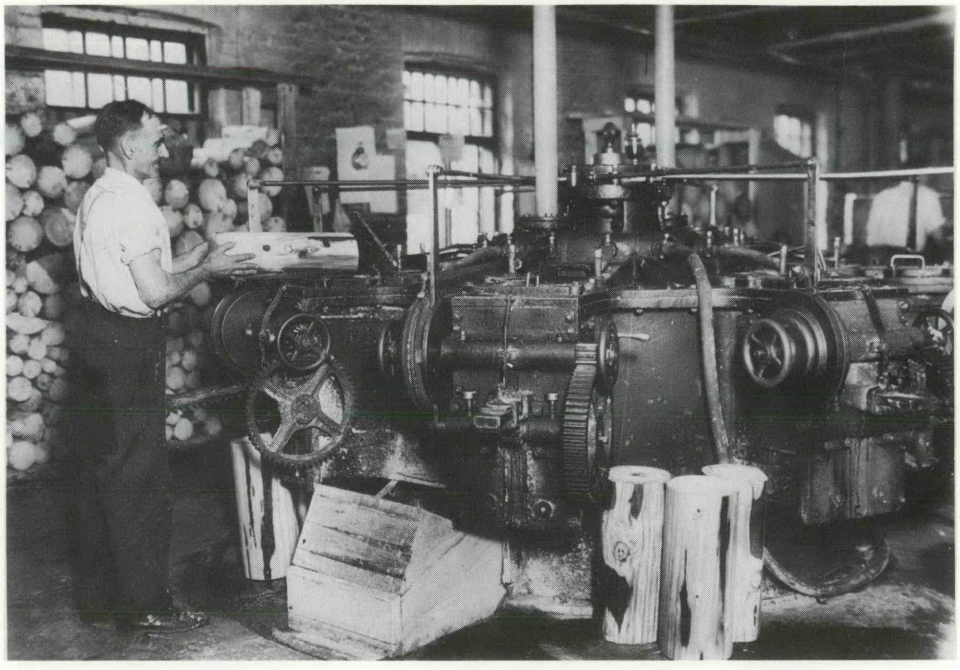
nuvarande ägare. Nära kvarnen låg en år 1886 uppförd arbetarkasern med 17 rum samt kassörens bostad, som även inrymde den folkskola, som åren 1890—1922 upprätthölls av bruket, varefter den övertogs av kommunen. Med undantag av arbetarkasernen, kassörens bostad och sommartorkhuset är samtliga byggnader inom bruksområdet välbevarade. Detta gäller även den gamla mangelstugan samt arbetarbostäderna utanför det egentliga fabriksområdet. Dessa har restaurerats utvändigt och moderniserats invändigt och tjänar nu som semesterstugor för Kymmenes personal. De har dessutom kompletterats med ett antal moderna stugor, som skickligt dolts i terrängen för att inte förstöra helhetsintrycket av den gamla bruksbyn, som ligger vackert grupperad runt en vik.

Processen

Största delen av maskinerna på Verla har, frånsett smärre tekniska förbättringar och kompletteringar, bevarats intakta och in situ alltsedan sekelskiftet eller t. o. m. tidigare. Den tredje slipstol, som anskaffades i början av 1920-talet, rubbar inte helhetsintrycket. Tillverkningsmetoderna förblev, frånsett



Obarkade stockar kapas i cirkelsågen.



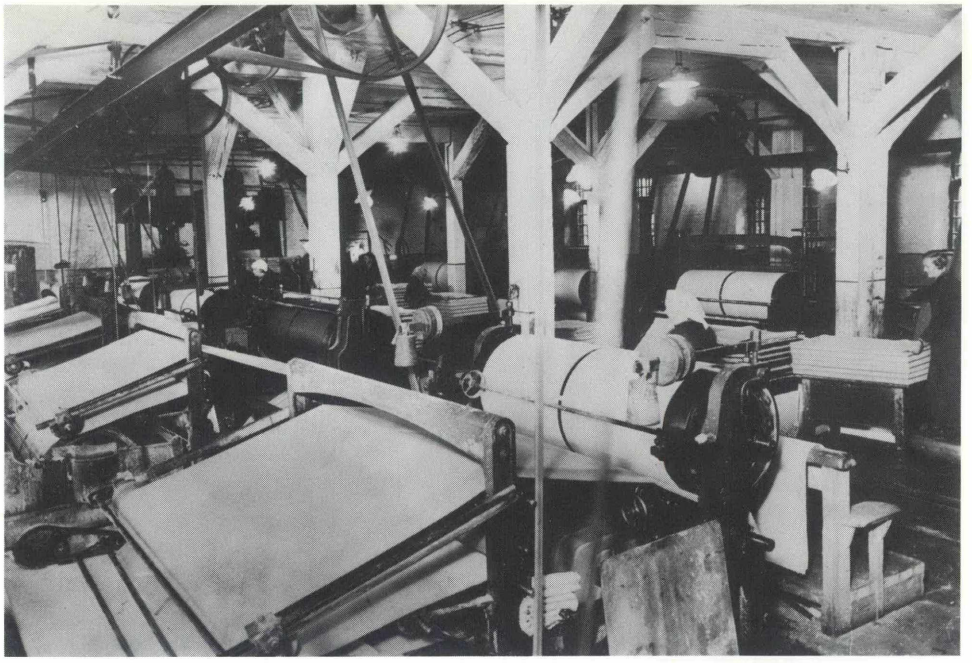
Slipstol med vertikal axel och mekanisk frammatning, levererad år 1903.

elektrifiering och smärre förbättringar, praktiskt taget oförändrade ända till dess driften lades ned.

Virket flottades till bruket, där det till en början upphalades för hand, senare med hjälp av en hästvandring. Vid tillverkningen nyttjades av produktionstekniska (kådhalt) orsaker s. k. överårigt virke, som lagrades nedanför bruket och fick torka där. Från upplagringsplatsen ledde smalspåriga stickspår till fabriken, där stockarna kapades i halvmeter långa klabbar i en cirkelsåg och därefter transporterades till barkningsmaskinen, som bestod av en oskyddad knivförsedd roterande skiva, mot vilken klabben trycktes. Enligt uppgift miste inte en enda arbetare sina fingrar. (Bild nr 2.)

Efter avbarkningen lastades klabbarna på en vagn för vidare transport till slipstolarna. De två äldsta slipstolarna med fem pressar, tillverkade av den tyska firman Germania S. Schwable & Co, ersattes år 1903 av slipstolar med vertikal axel och mekanisk frammatning, som levererades av Karhula Mekaniska Verkstad i Finland. (Bild nr 3.) År 1894 köptes en slipstol med åtta pressar, som tillverkats av AB Karlstads Mekaniska Werkstad. Slipstolarna var placerade ovanför sticksilen, sorterarna och uppsamlingsmaskinerna, till vilka slipmassan rann ner. Då ändamålsenliga pumpar inte stod till buds, tillsattes ett minimum av vatten för att slipmassan skulle kunna rinna ner genom sin egen tyngd.

År 1922 ersattes den av Karlstads Mekaniska Werkstad levererade slipstolen av en slipstol med tre hydrauliska pressar och horisontell axel, som arbetade enligt varmslipningsmetoden. Massaflödet sköttes med hjälp av en pump. Slip-

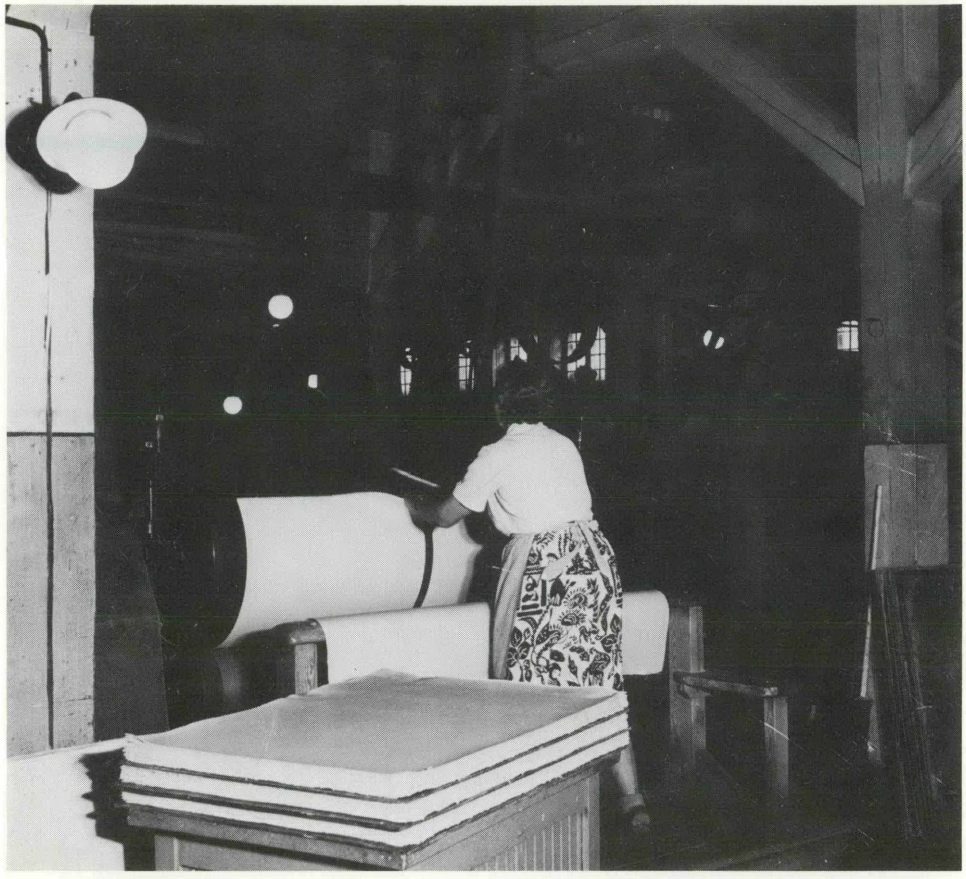


Överblick av uppsamlingshallen i nedre våningen. Till höger ses stapling av färdiga kartongark.

stolen, som nyttjade 65 centimeters klabbar, installerades i bottenvåningen, där den alltjämt kan beses.

Tre av de ursprungliga fyra uppsamlingsmaskinerna finns fortfarande kvar i likhet med en fjärde som anskaffades på 1890-talet. Samtliga är levererade av firman Germania S. Schwable. I samband med förnyelsen av slipstolarna år 1903 anskaffades ytterligare två upptagningsmaskiner, vilka på 1920-talet följdes av två nya. Totalantalet upptagningsmaskiner uppgick m. a. o. till åtta, av vilka de äldsta visserligen har undergått vissa tekniska förbättringar. Samtliga är cylinderupptagningsmaskiner och är placerade på ömse sidor om en mittgång med stickspår för transport av de färdiga kartongarken. (Bild nr 4.)

En filt förde en tunn massabana från maskinens inloppslåda till uppsamlingscylindern och då önskad tjocklek nåtts, ringde en klocka, som utlöstes av ett löphjul, som började rotera, när det fick kontakt med det växande kartongarket. Klockan på varje maskin hade sin egen speciella ton. När klockan ringde lösgjorde maskinsköterskan massan från cylindern genom att föra en käpp av en utmed en fåra i cylindern. Då arken formades i tvenne massabanor på cylindern, resulterade en upprepning av manövern i att fyra ark om 70×100 cm bildades på en gång. Efter löstagning radades arken på varandra i ca 5 cm höga staplar på ett bord bredvid maskinen. Mellan staplarna lades en metallskiva. Staplarna lastades på en tralla och sköts in i endera av de två pressar, som ligger i bortre ändan av salen. (Bild nr 5.)



Löstagning av kartongark från uppsamlingscylindern. Vid löstagningen användes en käpp av en, emedan denna aldrig spjälkte.

Bruket sålde även vissa kvantiteter slipmassa som våt, varvid metallskivan ersattes av ett metallnät vid pressningen av massan, som balades. Huvudparten bearbetades likväl till kartongark, som genomgick ett flertal olika arbetsmoment, till största delen manuella.

Efter pressningen transporterades arken till torkhuset, som invändigt omges av arbetsbryggor i tre etage. Mellangolv finns inte, utan arkhållarna är monterade på järnbalkar i sju lager ovanför varandra. Torkhuset delas genom en brandmur i två delar. Arken torkade inom 3—4 dygn. De bägge avdelningarna fylldes och tömdes växelvis. Den nödiga värmen alstrades genom att bränna ved och avfall i ugnar i bottenvåningen. Bränngaserna leddes till rör i bottenvåningen. Luften omkring rören upphettades och torkade arken. Ovanför de hetaste delarna av värmeanläggningen spändes ett järntrådsnät för att hindra nedfallande kartongstycken att komma i direkt kontakt med ugnen eller de heta rören. Metoden var i hög grad oekonomisk och konsumerade dubbelt så mycket ved som åtgick vid själva kartongtillverkningen!



Ojämnheter och smuts skrapades bort med kniv innan arken glättades i kalandern.

För att minska torkningskostnaderna uppfördes omkring år 1910 ett sommartorkhus, där arken lufttorkades på en vecka vid vackert väder. Var vädret regnigt, tog processen givetvis betydligt längre tid i anspråk. På hösten fylldes torkhuset och tömdes först vid påsktiden följande år.

Kartongen buktade sig under torkningen. Därför placerades fuktiga kartongark med några centimeters avstånd mellan de staplade arken, som därigenom kunde planas ut för slutbehandlingen. Denna skedde i glättningssalen, som inrymde två kalandrar med ånguppvärmda valsar. Under den allra första tiden skedde glättningen med kalla valsar, men redan år 1887 anskaffades en liten ångpanna för uppvärmning av valsarna. (Bild nr 6.)

Efter glättningen sorterades arken individuellt och vägdes. Då ark av olika tjocklek sammanblandats under arbetets gång, vägdes varje ark separat och placerades i fack under arbetsbordet. Tjockleken angavs med siffror, som utvisade hur många ark det gick på 50 kg. (Bild nr 7.)

Packningen av de färdiga arken skedde även den manuellt och resulterade efter



Vägning och sortering av kartongark enligt vikt. Framför sortererskorna ses borden med sina fack, som angav hur många ark det gick på 50 kg.

två arbetsmoment i balar om 400 kg.

Brukets reparationsverkstad i bottenvåningen har även bevarats intakt med samtliga verktyg och maskiner. Transmissionsanläggningen med dess remskivor och drivremmar är bevarad, men inte längre funktionsduglig.

Hur fabriken såg ut när driften ännu pågick, visar en film, som togs under de sista dagarna fabriken ännu arbetade.

The Verla Mill Story

Summary

Industrial archaeology is currently very much in the vogue. This is obviously interlinked with the ever-increasing interest shown in economic history. An old mill with intact buildings and machinery preserved in situ is, for obvious reasons, something of a rare bird. Superannuated mills have usually become victims of "progress".

The Verla Mill, located about 25 kilometres to the north of Kuusankoski, is a living monument to the break-through of industrialization in the Finnish paper industry. The first mill on the site was established in 1872 and was destroyed by fire four years later. The second board mill came on stream in 1882. In 1920 it was acquired by the Kissakoski Mill (1910—1939), which in 1922 passed into the ownership of Kymi Kymmene. Operations of the Verla Mill were discontinued in 1964.

The original timber-built mill buildings were in 1890s replaced by brick structures representing a "romantic" era in factory construction.

The major portion of the original mill buildings and machinery has been preserved in situ. A few outlying buildings have been pulled down. By the standards of today the production methods were rather "primitive" and largely manual. Among the very few additions to the machinery was a new grinder installed in the 1920s. The produce was mainly dried in a seven-tier drying loft heated by hot air generated by an oven in the basement. Combustion gases and smoke circulated in pipes. This method, needless to say, was extremely uneconomical.

The repair shop and the calender room are, among others, well preserved as is the disconnected power transmission.

In 1972 the mill was transformed into a museum by Kymi Kymmene. It is annually visited by about 8 000 people. A film taken during the last days of operations shows what the mill was like when still running. The mill buildings surrounding he mill—including the mill-owner's residence—are today employed as the Training Centre and Holiday Village for the employees of Kymi Kymmene.

The main reasons for the survival of the old mill are its distant location from the main industrial activities and the unsuitability of the site for other industrial enterprises. After World War II the Parent Company concentrated its efforts on the modernization of the main mills. The Verla Mill was left to die of "natural causes", i.e. operations were discontinued when all the old workers were pensioned off.

Andra Jubileumssymposiet

Second Symposium on the History of Technology.

Second Symposium on the History of Technology

On August 26—30, 1979, the Tekniska Museet will hold the second of its biennial symposia on the History of Technology. The theme of this symposium will be "Transport Technology and Social Change".

The second symposium will be divided into five sessions, all plenary. In each of these sessions a sub-theme will be discussed. The symposium will close with a summing up discussion. For each session a chairman will be appointed well in advance to permit him to participate at the planning stage. Each session will have a duration of at least three hours; during this time a maximum of five papers will be read, one of them by the chairman if he so wishes. *All participants will be personally invited.*

Transport Technology and Social Change

"Victory is the beautiful, bright-colored flower. Transport is the stem without which it could never have blossomed."

Winston Churchill

The history of man's inventivness in finding means to transport people, goods and messages, as well as the interrelation between the new transport technology and far-reaching social changes have point by point been elucidated through scholarly work. There are, however, still many connections to investigate and many problems to solve, especially in the boundary area between those two fields of research.

Was a new transport technology created by the needs of a society in a state of change or did the new transport technology cause that change? Why does a true European unitary culture exist at a time when communications are bad and dangerous, while the openness vanishes and nationalism surges when intercommunication between states and individuals are improved and become less complicated?

"Transport Technology and Social Change" will be the main theme of the second of the series of biennial symposia, arranged by the Tekniska Museet in Stockholm. The theme might be considered as a part of the theme of the first symposium, "Technology and its Impact on Society", but it still represents a vast field of research.

We hope that these symposia will continue to serve as a meeting-place for scholars from different branches of study—history, social sciences, technology—with the history of technology as a uniting link.

The papers presented at the symposium may cover topics from ancient to present times. Although there is thus no time compass, the symposium has been limited to the following five sub-themes:

Prehistoric migration

What caused prehistoric migration? How were the transports carried through? How did prehistoric man determine his position and find his way? What technical means were used for the transports?

Canals

The construction of canals in different societies and civilizations as well as in different times. The various functions of canals: as means of transport and communication, as working units in systems of irrigation, as producers of energy.

The political and economic significance of canals past and present. The technology involved in constructing canals.

The technology of navigation

Man as a traveller has always strived to improve his means of determining his position by developing increasingly sophisticated instruments. There are few fields where we find such an intimate cooperation between scientists and artisans, even in earlier times when a connection between these two groups was far from self-evident. The modern technology of navigation came as a direct result of the European economic boom in the latter part of the Middle Ages; thanks to this boom more and more money could be used to develop better and better instruments. One interesting point: in spite of our steady progress in the technology of navigation, we still know very little about how the best natural navigators known, the migratory birds, find their way!

The bicycle

Today we regard the bicycle as a most natural part of our daily life; we seldom think of the revolutionary effects of this invention on the society of our grandparents! The bicycle was the very first means of transportation that man could use to propel himself on land, using his own muscle-power. It was also the first vehicle to be mass-produced and therefore obtainable by many people. The bicycle created a big industry, promoted technological evolution, for instance the invention of the ball-bearings, and brought on the building of better roads. All this paved the way for the next great invention in the field of transport technology—the automobile. The bicycle gave a new freedom to the individual, changed the pattern of contacts in society and no doubt played an important rôle in the rise of democracy.

Extreme transports

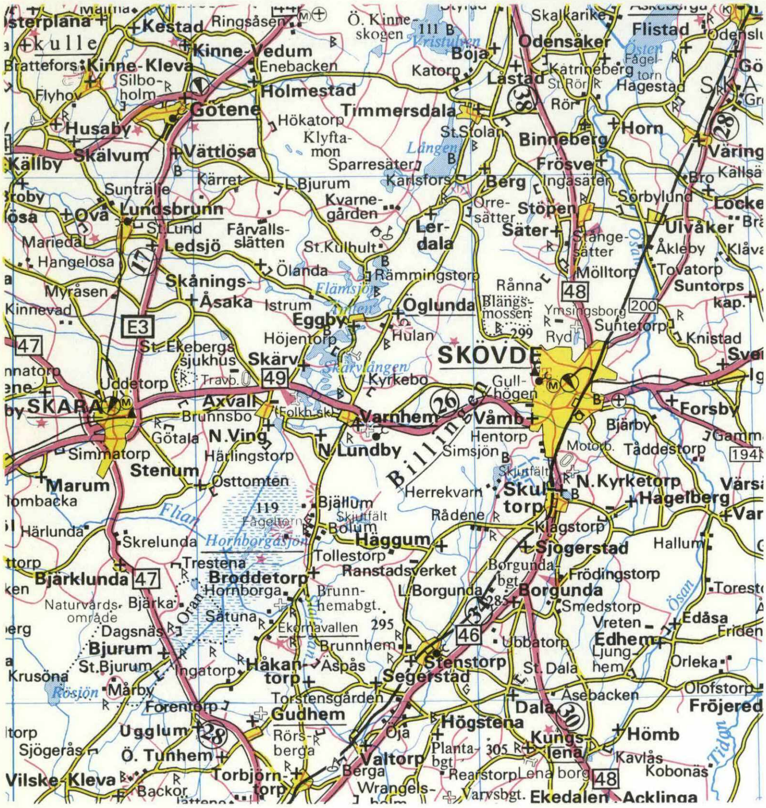
The technology of extreme transports: extremely long, high, heavy, fast. The successful ones and the disasters. Why were they made? What prompted people to try them? Was it sheer greed that caused engineers and financiers to build extreme, often disastrous, means of transport, or did they just carry on the development to its logical end? What have the extreme transports and the extreme means of transport meant to the development of technology in general? Have the unsuccessful attempts and the disasters affected the public negatively, have they contributed to the creation of a doubtful attitude towards technology?

First symposium Transactions

The Transactions from the first symposium, "Technology and its Impact on Society", held in Stockholm in August 1977, are now available, and can be ordered from the Tekniska Museet, S-115 27 Stockholm, Sweden. Price: 75:— Sw. Crs.

