

Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek.
Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

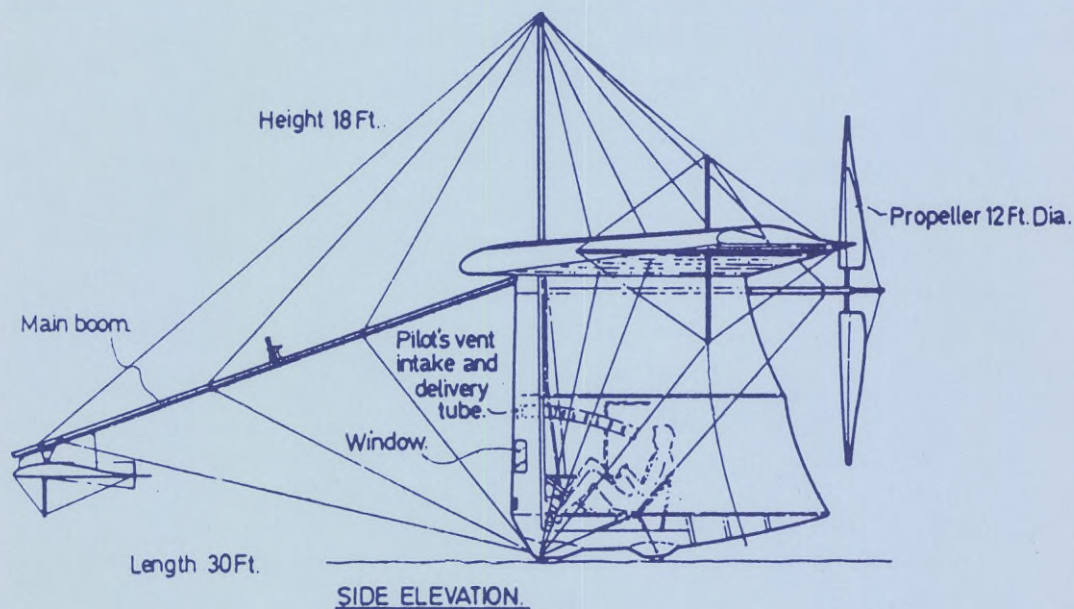
This work has been digitised at Gothenburg University Library.
All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text.
This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.





POLHEM

TIDSKRIFT FÖR TEKNIKHISTORIA



POLHEM

Tidskrift för teknikhistoria

Utgiven av Svenska Nationalkommittén för teknikhistoria (SNT),
Chalmers Tekniska Högskola, Biblioteket, 412 96 GÖTEBORG

med stöd av Humanistisk-samhällsvetenskapliga forskningsrådet
och Statens kulturråd

ISSN 0281-2142

Redaktör och ansvarig utgivare

Jan Hult

Redaktionskommitté

Henrik Björck

Svante Lindqvist

Wilhelm Odelberg

Sven Rydberg

Tryck

Vasastadens Bokbinderi AB, 421 52 VÄSTRA FRÖLUNDA
Omslag och rubriker: Svensk Typografi, Gudmund Nyström AB,
178 00 EKERÖ

Prenumeration

1991: 150 kr (4 häften)

Beställes genom inbetalning på postgirokonto nr 441 65 94 - 2

Lösnummer

1991: 50 kr/st

Beställes som ovan

INNEHÅLL

Uppsatser:	Ron Westrum: Motives for inventing	2
	Ulf Heinke: Motorsågens utveckling	27
	Jan Glete: Örlogsflottorna som stora tekniska system. Några långa perspektiv	61
Recensioner:	Keld Nielsen, Henry Nielsen & Hans Siggard Jensen: <i>Skruen uden ende: Den vestlige teknologis historie</i> (rec. av Svante Lindqvist)	78
	Nils Forsgren: <i>Den effektfulla älven. Stänk från Luleälvens kraftfulla historia</i> (rec. av Eva Jakobsson)	86
	Jan-Olov Jansson: <i>Arbetsorganisationen vid Motala Verkstad 1822-1843. Den engelska tiden</i>	88
	Lars Magnusson: <i>Arbetet vid en svensk verkstad: Munktells 1900-1920</i>	
	Maths Isacson: <i>Verkstadsindustrins arbetsmiljö: Hedemora Verkstäder under 1900-talet</i> (rec. av Jan Hult)	
	Emin Tengström: <i>Bilismen - i kris? En bok om bilen, människan, samhället och miljön</i> (rec. av Oskar Juhlin)	91
Notiser:	Nyutkommen litteratur, m.m.	94
	Författare i detta häfte	99
Omslagsbild:	Gossamer Condor 2, ur Morton Grosser, <i>Gossamer Odyssey</i> , Michael Joseph, London 1981, sid 118 (till uppsats av Ron Westrum, sid 2)	

RON WESTRUM

Motives for inventing

Why do people invent? We can infer motives from action, and we can listen to what inventors claim about why they do what they do. No doubt inventive acts are driven by a mix of motives, often difficult to separate. Still, there are some indications that we can pull out of case studies and surveys. The following account is an attempt to sort out these motives from inventors' words and actions.

ASPECTS OF MOTIVATION

Why do people invent? This is not really a single question, and therefore cannot be given a single answer. Questions we really need to have answered would be more like one of the following:

1. What makes those individuals with talent for invention turn this talent toward work on technological projects?
2. What gets an inventor interested in a particular project?
3. What accounts for the particular tenacity many inventors show in developing a project once started?

The first question may be the most important, and will be the only one explored here. Study of inventors strongly suggests that there are individuals who have a decided talent for inventing things. Perhaps one can even detect this talent with specially designed tests, such as the Remote Associates Test¹. This talent can be strongly nurtured by technical training, through higher education or on the job². The key point, however, is that there are people who are good at inventing.

But what gets and keeps them involved with inventing? Gifted inventors frequently possess other important skills. In a study of corporate versus independent inventors, John Stuteville showed that corporate inventors tended to be quite versatile, and often had talents in other spheres³. It is noteworthy that

Robert Gundlach, of the Xerox corporation, with some 130+ patents today, did not even think of himself as an inventor until he arrived at Haloid (which later became Xerox); he thought of himself as an applied scientist. Once at Haloid, however, he almost immediately started inventing⁴. Perhaps inventors sometimes have to discover their own talent.

On the other hand, it appears that the independent inventors in Stuteville's study wanted to be inventors more than anything else. There may not be a single pattern for the future inventor. Over the last two years, my students and I have begun putting together a data base on major American inventors. Although our research is at a very preliminary stage, certain hypotheses suggest themselves. The first of these is that inventors and scientists often resemble each other as children. Interest in things technical *and* things scientific may characterize both the future scientist and the future inventor. If this hypothesis is correct, then for many the push toward an inventive career may occur only later, perhaps in the inventor's late twenties⁵.

On the other hand, in the case of certain inventors, there is an early anticipation of the field of inventive activity. This is particularly true of subject-oriented, rather than professional, inventors. Airplane designers, such as Burt Rutan and Paul MacCready, were model airplane designers in their youth. Thomas G Lang, inventor of the SWATH hull design, also built unusual airplane models as a teenager. Steven Wozniak, later inventor of the Apple II personal computer, was already experimenting with computers in high school, thanks to a father who worked for Lockheed Aircraft. With such inventors there is sometimes a singleness of purpose which may last throughout the life course. Many of the fundamental inventions, which require intense effort to develop, may find a single person devoted to them for many years⁶. One thinks of Goddard's attempt to develop high-altitude rockets and Chester Carlson's work on dry copying, which led to the Xerox process.

A variety of circumstances, then, may bring those with inventive ability into a situation where their skills are used to invent. We need to inquire both into the inventive ability itself, and also into the characteristics of these "generative" environments. But to begin let us look at the variety of motives which inventors either verbalize or which can be inferred from their activities: a grammar of motivations for invention.

WHAT IS INVENTION?

Broadly conceived, invention is technological progress, the minor leaps of which are called product improvement or engineering, and the more impressive acts invention. But invention consists of several phases, which may last varying lengths of time⁷:

Intimation.

In the initial conception, the inventor glimpses an inventive opportunity by noting a need and intuiting a solution. Intimation raises the possibility of an invention; it does not complete the act.

Search for Information.

During this phase, the inventor looks for information helpful in developing the invention, and attempts to learn what others have done. A patent search may be carried out by the more prudent inventor at this stage.

Development.

The aim of development is to turn the basic concept into a working prototype. This phase is often protracted, and is the phase where the "99 % perspiration" Edison mentioned is expended. However, when it is over, the invention works.

Production.

Turning a prototype into a manufacturable product may be even more arduous than development, but is absolutely critical in commercial success. Whereas prototypes can be carefully nurtured in the lab, products have to face the rigors of use by customer; requirements for reliability, maintainability and repairability are accordingly tighter. They also have to face the eventuality of competition from other products.

Questions about motivation need to be specific in terms of which phase of activity one is trying to explain. Intimations may be very common indeed, even for those not particularly good at inventing. But the true inventor is likely not only to be more excited by an intimation, but is also more likely to act on it. Inventors typically see development as being the largest hurdle, and what separates the sheep from the goats is how perseverant the inventor is in prosecuting the invention. It is also possible that very different skills are

associated with developing the product in the first place⁸. Also, the inventor's initial design may not be efficient, and others may be necessary to get the invention configured properly⁹.

INVENTION FOR ART'S SAKE

A fair number of inventors seem impelled to invent by some inner drive which rejoices in the inventive act itself. For these people invention is seen as an art whose exercise gives pleasure. No one has spoken on this topic more frequently than Jacob Rabinow, an inventor with more than 225 patents. In his 1980 *Scientist of the Year* lecture, he said

The feeling I get when I see such a device is, I am sure, exactly like that of a person who likes art and sees a great painting for the first time. Even though the piece of technology has nothing to do with me personally, I get a great kick out of it just because I think it is beautiful. Because it is simple and elegant, like a brilliant move in chess. One move and you win the game¹⁰.

While elegance may have some utilitarian or financial value, it is clear that it will often be pursued even when financial considerations dictate otherwise¹¹. Steven Wozniak, inventor of the Apple II computer and much else, describes the following incident:

I remember once that I designed a PC board for our disc interface. I did a rare thing for an engineer. I laid out the board myself. At Apple, we had departments that usually did that. But I came in many nights in a row, working very, very late. I laid out the whole board, then I got an idea to save one feed-through. So I took the board apart, I trashed maybe one week's worth of work, and then I started over.

And I did it another way that saved another feed-through. No big deal. Nobody in the world would ever know that I laid it out to have very few feed-throughs - three instead of maybe fifty. None of this would ever be seen, but for some reason it seemed important to me in an artistic sense. You can have a feeling that all these things are important, but you can't necessarily justify them logically. The effort comes from being so close to your art¹².

For this reason, the artistically-motivated inventor will intentionally move to or remain in an environment where he or she can concentrate on invention, not on related areas such as administration or marketing. Some very talented inventors "graduate" to managing other inventors, as was the case with James Hillier, inventor of the electron microscope lens, and Vladimir Zworykin, inventor of television; both were directors of research at RCA¹³. In contrast, computer inventor Seymour Cray has constantly tried to keep himself in a small-company atmosphere, because it allows him to concentrate on developing new hardware instead of new business plans¹⁴. For such inventors, making money is always an incidental result of inventing, rather than its main purpose¹⁵.

One may find a high concentration of artistically-motivated inventors in situations where pay is relatively low, but opportunities for inventing are high¹⁶. Such a condition existed at the Naval Ordnance Test Station (later the Naval Weapons Center) at China Lake in the Mojave Desert during the period 1943-1975¹⁷. The climate and resources for inventing at China Lake were excellent and creativity abounded. Technical personnel were offered jobs at much higher pay working for private firms, but often turned them down in favor of remaining on the base. There were some losses to the contractors, however, of R&D personnel who wanted more "value received" in form of money. During the period indicated, China Lake offered almost a test-case of creativity for the sake of creativity, since the base's location in the middle of the desert meant that one either enjoyed the atmosphere or soon departed.

Not unusual among the artistically-motivated is some variant of *I can't wait to get down to the lab in the morning to find out how the experiment will go*¹⁸. For this reason the artistic inventor is also often quite reluctant to surrender an invention to the production team while he or she is still thinking up improvements. Seeing that the gadget could be made better, the inventor is unwilling to release it to a potentially hostile world until it is perfect. Sometimes *force majeure* must be applied to "freeze" the design and build it without further "updates". Charles Babbage, constantly coming up with improvements for his *differential-* and *analytical engines*, never finished any of them¹⁹. Jacob Rabinow was told he was crazy when he wanted to improve a page-reading device already under production by Control Data. To his suggestion of changing the reader, William Norris (the President of Control Data) told him:

You're out of your mind. It took us three years to get your machine really rolling all over the world. We are making your page reader in quantities. We have sent service people from all over the world to classes to learn how to service them. We have the paper companies making the right kind of paper. The blue ink people know what kind of blue ink you want and the black ink people know what kind of black ink you want so that you can read things well. Everything is running smoothly all over the world, and now you're going to change everything²⁰.

Needless to say, Rabinow's brainstorm had to wait for later models.

There also seems to be a distinction between the subject-oriented, one-track inventor, such as Robert Goddard or the Wright Brothers, and the multi-track professional inventors such as Thomas Edison or Jacob Rabinow. As a professional inventor, Elmer Sperry looked for opportunities for inventing that would give him a maximum payoff²¹. Similarly, Jacob Rabinow, although less sensitive to industry imperatives, might be deflected from one line or work to another depending on the patent situation, etc²². Both professional and thematic inventors show creativity, but it is clear that for some inventors the *subject* of invention is all important, while for others the activity itself is more important than the subject. Why this differentiation exists, and what it means, will have to be left to some future exploration. Evidently this subject deserves further study.

According to Teresa Amabile's well-researched and many-faceted theory of creativity, the best creativity is evoked when invention is done for intrinsic motives²³. External incentives, according to Amabile, are unlikely to result in high creativity, and may even interfere with it. However, in the real world of inventors such external motives are far from absent, and seem to bulk quite large, according to both inventors' statements and their behavior.

RECOGNITION

There is no doubt that for many inventors the respect and admiration of others is a key motive. To Jacob Rabinow, for instance, when someone suggests that a problem appears impossible, the suggestion is often enough to trigger an investigation of it. He enjoys tackling tasks that others view as difficult, and often feels a thrill that is only partly artistic, especially if someone has bet that

he can't do it²⁴. Paul MacCready has engaged in contests all his life, starting with model airplane contests as an adolescent, glider contests as a young adult, and the Kremer Prize contest as a mature man. Although MacCready declined to speculate on his motives for inventing, one can readily infer that winning is important to him. Showing off, or an "egg-laying" motivation (*Gee, look what I have done!*) also appeared to be more important to Stuteville's independent inventors than to the corporate inventors in his sample. Hence also the concern about priority in inventing²⁵. A patent is as much an acknowledgement of priority as it is a right to monopoly²⁶. One might summarize this area of motivation very well by one word: *ego*.

One of the passages that records such feelings occurs in Aran Safir's account of his demonstration of an electronic retinoscope

The instrument had a rotating light beam deflector for creating the scan of light across the eye. There were mirrors and lenses that cast moving patterns of light, not only on the schematic eye, but on the walls of the lab as well. The oscilloscope face flickered with green evanescent tracings. In the darkened room, it was dramatic.

As others got interested in the apparatus and began to operate it themselves, I stepped back to the far side of the room and watched them. A new feeling swept over me and I verbalized it internally. *Look at what I have done. What started as an idea in my head has created a new machine and has gathered these people here and captured their interest.* I had a feeling of power and wonder, a very good feeling, and though I have experienced it again since then, it has never been so poignant. Surely, there are many reasons for people to experience such feelings, but invention is one that I have known, and I suspect that those who do not invent do not appreciate the emotional significance of the event²⁷.

Challenge may well be a key element in many inventors' striving. Inventors who know others are working on the same problem may find an additional motivation to spend extra hours at the laboratory, and enjoy the race to get to the goal. When large commercial payoffs hinge on the outcome, pressure may be even greater. Prizes and competitions are of course very likely to bring such motives to the fore, the prestige often being more valuable than the money. Competitions such as the Kremer Prize, which focus inventive energies on particular achievements - in this case human-powered flight - may provide

powerful incentives to employ one's ingenuity. The struggle to invent a reliable marine chronometer may also have been such a contest²⁸. Competitions may be important to society in the identification of creative talent. One thinks of Filippo Brunelleschi (1377-1446), whose model, submitted during a competition, won him the right to build the dome for Santa Maria del Fiore, one of the finest structures in Florence:

Everything was done to encourage the citizenry to formulate hypotheses, discuss them, test them out in models, discuss them all over again in small and large assemblies, co-ordinate them in a serviceable final proposal, and finally designate the persons to carry it through (always in the service of an already-established programme)²⁹.

According to Battisti, it may well have been Brunelleschi's technical innovations which won him the right, in the end, to build the dome³⁰. A similar competition to build a structure to house the British Exhibition of 1851 may have led to Joseph Paxton's submission of a successful design for what became the Crystal Palace. The hullabaloo accompanying the failure of any of the 246 or more designs submitted to live up to the structure's stated objectives³¹ may have evoked his interest in the project.

FINANCIAL GAIN

Money, like recognition, is an external stimulant to invention, but a very important one. It is also a necessary component of many inventors' livelihoods, regardless of their intrinsic motivation; money allows the inventor to invent. Even artistic inventors usually need to make money! A study carried out in the 1950's of potential contributors to National Defense in the inventive field were asked about what they wanted in return for a successful invention. Of some 500 inventors who participated in the study, financial gain was far and away the leading motive (see Table I), with *satisfaction of accomplishment* a very much less significant factor. Before one jumps to any conclusion, however, Table II needs to be juxtaposed to Table I. In this study of inventors done for the Patent Office Society before 1935, motives for being an inventor, as opposed to return on a particular invention, were inquired about. Here creativity *per se* takes a larger role. It would be interesting to know more about both of these studies.

TABLE I

*Most important thing inventors wanted in return for their invention*³²

Money; financial benefits for self or employer	40 %
Recognition by employer or job advancement	16 %
Wide use of invention	14 %
Satisfaction of accomplishment; "psychic income"	9 %
Benefits to country and society	7 %
Patent rights (protection, control, etc)	2 %
More work (given more chance to invent)	1 %
Other	5 %
(Unusable replies)	6 %
Total	100 %

N = 500

Table II

*Frequency of motives or incentives mentioned by 710 inventors*³³

Love of inventing	193
Desire to improve	189
Financial gain	167
Necessity or need	118
Desire to achieve	73
Part of work	59
Prestige	27
Altruistic reasons	22
Laziness	6
No answer	33

Paul MacCready has often claimed that the Gossamer Condor, which won the Kremer Prize for the first successful human-powered aircraft, was largely motivated by a brother-in-law's debt³⁴. How seriously this assertion should be taken is open to question, however, since MacCready had been entering one kind of airplane contest or another since his early teens. Although he denied to me in conversation that he was a competitive person, the fact very strongly suggest otherwise. More interesting is the following statement by Henry Bessemer about his motives in developing the steel which bears his name

I ... worked steadily on. Six months more of anxious toil glided away, and things were in very much the same state, except that many thousands of pounds had been uselessly expended, and I was much worn by hard work and mental anxiety. The large fortune that had seemed almost within my grasp was now far off, my name as an engineer and inventor had suffered much by the defeat of my plans. Those who had most feared the change with which my invention had threatened their long-term interests felt perfectly reassured, and could now safely sneer at my unavailing efforts; and what was far worse, my best friends tried, first by gentle hints, then by stronger arguments, to make me desist from a pursuit that all the world had proclaimed to be utterly futile. It was, indeed, a hard struggle; I had well-nigh learned to distrust myself, and was fain at times to surrender my own convictions to the mere opinion of others. Those most near and dear to me grieved over my obstinate persistence. But what could I do? I had had the most irrefragable evidence of the absolute truth and soundness of the principle upon which my invention was based, and with this knowledge I could not persuade myself to fling away the promise of fame and wealth and lose entirely the results of years of labor and mental anxiety, and at the same time confess myself beaten and defeated. Happily for me, the end was in sight³⁵.

But motives for heroic efforts such as the invention of the Gossamer Condor and Bessemer steel are open to a variety of interpretations. We have other more direct evidence, even though conceivably it, too, might be impeached. There are four major ways in which inventors get financially compensated for inventing: employment in R&D, manufacture of their self-designed products, "suggestions" awards, and sale of patent rights, either completely or in part. Let us consider R&D first. We will treat patents in a separate section.

Employment in R&D.

Depending on what data one chooses, about a third of million people in the United States are scientists or engineers involved in research and development³⁶. To call all these personnel inventors is perhaps to stretch a definition, although one expert has estimated a similar number of employed "patentees" in the total population³⁷. Nonetheless, the R&D process *is* invention. Even if one considers only a fraction of the R&D personnel as true inventors, this is still a large number. And for the inventor of middling ability, employment by a company, even one that requires the inventor to sign away all rights, is not necessarily a bad bargain³⁸. Nonetheless, the United States has an antiquated system for compensating employee inventors, derivative of its common law traditions³⁹. European countries are much more likely to give employees additional cash and incentive awards in conjunction with patents, which is both more likely to stimulate invention and also to coincide with social equity norms.

Considered as a whole, the R&D system is a large-scale attempt to use financial incentives to achieve commercially or militarily valuable inventions⁴⁰. How effective it is in motivating employees to invent is difficult to assess. Large organizations often provide splendid resources for their employee inventors (this is especially true in military R&D). But limitations on creativity, due to organizational climate, "politics", commercial strategy, and sheer pig-headedness often frustrate the creative impulse⁴¹. As able a corporate inventor as Peter Goldmark faced very serious problems in getting his concepts into production⁴².

Furthermore, many organizations fail to keep their top inventors at the bench, and instead make them into research administrators, or even worse, managers. No policy could be better calculated to frustrate creativity than one which removes those shown to be good at inventing from the chance to practice it. Dual-tracking systems, which allow "chief scientists", for instance, to have salaries approximating those of general managers, are one cure for this problem, although how widespread such systems are remains to be seen. I was impressed to find that at Dow-Corning, Inc. in Midland, Michigan, the firm not only had a wall which showed pictures of their former C.E.O.'s, but also another one which showed pictures of all their former Chief Scientists. Dow-Corning is an organization well-known for its technical creativity.

Surprisingly, there has been virtually no systematic study of the phenomenon known as *skunk works*. The original Skunk Works at Lockheed Aircraft was a spin-off of the effort to build the P-80 *Shooting Star*, but this is now recognized as a generic type of small, high-performance, R&D operation⁴³. Some organizations, such as Xerox, have intentionally harnessed the creativity possible with skunk work operations, whereas others dislike both the name and the idea for which it stands. Although the burn-out rate for such efforts may be high - this was not true at Lockheed, however - they can be extremely productive⁴⁴.

Of particular interest are data that indicate how productive the same inventor is under different conditions. Jacob Rabinow, a very prolific inventor with more than 225 US patents, did an annual count of ideas in his notebook, and noted that these were highest when he ran his own inventive organizations, along with highly skilled technicians and mechanics to build his prototypes for him. Working for Control Data and for the National Bureau of Standards lowered his productivity. However, as Rabinow says, *It was like living in a magic world where one just waves a magic wand and out comes beautifully built working models. This is an experience that comes very rarely to any engineer*⁴⁵. Indeed!

Inventors who manufacture their own inventions

sometimes can reap significant financial rewards. The catch is that manufacturing is a highly competitive business, and those without good business instincts will not succeed. Indeed, one study of major inventors concluded that, on the whole, their invention had been a profitable activity, but that success was strongly dependent on their business skills⁴⁶. Of course, if the inventor can find someone else with business ability, and go into partnership, this may be sufficient. The inventor may team up with an entrepreneur whose superior skills in the business realm compensate for the inventor's lack of ability in this area. The team of Wozniak and Jobs, both engineers, in developing the Apple II computer would seem to be an ideal combination: Wozniak's enthusiasm for the technical aspects was nicely matched by Job's enthusiasm for product development and marketing⁴⁷. Even inside the organization the technical "whiz" may require an intrapreneur to steer the invention through a system full of doubting Thomases⁴⁸.

Employee inventors who submit ideas to *suggestion systems* are often undervalued because their ideas seldom result in patents. Nonetheless, there are a variety of indications that such *innovative suggestions* are important, particularly as regards the efficiency of industrial processes. One of the reasons for the Japanese economic *miracle* appears to be the effective use of worker suggestions⁴⁹. These have allowed many of the incremental improvements which have proven to be of great value in the quality of Japanese products⁵⁰. Given the far larger number of employee suggestions than patents, the lack of attention given to suggestion systems is surprising. While suggestions are less impressive individually than patentable inventions, collectively they are probably more significant. Some may also be the genesis of corporate patents. The use of small internal grants, such as those at Texas Instrument, and venture teams to develop ideas identified through employee suggestions, may be quite important to the health of manufacturers⁵¹. The policies of 3M to encourage employee tinkering and inventing are a model of how to accelerate this process⁵².

PATENTS AS SPUR TO INVENTION

The special value of patents as a spur to invention is that they provide the prospect of significant financial gain. This is not their only importance, but it is by far the most important one⁵³. The monopoly granted by a patent encourages commercialization of an invention, and for this reason it may be a powerful motivation to bring the invention to fruition or actually to put products derived from it on the market. This is especially the case when the product is easily imitated by competitors, as with pharmaceutical or chemical products⁵⁴.

A valuable insight regarding this function of patents is provided by what William Shockley terms *the will to think*. For many inventors it is necessary to believe that a creative project will be successful or lead to useful results. While some rugged inventors seem to be driven onward regardless of the environment, for many the issue of whether or not to continue a project may be associated with contingencies of funding, technical possibility, or the expectation that the product or system will actually be produced⁵⁵. Shockley, in a remarkable but neglected autobiographical essay, has termed this *the will to think*, borrowing a phrase used by Enrico Fermi⁵⁶. We might well term this *the will to invent* instead, but in any case the will to think seems to be affected

by the environment in which the inventive act is taking place. The chance for a successful outcome seems to give wings to the thinking process, and the inventor pushes on *with a will*.

