Elektrifieringen av svenska verkstäder

Bo Sahlholm

Inledning

Det sena 1800-talet och åren runt sekelskiftet var en expansiv och händelserik period inom verkstadsindustrin såväl ekonomiskt som tekniskt. Det var en period då många av våra stora verkstadsföretag bildades. Den s k snilleindustrin, dvs företag med stark specialisering på en produkt, kunde framgångsrikt konkurrera med den äldre, starkt diversifierade, verkstadsindustrin. L M Ericsson, AGA, Separator och ASEA är några av dessa företag.

Det var också under denna period som de amerikanska idéerna om massproduktion slog igenom inom verkstadstekniken, idéer som passade väl ihop med de nya företagens ensartade produktion. Verkstadsindustri skulle inte längre vara mångsyssleri och småskalighet. Stora serier av likadana produkter med sins emellan utbytbara delar skulle ge högre produktivitet och ökad avkastning.

Nya mätmetoder, tolkar, jiggar och fixturer började användas liksom revolversvarvar och fräsmaskiner utvecklade i Amerika.

Ökad yrkesspecialisering, arbetsdelning, följdes av "vetenskaplig arbetsledning" och tidsstudier i F W Taylors anda.

Det var under denna period som elektriciteten började användas i våra verkstäder. Liknande övergångar till nya former av drivkraft till industrier hade ägt rum tidigare: Ungefär ett sekel innan elektriciteten togs i bruk för att driva maskiner hade man tagit ångmaskinen till samma användning och därmed börjat konkurrera ut vattenhjulet som kraftkälla. Ett par decennier innan elektriciteten togs i bruk för belysningsändamål, hade gasen introducerats som konkurrent till den dessförinnan dominerande oljelampan.

Med elektriciteten sammanfördes så småningom drivkraft och belysningsenergi under samma "energitak". Elektrifieringen av de mekaniska verkstäderna kan således delas upp i två olika delar, betingade av två helt skilda applikationer av elektrisk energi men som båda två på olika sätt medverkade till att höja produktiviteten och förändra arbetsmiljön i de mekaniska verkstäderna: nämligen belysningens elektrifiering och maskinernas elektrifiering.

Belysningens elektrifiering

Dagsljusperioden för inomhusbelysning vid Stockholms breddgrad (59°) varierar mellan 3 timmar och 35 minuter i december och 21 timmar och 30 minuter i juni[1]. Värdena är riktvärden och gäller för en horisontell yta intill ett någorlunda fritt beläget fönster. I en lokal med fönster på väggarna blir belysningen i lokalens inre beroende av fönsterhöjden i förhållande till lokalens djup, skymmande föremål etc. Det var således naturligt att i de gamla verkstäderna placera arbetsplatserna så att arbeten som krävde god belysning förlades nära fönstren. Själva slutfinishen och eventuellt inpassningsarbete utfördes vid filarbänkarna i direkt anslutning till fönstren.

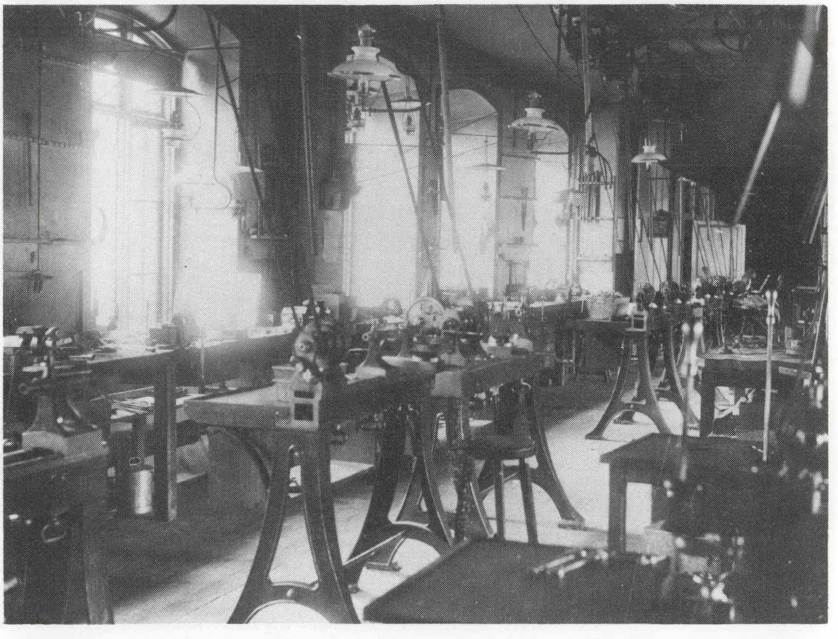
Innan fotogen och gas började användas under senare delen av 1800-talet var oljelampan den enda artificiella ljuskällan som stod till buds för att dryga ut det inte alltid tillräckliga dagsljuset.

Ett sätt att kompensera för skillnaden i dagsljus mellan årstiderna var att anpassa arbetsdagens längd till dagsljusperiodens längd. Tio timmars arbetsdag på vintern kunde bli tolv timmar på sommaren i en del verkstäder.