Teknikhistoriska turistmål





Pansarmuseet i Axvall

Stridsvagnar i modern mening har använts sedan första världskriget. Namnet "tank" användes länge för stridsvagnar, och har engelskt ursprung. För att hålla planerna hemliga låtsades man nämligen att det fordon man höll på att konstruera skulle användas för transport av bränsle till fronten-heterna.

Den första svenska stridsvagnen, m/21, var av tyskt ursprung men modifierades och sattes i svensk produktion. Därefter har stridsfordonsteknisk utveckling bedrivits relativt intensivt i Sverige. Man har bl a presenterat sådana uppmärksammade konstruktioner som 60-talets stridsvagn S.

När Pansarmuseet i Axvall 1969 invigdes fanns där 27 fordon som representerade 50 års utveckling från sju länder. Idag finns på museet 43 fordon, huvudsakligen sådana som visar utvecklingen i Sverige men också vissa utifrån anskaffade vagnar. Så gott som alla fordon är körklara.

På museet finns också en rad intressanta motorer och stridsvagnskomponenter, en del uppskurna så att konstruktionen kan studeras. Dessutom finns en fin samling modeller av typiska stridsfordon från olika länder.

Pansarmuseet hålls öppet maj—augusti onsdagar—söndagar 10.00—16.00. Övriga delar av året är det öppet tisdagar och onsdagar 09.00—15.00. Andra tider efter överenskommelse per telefon 0500-336 37 eller 0500-650 00/452.



Scania-museet i Södertälje

Redan 1911 slogs de båda företagen Scania (i Malmö) och Vabis (i Södertälje) ihop till Scania-Vabis. Företaget tillverkade sedan personbilar, lastbilar och bussar fram till 1924, då man upphörde med personvagnstillverkningen för att koncentrera sig på tyngre fordon.

Det framsynta företaget hade redan 1918 skaffat sig ett litet företagsmuseum med bl a en av de första Vabis-bilarna.

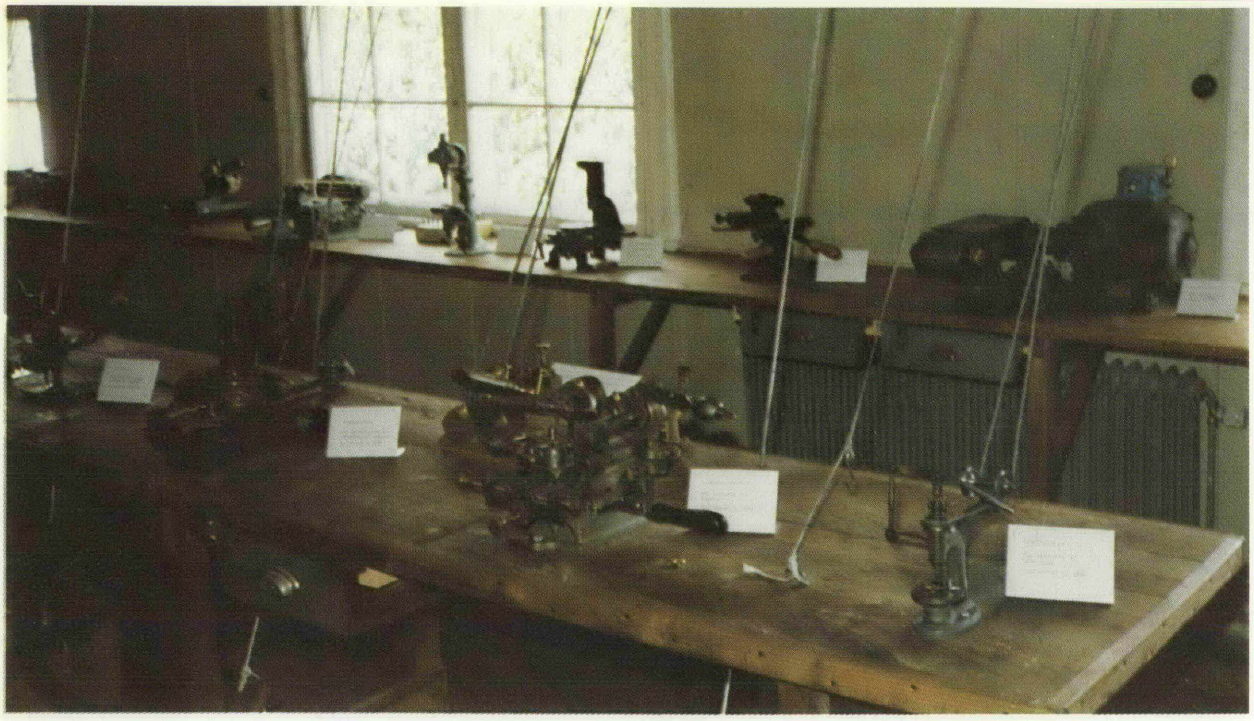
1971 kunde man i en vacker fabriksbyggnad från 1908 öppna ett museum, hopbyggt med en ordentlig renoveringsverkstad och ett stort förråd för de gamla fordonen. Museet har sedan dess fått en ansiktslyftning och ger nu en utmärkt bild av företagets historia.

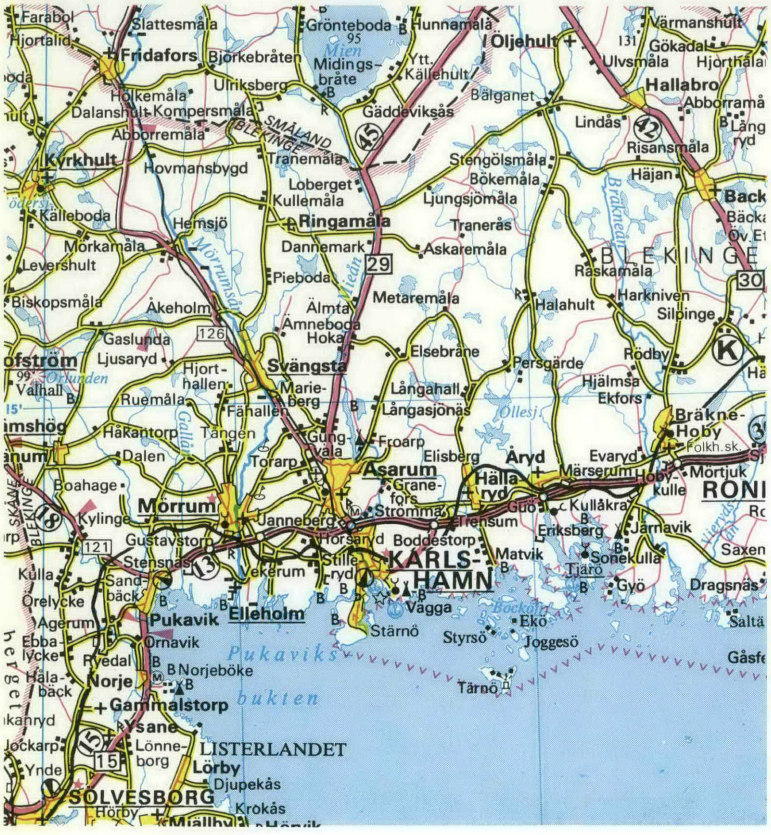
Ett förbluffande stort antal representativa fordon finns utställda, liksom mängder av intressanta föremål med anknytning till företagets historia.

De flesta fordonen är körklara och används i lämpliga sammanhang. En Scania 1903 har 1976 kört det berömda London-Brighton loppet i England, och 1977 körde kommunikationsminister Bo Thuresson en Scania-Vabis 1917 i Automobilhistoriska Klubbens årligen återkommande rally "I Roslagens famn".

Museet är öppet för allmänheten från mitten av juni till mitten av augusti och visas dagligen 11.00, 13.00 och 15.00. Visningarna börjar vid Växellådsporten vid Scanias huvudkontor. Övriga tider efter överenskommelse per telefon 0755-817 20, säkrast 10.00—11.00.







ABU-museet i Svängsta

I Svängsta vid Mörrumsåns dalgång etablerade sig redan 1887 den framgångsrike uppfinnaren, forskaren och skriftställaren Henning Hammarlund med Halda Fickurfabrik. Uren nådde snabbt stor berömmelse och fick flera guldmedaljer, bl a i Stockholm 1897 och vid den stora världsutställningen i Chicago 1893.

1891 anställdes urmakaren CA Borgström. Då företaget 1920 gick i likvidation inköpte han maskinparken och lagret av delar till Halda fickur och fortsatte tillverkningen i egen regi.

1921 grundades det nya företaget AB Urfabriken i Svängsta, som också tillverkade telur och taxametrar.

I mars 1977 kunde landshövding Camilla Odhnoff inviga ABU-museet som visar de produkter som tillverkats vid företaget genom åren.

Man har valt att göra ett levande museum, där en gammal 120-voltsmotor driver en axelledning som överför kraften till de små specialmaskiner som producerat detaljer till Halda fickur i slutet av 1800-talet.

Museet ger besökaren en god bild av en gammaldags arbetsmiljö och är intressant inte minst därför att den visar oss under vilka enkla förhållanden man kunnat skapa kvalitetsprodukter inom det finmekaniska området.

Museet är öppet endast efter föranmälan på telefon 0454-225 30. Ring i mycket god tid!

Kartorna reproducerade med tillstånd av Generalstabens Litografiska Anstalt. Ur sekretessynpunkt för spridning godkända. Statens lantmäteriverk 1975.04.09.

Tekniska Museet 1976 – 1977

STYRELSE OCH FÖRVALTNING

Beskyddare: H. M. KONUNGEN

Hedersledamöter av Stiftelsen Tekniska Museet:

Generaldirektören fil. dr Axel Gjöres
Fil. o. tekn. dr Torsten Althin
Civilingenjör Hans Hylander

Styrelse

Styrelsen för Stiftelsen Tekniska Museet har under tiden 1/7 1976—30/6 1977 haft följande sammansättning:

Direktör Gösta Nilsson (ordförande)
Direktör Bengt Wijkman (1:e vice ordförande) (avliden 1977-04-05)
Regeringsrådet Åke Martenius (2:e vice ordförande)
Civilingenjör Harry Brynielsson
Bergsingenjör Jan Olof Carlsson
Avdelningsdirektör Bengt Dahlbom
Professor Stig Ekelöf
Tekn. dr Martin Fehrm (fr. o. m. 1977-05-09)
Professor Jan Hult
Tekn. dr Christian Jacobaeus
Bergsingenjör Axel Ax:son Johnson
Tekn. dr Erik Johnsson
Ingenjör Nils-Erik Lager
Ingenjör SVR Jan Lindgren
Andre förbundssekreterare Gunnar Lundberg
Kanslirådet Gunnar Ribrant
Civilingenjör Dag Romell
Bruksdisponent Nils Rudberg
Docent Nils-Eric Svensson
Ingenjör Erik Wångby
Museidirektören civ.ing. Sigvard Strandh

Arbetsutskottet har utgjorts av hrr Nilsson (ordf), Martenius (vice ordf), Carlsson, Ribrant, Svensson, Wijkman samt museidirektören.

Revisorer

Revisorer har varit bankdirektör Rolf Herlitz (med direktör Curt Bose som suppleant) och tekn. dr Fredrik Schütz (med direktör Gregory Ljungberg som suppleant).

Ekonomi

Från statsverket har museet under året åtnjutit anslag med 3 458 418 kr, varav 553 000 kr utgör in- och utgående poster för hyror till Byggnadsstyrelsen. Bidrag från näringslivet och museets vänförening har uppgått till 241 825 kr. Televerkets centralförvaltning har bestridit Telemuseums kostnader med 1 335 266 kr. Teknoramas intäkter av utställningshyror m. m. har uppgått till 22 797 kr.

Sten Westerbergs fond har under året nedskrivits med 54 965 kr till 54 600 kr som motsvarar börsvärdet av fondens tillgångar den 31 december 1976. Vid budgetårets början uppgick Sten Westerbergs fonds disponibla medel till 4 105 kr. Härav har 2 889 kr utnyttjats.

Vid budgetårets början uppgick Esmarchs fond för Ösjöfors Handpappersbruk till 76 450 kr. Under året har avkastningen uppgått till 5 213 kr. Härav har 1 200 kr utnyttjats.

Överläggningarna mellan styrelsen och företrädare för utbildningsdepartementet om museets framtida ställning som statsinstitution eller stiftelse har under året avslutats och har medfört att museets ställning som stiftelse har kunnat bibehållas.

Genom att ett stort antal företag har förbundit sig att under perioden 1977—1979 ge bidrag till museets verksamhet med sammanlagt en miljon kronor årligen har museets möjligheter att påbörja en länge eftersatt upprustning av museets basutställningar.

Enligt stadgarna för Tekniska Museets Jubileumsfond skall avkastningen användas för att bereda Tekniska Museets möjlighet att anordna symposier i teknik- och industrihistoria m. m.

Förberedelser till ett första symposium har pågått under året. Symposiet ägde rum under tiden 22—25 augusti 1977. Temat för symposiet var "Technology and its Impact on Society".

Museets ekonomiska ställning 30.6.1977 framgår av nedanstående resultaträkning.

Intäkter:

Museet		
Statsanslag för 1976/77		3 458 418
Övriga anslag		
Bidrag från näringslivet	191 825[1])	
Bidrag från museets vänförening	50 000	
Entré- och visningsavgifter	192 571	
Publikationer m. m.	52 451	
Lokalhyror, huvudbyggnaden	31 210	
Kommunalt anslag för skolvisningar	68 000	
Ersättning från Telemuseum	195 000	781 057
Utnyttjat av anslag för särskilda ändamål		183 669
Telemuseum		
Anslag från televerket	1 335 266	
Entré- och visningsavgifter	45 250	
Publikationer m. m.	4 490	
Lokalhyror	7 833	1 392 839
Teknorama		
Utställningshyror och entréavgifter	22 797	
Anslag av Tekniska Museet	229 000	251 797

Fonder		
Sten Westerbergs fond		
Utnyttjat av disponibla medel	2 889	
Esmarchs fond		
Utnyttjat av fonden	1 200	4 089
	Kronor	6 071 869

[1]) Resten av näringslivets bidrag för kalenderåret 1977 kommer att redovisas budgetåret 1977/78.

Kostnader:

Museet		
Lönekostnader	2 089 047	
Pensioner	62 359	
Reseersättningar	15 000	
Hyreskostnader	441 000	
Övriga lokalkostnader	523 371	
Expenser	225 150	
Publikationstryck	215 597*)	
Utrustning för visningsverksamheten	86 364	
Utställningar	85 304	
Information	15 495	
Underhåll och ökande av samlingarna	48 116	
Kostnader för Telemuseum	195 000	
Anslag till Teknorama till årets verksamhet	229 000	4 239 475
Kostnader för särskilda ändamål		
Handikappmedel	5 000	
Dataavdelningen	128 669	
Särskilda projekt	50 000	183 669
Telemuseum		
Lönekostnader	793 519	
Ersättning till Tekniska Museet	195 000	
Övriga omkostnader	404 320	1 392 839
Teknorama		
Arvoden	89 664	
Hyreskostnad	112 000**)	
Övriga omkostnader	50 133	251 797

Fonder		
Sten Westerbergs fond		
Kostnader enligt fondens ändamål	2 889	
Esmarchs fond		
Kostnader enligt fondens ändamål	1 200	4 089
	Kronor	6 071 869

*) varav tryckningskostnaden för Daedalus har uppgått till 192 941
**) reserverad hyra till Byggnadsstyrelsen

Tillgångar:

Bank		
Checkräkning	56 937	
Kapitalräkning	14 799	
Kapitalräkning	11 779	
Sparräkning	57 113	140 628
Finansväxlar		100 000
Diverse fordringar		1 050 754
Arbetsmarknadsstyrelsen		
Förskott för lön till arbetsledare	36 209	
Förskott för löner till personlig tjänst	53 600	
Förskott för löner till arkivarbetare Gysinge	4 800	94 609
Esmarchs fond		
Kapitalräkning		80 463
Sten Westerbergs fond		
Industriaktier		54 600
Inventarier, samlingarna samt i dessa ingående fastigheter Ösjöfors Handpappersbruk, Häfla övre smedjan		—
Byggnader		
Museibyggnaden		2 000 000
	Kronor	3 521 054

Skulder:

Innehållen källskatt	272 056
Mervärdeskatt	2 278
Reklamskatt	5 460
Diverse skulder	834 437

Arbetsmarknadsstyrelsen		
Förskott för löner till arkivarbetare		31 132
Tekniska Museets Vänner		—
Ej förbrukade anslag för särskilda ändamål		
Reserverade reparationsmedel	9 200	
Välståndsgrunden — Teknikens Historia	5 400	
Handikappmedel	14 799	
Om- och uppbyggnad av elkraftsavdelning	37 700	
Separatutställning för foto och film	46 500	
Polhemsavdelningen	5 600	
Utställningen Cement och Betong	34 000	
Teleföremål	3 600	
Dataavdelningen	82 613	239 412
Esmarchs fond för Ösjöfors Handpappersbruk		80 463
Sten Westerbergs fond		
Kapital	54 600	
Disponibla medel	1 216	55 816
Kapital		
Museibyggnaden		2 000 000
	Kronor	3 521 054

Personal

Vid museet har arbetat:

Centrala avdelningen

Sigvard Strandh, museidirektör
Nana Grevesmühl, sekreterare
Margareta Hedelius, byrådirektör
Eva Bengtsson, kamrer
Torleif Bratt, intendent
Björn-Eric Lindh, extra tjänsteman
Barbro Wahlström, assistent
Kerstin Rundeberg, kontorist
Ingrid Örtendal, kontorist
Gustaf Öhman, assistent
Gun Justin, assistent
Annika Anehäll, extra tjänsteman

Föremålsavdelningen

Gunnar Pipping, förste intendent

Karl Laurell, avdelningsdirektör
Gunnar Aronsson, rustmästare
Lars-Åke Johansson, extra förrådsmästare

Arkivet
Inga-Britta Sandqvist, förste arkivarie
Per-Olov Bjällhag, assistent

Undervisnings- och informationsavdelningen
Bengt V. Nilsson, förste intendent
Monica Åsbrink-Lilja, intendent
Gert Ekström, intendent
Stig Dalström, konsulent för skolvisningar
Kay Danielson, förste fotograf
Lennart Johansson, assistent
Siv Lindgren, assistent
Björn Nilsson, museivakt
Ann Ekström, extra tjänsteman
Magnus Wiberg, extra tjänsteman

Verkstad
Stig Olofsson, verkstadschef
Harald Helander, verkmästare
Åke Gustafsson, museitekniker
Henry Hallberg, museiassistent
Sixten Lindekrantz, förste reparatör

Samlingar och utställningar
Karl-Axel Hellberg, uppsyningsman
Anita Höglund, assistent

Teknorama
Rolf Gerlofson, förste intendent

Under verksamhetsåret har Arbetsmarknadsstyrelsen anvisat arbete vid museet för 52 personer.

Museets personalrestaurang har förestått av Herbert Hamilton.

Besöksstatistik

Under verksamhetsåret har museet besökts av totalt 170 403 personer (föregående verksamhetsår 204 170 personer).

Gruppvisningarnas antal var 2 731 som fördelar sig på skolor etc. enligt följande:

371 klasser från Stockholms kommuns skolor, som enligt skolförvaltningens museiprogram besökte museet;

655 klasser från förskolor, grundskolor och högre läroanstalter i Stockholm, vars besök ej förmedlats av skolförvaltningen;

1 066 skolklasser från Stockholms län;

749 skolklasser från övriga landet samt studiegrupper.

Museets intressenter och stödjande företag

För den välvilja och förståelse för museets arbete och för den medverkan till arbetets bedrivande under budgetåret, däri inneslutet utgivandet av årsboken Daedalus, som i olika former lämnats även från nedanstående företag och sammanslutningar, uttalas museistyrelsens tacksamhet.

AEG-Telefunken Elektriska AB
AGA Aktiebolag
Airco Alloys Aktiebolag
Alfa-Laval AB
Allhaboverken AB
ASEA
Astra, AB
Atlas Copco AB
Avesta Jernverks AB

Becker, AB Wilh.
Best-Matic, AB
Boliden Aktiebolag
Boxholms AB
Bygging, AB

Carbone, Svenska AB Le
Carlfors Bruk, E. Björklund & Co KB
Cedervall & Söner AB
Crafoord AB, Holger

Danielsson Byggnads AB, Togo
Defibrator AB
Demag Materialhantering AB
Deve-Hissar Stockholm AB
Diös AB, Byggnadsfirman Anders

Edet AB
Eie, Maskin AB N. A.
Ekströms LivsmedelsProdukter AB
ELDON, AB
Electrolux, AB
Engmo, AB
Eriksson, AB A. K.
Ericsson Byggnads AB, Folke
Ericsson, Telefon AB L. M.
ESAB
ESSELTE AB
Euroc, Industri AB

Fagersta AB
Ferriklor AB
Ferring AB

Gadelius AB

Galco-Dux AB
Glas & Trä, AB
Graningeverkens AB
Greiff, Svenska Maskin AB
Grönvalls Läderfabrik, AB Wilh.
Gullspångs Elektrokemiska AB
Gullspångs Kraft AB
Gustafsson, Byggnads AB Reinhold

Hallstahammars AB
Husqvarna AB
Höganäs AB

IBM Svenska AB
Iggesunds Bruk, AB
Iko Kabelfabrik AB
Incentive AB
Isabergs Verkstads AB

de Jong, Aktiebolaget A. M.
Jonsereds AB

KemaNord AB
Klippans Läderfabrik, AB
KONE Hissar AB
Korsnäs-Marma AB
Krångede AB

Linden-Alimak AB
Lingbo Verkstäder, AB
Luxor Industri AB

Mattsson, Byggnadsfirman Einar
Mikro-Verktyg, AB
Mo och Domsjö AB
Monark-Crescent AB
Mustadfors Bruks AB
Mölnlycke AB

Neglingevarvet-Virgula, AB
NIFE JUNGNER AB
NOACK AB, Nordiska Ackumulator-fabriker
Nordiska Maskinfilt Aktiebolaget
Norrlands Skogsägares Cellulosa AB
Nymölla AB

Papyrus, AB
Perforerad Plåt, AB
Perstorp AB
Peterson & Söner Byggnads AB, F. O.
Philips, Svenska AB
Precisions-Produkter AB
Pripps Bryggerier, AB

Rexolin Chemicals AB
Rydén, AB A. W.
Rödin AB, Ejvind

SAAB-SCANIA AB
Sandblom & Stohne AB
Sandvik AB
Scandiafelt AB
Scandiamant AB
Securitas International AB
Sh-bygg Väg- och Vattenbyggnads AB
Siemens AB
Skandinaviska Elverk, AB
Skogslunds Fabriks AB
Sonesson AB, Wilh.
Sporrong, AB
Standard Radio & Telefon AB
Stansaab Elektronik AB
Stora Kopparbergs Bergslags AB
Sundsvalls Verkstäder, AB
Svedala-Arbrå AB
Svenska BP AB
Svenska Elgrossist AB SELGA
Svenska Fläktfabriken, AB
Svenska Jästfabriks AB
Svenska Kullagerfabriken, AB
Svenska Kvarnföreningen
Svenska Rotor Maskiner AB
Svenska Shell, AB
Svenska Smergelskiffabriken, AB
Svenska Tändsticks AB
Svenska Unicorn AB
Svenska Vägaktiebolaget

Telub AB
Tetra Pak International AB
Tirfing, Ångfartygs AB
Tremix AB
Tungsram AB

Waco AB, Maskinfabriken
Vattenbyggnadsbyrån, AB
Wedevågs Bruks AB
Wirsbo Bruks AB
Vieille Montage, Bolaget
Volvo, AB
Värnamo Maskin AB

Åkermans Verkstad AB

Telemuseums Nämnd

I enlighet med det avtal om driften av Telemuseum som föreligger mellan televerket och Tekniska Museet leds verksamheten vid Telemuseum av en nämnd, bestående av två ledamöter jämte suppleanter utsedda av Tekniska Museet. Under verksamhetsåret har nämnden haft följande sammansättning:

Ledamöter, utsedda av televerket

Administrative direktören Björn Qvarnström
Överingenjör Evert Jarnbrink

Suppleanter

Avdelningsdirektör Karl-Väinö Tahvanainen
Överingenjör Arne Andersson

Ledamöter, utsedda av Tekniska Museet

Tekniske direktören Bengt Wijkman (t. o. m. 1977-04-05)
Museidirektör Sigvard Strandh

Suppleanter

Professor Stig Ekelöf
Förste intendent Bengt V. Nilsson

Som ordförande i nämnden har tjänstgjort museidirektör Sigvard Strandh.