Patents provide the opportunity for a successful outcome. They provide a natural incentive for entrepreneurs and larger firms to be interested in the invention. Hence they can help assure the inventor not only of income, but also of a chance to see that the product will actually be produced and that he or she will get credit for it⁵⁷. Without patents the inventor may face the prospect that commercialization will mean financial ruin, due to imitation, or that no entrepreneur will take the risks of developing the technology. Jacob Rabinow is ready with examples of inventions he was unwilling to develop if he could not get a fundamental patent⁵⁸. Hence the invention may lie fallow. In the United States, we have recently seen an analogous situation with solar cell technology, in which the lack of monopoly has led to a lack of interest by American firms in developing the technology, even though the technology is just reaching the stage where solar power is becoming competitive with fossil fuels⁵⁹. Similarly, the lack of a monopoly prospect in the United States meant that videotext systems were more successfully deployed in France, where a monopoly was possible⁶⁰.

On the other hand, an article by Merges and Wilson claims that broad, fundamental patents are likely to discourage further tinkering in science-based invention areas, since negotiation with previous patent owners will be required to develop innovations⁶¹. They cite several examples which seem persuasive. Rabinow, however, disputed that this was true, and asserted the reverse to me. He recounted a conversation with the President of Sprague Electric, a firm that made a huge number of condensers for the trade. Sprague's President said that he was not concerned about someone getting a broad patent. *First*, he said, *we'll try to buy it. If that doesn't work we'll improve the hell out of ours and try to get around him.*

Patents are not as essential to the early stages of invention as they are to commercialization. Many inventors have indicated that without the prospect of a patent, they would still have made the invention⁶². Nonetheless, would the invention still have been developed and been made into a commercial product? One wonders. For small firms, says Rabinow, the patent may be absolutely critical, especially if the product has a relatively low volume (say less than \$1

million per year). For high volume products, especially if the product is easy to copy, Rabinow tries to find really large companies with plenty of legal power, since they may well have to sue not only makers but also distributors of infringing products. In any case, the real value of a patent is to a firm manufacturing a product, and the value of the patent to the inventor stems from being able either to sell a license, or to manufacture the product unmolested by imitative competitors.

To put things in perspective, it may be well to examine two cases in which patents worked as they were supposed to:

Workmate⁶³.

Designed about 1969 by Ron Hickman, a former designer for Lotus cars, the portable folding workbench called Workmate has been a worldwide success⁶⁴. Some 20 million units of this product have been sold, in a number of variations. The inventor's decision to proceed on this project was definitely associated with its prospects for commercialization, which in turn hinged on patent protection. Without patent protection there is absolutely no question that imitations would rapidly have been produced by large commercial firms, which eagerly sought the inventor out after initial product success. The inventor's just long-term reward for his early initiative and many years of going it on his own would never have been made without his ability to sell a license at a 3 % royalty to Black and Decker.

Float Glass.

Conceived by Alastair Pilkington, plate glass production director of Pilkington Brothers Ltd, a glass manufacturer, float glass became a worldwide commodity after commercialization. The basic concept was to create plate glass through continuous extrusion of molten glass on a bed of molten tin. The idea, stemming from an observation of oil floating on dirty dishwater while the inventor was washing dishes, took more than five years (1952-1957) and some 7 million pounds sterling to develop. The struggle to perfect the process was thus very costly. In the end, however, Pilkington Brothers did perfect the process and were able to sell licenses to use it all over the world. Without the protection of a patent position, it is extremely unlikely that the enormous commercial sacrifices necessary would have been made by the firm⁶⁵.

This is how patents are supposed to operate. A large fraction of the time, however, they do not operate in this way. Either they are infringed by competitors, or they are used to hem the inventor in. At least in the United States, until quite recently, infringement was common and generally unpunished⁶⁶. There were often a similar number of patents found invalid in court compared with those judged valid and therefore infringed. In the higher courts, patents have fared very much worse, and until the 1980's, were much more likely to be held invalid⁶⁷. While recent changes in the law and the courts have made it easier to defend patents in the United States, the prospect of a court battle is still daunting to many inventors. Reasonable expectations for court costs in a patent fight are on the order of a quarter million dollars, not a sum most inventors can afford to put up personally. Infringing firms may threaten to bury the inventor in a ton of paper - not an idle threat⁶⁸. Inventors do take on large firms and win, as in the famous television inventions of Philo Farnsworth, and as two inventors recently demonstrated against Ford (windshield wipers) and Chrysler (electronic anti-knock software) respectively. In many cases, however, the inventor finds his or her labor lost as a loophole is found in the patent or it is declared invalid. Many cases, one suspects, never come to court because the patentee can find no lawyer to take it as a speculative venture. If the infringer is a large firm it may be willing to take the risk of losing a court case rather than paying a license fee. The odds thus often appear to favor the infringer of a patent rather than the patentee.

If the inventor is represented by a large firm, of course, legal fees may be readily expended to protect the firm's position. On the other hand, the firm may find in its interest to come to some sort of understanding, perhaps a patent pool, with the infringer, since chances are that both firms may benefit by the exchange of patents and know-how.

Patents can also be used to frustrate the innovation of others. One does not actually need to demonstrate the technology in action to be able to get a patent, and large sums can be made by patenting inventions which one never intends to produce. The patents can then be used to block the R&D activities of others or can be sold for appreciable amounts of money⁶⁹. Although few examples of permanent suppression of patents are known (I know of none), there are cases in which chicanery by large commercial interests or their allies have resulted in the delay or destruction of promising products. This apparently happened in the celebrated case of the *Telegraphone*⁷⁰.

It also needs to be emphasized that patenting is seldom a once-and-for-all matter. In addition to a limited term when the patent is valid - seventeen years in the United States - there is also the reality that competitors will develop alternative products. It is often essential that a patentee not only have Model I but also Model II of a product, according to Jacob Rabinow, who should know⁷¹. *My life is short, he says, and so is the life of the patent. You've got to be an expert in the business - and be willing to improve the invention.* Otherwise, competitors may develop an improvement that the invention just *has* to include, such as Edison's microphone for Bell's telephone. Rabinow invented the magnetic particle clutch, and got a broad patent, but by the time the patent ran out the Eaton corporation already had a far superior product which used graphite.

A great deal more might be said about patents as a form of motivation to invent, but time is short. Let me only say this. Patents are an important means by which economic justice is done. In principle, they guarantee that the funds used to commercialize an invention will not be wasted due to copying. Although they often seem to provide the occasion for long and costly legal battles, they also provide a primary protection for intellectual property in technology. Like law enforcement of violent crime, they do not stop all injustice. They are a crude, and only partially effective mechanism. But they are very much better than no mechanism at all.

INVENTION FOR ELEEMOSYNARY, CHARITABLE, OR PATRIOTIC MOTIVES

One should keep in mind that some inventions are stimulated by higher motives than any of the above. Medical inventions would seem frequently to be stimulated by the desire to do some important public good, even though some of them make their creators a lot of money. Many of Pasteur's inventions were directed by the desire to respond to the needs of local or national industry⁷². Bombardier's invention of the snowmobile followed his experience with a son who died when help was unable to reach him over snowy terrain⁷³.

Inventing for national defense takes place for a variety of self-interested as well as patriotic motives⁷⁴. John Napier, inventor of logarithms, fearing a Spanish invasion of England in the 1590's, dreamed up a variety of military inventions to stop one. One of these was a fearsome weapon which Napier

suppressed when prospects of the invasion evaporated. It is to the credit of Napier that none of the self-interested motives were sufficient to get him to divulge the invention when the danger of invasion passed. Upon his deathbed, when a friend tried to pry the secret of the invention from Napier, he is reported to have said:

For the ruin and overthrow of man, there were too many devices already framed, which if he could make to be fewer, he would with all his might endeavor to do; and that therefore seeing the malice and rancor rooted in the heart of mankind will not suffer them to diminish, by any new conceit of his the number of them should never be increased⁷⁵.

Similarly, Leonardo Da Vinci suppressed plans for a submarine, considering that it would be used to carry out assassinations on the sea⁷⁶.

CONCLUSION

This brief excursion into inventors' motives has probably provided more questions than answers, but that is all to the good. We need to think more about the forces that get men and women into inventive careers, keep them there, and maintain their creativity. That too much is assumed about inventor's motives and too little is known from special studies is obvious. If this essay has advanced our knowledge a little, then further work will provide a deeper and more secure foundation.

The author wishes to acknowledge the role that his student and collaborator Steve Wilcox has played in gathering the materials for this paper and in inspiring the research on inventors from which this paper derives. The attempt to form a National Center for the Study of Inventors would not have been made without the excellent work of Wilcox, Roland Davenport, and Mike Strelecki. But Steve Wilcox has been a constant stimulus and aid to this work.

NOTES

1. See Gerald Gordon, 'The identification and use of creative abilities in scientific organizations', in Calvin W Taylor, Editor, *Climate for creativity* (New York: Pergamon Press, 1972), p 113.
The special applicability of the Remote Associates test may rest on its assumptions - that creativity depends on remote associations - being substantially correct. Jacob Rabinow and James Hillier, both highly capable inventors, and Howard Wilcox, who had known the inventor William McLean very closely, independently proposed in conversation with me a model of invention that placed at the very center of the inventive process an ability to put together disparate fragments of knowledge.
Rabinow drew my attention to a paper by William Shockley, 'On the statistics of individual variations of productivity in research laboratories', *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, March, 1957, pp 279-290.
In this paper Shockley suggests that a governing factor in personal inventive rate may be the number of ideas an inventor can bring into consciousness at the same time. This may be related to, but is clearly distinct from, the 'remote associates' hypothesis in which the governing factor is the ideas' remoteness from each other. Further considerations on combinatorial approaches are contained in Dean Keith Simonton, *Scientific genius: A psychology of science* (New York: Cambridge University Press, 1988).
2. While higher education is advisable for inventive work, there are certainly bright individuals who seem to be able to invent, even in 'high-tech' areas, without it. Good examples would be Stanford Ovshinsky (solar cells, see Kenneth A Brown, *Inventors at work: Interviews with 16 notable American inventors*, Redmond, Washington: Microsoft, 1988, pp 147-165) and Frank N Piasecki, a helicopter inventor.
3. John R Stuteville, *Life history patterns of highly creative inventors*, Doctoral thesis, University of California at Los Angeles, 1966. University Microfilms No 67-4498.
4. Brown, *Inventors at work*, p 93.
5. This may not be true for independent inventors, as Rossman's data suggests. See Table I.
6. S C Gilfillian, 'Fundamental inventions - nobody's baby', Chapter 8 in his *Invention and the patent system*, Joint Economic Committee, US Congress (Washington, DC: Government Printing Office, 1964).
7. The following classification was suggested by Jacob Rabinow.
8. It may also be necessary to find someone else with manufacturing process skills to get the invention ready for mass production. King Gillette was fortunate in this regard to find William Nickerson, who perfected the tricky business of manufacturing throwaway razor blades. George B Baldwin, 'The invention of the modern safety razor: A case study of industrial innovation', *Explorations in entrepreneurial history*, Vol IV (Dec 15, 1951), pp 73-102.
9. As was the case with S F B Morse and his telegraph. The latter was largely designed by Alfred Vail. See Ralph Stein, *The great inventions* (Chicago: Playboy Press), p 95.

10. Jacob Rabinow, 'Invention: It's an art form and should be supported as such', and 'Is invention an art? Since it is fun, should inventors be paid?', both in *Industrial Research and Development*, November and December 1980, pp 108-112 and 88-91 respectively.
See also his autobiography, *Inventing for fun and profit* (San Francisco: San Francisco Press, 1989). Although Rabinow has been able to earn a comfortable income from his work, the 'fun' is evidently a major stimulus for him. He also describes inventing as 'a disease', which indicates something of his level of interest.
11. An interesting suggestion about what makes for a successful technologist (as opposed to a successful scientist) relates to an observation about William B McLean, inventor of the Sidewinder missile and a self-confessed 'gadgeteer'. McLean was a graduate student at Cal Tech, specializing in nuclear physics. One of his professors, Charles Lauritsen, observed that McLean sometimes seemed to be more interested in the apparatus used to make experiments than in the experiments themselves. Interview with Haskell Wilson, March 1987.

A similar observation might be made about two of the scientists involved with ultracentrifuges in Boelie Elzen's fine study, *Scientists and rotors: The development of biochemical ultracentrifuges* (PhD dissertation, University Twente, 1988). While Theodor Svedberg saw ultracentrifuges as a research tool that aided him in answering questions regarding chemical compounds and substances he studied, Jesse Beams found ultracentrifuges interesting in and of themselves, and looked for applications to justify further experimenting with the machines.
12. Brown, *Inventors at work*, p 91.
13. Interview with James Hillier, September 1990.
14. William D Metz, 'Midwest computer architect struggles with speed of light', *Science*, Vol 199 (27 January 1978), pp 404-409;
John Markoff, 'Founder of cray computer is optimistic about new company', *New York Times*, May 17, 1989, p 29.
See also Philip Elmer-DeWitt, Thomas Carroll, J Madeleine Nash, and Charles Pelton, 'Fast and smart', *Time*, March 28, 1988, pp 54-58.
15. Jacob Rabinow, in commenting on a first draft of this paper, said that 'Money is not a big thing to me, but if I can't make money on it, I'm not going to do it'. Phone conversation Dec 5, 1990.
16. Being able to enjoy the company of other creative technologists is also a major motivator. Rabinow mentioned this in relation to the National Bureau of Standards, and I am certain it is true in the case of many first-rate laboratories.
17. See for instance Ron Westrum and Howard Wilcox, 'Sidewinder', *American Heritage of Invention and Technology*, Fall 1989.
18. Cf Orville Wright's statement - many years after the fact - about how much the brothers enjoyed their inventive activities: ... 'Wilbur and I could hardly wait for morning to come to get at something that interested us. That's happiness'. Quoted in Alfred Gollin *No longer an island: England and the Wright Brothers* (London: Heinemann, 1984), p 17.

19. Hermann Goldstine, *The computer from Pascal to von Neumann* (Princeton, NJ, Princeton University Press, 1980), p 24.
20. Kennet A Brown. *Inventors at work: Interviews with 16 notable american inventors* (Redmond, Washington: Microsoft Press, 1988), p 211.
21. Thomas Parke Hughes, 'How did the heroic inventors do it?', *American Heritage of Invention and Technology*, Vol 1, No 2 (Fall 1985), pp 18-25.
22. In a television excerpt, however, Rabinow did remark that 'Some people ask what does industry need? Then they try to invent it. I'm not like that. I'm like a poet. You write the poem and hope that someone will publish it.'
(Excerpt was on Adam Smith's 'Money World' in December 1990 or January 1991.) However, external factors (such as the patent situation) might shift Rabinow's interest from one project to another.
23. Teresa Amabile, *The social psychology of creativity* (New York: Springer-Verlag, 1983).
24. Jacob Rabinow, Interview, March 1, 1988.
25. Sociologists will be familiar with Robert Merton's discussion of the importance of priority disputes for scientists. Robert Merton, 'Priorities in scientific discovery', *American Sociological Review*, Vol 22, No 6 (December 1957), pp 635-659. I have not seen something similar for inventors.
26. See, for instance, Brooke Hindle, *Emulation and invention* (New York: W W Norton, 1981), esp pp 127-142.
27. Aran Safir, 'Invention of an electronic retinscope', in Karin Ekelman, Editor, *New medical devices: Invention, development, and use* (Washington: National Academy Press, 1988), pp 23-24.
28. Rupert T Gould, *The marine chronometer: Its history and development* (London: Holland Press, 1971).
29. Eugenio Battisti, *Filippo Brunelleschi: The complete work* (New York: Rizzoli, 1981), p 115.
30. Battisti, *Filippo Brunelleschi*, p 117.
31. Henry Petroski, *To engineer is human* (New York: St Martins, about 1983), chapter 12,
Folke T Kihlstedt, 'The crystal palace', *Scientific American*, Vol 251, No 4 (October 1984), pp 124-139.
See also the article on the Exhibition of 1851 in *Tomlinson's cyclopedia of the useful arts*, pp XVIII-XX (London, about 1853).
32. James N Mosel, 'Incentives and deterrents to inventing for national defense', *The patent, trademark, and copyright journal of research and education*, Vol 1, No 2 (December 1957), pp 185 et seq.

33. Joseph Rossman, *Industrial creativity: The psychology of the inventor* (New York: University Books, 1964), p 152.
34. Morton Grosser, *Gossamer Odyssey: The triumph of human-power flight* (Boston: Houghton Mifflin, 1981), pp 69-70.
35. Henry Bessemer, *An autobiography* (London: Engineering: 1905), pp 173-174.
36. See for instance, Fredrik Neumeyer and John Stedman, *The employed inventor in the United States* (Cambridge: MIT Press, 1971).
37. Barkev S Sanders, 'Further work on the number of living patentees', *Idea*, Vol 9, No 3 (Fall 1965), pp 427-434.
See also his earlier paper, 'The number of patentees in the United States', *Idea*, Vol 9, No 2 (Summer 1965), pp 205-221.
He estimates the number of employees with one or more patents as 160 000, and the number of 'independent' patentees as 225 000. This would yield a total of some 400 000 'inventors' in the United States.
38. Jacob Rabinow, my witness on this point, notes that he rose through civil service grades P-1 through P-8 on the strength of his inventive skills while at the National Bureau of Standards.
39. Neumeyer and Stedman, *Employed inventor*, p 78.
40. Those familiar with the respective performances of commercial and military R&D in the United States will know that the former is far more successful in achieving its aims than the latter. The sorry state of weapons development in peacetime is a national scandal. See for instance A Ernest Fitzgerald, *The high priests of waste* (New York: W W Norton, 1972); and his *The Pentagonists* (Boston: Houghton Mifflin, 1989). Between the two books the weapons procurement process in the United States actually became very much more bureaucratic, and according to Fitzgerald, even more corrupt.
41. A series of overviews of R&D environments in different firms which appeared in *I.E.E.E. Spectrum* under the general direction of Tekla S Perry, starting in December 1983, painted a less-than-flattering picture of these operations. In such cases money may well compensate for some of the frustrations suffered by employees's creative drives.
An outstanding short and witty paper on this topic is William B McLean, 'Management and the creative scientist', *California Management Review*, Vol III, No 1 (Fall 1960), pp 9-11. McLean's formula for high R&D productivity sees the creative scientist producing best 'if he feels he has an important job, that he has a chance for major gain (preferably unexpected), and if he has the proper tools to do the job'.
42. Peter Goldmark with Lee Edson, *Maverick inventor: My turbulent years at CBS* (New York: E P Dutton, 1973).
James Hillier, former head of RCA Sarnoff Laboratories, noted that corporate climate had much to do with failure to market the videodisc in time to compete with videotape, over which it had initially a four-to-one cost advantage. Interview with James Hillier, September 14, 1990.

43. Clarence 'Kelly' Johnson, with Maggie Smith, *Kelly: More than my share of it all* (Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1986).
See also N R Kleinfeld, 'How strykeforce beat the clock', *New York Times*, March 25, 1990, Business Section, pp 1, 6.
44. A classic example was Tracy Kidder's well-written *Soul of a new machine* (Boston: Houghton Mifflin, 1981), about the project to build the Data General 'Eagle' computer. Follow-ups on the people involved, as well as careful reading of the book itself, suggest the high personal costs of such efforts.
See Mitchell Lynch, 'At Data General, a subdued soul', *New York Times*, June 26, 1983;
William M Bulkley, 'Venturing out: Computer engineers memorialized in book seek new challenges', *Wall Street Journal*, 20 September 1985, pp 1, 16.
45. Rabinow, *Inventing for fun and profit*, pp 250-151.
46. Donald Sterling, *The financial rewards of significant American inventors - a biographical study*, Doctoral dissertation in history, University of California, Davis, 1973.
47. Michael Moritz, *The little kingdom: The private story of Apple computer* (New York: William Morrow, 1984).
See also Doug Garr, *Woz: Prodigal son of Silicon Valley* (New York: Avon, 1984).
48. Gifford Pinchot III, *Intrapreneuring: Why you don't have to leave the corporation to become an entrepreneur* (New York: Harper and Row, 1985).
49. Frank Hull, Koya Azumi, and Robert Wharton, 'Suggestion rates and sociotechnical systems in japeese versus american factories: Beyond quality circles', *I.E.E.E. Transactions on engineering management*, Vol 35, No 1 (Februrary 1988), pp 11-24.
50. Jordan D Lewis, 'Technology, enterprise, and American economic growth', *Science*, Vol 215 (March 5, 1982), pp 1204-1211.
51. Mark Shepherd and J Fred Bucy, 'Innovation at Texas Instruments', *Computer*, September 1979, pp 82-90.
52. Russel Mitchell, 'Masters of innovation: How 3M keeps its new products coming', *Business Week*, April 10, 1989, pp 58-63;
Lee Smith, '3M: The lures and limits of innovation', *Fortune*, October 20, 1980, pp 84-94.
53. The other major motives would seem to be pride of authorship and continued ownership of one's ideas.
54. David Schwartzman, *Innovation in the pharmaceutical industry* (Baltimore: John Hopkins University Press, 1976), p 4, says unequivocally: 'Without patents the return from investment in pharmaceutical R&D would fall to zero and private companies would no longer engage in R&D.'

55. There are cases of apparently heedless pursuit of an inventive goal. One such example was the attempt to develop the Nautilus cam.
See P Ranganath Nayak and John Ketteringham, *Breakthroughs: How the vision and drive of innovators in sixteen companies created commercial breakthroughs that swept the world* (New York: Rawson Associates, 1986), pp 260-285.
56. William Shockley, 'The invention of the transistor - an example of creative-failure methodology', in F Essers and J Rabinow, *The public need and the role of the inventor*, Proceedings of a conference held in Monterey, California (Washington: Government Printing Office, 1974), pp 47-87.
57. This relationship with a potential producer can be a two-edged sword. When Viking O Björk discovered that the heart valve he designed had serious faults, he kept public silence, while protesting privately about it to Shiley, Inc the manufacturer, lest commercial sponsorship be withdrawn.
See Barry Meier, 'Designer of faulty heart valve seeks redemption in new device', *New York Times*, April 17, 1990, pp B5, B7.
58. In a telephone conversation in December 1990, in reference to an earlier draft of this paper, he mentioned the example of using small electric motors to actuate a vise for use with robot arms. When a patent search disclosed he could not get a fundamental patent, he did not proceed with development. He claims that most inventors like himself would react in this way.
59. Matthew L Wald, 'US companies losing interest in solar energy', *New York Times*, March 7, 1989, pp 1, 48.
60. Jeffrey Hart, 'The teletel/minitel system in France', *Telematics and informatics*, Vol 5, No 1 (1988).
61. Robert P Merges and Richard R Wilson, 'On the complex dynamics of patent scope', *Columbia Law Review*, Vol 90, No 4 (May, 1990), pp 839-916.
62. Giorgio Sirilli, 'Patents and inventors: An empirical study', *Research Policy*, Vol 16 (1987), pp 157-174, at p 164.
63. 'Workmate' is a registered trademark of the Black and Decker Corporation.
64. The account here is based on Scott Landis's remarkable publication *The workbench book* (Newton, Connecticut: Taunton Press, 1987), pp 210-220.
65. A representative of the pharmaceutical industry commented in 1965 that industry firms typically devoted \$1 million to \$5 million to develop a single ethical drug, and that such drugs were very easy to copy. Presentation by Tom Carney, in Patent Office Society, *175th anniversary US patent system 1790-1965, proceedings* (Washington: Patent Office Society, 1966), p 805.
66. Richard L Gausewitz, *Patent pending: Today's inventors and their inventions* (Old Greenwich, Connecticut: Devon-Adair, 1983).

67. S C Gilfillan, *Invention and the patent system*, Committee Print of the Joint Economic Committee, US Congress (Washington: Government Printing Office, 1964), p 17.
Since Gilfillan's data go up only to 1954, I am depending on Gausewitz's impressionistic account for recent trends until the early sixties. I do not know what the current situation is.
68. Tom Wolfe, 'Land of wizards', *Popular Mechanics*, Vol 163, No 7 (July 1986), pp 127-139.
69. Richard Dunford, 'The suppression of technology as a strategy for controlling resource dependence', *Administrative Science Quarterly*, Vol 32, No 4 (1987, pp 512-525.
Specific use of patents to constrain competitors is mentioned in James R Bright, *Research, development, and technological innovation* (Homewood, Illinois Richard Irwin, 1964), p 388.
See also Steve Fishman, 'The lone inventor', *Science Digest*, April 1983, pp 40, 42, 97. The article concerns Jerome Lemelson, who largely patents inventions he does not intend to make, then sells the license to potential manufacturers.
70. Gilfillan, *Invention and the patent system*, p 101.
71. Jacob Rabinow, Interview, March 1, 1988.
72. Anyone looking at the life of Pasteur must be struck by the complexity of the personal and altruistic motives to be sorted out. On one hand, Pasteur contributed enormously to the welfare of France. On the other, his taste for scientific investigation, operations research, and motives of fame must also have been important. It is difficult to imagine Pasteur doing anything but research, yet **what** research would seem relatively open. On this latter point, see Jacob Getzels, 'The problem of the problem', in R Hogart, Editor, *New directions for methodology of social and behavioral science: Question framing and response consistency* (San Francisco: Jossey-Bass, March 1982).
73. See Alexander Ross, *The risk takers*, 1978, p 155.
74. James N Mosel, Barkev Sanders, and Irving H Siegel, 'Incentives and deterrents to inventing for national defense', *Patent, trademark and copyright journal of research and education*, Vol 1, No 2 (December 1957), pp 185-213.
75. John Nef, *War and human progress* (New York: W W Norton, 1950), p 122.
76. John Nef, *War and human progress*, p 118.

Ulf Heinke

Motorsågens utveckling

En teknikhistorisk studie av processen från innovation till normaltyp

1. Inledning

1.1 Problem

Motorsågens utveckling presenteras i form av ett utvecklingsträd (Fig 1) som också kan sägas utgöra en sammanfattning av hela arbetet. Vid olika tidpunkter har tekniken gått skilda vägar och presenterat flera lösningar på ett problem liksom grenarna i ett träd. Den nuvarande tekniska nivån representeras av trädkronan högst upp i trädet.