Belysningen är av mycket stor betydelse då det gäller att åstadkomma fina ytor och goda toleranser, men framför allt då det gäller att upprätthålla en hög produktionstakt. Koncentrationsförmågan avtar påtagligt med minskande belysning.[2]

Belysningen var en av de faktorer man beaktade vid de undersökningar som började göras i den vetenskapliga arbetsledningens

Figur 1. AB LM Ericssons verkstad i Stockholm ca 1895. Ljuset från de höga fönstren fick tidvis hjälpas upp med gas- och fotogenlampor.



namn strax efter sekelskiftet. Innan elbelysningen gjorde sitt intåg hade, som nämnts, ett par andra typer av belysning, med bättre effekt än oljelampan, börjat användas i verkstäderna. Fotogen började importeras till Sverige på 1860-talet och det första gasverket hade anlagts i Malmö 1846. Det elektriska ljuset var således inte befriat från konkurrens. Det ansågs emellertid att "det elektriska ljuset är det, som mest närmar sig solljuset".[3]

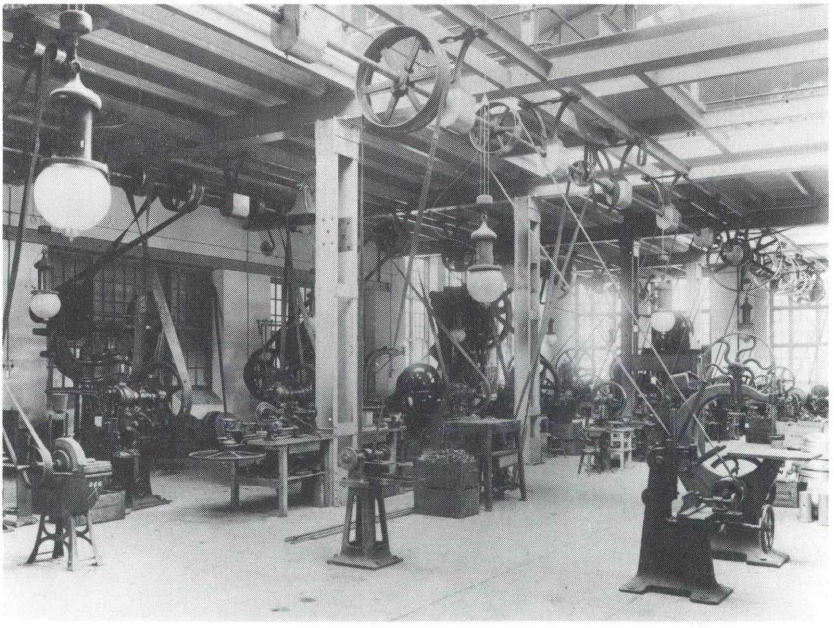
Kostnadsmässigt framhölls elektriciteten som väsentligt billigare än gasljus, med reservation för att de verkliga kostnaderna kunde vara svåra att beräkna. Svårigheterna med att beräkna elljusets kostnad var förknippade med det sätt varpå man skaffade sig elektrisk ström: vanligen kopplades en generator till den axel som distribuerade kraften från verkstadens ångmaskin.

Beträffande skillnaden mellan glödlampor och bågljuslampor ansågs glödlampan kunna ge ett "fullkomligt jemnt och stadigt sken", medan bågljuslampan kunde utföras för "snart sagt hvilken ljusintensitet som helst". Bågljuset, som dock var svårt att få stadigt, kunde beräknas vara 50–60 % billigare än glödlampsbelysning.[4]

Pionjärer

Den tidigaste fasta elektriska belysningsanläggningen i en svensk mekanisk verkstad tycks ha installerats i Ljunggrens Mekaniska Verkstad i Kristianstad våren 1882. Installationen utfördes av J E Ericssons Mekaniska Verkstad i Stockholm, ett av de verkliga pionjärföretagen då det gällde elektrisk belysning som bl a kom att tillverka ett eget kraftaggregat bestående av en sammanbyggd ångmaskin och generator avsett för elektrisk belysning.[5]

Figur 2. Bågljuslampor användes för att ge en god allmänbelysning i verkstadslokalen. Foto Tekniska Museet



I Ljunggrens Mekaniska Verkstad uppsattes en vexelströmsmaskin med en mindre dynamomaskin såsom exitator, samt 7 st differentiallampor, hvardera om 250 nl styrka. Maskinerna, som fordra 6 hkr, drifvas från verkstadens axelledning och göra respektive 740 och 1100 slag per minut. Lamporna äro inneslutna i 40 cm opolkupor. Kolspetsarna 10 mm diam. brinna 4 tim.[6]

Under hösten installerade J E Ericssons Mekaniska Verkstad en anläggning i sin egen verkstad på Södermalm i Stockholm. Därvid användes 14 st glödlampor av Swans fabrikat.[7]

Till en början var det vanligt att man blandade belysningssystem i verkstäderna. I en redogörelse från ett studiebesök vid Palmcrantz Vapenfabrik i Stockholm heter det således:

Verkstaden upplystes med gas utom det s k härdrummet för härdning af kanoner, hvilket eger äfven elektrisk belysning, då gas anses mera eldfarligt. Kontoret eger äfven elektrisk belysning.[8]

Ett problem i samband med införandet av elektrisk belysning i lokaler, där man var sysselsatt med värmebehandling av metaller uppges ha varit att bedömningen av det behandlade föremålets temperatur försvårats. Temperaturen bedömdes efter den färg som stålet antar vid olika uppvärmning. I en dåligt upplyst smedja framträdde dessa färger på ett annat sätt än i en lokal upplyst med elektriskt ljus.[9]

Den elektriska belysningen fick snabbt stor spridning. Våren 1885 hade elva mekaniska verkstäder i landet installerat elektrisk belysning.[10] Femton år senare gjordes en undersökning som visade att av tjugosex undersökta verkstäder var tjugotre utrustade med elektrisk belysning.[11]

En orsak till att just mekaniska verkstäder förhållandevis snabbt introducerade elektrisk belysning, som anges i samtida tidskrifter, var att man i verkstäderna hade tillgång till personal som var van vid att handskas med maskiner och som därmed snabbt kunde lära sig att sköta dynamomaskinerna.