I nämndens överläggningar har som adjungerade ledamöter deltagit civilingenjör Einar Malmgren (t. o. m. november 1976) och museets föreståndare förste intendent Johan Gottlieb, tillika nämndens sekreterare.

Under verksamhetsåret har nämnden hållit 6 sammanträden.

Personal

Vid Telemuseum har arbetat:

Johan Gottlieb, förste intendent
Owe Stéen, intendent
Einar Malmgren, civilingenjör
Bertil Båge, ingenjör
Istvan Leller, ingenjör
Sven Kristiansson, ingenjör
Ruth Krohné, assistent
Marianne Svensson, kansliskrivare

Günther Springe, museitekniker
Jan Sjöberg, förrådsmästare
Sven Bjarme, museivakt
Egon Pettersson, museivakt
Sam Skoglund, fotograf
Ingrid Feldt, extra tjänsteman
Werner Meyer, extra tjänsteman

Einar Malmgren — Telemuseums grundare — avled den 16 maj 1977.

Verksamhet

Planläggning av utställningarna i museets övervåning samt inventering, fotografering och nyregistrering av föremål och registrering av arkiv och bibliotek har fortsatt.

Museet har genom gåvor under verksamhetsåret tillförts ett hundratal nya föremål, däribland ca 70 utländska telefoner, som skänkts av Telefonaktiebolaget L M Ericsson. Bland andra intressanta nyförvärv märks Dalarnas första radiosändare skänkt av kulturnämnden i Leksand.

Biblioteket har av Einar Malmgrens dödsbo mottagit en boksamling omfattande främst områdena teleteknik och fysik (ca 8 hyllmeter).

Museet har under budgetåret haft drygt 100 000 besökare.

Ekonomi

Tekniska Museet driver Telemuseum "på entreprenad" för televerkets räkning. Nämnden har att för närmast kommande budgetår uppgöra en driftkalkyl, att godkännas av televerkets centralförvaltning.

För verksamhetsåret 1976/77 har televerket anslagit 1 567 000 kronor för Telemuseums drift. Till televerket har efter budgetårets slut återbetalats 231 734 kronor.

Sammandrag av räkenskaperna 1976-07-01—1977-06-30

	Stat enl. regl. brev	Inkomster	Utgifter
Anslag från televerket	1 516 000	1 567 000	231 734
Entré- och visningsavgifter	—	45 250	—
Publikationer m. m.	—	4 490	—
Lokalhyror	—	7 833	—
Summa kronor	1 516 000	1 624 573	231 734

	Stat enl. regl. brev	Stat enl. driftkalkyl	Utgifter
Avlöningar	990 000	899 000	793 519
Sjukvård	1 100	1 100	2 822
Reseersättningar	5 200	5 200	3 027
Lokalkostnader	144 000	286 000	242 242
Expenser	41 000	41 000	31 082
Utställningar	57 700	57 800	63 354
Information	36 000	35 700	7 465
Samlingarna	46 000	46 200	54 328
Ersättning till Tekniska Museet	195 000	195 000	195 000
Återbetalning till televerket	—	—	231 734
Summa kronor	1 516 000	1 567 000	1 624 573

FÖREMÅLSSAMLINGARNA

Under tiden 1/7 1976—30/6 1977 har museets teknikhistoriska samlingar utökats med nedan angivna, tacksamt mottagna gåvor och depositioner från företag, institutioner och enskilda, nämnda i bokstavsordning och med postadress i de fall då den ej är Stockholm.

Aftonbladet: Stämpelur Simplex.

Ingenjör Viking Ahlberg, Täby: Voltampèremeter.

Direktör Oscar Almgren, Bromma: Filmkamera från omkring år 1920.

Herr Alf Andersson, Enebyberg: Luxor radiogrammofon med trådspelare från omkring år 1945.

Chefen för armén: Armémotorcykel.

Herr Fred Berglund, Vallentuna: Utombordsmotor Penta.

Herr Gunnar Bergvall, Nyköping: Tvättmaskin Siva Junior från år 1950.

Boliden AB, Rönnskärsverken, Skellefteå hamn: Mikrosond Cameca MS 85 från omkring år 1958.

Herr Bo Byman, Storvik: Snickaryxa från omkring år 1930.

Flaggmaskinist David Carlsson: Ångmaskinsmodell.

Doktor Sven L. Carlsund: Polarplanimeter från omkring år 1880.

Tandläkare Bo Cederblom, Norrtälje: Campingkök, tre svenska och två amerikanska spinnspörullar från 1940-talet, räknemaskin Dalton, tre motorer till modellflygplan från omkring år 1950.

Herr Sune Danäs, Rimbo: Sex rullar tontråd.

Fru Birgitta Degerman: Elektrisk hårtork från omkring år 1930.

Friherre Carl-Gustaf Ehrenkrona, Mjölby: Lampskärm i grönt överfångsglas.

Intendent Gert Ekström: Gasspis från 1920-talet.

Expressen AB: Pagefax-utrustning från år 1963 för överföring av fotosatta tidningssidor.

FAG Kullager AB: Kopia av bolagets första kulslipmaskin från år 1890.

Herr Zelfrid Fahlgren: Elektrisk rakapparat från år 1947.

Förste polisassessor Hans Fogelberg, Bromma: Additionsmaskin Baum från omkring år 1915.

Folksam: Ljuskastarlampor från år 1963.

Förste intendent Rolf Gerlofson: Transistorradiomottagare från omkring år 1955, additionsmaskin Addo.

Ingenjör Stig Gladh: Elektriskt värmeelement i hölje av porslin.

Herr Harry Helbe: Pennformerare, häftapparat med tillbehör.

Assistent Maj-Britt Hemlin: Elektrisk byxpress från omkring år 1935.

Godsägare Evald Hjerner, Solna: Lyftdon, skiftnyckel, två telefoner från år 1880.

HSB: Tvättmaskin från år 1947.

Tekniker Bo Israelsson, Huddinge: Utombordsmotor "Svalan" från omkring år 1915.

Herr Iwan Israelsson: Balansvåg.

Bergsingenjör Knut Jeanson: Cykel från år 1912.

Herr Anders Karlén: Räknemaskin Cosmos.

Herr Gunnar Karlström, Bromma: Resegrammofon His Masters Voice från 1930-talet.

Karolinska Institutet: Leitz projektionsmikroskop samt två fotomikroskop.

Direktör Carl Kreuger: Tryckkokare från omkring år 1930.

Kungliga Krigsarkivet: Pantograf från omkring år 1910.

Kyltekniska Byrån: Kylkompressor från år 1942, tillverkad av Ljungmans Verkstäder AB, Malmö.

Konsulent Z. Lambertz: Sju räknestickor, tre räkneskivor.

Fil. doktor Jan Peder Lamm, Lidingö: Reservoirpenna, kristallhållare till radiomottagare, två diabildbetraktare, den ena från 1930-talet, leksaksbil av plast.

Herr Istvan Leller: Lådkamera.

Herr Åke Lidén, Danderyd: Borrmaskin från omkring år 1915, hylsnyckelsats från omkring år 1928, två spritgaskök från omkring år 1945, tre blåslampor, elektrisk fläkt, elektriskt installationsmateriel.

Herr Axel Lindahl, Danderyd: Tumstock från år 1829.

Fru Elsa Lindberg: Kvartslampa med bågljuslampa från 1920-talet.

Her Artur Lowald: Fotogenkök.

Herr Magnus Mogensen, Djursholm: Kvartslampa från 1930-talet.

Försäljningsdirektör Bo Molander, Bromma: Brännstålskagge, fyra tegelstenar från 1800-talet.

Försäkringsdirektör Anders Nerman: Gaskök.

Fru Vesta Nilson, Boxholm: Elektrisk brödrost från omkring år 1935.

Förste intendent Bengt V. Nilsson: Kran av syrafast keramik.

Herr Hans Nilsson: Bandspelare från omkring år 1950.

Fru Ragna Nilsson, Saltsjöbaden: Två galvanoskop.

Nordiska museet: Vattenprovtagare.

Herr Nils Norén, Huddinge: Vedsåg från omkring år 1900.

Ingenjör Tage Norlén, Morgongåva: Tre stångjärnsstämplar, gjuterimaskin från omkring år 1900.

Civilingenjör Åke Påhlman: Ritbestick från början av 1800-talet.

Riksbanken: Dörrbeslag från gamla riksbankshuset.

Tecknare J. A. Sandström: Guillochneringsmaskin, pickup för fonografrullar.

Familjen Sannes, Solna: Barncykel från år 1970.

Sjöfartsverkets huvudförråd: Två AGA solventiler.

Stadsmuseet: Grammofonpickup med volymkontroll.

Stal-Laval Turbin AB, Finspång: Spårfräsmaskin från år 1895.

Kommendörkapten Erik Stenberg, Björnlund: Två skiftnycklar, två striglar för rakblad.

Herr Ingemar Storm, Farsta: Taxameter från år 1972.

Styrelsen för Teknisk Utveckling: Kalkylatorstav, oscilloskop, Ph-mätare, tryckmätare, termometrar, gramviktsats, apparatur för kokning, uppvärmning, gasutveckling och provförstöring, indikatorfärger med betraktningsapparat och diverse laboratorieutensilier.

Herr Bo Sundblad, Älvsjö: Tre mekaniska leksaker från 1950-talet.

Svenska Gasföreningen: Sju filmer från 1930-talet rörande gasframställning.

Söderhamns kommun, Söderhamn: Bänkborrmaskin från 1800-talet.

Kungliga Tekniska Högskolan: Dilatometer, oscilloskop med tillbehör, materialprovare för plåt, två hårdhetsprovare, tre avläsningskikare och en förstoringsapparat med tillbehör, modeller av skakbord och magnetiska malmseparatorer, en räknemaskin och ett antal olika mätinstrument.

Televerket: Strålkastare med bågljuslampa.

Överingenjör Lars Walldén, Bromma: Katalytvärmare.

Vegete: Episkop, två Centrum lokaltelefoner, kontorsutrustning och ett antal kontorsmaskiner.

Kungliga Vetenskapsakademien: Gaskamin, vägg- och bordsarmaturer samt torkklämmor för fotopapper från omkring år 1900.

Civilingenjör Torsten Wilner, Bromma: Elektronrör, knyppelspolar, aromprovare, leksaksbil, leksakslok från år 1916, stoppapparat Perfekt och istermostat för Electrolux kylskåp, oljediffusions-högvacuumpump.

AB Vin- och Spritcentralen: MACK bensinpump från omkring år 1925.

Fru Margareta Öberg, Johanneshov: Klappkamera, lådkamera med tillbehör.

Östermalms gymnasium: Stereoskop, bandgenerator, skjutmotstånd, stavmagneter, filmprojektor, bågljuslampa, optisk bänk, fyra röntgenrör jämte diverse apparater för fysikaliska demonstrationer.

ARKIVSAMLINGARNA

Museets arkiv och boksamling har under tiden 1/7 1976—30/6 1977 mottagit gåvor av följande personer och institutioner, nämnda i bokstavsordning och med postadress i de fall då den ej är Stockholm.

Tekn. och fil. dr Torsten Althin
Herr A. Matts Andersson, Öregrund
Direktör Walter Améen, Billerud AB, Slottsbron
ASEA, Västerås
Asea-Skandia AB
Civilingenjör Bengt Bjurström, Visby
Civilingenjör Håkan Dilot, Bromma
Civilingenjör Sven Edblad, Nyköping
Fru A. Elander, Garphyttan
Electrolux AB
Fil. lic. Christer Enberg, Vaxholm
Herr Olle Flemström, Kiruna
Flygtekniska försöksanstalten
Civilingenjör Arnold Fredin, Lidingö
Aktiebolaget Gullhögens Bruk, Skövde
Ariktekt SAR Sten H:L Gumaelius, Uppsala
Gullers International AB
Bruksdisponent friherre Carl F. Hermelin, Lidingö
Godsägare Ewald Hjerner, Solna
Dr Kenneth Hudson, Bath, England
Fil. dr Sam Owen Jansson, Bromma
Herr Eric Julihn, Karlsborg
Herr Nils Karlsson, Enskede
Civilingenjör Birger Kock, Älvsjö
Kungl. Svenska Aeroklubben
Fil. lic. Jan Peder Lamm, Lidingö
Civilingenjör Karl A. Lundkvist, Bromma
Herr Sture Lundström
Byggnadsingenjör Rolf Olander, Lidingö
Ingenjör Claes Rundgren, Skokloster, Bålsta
Överingenjör Gunnar Samuelson, Linköping
S:te Örjens Gille
Science Museum, London
Stiftelsen Smålands Museum, Växjö

Svenska Metallindustriarbetareförbundet
Svenska AB Philips
Svenska Radio AB
Kungl. Tekniska Högskolans bibliotek/Institutionen för teknikhistoria
Tekniska Nomenklaturcentralen
Telefon AB L. M. Ericsson
Televerkets centralbibliotek
Varbergs museum, Varberg
Kungl. Vetenskapsakademien
Civilingenjör Torsten Wilner, Bromma
Fröken Birgitta Östlind, Årjäng

UTSTÄLLNINGAR OCH SAMMANKOMSTER

Leksaksutställningen *Mekaniska Leksaker 1860—1930* som öppnades i december 1974 omgestaltades delvis under året men har under hand decimerats för att vid slutet av verksamhetsåret främst bestå av det vackra dockskåp som visades i samband med TV-programmet Sveriges Magasin från museet.

En skärmutställning om *Forskarutbildning i Sovjetunionen* visades från 25 september till 25 oktober.

I samband med överlämnandet den 9 oktober av replik av en kulslipmaskin från 1890 till museet anordnade FAG Kullager AB en skärmutställning *Trästocken som blev till kullager.* Denna instruktiva lilla utställning finns nu placerad i maskinhallen, där den ingår i museets skolvisningar.

I oktober utgav poststyrelsen frimärkshäftet "Tekniska Nydanare", där fem kända svenska uppfinnare och tekniker uppmärksammades, nämligen John Ericsson, Helge Palmkrantz, Lars Magnus Ericsson, Sven Wingquist och Gustaf de Laval. I samband med utgåvan arrangerade Postverkets informationsavdelning i samarbete med museet utställningen *Tekniska Nydanare.* Utställningen gav en fördjupad bild av dessa fem män och deras arbeten i föremål, text och bilder. Specialstämpel kunde erhållas på öppningsdagen den 13 januari 1977. Den 20 februari flyttades utställningen till Industrimuseet i Göteborg.

Årets skollovsveckor, som pågick från 21 februari—13 mars, ägnades åt temat *Att konstruera och uppfinna.* Svenska Uppfinnareföreningen, Styrelsen för Teknisk Utveckling (STU) och Förbundet Unga Forskare bidrog med mindre utställningar och priser i frågetävlingar. I utställningshallen kunde museets yngre besökare konstruera mer eller mindre fantastiska skapelser med Legobitar. Ingenjör Olof Wallerius berättade i hörsalen om hur det är *Att vara uppfinnare.* Filmer visades i filmsalarna både i Tekniska Museet och Telemuseum. I en vid museet särskilt upprättad filial lånade Stadsbiblioteket även i år ut böcker.

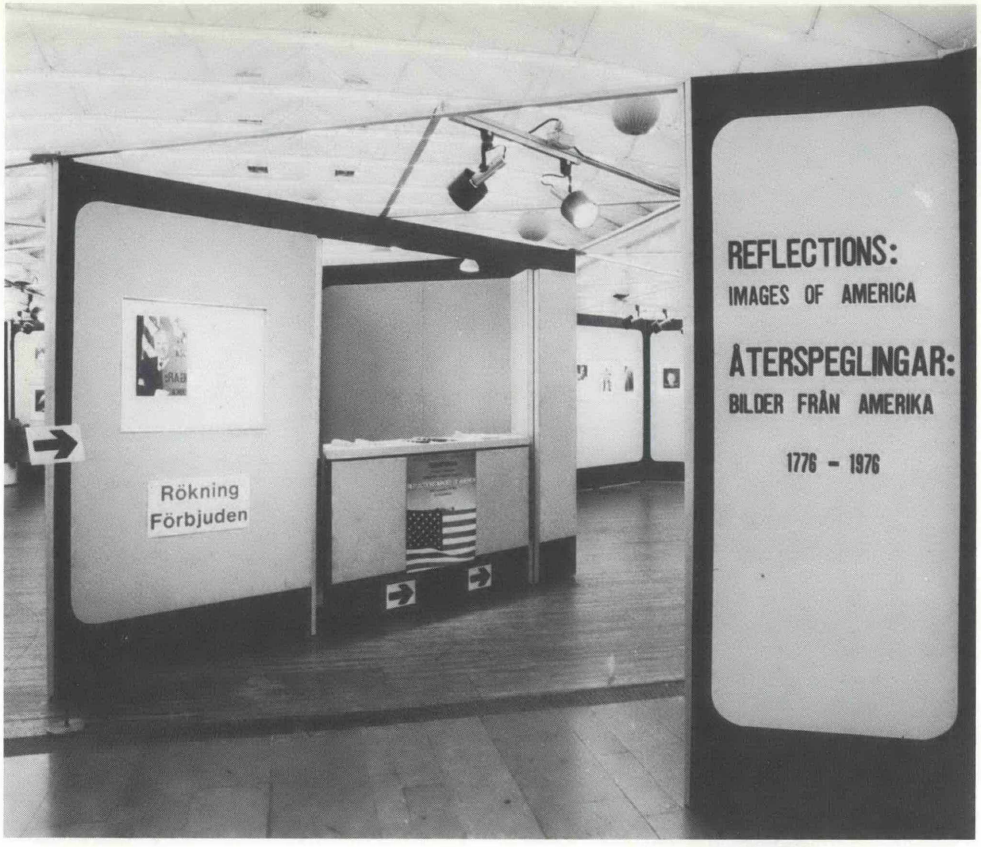
En även ur teknisk synpunkt intressant konstutställning öppnades på museet den 12 mars. Brasilianaren *Frank da Costa* ställde då ut ett antal *collage och skulpturer,* konstnärliga alster tillverkade av allt från hårkammar till patronhylsor. Utställningen varade till den 6 april.

I Förbundet *Unga Forskares* femtonde utställning redovisades i år 51 utställningsprojekt. Invigningen förrättades av utbildningsminister Jan-Erik Wikström den 5 april. Ett stort antal resestipendier, skänkta av industrier samt vetenskapliga och fackliga organisationer, utdelades.

I den stora epokutställningen *Sverige i tiden 1900—1920*, som Stockholms Kulturförvaltning anordnade i Kulturhuset, deltog museet med utställningen *Teknik och Samhälle*. Utställningen öppnades den 12 maj och invigdes den 16 juni av landshövding Hjalmar Mehr. Utställningskommissarie var Rolf Gerlofson och katalogen utarbetades av arkivarie Inga-Britta Sandqvist. Utställningen pågick t. o. m. november månad och antalet besökare var mycket stort.