Problemet i denna studie är att kartlägga motorsågens utveckling från de första otympliga trädfällningsmaskinerna på 1800-talet till dagens portabla enmanssågar. Det är en studie av processen från innovation till normaltyp. Uppgiften har varit att identifiera de avgörande stegen i utvecklingen, samt att karakterisera de viktigaste faserna i denna utveckling. Med detta som utgångspunkt förs ett resonemang om utvecklingens drivkrafter och konsekvenser.

1.2 Metod och material

Fakta om motorsågens utveckling har samlats in på olika bibliotek, Tekniska Museet, Patentverket i Stockholm, Arbetskyddsstyrelsen, företag samt från privatpersoner som vänligen har lånat mig material. Många intressanta tips, värdefulla uppgifter och synpunkter har erhållits genom telefonintervjuer från personer med praktisk erfarenhet från verksamheter

som anknyter till motorsågar. Av en tillfällighet kom jag under arbetets slutskede i kontakt med Jonny Hjelm, Historiska institutionen vid Umeå

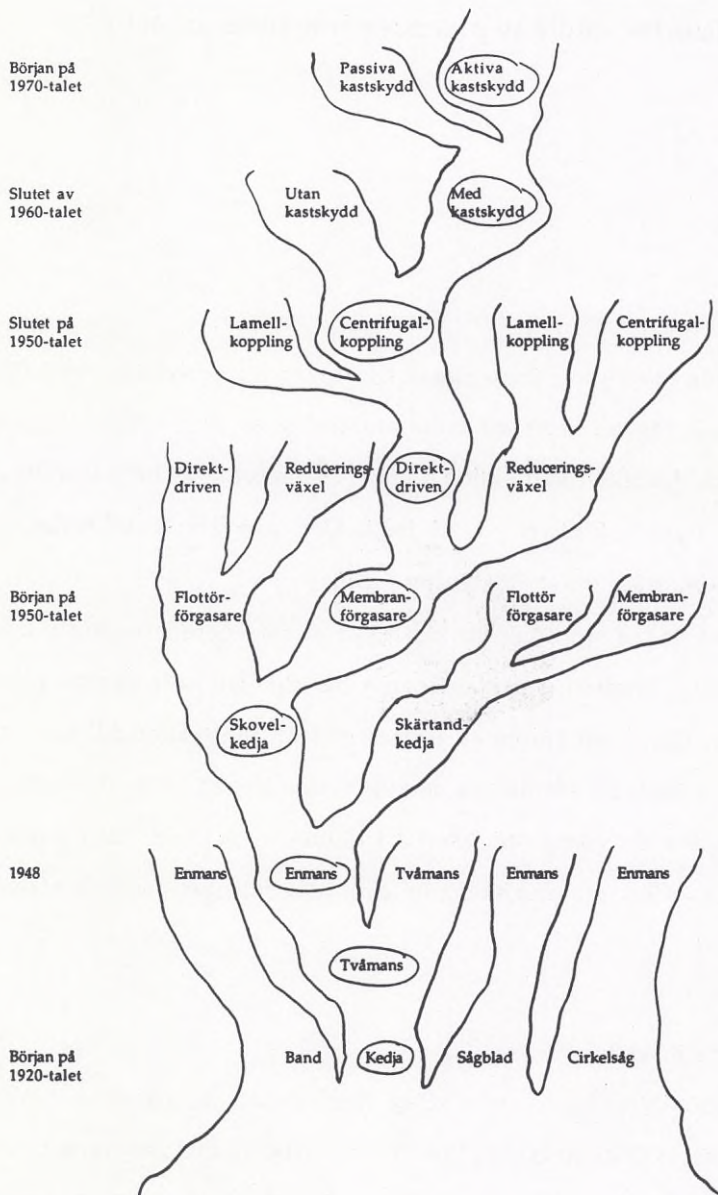


Fig 1. Motorsågens utvecklingsträd.

universitet, som arbetar på en avhandling om motorsågens betydelse för skogsbruket. Jag är djupt tacksam för de synpunkter han lämnat och för förmånen att få ta del av hans arbetsmanuskript.

2. Fas I (1850-1910)

En av de första kända trädfällningsapparaterna konstruerades i USA år 1856.¹ Den var ett med handvev drivet skärande verktyg som påminde om ett svarvstål. Svarvstålet var monterat på en kuggförsedd ring som bringades att rotera runt trädet samtidigt som det arbetade sig in i trädstammen (Fig 2). Konstruktionen kom veterligen aldrig till användning, men den markerar början på skogsavverkningens mekanisering.

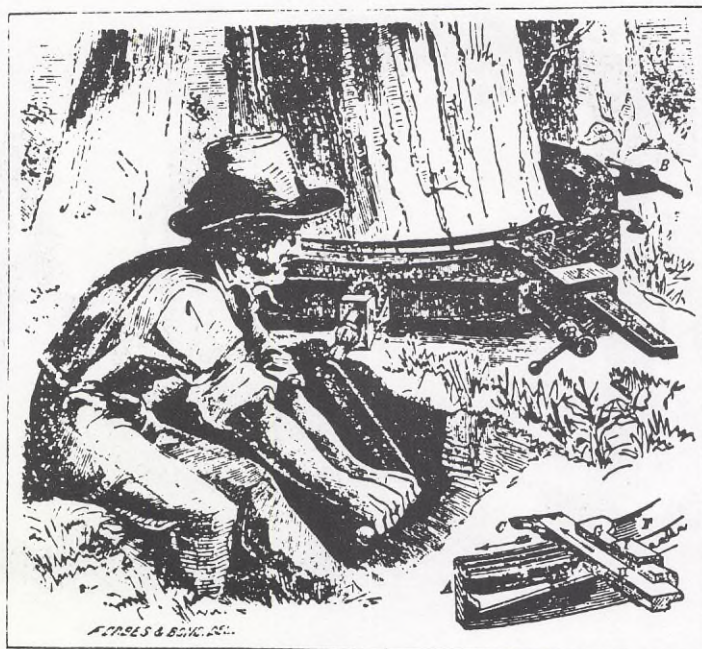


Fig 2. En av de första trädfällningsapparaterna. Den konstruerades i USA år 1856. (Lobberg 1976, 58)

År 1862 presenterade amerikanen Hamilton en trädfällningsapparat (Fig 3). Den drevs av två man som vevade runt ett hjul, och den roterande rörelsen omvandlades sedan till en fram och återgående rörelse som drev ett sågblad.² Sågning kunde ske antingen vertikalt eller horisontellt. Hamiltons maskin kunde användas till tre typer av arbeten: fällning av träd, sönderdelning av stockar i mindre delar samt för sågning av ved. Enligt uppgift kunde nu två man utföra samma arbete som fem man med yxa eller som fyra man med såg. Denna apparat var betydligt mer ändamålsenligt konstruerad än den som hade presenterats 1856. Den nya konstruktionen fungerade rent mekaniskt, men ej praktiskt ute i skogen där den skulle tåla både omild behandling samt vara lätt att transportera i svår terräng. Maskinen, som såldes i Boston och New York, kom inte till någon större användning.

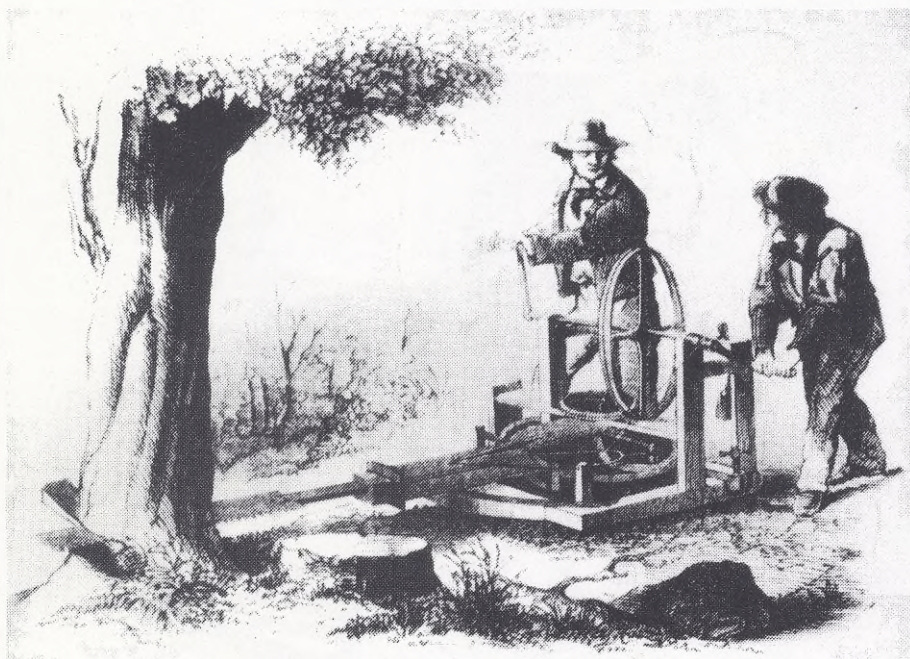


Fig 3. Hamiltons trädfällningsmaskin kunde både fälla och kapa träd. (Lobberg 1976, 62)

Ångmaskinen fick under 1800-talet stor betydelse inom sågverksdriften. På 1860-talet hade A. Randsome i England en idé om att ångmaskiner också skulle kunna användas som drivkälla till en trädfällningsmaskin, men det skulle emellertid dröja ända till år 1879 innan försök gjordes i Oregon att försöka använda ångmaskinen till att fälla träd och lindra huggarnas tunga arbete.³ En ångpanna placerades strategiskt på avverkningsplatsen. Från den drogs slangar ut till sågar som drevs av komprimerad vattenånga (Fig 4). Denna avverkningsmaskin kom att tillverkas och säljas ända fram till sekelskiftet, bl.a. tillverkades och såldes sågar av denna konstruktion av företaget Koppel i Berlin.



Fig 4. Omkring år 1880 gjordes försök att ersätta den mänskliga muskelkraften vid skogsavverkning med ånga. (Ilon u.å., 5)

År 1858 uppfanns den första sågkedjan av Harvey Brown i New York. Den bestod av sexkantiga länkar där varje länk hade en sågtand. Även Georg Kammerl från New York konstruerade år 1863 en sågkedja med skärtänder.⁴ Konstruktionerna kom dock aldrig längre än till ritbordet, men det var idén med skärande länkar som var intressant. Under de närmaste 40 åren var det minst tolv amerikaner som erhöll patent på just sågkedjor. Även i andra länder gjordes försök att utveckla sågkedjan. År 1904 upptäckte amerikanen Jacob Smith att spännkraften i sågkedjan kunde sänkas betydligt om kedjan bringades att gå i någon form av skena istället för att som tidigare vara fritt uppspänd. Nackdelen var att metoden gav stora friktionsförluster mellan skenan och kedjan, och någon teknik för effektiv smörjning av kedjan fanns ej att tillgå vid denna tidpunkt.

3. Fas II (1910-1945)

I Sverige påbörjades konstruktionsarbete av motorsågar år 1910.⁵ Den första svenska motorsågen "Sector" konstruerades av Axel Wästfeldt, Mariefred, år 1916.⁶ Den var av tvåmanstyp och kostade 2 500 kr. "Sector" hade en vattenkyld förbränningsmotor som drev den nitade sågkedjan runt en bygel, krafttransmissionen skedde genom en lång roterande axel (Fig 5). Kedjan var av mycket primitiv karaktär: ett sågband som helt enkelt hade klippts isär och sedan sammanfogats med länkar.⁷ Denna kedja var av typen skärtandkedja vilket innebar att kedjan skar sig igenom trädet, arbetsprincipen liknar den vid en hyveltandad såg. "Sector" vann stor internationell uppmärksamhet därför att den var förhållandevis lätt att transportera. En svensk kommission prövade "Sector" under 4 dagar, men testresultaten var nedslående: sågkedjan blev överhettad, motorn gick varm och åtminstone tre gånger gick kopplingen och den böjliga axeln sönder. Under dessa dagar var "Sector" aldrig i drift längre än 45 minuter utan att något gick sönder. Emellertid gav Axel Wästfeldt ej upp utan förbättrade "Sector" till den grad att han lyckades sälja den till tyska armén under första



Fig 5. Den svenska "Sector" var den första motorsågen där avverkningen utfördes med en roterande ändlös kedja. Foto från provsågning 1917 (Lobberg 1976, 67)

världskriget.⁸ Efter ytterligare förbättringar såldes den även för civilt bruk i ganska stor omfattning i Tyskland till dess att tvåmansmotorsågarna introducerades i just Tyskland på 1920-talet.

År 1919 konstruerades ytterligare en tvåmansmotorsåg i Sverige. Det var grosshandlaren Bengt Gerber från Stockholm som tog världspatent på sin

motorsåg "Gerber" (Fig 6).⁹ Det skärande verktyget var här ett sågband som drevs runt en triangelformad ram av en förbränningsmotor som var placerad i ena hörnet. Ramen tillverkades antingen av stål eller aluminium, i det första fallet vägde motorsågen 30 kg och i det andra fallet 22 kg.¹⁰ Stora förväntningar ställdes på "Gerber", men denna liksom den första versionen av "Sector" kom inte till någon praktisk användning. Det

Motorsagen „GERBER“



Enkel, praktisk, driftssikker, arbeidsbesparende
Træfældnings- og Kæpningsmaskin
 hvormed træet kan fældes jævnt ved marken
Vægt ca. 29 kg.

Ved praktisk prøve i Maridalen den 9. 6. 20 fældtes
 4 træer af røddiameter:

1. 58	cm. røddiameter	73 sek.
2. 57	"	65 "
3. 47	"	43 "
4. 40	"	42 "

Nærmere ved: *Eneforhandlere for Norge*

HOLST & HANSEN A/S - Kristiania
 Telefon 21 464 - Telegramadr.: «Femkant»

Fig 6. Den svenska motorsågen "Gerber" fällde träden med ett sågband. Annonc ur den norska Skogseiren 1920 (Vevstad 1981, 19)

var även här det faktum att motorsågen var förhållandevis lätt att transportera som gjorde den uppmärksammat internationellt. Visserligen var "Gerber" bättre än den ursprungliga versionen av "Sector" och sina föregångare beträffande vikt, driftsäkerhet och funktion, men ändå ej till den grad att den vid denna tidpunkt kunde konkurrera med handsågen och yxan.

Under 1920-talet då det rådde brist på arbetskraft bedrevs ett intensivt konstruktionsarbete för att försöka mekanisera trädfällningen, bland annat i Amerika, Frankrike, Tyskland, Tjeckoslovakien och Ryssland.¹¹ Vid detta utvecklingsarbete prövades de flesta möjliga konstruktioner såsom fram och återgående sågblad, roterande ändlös kedja, ett roterande sågband samt en roterande klinga (cirkelsåg) (Fig 7).¹² År 1928 erhöll motorsågarna det utseende som de i princip har idag med en ändlös kedja på ett svärd (Fig 8).

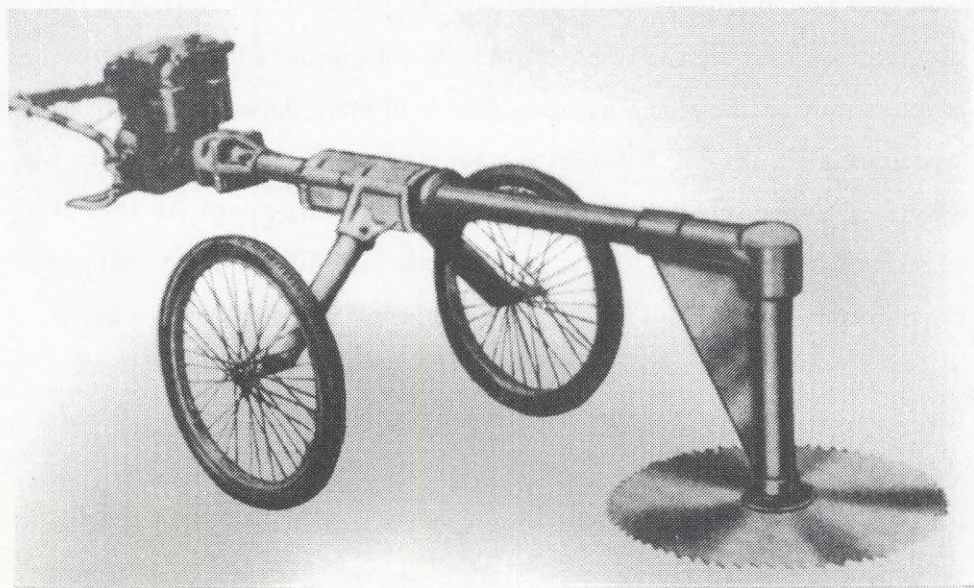


Fig 7. Motorsåg med roterande klinga. (Ilon u.å., 5-6)

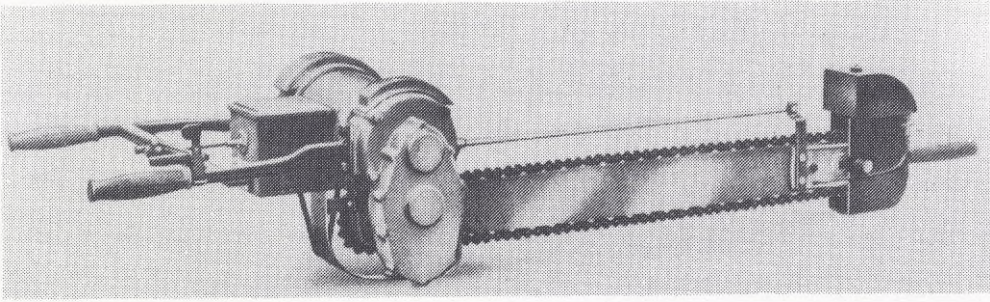


Fig 8. Den tyska "Stihl" 1928 var den första motorsåg av tvåmanstyp som hade en roterande ändlös kedja på ett svärd. (Lobberg 1976, 73)

Det var tysken Andreas Stihl från Stuttgart som konstruerade den första tvåmansmotorsågen i sin ångmaskinsfabrik i Stuttgart-Bad-Constat. Sågen drevs av en elektrisk motor som krävde en näraliggande strömkälla.¹³ År 1930 tillverkades den första bensinmotordrivna tvåmansmotorsågen av företaget Stihl.

Först år 1931 användes motorsågar i Sverige i praktiskt fällningsarbete. Det var militären som införde tyska tvåmanssågar i ingenjörstrupperna för att snabbare och lättare kunna avlägsna träd med stora dimensioner, och de användes även för att skottfältsröja för artilleriets kanoner.¹⁴ År 1936 användes tvåmansmotorsågar i Stora Kopparbergs Bergslags AB (Fig 9). Sågarna köptes in av företaget. Det var nämligen ingen enskild skogsarbetare som hade råd att köpa en motorsåg. Sågen användes i början endast på träd med grova dimensioner vid stora avverkningar.¹⁵ Det var här som de största tidsvinsterna kunde göras. Emellertid vann inte tvåmansmotorsågarna någon större popularitet i Sverige. De var för tunga och otympliga och drogs med driftstörningar. Fram till år 1948 fanns det bara omkring 500 tvåmansmotorsågar i Sverige. De vanligaste märkena var de tyska "Stihl" och "Dolmar".¹⁶ Sågarna vägde omkring 40-50 kg med en encylindrig tvåtaktsmotor på 5-10 hk. Priset på sågarna varierade år 1948 mellan 1 900 kr och 3 500 kr.¹⁷



Fig 9. Avverkning med tvåmansmotorsåg i Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolags regi i korsåskogarna år 1948. (Andersson 1977, 100)

4. Fas III (1945-)

Då enmansmotorsågarna kom ut på marknaden etablerades de mycket snabbt eftersom de var överlägsna tvåmansmotorsågarna. Framförallt vägde de mindre och var lättare att transportera. De första provexemplaren av amerikanska enmansmotorsågar infördes i Sverige år 1946-47.¹⁸ Men det var inte förrän år 1948, då den kanadensiska "Hornet" och den norska "Jobu" introducerades, som intresset väcktes på allvar. "Jobu" konstruerades år 1947 och var enligt uppgift den första fungerande enmansmotorsågen.¹⁹

Fram till 1950-talet var alla typer av motorsågar utrustade med en flottörförgasare vilket innebar att motorsågen inte fick lutas - i så fall blev motorn utan bränsle och stannade. För att kunna utnyttja motorsågen vid

såväl kapning som fällning konstruerades därför motorsågar där antingen sågsvärdet eller förgasaren var vridbar. Detta var ett krångligt och omständligt arbetsmoment vid motorsågningsarbetet, men denna olägenhet kunde elimineras då amerikanen Henri Morgenroth utvecklade membranförgasare för motorsågar i början på 1950-talet.²⁰ Tidigare hade membranförgasare endast funnits i små förarlösa målflygplan som den amerikanska militären övade målskjutning på under andra världskriget. Den USA-tillverkade motorsågen McCulloch var den första motorsåg som utrustades med membranförgasare.

Förutom med membranförgasaren var motorsågen McCulloch en föregångare på kedjeområdet. Den var nämligen en av de första motorsågar som hade en kedja av skoveltyp.²¹ Denna kedja hade endast en typ av skärlänkar som satt ganska glest. Kedjan var lättare att skärpa än andra typer av kedjor och hade högre avverkningskapacitet. Detta har gjort att skovelkedjan än idag är den dominerande kedjetypen.

Tidigare hade en reduceringsväxel överfört motorns kraft till kedjan och sänkt varvtalet. Med det lägre varvtalet erhöles en segdragningsförmåga även för små motorer samtidigt som förslitning av drivhjul, sågsvärd och kedja minskades. Under 1950-talet började motorsågarna att tillverkas med direktdrift vilket gjorde att kedjan fick betydligt högre hastighet än då reduceringsväxel användes. Fördelarna var en bättre skärförmåga och en mjukare arbetsgång hos kedjan. Nackdelen var ökat slitage och sämre segdragningsförmåga.

I slutet på 1950-talet ersatte centrifugalkopplingar de tidigare använda lamellkopplingarna.²² Med centrifugalkoppling menas en automatisk in- och urkoppling av kedjedrivningen. Vid lågt varvtal på motorn stod kedjan stilla, det vill säga i tomgång, medan den bringades att rotera vid gaspådrag. Nackdelen med den äldre lamellkopplingen var att in- och urkoppling av kedjan måste skötas manuellt med ett reglage.

En viktig händelse i utvecklingen av motorsågen var införandet av kastskyddet. Dess för innan var det lätt att skada sig vid arbete med motorsågar. Att kedjan högg tag i eller studsade mot virket då sågning pågick var lätt hänt, och att hålla emot det kast som då uppstod var i praktiken omöjligt. Kastet resulterade ofta i personskador eftersom motorsågen i det ögonblicket inte gick att kontrollera. De första kastskydden var av passiv typ, dvs. det var skyddskåpor gjorda av läder eller metall i syfte att skydda den främre handen vid kast.²³ I slutet av 1960-talet utvecklades aktiva kastskydd som bromsade kedjan med ett stålband runt kopplingstrumman då ett avkänningsorgan påverkades.²⁴ Till en början bestod avkänningsorganet bara av en arm eller bygel som satt mellan svärdet och främre handtaget. Vid ett kast bringades den att ändra läge av den främre handen då motorsågens vinkelutslag relativt marken ökade, varvid kedjan bromsades. Senare utvecklades den så kallade tröghetsbromsen som fungerar på så vis att ett avkänningsorgan påverkas då en upphängd vikt ändrade läge långsammare än motorsågen, det vill säga vid ett kast. På dagens motorsågar finns det både bygel och tröghetsbroms för att öka säkerheten vid kast.

År 1950 tillverkades den första svenska enmansmotorsågen "Be-Bo" av AB Bergborrmaskiner, Göteborg.²⁵ En annan svensk motorsåg hette "Comet". I början på 1950-talet började enmansmotorsågar att importeras från England, Frankrike och Tyskland. När dollarrestriktionerna började lätta så att även amerikanska motorsågar fritt kunde importeras steg försäljningen av motorsågar i Sverige till omkring 15 000 per år. År 1957 såldes i Sverige ungefär 25 000 motorsågar (Fig 10).²⁶ Om en motorsåg beräknas att hålla i fyra år fanns det i början på 60-talet uppskattningsvis ungefär 100 000 motorsågar i Sverige.

Enmansmotorsågen har under de drygt 40 år den funnits i princip inte ändrat utseende. Det som har förändrats är att priset har sjunkit, att

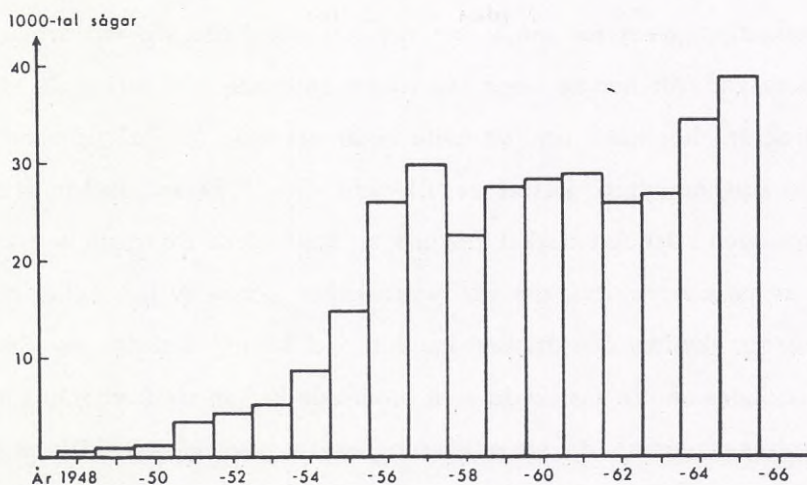


Fig 10. Antalet sålda motorsågar i Sverige år 1948-1965. Det var först i slutet av 1950-talet som försäljningen av motorsågar kom i gång på allvar. (Embertsén 1976, 50)

motorerna väger mindre och förbrukar mindre bensin, att vikten har reducerats samt att säkerheten och driftsäkerheten har förbättrats.