Det var små innovativa verkstäder som var först med elektrisk belysning.

Ekonomiska vinster

Andra orsaker var rent ekonomiska. Elljuset hade snart visat sig vara klart billigare än sina konkurrenter, särskilt då man installerade fler lampor och kunde sprida den höga initialkostnaden för generatorn på flera belysningsställen. Elljuset gav också en jämnare och mer färgriktig belysning, vilket bidrog till ökad produktivitet i verkstaden och därmed ökade vinster för företaget.

Maskinernas elektrifiering

Muskelkraft som drivkälla

Verktygsmaskinerna drevs till en början med muskelkraft. Varje enskild maskin kunde t ex drivas med hjälp av en stråke, där strå-kens "tagel" (en sena eller läderrem t ex) lindades ett varv runt arbetsstycket, som kom att rotera fram och åter i takt med stråken.

I den senare utvecklade stångsvarven var remmens ena ände förbunden med en tampa, medan den andra änden var fäst i en träfjäder i taket som fick lagra energi för returvarvet. Nästa steg i utvecklingen var att införa trampdrivna maskiner med vevrörelse som fick arbetsstycket att rotera åt ett håll. Fortfarande drevs dock maskinerna var och en för sig av en egen kraftkälla, vare sig denna bestod av svarvaren själv eller en svarvardräng som drev svarven via ett hjul med vev och transmissionslina eller via en utväxling monterad på svarven.[12]

Ett sådant arrangemang förekom t ex i Bolinders första verkstad på Kungsholmen i Stockholm 1844.

Vattenkraft

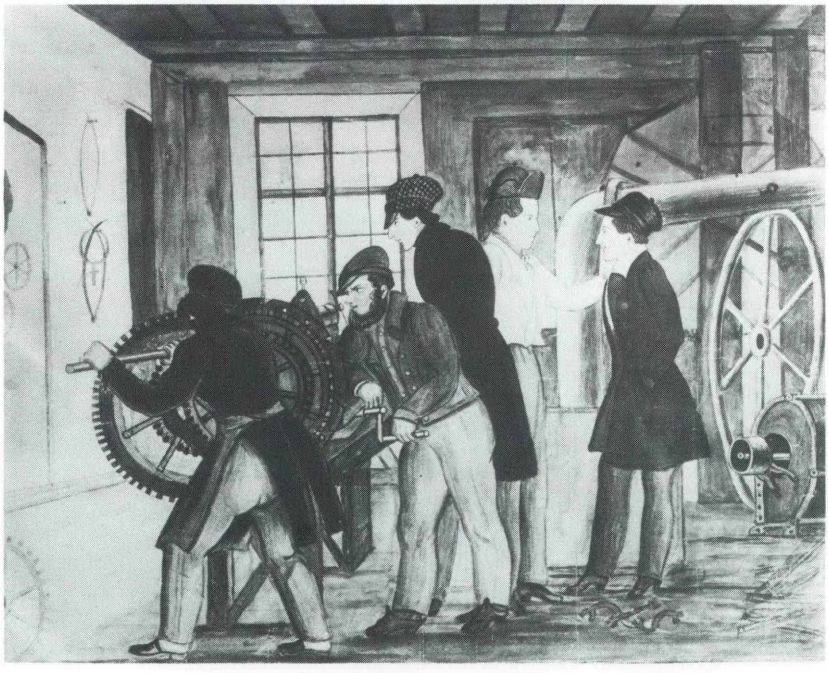
När man började driva verktygsmaskiner med annan energi än muskelkraft är oklart men under tidigt 1700-tal använde sig Christoffer Polhem av vattendrivna svarvar och kuggskärningsmaskiner. Kraftkällan var således inte längre nödvändigtvis knuten till maskinen utan kunde befinna sig på avstånd från denna. Dessutom började man använda samma kraftkälla till flera maskiner.

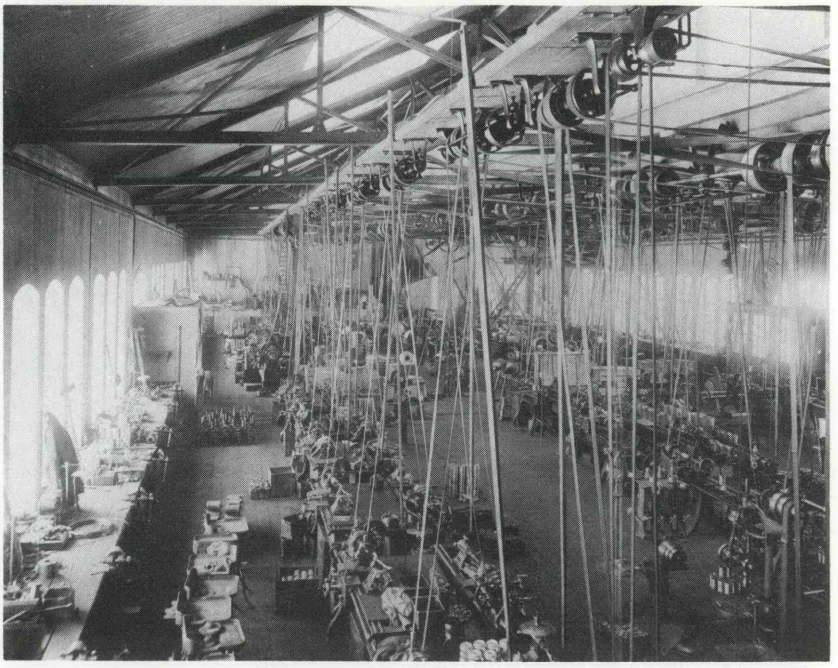
Transmissionssystem

När allt större industrier började anläggas under början av 1800-talet blev det också aktuellt att förbinda allt fler maskiner med samma kraftkälla – och med varandra – med hjälp av transmissionssystem av roterande axlar upphängda i taket på industrilokalerna.