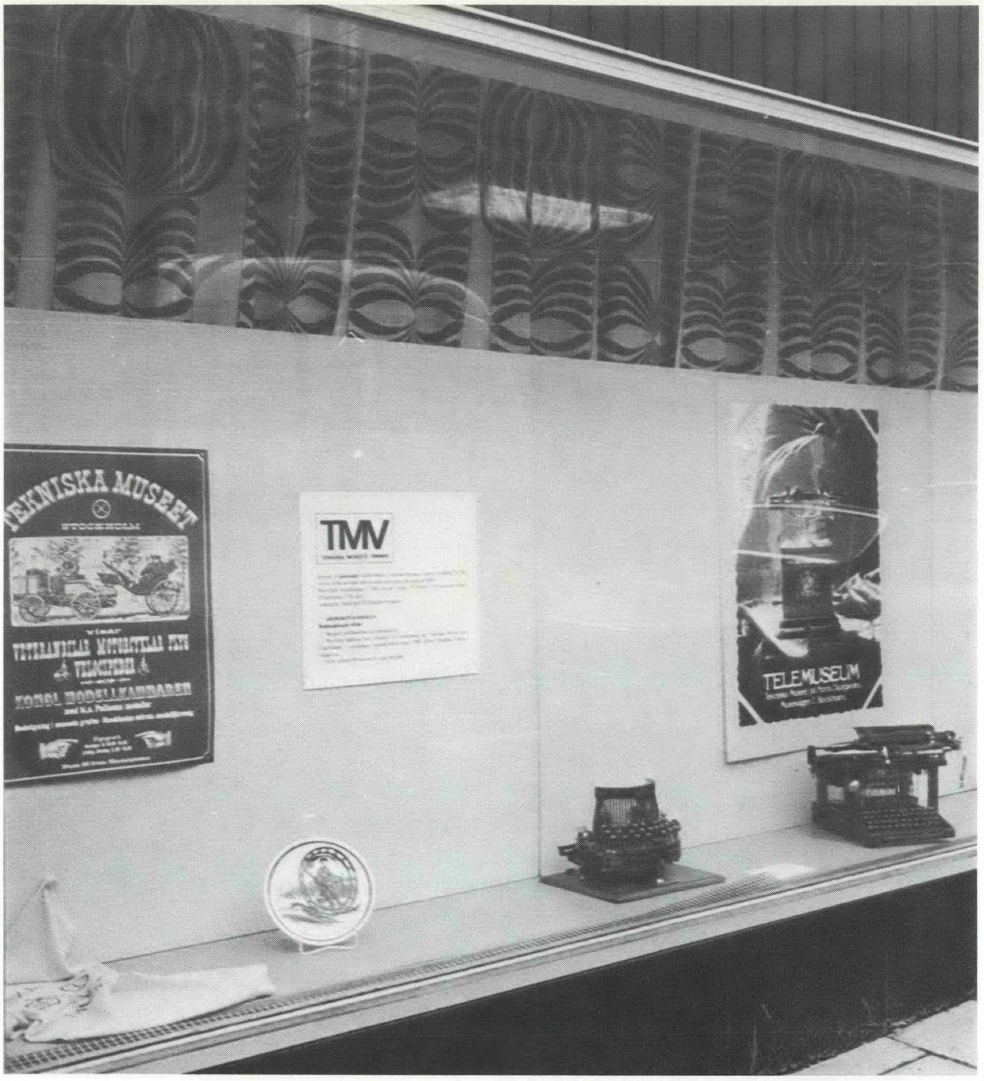
Från utställningen "Kultur och Samhälle" arrangerad av Tekniska Museet på Kulturhuset i Stockholm 12 maj—30 november 1977.



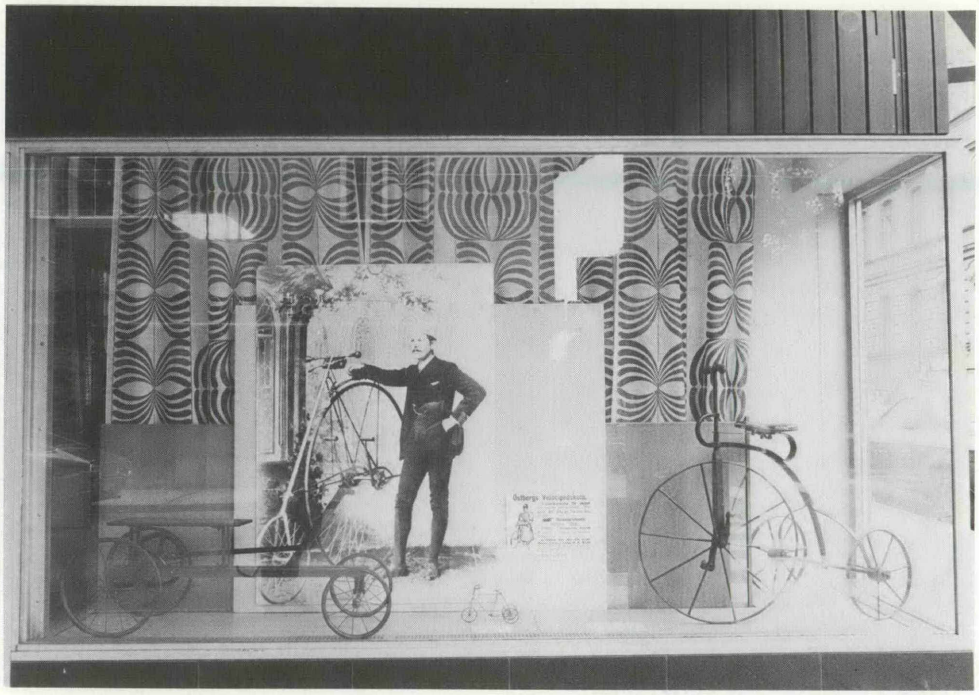
Återspeglingar: Bilder från Amerika var namnet på en utställning som visades i Teknorama juni—augusti 1977. Den var sammanställd av U. S. Information Service för att celebrera Förenta Staternas 200-årsjubileum.



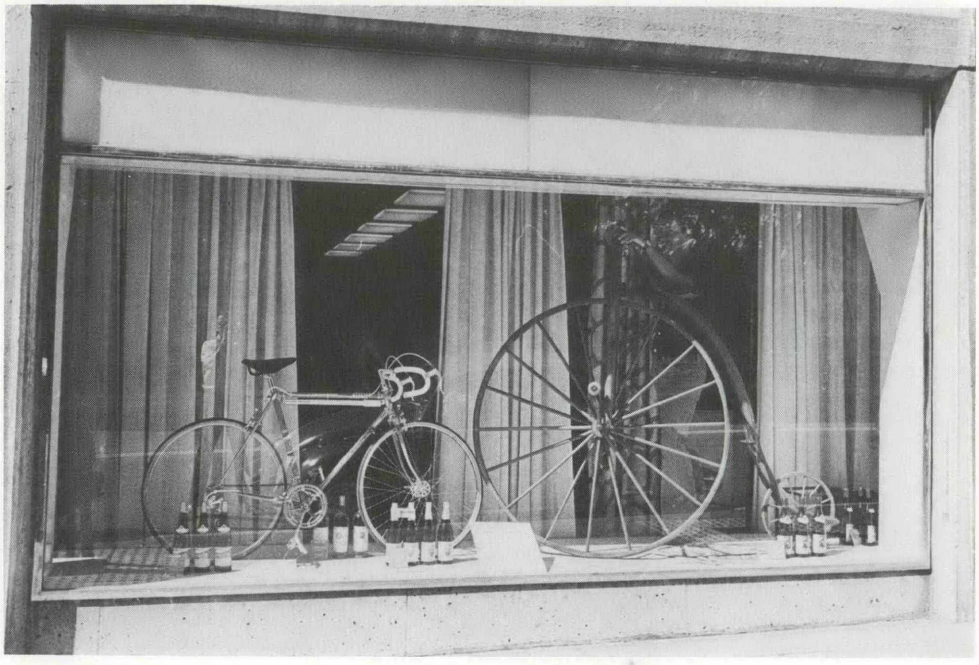
Skånska Banken visade en "blickfångsutställning" på temat Förr och nu med bl. a. äldre dammsugare från Tekniska Museet.



I skyltfönsterutställningar av olika slag passar Tekniska Museet också på att sprida information om TMU.



Tekniska Museet medverkar ofta vid utställningar i skyltfönster.



Med anledning av 6-dagarsloppet på cykel visade Systembolaget en skyltfönsterutställning med äldre velocipeder m. m. från Tekniska Museet.

Tekniska Museets Vänner 1976 - 1977

I det följande lämnas en redogörelse för verksamheten inom Tekniska Museets Vänner under tiden från den 1 juli 1976 till den 30 juni 1977.

Styrelse

Föreningen Tekniska Museets Vänner (TMV) har under verksamhetsåret 1977 haft följande styrelse.

Ordförande
Direktör Olle Franzén

V. ordförande
Vakant

Ledamöter
Förste intendent Lennart Ahlbom
Civ. ing. Stig Almberg
Riksdagsman Fil. dr Kerstin Anér
Marindirektör Curt Borgenstam
Överingenjör Arne Broberg
Ingenjör Rune Däcker
Dr Sc. Anders Franzén
Direktör Folke Hellström
Redaktör Ulf Hård af Segerstad
Redaktör Jan Jangö
Professor Ingvar Jung
Regeringsrådet Åke Martenius
(utsedd av styrelsen för Stiftelsen Tekniska Museet)
Designer SID Rune Monö
Förste intendent Bengt V. Nilsson
Fil. dr Wilhelm Odelberg
Civ. ing. Jan Ollner
Författaren Riksdagsman P. O. Sundman
Civ. ing. Gunnar Tengstrand
Ingenjör Erik Wångby

Sekreterare
Museidirektör Sigvard Strandh

Skattmästare
Björn-Eric Lindh

Klubbmästare
Konsult Sven Härnström

Revisorer
Revisor Harry Sjöåker
Revisor Jan Ehnborg (suppleant)
Ingenjör Stig Elg
Ingenjör Nils Sköldberg (suppleant)

Verksamhet

Den av TMV styrelse tidigare tillsatta arbetsgruppen "Föreningens syfte och framtid" har successivt framlagt förslag till aktivering av Föreningens verksamhet. Ett av de programförslag som framkommit har under hösten 1976 börjat förverkligas, nämligen besök vid de olika specialmuseer som finns i Stockholm och dess närhet.

Den 16 mars 1977 samlades ett 40-tal TMVänner på Musikhistoriska Museet som på ett sakkunnigt och underhållande sätt förevisades av intendent Eva-Christina Tottie. Den 31 mars var det dags för studiebesök vid nästa specialmuseum, nämligen Vin- och Sprithistoriska Museet. De förnämliga samlingarna vid detta museum besågs av ett 90-tal deltagare.

Föreningens *årsstämma* hölls den 19 april på Teknorama. Kvällens tema var "Vår äldre industrimiljö", som belystes i tre industrihistoriska filmer. Den första filmen var inspelad 1922 och skildrade tillverkningen av papper vid Ösjöfors Handpappersbruk, som under året firar sitt 200-årsjubileum. Bruket var i drift till 1926 och fram till dess gick handslagningen av papper till på i stort sett samma sätt som då bruket anlades 1777. Efter nedläggningen donerades bruket till Tekniska Museet, som med hjälp av AMS-medel och storartade insatser av Rumskulla Hembygdsförening kunnat restaurera anläggningen. Nästa film som visades var en unik upptagning från Rörstrands Porslinsfabrik som inspelats strax innan fabriken vid Mariebergsområdet i Stockholm revs 1924. Filmen gav en intressant inblick i tillverkningsmetoder och arbetsförhållanden i en industri där det hantverksmässiga arbetet ännu dominerade.

Slutligen visades en film från Korså Bruk, som till vissa delar inspelats under första världskriget. Vad som framförallt var iögonenfallande var det stora uppbåd av arbetare som krävdes för transporter och materialhantering.

Filmerna kommenterades av Föreningens klubbmästare, Sven Härnström, som även uppmanade auditoriet att söka i sina gömmor efter liknande filmer som förtjänar att räddas undan glömskan. Uppmaningen förklingade inte ohörd.

Stämman hade samlat ett drygt hundratal deltagare och avslutades på sedvanligt sätt med samkväm.

Pripporama, Prippsbryggeriernas museum, besöktes den 23 juni, som denna kväll höll öppet för sista gången under mellanölets epok.

Denna minnesvärda afton hade arrangerats i samarbete mellan TMV och Automobilhistoriska Klubben och samlade ca 130 deltagare.

Anslag

Föreningen har under verksamhetsåret 1976 kunnat anslå till Stiftelsen Tekniska Museet kr 111.796 varav kr 50.000 utgör ersättning till Stiftelsen för distribution av årsboken.

A trip to Trollhättan

Under sitt sökande i arkiven efter litteratur kring Christopher Polhem fann en av våra trägna forskare i museets vänkrets en liten skrift som förefaller vara nästan bortglömd i sin genre, som är både resebeskrivning och teknikhistoria.

Skriften heter "A Trip to Trollhättan" och är författad av den litteräre publicisten i Göteborg Geo. Löwegren. Tryckåret är 1813.

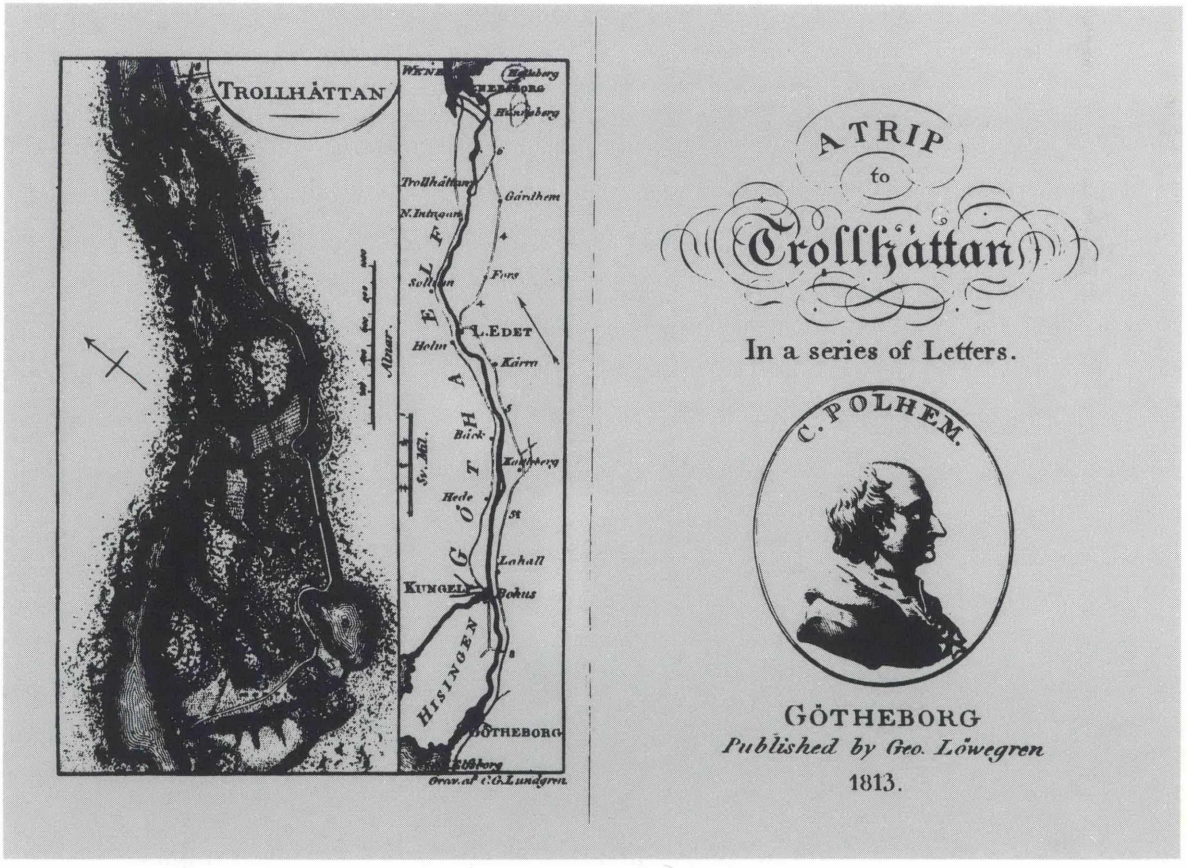
När man gav sig i kast med att förverkliga de storstilade planerna på en vattenväg tvärs över Sverige från Östersjön till Västerhavet — Göta Kanal — så började snart svårigheterna att torna upp sig.

Amiralen greve Baltzar von Platen, eldsjälen bakom projektet, hade stakat ut kanalens sträckning, som skulle förbinda insjöar med varandra och med väldiga slusstrappor klättra över de mellanliggande höglänta landpartierna. Snart höjdes emellertid kritiska röster mot detta penningslukande företag och de ville höra andra argument än de som von Platen predikade. Vad hade utomstående sakkunniga att säga? Då inkallades den framstående brittiske ingenjören Thomas Telford (1757—1834), som med framgång byggt kanaler, vägar, broar och hamnar i England och som med dessa bedrifter vunnit stor internationell ryktbarhet.

Då Telford på kanalprojektets inbjudan anlände till Sverige på våren 1812 och landsteg i Göteborg erbjöd sig boktryckaren Georg Löwegren att medfölja som resesällskap på inspektionsfärden utmed Göta Kanal. I skriften "A Trip to Trollhättan" beskriver Löwegren resan Göteborg—Vänersborg i tre ganska utförliga brev. De ger en serie förtjusande ögonblicksbilder av Göta Älvdalens natur och små samhällen, samtidigt med en pittoresk skildring av själva resandets både vedermödor och glädjeämnen. Jämfört med idag var det onekligen ganska annorlunda att färdas på våra vägar i början av förra århundradet. Avslutningsvis lämnas en historik över de mödosamma ansträngningar som lagts ned på att göra Göta Älv segelbar — ända från Gustav Vasas tid och framåt. Med speciell beundran beskriver

författaren de insatser som Polhem gjorde och som ännu idag kan beskådas på ort och ställe.

Tekniska Museet har gjort ett nytryck i facsimil av denna sällsynta skrift. Den kan fås mot insättning av kr 14:— på museets postgiro nr 19 42 00-2.



A Trip to Trollhättan. Nytryck av en skrift publicerad 1813.

Tekniska Museets Ungdomsförening, TUF

Tekniska Museets Ungdomsförening, TUF, lämnar här en redogörelse för verksamheten under tiden 1 juli 1976—30 juni 1977.

Vänföreningens tidigare junioravdelning — TMV Junior — ombildades under hösten 1976 till Tekniska Museets Ungdomsförening — TUF. Vid det konstituerande styrelsesammanträdet den 28 oktober fick styrelsen följande sammansättning:

Styrelse

Ordförande:
Håkan Ljungqvist

Ledamöter:
Thomas Antonsson
Per Lundqvist
Ricky Strandh
Rickard Szejnman
Lena Öhman

Sekreterare:
Karin Lennermalm

Skattmästare:
Mikael Hartikainen

Revisorer:
Anders Berglund
Börje Ågren

Valberedning:
Anders Esback
Risto Niilola

Verksamhet

TUF är öppen för ungdomar under 25 års ålder och föreningens syfte är att främja intresset för naturvetenskap och teknik genom föredrag, filmvisningar och studiebesök. Vid det konstituerande sammanträdet fick medlemmarna ta en titt bakom museets kulisser med ett studiebesök i föremålsmagasinen, där förste intendent Gunnar Pipping berättade om museets insamlingsverksamhet och förevisade intressanta föremål.

Den 28 december samlades ett femtontal medlemmar till studiebesök på Vin- & Spritcentralens anläggningar på Reimersholme, där många intressanta maskiner och processer kunde beskådas.

Den 10 februari 1977 besöktes Kaknästornet och medlemmarna fick bekanta sig med Sveriges Radios radiolänksystem och andra tele-

tekniska funktioner som är inrymda i tornet. Besöket avslutades med en färd upp till utsiktsplatsen.

TUF första årsmöte hölls den 23 februari på Tekniska Museet. Härvid beslöts bl. a. att TUF skulle ansluta sig till Förbundet Unga Forskare, en ideell sammanslutning med likartade syften som TUF och som även har anknytning till Tekniska Museet.

Den 3 mars gjorde ett 10-tal medlemmar en utfärd till Vinterviken och studiebesök vid Nitro-Nobels anläggningar där. Besöket inleddes med att Sten Ljungberg, Nitro-Nobel, berättade och visade diabilder om företagets historia och utveckling. Efter en demonstration av det nyutvecklade nonel-tändsystemet avslutades besöket med en rundvandring i laboratoriet och försöksverkstaden.

Den 30 mars var det föreningsmöte med filmvisning på Tekniska Museet. Intendent Gert Ekström berättade till Per E. Johanssons filmer från den spännande verksamhet som bedrivs av Tekniska Museets ballongklubb, uppstigningar med varmluftballongen Ruth och många roliga episoder kring tävlingar och annat. Kvällen avslutades med visning av den klassiska filmen "Moderna tider" med Charlie Chaplin i huvudrollen.

Den 18 maj gjorde TUF studiebesök på Pripporama och fick även en visning av Pripps bryggeri, där laboratoriet, jäshallarna, bryggningen och läskedryckstillverkningen demonstrerades.

Säsongens sista studiebesök ägde rum den 1 juni då målet var Sveriges Radio. Den mycket intressanta visningen omfattade bl. a. kontrollrum för ljudradio och television, Rapport-studions tekniska utrustning, teaterstudio och verkstäder.

Vid verksamhetsårets utgång hade Tekniska Museets Ungdomsförening, TUF, ca 200 medlemmar.

FÖRFATTARREGISTER 1931-1977

Adler, Gun:
Åskledare, en 1700-tals notis. 1944, s. 106.

Ahlgren, Stig:
Dædalus — vem var han? 1972, s. 11.

Alm, Josef:
"Werchmestere". 1943, s. 99.