Som ett exempel på prestanda för nutida sågar presenteras följande data från ett motorsågstest som publicerades i tidningen Skogs-Land år 1989.²⁷ Testet omfattade 20 olika bensindrivna motorsågar och följande tabell anger spännvidden i värdena på de olika parametrarna:

Pris	1859 - 4640	kr
Motor	1,0 - 3,1	kW
Cylindervolym	29 - 54	cm ³
Vikt	3,7 - 6,3	kg
Ljudnivå	98 - 104,5	dB(A)
Vibrationer	2,4 - 14,5	m/s ²

Bränslet är vanlig bensin, minst 90 oktanic, som blandas med 2-4 procent tvåtaktsolja, bensintanken rymmer vanligtvis ca. en halv liter. Olja för smörjning av kedjan förvaras i en separat tank som rymmer två till tre

deciliter olja. Alla motorsågar bullrar fortfarande så pass mycket att det är nödvändigt med hörselskydd. På senare år har även elektriska motorsågar utvecklats. Dessa används yrkesmässigt inom bl.a. byggnadsindustrin samt som hobbysågar av privatpersoner som bara behöver en motorsåg vid några enstaka tillfällen om året.

5. Utvecklingens drivkrafter

Varför gjordes försök under senare hälften av 1800-talet att konstruera en maskin som kunde användas vid fällning av träd? I en tid då tekniken syntes storslagen och då tekniska framsteg hade gjorts inom praktiskt taget alla områden borde det också vara möjligt att tillverka en maskin som kunde göra något så enkelt som att fälla träd. Det var nog främst detta - teknisk nyfikenhet och uppfinnarglädje - som drev de personer som konstruerade de olika trädfällningsapparaterna före sekelskiftet. Behovet av en trädfällningsapparat kan nämligen diskuteras. Vid denna tidpunkt var ju arbetskraften billig för skogsbolagen. Ingen av 1800-talets trädfällningsmaskiner fungerade i den hårda hanteringen ute i skogen. De fungerade bara i viss mån under idealiserade förhållanden, som t.ex. vid en provsågning. Trädfällningsmaskinerna var dyra och otympliga samt hade en låg verkningsgrad. Det var olönsamt att använda maskinerna i produktionen.

Under industrialiseringen i slutet på 1800-talet fanns det behov inom hantverk och industri av en motor med måttlig effekt som inte var så tung och otymplig som ångmaskinen.²⁸ Förbränningsmotorn kom att svara mot dessa förväntningar. Till att börja med var den kopplad till utvecklingen av bilen, men det kom att dröja till efter första världskriget innan bilindustrin utvecklades på allvar.²⁹ Utvecklingen av teknik sker ju som regel fortare i krig än i fred. Efter första världskriget rådde det stor brist på arbetskraft

vilket ökade intresset för arbetsbesparande maskiner i allmänhet, inte minst effektiva förbränningsmotorer. Första världskriget och behovet av arbetsbesparande maskiner på 1920-talet är två drivkrafter bakom utvecklingen av förbränningsmotorn och motorsågen. Likaledes hade andra världskriget betydelse för utvecklingen av motorer och mekanisk teknik, och därmed också för motorsågen. Ett konkret exempel är, som tidigare nämnts, vidareutvecklingen av membranförgasaren i USA för militära ändamål där den användes i små obemannade flygplan som utgjorde övningsmål för luftvärn och flygplan. Membranförgasaren som till skillnad mot flottörförgasaren ej var lägesberoende behövdes för att flygplanets bränsletillförsel skulle upprätthållas även då flygplanet girade, steg eller dök kraftigt. Strax efter krigets slut utvecklades motorsågar med membranförgasare i just USA.

Träindustrin har alltid legat något efter verkstadsindustrin i fråga om teknisk utveckling, något som fortfarande är fallet idag.³⁰ Anledningen till detta kan diskuteras, men en orsak torde vara att träindustrin alltid har haft lägre prioritet än verkstadsindustrin. Detta har medfört svårigheter att bedriva egen utveckling, samt att ta hand om och omsätta den teknik som utvecklats inom verkstadsindustrin. Träindustrins generella problem är att den teknik som utvecklas inom verkstadsindustrin inte utan vidare kan överföras till träindustrin på grund av att det är ett annat material man arbetar med. Trä, som är ett levande material, har helt andra egenskaper än stål.

6. Utvecklingens konsekvenser

6.1 Tekniskt

Hur har motorsågen förändrats rent tekniskt sedan det handdrivna skärande verktyget konstruerades i Amerika år 1856? Framförallt har

motorsågarna blivit lättare och mindre. Idag väger en motorsåg för yrkesmässig användning inte mer än ca. 5-7 kg, vilket kan jämföras med de första enmansmotorsågarna som vägde runt 15 kg. Anledningen till att vikten har kunnat sänkas så kraftigt är att motorns verkningsgrad har höjts. Förr krävdes det betydligt större motorer för att uppnå samma sågeffekt som i dag. Dessutom började plast ersätta detaljer i motorsågarna i slutet av 1960-talet, något som har reducerat vikten ytterligare.

De flesta och mest betydelsefulla förbättringarna av enmansmotorsågens konstruktion gjordes under 1950- och 1960-talet. I början på 1950-talet ersatte membranförgasaren den äldre flottörförgasaren, sågtandkedjorna byttes ut mot skovelkedjor och direktdrift konkurrerade ut reduceringsväxeln. Senare, i slutet på 1950-talet, användes centrifugalkoppling istället för lamellkoppling. Detta hade två fördelar: (1) själva sågningsarbetet blev enklare och smidigare, (2) säkerheten för motorsågsföraren ökade eftersom kedjan nu bara roterade vid högre varvtal, dvs. under sågning.

Antalet erhållna patent under 1900-talet (Fig 11) visar att den tekniska utvecklingen av motorsågen sköt fart i slutet på 1950-talet. Då ökade

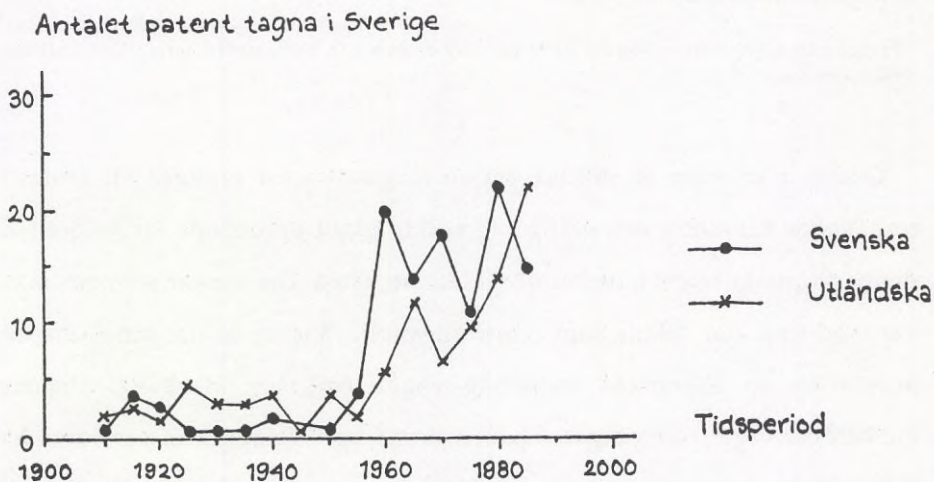


Fig 11. Antalet uttagna patent i Sverige 1909-1988 på motorsågar och deras konstruktionsdetaljer. (Patentverket)

försäljningen av motorsågar kraftigt och de blev ett ekonomiskt intressant teknikområde. Av kurvan framgår vidare att det från 1920-talet till slutet på 1950-talet i huvudsak var utländska patent som togs i Sverige. Det var bara under 1910- och 1920-talet i samband med "Sector" och "Gerber" som Sverige gjorde några större insatser på motorsågsområdet, och då främst beträffande kedjor till motorsågar.³¹

I tidskriften Skogen publicerades år 1957 resultat av prov med några motorsågar utförda av Statens maskinprovningar. Bedömningen av den norska motorsågen Jo-Bu Junior redovisas nedan för att ge en bild av dåvarande motorsågars prestanda:

"Enmansmotorsåg Jo-Bu Junior från AB Skogsbruksmaskiner, Stockholm, har provats i norra och mellersta Sverige under tiden december 1955-maj 1956. Provingen har omfattat bromsingsprov för bestämning av motorns effekt och bränsleförbrukning samt prov i praktisk drift.

Sågen har en högsta effekt av 2,1 hk på vevaxeln vid 4 500 r/m, 1,9 hk på drivaxeln och 1,2 hk i sågkedjan.

Sågen har använts för fällning och kapning. Omställning sker genom att motor och sågsvärd vrides i förhållande till förgasaren. Sågen är väl användbar för de ovannämnda arbetena. Den är lätt att handha.

Bränsleförbrukningen i praktisk drift är ca 0,8 liter per timme.

Sågen väger med full tank och 18" svärd 11,5 kg.

Motorn är lättstartad. Föroreningarna i förgasaren kan lätt avlägsnas.

Smärre driftstörningar genom snö och kyla förekommer.* Smörjningen av sågkedjan fordrar tillsyn.

Gasreglage och startwire har bytts ut.

* Enligt från tillverkaren insända prov har luftrenaren och bränslebehållarens lock numera omkonstruerats.³²

Citatet ovan visar att det faktum att förgasaren var tvungen att vridas i förhållande till motor och svärd inte väckte något uppseende fastän det vid denna tidpunkt fanns membranförgasare att tillgå. Det verkar som om man var nöjd med den teknik som fanns tillgänglig. Vidare är det intressant att notera att en fulltankad motorsåg vägde omkring 11-12 kg. Dagens motorsågar väger som tidigare nämnts runt 5 kg.³³ Enligt ovan var varvtalet 4500 r/m medan nuvarande sågar (1990) har ett varvantal på 9000 r/m, det vill säga det dubbla. Troligen kom direktdrift att ersätta reduceringsväxeln just

för att erhålla högre varvtal vilket gav en bättre skärförmåga och jämnare gång. Jo-Bu Junior utvecklade en effekt på 1,5 kW (2,1 hk) och de nutida sågarna utvecklar omkring 2 kW vilket bara är omkring 35% mer. Det är tydligt att det erforderliga effektbehovet insågs redan i motorsågens barndom.

Vidare har det på senare år utvecklats en rad finesser, såsom t.ex. att dagens sågar även är utrustade med vibrationsdämpare och, för att vintertid förbättra arbetsmiljön, värme i handtagen.

6.2 Ekonomiskt

Det var skogsbolagen som först köpte tvåmansmotorsågar i mitten på 1930-talet. De var dyra, och ingen enskild skogsarbetare hade råd att köpa sig en tvåmansmotorsåg.³⁴ Skogsbolagen lät huggarna använda maskinerna i två- eller tremannalag. Det var i huvudsak grövre träddimensioner som avverkades med motorsåg eftersom det var där som de stora arbets- och tidsvinsterna kunde göras.³⁵ Hur mycket tvåmansmotorsågen underlättade och ökade avverkningen är svårt att beräkna, men att den verkade positivt för produktiviteten är klart. I en artikel år 1943 i tidskriften Skogen fälldes följande omdöme om dåtida tvåmansmotorsågar:

"Motordrivna fällningssågar ha numera nått en så hög grad av teknisk fulländning, att de kunna betraktas som driftsäkra och tillförlitliga. De användas också på en del håll, exempelvis i Tyskland, i rätt stor utsträckning, då det gäller avverkning av grövre dimensioner. I vårt land ha de ej slagit igenom, och det är blott för vissa speciella ändamål, mest militära, som de spela någon roll. Med de alltmer skärpta krav på skogsarbetets rationalisering, som numera resas, torde det dock vara skäl att ägna motorsågen en viss uppmärksamhet."³⁶

Användarna av tvåmansmotorsågar hade ett avtal med skogsbolagen som liknade körarnas. Körarna ägde sin egen häst och utrustning. Naturligtvis fick körarna mer betalt än huggarna eftersom de höll med häst och utrustning, men de skulle även sköta och utfodra hästen. De som använde

skogsbolagets tvåmansmotorsåg hade möjlighet att fälla timmer antingen på dags- eller ackordlön. För att få det senare att löna sig var motorsågsförelaren tvungen att ha ett gott handlag med motorer då konstruktionerna var långt ifrån fulländade och de ofta krånglade.

I Skogsägaren publicerades år 1955 en artikel om fyra nya enmansmotorsågar som alla vägde under 15 kg:

"Under de sista åren har spridningen av motorsågar varit avsevärd. Vilka erfarenheter beträffande konstruktion, användbarhet och ekonomi har man då fått och vilka önskemål ställer man på en motorsåg av idag? Frågan är omfattande och ganska svår att besvara, men att en viss omvärdering av tidigare åsikter måst ske är uppenbart. Det har tidigare ställts alltför stor vikt vid hög skärhastighet och en såg, som har skurit igenom en stam på 38 sek., har ansetts åtskilligt bättre än den, som använt 43 sek. på samma objekt. Nu har det visat sig, att för normal skog spelar inte skärhastigheten den helt avgörande rollen, utan driftsäkerheten och lätthanterligheten har väl så stor betydelse. Utvecklingen har också gått mot lättare och driftsäkrare motorsågar med något lägre skärhastighet än tidigare. Tidigare har det inte funnits så många lätta och bra sågar i marknaden, med undantag för den norska Jo-Bu junior, men nu har det dykt upp ytterligare 4 st, som väger under 15 kg, och synes väl passa det svenska skogsbruket. Det är den amerikanska Mc Cullock, den svenska Raket och de tyska Stihl och Dollmar"³⁷

Införandet av enmansmotorsågar gick ganska trögt framst därför att motorsågarnas konstruktion var bristfällig. De klarade inte de svåra förhållanden som rådde i skogen: kallt och fuktigt samt mekaniska stötar vid arbete och transporter. I mitten på 1950-talet hade 10% av huggarna i SCA (Svenska Cellulosa Aktiebolaget) motorsåg. Tio år senare ägde i princip alla huggare en motorsåg för fällning och kapning av träd.³⁸ Detta var en utveckling som skogsbolagen själva inte hade verkat aktivt för. Det var alltid skogsarbetarna själva som bekostade motorsågarna. Då motorsågar köptes av skogsarbetarna kunde skogsbolagen utnyttja den erhållna produktivitetsökningen, till exempel för att minska antalet anställda och satsa på det nya mekaniserade skogsbruket.

I slutet på 1960-talet blev motorsågarna så lätta att de kunde överta ytterligare ett arbetsmoment i huggningsarbetet, nämligen kvistningen av de fällda träden som dessförinnan hade utförts med yxa - något som ytterligare ökade produktiviteten.³⁹

De senaste 20 åren har det inte hänt något drastiskt med motorsågens utveckling sett ur ekonomisk synvinkel. För närvarande sker ungefär 20-30% av all avverkning med motorsågar.⁴⁰ De så kallade skördarna användes till att börja med främst vid slutavverkning, men i slutet av 1980-talet utvecklades mindre skördare som numera används i stor utsträckning även vid gallring. Vid gallring förekommer dock att motorsågar används för fällning av den s.k. mellanzonen vid maskinell avverkning. Den privata avverkning som utförs av bönder sker fortfarande i stor utsträckning med hjälp av motorsåg.

Större potentiella avverkningsarealer erhöles knappast på grund av motorsågen. Det var snarare den utbyggda infrastrukturen och skogsmaskinernas intåg (traktorer och skördare) som gjorde det möjligt att avverka där det inte hade varit möjligt förut. På grund av den ökade mekaniseringsgraden kunde avverkning nu ske såväl sommar som vinter.

I dagens mekaniserade skogsbruk är de viktigaste maskinerna skördare, processorer, skotare och motorsågar. En skördare fäller, kvistar och kapar träd. En processor utför bara kvistning och kapning. En skotare är en typ av traktor med buren last och med den sker transport av virket till avlägg vid bilväg.

Motorsågens intåg och det mekaniserade skogsbrukets införande har fått konsekvensen att det arbetar betydligt färre människor i skogen idag än på 1940-talet. Produktiviteten har dock ökat avsevärt. År 1950 avverkades 1,4 skogskubikmeter per dagsverke, och år 1980 avverkades 6,7 skogskubikmeter per dagsverke (Fig 12).

I Dagens Nyheter publicerades år 1985 en artikel med rubriken "Motorsågen färdig för museum".⁴¹ Detta är till en viss del sant beträffande de stora avverkningsplatserna. Motorsågen kommer dock sannolikt att finnas i våra skogar under överskådlig tid, men främst bland bönder och andra personer som inte har behov av att avverka större volymer.

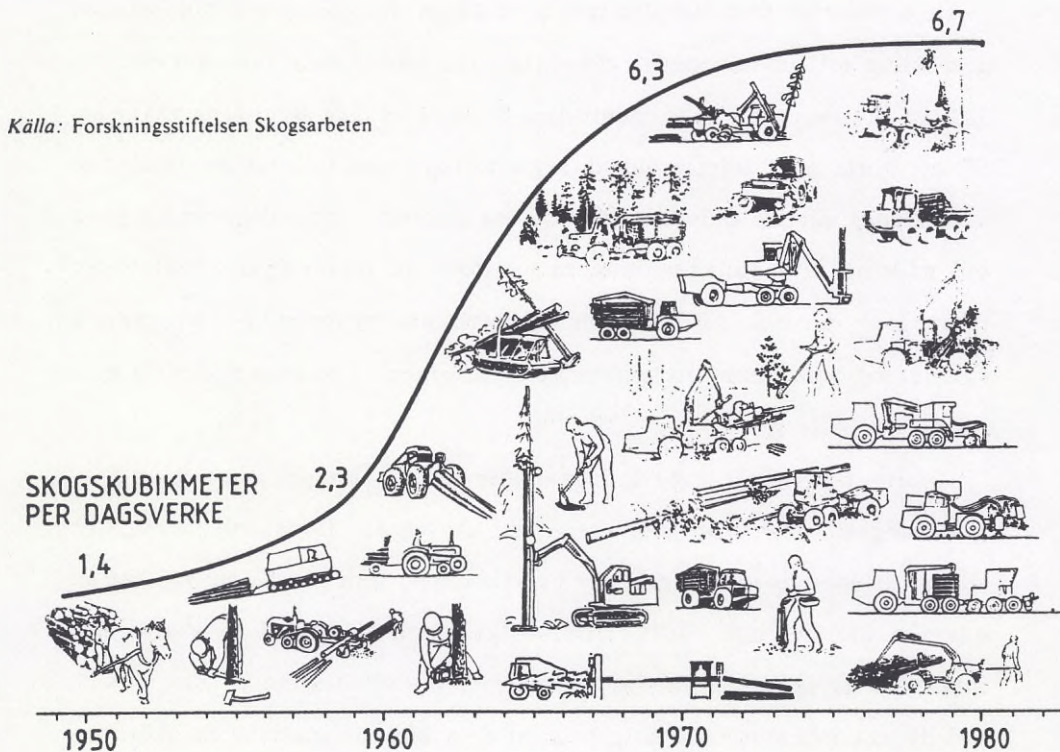


Fig 12. Produktivitetsökningen 1950-1980 uttryckt som avverkade skogskubikmeter per dagsverke. Den egentliga mekaniseringen kom igång först på 1960-talet. (Wirén 1985, 126)

Troligtvis kommer motorsågar att finnas kvar även inom storskogsbruket, men i en mer begränsad omfattning än i dag. Motorsågen är fortfarande det bästa verktyget vid fällning av träd som växer på otillgängliga platser samt vid avverkning i mindre skala.

Ett intressant förhållande är att det mekaniserade skogsbruket även nu på 1990-talet helt bygger på motorsågens teknik. Det är fortfarande en ändlös kedja, som bringas att rotera runt ett svärd, som utför själva kapningen av träden. Skillnaden är bara att svärdet inte längre sitter på en motorsåg utan på en avverkningsmaskin.

6.3 Miljön

Efter andra världskrigets slut ökade efterfrågan på industrivirke. Skogsindustrin kunde möta detta behov dels genom att motorsågen höjde produktiviteten, dels genom att transportererna av det fällda virket omdirigerades från vatten- till landtransport. Detta var möjligt eftersom utbyggnaden av skogsbilvägar hade startat och då lastbilarnas lastkapacitet hade ökat.⁴²

I takt med att skogsbruket mekaniserades har det från och med 1970-talet blivit allt färre motorsågar och allt fler skogsmaskiner på avverkningsplatserna. Att skogsmaskinerna idag är det vanligaste avverkningsättet tvingas vi acceptera vare sig vi vill eller inte. I dagens samhälle går utvecklingen mot en allt hårdare rationalisering, inte minst inom skogsbranschen. Det höga löneläget är en faktor som påskyndar utvecklingen att så långt det är möjligt ersätta människor med maskiner.

Sveriges virkesförråd har ökat stadigt sedan 1920-talet tack vare bättre biologisk skogsskötsel. År 1925 beräknades Sveriges virkesförråd vara 1,7 miljarder kubikmeter skog, medan det år 1975 beräknades finnas 2,5 miljarder kubikmeter skog. En nackdel med ett hårt ekonomiskt styrt skogsbruk är att skogen blir mindre omväxlande. Stora enhetliga bestånd av tall och gran blir ofta artfattiga på både djur och växter, och de upplevs av många människor som tråkiga.

6.4 Socialt

Hur har då livet förändrats för skogsarbetaren då motorsågen introducerades på avverkningsplatserna? Kanske är det bäst att först försöka skaffa sig en bild av hur skogsnäringen såg ut och fungerade omkring år 1920 innan motorsågen blev tillgänglig på den svenska marknaden.⁴³ Att arbeta i skogen betydde inte nödvändigtvis att man fällde, kapade och kvistade. Förutom huggare fanns det flera andra sysslor. "Brosslarna" drog

ihop virket till högar vid släpvägarna.⁴⁴ Körarna drog fram virket till den så kallade basvägen och körde det därefter vidare till flottleden. Det var körarna som lejde huggarna antingen med kontrakt eller daglön. Slutligen var det väglagarna som röjde för transportvägarna och basvägarna samt svarade för deras underhåll. Antalsmässigt utgjorde huggarna drygt 50%, körarna 33% och de övriga arbetarkategorierna ungefär 17% av arbetsstyrkan i skogen.

Skogsarbetet var en säsongssyssla som bedrevs på vintern då det gick att transportera virket med slädar. Detta passade ofta de många bönder som under vintern hade möjlighet att för en tid lämna arbetet på gården. Skogsnäringen i Norrland sysselsatte vintertid i princip hela den vuxna manliga befolkningen på landsbygden.

Arbetslösheten på 1930-talet kom att ersättas av en brist på arbetskraft under andra världskriget då en stor del av den manliga befolkningen blev inkallad.⁴⁵ Tvåmansmotorsågarna var därför välkomna av såväl huggarna som skogsbolagen. Stora Kopparbergs Bergslags AB, som införde tvåmansmotorsågar år 1936, avlönade motorsågsförarna med daglön. De vanliga huggarna som använde yxa och såg fick ett procentavdrag på sin lön för att Skogsbolaget fällde de grövre träden i deras ställe, procentsatsen kunde röra sig omkring 10%.⁴⁶ Detta var något som uppfattades positivt av huggarna. De slapp fälla den grova skogen som annars var minst lönsam och tyngst att avverka.

Även efter krigets slut var det svårt att rekrytera arbetskraft till skogsbruket. Arbetsmarknadsstyrelsen genomförde en utredning i mitten på 1950-talet (SOU 1956:36) för att komma till rätta med svårigheterna att rekrytera folk till skogsnäringen.⁴⁷ Utredningen konstaterade att det i första hand kom an på skogsbolagen att vidtaga erforderliga åtgärder för att lösa problemen. Detta, menade utredningen, var inget som statsmakten kunde eller borde lägga sig i. Framförallt gällde det att ge de anställda arbets- och

anställningsvillkor som kunde jämföras med den övriga arbetsmarknaden. Här kom enmansmotorsågen att få en betydelse under senare hälften av 1950-talet. Skogsarbetarens status höjdes nämligen då de fick arbeta med modern teknik, samtidigt som arbetet inte längre var lika tungt fysiskt.

Först under senare delen av 1950-talet kom motorsågen att bli en vanlig företeelse ute på avverkningsplatserna. En anledning var, som tidigare sagts, att de konstruktioner som funnits tidigare fungerade dåligt vid de svåra förhållanden som råder i skogen. De skogsarbetare som före år 1955 köpte sig en motorsåg gjorde nästan alltid en dålig affär.⁴⁸ Det var bara vid fällning av grovt timmer och hårda träslag som det kunde löna sig att arbeta med enmansmotorsåg.

Krav på bättre utbildad arbetskraft restes omkring år 1963. Mekaniseringen inom skogsbruket hade då tagit fart, och skogsindustrin ville försäkra sig om en väl utbildad yrkeskår som skulle kunna följa upp den påbörjade mekaniseringen. Det var fortfarande ont om arbetskraft och det gjordes ansträngningar för att förbättra anställningsvillkoren och arbetsförhållandena för skogsarbetarna. Året-runt-anställning började tillämpas.⁴⁹

År 1964 publicerade tidskriften Skogen följande fakta om en genomsnittlig skogsarbetare.⁵⁰ Genomsnittsåldern var 43 år, 70% av skogsarbetarna var gifta, de flesta bodde i lägenhet, och nästan hälften ägde bil. Lönen var ungefär 63 kr/dag brutto inklusive ackord och tillägg. En skogsarbetare hade vid denna tidpunkt fyra veckors semester enligt den lag som infördes 1963. Med andra ord var skogsarbetaren ganska välbeställd vid denna tidpunkt. Det var inte längre en yrkesgrupp som låg långt från andra i fråga om status och sociala förmåner. Det hade blivit att yrke som andra.

De skogsarbetare som köpte enmansmotorsågar före 1955 gjorde som nämnts tidigare ofta en dålig affär. Men dessa personer var viktiga som kunskapsbärare. De informerade kontinuerligt sina kollegor om motorsågarnas prestanda och på så vis avråddes många skogsarbetare från

att köpa sig en motorsåg under en tid då den fortfarande var bristfällig i sin konstruktion.

6.5 Säkerhet

Före år 1948, då det endast existerade tvåmansmotorsågar fanns det få eller inga skyddsanordningar för arbete med motorsåg. Det var först då enmansmotorsågen etablerades och spreds på marknaden som utvecklingen av säkerhetsdetaljer kom igång på allvar, dvs. efter år 1955.