I taktransmissionssystemen i större verkstäder leddes drivkraf-

Figur 3. En arbetare från arbetsinrättningen användes som kraftkälla till en av de första svarvarna vid Bolinders verkstäder i Stockholm. Arbetaren har själv gjort akvarellen (1845 eller 1846). Foto Tekniska Museet



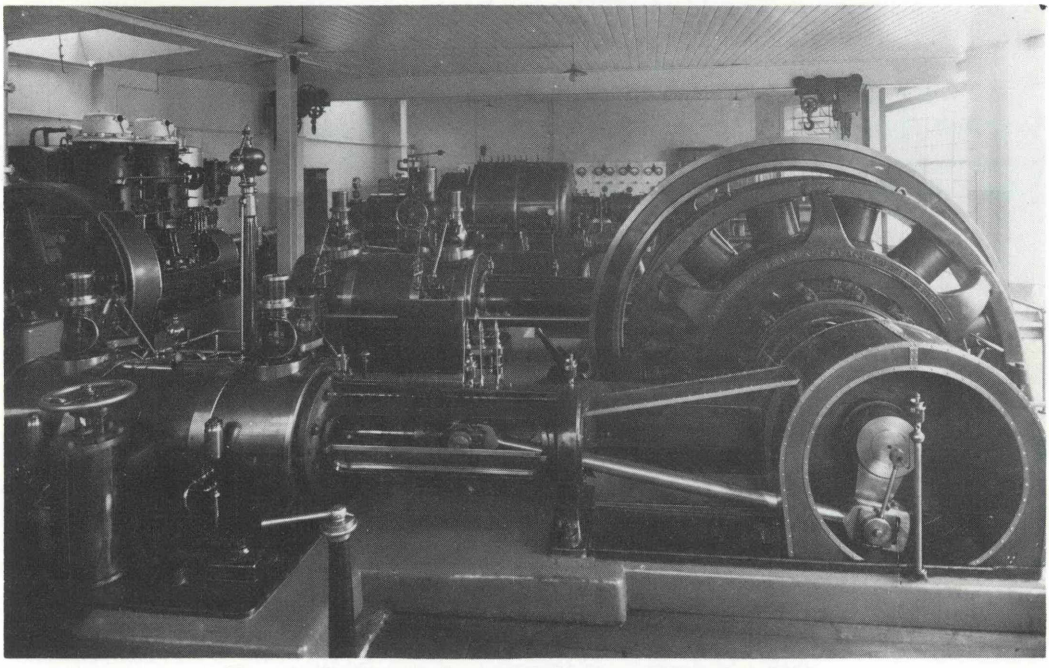


Figur 4. De invecklade transmissionssystemen gav en handfast bild av energins väg genom verkstaden. Som här i AB Pumpseparators verkstäder på Kungsholmen i Stockholm. Foto Tekniska Museet

ten från den centrala drivkällan via remmar upp till huvudtransmissionsaxeln, en grov lagrad stålaxel som ledde genom hela verkstaden. Från denna axel gick, vanligen via kuggväxlar eller remmar, en eller flera sekundära axlar ut i lokalerna. Från dessa axlar leddes kraften vidare till en för varje maskin uppmonterad s k takrörelse. Takrörelsen var försedd med en trappskiva bestående av flera, vanligen tre eller fya, remskivor med olika diameter. Från trappskivan gick en rem ner till verktygsmaskinen, som var utrustad med en motsvarande trappskiva. Genom att flytta remmen mellan de olika remskivorna kunde olika utväxling erhållas – ett moment som enligt reglementet skulle utföras med en särskild remförare men som ofta utfördes med hjälp av en snabb rörelse med ena handen.

Det var också i takrörelsen som den spakmanövrerade anordning satt med vars hjälp man kunde stänga av respektive sätta igång den enskilda maskinen.

1800-talets mekaniska verkstad var en djungel av remmar och remskivor. Redan tidigt konstaterade man att det fanns påtagliga nackdelar med transmissionssystemen: man förlorade energi i lagringar och kopplingar. Maskinerna störde varandra på så vis att varvtalet sjönk i de andra maskinerna när en ny kopplades in. Det uppstod störande interferensfenomen etc. Taktransmissioner var orsak till många olyckor i verkstäderna. De gjorde lokalerna skumma och svåröverblickbara samt låste maskinernas placeringar.



Figur 5. Kraftcentralen vid Bolinders. 1900-talets början.
Foto Tekniska Museet

Den elektriska motorn

Vid den internationella elektriska utställningen i Wien 1883 visade det tyska företaget Siemens & Halske för första gången att man kunde använda en elektrisk motor för att driva verkstadens transmissionssystem.[13]

En elektrisk motor förevisades i Sverige första gången våren 1883 av professor Cederholm vid dennes Thamiska föreläsningar i Vetenskapsakademiens hörsal.[14] Fyra år senare, 1887, togs en elmotor i drift i Arboga Mekaniska Verkstad.