Althin, Torsten:
Industrihistoriska minnesmärken. 1932, s. 110; 1933, s. 111.
Polhemsstickan. 1932, s. 111.
Carl Daniel Ekmans liv och person. 1935, s. 47.
Industrihistoriska minnesmärken. 1935, s. 106.
"Hans papper äro brända!" 1938, s. 109.
Sveriges andra ångmaskin. 1939, s. 49.
Sveriges äldsta bevarade fartygspropeller. 1939, s. 93.
Augustin Ehrensvärds anteckningsbok från år 1729. 1939, s. 106.
Stjernsunds manufakturverk år 1729. 1940, s. 53.
Kraftöverföringen Hellsjön—Grängesberg år 1893 i samtida beskrivning. 1940, s. 98.
Omdömen om det tekniska museet i Stockholm för 150 år sedan. 1940, s. 103.
Ett Polhemsspel vid Falu gruva. 1942, s. 94.
Tjugo år. En återblick och några minnen. 1944, s. 37.
Teknik i Miniatyr. 1944, s. 102.
Om polhemsknuten. 1944, s. 107.
Gustaf Dalén. En minnesteckning. 1945, s. 37.
Den elektrotekniska avdelningen på Tekniska Museet. 1945, s. 105.
Teknik- och industrihistoria. 1946, s. 39.
Thulin-samlingarna i Landskrona. 1946, s. 134.
Nya avdelningar 1947. 1948, s. 41.
Nya avdelningar 1948. 1949, s. 33.
"Ildmaskinen paa Gammelholm". 1950, s. 27.
Enkelmikroskop, som möjligen tillhört Emanuel Swedenborg (tills. med G. Spaak). 1950, s. 41.
Backmans kassaskåp. 1950, s. 140.
Arkiv och föremål från Gripsholms och Kummelnäs kemiska fabriker. 1951, s. 132.
Italienska textilmaskiner i England under 1700-talet. 1952, s. 117.
Leonardo — introduktören. 1954, s. 140.
Vad vi fått och vad vi förmått. 1955, s. 45.
J. E. Norbergs ångmaskinsprojekt år 1796. 1955, s. 83.
Theodor Ekroth 1851—1920. 1956, s. 121.
Kring Dædalus Hyperboreus, 1716—1717. 1958, s. 55.
C. G. Wittenström 1831—1911. 1959, s. 73.
Materiens byggstenar. 1960, s. 45.
Ideas—the Mainspring of Progress. 1960, s. 151.
Stationary Steam Engines in Sweden 1725—1806. 1961, s. 95.
Gruv- och hyttscener på en karta från år 1729. 1961, s. 125.
Namn, Konstord och Talesätt. 1969, s. 11.
Ett tekniskt museum. Svenska Teknologföreningens jubileumstanke år 1911. 1974, s. 11.
Röntgenstrålar på utställning. 1976, s. 58.

Ambrosiani, Sune:
Ett bidrag till de nordiska gjutjärnshällarnas historia, I. 1936, s. 65.
Ett bidrag till de nordiska gjutjärnshällarnas historia, II. 1937, s. 75.

Anbo, Lars:
Christopher Polhems valsverk vid Stjernsunds manufakturverk (tills. med Alfred Bjarme och Sven Sköldberg). 1941, s. 45.

Andersson, Fritz:
Svanå bruk och Nyhyttan. 1960, s. 139.
Järnvägen Surahammar—Lisjö. 1961, s. 101.
Rättsförhållanden vid Svanå bruk i början av 1700-talet. 1962, s. 149.

Andersson, Tore:
Den första vattenledningen? 1931, s. 117.
Sveriges första järnbro? 1931, s. 118.
Den första svenska räknemaskinen? 1932, s. 106.
Martin Wibergs räknemaskin. 1933, s. 98.
Notis om tidiga svenska ångmaskiner. 1933, s. 104.
Ångdriven karusell? 1934, s. 113.
"Elektriskt ägg?" 1935, s. 104.
Notis om ångsprutor. 1937, s. 107.

Andrén, Erik:
Rademachersmedjorna i Eskilstuna och deras arkitekt. 1942, s. 39.

Anstrin, Hans:
Från handpappersbruk till maskindrift på 1830-talet. 1935, s. 67.

Arrhenius, Olof:
Materialet till vår äldre järnframställning. 1964, s. 122.
Smålands malmtrakt och järnframställning. 1968, s. 67.

Attelid, Tore:
Världsutställningen 1851 i London. 1965, s. 187.

Backhoff-Malmquist, Helga:
Polsunovs atmosfäriska ångmaskin 1763—1766. 1953, s. 51.
Kinematografen i Ryssland under 1800-talet. 1956, s. 95.

Bæckström, Arvid:
Arbets- och disciplinförhållanden vid Rörstrands Porslinsfabrik under 1700-talet. 1934, s. 49.
Kongl. Modellkammaren. 1959, s. 55.

Benedicks, Carl:
Förord till Emanuel Tranas uppsats om F. A. Kjellins elektriska induktionsugn. 1933, s. 73.

Berg, Gösta:
Tröskverk i Sverige före Andrew Meikle. 1970, s. 39.

Bergman, Gertrud:
Charles Apelquist. En pionjär inom den mekaniska verkstadsindustrien i Sverige. 1952, s. 129.

Bjarme, Alfred:
Christopher Polhems valsverk vid Stjernsunds manufakturverk (tills. med Lars Anbo och Sven Sköldberg). 1941, s. 45.

Bjuggren, S. Erik:
Puzzolan. 1947, s. 131.
Boulton och Watts ångmaskiner 1776. 1947, s. 132.

Björkbom, Carl:
Ett projekt att bygga en ångmaskin i Sverige år 1725. 1936, s. 79.
Teknisk dokumentation för hundra år sedan. 1952, s. 147.

Björnberg, Bertil:
Svenska Tobaksmonopolets Museum. 1948, s. 49.

Bodman, Gösta:
Förstärkning av otydlig bläckskrift. 1944, s. 106.
R. W. Strehlenert. 1945, s. 47.
"Om chemiens natur, beskaffenhet och nytta", ett 1700-talsmanuskript (kommentarer). 1946, s. 65.
Klippans superfosfatfabrik 1857—1875. 1947, s. 41.
Skotska släktnamn i svensk industri och teknik. 1948, s. 77.
Radioaktivering av vatten enligt John Landins patent. 1948, s. 142.
Sven Rinmans reseanteckningar 1746—47. Del I. 1949, s. 71. Del II. 1950, s. 53. Del III. 1952, s. 103.
Industri- och teknikhistoriskt kartotek på Tekniska Museet. 1949, s. 116.
Pottasketillverkning i Sverige till 1700-talets mitt. 1950, s. 89.
Carl Palmstedt. Utställningsexperten och museimannen. 1953, s. 67.
Voltaiska krafter. Ur Carl Palmstedts resedagböcker. 1954, s. 73.
Carl Palmstedts verser till J. J. Berzelius. 1956, s. 41.
Gripsholms och Kummelnäs kemiska fabriker. 1957, s. 93.
Teknik och filateli. 1958, s. 141.

Boesen, Gudmund:
Stålskulptur i De Danske Kongers Kronologiske Samling paa Rosenborg. 1941, s. 106.

Borgenstam, Curt:
AB Thulinverkens bilfabrikation. 1965, s. 248.
John Ericssons Monitor. 1976, s. 11.

Borggren, Ludvig:
Från "Vandal" till "Ymer". 1954, s. 117.

Bäckström, Helmer:
Daguerreotypien i Sverige. 1943, s. 63.
Talbots fotografier på papper. 1944, s. 61.

Carenius, Gerhard:
Den första lastbilen i Uppsala. 1965, s. 252.

Carlberg, Per:
Arkivinventering. 1956, s. 162.
Gahns centrifugalgjutningsmaskin. 1963, s. 145.
Bessemerstålets första användning i ångpannor och fartyg. 1964, s. 124.
En märklig vattenbyggnad vid Ågs masugn. 1968, s. 107.

Carlqvist, Sten:
En masugnsmodell från 1700-talet. 1931, s. 121.
Polhems klädespress. 1932, s. 109.
Polhems flottbro. 1933, s. 109.
Kanonborrningsmaskin från 1700-talet. 1934, s. 117.
K. Tekniska Högskolans ritningssamling. 1935, s. 105.
Mudderpråm från år 1749. 1937, s. 108.

Chaloner, W. H.:
Ångmaskinsnotis. 1948, s. 152.

Christell, Einar:
Data om fartygspropellern. 1934, s. 110.

Chudi, Sixten:
Tidaholms Bruks biltillverkning 1903—1933. 1956, s. 101.

Collberg, Gustaf:
En svensk telefon i varje hem. 1943, s. 85.

Collinder, Per:
Foucaults pendelförsök. 1953, s. 45.

Corin, Carl-Fredrik:
A. N. Edelcrantz' ångmaskinsprojekt år 1809. 1940, s. 71.
A. N. Edelcrantz och Eldkvarn. 1961, s. 39.

Cornell, Elias:
1800-talets elementhusbygge. 1969, s. 29.

Dahlstedt, Stellan:
Film och ljud. 1956, s. 73.

Danielsson, Gustaf:
Verla Fabriksmuseum i Finland. 1977, s. 173.

Edberg, Lars:
Tre wirasmeder for till Ryssland. 1975, s. 65.
De sista värjorna vid Wira Bruk. 1977, s. 113.

Ekeberg, Birger:
Alfred Nobel, tal vid Nobelfesten 1956. 1957, s. 47.

Ekelöf, Stig:
Hans Christian Örsted och elektromagnetismens födelse — ett 150-årsminne. 1970, s. 13.
Hur radion kom till. 1972, s. 17.

Ell, Bernhard:
Starkströmskabel på 360 meters djup. 1931, s. 82.

Engström, Albert:
Daidalos och Ikaros, en ofullbordad och förut opublicerad dikt. 1958, s. 41.

Falk, Erik:
Lahälls silververk. 1945, s. 97.

(AB Ferrolegeringar):
Vanadin — volfram — krom — molybden. En historisk sammanställning. 1961, s. 135.

Forsberg, Karin:
Samling av inventioner. 1947, s. 123.
Rodga. Kring ett säteri och dess textilfabrik. 1951, s. 95.

Gelhaar, Julius:
Karbidindustriens begynnelse i Sverige. 1954, s. 81.

Gelotte, Göran:
Det varnande exemplet som blev ett museum. 1976, s. 81.

Goldkuhl, Carola:
Hjalmar Elworth, 1824—1887. 1957, s. 107.
John Ericssons brevväxling. 1958, s. 75.
Nils Ericson — mannen och ingenjören I. 1966, s. 75; d:o II. 1967, s. 31.

Granmalm, Georg:
Bergsrådet Johan Erik Norberg. 1941, s. 65.

Grenander-Nyberg, Gertrud:
Beklädnadsindustriens historia. 1942, s. 102.
Sömnadsindustrien. En översikt av dess uppkomst och utveckling i Sverige. 1946, s. 75.

Gullbring-Odelberg, Maj:
Crystal Palace. Kring en färglitografi. 1944, s. 83.
Två böcker i Carl Sahlins bergshistoriska samlingar. 1945, s. 114.

Göransson, Edward:
Arvid Johanssons boksamling. 1937, s. 108.

Hæger, Knut:
Att ta tempen. 1971, s. 55.

Hagen, Ellen:
Carl Bernhard Wadström. 1941, s. 77.

Hall, Tord:
Ikaros. 1958, s. 47.
Den kosmiska tekniken. 1960, s. 39.

Hallerdt, Björn:
Strumpvävstolar av Christopher Polhem. 1951, s. 51.

Hansson, Hans G:
Development of the Kaplan Turbine. 1977, s. 11.

Hansson, Sven A.:
Waldemar Jungner och jungnerackumulatorn. 1963, s. 77.

Heckscher, Eli F.:
Christopher Polhem och hans tid. Anförande på Polhemsdagen den 30 augusti 1951. 1952, s. 41.

Hellgren, Olof:
J. F. Lundin och hans ugnskonstruktioner. 1946, s. 51.

Hernmarck, Carl:
Polhems snusdosa. 1942, s. 96.

Hessén, Gust.:
Äldre kopparsmältningsmetoder vid Falu gruva. 1932, s. 59.

Hildebrand, Bengt:
Nils Fock, en nittiotals-ingenjör i Sydamerika. 1961, s. 109.

Hildebrand, Elis:
Rinmansarkivet. 1939, s. 105.

Hofrén, Manne:
Värnaby Bruk. 1959, s. 89.

Holmberg, Arne:
En svensk diplomat på ballongfärd år 1846. 1955, s. 135.

Hubendick, E.:
"Mera arbete". 1931, s. 74.
Olika tiders uppfattning om temperaturbegreppet. 1932, s. 77.
Perpetuum mobile. 1933, s. 85.
James Watts liv och verk. 1936, s. 95.
Gasgeneratorn förr och nu. 1941, s. 37.

Hult, C. Alrik:
Bröderna C. A. och O. W. Hults uppfinningar. 1965, s. 59.

Hult, Jan:
Robert Hooke och hans lag. 1977, s. 39.

Hultberg, Gösta:
Martin von Wahrendorff. 1938, s. 87.

Humbla, Philibert:
Christopher Polhems järnvåg i Gävle 1776. 1947, s. 118.

Hunter, William A.:
John Mercer, 1791—1866. 1957, s. 155.

Hylander, Hans:
"Hultbokens" proveniens. 1948, s. 147.
Hessiska pumpen. Bidrag till centrifugalpumpens tidigaste historia. 1951, s. 63.
Tre mekaniska bröder. Jacob, Johan och Abraham Eurenius. 1952, s. 57.
Hydroforens omvandlingar eller en översättares vedermödor. 1966, s. 27.
Mendelboken. En oskattbar källa till hantverkets historia. 1969, s. 101.
Sopnedkastet. 1970, s. 107.
Abderitometern — ett instrument för mätning av enfald (tills. med Birger Kock) 1971, s. 43.
Petter Östberg. En originell företagare på Kungsholmen i Stockholm (tills. med Birger Kock). 1972, s. 77.
Lavalturbinen i historiskt perspektiv. 1973, s. 33.
Ett kylskåps historia. 1973, s. 134.
Dædalus 1931—1973. Det som skrevs och de som skrev. 1974, s. 87.
Tekniska Museets föremålssamlingar. 1975, s. 11.

Håkansson, Harald:
Elektrotekniska data intill sekelskiftet 1900. 1938, s. 71.
En elteknisk kuriositet. 1939, s. 107.

Janelid, I.:
The Swedish Method. 1963, s. 113.

Jansson, August V.:
Släplinorna till Andrées polarballong. 1932, s. 112.

Jansson, Sven:
Polhemsmonument med förhistoria. 1974, s. 109.

Jarnvall, Torsten:
Mariebergs Porcellaine Fabrique. Byggnader och brännugnsteknik. 1971, s. 11.

Johansson, Arvid:
Det svenska järnets världsrykte. II. Från omkring år 1850 till nuvarande tid. 1933, s. 51.

Johansson, Yngve:
Ångmaskinerna vid Flottans varv i Karlskrona på 1700-talet. 1962, s. 51.

Johnsson, Hans:
Skandinaviska pionjärinsatser på gasturbinområdet. 1968, s. 91.

Killig, Franz:
Öländska slipverk och skurkvarnar. 1935, s. 75.

Kindberg, Nils:
Svensk flygindustri genom tiderna I. 1965, s. 149, II. 1966, s. 43, III. 1967, s. 111, IV. 1971, s. 69.

Kjellander, Rune G:son:
J. E. Erikson, en bortglömd konstruktör och industriman. 1947, s. 89.
J. W. Bergström — mekanikus och daguerreotypist. 1953, s. 99.
Eberhard Seger, en mångsidig konstruktör. 1954, s. 105.
Anton Henric Öller, en pionjär inom svensk elektroteknik. 1955, s. 89.
Per Persson och den svenska stickmaskinen. 1956, s. 51.
J. G. Wikström och den första symaskinstillverkningen. 1956, s. 131.
Wilhelm Wiklund, 1832—1902. 1957, s. 127.
Gerhard Arehn och tändsticksmaskinerna 1958, s. 123.

Klemming, Sven:
Peter Jernstedt — svensk uppfinnare och konstruktör av ångmaskindrivna fartyg i början av 1800-talet. 1963, s. 93.
En maskindirektörs hågkomster. 1970, s. 88.
Om Stockholms belysning, offentlig och privat, under perioden 1800—1850. 1971, s. 97.

Kock, Birger:
Abderitometern — ett instrument för mätning av enfald (tills. med Hans Hylander). 1971, s. 43.
Petter Östberg. En originell företagare på Kungsholmen i Stockholm (tills. med Hans Hylander). 1972, s. 77.
Knut Lindmark — en pionjär inom kommunikationstekniken (tills. med Fredrik Schütz). 1973, s. 61.

Lagerqvist, Lars O.; Norberg, Per:
Polletter vid Sala Silvergruva. 1955, s. 61.

Landberg, Erik:
En ångmaskinsritning. 1935, s. 106.

Langenfelt, Gösta:
King Alfred and the first Time-measurer. 1962, s. 39.

Lauritzen, Einar:
Svenska Filmsamfundets samlingar. 1940, s. 107.
Repris på stumfilmen "Carl XII". 1941, s. 109.
Rörlig filmkamera förr och nu. 1942, s. 101.
Edisons kinetoskop och "Svarta Maria". 1943, s. 94.
Första ljudfilmen i Stockholm. 1944, s. 100.
G. Méliès' filmateljé och "Mannen med gummihuvudet". 1946, s. 140.

Lenk, Torsten:
Daterat läskpapper. 1943, s. 94.

Liljedahl, Gösta:
Filigranologi. Om vattenmärken i papper och dessas historia. 1960, s. 119.

Lindberg, Assar M.:
Torsebro krutbruk i Skåne. 1967, s. 81.

Lindberg, Sten G.:
Kepler — Newton — Lunik. 1959, s. 47.

Linder, Gurli:
Om S. A. Andrée. 1934, s. 83.

Lindh, Björn-Eric:
Sveriges första "kungliga" bil och Stockholms första automobildroska. 1975, s. 141.
AB Volvo de första decennierna. 1977, s. 133.

Lindh, Nils:
Hönsäters alunbruk. 1942, s. 49.

Lindmark, Gunnar:
Teknikhistoriska notiser ur gamla patent. 1949, s. 103.
Teknikhistoriska notiser. 1950, s. 121. 1951, s. 125. 1953, s. 139. 1954, s. 131. 1955, s. 119. 1956, s. 149. 1957, s. 159. 1958, s. 145. 1959, s. 167. 1960, s. 155. 1961, s. 155. 1962, s. 159. 1963, s. 151. 1968, s. 110.
Turbok av år 1743. 1958, s. 65.
Skyskrapan. 1970, s. 104.

Lindmark, Tore:
Ångteknikens utveckling efter James Watt. 1936, s. 117.

Lindqvist, Svante:
Nya bidrag till ångmaskinens historia. 1976, s. 74.

Lindskog, Inga:
Arvid Faxe och hans stenpapper. 1952, s. 172.
Lars Fresks klädesfabrik vid Elfvik. 1958, s. 105.

Ljungberg, Gregory:
IVA:s Teknikhistoriska råd — Verksamheten 1968—1976. 1976, s. 1964.

Lundeberg, Erik:
Hesselmanmotorn som bilmotor. 1931, s. 98.

Lundkvist, Karl A.:
Den malcolmska verkstaden i Norrköping 1836—1868. 1976, s. 33.

Lundwall, Sten:
Christopher Polhems skärmaskiner för urhjul. 1949, s. 51.
Astronomiskt ur av Christopher Polhem år 1690. 1951, s. 43.
Jacob Magnusson Dahl, urmakare på Stjernsund. 1952, s. 177.

Malmberg, Sigvard:
Svenska tekniska pionjärinsatser i guldrushens Klondike. 1956, s. 129.

Malmgren, Einar:
Den optiska telegrafen i Furusund. 1964, s. 109.
Stereofoniskt ljud — en gammal nyhet. 1973, s. 142.
Telemuseum. 1975, s. 37.

Malmsten, Karl:
Från krigsingeniör till bergsingeniör. 1942, s. 59.

Martin, Harald:
Ciervas autogiro. 1933, s. 93.

Martinson, Harry:
Tekniken och själen. 1955, s. 55.

Matthiesen, Lennart Way-:
John Ericssons varmluftsmaskin. 1932, s. 85.
En 1600-tals måttstav. 1933, s. 100.
K. Tekniska Högskolans deposition av äldre undervisningsföremål, I. 1934, s. 107.
Gotländska kalkugnar. 1935, s. 104.
K. Tekniska Högskolans deposition av äldre undervisningsföremål, II. 1937, s. 109.
En precisionsmekaniker. 1937, s. 102.
Järnkättingen från Tönshammar. 1941, s. 106.
Analysvåg. 1941, s. 109.
Äldre aluminiumföremål i Tekniska Museets samlingar. 1943, s. 79.
Polhemsstickan II. 1944, s. 94.
Digelpressen — från trä till järn. 1946, s. 134.
S-formad ångturbin av Gustaf de Lavals konstruktion. 1947, s. 129.

Meyerson, Åke:
Rationaliseringssträvanden vid svenska gevärsfaktorier under 1700-talets mitt. 1937, s. 89.
Carl Knutberg. 1937, s. 102.
En ritningsskatt. 1939, s. 67.

Mileikowsky, Curt:
Atomenergien under ett årtionde. 1953, s. 37.

Molander, Bo:
På jakt efter stångjärnsstämplar. 1968, s. 11.

Montelius, Carl:
En uppfinnare berättar. 1945, s. 91.

Montell, Gösta:
Kineserna kom först. 1958, s. 91.

Müller-Hillebrand, D.:
Torbern Bergman as a Lightning Scientist. 1963, s. 35.

Nathorst, Gunilla:
Aviatördräkt från år 1910. 1961, s. 117.

Nathorst-Böös, Ernst:
Industrihistoria återspeglad i aktiebrev. 1973, s. 11.

Nauckhoff, Sigurd:
Sobreros nitroglycerin och Nobels sprängolja. 1948, s. 89.

Neumeyer, Friedrich:
Carl August Ehrensvärds ballongteckningar. 1943, s. 55.

Nihlén, John:
Spiselstolpen från Kullands gård. 1931, s. 114.

Nilsson, Bengt V.:
Svabensverk — ett järnbruk i ödemarken. 1967, s. 157.
Tekniska Museet — Det levande museet. 1974, s. 37.

Nisser, Marie:
Christopher Polhems modell till ett skeppsupphalningsverk. 1964, s. 67.

Norberg, Per; Lagerqvist, Lars O.:
Polletter vid Sala silvergruva. 1955, s. 61.

Nyström, Erik T.:
Malmgeologiska expeditionen till Kina 1914. 1956, s. 141.

Nyströmer, C. Bertil:
Carl (Carlos) Nyströmer. 1937, s. 57.

Odencrants, Arvid:
Höganäs och Kullen år 1806. 1947, s. 79.
T. A. Odencrants reseanteckningar i Skottland år 1813. 1948, s. 67.
Ur T. A. Odencrants dagbok. 1949, s. 63.
Ur T. A. Odencrants reseanteckningar år 1807. 1951, s. 81.

Odqvist, Folke K. G.:
Hållfasthetsläran som förutsättning för materialprovning. 1977, s. 59.

Ohlson, Martin A.:
Viksbergsbacken. Kring museistadens på Kungl. Djurgården historia. 1952, s. 161.

Olsson, Reinhold:
Per Fredrik Heffner. 1949, s. 87.

Osvald, Gustav:
Making Tyre History. 1972, s. 65.