Den första förbättringen ur säkerhetssynpunkt var att centrifugalkopplingen ersatte lamellkopplingen. Detta gjorde sågningen enklare tack vare färre arbetmoment samt ökade säkerheten eftersom sågkedjan bara roterade vid gaspådrag, dvs. vid sågning. Nästa stora händelse var då kastskydden utvecklades i slutet på 1960-talet.

Arbetarskyddsstyrelsen publicerade en uppmaning i ett meddelande år 1971 om att motorsågsarbetet kunde göras säkrare genom att införa ett fempunktsprogram: (1) en hållbarare kedja som minskade kastrisken, (2) kastskydd på alla sågar, (3) automatisk broms på kedjan, (4) avvibrering av handtagen samt (5) ett rymligt bakre handtag som skyddade högra handen vid kedjebrott.⁵¹ Anledningen till meddelandet var det ökade antalet motorsågsolyckor under 1960-talet. Samma år som meddelandet började gälla minskade antalet olyckor (Fig 13). Vad detta berodde på kan diskuteras, men någon positiv verkan tycks meddelandet ha haft på olycksutvecklingen. Vid denna tidpunkt hade utvecklingen mot bl.a. kastskydd och andra säkerhetsanordningar redan blivit ett konkurrensmedel.

Efter att ha ökat fram till slutet av 1960-talet har antalet olyckor minskat under de senaste åren (Fig 14). Av de kroppsdelar som skadas är det främst hand- och benskador som dominerar. År 1980 utgjorde ben-, fot-, hand- och armskador hela 60% av alla skador.⁵² Att antalet olyckor på senare år har

Motorsågsolyckor

<u>År</u>	<u>Antal</u>	<u>%-andel i huggningsarbete</u>
1966	1583	
1967	3088	40
1968	2620	41
1969	2616	42
1970	2771	40
1971	2608	41
1972	1722	39
1973	1408	34
1974	1287	33
1975	1291	33
1976	741	25
1977	477	20
1978	482	19
1979	367	16
1980	369	17

Fig 13. Antalet motorsågsolyckor mellan år 1966-1980. (Folstad 1982, 69)

minskat kan ha sin förklaring i att det har blivit färre motorsågar p.g.a. att skogsmaskinerna ersatt motorsågarna. Det är som tidigare nämnts bara 20-30% av dagens avverkning som sker med motorsåg.

De skyddsanordningar som finns att tillgå idag vid sågning med motorsåg är kastskydd, hjälm, nätvisir för att skydda ansikte och ögon mot kringflygande flisor, hörselskydd, handskar, skyddsbyxor med benskydd, skor eller stövlar med stålhätta samt motorsågshandtag med avvibrering. Motorsågar med katalytisk avgasrening är under utveckling, men ännu finns inga tillgängliga på marknaden. Även ett par typer av avgasbortledningssystem har tagits fram de senaste åren och de fungerar så att ett rör från motorsågens avgasrör leder bort avgaserna från motorsågförarens omedelbara närhet.

Yrkesverksamma skogsarbetare använder alla tillgängliga skydd, men vid icke-professionell avverkning slarvas det ofta med skyddsutrustning och säkerhetsåtgärder. Bönder och andra enskilda skogsägare som utför avverkning arbetar som regel ensamma. Det är också här som de flesta

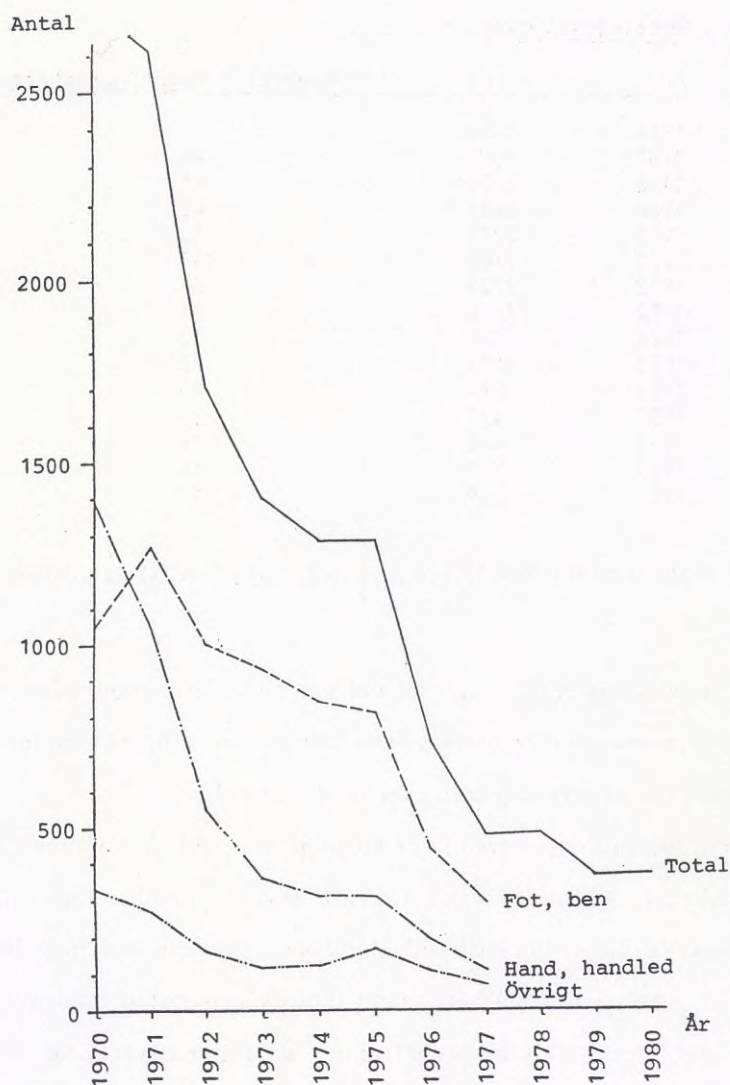


Fig 14. Antalet arbetsskador orsakade av motorkedjesåg fördelade på skadad kroppsdel. (Folstad 1982, 75)

olyckor sker.⁵³ Av det tiotal dödsolyckor som varje år inträffar inom skogsbruket i Sverige sker huvuddelen just hos själverksammas skogsägare. Antalet dödsolyckor som kan sägas vara direkt orsakade av motorsågar är litet, i genomsnitt en eller ett par per år.⁵⁴

Beträffande vibrationer hos motorsågar konstaterade Arbetsfysiologiska Institutet i en rapport år 1968 att skogsarbetare hade stora problem från motorsågning: hela 48% av huggarna hade fingerbesvär.⁵⁵ De s.k. "vita fingrar" som uppstår då blodcirkulationen i och under huden störs yttrar sig som blekhet och nedsatt känsel i fingrarna.⁵⁶ Detta förhållande orsakade en skärpning av tillåten vibration vid arbete med motorsåg år 1971. I början av 1980-talet gjordes en motsvarande undersökning vid Skogshälsan i Västerbotten som visade att endast 9% av skogsarbetarna nu besvärades av "vita fingrar" orsakade av motorsågsarbete.

Olyckor i samband med motorsågning har inträffat då motorsågsförare som använt hörselskydd inte har hört varningsrop eller ljudet från fallande träd.⁵⁷ Detta är förutom bullerproblemet i sig ytterligare en anledning till att utvecklingen mot tystare motorsågar fortsätter.

Det går inte att komma ifrån att motorsågen är ett farligt arbetsverktyg. Kanske skulle det vara motiverat med ett "motorsågskort" som skulle berättiga till inköp och användande av motorsågar? På så vis kunde alla motorsågsförare åtminstone en gång få en ordentlig genomgång av de viktiga skyddsåtgärder som kan vidtagas i samband med motorsågning. Naturligtvis skulle en sådan verksamhet kosta en hel del, och vem skulle finansiera verksamheten? Genom en engångsavgift och genom bidrag från skogsbranschen, motorsågstillverkarna och staten skulle det kanske dock inte vara omöjligt.

7. Slutsatser

Motorsågen är ett arbetsverktyg som började utvecklas i mitten av 1800-talet. Bristen på en lämplig motor var det främsta skälet till att en motorsåg som fungerade praktiskt ute på arbetsplatserna inte kom ut på marknaden förrän år 1925.

Själva motorsågen kom dock inte att spela den roll som man lätt tror att den skulle ha gjort. Det är visserligen ett enormt steg från yxa och såg till

motorsåg, och visst skedde en stor ökning av produktiviteten: en ökning i Sverige från 1,4 till 6,3 skogskubikmeter per dagsverke mellan år 1950 och mitten av 1960-talet. Det som komplicerar bilden är att inte enbart motorsågen tillfördes skogsindustrin utan att även traktorer och andra motordrivna fordon började användas vid samma tid. Avverkning kom därför också, till skillnad mot tidigare, att utföras under såväl sommar som vinter. I mitten av 1970-talet introducerades också de produktiva avverkningsmaskiner som lett till att skogsbruket idag är högmekaniserat.

Det är meningslöst att ange precisa årtal för händelser som inte är absoluta, men under åren 1960-67 var motorsågning det dominerande avverknings-sättet. Motorsågen var då relativt billig och samtidigt klart överlägsen yxa och såg.

Det bör också beaktas att även vid dagens avverkning, som bara till 20-30% utförs med motorsåg, är principen fortfarande densamma: att bringa en ändlös kedja att rotera runt ett svärd som antingen sitter på en motorsåg eller på en avverkningsmaskin. I linje med detta resonemang är motorsågen en mycket viktig händelse i skogsbrukets historia, men om enbart motorsågen studeras isolerad har den inte alls samma betydelse.

Det mekaniserade skogsbruket medförde att produktiviteten ökade från 1950-talet. Samtidigt som mekaniseringsgraden ökade blev allt färre personer sysselsatta i skogsbruket. Även här var det alltså så att motorsågen inte var en isolerad händelse. Motorsågen medförde en stor förbättring av arbetsmiljön för huggarna. När väl fungerande motorsågar fanns att tillgå var det en avsevärd förbättring. Men medaljen hade även en baksida: nya typer av olyckor och skador kom att uppstå på grund av motorsågarna som hörselskador, skador orsakade av inandandet av avgaser, skador orsakade av kast m.m. Den moderna utvecklingen har, inte minst som konkurrensmedel, framförallt varit inriktad på förbättringar av säkerhet och arbetsmiljö.

Noter

- 1 Alain de Crécy, "Historique de la scie à moteur", Scies à moteur (1972), nr 1, 5.
- 2 Erik Geete, "Hamiltons maskin för fällning och sönderdelning av träd", Skogen 5 (1918), 305-307.
- 3 Rolf Lobberg, Geschichte der Waldarbeit (Stuttgart, 1976), 60.
- 4 Ibid., 59.
- 5 Bengt Ilon, "Från stenyxa till Husqvarna motorsåg", i: Fällt och aktuellt med Husqvarna motorsåg i skogen, Meddelande från Husqvarna M 95156-1, 7-61, (Jönköping, u.å.), 5.
- 6 Gustaf Lundberg, "Trädfällningsmaskinen Sector", Skogen 3 (1916), 323-325.
- 7 Telefonintervju med Oscar Andersson, Mora 1990 (fd. försökstekniker vid skogshögskolan). Andersson var tidigare platschef vid Siljansfors försökspark och skogarbetare under ungdomsåren.
- 8 Lobberg 1976, 70.
- 9 Gustaf Lundberg, "Motorsågen Gerber", Skogen 6 (1919), 281.
- 10 Ibid., 279.
- 11 Ilon, 6.
- 12 Bo Lidberg & Åke Burénus, Motorsågning (Stockholm, 1961), 6.
- 13 Lobberg 1976, 73.
- 14 Lidberg & Burénus 1961, 8.
- 15 Oscar Andersson, "Skogen blir industriråvara", i: Dalaskogen (Falun, 1977), 95.
- 16 Jonny Hjelm, Arbetsmanuskript till kommande avhandling vid Historiska institutionen, Umeå universitet. I fortsättningen kallat "Hjelm manus".
- 17 Hjelm manus.
- 18 Lidberg & Burénus 1961, 8.
- 19 Ivar Samset, "Fra tungt kroppsarbeid til mekaniserte skogsdrifter", i: Årbok for Norsk Skogbruksmuseum 11 (1985-1986), 98.
- 20 Telefonintervju med Richard Chamley, Chief Engineer vid Wallbro Co., Michigan, USA, 1990.
- 21 Hjelm manus.
- 22 Lidberg & Burénus 1961, 71.
- 23 Telefonintervju med jägmästare Jostein Folstad, Tärnsjö 1990. Tidigare anställd på Arbetskyddsstyrelsen.
- 24 Arbetskyddsstyrelsen, Meddelanden 71:1, Motorkedjesåg, (Stockholm, 1971).
- 25 Andersson 1977, 97.
- 26 Lidberg & Burénus 1961, 8.
- 27 Kenneth Fransson, "Världens största säkerhetstest", Skogs-Land specialbilaga till tidningen Land (1989), nr 5, 18-21.
- 28 Sigvard Strandh, Maskinen genom tiderna (Stockholm, 1979), 139.
- 29 Jan Hult, "Bondeland blir industriland: 1870-1914", i: Sven Rydberg, ed., Svensk teknikhistoria (Hedemora, 1989), 242.
- 30 Telefonintervju med professor Per Forsberg, Institutionen för träteknologi, KTH, Stockholm 1990.

- 31 De svenska patenten nr: 45324 (1917), 46858 (1918), 46862 (1919), 47008 (1918), 53769 (1921) handlar alla om motorsågskedjor.
- 32 "Provade motorsågar", Skogen 44 (1957), 152.
- 33 Fransson 1989, 18-21.
- 34 Jonny Hjelm, "The Diffusion of Chain Saw in Swedish Forestry", International Conference on Diffusion of Technologies and Social Behaviour, Conference Center Laxenburg, Austria, 14-16 June 1989, 6.
- 35 Andersson 1977, 97.
- 36 Petro, "Motorsågen: förtjänt av ökad uppmärksamhet", Skogen 30 (1943), 232-233.
- 37 S. Å. L., "Lättare motorsågar: Fyra intressanta nykomlingar", Skogsägaren 2 (1955), 42-43.
- 38 Sven Embertsén, Virkesdrivning inom kramfördelen av SCA 1911-1965 (Sundsvall, 1976), 49.
- 39 Ibid., 51.
- 40 Telefonintervju med skogsmästare Rune Gårdh, Skogsägarna Stockholm, Stockholm 1990.
- 41 Claes Sturm, "Motorsågen färdig för museum", Dagens Nyheter 27 februari 1985, 18.
- 42 Walter Carlevi, "Landtransporter", i: Skogsbruk i omvandling (Karlstad, 1981), 96.
- 43 Gösta Mellström, "Skogsarbetarnas levnads- och arbetsförhållanden", Skogen 4 (1917), 98.
- 44 Telefonintervju med Rune Gårdh, 1990.
- 45 "Skogsbrukets arbetskraftsbehov: Vedförsörjningen ur arbetsmarknadssynpunkt", Skogen 28 (1941), 123-125.
- 46 Telefonintervju med Oscar Andersson, 1990.
- 47 "Skogsbrukets arbetsmarknad", Skogen 43 (1956), 653.
- 48 Hjelm manus.
- 49 "Skogens arbetskraft", Skogen 50 (1963), 25.
- 50 "Skogsarbetarnas löneäge 1963", Skogen 51 (1964), 308.
- 51 Arbetskyddsstyrelsen. Meddelanden 71:1, Motorkedjesåg (Stockholm, 1971).
- 52 Jostein A. Folstad, Skogsbrukets arbetsmiljöförhållanden - en översikt av arbetsskador etc under de senaste 50 åren (Stockholm, 1982), 66.
- 53 Ibid., 34.
- 54 Telefonintervju med jägmästare Eddie Plevin, Arbetskyddsstyrelsen, Stockholm 1990.
- 55 Folstad 1982, 87.
- 56 Arbetskyddsstyrelsens författningssamling AFS 1986:7: Vibrationer från handhållna maskiner (Stockholm, 1986), 4.

Käll- och litteraturförteckning

Andersson, Oscar, "Skogen blir industriråvara", i: Dalaskogen (Falun, 1977), 89-164.

Arbetskyddsstyrelsen, Meddelanden 71:1, Motorkedjesåg, (Stockholm, 1971).

Arbetskyddsstyrelsens författningssamling AFS 1986:7, Vibrationer från handhållna maskiner (Stockholm, 1986).

Carlevi, Walter, "Landtransporter", i: Skogsbruk i omvandling (Karlstad, 1981), 89-99.

Crécy, Alain de, "Historique de la scie à moteur", Scies à moteur (1972), nr 1, 5-12.

Embetsén, Sven, Virkesdrivningen inom kramforsdelen av SCA 1911-1965 (Sundsvall, 1976).

Folstad, Jostein A., Skogsbrukets arbetsmiljöförhållanden - en översikt av arbetsskador etc under de senaste 50 åren (Stockholm, 1982).

Fransson, Kenneth, "Världens största säkerhetstest", Skogs-Land specialbilaga till tidningen Land (1989), nr 5, 18-21.

Geete, Erik, "Hamiltons maskin för fällning och sönderdelning av träd", Skogen 5 (1918), 305-307.

Hjelm, Jonny, Arbetsmanuskript till kommande avhandling, Historiska institutionen Umeå universitet, 1990.

Hjelm, Jonny, "The Diffusion of Chain Saw in Swedish Forestry", International Conference on Diffusion of Technologies and Social Behaviour, Conference Center Laxenburg, Austria, 14-16 June 1989.

Hult, Jan, "Bondeland blir industriland: 1870-1914", i: Rydberg, Sven, ed., Svensk teknikhistoria (Hedemora, 1989), 186-339.

Ilon, Bengt, "Från stenyxa till Husqvarna motorsåg", i: Fällt och aktuellt med Husqvarna motorsåg i skogen, Meddelande från Husqvarna M 95156-1, 7-61, (Jönköping, u.å.), 4-7.

- Lidberg, Bo & Burénus, Åke, Motorsågning (Stockholm, 1961).
- Lobberg, Rolf, Geschichte der Waldarbeit (Stuttgart, 1976).
- Lundberg, Gustaf, "Trädfällningsmaskinen Sector", Skogen 3 (1916), 323-325.
- Lundberg, Gustaf, "Motorsågen Gerber", Skogen 6 (1919), 276-281.
- Mellström, Gösta, "Skogsarbetarnas levnads- och arbetsförhållanden", Skogen 4 (1917), 95-101.
- Petro, "Motorsågen: förtjänt av ökad uppmärksamhet", Skogen 30 (1943), 232-233.
- "Provade motorsågar", Skogen 44 (1957), 152.
- Samset, Ivar, "Fra tungt kroppsarbeid til mekaniserte skogsdrifter", i: Årbok for Norsk Skogbruksmuseum 11 (1985-1986), 95-112.
- "Skogens arbeidskraft", Skogen 50 (1963), 25.
- "Skogsarbetarnas löneläge 1963", Skogen 51 (1964), 308.
- "Skogsbrukets arbeidskraftbehov: Vedförsörjningen ur arbetsmarknads-synpunkt", Skogen 28 (1941), 123.
- "Skogsbrukets arbetsmarknad", Skogen 43 (1956), 653.
- Strandh, Sigvard, Maskinen genom tiderna (Stockholm, 1979).
- Sturm, Claes, "Motorsågen färdig för museum", Dagens Nyheter 27 februari 1985, 18.
- S. Å. L., "Lättare motorsågar: Fyra intressanta nykomlingar", Skogsägaren 2 (1955), 42-43.
- Vevstad, Andreas, "Motorsaga - fra tømmerfellingsmaskin til håndredskap", i: Årbok for Norsk Skogbruksmuseum 9 (1978 - 1981), 9-124.
- Wirén, Erik, Allemans skog, slutrapport för projektet: Samhället och skogen (Stockholm, 1985).

Jan Glete

Örlogsflottorna som stora tekniska system. Några långa perspektiv

Inledning

De europeiska örlogsflottorna kan göra anspråk på att vara de äldsta stora tekniska system vi har, åtminstone om vi därmed avser att de varit både stora och tekniska under mycket lång tid. Flottorna och de statliga örlogsvarven var redan under 1600-talet allmänt ansedda som sin tids största tekniskt betonade organisationer och även om de senare överträffats av de största industriföretagen och under 1900-talet fått flygvapnen som en jämförbar storhet som militärteknologiska etablissemang så är de fortfarande stora.

Under segelfartygsepoken var de permanenta flottorna väsentligen *fartygs- och artilleriägande organisationer*. Det var byggande och underhåll av fartyg (och artilleri) som svarade för merparten av de permanenta kostnaderna; det var för att bygga, underhålla och säkert förvara fartygen och deras utrustning som örlogsvarven byggdes upp med förråd, dyrbara torrdockor, mastkranar m m och det var kring fartygens förbättring som mycket av diskussionen inom flottorna fördes. Den militära verksamheten med sjöexpeditioner, storskalig manskapsrekrytering, proviantanskaffning m m, förekom i huvudsak endast i krig. Under fredstid låg de flesta fartygen upplagda och endast en kärna av officerare, underofficerare samt tekniker och varvpersonal var fast anställda (1). Det finns därför anledning att betona att de permanenta örlogsflottorna främst var tekniska system, detta till skillnad från de stående arméerna som var personalorganisationer vilka använde viss teknisk materiel.

Den utdragna formeringsprocessen. Två "militära revolutioner"

De permanenta örlogsflottorna hade sin formeringstid under 1500- och 1600-talen med en särskilt snabb utveckling mot storskalighet, permanens

och byråkratiska beslutsformer under några årtionden från 1650 och framåt. Det tekniska underlaget för permanenta örlogsflottor var egentligen de krav som artilleriet och det specialiserade artilleribärande örlogsfartyget ställde. Dessa krav var emellertid ganska uppenbara redan under tidigt 1500-tal och det finns en anmärkningsvärd fördröjning mellan detta teknologiska genombrott och etableringen av örlogsflottorna som verkligt storskaliga system. Detta är mindre tydligt i Norden där flottorna nådde betydande storlek redan på 1500-talet, men i Väst- och Sydeuropa var de permanenta seglande örlogsflottorna små i förhållande till ländernas storlek. Västeuropas största land, Frankrike, saknade periodvis helt statlig flotta. I Medelhavsområdet fanns Venedigs galärflotta och arsenal som en tidig föregångare med rötter långt bakåt i medeltiden. Betydande permanenta galärflottor upprättades också av andra medelhavsstater under 1500-talet men deras karaktär av teknologiska system var mindre tydlig än segelflottorna i Väst- och Nordeuropa. För att förenkla framställningen något lämnar vi dem därför därefter i denna korta text.

Den långa fördröjningen mellan det teknologiska genombrottet för artilleri och det organisatoriska genombrottet för storskaliga flottor har knappast tillfredsställande förklarats i litteraturen. Den problemorienterade forskningen om flottor som organisationer är inte överväldigande till omfattning och resultat och i breda synteser om militära organisationer står flottorna i allmänhet i skymundan för armébetonade studier. Jag har i en tv-öpublicerad undersökning föreslagit att det av Michael Roberts lanserade begreppet "den militära revolutionen" borde delas upp i två: en "eldvapenrevolution" och en "byråkratisk revolution". Den förstnämnda inträffade ungefär 1450-1550 (artilleri, bastionfästningar, specialiserade krigsfartyg för artilleri), den andra under 1600-talet (stora, permanenta och byråkratiskt organiserade armer och flottor). Båda omvälvningarna var synnerligen betydelsefulla och delvis sammanhängande men den andra var inte en nödvändig följd av den första. Det ottomanska imperiet är det tydligaste exemplet - det genomgick den första revolutionen tidigt men den andra omvandlingen fördröjes så länge att den nästan sammanföll med 1800-talets omvälvningar (och imperiet upplöstes). Polen är också ett exempel på ett stort land som inte kunde genomföra den byråkratiska revolutionen av sin krigsmakt medan Ryssland är det kanske tydligaste exemplet på att denna

revolution verkligen *hade* skapat en särpräglad europeisk organisationsmodell som kunde flyttas över till ett land med helt andra förutsättningar än de länder där den växt fram. Den ryska örlogsflottan kunde på några årtionden i början på 1700-talet byggas upp från ingenting genom intensiv imitation av västeuropeiska flottor.

I den mån förklaringar finns i litteraturen till det långa tidsavståndet mellan artilleriets införande i sjökriget och de stora byråkratiska flottornas framväxt så är de i huvudsak politiska och tekniska. Den politiska förklaringen är att staterna var för svaga för att finansiera stora permanenta flottor och krigsrustningarna kom därför att till stor del bestå av tillfälligt inhyrda handelsfartyg och tillfälligt anställd personal (även i befälsställning). Strategi och krigsmål fick anpassas efter dessa förutsättningar. Den teknologiska förklaringen lägger stor vikt vid förbättringar i fartygskonstruktion som inträffade under 1600-talets första hälft - inte sällan i naiv form där ett fåtal fartyg betecknas som "prototyper" för linjeskeppet. Däremot har litteraturen knappast alls uppmärksammat att det under 1600-talets senare del försiggick ett genombrott för tungt artilleri av gjutjärn vilket var väsentligt billigare än brons som tidigare dominerat i tyngre kalibrar. I litteraturen brukar genombrottet dateras till 1500-talets mitt men de gjutjärnskanoner som då började tillverkas var av mindre typer och ganska ofullkomliga jämfört med vad som åstadkoms under 1600-talet.

Av skäl som det skulle gå för långt att ta upp här vill jag i huvudsak avvisa dessa *teknologiska* förklaringar (av vilka den sistnämnda som sagt inte ens är formulerad av någon annan än mig själv, detta för att kunna avvisa den). Utvecklingen på artillerisidan ser jag som väsentligen efterfrågestyrd - de snabbt växande flottorna med stora linjeskepp behövde mängder av tunga kanoner och detta stimulerade till förbättringar av gjutjärnstekniken. Omvandlingen av fartygens konstruktion är ett mycket mer intrikat kapitel till vilket vi strax ska återkomma men i huvudsak måste den avisas som förklaring till att flottorna plötsligt blev mycket större efter 1650. Det fanns redan på 1500-talet möjlighet att bygga stora och effektiva krigsfartyg och hade en kontinuerlig efterfrågan på sådana funnits från stora flottor finns det skäl att anta att kunskapen om att bygga dem utvecklats än snabbare.