Att det blev just Arboga Mekaniska Verkstad som blev först faller sig mer naturligt då man vet att Elektriska Aktiebolaget sedan 1883 disponerade utrymmen i en byggnad som tillhörde verkstaden. Allt mekaniskt arbete till de maskiner som Elektriska Aktiebolaget sålde utfördes också av Arboga Mekaniska Verkstad. Den första större elektriska kraftöverföringen togs i bruk i oktober 1890 i Västerås Mekaniska Verkstad. I denna anläggning, som köptes av ASEA 1897, fick en 60 hästkrafters ångmaskin driva dels taktransmissionen i maskinverkstaden, dels en 40 hästkrafters generator, som lämnade ström åt tre elmotorer samt till belysningen.[15]

Att ersätta en ångmaskin med en elmotor kan i sig tyckas vara en god affär ekonomiskt sett, med tanke på elmotorns överlägsna verkningsgrad. Mindre god förefaller affären dock då man betänker att det vid denna tid inte stod något centralt kraftledningsnät till buds, utan att elektriciteten till elmotorn oftast fick alstras av en generator driven av verkstadens egen ångmaskin.

Någon besparing nåddes således i regel inte genom att hela verkstadens ångmaskin ersattes med en elmotor, såvida man inte hade tillgång till en närbelägen extern elproducent. Att överföra elektricitet långa sträckor var, före sekelskiftet, alltför dyrt för att kunna konkurrera med egen produktion ev elkraft. Besparingar i samband med införande av elmotorer i verkstäder uppnåddes framför allt i verkstäder med flera byggnader med olika ångmaskiner och gemensam ångcentral, vilket ofta var fallet. Ett exempel ges i Teknisk Tidskrift 1894:

> Vid en sockerfabrik t.ex. utbyttes en i en aflägsen byggnad stående ångmaskin om 35 eff.hktr mot en elektromotor af samma styrka. Elektromotorn skulle få sin ström från den med hög verkningsgrad arbetande fabrikscentralen, medan ångmaskinen tillfördes ånga från en lång ångledning från samma central. Den stora centralångmaskinen förbrukade 7 kg ånga pr eff.hkt. Med en verkningsgrad af 90 % hos den elektriska generatorn erhålles en total verkningsgrad af 77 %; det vill säga att det i fabrikscentralen för hvarje af elektromotorn utvecklad hästkraft förbrukades 9,1 kg ånga i timmen. 35 hästars ångmaskinen förbrukade minst 17 kg ånga pr hästkraft, och medräknas ångförlusten i ledningen, uppgick förbrukningen till minst 20 kg. I detta fall uppnåddes således genom den elektriska driften en besparing af 54 %.[16]

Besparingen uppnåddes i detta fall således genom att den mindre ångmaskinen, som hade mycket sämre verkningsgrad än den större, ersattes med generator/elmotoranläggningen som kunde utnyttja centralångmaskinens höga verkningsgrad reducerad med en faktor 0,77, vilket fortfarande var bättre än den lilla maskinen. Därtill kom bortfallet av den långa ångledningen som ytterligare sänkte verkningsgraden när den lilla ångmaskinen användes.

I detta exempel låg alltså elmotorns förtjänster i energivinster, ökad verkningsgrad, mellan ångcentralen och den drivande motorn.

Gruppdrift

För att vinna energi i resten av kraftöverföringssystemet, mellan motorn och de maskiner som skulle drivas, införde man tidigt den s k gruppdriften. Med gruppdrift menas att en något mindre grupp maskiner i verkstaden får sin kraft från en egen motor. Med detta system vinns energi genom att stora delar av det mekaniska transmissionssystemet bortfaller och ersätts av elektriska ledningar.

Forskningen systematiseras

1800-talets sista decennier medförde ett närmande mellan vetenskap och teknik inom verkstadsområdet. Den gamla sortens verkstadstekniker med rötter i hantverkstraditionen, ersattes av den teoretiskt skolade ingenjören. Tekniska skolor och institut som vuxit upp under 1820-talet blev alltmer teoretiska i sin undervisning. Sveriges förste professor i ämnet mekanisk teknologi tillsattes vid KTH 1847.

Tidigare hade skärande bearbetning varit ren empiri. Under sent 1800-tal blev det ett fält för forskning och teori. En av initiativtagarna till systematisk forskning inom området var amerikanen Fredrick Winslow Taylor (1856–1915). Hans bok *On the Art of Cutting Metals* (1906) torde vara minst lika betydelsefull som hans i dag mer välkända *The Principles of Scientific Management* (1911). I *On the Art*

of Cutting Metals publicerades för första gången den s k Taylorekvationen, $VT^{\alpha} = C_t$, som anger sambandet mellan skärhastighet och verktygets livslängd och som alltjämt är grundläggande inom ämnet mekanisk teknologi.[17]

Genom att använda den enkla ingenjörsmässiga metoden att endast variera en faktor i taget vid sina experiment och studera hur de andra ingående variablerna i systemet/svarven förändrade sig kunde Taylor göra en mängd enkla men viktiga observationer. Han märkte t ex att ett verktyg med rundad nos kunde köras med högre hastighet än den gamla spetsigt slipade typen. Han fann att om man "smorde" skäreggen med en vattenstråle så kunde skärhastigheten ökas så att produktiviteten ökade med 30 à 40 %.[18]