Pichler, Nils:
Automatiskt brandalarm. 1939, s. 102.

Pipping, Gunnar:
Horologium Mirabile Lundense eller Konsturet i Lunds domkyrka. 1967, s. 151.
Några drag ur det svenska mått- och justeringsväsendets historia. 1968, s. 43.
Tekniska Museets föremålssamlingar. 1975, s. 11.

Rang, Valdemar:
De gamla mudderverken i Malmö hamn. 1941, s. 99.

Rennerfelt, Ivar:
Flytande tillverkning av hästskor. 1944, s. 73.

Ringius, Cecilia:
Elektroteknisk terminologi. 1959, s. 155.

Rodenborg, Gösta:
Kungl. Teaterns ventilationssystem. 1973, s. 145.

Rudberg, Erik:
Metallografiska Institutet. Tal vid invigningen av institutets nya byggnad 6 sept. 1947. 1948, s. 55.

Rynell, Sven:
J. P. Johansson — Inventor of the Universal Pipe Wrench and the Adjustable Wrench. 1965, s. 177.

Rönnow, Sixten:
En glasbruksmålning. 1931, s. 108.
Ett par fotografiska inkunabler från 1850-talet. 1932, s. 99.
Bidrag till en svensk Technologia Numismatica. 1941, s. 83.
P. G. von Heidekens bruksvyer. 1942, s. 99.
Svenskt Industri- och Handelsmuseum 1895—1909. 1943, s. 35.
"Naturselbstdruck". 1945, s. 116.
Belöningsmedaljer inom industrien. 1946, s. 139.

Sahlin, Carl:
Svenska linbanekonstruktioner. 1931, s. 55.
Nordens äldsta byggnadsritning. 1931, s. 116.
Presskopiering av brev. 1931, s. 116.
Den första svenska blåkopian. 1931, s. 117.
Det svenska järnets världsrykte. I. Från äldsta tid till omkring år 1850. 1932, s. 47.
Det 100-åriga ölet i Dannemora Bergslag. 1935, s. 87.
Vaskguld i norra Skandinavien och Finland. 1936, s. 43.
De släta fingerringarna. 1938, s. 39.
Ervalla bruk. Dess utrustning och drift under 1600-talet. 1940, s. 37.
Tidigt användande av läskpapper. 1941, s. 108.

Sandqvist, Inga-Britta:
Älvdalens Porfyrverk — anläggningar och tillverkningsmetoder. 1972, s. 45.
Tekniska Museets arkiv. 1974, s. 67.

Schütz, Fredrik:
Knut Lindmark — en pionjär inom kommunikationstekniken. 1973, s. 61.
Samuel Owen. 1975, s. 93.

Selling, Olof H.:
Pedro Nisser, 1799—1878. Svensk guldletare, uppfinnare och utställningsarrangör i Sydamerika och Australien. 1962, s. 67.
Johan Gottlieb Gahns analysvåg. 1965, s. 257.

Simonsson, Sten:
Ett mälteri från 1760-talet vid Leufsta Bruk. 1935, s. 95.
Om mältning och brygd vid några gamla bruk. 1938, s. 104.

Sjöstedt, Georg:
Ljuskänsliga skiktets idéhistoria. 1947, s. 69.

Sköldberg, Sven:
Christopher Polhems Konstige Tapp. 1939, s. 85.
Beskrivning av Edelcrantz' ångmaskin. 1940, s. 80.
Till blixtlåsets historia. 1940, s. 83.
Christopher Polhems valsverk vid Stjernsunds manufakturverk (tills. med Alfred Bjarme och Lars Anbo). 1941, s. 45.
Judsons originalblixtlås till Tekniska Museet. 1942, s. 106.

Smedberg, Richard:
Äldre förslag till tunnel under Öresund. 1937, s. 41.
Carl Edw. Norström. Ett hundraårsminne. 1948, s. 61.

Smedinger, Helge:
J. G. Darell, en pionjär inom eltekniken. 1940, s. 100.

Spaak, George:
Enkelmikroskop, som möjligen tillhört Emanuel Swedenborg (tills. med T. Althin). 1950, s. 41.
Männen kring Carl Daniel Ekman. 1951, s. 109.

Stockhaus-Englund, Brita:
Bilder av stockholmsindustrier under 1800-talet.1954, s. 146.

Stoltz, Elof:
De skandinaviska alunbruken. 1934, s. 95.

Strandh, Sigvard:
Wilhelm Teodor Unge. A Swedish Pioneer in Rocketry. 1964, s. 87.
Erik Unge, balloon inventor. 1964, s. 125.
Automata — från jackmarer till androider. 1965, s. 197.
Don att skriva med. 1969, s. 81.
Jac. Berzelius and the emerging modern chemistry. 1970, s. 61.
Riddarholmskyrkans gjutjärnsspiror ur teknikhistorisk synvinkel. 1970, s. 94.
Första Jubileumssymposiet. 1976, s. 79.

Stubelius, Svante:
Den heliga skruven. 1959, s. 145.

Sundblad, Gunnar:
Skog, trä, cellulosa och papper. 1959, s. 41.

Svedberg, Ivar:
Andrées ballonghus. 1931, s. 87.

Svensson, Helge:
Jonas Wenströms-utställningen 1933. 1934, s. 102.

Tandberg, John:
Esaias Tegnér och magnetismen. 1939, s. 77.

Thunæus, Harald:
Mjödet genom tiderna. 1954, s. 47.
Claes Axel Schmiedte. En bortglömd teknisk pionjär. 1966, s. 111.

Trana, Emanuel:
F. A. Kjellins elektriska induktionsugn. 1933, s. 73.

Tranæus, Bertil:
Företagstidskrifter. 1948, s. 150.

Trotzig, Dag:
Maria kyrkas i Stockholm tornur från Stjärnsund. 1938, s. 55.

Törnebohm, Hilding:
C. E. Johansson. Måttens mästare 1944, s. 53.

Wallin, Lars:
Att bygga i stål — modern teknik med gamla anor. 1973, s. 87.

Weibull, Waloddi:
Alexander Lagermans livsgärning. 1934, s. 67.
Matematiken, maskinen och människan. 1952, s. 47.

Westberg, Hans:
Östanå pappersbruk i Hälsingland. 1966, s. 9.

Westerberg, Charles:
P. E. Fahlberg. En pionjär på elektroteknikens område. 1951, s. 133.

Westerlund, Gunnar:
Talmaskinens uppfinnare. 1942, s. 77.
Grammofonen i varumärket. 1943, s. 103.
Fonografen och grammofonen. 1945, s. 119.

Wiberg, Helgo:
Några av Martin Wibergs uppfinningar. 1955, s. 111.

Wichman, Holger:
Harmens register. 1957, s. 53.

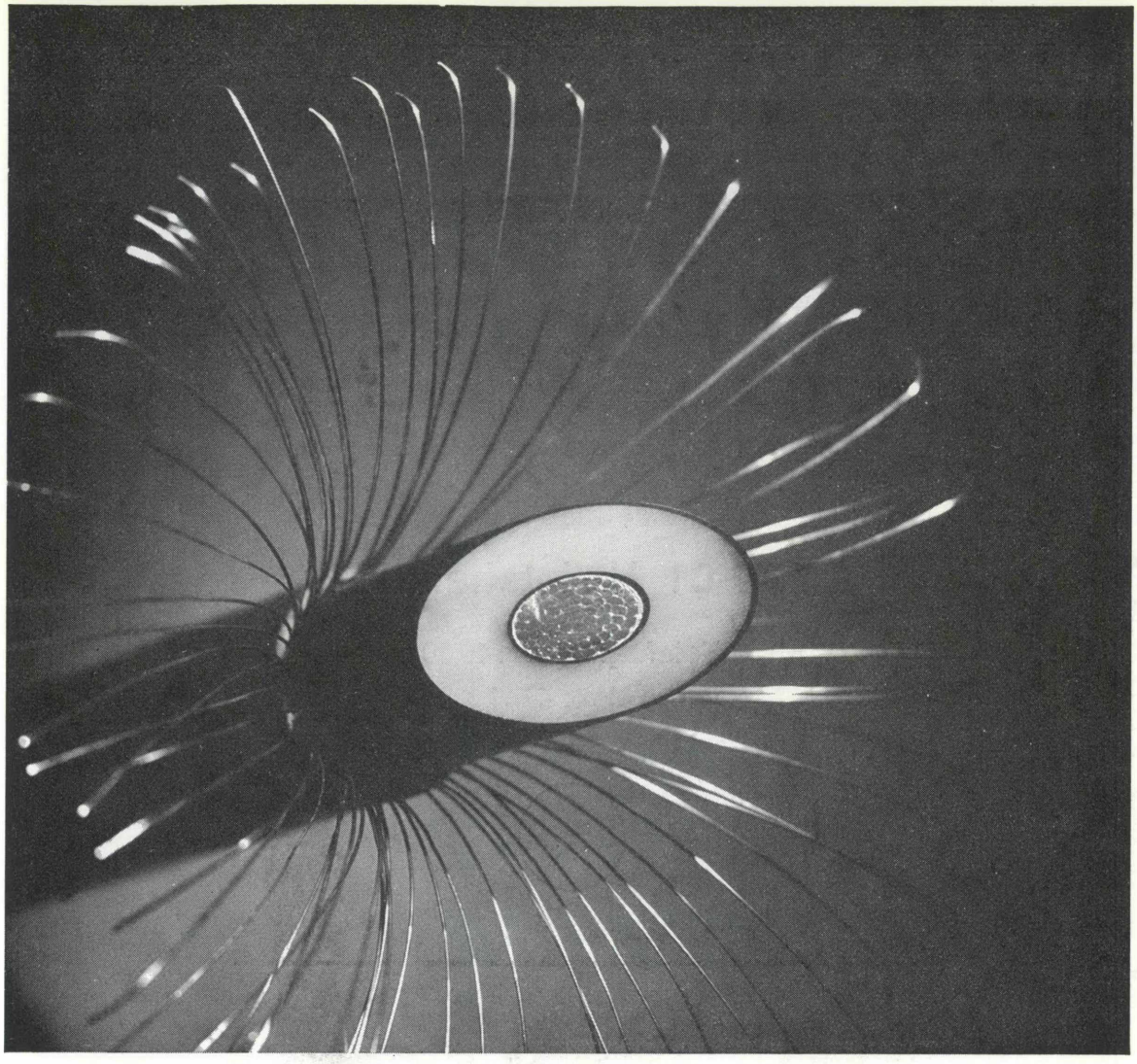
Wilner, Torsten:
Tekniska Museets Atomarium. 1953, s. 117.
Partiklars rörelse i elektriska fält. 1954, s. 39.
Klangfigurer och atomfysik. 1957, s. 41.
Atomarium. Dit atomvetenskapen hunnit. 1960, s. 55.

Ågren, Per:
Engelsberg's Oil Factory. An Early Petroleum Refinery. 1967, s. 9.

Ångström, Tord:
Emanuel Swedenborgs flygplansprojekt. 1932, s. 73.
Bröderna Wright och Octave Chanute. Ur en brevväxling mellan tre flygpionjärer. 1969, s. 47.
Orville Wright och Smithsonian Institution. 1969, s. 115.

Åström, Irma:
Linberedningsverken i Hälsingland under 1700-talet. 1950, s. 65.

Öhman, Einar:
Elektronhjärnan till läsarens tjänst. 1960. s. 107.



Den här PEX-kabeln ser ut som alla andra

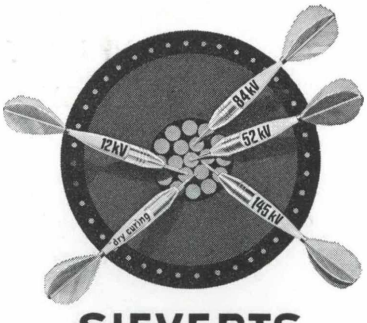
Men det finns en liten skillnad – den är tillverkad enligt vår "dry curing metod" – torrvulkanisering.

Torrvulkanisering ger ett mycket tätt isolerskikt och vi kommer att använda metoden för alla PEX-kablar.

Våra PEX-linjer är byggda för alternativa förfaringssätt och vi kan genom enkla ändringar anpassa tillverkningen till de senaste rönen inom polymertekniken.

Med torrvulkanisering kan vi också tillverka PEX-kablar för 245 kV.

Vår första leverans inom Sverige av torrvulkaniserad PEX-kabel för 145 kV har redan skett. Den gick till Holmens Bruk för Braviken-anläggningen och omfattade 6000 m AXKJ 500 mm^2.



SIEVERTS KABELVERK
172 87 SUNDBYBERG
Tfn 28 28 60, riks 08-28 27 20

Hallstahammars Aktiebolag

734 01 Hallstahammar

Telefon: 0220/140 00

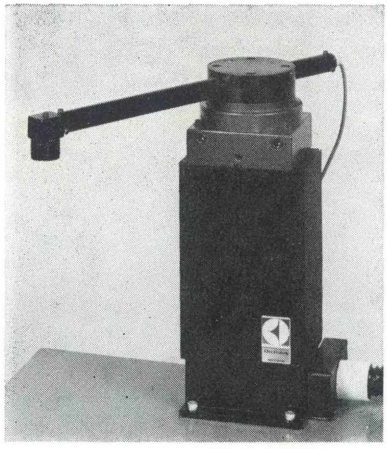
Telex: 4741

Tillverkare av:

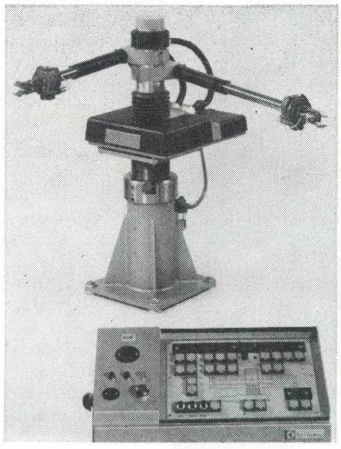
VARMVALSAT STÅL – KALLDRAGET, SVARVAT OCH CENTERLESSLIPAT STÅL – ARMERINGSSTÅL

Konsten att minska produktionskostnader med robotar–den kan vi!

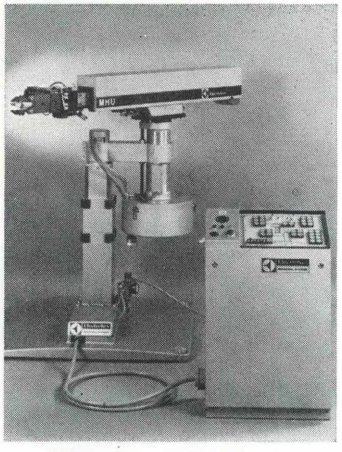
Marknadens bredaste sortiment – täcker in varje behov från enkla plock till avancerad process med vårt program av modulbyggda robotar.



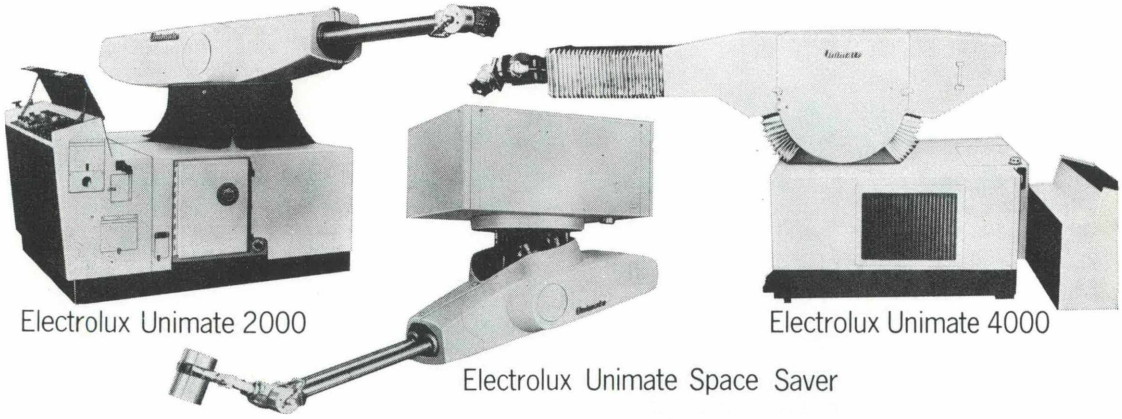
Electrolux MHU Minior



Electrolux MHU Junior



Electrolux MHU Senior



Electrolux Unimate 2000

Electrolux Unimate 4000

Electrolux Unimate Space Saver

Mer än 2000 MHU- och Unimaterobotar är i drift runtom i världen.

Electrolux
INDUSTRIAL SYSTEMS

105 45 STOCKHOLM
Tel. 738 60 00
Telex. 11600

PERSTORP
OCH DOTTERBOLAGET SOM ALLTID SAKNAR VERKSAMHETER

Det är Pernovos uppgift — Perstorps New Business-företag — att ständigt leta efter nya verksamheter med goda framtidsutsikter som kan expandera med hjälp av Pernovos resurser.



Ett internationellt sökarbete som förfinats och byggts ut under de tre år Pernovo varit verksamt. Och givit resultat!

Pernovo identifierar inte bara för koncernen intressanta verksamheter, utan driver dem också under den utvecklingsintensiva perioden, normalt mellan 3 och 8 år. Sedan kan företagen vara mogna att införlivas med någon av koncernens nuvarande divisioner eller bilda grunden till en ny.

Idag driver Pernovo sex företag parallellt med sökarbetet — verksamheter i Sverige, Europa, USA och Fjärran Östern. Dessa omsätter 80 miljoner tillsammans — ca 75% kommer från marknader utanför Skandinavien.

Företagen drivs med lönsamhet, men den långsiktiga utvecklingspotentialen är viktigare än de resultat de hittills givit.

Antiphon AB och Reduc Acoustics AB arbetar med bullerbekämpning, produkter som möter skärpta krav på förbättrad arbetsmiljö. Företagen har en internationellt unik bredd på sitt sortiment av bullerdämpande material och arbetar primärt med problemlösningar för den tillverkande industrin.

Tecator AB är ett av världens ledande företag när det gäller kvalitetskontroll inom näringskedjan, med analysmetoder och -utrustning för bl a proteinmätning och växtfiberbestämning inom livsmedels- och fodermedelssektorn. De flesta uppdragsgivarna, 96% , finns utanför Skandinavien — i Europa, Amerika och Australien.

Terrafigo AB har en patenterad teknik för vertikaldränering, som marknadsförs internationellt. Med den tekniken omvandlas sanka, leriga markområden — på ekonomiskt försvarbart sätt — till nyttiga områden för industriell eller annan bebyggelse. Och fruktbar jord, rekreerande miljö kan sparas.

Drycolor AB och Synthécolor SA utvecklar och tillverkar koncentrat av färg och andra tillsatsmedel i nära kontakt med plastindustrin. Dagens och morgondagens plastprodukter kräver nya typer av egenskapsgivande tillsatser — för brandhärdighet, antistatbehandling, m m. Företagen tillhör Europas ledande företag på området — Drycolor är marknadsledare i Skandinavien och Synthécolor i Frankrike och Benelux-området.

Ett New Business-företag som Pernovo måste ha en omfattande management-erfarenhet och ett vitt och rörligt marknadsföringstänkande: ibland är huvudinriktningen för en verksamhet utveckling av nya marknader — ibland utveckling av produktsortimentet.

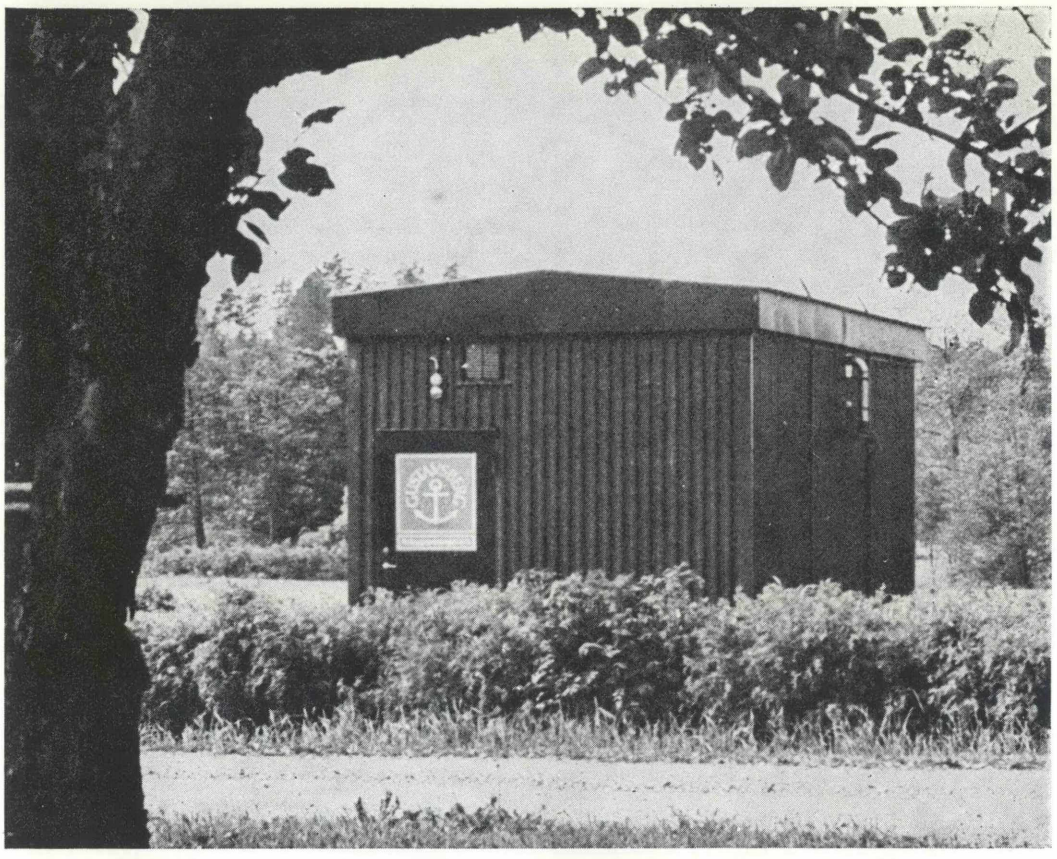
Och varje nytt område bjuder på nya erfarenheter. Det är både Pernovo och Perstorp till nytta.