Den *politiska* förklaringen är däremot väl underbyggd. Stora permanenta organisationer av den typ som örlogsflottorna blev från 1600-talets senare del kräver en effektiv politisk intresseaggregation som grund. Det måste finnas en bred uppslutning bakom dem för att de ska kunna finansieras vilket i sin tur måste bygga på att starka politiska krafter inom en stat anser att en statlig örlogsflotta är väsentlig som skyddsfaktor och politiskt maktinstrument. Utvecklingen av sådana flottor var en del av *statsuppbyggnadsprocessen* i Europa och en viktig orsak till att örlogsflottorna växte snabbt i Västeuropa från 1650 var inrikespolitiska förändringar - breddad intresseaggregation bakom flottrustningar - i England och Frankrike. Den nederländska flottan växte som en följd av utmaningen från de två övriga staterna.

Marknad och hierarki i konkurrens

Den tidigmoderna europeiska staten kännetecknades i allmänhet inte av någon sådan bred intresseaggregation bakom permanenta krigsmakter. Delvis kan detta ses som en rent institutionell tröghet, ett fasthållande vid medeltidens feodala ryttaruppbåd, militiebetonade infanteriförband, stadsmurar som skydd för koncentrerat välstånd och tillfälligt uppbådade handelsfartyg som flottor. I litteraturen om flottorna tenderar denna tröghet att dominera som förklaring - studier om landkrigföring är mer nyanserade. Perioden 1500-1650 var knappast främst ett skede av kvardröjande feodala organisationsformer i kamp med embryonala "moderna" statliga krigsmakter. Det var till stor del ett skede när *marknaden* arbetade på minst jämställd fot med den byråkratiska *hierarkin* när det gällde att organisera krigsmakter till lands och till sjöss. Det är ganska välkänt när det gäller arméerna Italienska kondottiärméer, schweiziska yrkeskrigare och de tyska legoknektshärarna är välkända. Jämfört med senare tiders krigsmakter utmärktes detta skede av att den statliga organisationen var embryonal och att militära tjänster (inte enbart krigsmateriel) vid uppkommande behov köptes på en marknad, ofta från utländska företagare. Sverige var här ett intressant undantag där staten själv tidigt kom att engagera sig i detaljadministrationen av en permanent krigsmakt. Det är mindre känt att likartad privat verksamhet förekom till sjöss. I Medelhavet var galärflottorna ofta kontrakterade på öppna marknaden på ett sätt som mycket liknar de samtida arméerna. Kontrakten stadgade normalt att ett

visst antal galärer med manskap skulle hållas i tjänst under ett visst antal år och staternas engagemang begränsades ofta till att tillhandahålla straff- eller krigsfångar som roddare.

Inom roddflottorna var det tekniska inslaget mindre framträdande än i segelflottorna och kapitalinsatsen i själva fartygen var drastiskt mindre i proportion till bemanningen. Att organisera segelfartygskrigföring på marknadens villkor var en väsentligt svårare uppgift. Segelflottor var investeringstunga och krävde mer av infrastruktur än arméer och roddflottor och detta tenderade att försvåra marknadsmässiga lösningar. Trots det genomfördes de i betydande skala. Det fanns ett stort inslag av marknad i de flesta europeiska segelflottorna fram till 1600-talets mitt. Vad mera är, sjökrigföring enligt marknadsprinciper tycktes under 1600-talets första hälft öka i betydelse jämfört med hierarkiskt organiserad verksamhet. Det var fråga om två olika principer där den enas dominans och slutliga seger var långt ifrån självklar.

Tendenserna finns i olika grad i många länder. Renodlade exempel på marknadskrigföring är privat organiserat kaperi samt de storkapitalistiska satsningar på handelskompanier vilka bedrev regelrätta krig (de nederländska och engelska ostindiska kompanierna samt det nederländska västindiska kompaniet). Särskilt de två nederländska kompanierna hade stora krigsflottor vilka av staten oktrojerats att på marknadens villkor föra krig utanför Europa. Den statliga nederländska örlogsflottan var väsentligen en konvojflotta för europeiska farvatten som nära samarbetade med handelsintressena. Dessa finansierade dessutom egna konvojflottor genom något som starkt liknar försäkringsverksamhet med aktivt skydd. I Nederländerna och England uppstod även en betydande marknad för privatägda krigsfartyg: fartyg som kunde tjänstgöra som kapare, delta i konsortiebildningar med sikte på "trade and plunder" utanför Europa, hyras ut till någon stat (den egna eller någon annan, t ex Sverige, Danmark, Portugal, Venedig eller Frankrike) eller gå som beväpnade lastfartyg i osäkra farvatten, t ex Medelhavet eller Västindien. Den spanska flottan bestod till avsevärd del av långtidschartrade privata krigsfartyg, främst från medelhavshamnar (i synnerhet Ragusa, en stad som tillhörde det Ottomanska imperiet!). Privata investeringar i våldsmedel till sjöss (krigsfartyg och artilleri) hade en stor och sannolikt lönsam marknad.

Det är värt att starkt uppmärksamma att den tekniska dynamiken inom segelfartygsflottorna under perioden från ca 1570 till 1600-talets mitt *var koncentrerad till den region där inslaget av marknad var som störst*, d v s till Nederländerna (även de spanskkontrollerade södra Nederländerna), England samt Frankrikes Atlantkust. Det var här framstegen inom segelfartygstekniken gick som snabbast och denna kompetens fanns i hög grad på marknadssidan. Kompetensen fanns hos de privata investerarna, hos skeppsbyggmästare som arbetade kommersiellt och på en internationell marknad samt hos kanontillverkare som i hög grad blev internationella företagare. Det mesta av tekniköverföringen skedde i den formen att yrkesskickliga mästare med mindre arbetargrupper flyttade från kärnländerna till periferin men därutöver fanns internationella storföretagare av vilka konsortiet de Geer/Trip var det ledande (inte enbart från svensk horisont) (2).

Det är uppenbart att fartygstekniken i denna del av världen började överflygla den sydeuropeiska och lika tydligt är att den fick ett övertag gentemot östersjöområdet. Skillnaden mellan dessa områden är att de nordiska länderna snabbt utnyttjade möjligheten att på marknaden köpa den nya tekniken (rekrytering av engelska och nederländska skeppsbyggmästare från ca 1600 och framåt) medan medelhavsstaterna länge vägrade att ta till sig det nya. Ett annat klart belegg för den potential som fanns på den privata sidan är att Frankrike på 1620-talet med i huvudsak inhemska resurser lyckades bygga upp en örlogsflotta från ingenting till en styrka som var jämförbar med den engelska. Detta hade varit omöjligt om det inte längs den franska atlantkusten funnits skeppsbyggnadstekniska och sjömilitära kunskaper som arbetat på marknadsbas.

Hierarkins plötsliga seger. De statliga linjeflottornas dominans

Drivkrafterna bakom denna marknadsdominerade utveckling var i mycket de ekonomiska möjligheter till icke-monopoliserad våldsanvändning utanför och inom Europa som tidens omvälvningar skapade men även staternas ökade behov av våldsmedel och skydd stimulerade omvandlingen (en mycket mångfacetterad utveckling som här inte ens kan antydast). Fram till omkring 1650 kunde det tyckas som om marknadens betydelse för krig till sjöss skulle bli betydande i framtiden. Men de följande

årtiondena såg i stället våldsmedlens monopolisering, utfasning av privatägda örlogsfartyg, storskaligt organiserad statlig krigsfartygsproduktion och en växande avskärmning av de nya statliga örlogsflottorna från marknadslösningar av administrativa och tekniska problem. Den privata sektorn kvarstod som leverantör av timmer, segelduk, artilleri och andra produkter som kunde framställas i kontraktsbundna och relativt lättkontrollerade former. Men staten övertog själv de centrala delarna av krigsfartygstekniken: förmågan att *utveckla* sjömilitär teknik som en integrerad del av de nya stora linjeflottorna och deras alltmer fasta sjömilitära doktrin: linjetaktik och slagflottestrategi.

Drivkrafterna bakom flottornas ökade styrka var främst politiska förändringar men dessa hade i sig inte behövt innebära hierarkins seger på marknadens bekostnad. Från ekonomisk teori kan vi hämta en rimlig hypotetisk förklaring i att transaktionskostnaderna blev (eller ansågs bli) lägre om staterna själv gick in som administratörer av de nya storskaliga systemen. Mycket var att vinna på standardisering och kanske än mer på effektiv kontroll av att staten fick just det den ville ha när den betalade för en vara eller tjänst. Allt tyder på att uppbyggnaden av sjömilitära hierarkier utanför marknadens direkta kontroll var en del av staternas ambitioner att direkt kunna kontrollera den verksamhet de betalade för. I marknadslösningarna hade hela tiden legat inbyggd en konflikt mellan möjligheten att effektivt kunna kontrollera vad man fick för pengarna och de privata entreprenörernas krav på dels vinst, dels ett bevarande av yrkeskompetensen som en privat egendom.

Att föra krig enligt kontrakt rymmer intrikata kontraktsteoretiska problem men även för framtagning av sjömilitär hårdvara (skepp och artilleri) fanns transaktionskostnadsproblem. I marknadsorienterade system tenderar erfarenheterna av teknik att samlas hos entreprenörerna, inte hos staterna (kunderna). Det påpekas ofta i den skeppsbyggnadstekniska litteraturen att skeppsbyggmästarna helst bevarade ritningar, modeller och tekniska tumregler som släkthemligheter och detta är ett av de fenomen som staten ville komma åt genom att göra om flottans befäl, tekniker och administratörer till fast anställda statliga tjänstemän. Den tekniska kompetensen skulle förstatligas och göras tillgänglig i former som gjorde den transfererbar inom organisationen, inte enbart inom etablerade familjer. Konkret innebar detta att staten byggde upp modellsamlingar,

ritningssamlingar och dokumentationsbanker om fatygens prestanda samt uppmuntrade utvecklingen av skeppsbyggnadsteknisk teori vilken dels gjorde skeppsbyggnadskonsten till en vetenskap, dels kunde läras av nya generationer av tekniker vilka då inte behövde tillhöra de etablerade familjerna (3).

Det måste understrykas att marknaden och hierarkin under årtionden efter 1600-talets mitt tävlade i öppen kamp och att det var hierarkin som vann. Detta kan inte enbart förklaras med att staterna var ute för att stärka hierarkin på marknadens bekostnad. Det tydligaste exemplet på motsatsen är Nederländerna där marknadslösningar var väl förankrade och där de endast övergavs till följd av nödtvång under trycket från de nya engelska och franska linjeflottorna. Den disciplinerade linjeflottetaktiken, den storskaliga slagflottestrategin och den koncentration till stora linjeskepp som permanenta linjeflottor möjliggjorde, representerade under detta skede en betydande innovativ potential vilken, kort sagt, i krig efter krig besegrade marknadsorienterade lösningar på de sjömilitära problemen. Ur denna framgång för det hierarkiska systemet växte stora permanenta linjeflottor, stora flottbaser klart avskiljda från de civila hamnarna, fasta officerskårer, skeppsbyggarkårer som enbart arbetade för staten, stora administrativa staber samt en organisation för att vid mobilisering snabbt massrekrytera sjömän. Det sistnämnda var den enda kvarstående kontakten med den civila marknaden och det är typiskt för tiden att staterna med olika medel sökte reglera och uniformera denna rekrytering snarare än att lita till marknadsmekanismen, d v s att anställa sjömännen på öppna marknaden.

Hierarki, nätverk och doktriner. Från 1600-tal till 1800-tal

Av största vikt är att den tekniska utvecklingen av sjömilitära våldsmedel i huvudsak förstatligades och nära knöts till de nya linjeflottornas förhärskande doktrin och nätverk. Med doktrin menas här det system av tankar som knöt ihop militärpolitiska mål med strategi, taktik, materielanskaffning och personalens rekrytering och utbildning. Doktrinen kan fungera som efterfrågefaktor för teknisk utveckling - tekniken styrs i riktning mot att lösa de problem som uppkommer när doktrinen tillämpas eller på något sätt förändras. Nätverk är här ett kort namn för de kontakter som örlogsflottornas beslutsfattare utvecklade för

att hantera de administrativa och tekniska problemen. I huvudsak kan det nätverk som växte fram sägas ha bestått av sjöofficerare, skeppsbyggare och leverantörer av byggnadsmateriel till seglande träfartyg samt gjutjärnsartilleri. Medlemmarna i detta nätverk kunde genom samarbete och erfarenhetsutbyte successivt förbättra den etablerade tekniken men det ligger i det fasta nätverkets natur att det tenderar att avskärma medlemmarna från företrädare för radikalt annorlunda lösningar på problemen.

Marknaden hade således fått träda tillbaka som *sammanhållare* eller *central faktor* i flottorna sedda som stora tekniska system. Den fanns i hög grad kvar som leverantör till systemen men inom dessa var det hierarkin av officerare, administratörer och skeppsbyggare som svarade för de tekniska problemformuleringarna och problemlösningarna. Även produktionsprocessen av fartyg var i hög grad förställd och centraliserad till örlogsvarven. Efter 1600-talets slut när dessa var färdigetablerade byggdes större krigsfartyg på privata varv endast under intensiva rustningsperioder (krig) i Storbritannien och Nederländerna. I andra stora länder fick privata varv inte större beställningar ens under krig. Det enda markanta undantaget var Sverige under Frihetstiden där borgarståndet såg till att fartygsbyggandet i fredstid delades upp mellan Karlskrona örlogsvarv och privatvarven, främst i Stockholm, en intressant mätare på intresseaggregationen bakom den svenska örlogsflottan. Kanoner var främst ett fält för privata entreprenörer och här förekom också en betydande internationell handel där Sverige som bekant hade en ställning som stor exportör.

De hierarkiskt organiserade europeiska örlogsflottorna var som helhet sett dynamiska inslag i den europeiska historien från 1600-talets senare del till 1800-talets början. De var det framför allt genom att från 1600-talets slut till 1700-talets mitt utveckla *allvädersflottan* (uttrycket är mitt eget och finns inte i litteraturen). De tidiga linjeflottorna var fram till 1700-talets början tröggrörliga till följd av linjeskeppens låga fart och begränsade seglingsegenskaper. De hade svårt att kryssa och tog alltid stora risker om de var nära en läkust i hårt väder. Linjeflottornas stora skepp opererade därför inte gärna långt från baserna och de låg helst i hamn under höst, vår och vinter. Om flottorna skulle användas för maktprojicering på långa avstånd måste denna begränsning till krigföring från maj till september

inom ett begränsat område nära baserna brytas. Sedan omkring 1500 hade visserligen europeiska krigsfartyg seglat på världens alla hav men det rörde sig i huvudsak om mindre enheter med särskilt goda seglingsegenskaper och däremot svarande begränsningar i beväpningen. För att med stor kraft projicera europeisk makt utanför Europa (eller nordvästeuropeisk makt till Medelhavet) fordrades avsevärda förbättringar av tekniken att bygga och rigga stora linjeskepp.

Sådana förbättringar verkställdes framgångsrikt inom de hierarkiskt organiserade flottorna och därmed möjliggjordes 1700-talet stora världsomspännande sjökrig där de engelska, franska och spanska flottorna opererade i amerikanska och indiska farvatten lika mycket som i europeiska och där t o m den ryska östersjöflottan framgångsrikt kunde operera i Medelhavet. Detta var en utomordentlig prestation och det är betecknande att den franska revolutionen - vilken som bekant revolutionerade landkrigföringen - inte alls kunde förbättra sjökrigföringen. Storbritannien, den främste företrädaren för den hierarkiskt organiserade linjeflottan, kunde under krigsperioden 1792-1815 med stor framgång använda sin flotta enligt etablerade linjer. Denna flotta, som omkring 1810 bestod av stridsfartyg med ett totalt displacement om ca tre kvarts miljon ton och med långt över 100 000 man i personalstyrka, bör rimligen ha varit det förindustriella samhällets största tekniska system någonsin.

Den tekniska progressiviteten hade dock bestämda gränser och artillertechniken erbjuder ett gott exempel på att tänkbara alternativ inte utnyttjades. Långt tillbaka i 1600-talet hade de tekniskt kvalificerade artilleristerna lyckats tillverka spränggranater vilka kunde avfyra från speciella mörsare. Sådana granater (vanligen kallade bomber) utnyttjades främst för bombardemang av befästningar och befästa städer, en teknik som från 1680-talet även utnyttjades till sjöss. Speciella bombfartyg med mörsare byggdes och utnyttjades för anfall mot städer och flottbaser. Dessa mörsare hanterades av kvalificerade artillerister och hela tekniken förutsatte god utbildning hos användarna.

Det fanns inga avgörande tekniska hinder mot att utnyttja granater skjutna från mer konventionella kanoner mot fartyg. Eftersom fartyg var byggda av trä kunde de vara tacksamma mål för brand- och sprängvapen (inte så

värnlösa som man kan tro - under 1800-talet visade det sig att stora träfartyg kunde ta en hel del träffar av granater av mindre dimensioner). De stora linjeskeppen var näst intill osänkbara med konventionellt artilleri (med massiva rundkolor) och de betvingades vanligen endast genom långvarig beskjutning som förstörde riggen och dödade och sårade många besättningsmän. Trots detta utvecklades inga granatkanoner under hela 1700-talet och med undantag för enstaka mörsare som tillfälligtvis sköt på fartyg utnyttjades inte granater. Det motiv som brukar anges är att sådana kunde vara lika farliga för det egna fartyget om de skulle användas under de svåra förhållanden som ett sjöslag innebar. Detta kan ha varit sant med de former för rekrytering och utbildning som tillämpades. Den stora massan av sjömän snabbrekryterades för krigstjänst utan föregående utbildning inom flottorna - de var så långt möjligt *civila* yrkessjömän - och det ligger i sakens natur att de endast kunde hantera enkla, närmast idiotsäkra, typer av artilleri. Sjömännen var som artillerister maskindrillade robotar som skulle arbeta mekaniskt även under hård fientlig eld - en direkt parallell till de maskindrillade infanteristerna i samtidens arméer. Samma sjömän var däremot som arbetare i riggen i hög grad självständiga och med nödvändighet initiativkraftiga. Resultatet av att flottorna knappast hade några meniga artillerister med yrkesutbildning (underofficerare och underbefäl fanns men de räckte knappt till en man per kanon) blev att de fick arbeta med massanvändning av artilleri och massinsats av män som främst muskelkraft.

Alternativet kunde ha varit långtidsanställd personal med artilleri- och sjömansutbildning och kanoner som kunde skjuta både granater och fullkolor. Det hade krävt åtskillig teknisk utveckling för att åstadkomma pålitliga granatkanoner men det finns inget som tyder på att detta låg bortom 1700-talets tekniska kapacitet - mörsare var som sagt väl etablerade. Det hade också inneburit att kvalitet fick gå före kvantitet. Det är värt att notera att 1500-talets artillerister hade varit mycket av självständiga yrkesmän på en internationell arbetsmarknad och att artilleriet till lands och till sjöss hade varit ett *elitvapen*, inte ett massvapen. Individuell träffsäkerhet värderades högt och experiment med olika slags eldspridande vapen förekom. Under 1600-talets första hälft började också brännare (ett fartyg som inrättades för att snabbt sprida eld och själv förbrukas i den) utnyttjas mer systematiskt. Under 1600-talets senare del sopades allt elittänkande inom artilleriet bort inom flottorna,

brännare reducerades till ett specialvapen för trånga farvatten och linjetaktik med massanvändning av massiva kulor utan sprängmedel kom att dominera. Frågan är om detta var oundvikligt eller om de hierarkiskt organiserade flottorna med sina strikt reglementerade styrsystem och sin massrekrytering av sjömän i krig kom att styra teknikutvecklingen på ett sätt som uteslöt intressanta alternativ.

Marknaden kommer tillbaka. Den tekniska revolutionen under 1800-talet

De hierarkiska flottorna med sina fasta nätverk och etablerade doktriner för krig och teknik lyckades fram till 1800-talets mitt på ett framgångsrikt sätt förbättra den etablerade tekniken och bygga större och större segelfartyg av trä och beväpna dem med gjutjärnskanoner som långsamt men dock påtagligt förbättrades och blev mer förödelsebringande. Det är dock påfallande att fartygskonstruktionerna under 1700-talets senare del nådde en så hög nivå att det var svårt att ens med avancerad teori åstadkomma bättre seglingsegenskaper - 1700-talets bästa konstruktioner utnyttjades ännu vid 1800-talets mitt sedan försök att nå längre visat sig mindre framgångsrika. Den skeppsbyggnadsteori som växte fram under 1700-talet hade ingen betydelse för att radikalt förändra örlogsfartygstekniken - den bekräftade och befäste snarare den etablerade hierarkins grundläggande doktriner. Mycket av flottornas tekniska utveckling syftade till att uppnå långsiktig statisk effektivitet snarare än dynamisk effektivitet - förmåga till snabba förändringar. Resultatet av denna strävan att undvika osäkerhet blev i det långa loppet maximal osäkerhet - ett sammanbrott för hierarkins tekniska tänkande.

Vid 1800-talets mitt inträffade en kris och en total teknisk förnyelse vilken baserades på att den civila marknaden helt överflyglade den teknik som de stora tekniska systemen örlogsflottorna tillämpade. Det var naturligtvis den "industriella revolutionens" nya teknologier som på bred front trängde undan trä, segel och gjutjärn. Det anmärkningsvärda är emellertid att de nya teknologierna: smidesjärn och götstål till skrov, pansar och kanoner, finmekanik till bakladdningsmekanismer och räffling, ångmaskiner, ny sprängämnesteknik m m, i stort sett helt växte fram utan att de etablerade flottorna och deras doktriner fungerande som pådrivande *efterfrågefaktorer*. Det finns en nästan oändlig diskussion om flottorna

(och arméerna när det gällde skjutvapen) var konservativa, förstockade eller kanske tvärtom progressivt intresserade av ny teknik. Denna diskussion får här lämnas därhän. Det får räcka med att konstatera att nästan all ny teknik som omvandlade örlogsflottorna under 1800-talet hade sitt *ursprung* inom den civila sektorn, att örlogsflottorna och deras doktriner inte fungerat som effektiva efterfrågefaktorer för att driva fram den nya tekniken samt att flottorna på kort tid översköldes med så mycket ny teknik att de tappade kontrollen över sin egen utveckling. Flottorna blev fram till 1800-talet slut teknikstyrda snarare än doktrinstyrda och de etablerade nätverken mellan officerare, skeppsbyggare och civila leverantörer bröt samman. Nya nätverk var inte fast etablerade förrän mot 1800-talets slut - de kan kallas militärindustriella komplex.

Det var inte enbart de statliga institutionerna som togs med överraskning och som tappade kontrollen över teknikutvecklingen. Även de privata leverantörerna av kanoner blev överflyglade - knappast någon av de gamla gjutjärnskanontillverkarna lyckades ta upp ny kanonteknik. De nya kanonleverantörerna var mekaniska verkstäder med kunskaper i finmekanik och smidesjärn eller så var de stålverk. Ett illustrativt exempel är att stålverket Bofors på kort tid slog ut Finspong (ett av världens stora kanongjuterier), trots att det värmländska företaget före 1880 inte haft det minsta med kanoner att göra. Järnfartyg började tillverkas av privata varv och även om örlogsvarven också tog upp sådan tillverkning var deras dominans definitivt bruten. Ångmaskiner tillverkades av privata mekaniska verkstäder och det var privata företagare som tog fram propellern, den kraftöverföringsteknik som var nödvändig för att göra ångmaskinen fullt militär användbar. Vissa flottor gjorde på 1840-talet stora insatser för propellerns vidare utveckling men det anmärkningsvärda är att idén inte långt tidigare kommit fram inom flottorna - den var så uppenbart *militärt* användbar. Exempelen kan mångfaldigas men det kan räcka med att säga att den *enda* nya teknik som togs fram inom flottorna själva var granatkanoner (1820-1840-tal) och detta var som redan sagts en teknik som var minst sagt fördröjd. Initiativet togs för övrigt ursprungligen inom den franska armén och var eventuellt en respons på missnöje med den franska flottan hos artilleriofficeren Napoleon Bonaparte.

Ska detta ses som belägg för att flottorna var förstockade och konservativa? Ja, åtminstone uttrycket konservativ kan vara befogat men

det kan ju även ges en positiv tolkning av försiktighet i att introducera oprövade nyheter. En sådan konservatism är ett naturligt inslag i all teknikutveckling som syftar till att förnya organisationer som ständigt måste ha materiel som verkligen fungerar - de kan inte helhjärtat satsa allt på oprövad teknik. Problemet var emellertid i grunden inte attityder utan den ofrånkomliga svårigheten att bygga upp nya kontaktkanaler och nätverk. De statliga institutionerna - flottorna - måste bekanta sig med den nya tekniken och tänka igenom hur den skulle kunna utnyttjas för att lösa flottornas arbetsuppgifter. De privata tekniker som tog fram militära produkter var oftast helt oerfarna i militära frågor och de måste lära sig vad den militära praktiken till lands och sjöss krävde i form av tillförlitlighet och samverkan med andra tekniska system. Efter drygt 150 år av svaga länknings mellan privat marknad och statlig hierarki måste en fungerande dialog runt teknisk utveckling återskapas. Hierarkin hade visserligen åstadkommit en på många sätt storartad dynamik inom sitt etablerade fält men den visade helt otillräcklig förmåga att på egen hand ta hand om 1800-talets nya teknologier.