Snabbstålet introduceras

Taylors och andras arbeten ledde till krav på högre prestanda på verktygsmaskinerna. Vad som framför allt verkade i den riktningen var dock den nyhet som Taylor utvecklat tillsammans med M White och som presenterades vid Paris-utställningen 1900, nämligen snabbstålet. Genom att legera stål med bl a wolfram och krom samt värmebehandla det vid en temperatur, som man dittills inte ansett lämplig, fick Taylor–White ett material som tålde höga temperaturer utan att förlora skärpan. Snabbstålet gjorde det möjligt att höja skärhastigheterna från ca 7,5 m/m till mer än 30 m/min.[19]

Med snabbstålet och med de ökade kraven på verktygsmaskinernas prestanda kom ytterligare argument för att ge varje maskin en egen kraftkälla och slippa ifrån de långa, ibland slirande och alltid energislukande, transmissionssystemen.

Enkeldrift

Under 1890-talet började det att förekomma artiklar i fackpressen där man diskuterade eventuella fördelar med enkeldrift, dvs varje maskin skulle drivas med en egen elmotor. Det började bli dags att återgå till den individuellt drivna maskinen – men i stället för svarvardrängen var det nu elmotorn som skulle driva svarven.

En första artikel med beräkningar och jämförelser av verkningsgrader etc vid ett försök med enkeldrift hos Siemens & Halskes verkstäder utanför Berlin förekom i Teknisk Tidskrift år 1894. Den följdes upp av en artikel året därpå där man bland annat diskuterar hur enkeldrift bäst skall ordnas:

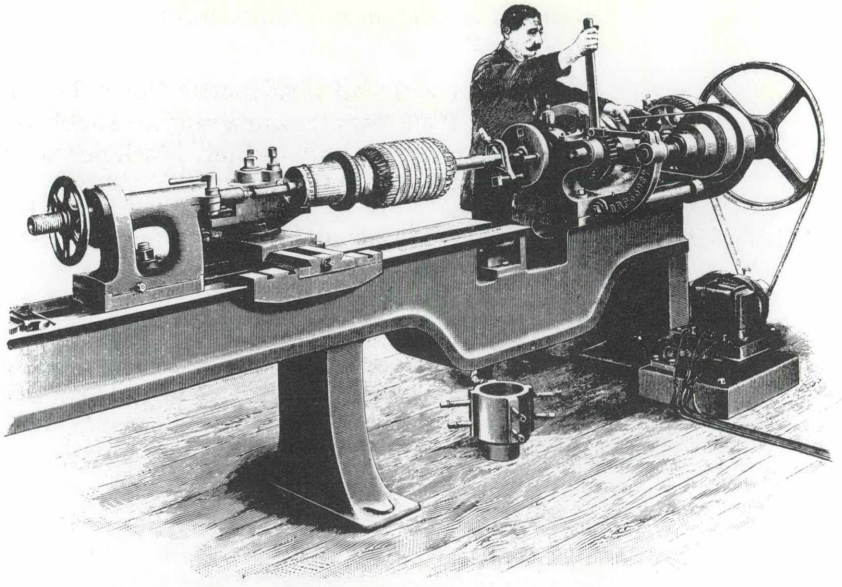
> Det enklaste sättet för den elektriska arbetsöfverföringen är naturligen elektromotorns omedelbara förenande med arbetsmaskinens hufvudaxel: men enär i allmänhet dessa motorer hafva stor hastighet, kan detta öfverföringssätt endast komma till användning vid sådana arbets- eller verktygsmaskiner, som gå med högt omloppstal.[20]

Ett annat sätt att utföra elektrisk enkeldrift som beskrivs i artikeln är att använda sig av en elmotor med ihålig axel som kan skjutas över spindelns axel. En enkel växellåda med utbytbara kugghjul överförde kraften från motorn till spindeln.

Även dessa båda exempel hämtades från Siemens & Halske. Tyskland hade tidigt byggt upp en stor elkraftindustri och var snart ledande i världen när det gällde export av elektrisk utrustning.[21]

Direktdrift

De båda ovan beskrivna anordningarna är exempel på vad som



Figur 6. Tidig enkeldrift av en svarv. Teknisk Tidskrift 1895

brukar kallas direktdrift. Motorerna var direkt monterade på maskinerna och integrerade i dessa utan mellanliggande överföringar med remmar. Direktdriften enligt det andra exemplet ansågs ha vissa nackdelar – både motor och maskin måste byggas speciellt för varandra och befintliga modeller kunde inte användas. Dessutom medförde en ändring av varvtal och därmed byte av kugghjul ett alltför långt avbrott i arbetet jämfört med att bara peta över remmen till ett annat läge på trappskivan.

En annan mer fördelaktig konstruktion ansågs vara att placera elmotorn på golvet bredvid maskinen samt koppla en rem från denna antingen till takrörelsen eller till en remväxel monterad på en verktygsmaskin av konventionellt slag med trappskiva.[22] Man monterade så att säga takrörelsen på maskinen. Liknande typer av adapters för enkeldrift marknadsfördes bl a av Luth & Rosén i Sverige på 1930-talet.

Telegrafverkets verkstäder

Den sannolikt första mekaniska verkstaden i Sverige med separat drivna verktygsmaskiner var Telegrafverkets verkstäder i Stockholm. Anläggningen, som togs i bruk 1896, fick sin kraft från en 42 hästkrafters gasmotor, som drev en trefasgenerator, vilken levererade en fasspänning på 65 volt med en frekvens på 60 perioder. Från generatorn hade man dragit ledningar på så vis att maskinerna fick sin ström från ledningarna, dragna i taket på våningen under, via genomdragningar till varje motor.