PERSTORP I PRAKTIKEN

Pernovo är ett dotterbolag till Perstorp AB: en kemi- och plastkoncern som omsätter 900 mkr. Totalt arbetar 3.700 personer inom Perstorp. Tunga sektorer är tillverkningen av dekorativt och tekniskt laminat, polyalkoholer, härdplastpressmassor, plastbearbetning.

Perstorp

Perstorp AB, Fack, 284 00 PERSTORP. Tel. 0435-386 00. Telex 724 70 perstp s.
Pernovo, Perstorp New Business Development AB, Fack, 284 00 PERSTORP. Tel. 0435-386 00. Telex 724 70 perstp s.



Bioxial®- det goda samvetets hus

I mindre samhällen är det ibland si och så med avloppen. Åtskilliga ägare till stugor och villor har dåligt samvete för detta. Dessutom kan angelägna moderniseringsplaner stoppas. Men det finns ett bra sätt att förbättra samvetet. I en tomtägarförening eller annan gemenskap kan man gå samman och ansluta en hel gruppbebyggelse till ett reningsverk från Gustavsberg. Kommer helt anslutningsklart i prydligt hus. Finns med kapaciteter för upp till 100 hushåll. Är flyttbart och går att bygga ut. Ingen låsning för framtiden. Ta upp saken med kommunen! Vi hjälper gärna till.

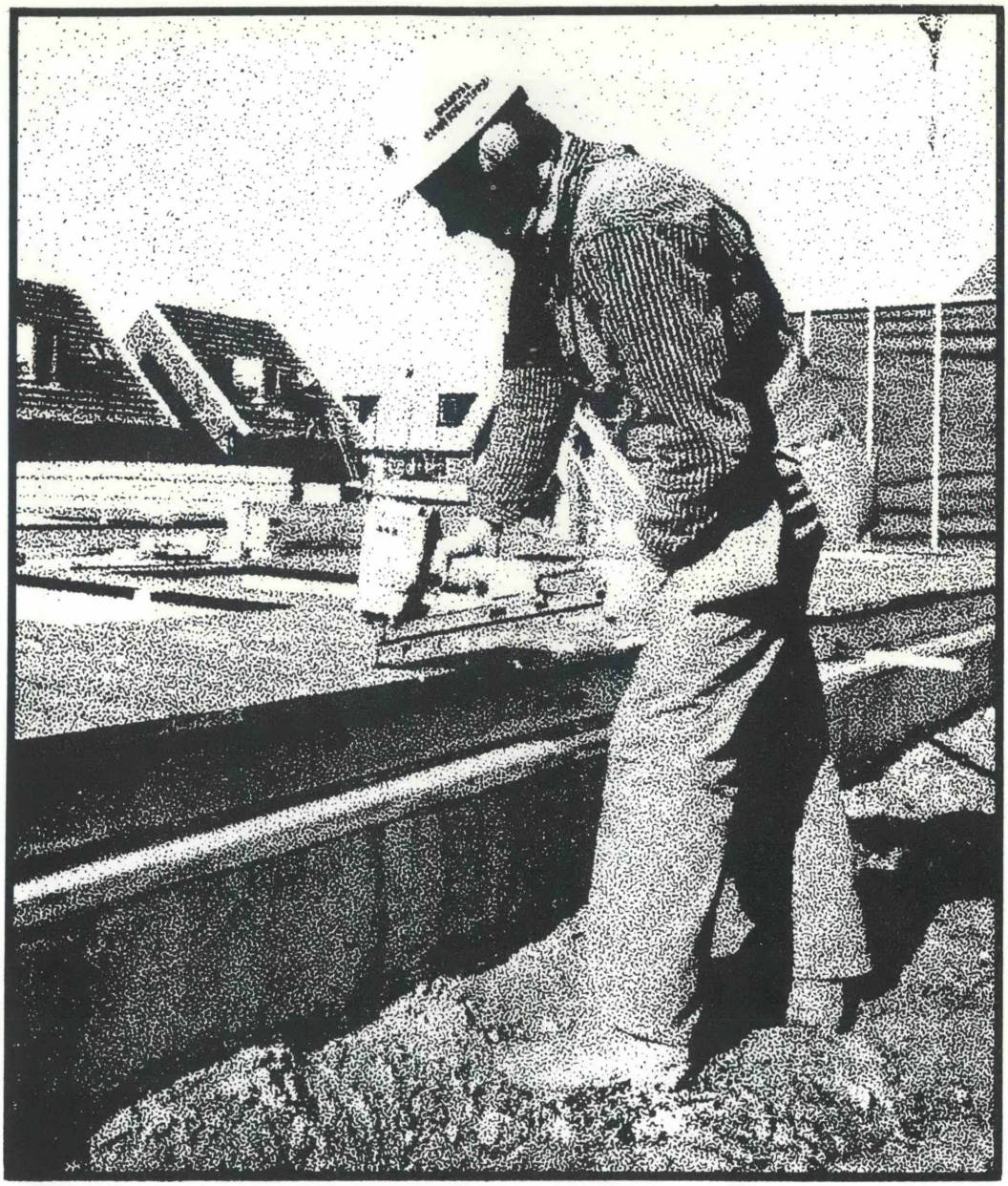
GUSTAVSBERG

AB GUSTAVSBERG

Fleminggatan 62 B, Box 12159, 10224 Stockholm,
tel. 08-520860.

SKF

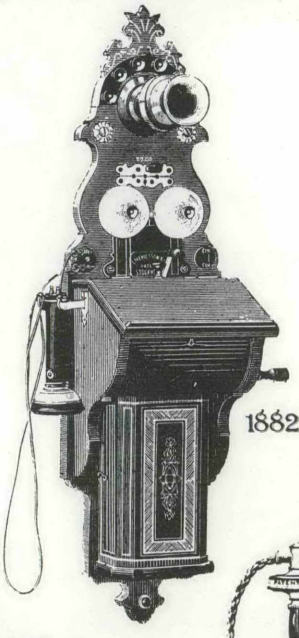
Kul- och rullager • specialstål •
verktygsmaskiner • textilmaskinskomponenter •
kvalitetsgjutgods • skärande verktyg



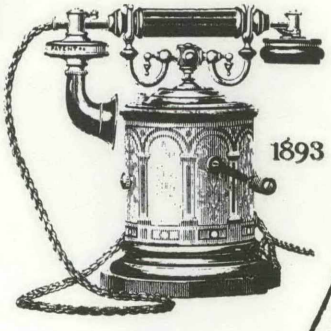
Vi inom Skånska Cementgjuteriet utför både stora och små byggprojekt av alla typer. Industribyggnader och småhus, flygfält och parkeringsplatser, kraftverk och småbåtshamnar och mycket, mycket mer. För stat, kommuner, landsting, industrier och privata beställare.

Vi har mer än 50 lokalkontor runt om i landet. För nära och personlig service.

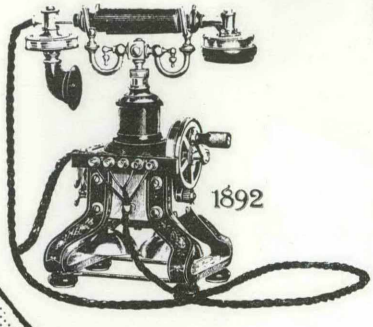
SKÅNSKA CEMENTGJUTERIET



1882



1893



1892

TELEFONAKTIEBOLAGET
LM ERICSSON
12625 STOCKHOLM

DET NYA AGA.

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

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

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

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

Dessa områden är:
Gas.
Svets.
Värme.

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

AGA

AGA AB, 181 81 Lidingö.



Svenska Esso AB

Etableringsår: 1896 **Sveriges äldsta oljebolag**

Petroleumprodukter, Petrokemisk industri, Bilverkstäder, Biltillbehör, Biluthyrning, Gasolapparater, Motorhotell, Tavernor

Sätt dig in i Volvo 1978!

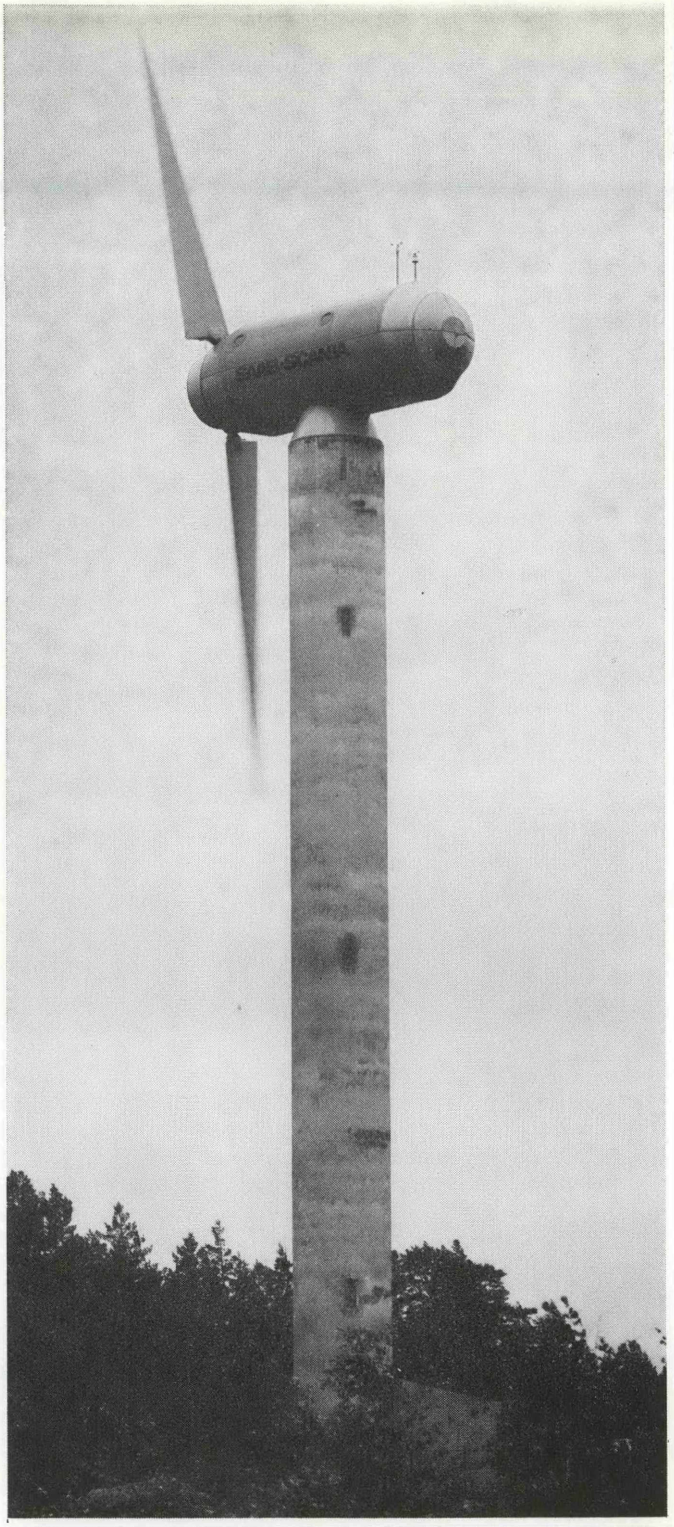


Ytligt sett är det inga drastiska förändringar. Men sätt dig in i Volvo 1978! Då märker du att det har hänt mycket – inuti bilarna och under ytan. Låt oss här bara nämna den nya interiören i 343-an och den nya 5-skiktslackeringen för ännu bättre rostskydd i 240- och 260-serien. Högre kvalitet helt enkelt.

Alla modeller har i år fått nya stolar – ett bevis på hur Volvo i sin kvalitetssträvan detaljändrar och förbättrar också sådant som redan är ovanligt bra. Lägg till detta Volvos oslagbara garantier. Med bl a den 5-åriga Vagnskadegarantin – PV-garantin – och Servicekostnadsgarantin – VSG – som bara Volvo har.

Aldrig har vi satt kraven så högt som nu!

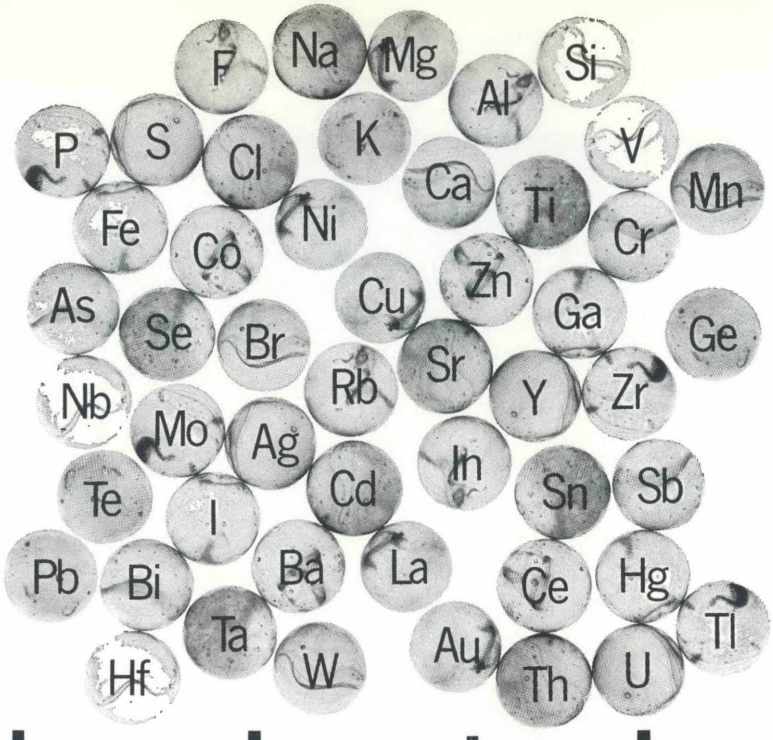
Saab VIND-ENERGI



Saab-Scania Flygdivisionen har uppfört vindkraftverket vid Älvkarleby på uppdrag av Nämnden för Energiproduktionsforskning. Kraftverket är en försöksanläggning och Saab-Scania deltar i utprovningen.

SAAB

Saab-Scania Flygdivisionen
581 88 Linköping



Alla dessa element analyserade på en minut?

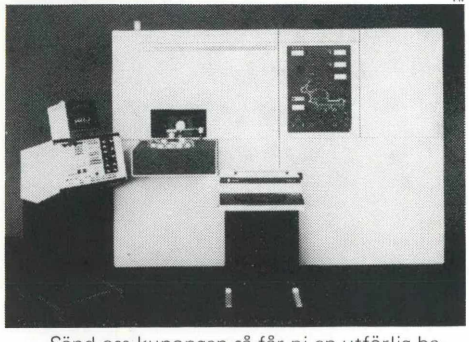
PW 1600 är den verkligt intressanta nyheten inom röntgenanalys — marknadens snabbaste spektrometer. PW 1600 medger analys av upp till 28 element inom en minut. Ett mycket omfattande analysarbete kan snabbt genomföras tack vare att mer än 30 analysprogram i förväg kan lagras i systemet.

Med dator kan kvaliteten hos samtliga apparatparametrar kontrolleras. Provkarusell med tio lägen ger ökad kapacitet och snabbare inställning. Provväxlare för ett stort antal prover kan anslutas.

Energidispersiv detektor medger dessutom identifiering och mätning av alla element över Fluor i det periodiska systemet.

Med PW 1600 får ni avsevärt mycket snabbare och säkrare analys än med andra analysmetoder. Kostnaden per analys blir också lägre.

Philips är marknadsledare när det gäller röntgenspektrometrar. Det innebär också kvalificerad service. Philips erbjuder tillgång till applikationslaboratorium, råd från kunniga konsulter vid val av utrustning, utbildning av kundens personal, tillgång till utförlig dokumentation och mycket annat.



Sänd oss kupongen så får ni en utförlig beskrivning av röntgenspektrometer PW 1600, eller ring Evert Modig 08/63 50 00 ankn. 1168.

Till AB Svenska Philips, Div. Industrielektronik, avd. Analysutrustningar, Fack, 102 50 Stockholm.

☐ Sänd mig broschyren och mer information om PW 1600

Namn.....

Företag.....

Adress.....

Postadress.....

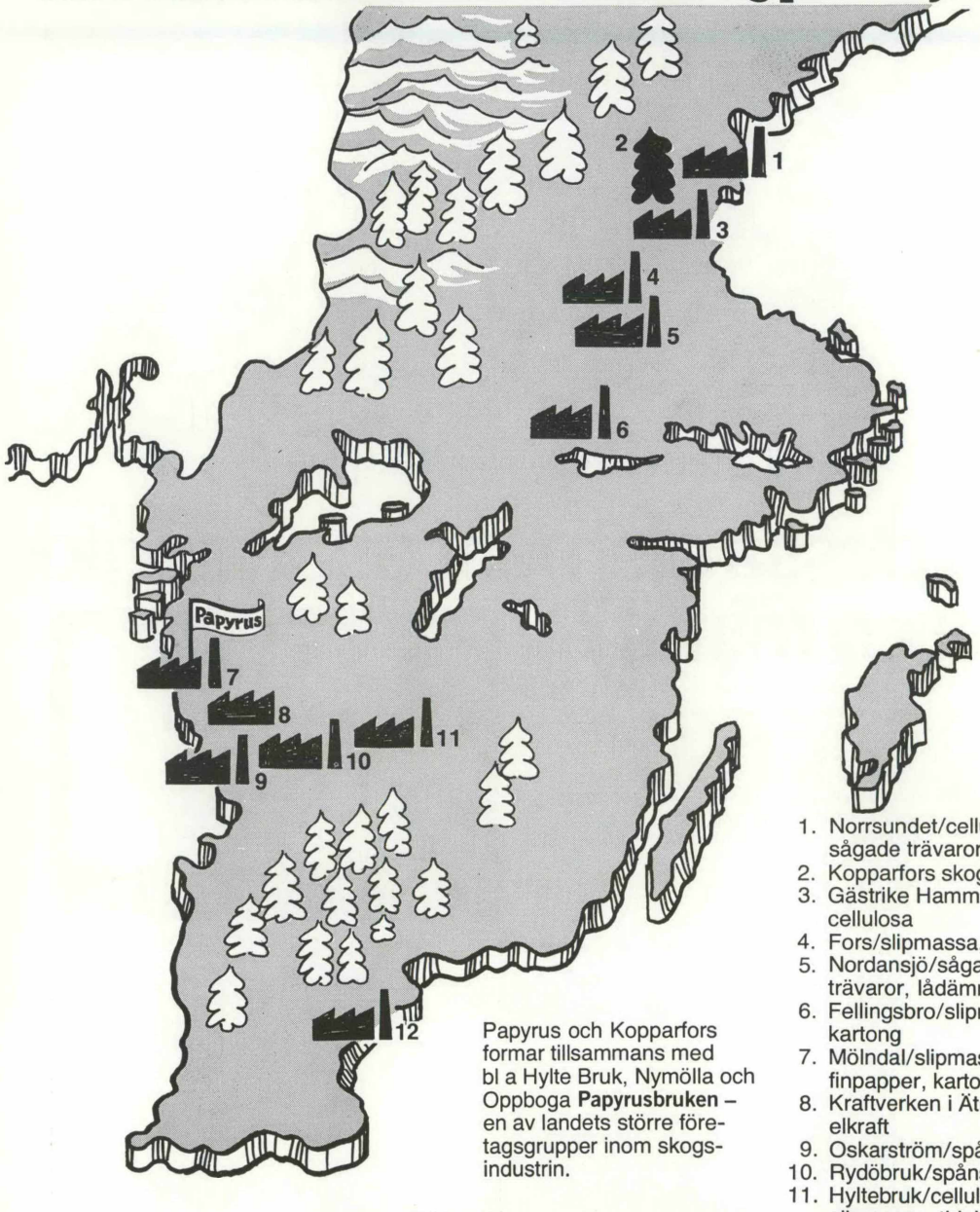
PHILIPS

Industrielektronik
Analysutrustningar

PHILIPS

Papyrusbruken.

En av Sveriges större skogsindustrier. Med 5000 anställda och en omsättning på 2 miljarder.



Papyrus och Kopparfors formar tillsammans med bl a Hylte Bruk, Nymölla och Oppboga **Papyrusbruken** – en av landets större företagsgrupper inom skogsindustrin.

1. Norrsundet/cellulosa, sågade trävaror
2. Kopparfors skogar
3. Gästrike Hammarby/ cellulosa
4. Fors/slipmassa, kartong
5. Nordansjö/sågade trävaror, lådämnen
6. Fellingsbro/slipmassa, kartong
7. Mölndal/slipmassa, finpapper, kartong
8. Kraftverken i Ätran/ elkraft
9. Oskarström/spånskivor
10. Rydöbruk/spånskivor
11. Hyltebruk/cellulosa, slipmassa, tidningspapper
12. Nymölla/cellulosa, finpapper

PAPYRUS
Mölndal

Datorn och produktiviteten

Idag mer än någonsin står produktiviteten i blickpunkten.

Vill vi behålla eller förbättra vår levnadsstandard måste vi bevara vår internationella konkurrenskraft. Då måste vi kompensera kostnadsökningarna genom att öka produktiviteten.

En sådan produktivitetsökning är inte främst en fråga om att arbeta hårdare, utan om att arbeta klokare. För att bevara och höja livskvaliteten måste vi lära oss att bättre ta tillvara våra resurser.

Datorn är ett av de bästa hjälpmedel som har utvecklats för att underlätta vårt arbete.

Många företag använder datorer för att öka produktion och produktkvalitet och samtidigt spara råvaror och energi.

Datorer kan också bidra till att sänka kostnaderna för administrativa rutiner. De kan hjälpa företag att bygga säkrare prognoser och planera mer rationellt.

Inom allt fler områden kan företagen ta datorer till hjälp för att höja produktiviteten. Ett huvudskäl är att datorernas egen produktivitet har ökat så snabbt.

Kostnaden per multiplikation i en stor IBM-dator är idag någon hundradel av vad den var för ett tjugotal år sedan.