En ny balans mellan marknad och hierarki

Örlogsflottorna som stora tekniska system gick igenom en omtumlande period från 1840-talet till 1880-talet där "systemet", helheten, egentligen inte fungerade särskilt väl. Utbildningen måste gång på gång anpassas till ny teknik som kom helt överraskande eftersom flottorna själva inte styrde dess utveckling. Taktisk och strategisk doktrinutveckling kom på mellanhand. Olika nya tekniker konkurrerade med varandra på ett sätt som verkade förvirrande - t ex torpeder och artilleri, smidesjärns- och götstålskanoner, radikalt olika pansarfartygstyper o s v. Först när flottorna genom medveten doktrinutveckling åter började formulera egna doktriner kan de sägas ha återtagit ledningen av sin egen teknikutveckling. I huvudsak kom det att bli en återupprättad linjetaktik och slagflottestrategi där artilleriet fortfarande var huvudvapnet medan torpeder, ramm och minor var andrahandsvapen. Denna process var färdig omkring 1890 och det är då som krigsfartyg i alla länder återigen började se ungefär likadana ut. Först under andra världskriget drabbades denna doktrin av en avgörande kris. Ubåtar och flyg blev avgörande offensiva komponenter i sjökriget medan större övervattensfartyg (utom hangarfartyg) främst fick defensiva uppgifter: luftvärn och ubåtsjakt. Landstigningsfartyg blev

dessutom mycket väsentliga i de största flottorna.

Den nya ortodoxin från 1800-talets slut innebar dock inte att flottorna återgått till ett strikt hierarkiskt system för sin teknikutveckling. Marknaden i form av stora privata företag (varv, stålverk, kanontillverkare, kemiska storföretag m m) hade nu en mycket central roll för den tekniska utvecklingen. De förväntades svara för dynamiken genom ständiga vidareutvecklingar av artilleri, skrov, ångteknik, senare även optisk teknik, elektroteknik och förbränningsmotorteknik. Flottorna behöll främst kompetensen att sätta samman de nya teknikerna till en helhet, d v s konstruera krigsfartygen, men även här fanns ett betydande civilt inslag. De nya torpedbärande fartygen (torpedbåtar, jagare, ubåtar) konstruerades ursprungligen av privata varv och i de största länderna kunde vissa storkoncerner själv även konstruera slagskepp och kryssare för export till mindre flottor som nu främst måste lita till utländsk teknik (4).

I den nya maktbalansen mellan marknad och hierarki fungerade flottorna som pådrivare på tekniken genom efterfrågan men också som teknikstyrare. Den teknik som passade flottornas doktriner tenderade att *utvecklas snabbare* än annan teknik. Bilden kompliceras av att flyget (som i vissa länder delvis var integrerat i flottorna, i andra var helt självständiga organisationer) också fick en stor roll som teknikpådrivare. Utan att gå in på detaljer om 1900-talets snabba omvandling kan sägas att världens örlogsflottor spelat en stor roll som pådrivare av viktiga nya teknologier som kärnkraft, elektronik (radar, datorer) samt marin framdrivningsteknik. Världens kommersiella kärnkraftsreaktorer har i mycket sitt ursprung i den amerikanska flottans satsning på kärnkraftdrivna ubåtar; flottorna var bland de första pådrivarna bakom avancerad elektronik och datorteknik o s v. Snarare än att ta till sig ny teknik från den civila marknaden tenderade flottorna nu att identifiera vetenskapliga upptäckter av militär betydelse och styra tekniska företag i riktning mot att exploatera dem. Civil teknik blev därmed avläggare till militär teknik i stället för tvärtom som under 1800-talet.

Mot denna bild av betydande dynamik och en pådrivande roll i teknikutvecklingen kan ställas att flottor och flygvapen (delvis även pansartrupperna inom arméerna) kritiseras för att styra tekniken i riktning mot allt dyrbarare och "barocka" vapenbärare (fartyg, flygplan) och inte

utnyttja ny teknik för att förenkla vapenbärfunktionen. De tekniska vapenslagens identitet hänger mycket samman med vapenbärarna och det finns därför inbyggda tendenser att styra tekniken i riktning mot att bevara deras roll i de stora tekniska systemen i stället för att fördomsfritt pröva hur ny teknik kan användas för att lösa organisationens grunduppgifter. Efter andra världskrigets omvälvningar har i grunden ganska lite hänt för att ändra flottornas struktur och både hierarki och marknad har anpassat efterfrågan respektive utbud av ny teknik till att vidareutveckla den existerande strukturen. Det kan således konstateras att marknadens indragande i den tekniska utvecklingen på lång sikt *inte* haft till följd att flottorna som organisationer genomgått ständiga revolutioner (snabba förändringar med höggradigt osäker utgång) utan de har i stället blivit mer anpassade till kontinuerliga förändringar där systemet kunnat utöva en ganska god styrning av sin egen framtid. Även marknadens institutioner har visat god förmåga att bli etablerade och anpassade till de stora systemens doktriner.

Noter

1. De svenska indelta och roterade båtsmännen var ett unikt inslag i de statliga örlogsflottorna eftersom de var fast anställda meniga i fredstid. De var dock inte yrkessjömän - huvudpoängen med dem var faktiskt att de skulle vara snabbt tillgängliga vid mobilisering och följaktligen skulle de finnas på hemorten.

2. Louis De Geer/Trip-konsortiet stod i en klass för sig och är den internationellt mest kända exponenten för marknadsinriktad verksamhet inom våldsmedelsområdet. Det fanns emellertid en rad skeppsbyggmästare och kanongjutare som arbetade i mindre skala. De tog tjänst hos olika regeringar och övertog i en del fall ett kanongjuteri eller ett helt skeppsvarv på entreprenad från en stat. I Sverige är det välkänt hur den nederländska familjen Hybertsson på 1620-talet drev Skeppsholmen på entreprenad, en privatisering av flottans huvudvarv som avbröts efter *Vasa*-katastrofen. Flottans tackling var utlämnad på entreprenad till den skotske sjöofficeren Clerck. Under samma tidsperiod byggdes också åtskilliga fartyg på entreprenad på privata varv i Västervik och Göteborg med nederländska skeppsbyggmästare. Sverige bjuder under Gustav II Adolfs tid på en rad intressanta experiment i avvägningen

mellan marknad och hierarki - ett *medvetet* experimenterande.

3. Jag har i *Sjöhistorisk Årsbok* 1988-89 och 1990-91 utvecklat hur den svenska flottans modellsamling åskådliggör dels ett successivt uppbyggande av en statlig kunskapsbank om fartygsteknik, dels hur skeppsbyggmästarfamiljerna länge sökte bevara dokumentationen - ritningar, modeller - som familjeegendom. Detta, tillsammans med att utbildningen i hög grad skedde inom familjerna, gav yngre familjemedlemmar ett betydande försprång när de tekniska chefstjänsterna skulle tillsättas.

4. Sverige var som flera gånger förr i denna studie ett undantag eftersom landet konstruerade sina egna rätt speciella typer av pansarfartyg. Prototyper till vissa torpedbärande fartyg importerades visserligen från utländska varv men det är då att märka att stormakternas flottor själv köpte sin torpedfartygsteknik från samma varv.

Underlag

Denna text var författarens bidrag till arbetssymposiet "Stora tekniska system", arrangerat av Tema T vid Linköpings universitet 17-18/1 1991. Den bygger i huvudsak på författarens opublicerade undersökning om örlogsflottorna som statliga organisationer från 1500-talet till 1800-talets mitt (prelimär titel: *Navies and Nations: Warships, navies and state building in Europe and America, 1500-1860*). Vissa tankar om utvecklingen under 1800-talet skisserades i min studie *Kustförsvar och teknisk omvandling. Teknik, doktriner och organisation inom svenskt kustförsvar 1850-1880* (1985). Studierna bygger på en omfattande genomgång av utländsk litteratur om örlogsflottornas historia. Det är inte möjligt att ge en kortfattad litteraturlista.

Begreppen marknad och hierarki är hämtade från nationalekonomen Oliver E. Williamson som även haft stor betydelse för att klarlägga transaktionskostnadernas centrala roll inom organisationer och ekonomisk verksamhet. Begreppet nätverk mellan företag är främst hämtat från svensk företagsekonomi, se *Kustförsvar och teknisk omvandling*.

Keld Nielsen, Henry Nielsen & Hans Siggaard Jensen, **Skruen uden ende: Den vestlige teknologis historie**. Teknisk Forlag. København 1990. 387 sidor.

Det här är en mycket bra bok. Detta bör sägas med en gång så att den inte går någon läsare av *Polhem* förbi. Den ger en översikt över västerlandets teknikhistoria i ljuset av modern teknikhistorisk forskning, och den är illustrerad på ett sätt som sätter den i särklass jämfört med de försök som gjorts tidigare i Skandinavien att skriva teknikhistoriska översiktsverk. *Svensk teknikhistoria* till exempel, ter sig nog så påver i jämförelse med det rika bildmaterialet (i färg dessutom) i *Skruen uden ende*.

Innehållsmässigt definierades ämnet teknikhistoria länge av översiktsverk som Lewis Mumford's *Technics and Civilization*, D. S. L. Cardwell's *Technology, Science and History* och Kranzberg & Pursell's *Technology in Western Civilization*. Det var böcker som dessa som användes i undervisningen, som lockade nya forskare till området, och som togs som utgångspunkt för egna undersökningar. I takt med att ämnet har etablerats som akademisk disciplin har litteraturen drastiskt förändrats. Numera definieras ämnet snarare av ett antal välkända monografier, som t. ex. Merritt Roe Smith's *Harpers Ferry Armory and the New Technology* och Thomas P. Hughes' *Networks of Power*. Detta är specialstudier, ämnesmässigt begränsade i tid och rum, som idag bildar utgångspunkten för diskussioner kring begrepp och förklaringsmodeller. Detta är naturligtvis förträffligt i sig och ett tecken på att ämnet har mognat, men ämnes-etableringen har också medfört problem.

Det faktum att vi numera faktiskt kan tala om teknikhistoria som en akademisk karriär, att ämnet har "professionaliserats", gör att det råder nya

spelregler. För amerikanska akademiker i synnerhet, och det är ju i USA som ämnesetableringen hunnit längst, gäller det att skriva just djuplodande monografier om begränsade ämnen. Översiktsverk är "the kiss of death in Academia". Därmed har den märkliga situation uppstått att vi har en växande litteratur av specialstudier, grundande på primärmaterial och av mycket hög kvalitet, men inga sammanfattningar av all den nya kunskap som vuxit fram om teknikens historia under de senaste tjugo åren. Ingen av all denna litteratur som vi refererar till idag fanns ju tillgänglig när Mumford skrev sin bok i början på 1930-talet, men ändå är *Technics and Civilization* i brist på alternativ den ännu mest använda läroboken i översiktskurser vid amerikanska universitet!

För oss i Skandinavien, som "upptäckt" ämnet teknikhistoria under de senaste tio-femton åren, är detta en förbryllande och otillräcklig situation. Hur skall vi kunna förmedla all denna kunskap vidare, den som vi själva var och en på vårt håll har plockat upp från olika böcker och artiklar? Ställda inför en undervisningssituation blir behovet akut, och då finns det bara en sak att göra. Det är bakgrunden till att vi under senare år kunnat bevittna utgivandet av översiktsverk som Staffan Hanssons *Teknik - Historia* och Helmer Dahls *Teknikk - Kultur - Samfunn*. (I vår utkommer också Bosse Sundins *Den kupade handen* på Carlsson Bokförlag.) Liknande översiktsverk saknas alltså, paradoxalt nog, i många länder där ämnet teknikhistoria är mer etablerat. Till raden av skandinaviska försök att avhjälpa denna brist kan nu läggas *Skruen uden ende*.

Tidsmässigt behandlar boken utvecklingen från tidig medeltid (ca. 500 e. Kr.) fram till idag. Det sistnämnda ("... till idag") brukar innebära ett vagt avklingande av framställningen under efterkrigstiden, men här kan vi på en av bokens sista illustrationer se nödslakt av renar i Norrland efter Tjernoby 1986 (sid. 365). Den ämnesmässiga begränsningen till den västerländska teknikens utveckling är den gängse, men den görs med ett beklagande och med flera kopplingar inne i texten till tredje världen. (En

bok om den tekniska utvecklingen under de senaste århundradena fram till idag ur afrikanskt, indiskt eller arabiskt perspektiv vore dock något att önska! James Watt och hans tekittel, Edison och hans lampa, Ford och hans Ford -- alla skulle de få ge vika för en helt annan historia: händelser och en periodindelning som vi bara kan ana.)

Bland centrala begrepp definieras *teknologi* inledningsvis (sid. 10):

”Teknologi dækker således både produkter og processer og den viden, der anvendes, samt også de organisatoriske sammenhænge, hvori produkter, processer og viden indgår. Teknologi er et led i vores samlede arbejds- og livsproces og har altid været det. Teknologien er det led, der gør, at vi på forskellig måde kan beherske vores materielle omverden og strukturere vores fælles samvær igennem frembragte genstande og processer. Teknologi er -- i modsætning til naturen og i lighed med kunsten -- noget, vi skaber. Den er baseret på mere eller mindre systematisk opsamlet erfaring, og i nogle tilfælde på teoretisk indsigt, og den bidrager ofte selv til vores erfaring og teoretiske viden.”

Andra begrepp som definieras är distinktionen *empirisk* och *videnskapsbaseret teknologi*, *opfindelse-udvikling-innovation*, *teknologisk inert*, *variation af parametre*, *anden ordens teknologi*, *elite- och masse-teknologi*, *samlebåndsmo*del, *systemkarakter* och *reverse salient*. Genom att välja ut ett antal exempel ur den västerländska teknikhistorien vill författarna försöka ”lægge en række brikker til en mosaik omkring den teknologiske udvikling” (sid. 12). Teknologin i västvärlden inför 2000-talet, skriver de, domineras av elektricitet, fabriker, syntetiska kemiska produkter, bilar, datamaskiner, kommunikationsteknologi, m.m. Det är utvecklingen av dessa ”main-stream” teknologier som de vill belysa, på jakt efter gemensamma ”teknologiske principper”. Det är således tekniken själv, snarare än historien, som står i centrum. Dessa teknologiska principer är framställningens huvudbegrepp (sid. 14):

"De teknologiske principper, vi er standset op ved, vedrører den særlige karakter, som fremkomsten af nye ideer har i den teknologiske udvikling. De vedrører samspillet mellem teknologi og samfund, repræsenteret ved de sociale, kulturelle og videnskabelige forudsætninger for fremkomsten af ny teknologi, de markedsmæssige kræfter, der presser udviklingen frem og former teknologien på en ganske bestemt måde, samt -- *i mindre udstrækning* -- de konsekvenser den nye teknologi får for det samfund, der har skabt den. Det er disse principper, der spiller rollen som en slags røde tråde i de følgende forskelligartede temaer. Det er disse principper, der er den foreliggende teknologihistoriens egentlige kerne." (min kursivering)

Bokens struktur är värd en kommentar, och rent generellt är dispositionen av teknikhistoriska framställningar viktig då den implicerar en syn på den tekniska utvecklingen. De nitton kapitlen i *Skruen uden ende* är indelade i två delar. Den första delen (kap. 1-11) sträcker sig från medeltiden till andra världskriget och betecknas som "egentlig historieskrivning" (sid. 4). Den andra delen (kap. 12-19) omfattar perioden efter andra världskriget och den "er snarare samtidshistorie och derfor af en noget anden karakter" (sid. 4). Här är det svårare att göra analyser och sammanfattningar, menar författarna, och framställningen blir därför snarare ett försök än en resumé av tidigare forskning. "Men skal teknologihistorie have en funktion ud over at sætte nutiden i relief ved hjælp av fortiden -- hvad der jo i sig selv er vigtigt -- så må historien føres næsten frem til i dag" (sid. 4-5).

Författarna har således valt samma grundläggande struktur som Kranzberg och Pursell gjorde 1967 i sin *Technology in Western Civilization*. Den amerikanska historiken bestod av två volymer: den första behandlade tiden fram till ca. 1900, och den senare ägnades helt 1900-talet. Motiveringen där var att "In our own century, technology has been advancing so rapidly and making itself felt so much in our daily lives -- as well as in our social and political institutions -- that these recent developments must perforce have a volume to themselves" (Vol. I, Preface, sid. viii). En generation senare väljer de danska författarna att flytta fram skiljelinjen en generation.

Uppfattningen om vad som är den stora brytpunkten (skulle en sådan finnas...) i västerlandets tekniska utveckling kommer naturligtvis att förskjutas allteftersom tiden går: tidigare förlades den till början av den industriella revolutionen, om en generation eller två blir det kanske oljekrisen 1973. Problemet med att förlägga en skiljelinje i den historiska utvecklingen en generation bakåt i tiden är dock att detta bidrar till att förstärka den allmänt spridda känslan av att den tekniska utvecklingen i "vår egen tid" (1967, 1990 eller vad nu utgivningsåret råkar vara) är kvalitativt annorlunda. Skiljelinjer av detta slag blir därför kanske i någon mening ohistoriska. Den syn på den tekniska utvecklingen som *Skruen uden ende* vill förmedla hade måhända vunnit på om författarna undvikit den skarpa tudelningen mellan perioden ca. 500-1940 och "Vor tids teknologi" -- framställningen hade fungerat lika bra ändå. Detta dock icke menat som en allvarlig anmärkning, bara ett frågetecken i marginalen.

Oavsett var en eventuell brytpunkt förläggs så avspeglar valet av en "logaritmisk struktur" -- dvs. att sidantalet ökar ju närmare vår egen tid vi kommer -- att de danska författarna anser, liksom Kranzberg och Pursell gjorde på sin tid, att teknikhistoriens främsta uppgift är att ge en förståelse för den tekniska utvecklingens karaktär, att ge oss en begreppsapparat som gör oss bättre skickade att kunna förstå dagens situation -- snarare än att belysa teknikens betydelse under olika epoker i den historiska utvecklingen (sid. 4):

"Teknologiens tilstedværelse føles mere og mere påtrængende i alle livets forhold, men alligvel oplever det enkelte menneske ofte, at de faktorer, der bestemmer udviklingen, ligger uden for hans eller hendes kontrol. Kendskab til teknologiens historie løser naturligtvis ikke dette problem, men kan måske lette følelsen af frustration og bekymring ved at give den enkelte en bedre baggrund for at kunne rage del i den aktuelle samfunds- og teknologidebat."

Frånsett detta allmänbildande syfte vänder sig boken till framtida ingenjörer, och det är särskilt viktigt, menar författarna, att just dessa får

en djupare förståelse för den tekniska utvecklingens natur. Det är ingen tvekan om att *Skruen uden ende* kommer att kunna fylla båda dessa syften på ett förträffligt sätt, men den måste också rekommenderas till alla läsare av *Polhem*, inte minst därför att den sammanfattar så mycket av vad som har publicerats under de senaste decennierna.

En särskilt eloge måste ges bildredaktören Anita Amundsen. Illustrationsmaterialet är, som redan påpekats, överdådigt. För t. ex. den som letar efter underlag till diabilder i undervisningen är detta en guldgruva! Här återfinns inte bara alla "klassiker" (som regel dessutom bättre reproducerade än på andra håll), utan också en mångfald nya och originella illustrationer. Min favorit är ett tankvärt foto från en guldgruva i Brasilien (sid. 274), som påminner om att de arbetsmetoder som vi gärna vill tro tillhör antiken tillämpas än idag. Rent allmänt är sättet att illustrera resonemang i texten med bilder (ofta samtida konstverk) beundransvärt.

Bokens tre författare svarar för var sin period: Keld Nielsen, vetenskapshistoriker vid Aarhus universitet, är huvudansvarig för perioden ca. 500-1800 och författare till kap. 1-4 samt kap. 6. Henry Nielsen, fysiker vid samma universitet, behandlar perioden ca. 1800-1940 och har skrivit kap. 5 och kap. 7-11. Hans Siggaard Jensen, filosof vid Institutet för tillämpad datalogi och systemvetenskap vid Handelshögskolan i Köpenhamn, har skrivit kap 12-19 om andra världskriget och efterkrigstiden. Som läsare kan man konstatera att denna uppdelning efter intresse- och kompetensområde har fungerat utmärkt. Resultatet är en helgjuten produkt där en gemensam inledning och avslutning fångar upp genomgående teman.

Ett centralt kapitel i framställningen är kap. 11, "Den teknologiske udviklings karakter" (sid. 235-244). Det ger en sammanfattning av den syn på den tekniska utvecklingen som präglar hela boken, framförallt skillnaden mellan empirisk och vetenskapsbaserad teknologi som är bokens huvudtema. Här attackeras också tre myter om den tekniska utvecklingen:

tron på ett ensidigt kausalt beroende av naturvetenskapliga framsteg, föreställningen om en "market-pull effect" som förser samhället med de teknologier som svarar mot samtida behov, samt myten om uppfinnarna som den tekniska utvecklingens egentliga drivkraft.

Ett annat centralt avsnitt är kap. 12 rörande efterkrigstiden, "Imod det postindustrielle samfund -- et panorama" (sid. 245-251). Kanske är det dock i mesta laget att ägna tre kapitler (kap. 16, 17 och 18) åt datateknik, i sidantal inte mindre än en femtedel av hela det utrymme som ägnas den tekniska utvecklingen under perioden 500-1990! I slutet av boken tas en analys av olyckan på Three Mile Island som utgångspunkt för ett resonemang kring industrisamhällets grundläggande värderingar, exemplifierat med Le Corbusier's dröm från 30-talet om "Et velorganiseret samfund, som råder over maskinernes vældige styrke og planlægningens uendelige muligheder" (sid. 367). Det avslutande kapitlet (sid. 370-376) svarar på frågan "Og hvad har vi så lært?" genom en kortfattad uppsummering under fem rubriker: teknik och naturvetenskap, teknik och ekonomi, teknikens konsekvenser, teknik och etik, tekniska nätverk, samt tekniken och framtidens samhälle.

Den allmänna framställningen i boken är interfolierad med s.k. "Tema", mer utförliga skildringar av historiska exempel. I Keld Niensens utmärkta kapitel om "Mødet mellem teknologi og naturvidenskaberne" (kap. 6, sid. 110-133) fördjupas t. ex. det generella resonemanget genom ett tema om försöken att beräkna vattenhjulens effektivitet på 1600- och 1700-talet. Här, liksom på många andra ställen i texten, ligger också insprängda faktarutor som förklarar de tekniska principerna: vad som var det avgörande rent tekniskt. Man kan förstås hävda att detta stoff borde vara integrerat med den övriga framställningen i en ideal historisk framställning, men hur många vet å andra sidan verkligen att beskriva t. ex. den avgörande skillnaden mellan en spinnrock och "Spinning Jenny" (sid. 64-65)? (Just detta efterlyste för övrigt Jan Hult i *Polhem* 8 (1990), sid. 388-389.) Denna

pedagogiska uppläggning torde också göra boken mycket användbar för undervisning på skilda nivåer. Det danska förlaget utger också under våren 1991 ett studiehäfte som självständig bilaga till *Skruen uden ende*, med udrag ur originaltexter från medeltiden och framåt i dansk översättning.

Bland generella översiktsverk i litteraturförteckningen (sid. 377-379) saknas Lewis Mumfords arbeten helt, liksom Bertrand Gille's *The History of Techniques* och Siegfried Giedion's *Mechanization Takes Command*. Helmer Dahl finns förtecknad, men inte vår egen Staffan Hansson. Förteckningen över övrig litteratur "anvendt i forbindelse med denne bog" tycks vara just detta: en raskt hopkommen alfabetisk förteckning över de böcker som de tre författarna använt var och en på sitt håll. Visserligen återfinns alla de moderna författare vars resonemang och begrepp har använts i texten för att omtolka och fördjupa gamla förklaringar (t. ex. Thomas P. Hughes' omvärdering av Edison och glödlampan med hjälp av begrepp som "systems" och "reverse salients"), men det är dock en salig blandning. Kortfattade och inkonsekventa bibliografiska hänvisningar antyder att det gick undan på slutet. Särskilt användbar är inte denna litteraturförteckning, definitivt inte i klass med boken i övrigt.

Beklagligt är också att illustrationsförteckningen (sid. 380-381) är så spartansk och dessutom ordnad alfabetiskt efter bildkällorna snarare än efter bokens illustrationer. Den, liksom litteraturförteckningen, har tydligen betraktats som något nödvändigt ont snarare än som ett hjälpmedel för andra.

Man får således gå på petisser som ovanstående om man vill finna kritiska anmärkningar mot *Skruen uden ende*. En möjlig invändning vore dock bokens pris (388 danska kr.), men en paperback utgåva är under utgivning. Inte bara författarna, utan också det danska Teknisk Forlag, som har stött hela bokprojektet genom sin fond, är att gratulera. Påpekas kan i detta sammanhang att det också var det norska Ingenjørsforlaget som utgav

Helmer Dahls översiktsverk, utsålt sedan länge. Vårt eget svenska Ingenjörsläroverket har dock ännu inte upptäckt ämnet teknikhistoria. Låt oss hoppas att de (eller något annat bokförlag med intresse och möjlighet att återge bokens illustrationer i färg) uppmärksammar *Skraven uden ende* så att vi kan se fram mot en svensk upplaga.

Svante Lindqvist

Nils Forsgren, Den effektfulla älven. Stänk från Luleälvens kraftfulla historia. Vattenfall Norrbotten och Porjus Arkivkommitté 1989. 283 sidor.

Med "*Den effektfulla älven. Stänk från Luleälvens kraftfulla historia.*" fortsätter Nils Forsgren sina mångfasetterade studier om den svenska vattenkraftens historia. Under 80-talets gång har han hunnit publicera två detaljrika böcker om de stora anläggningarna vid Porjus och Suorva. Nu har han valt den övergripande uppgiften att studera utbyggnaden av ett helt vattendrag. Luleälvens historia sträcker sig i detta avseende över nära 70 år, från tillkomsten av Porjusanläggningen till invigningen av Randi vattenkraftverk. Kända namn som Laxede, Porsi, Harsprånget och Ritsem passerar revy. Flera tillbakablickar från tiden innan vattenkraftexploatorerna lade sin energi på Lule älvs utbyggnad presenteras också.

Bokens styrka är dess översiktlighet, som är en följd av den disposition Forsgren valt. Istället för en strikt kronologisk framställning har författaren valt att kapitelvis redovisat de olika anläggningarnas speciella historia. I Forsgrens framställning har varje anläggning därigenom fått sin egen karaktär. I varje sådant kapitel ingår en rad tekniska fakta och förklaringar. Denna information framställs så att en lekman kan tillgodogöra sig innehållet. En av bokens stora tillgångar är temat om anläggningarnas,

"vattenrallarnas", livsvillkor. Från pionjärerna i vildmarken till de små välordnade familjesamhällena i slutet av utbyggnadseran. Några enskilda människoöden förstärker den livfulla skildringen.