I en beskrivning av verkstaden heter det:

En dylik maskinsal, där inga axelledningar, mellantransmissioner och remmar finnas, och där ledningarna äro utförda, såsom ofvan anförts, ter sig i

verkligheten, hvad utseende och snygghet beträffar, nästan såsom en slags maskinutställning.[23]

Även denna verkstad iståndsattes innan Taylors snabbstål gjorde sin entré år 1900. För att kunna utnyttja snabbstålet krävdes tillgång till kraftigare verktygsmaskiner. Maskinerna måste också kunna köras snabbare.

Växelströms-drift

Den första svenska svarven enkom byggd för enkel- och direktdrift, och möjligen den första i världen tillverkad för växelströmsdrift,[24] byggdes år 1901 av Köpings Mekaniska Verkstad. Denna "snabbsvarv" hade beställts av maskindirektören vid Örebro Järnvägsverkstäder, sedan denne studerat enkeldrift "utomlands" och även kommit i kontakt med snabbstålet på Parisutställningen. Det enda ställe där han fann enkeldrivna maskiner var vid AEG i Tyskland. Han lyckades dock inte få anbud på enkeldrivna maskiner i Tyskland efter de specifikationer han ställde upp och vände sig därför till Köpings Mekaniska Verkstad. Örebro Järnvägsverkstäder skulle få sin elektricitet från Örebro Elektriska AB samt från Karlslund – man skulle således ej producera elektriciteten inom verkstaden – och den levererade växelströmmen skulle användas direkt utan likriktning för såväl belysning som till drift av maskiner.

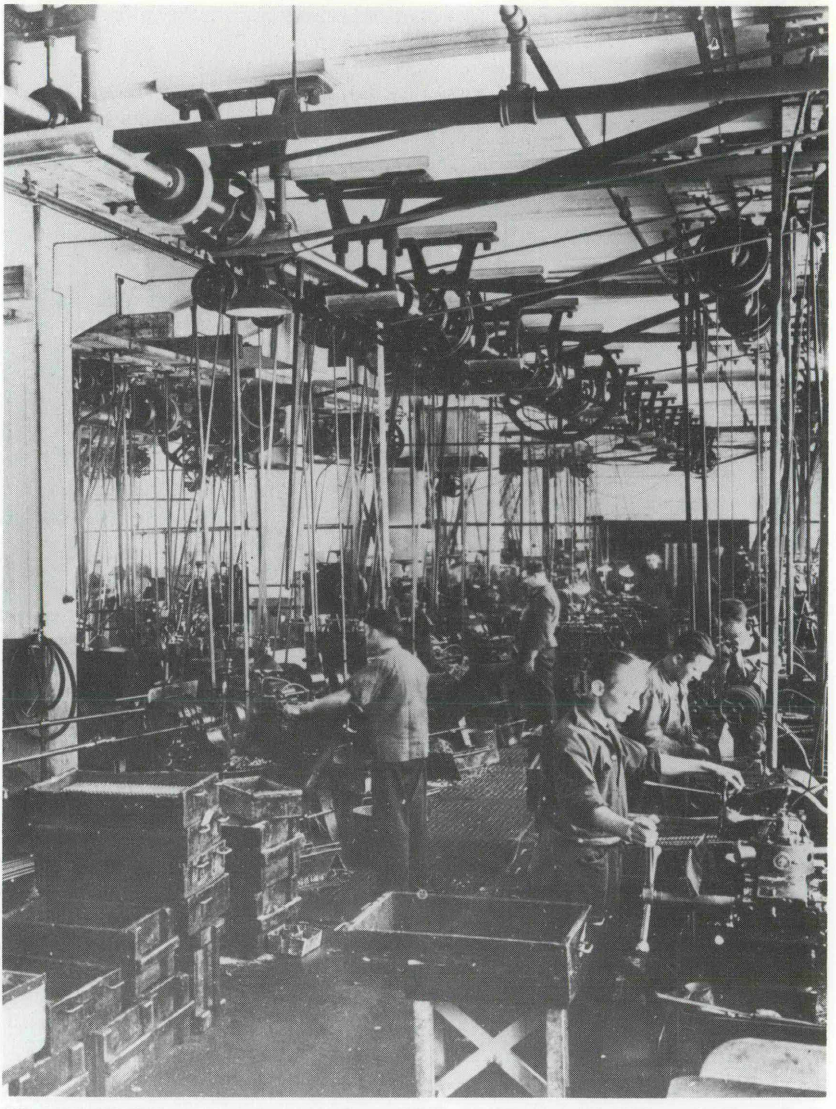
Förutom svarven levererade Köping i första omgången en fräsmaskin, en frässlipmaskin och en transportabel borrmaskin till örebroverkstaden, samtliga maskiner avsedda för direkt drift. Följande år levererades ytterligare enkeldrivna maskiner till verkstaden. Arrangemangen i Örebro omnämns i Uppfinningarnas Bok, utgiven 1904, som "den anordning som nog blir den allmänna vid framtida omändringar eller nybyggnader af sådana verkstäder".[25]

Separat drivna maskiner

Användandet av separat drivna verktygsmaskiner tog väsentligt längre tid att introducera än elektrisk belysning och elektrisk drift av verkstadens transmissionssystem. I Industritidningen *Norden* kunde man 1926 läsa att endast "i vissa fall drives dock maskinerna direkt av elektrisk motor".