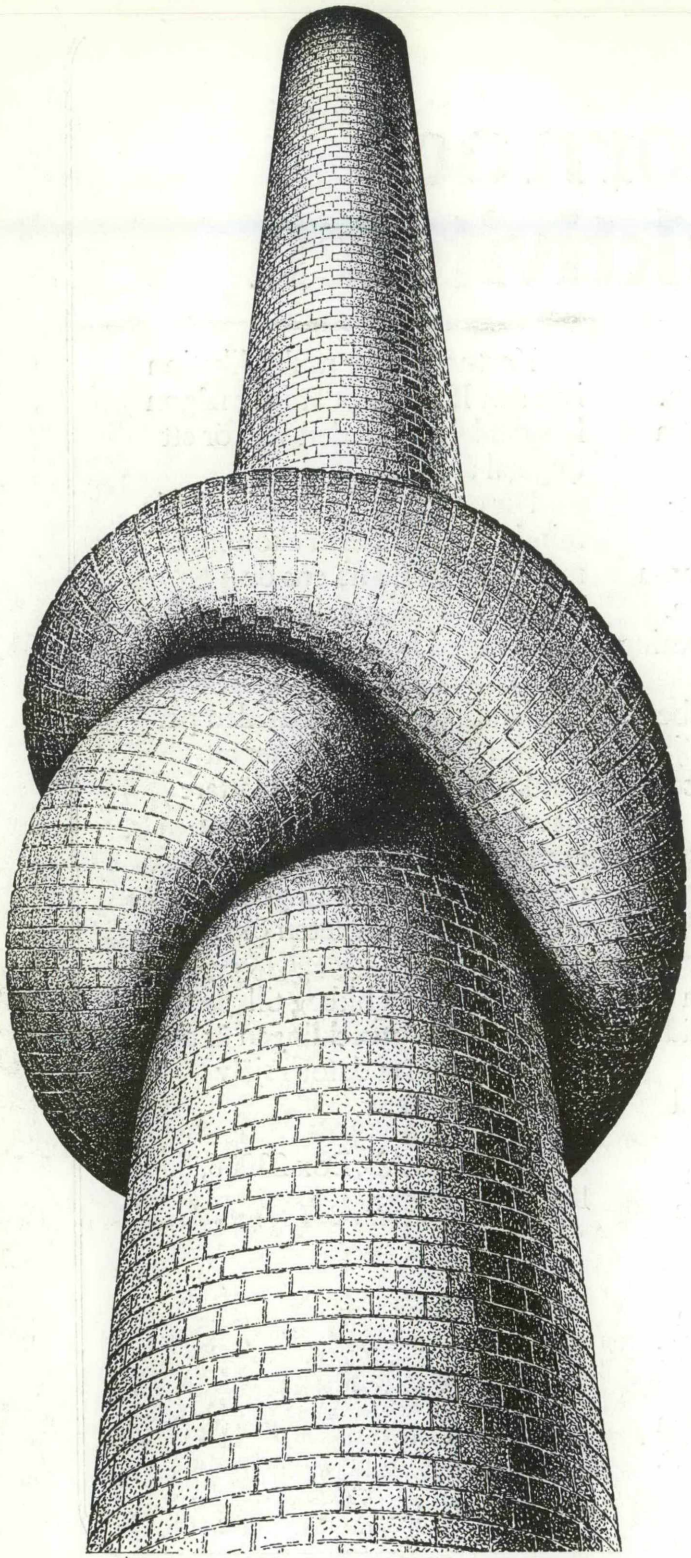
För omkring tio år sedan hade mindre företag sällan ekonomisk möjlighet att skaffa ens de billigaste datorerna. Idag finns datorer med hög kapacitet för en bråkdel av de dåtida kostnaderna.

Samtidigt som kostnaden per utförd operation fortsätter att sjunka, blir datorn också lättare att använda. Därmed blir datakraft tillgänglig för allt fler människor – och möjligheterna att höja produktiviteten ökar ytterligare.

Vårt främsta bidrag till produktivitetsutvecklingen är att vi fortsätter göra datorn själv alltmer produktiv.

IBM Svenska AB, Box 23006,
10435 Stockholm

IBM



Det finns olika sätt att minska luftföroreningarna.

Vi erbjuder anläggningar som tar hand om alla gas- och partikelformiga emissioner effektivare än en knut på skorstenen.

Är det något för Er?

Att rena gasutsläppen från industrier och värmeverk ger inte bara grönare skogar. Det är också guld värt att kunna återvinna dyrbara ämnen ur rökgaserna för att använda dem igen. Vi skapar även bättre arbetsmiljöer, med klimatanläggningar som filtrerar, värmer, kyler och fuktar luften.

Vad kan vi hjälpa Er med?

Förra året tog SF-anläggningar över hela världen hand om mer än 15 miljoner ton stoft. SF-gruppen arbetar internationellt och står bland de främsta, när det gäller att utveckla och behärska stoftavskiljningens alla områden. Vi har resurser att lösa varje enskilt luftvårdsproblem och leverera den utrustning som uppfyller Era behov. Så innan Ni slår en förtvivlans knut på Er skorsten, kontakta oss.

Fläkt

AB Svenska Fläktfabriken



Ur "Historia om de nordiska folken", Olaus Magnus.

Jorden måste få för att kunna ge.

Innan människan satte plogen i jorden, rådde en harmonisk balans
mellan bortförsel och tillförsel av växtnäring.
Den näring växterna hämtade ur jorden, tillfördes på nytt genom djurspillning,
multnande växtrester, markens vittring och från atmosfären.
Våra förfäders jordbruk — på naturahushållningens tid —
rubbade inte nämnvärt på denna växtnäringscirkel.
Människan levde i ett ekosystem där de mesta jordbruksprodukterna
konsumerades på den egna gården
och växtnäringen återfördes till jorden med gödsel och avfall.
Samhällsutvecklingen har avlägsnat oss
långt från naturahushållningens slutna ekosystem.
Huvuddelen av jordbruksprodukterna bortförs numera från gården,
förädlas och konsumeras på annat håll.
En stor del av den näring växterna hämtat ur jorden,
hamnar i avlopp och på soptippar.
Nya grödor — högförädlade och högavkastande — kräver dessutom
i många fall mera näring än sina föregångare.
Den ekologiska cirkeln rubbas.



Vad människan utkräver,
måste också människan ge tillbaka.
Tillförseln av handelsgödsel
är en nödvändig förutsättning
för jämvikt i människans nya,
självskapade ekosystem.

Supra sluter cirkeln.

SUPRA

KemaNord

Sveriges största kemikoncern

Koncernen
Sickla Industriväg, Nacka
Box 11005, 100 61 STOCKHOLM
Telefon: 08-44 90 40
Telex: 19304 kemnor s

Koncernchef: Ove Sundberg
Aktiekapital: 273,75 Mkr
Ägare: Ca 6.500 registrerade aktieägare
Årsomsättning: 1.789 Mkr (1976)
Antal anställda: ca 6.900

Allmänt om koncernen:
KemaNord har egna kraftverk och ett flertal fabriker såväl i Sverige som utomlands. Produktionsprogrammet omfattar allt från baskemikalier till konsumentvaror. Koncernen har goda marknadspositioner och en mängd välkända varumärken.

Division Plaster. Nacka, Stenungsund, Stockviksverken. PVC, PVC-compound, natronlut, klor. Pevikon®.

Division Konsumentvaror (Barnängen, Liljeholmens, Norrljus). Alvik, Fredriksfors, Oskarshamn, Feldkirchen/Österrike, Köln/Västtyskland, Gobowen, Goffs Oak, Llangollen, Spalding i Storbritannien. Pordenone, Verona i Italien. Kevelaer/Västtyskland, Wissembourg/Frankrike. Hygien-, fritids-, trädgårds- och hushållsprodukter samt ljus. Barnängens®, Gahns®, Substral®, Vademecum®, Liljeholmens®.

Division Casco. Nacka, Kristinehamn, Stockviksverken. Industrihartser, industrilim, byggprodukter, impregnerat papper, melaminpressmassa. Svedorit®, Svedocon®, Mepal®, Synteco®, Cascol®, Cascofen®, Cascoset®.

Division Industrikemi. Nacka, Ljungaverk, Stockviksverken, Trollhättan. Oorganiska kemikalier, bl a kisel. Sicon®.

Division Specialkemi. Nacka, Borås, Stockviksverken. Organiska specialkemikalier, papperskemikalier, lantbrukskemikalier (KenoGard). Kenosize®, Kenores®, Lilamin®, Liladox®, Lilastark®, Acrex®, Panoctine®, Syllit®.

Division Extraco. Stidsvig, Nykvarn. Gelatin, tekniskt kollagen, fett, foderprodukter.

Division Kraft. Kraftverk i Ljunga, Storåströmmen, Öjeforsen och Laforsen.

Svensk Färg/Sydplast. Gamleby,Helsingborg. PVC-plastisoler och färger, PVC-compound. Pevisol®.

KeNova. Malmö, Mjölby. Innovationsföretag. PRESSSTOP® förpackningsförslutning.

Kemi-Intressen. Sundbyberg (Agenturrörelse). Läkemedel, industri- och lantbrukskemikalier, utrustning för animalisk produktion.

Ivo Food. Bergkvara, Flyinge, Gärsnäs, Hagby, Helsingborg, Kristvallabrunn, Malmö. Broileruppfödning.

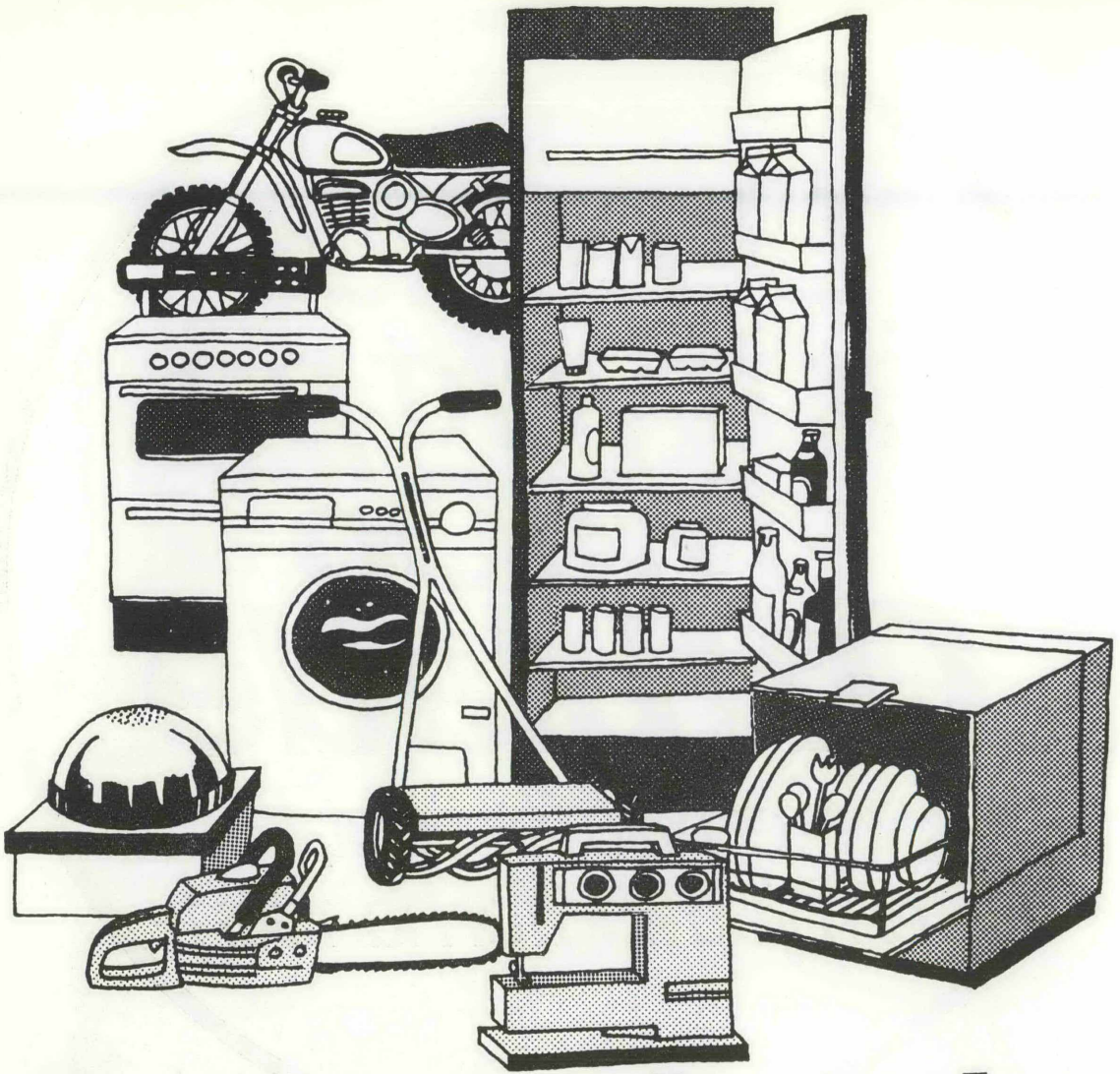
Nitro Nobel. Stockholm, Gyttorp, Fellingsbro, Gällivare, Likenäs, Nora, Riyadh/Saudi-Arabien, Evanston/USA, Ras Al Khaimah/Förenade Arabemiraten, Hyderabad/Indien, Panama/Panama. Civila sprängämnen, kemiska produkter, vapen och ammunition för jakt och sportskytte. Dynamex®, Reomex®, Nonel®, VA-system®, Nitrosol®, NIT-A-CLAD®, Gyttorp®.

Intressebolag:
Unifos Kemi, Lilachim, Permascand och Supra.

Dædalus är tryckt på MoDo Offblade

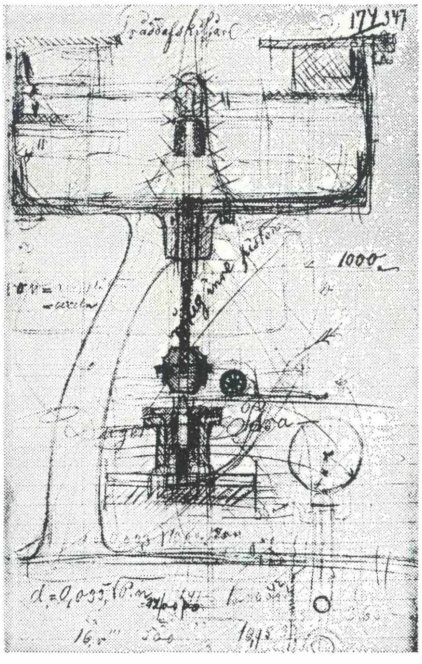
- en vila för ögat, en njutning för handen -

MoDo Papper AB
Silverdalens Pappersbruk



Husqvarna gör mycket för många människor

VARTANNAT HANDELSFARTYG.



Det började med Gustaf de Lavals idé: Att utnyttja centrifugalkraften för att separera vätskor i tyngre och lättare beståndsdelar. Hans uppfinning, separatorn, skulle bli inledningen till en helt ny industriteknik där Alfa-Laval är världsledande.

Mer än hälften av världens handelsflotta använder marinutrustning från Alfa-Laval företag.

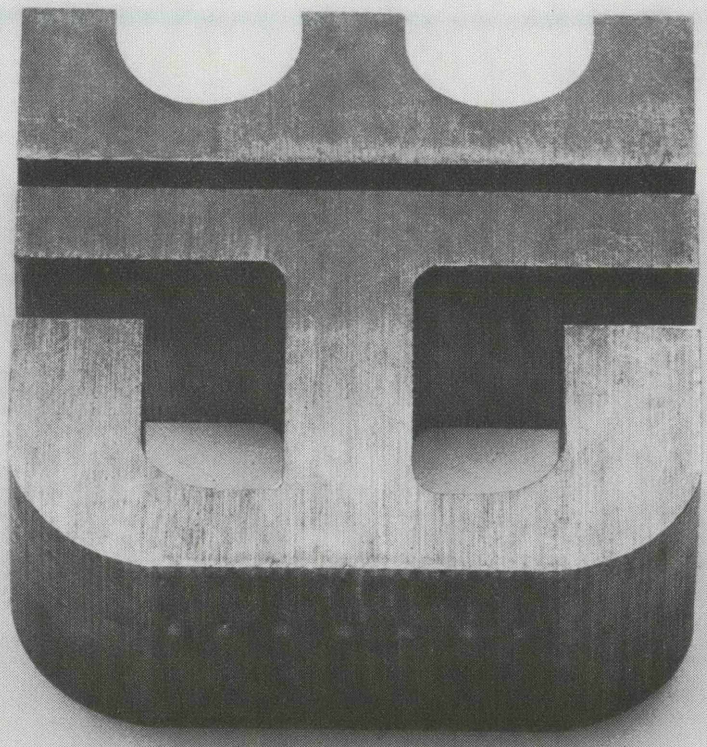
Centrifuger för rening av smörj- och brännolja. Värmeväxlare för kylning av dieselmotorer. Pumpar och kylanläggningar.

Alfa-Laval koncernen omfattar idag ett 80-tal bolag med tillsammans 45 produktionsenheter i 30 länder.

Antalet anställda är 18.000. Men grundfilosofin är densamma som på Gustaf de Lavals tid. Tekniken ska hjälpa människan.



ALFA-LAVAL



Iggesund är också stålprodukter.
Bl.a. ramsågblad, anglar, postningssystem
och huggstål.
Dessutom är vi störst i Skandinavien
på hårdförkromning.

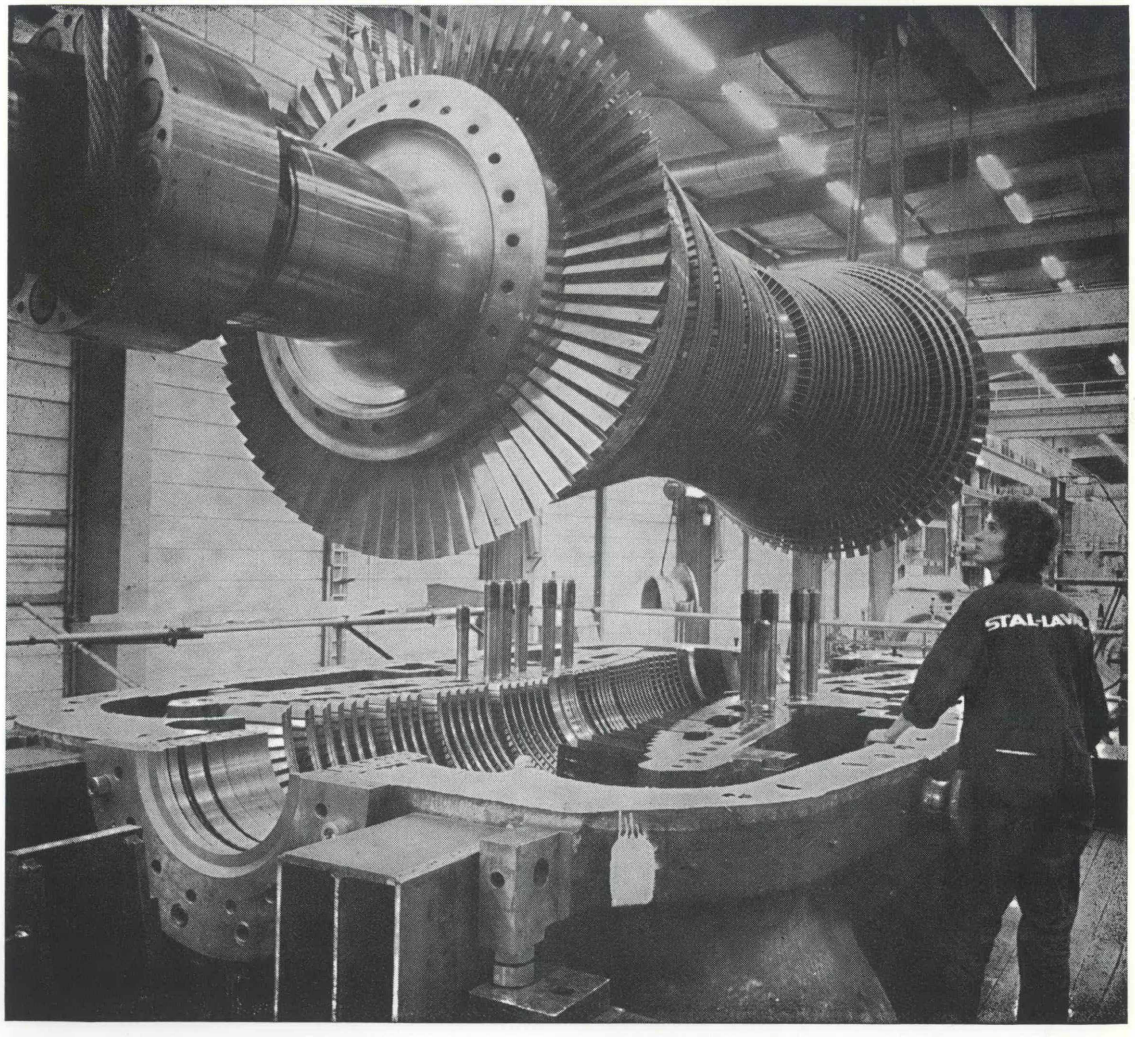
IGGESUND

Turbiner är vår specialitet sedan mer än 80 år tillbaka

Specialisering på "turbinologi" är ett av STAL-LAVALs särdrag. Vi är ett av de få turbinföretag i världen som arbetar med ett komplett turbinprogram: industriturbiner, gasturbiner, kraftverksturbiner och marinturbiner. Egna tekniska lösningar på vart och ett av dessa produktområden ger oss konkurrenskraft på den internationella marknaden. I kraftverk, industrier och fartyg världen över kommer drivkraften ofta från STAL-LAVALs ångturbiner och gasturbiner.
Det är det tekniska arvet efter turbinpionjären Gustav de Laval samt Birger och Fredrik Ljungström som STAL-LAVAL förvaltat. Mer än 80 års turbinerfarenhet ligger därmed bakom våra konstruktioner idag och vårt forsknings- och utvecklingsprogram.

STAL-LAVAL har en orderstock på över 3 000 miljoner kronor. Vi har skapat nya produktionsresurser i Finspång, Ludvika och Torpsbruk för att uppfylla det förtroende hos våra kunder som orderstocken är ett uttryck för.

Finspång är STAL-LAVALs huvudort. Vi har representanter i mer än 50 länder genom egna dotterbolag och genom vårt moderbolag ASEA. Vår adress är STAL-LAVAL Turbin AB, 612 20 FINSPÅNG, tel. 0122/810 00.



STAL-LAVAL