Den rika flora av bilder som förekommer i boken är ett fascinerande källmaterial. Bildernas ursprung är förtecknade. Tyvärr kan inte detta sägas om citaten ur olika texter, som ibland saknar klara referenser. För den läsare som önskar fördjupa sig vidare i problematiken bjuder detta på svårigheter. Dock bör påpekas att boken har en rik litteraturlista. Därför är inte alla sökvägar stängda.

Vattenkraftutbyggnad har alltid varit en kontroversiell verksamhet. Det lokalsamhälle, i vilket man exploaterar ett vattendrag, har ofta kommit i konflikt med vattenkraftbolagen. Forsgren deklarerar i bokens inledning sin åsikt om vattenkraftutbyggnaden och menar att den både varit på gott och ont. Därför hade man kanske väntat sig att konfliktperspektivet skulle få en mer framträdande plats i boken än vad som blivit fallet. Av bokens ung 280 sidor avhandlas konfliktperspektivet på tio sidor under kapitelrubriken: *"Vattenkraften och miljön: Eländes elände"*.

"Den effektfulla älven" är en vacker och påkostad bok med en mycket tilltalande layout och ett rikt bildmaterial. Inskjutna mindre specialartiklar faller väl in i sina sammanhang. Forsgren bok kommer att fungera som ett utmärkt referensverk.

Forsgrens bok visar att i Luleälven har människan besekrat naturen och Luleälven är i dag en tämjd älv. Vid sekelskiftet tecknade vattenkraftpionjären och ingenjören J.Gust. Richert sin vision av de norrländska älvarna. Han skrev att " De viktigaste principerna för ett rationellt tillgodogörande af de norrländska vattenfallens energi kunna i korthet sammanfattas sålunda: Reglera sjöarne och bygg kraftstationer successivt uppifrån och nedåt med djupa kanaler mellan isbetäckta lugnvattenbassänger." (*Om vattenkraftanläggningar i höga Norden*. 1902, s 10f.) Ingenjör Richert hade säkert varit nöjd om han hade fått läsa *"Den effektfulla älven"*.

Eva Jakobsson

Jan-Olov Jansson, **Arbetsorganisationen vid Motala Verkstad 1822-1843. Den engelska tiden.** Almqvist & Wiksell International, Stockholm 1990. 211 sidor.

Lars Magnusson, **Arbetet vid en svensk verkstad: Munktells 1900-1920.** Arkiv Förlag, Lund 1987. 301 sidor.

Maths Isacson, **Verkstadsindustrins arbetsmiljö: Hedemora Verkstäder under 1900-talet.** Arkiv Förlag, Lund 1990. 256 sidor.

På 1970- och 80-talen kom jubileerna tätt. Atlas Copco, L.M. Ericsson, Asea och Alfa Laval fyllde hundra år. Hyllningsskrifterna visar diagram med kurvor som för det mesta pekar uppåt, och de visar porträtt av framstående industriledare. Om själva arbetet i alla dessa verkstadsföretag finns däremot inte mycket att läsa i jubileumsböckerna. Det ansågs väl inte intressera så många av aktieägarna.

Kanske var det i reaktion mot detta som forskningsprojektet *Teknik, produktion och arbete* startades vid den ekonomisk-historiska institutionen vid Uppsala universitet. Projektet stöds av Arbetsmiljöfonden och har resulterat i flera skrifter i serien *Det svenska arbetets historia*, bl.a. de här angivna av Lars Magnusson och Maths Isacson. Jan-Olov Janssons bok är en doktorsavhandling i ekonomisk historia vid Stockholms universitet.

*

Arbetet på Göta kanal utfördes de första åren till största delen av indelta soldater. Smedjor i Motala och Sjötorp tillverkade spadar och handverktyg. Men för slussbyggena behövdes snart kranar och annan maskinutrustning. Slussportar och klaffbroar skulle tillverkas av gjutjärn, och för allt detta anlades 1822 en mekanisk verkstad och ett gjuteri i Motala. När sedan ett mudderverk inköptes från England kom en skotsk verk-mästare, Daniel Fraser, att följa med till Sverige för att montera det. Fraser kom sedan att stanna i Motala, snart som arbetschef och förste mekanikus. Motala Verkstad växte snabbt i storlek, och redan innan kanalarbetena avslutats tillverkades ångmaskiner, fartyg och diverse maskingods för andra beställare. Verkstadens årliga tillverkning var 1850

nära lika stor som alla andra svenska mekaniska verkstaders sammanlagda produktion.

Motala Verkstad kom också snart att bli en skola för verkstadstekniker. Dels måste verkstaden själv anta lärlingar för sitt eget växande behov av yrkesmän, dels sändes elever dit på bekostnad av Jernkontoret. Motala Verkstad var, liksom Göta kanal, en första rangens nationell angelägenhet.

Jan-Olov Jansson skriver först om föregångarna, några kända brittiska maskinverkstäder, där mycket av den nya maskintekniken utvecklats. Så följer ett avsnitt om Motala Verkstad, dess organisation, maskinpark och produkter under Frasers tid som föreståndare. Huvuddelen av hans bok behandlar arbetarnas villkor, deras arbetsuppgifter, stanntider, löner och löneformer (fast timlön infördes i Motala långt tidigare än i andra verkstäder). Hierarkin inom organisationen med dess s.k. arbetararistokrati diskuteras och jämförs med förhållandena vid Charlottenbergs Bruk i Värmland och Eskilstuna Jernmanufaktur AB. Trots alla likheter fanns mer i Motala som pekade framåt mot modern verkstadsteknik.

*

I förordet till sin bok om Munktells Mekaniska Verkstads AB tackar Lars Magnusson personal och vänner vid Volvo BM i Eskilstuna. Bokstaven M i Volvo BM var då allt som fanns kvar av Munktells (bokstaven B stod för Bolinders mekaniska verkstad). Vid sekelskiftet 1900 var Munktells den största arbetsplatsen i Eskilstuna. I dag finns inte ens Volvo BM.

En central person i boken är Ernst Thunberg som 1917 blev överingenjör vid Munktells. Han hade omfattande planer på rationalisering av det gamla företaget, som vuxit mycket snabbt under krigsårens gynnsamma konjunkturer. Tekniska chefen vid AB Separator, E.A. Forsberg, hade 1916 skrivit en lärobok för Tekniska Högskolans kurs i industriell ekonomi, där han presenterade Frederick W. Taylors idéer om *Scientific Management*. Dessa tankar ville nu Thunberg tillämpa hos Munktells; det handlade om att inrätta en centraliserad ackordsbyrå och att börja tillämpa tidsstudier. Men det hela skulle gå om intet. Motståndet blev för starkt från arbetare, förmän och verkmästare. Störst var motståndet bland arbetsledarna, som såg en nedvärdering av sina arbetsinsatser i verkstaden.

Men 1936 kom både en central ackordsbyrå och tidsstudier till det som då hette Bolinder-Munktell AB sedan Munktells gått i konkurs 1922.

Magnussons bok ger en inträngande och väldokumenterad skildring av arbetslivet i Munktells verkstad baserad på ingående studier av skriftligt källmaterial och en omfattande tryckt litteratur. Den var den först utgivna boken i serien *Det svenska arbetets historia*.

*

Maths Isacson har tidigare skrivit flera arbeten om Hedemora Verkstäder, däribland en kortare artikel i *Dædalus* 1988, där han skildrar ett tekniskifte: övergången från nitning till svetsning som påbörjades i slutet av 1920-talet. Artikeln är intressant bl.a. därför att han i detalj beskriver de olika arbetsoperationerna vid tillverkning av ett urvattnartråg till en pappersmassemaskin, dels med nitning, dels med svetsning. Man förstår direkt vilka följderna blev för de anställda; en del, mest äldre, nitare fick övergå till enklare sysslor, medan yngre lärdes upp till svetsare. De gamla arbetslagen - nitvärmare, mothållare, nitare - skingrades samtidigt som arbetet blev mer individuellt och mer tekniskt.

I en tidigare bok i serien *Det svenska arbetets historia*, har Maths Isacson behandlat arbetsprocessen vid Hedemora Verkstäder under 1900-talets första hälft. I den nya boken skriver han om arbetsmiljön med tonvikt på årtiondena efter 1930. Det är alltså själva verkstadsgolvet i rent fysisk mening det handlar om. Då den skriftliga dokumentationen naturligt nog är mindre än t.ex. när det gäller löner och arbetsvillkor, har han i stor utsträckning byggt sin framställning på intervjuer och samtal med dem som varit med.

Hans sammanfattande slutsats är att arbetsmiljön efter hand har förbättrats, ofta enligt schemat två steg framåt och ett steg bakåt. Många problem har lösts, andra har blivit kvar - och några har tillkommit. Men medvetandet om arbetsmiljöns betydelse, både fysiskt och psykiskt, har hela tiden vuxit hos de anställda.

Jan Hult

Emin Tengström, **Bilismen - i kris? En bok om bilen, människan, samhället och miljön**. Rabén & Sjögren, Stockholm 1991. 238 sidor.

Bilen i backspegeln

Emin Tengström, professor i humanekologi, har gett sig i kast med den svåra uppgiften att få ett helhetsperspektiv på den mångfasetterade bilismen. Boken är välskriven och elegant. Han serverar oss läsefrukter från en bred läsning av litteraturen på området, från historiska studier med bilindustrin i fokus, bilpsykologi, bilfilosofi, till framtidsvisioner om bilen och transportererna. Han pekar på luckor i framförallt den svenska forskningen på området, och ger idéer om fortsatta studier.

Den praktiska bilen

Tengström menar att bilens praktiska överlägsenhet, jämfört med kollektiva färdmedel, ligger i komforten och den stora flexibiliteten. Den garanterar dessutom privatlivets helgd. Inga pinsamma möten med medtrafikanter når in genom bilens förglasade revirgräns.

Det är utan tvekan så att bilen, jämfört med kollektiva färdmedel, snabbast tar en person från ett ställe till ett annat. Men man kan ändå rikta kritik mot bilens praktiska nytta. En bil är nämligen långt ifrån gratis. Om man räknar in den tid det tar att arbeta in de nödvändiga pengarna för att finansiera sitt bilbruk, och adderar detta med restiden, förändras bilden. Man hamnar då, enligt en fransk undersökning, i reshastigheter kring 14 km i timmen.

Men bilen är inte bara av praktisk betydelse för människan. Andra faktorer måste till för att förklara dess framgång. Här följer Emin Tengström, enligt mig, den modell för tolkning av ting som arkitektbröderna Paulsson & Paulsson utarbetade i "Tingens bruk och prägel" (1956) Bruket av ett ting kan, enligt bröderna, sorteras i tre dimensioner. Vi kan i det *praktiska* bruket handskas med tingen. Det *sociala* bruket, vilket Tengström kallar det symboliska, innebär att vara med dem. Det *estetiska* bruket innebär slutligen att betrakta dem. Tengströms vilja är att framförallt framhäva bilens sociala, eller symboliska bruk.

Symboler i "kofferten"

Enligt Tengström har bilens symboliska betydelse skiftat under dess historia. I bilismens ungdom var den en lyxvara för sport och flärd i överklassens tjänst. Därefter blev den en symbol för det moderna

livet. I funktionalismens anda kopplades dess skönhet till dess praktiska nytta. I nästa period uppstod idén om en folkbil, som så småningom får betydelsen individuell frihet och oberoende, kopplat till tankar om teknikens framsteg.

Bilar kan också uttrycka tillhörighet till en viss grupp av människor. Bilmärken kan symbolisera yrke, status och kön, men även en unik person. "Han med den gröna Saaben, du vet." Här får bilisten möjlighet att uttrycka sina personligheter, både i körningen och i valet av bilmärke. Bilarna blir en del av deras kroppar och liv. Ett alltför ensidigt stirrande på bilen som ett tolkningsbart ting, kan emellertid skymma sikten för det system i vilket varje bil ingår.

Den lilla bilen och det stora, stora transportsystemet

Ett helhetsperspektiv på bilismen, i Tengströms version, innebär inte bara att man adderar symbolvärdet till den praktiska nyttan. Bilen i sig är bara en komponent i ett stort sociotekniskt system. Med det menas att transportsystemet inte bara inkluderar bensinstationer, vägar och trafiksignalerna, utan även institutioner som t.ex. väghållar- och motororganisationer. Hur dessa enskilda aktörer agerar, och vilka roller de har i systemet, är viktigt för att förstå bilismens framväxt och framtid. I anslutning till den svenska maktutredningen har Tengström gjort en genomgång av maktförhållandena på denna nivå i det svenska bilsystemet. Han konstaterar emellertid att mycket återstår att göra innan vi har en bra bild av bilismen.

Bilens fördärveliga sidor

Så långt, bilens vinnande egenskaper. För Emin Tengström är bilismen egentligen ett stort problem, och en stor del av boken ägnas åt dess avigsidor. Bilen har omskapat gatumiljön och trängt upp gångtrafikanterna längs husväggarna. Städernas geografi har omskapats, och stadskärnorna har skurits sönder. Buller och avgaser besvärar dagens borgare. Idag hotas också bilismen själv, när de urbana vägarna korkar igen. Naturen påverkas, som vi alla vet, menligt av bilismen. De ekologiska skadorna, och framförallt växthuseffekten, borde inte nonchaleras enligt Tengström.

De svenska bilisterna är inte heller är okänsliga inför dessa problem, hävdar han förhoppningsfullt. Deras syn på bilen präglas av en ambivalens mellan dess positiva och negativa sidor. Bilen ses som en nödvändighet, men blir allt mindre älskad. När de negativa konsekvenserna av bilbruket fortsätter att öka kommer vi att nå en punkt där bilen, och den höga rörligheten, inte längre är socialt

accepterad. Personbilisterna kan då förändra transportsystemet underifrån. Jag tror att man kan dra en parallell till de svenska konsumenternas förkastande av det miljöfarliga blekta toalettpappret, till förmån för en mer miljövänlig pappersproduktion. Det är alltså våra attityder till bilen, som är det viktigaste området för att möjliggöra en förändring till ett transportsystem i balans med naturen.

För att beskriva hur denna förändring av bilismen uppstår ur en förändring av attityderna, använder han sig av en teoretisk modell från humanekologin. Individens val av resurser påverkas av faktorerna funktionalitet, tillgänglighet, teknisk brukbarhet och social acceptabilitet. De tre första faktorerna är tekno-ekonomiska. Begreppet funktionalitet berör t.ex. bedömningar av tillgången på vägutrymme eller drivmedel. Endast begreppet social acceptabilitet syftar på det område som Tengström tidigare beskrivit som bilens symboliska betydelse. Bilens möjlighet att uttrycka grupp-tillhörighet, symbolisera frihet och öka livskänslan har emellertid försvunnit i denna humanekologiska modell. Här jämförs istället med tobaken och alkoholens varierande sociala acceptabilitet över tiden. Jag efterlyser alltså vad man skulle kalla "social funktionalitet" i modellen. Med det begreppet skulle man bättre kunna förstå vad som krävs för att möjliggöra miljövänliga transporter. Kanske måste man också hitta ett substitut för bilens utpräglade förmåga att laddas med symboler, eller brukas socialt som bröderna Paulsson skulle ha sagt.

Ett skifte i människors attityd till bilismen kanske är det enda sättet att lösa de problem som Emin Tengström beskriver, men frågan är om han lyckas övertyga om att en sådan är på väg. Jag menar att vi även på denna punkt behöver en fördjupad studie av de sammansatta attityder vi hyser gentemot bilarna.

Emin Tengström har lyckats med sitt uppsåt att få en plattform för fortsatt forskning kring bilismen. Därför finns det mindre skäl att sörja över det bristande djupet på vissa ställen i boken, utan istället glädjas över den stora bredden och uppslagsrikedomen. Om boken kommer att figurera i den allmänna debatten får emellertid den närmaste framtiden utvisa. Med tanke på bilismens utbredning i den svensktalande världen, så finns det också en stor chans att boken letar sig utanför de akademiska kretsarna. Det är den nämligen värd.

Oskar Juhlin

Nyutkommen litteratur

Biström, Lars & Sundin, Bo, **Svenska båtmotorer**. Båtdokgruppen AB, Skärhamn 1991. 247 sidor.

Brosenius, Hilding, **Uppfinnarminnen**. 2. uppl. Svensk Byggtjänst, Stockholm 1990. 143 sidor.

Eklund, Nils, **Flottnings förändrade villkor**. Diss. Uppsala 1991. 213 sidor.

Heideken, Carl (red), **Trafik: en antologi**. Stockholms stadsmuseum 1989. 123 sidor.

Hälleby, Bertil, **Så föddes en svensk bilindustri. Volvos historia fram till PV 444**. Akademiförlaget, Göteborg 1990. 104 sidor.

Härnqvist, Kjell & Svensson, Nils-Eric (red), **Forskning i ett föränderligt samhälle. Stiftelsen Riksbankens Jubileumsfond 1965-1990**. Gidlunds Bokförlag, Hedemora 1990. 472 sidor.

Ivarson, Harald (red), **Döda fallet och Ragundasjön**. Ragunda kommun, Hammarstrand 1990. 237 sidor.

Jakobson, Christer, **Arsenikfrågan 1900-1906; en studie i svensk kemikaliekontroll under tidigt 1900-tal**. Diss, Uppsala 1990. 284 sidor.

Landström, Catharina, **Farliga förbindelser. Formell organisering av internationellt vetenskapligt samarbete 1930-1939**. Science, technology, ideology, culture S.T.I.C., Vol. 2, Institutionen för vetenskapsteori, Göteborgs universitet 1990. 80 sidor.

Magnusson, Lars, **Den bråkiga kulturen. Förläggare & Smideshantverkare i Eskilstuna 1800-1850**. Författarförlaget, Stockholm 1988. 412 sidor.

Monö, Rune, **Njutningen av att åka tåg**. Carlsson Bokförlag, Stockholm 1990. 200 sidor.

Nyström, Bengt (red), **Museer i Sverige**. Svenska Turistföreningen, Stockholm 1990. 161 sidor.

Schröder, Jan-Olov, **En gruvlig bok. En berättelse om Västerbergslagens gruvfält**. Ludvika Kultur 1990. 103 sidor.

Sundin, Bosse, **Den kupade handen. Människan och tekniken**. Carlsson Bokförlag, Stockholm 1991. 325 sidor.

Tengström, Emin, **Bilismen - i kris?**. Rabén & Sjögren, Stockholm 1991. 238 sidor.

Daedalus 1991. Tekniska museets årsbok, Stockholm 1990. 336 sidor.

Fataburen 1991. Nordiska museets årsbok, Stockholm 1991. 296 sidor.

*

Adas, Michael, **Machines as the Measure of Men. Science, Technology, and Ideologies of Western Dominance**. Cornell University Press, Ithaca, NY 1990.

Bruce, Robert V., **Bell. Alexander Graham Bell and the Conquest of Solitude**. Cornell University Press, Ithaca, NY 1990.

De Landa, Manuel, **War in the Age of Intelligent Machines**. MIT Press, Cambridge, MA 1990. 250 sidor.

Eckert, Michael, **Crystals, electrons, transistors: from scholar's study to industrial research**. American Institute of Physics 1990. 241 sidor.

Frängsmyr, Tore (ed), **Solomon's House Revisited. The Organization and Institutionalization of Science**. Nobel Symposium 75. Science History Publications, USA 1990. 350 sidor.

Frängsmyr, Tore *et al* (eds), **The quantifying spirit in the 18th century.** University of California Press, Berkeley, CA 1990. 411 sidor.

Harvey, C. & Press, J. (eds), **International Competition and Industrial Change: Essays in the History of Mining and Metallurgy 1800-1850.** Frank Cass, NY 1990.

Headrick, D.R., **The Tentacles of Progress: Technology Transfer in the Age of Imperialism 1850-1940.** Oxford University Press 1990. 416 sidor.

Heilbron, John L., **Lawrence and his laboratory: a history of the Lawrence Berkeley Laboratory.** University of California Press, Berkeley, CA. Vol. 1, 1989. 586 sidor.

Mohyr, Joel, **The Lever of Riches.** Oxford University Press 1990. 359 sidor.

Nielsen, Keld *et al*, **Skruen uden ende. Kildesamling.** Teknisk Forlag, København 1991. 47 sidor.

Nye, David E., **Electrifying America. Social Meanings of a New Technology.** MIT Press, Cambridge, MA 1991. 350 sidor.

O'Connor, John E., **The Machine in the Garden State. Technological Literacy and STS Curriculum Development in New Jersey.** Center for Technology Studies, New Jersey Institute of Technology 1988.

Pretzer, William S. (ed), **Working at Inventing. Thomas A. Edison and the Menlo Park Experience.** Wayne State University Press, Detroit, MI 1990. 142 sidor.

Pursell, Carrol W. Jr., **Technology in America. A History of Individuals and Ideas.** Second Edition. MIT Press, Cambridge, MA 1990. 319 sidor.

Queisser, Hans, **The Conquest of the Microchip.** Harvard University Press, Cambridge, MA 1990.

Truxal, John G., **The Age of Electronic Messages.** MIT Press, Cambridge, MA 1990. 487 sidor.

Walker, Mark, **German National Socialism and the quest for nuclear power, 1939-1949**. Cambridge University Press 1989. 290 sidor.

Wilson, C.A. (ed), **Waste not, Want not: Food Preservation in Britain from Early Times to the Present Day**. Edinburgh University Press 1990. 160 sidor.

Ny professor i Linköping

Polhem gratulerar *Boel Berner* som utnämnts till professor vid tema-institutionen Teknik och social förändring, universitetet i Linköping. Med sin bakgrund som sociolog tillför hon forskningen vid Tema T ännu en dimension till de redan existerande (matematik, naturvetenskap, teknik, historia, ekonomisk historia). Flera av hennes arbeten om ingenjörsarbetets natur och om ingenjören i det svenska samhället har blivit mycket uppmärksammade också utanför de rena fackkretsarna.

Ny professor i Trondheim

Polhem gratulerar *Håkon With Andersen* som utnämnts till professor i teknologihistorie vid universitetet i Trondheim. Han är verksam vid Senter for Teknologi og Samfunn, som bedriver en mycket omfattande aktivitet, både inom undervisning (260 studenter år 1990) och forskning. Den senare bedrivs inom två huvudområden:

- I. Teknologiske innovasjoner: Kunnskapsproduksjon og kunnskaps-
overføring
- II. Teknologi, kultur og verdier.

Ny chef för Tekniska museet

Polhem gratulerar *Inga-Britta Sandqvist* som utnämnts till chef för Tekniska museet i Stockholm, vårt tekniska centralmuseum. Hon efterträder *Erik Lundblad* som den 1 juli 1991 avgår med pension.

Pedagogiskt pris på Chalmers

Chalmers har tilldelat forskningsingenjör *Göte Rosell* ett pedagogiskt pris på 25.000 kronor för hans synnerligen uppskattade undervisning bl.a. i elhistoria. Göte Rosell har de två senaste åren även ansvarat för en kurs i elhistoria vid KTH.

Institutet för elhistoria på Chalmers

flyttas i år från Sektionen för elektro- och dator teknik till Chalmers huvudbibliotek. Det stora elhistoriska biblioteket, skapat av professor emeritus *Stig Ekelöf*, kommer att placeras i lokaler gränsande till Centrum för teknikhistoria. En tryckt katalog över det elhistoriska biblioteket, utarbetad av Stig Ekelöf och inkluderande bl.a. ett stort antal biografier över vetenskapsmän och ingenjörer, beräknas utkomma senare i år. Det är Stig Ekelöfs och högskolans förhoppning att biblioteket skall bli till nytta för kommande teknikhistorisk forskning vid Chalmers.

Forskarutbildning i teknikhistoria

startar nu vid KTH och CTH, sedan studieplaner fastställts av respektive fakultetsnämnder. Professor *Svante Lindqvist* kommer att vara examinator vid båda högskolorna. Närmare upplysningar från

Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria
KTH Bibliotek
100 44 STOCKHOLM

Centrum för teknikhistoria
CTH Bibliotek
412 96 GÖTEBORG

Författare i detta häfte

Jan Glete, docent

Historiska institutionen, Stockholms universitet,
106 91 STOCKHOLM

Ulf Heinke, civ.ing.

Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria,
Kungl. Tekniska Högskolan, Biblioteket, 100 44 STOCKHOLM

Jan Hult, professor

Centrum för teknikhistoria, Biblioteket,
Chalmers Tekniska Högskola, 412 96 GÖTEBORG

Eva Jakobsson, fil.kand.

Historiska institutionen, Göteborgs Universitet,
412 98 GÖTEBORG

Oskar Juhlin, fil.kand.

Tema Teknik och social förändring, Linköpings universitet,
581 83 LINKÖPING

Svante Lindqvist, professor

Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria,
Biblioteket, Kungl. Tekniska Högskolan, 100 44 STOCKHOLM

Ron Westrum, professor

Departments of Sociology and Interdisciplinary Technology,
Eastern Michigan University, Ypsilanti, MI 48197, USA



Redaktionen

POLHEM publicerar uppsatser, recensioner, notiser och andra inlägg i teknikhistoriska ämnen.

Bidrag mottas på svenska, norska, danska eller engelska. I undantagsfall kan bidrag på tyska eller franska accepteras.

Maximalt omfång för uppsatser är 35 sidor. Debattartiklar mottas med intresse. Skriv kort, en à två sidor. Korta presentationer av teknikhistoriska kurser, konferenser, utställningar m.m. är också välkomna.

Författaranvisningar

Manuskript insänds i ett exemplar. Anvisningar för utskrift med skrivmaskin eller ordbehandlare tillhandahålls av redaktionen:

POLHEM
Centrum för teknikhistoria
CTH Bibliotek
412 96 GÖTEBORG

Tel: 031-72 37 84

Noter numreras löpande: 1,2,3,... Text för sig och noter för sig. Illustrationer är välkomna, dock helst ej orastrerade fotografier. Alla illustrationer och tabeller skall förses med förklarande text. Måttenheter bör anges i SI-systemet.

Manuskript kan sändas till endera av följande medlemmar av redaktionen:

Jan Hult, Centrum för teknikhistoria,
CTH Bibliotek, 412 96 GÖTEBORG

Svante Lindqvist, Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria,
KTH Bibliotek, 100 44 STOCKHOLM