Det fanns, som vi sett ovan, ansatser till separatdrift redan före sekelskiftet och Sverige låg väl framme tekniskt sett. De första separatdrivna maskinerna tillverkades av Köpings Mekaniska Verkstad redan 1901, året efter det att snabbstålet presenterades. Trots att det således fanns verktygsmaterial som talade för en övergång till direktdrift, med möjlighet till snabbare maskiner, inhemskt tillverkade direktdrivna maskiner samt en utvecklad industri med ett uttalat intresse för massfabrikation så tog det ungefär dubbelt så lång tid att införa direktdrivna maskiner som det tog att elektrifiera verkstadsindustrin. Det var först efter andra världskriget som remtransmissionerna försvann ur många av de stora verkstäderna.

– När verkar'n på gamla Separator på lördagseftermiddagen gick bort och slog av strömmen och varvtalet på remmarna sjönk och man hörde hur remlåsen passerade remskivorna allt saktare tills det blev alldeles tyst i verksta'n, då kände man att det var helg.[26]



Figur 7. Ett hörn av automatsalen vid Separators verkstäder på Kungsholmen i Stockholm ca 1930.
"Nästan alla där befintliga maskiner äro särskilt konstruerade för utförande af ett enda bestämt arbete som dock sönderfaller i ett antal operationer hvilka automatiskt avlösa varandra. Från det ögonblick då det råa materialet börjar bearbetas ända till dess det som fullständigt fabrikat faller ned i en väntande låda berörs det icke af arbetarens hand" (Ur AB Separators minnesskrift 1908, beträffande automatsalen). Foto Tekniska Museet

Noter

1. I Folcker, "Ljus och belysningsteknik". U.å. Särtryck i Tekniska Museets arkiv.
2. *Karlebo handbok.* Stockholm 1977.
3. *Ingenjörsföreningens Förhandlingar* 1883, 50ff.
4. *Teknisk Tidskrift* (1884) 24.
5. R G:son Kjellander, "J E Ericsson, en bortglömd konstruktör och industriman", *Daedalus* 1947.
6. *Ingenjörsföreningens Förhandlingar* 1883.
7. Ibid.
8. H Rygård & G Way-Matthiessen, "Redogörelse för ett besök vid Stockholms Vapenfabrik 1890", Ms i KTH Biblioteks arkiv.
9. Anonym. Muntl.
10. F Hjulström. *Sveriges elektrifiering.* Uppsala 1940.
11. H Elmquist, *Undersökning af den mekaniska verkstadsindustrin i Sverige.* Stockholm 1901–04.
12. H Hallendorff. *Slagsten och automat.* Stockholm 1967.
13. W Steeds. *A History of Machinetools 1700–1910.* Oxford 1969.
14. Hjulström, 22.
15. Ibid.
16. *Teknisk Tidskrift* 1894. 77.
17. Jfr t ex B Lindström, *Kompendium i skärande bearbetning.* Institutionen för Mekanisk Teknologi (KTH, u å).
18. L T C Rolt. *Tools for the Job* (London, 1965).
19. R S Woodbury, "Machine tools", Trevor I Williams (ed), *A History of Technology,* vol VII, 1037.
20. *Teknisk Tidskrift* (1895).
21. D Dillard. *Västeuropas och Förenta staternas ekonomiska historia.* Lund 1970, 264.
22. *Teknisk Tidskrift* (1894).
23. *Teknisk Tidskrift* (1897).
24. C O Hallström & O Hallström. *Ur Köpings Mekaniska Verkstads historia.* Köping 1947.
25. *Uppfinningarnas Bok.* Band VI. Metallernas bearbetning. Stockholm 1904, 81.
26. Fritt efter G Sahlholm. Muntl.

Summary

Electrification of the Swedish engineering industry

Electricity made its entry into the Swedish engineering industry at a time when many of the large engineering firms were being built up.

Many of the firms growing up at that time were also a new type of engineering enterprise producing, on the American pattern, a smaller range but in larger quantities than their predecessors with their broad range of products.

Electrification may be divided into two sectors: electrification of lighting and of machinery.

Electric lighting spread very quickly throughout the engineering industry. It had to compete with gas and paraffin, which were also relatively new phenomena, but was able to hold its own chiefly owing to better economy and quality.

The introduction of electric motors also went comparatively quickly. Their main advantage initially lay in their greater efficiency, e.g. in cases when several steam engines and their transmission lines in a plant could be replaced by electric motors connected to a central steam engine/generator set.

It was, however, not the same companies that were pioneers in the two cases. And, contrary to what might be expected, it was not the new large enterprises that were first to introduce the new technology in their factories. It was, instead, small innovative enterprises, but also some of the old large firms, that were first to adopt these new possibilities.

The use of separately driven machine tools, i.e. each with its own motor, took a considerably longer time to come under way. There were instances of separate drive even before the turn of the century and Sweden was well ahead technically. The first separately driven machines with AC motor were made by Köpings Mekaniska Verkstad as early as 1901, i.e. the year after the introduction of high-speed steel. Thus, despite the existence of tool steel which favoured the change to direct drive, with the possibility of faster machines, domestic manufacture and a well developed industry with a pronounced interest in mass production, it took roughly twice as long to introduce direct-drive machines as it did to electrify the engineering industry. It was only after the second world war that the belt drives disappeared in earnest from many of the large factories.

Bo Sahlholm is a civil engineer and keeper at the Museum of Science and Technology in Stockholm.