Hilding Törnebohm

C. E. JOHANSSON
MÅTTENS MÄSTARE

Det tal, som Tekn. Dr Hilding Törnebohm höll på Ingeniörsvetenskapsakademiens högtidsdag den 25. oktober 1943, återges i det följande.

Då Carl Edvard Johanssons kombinationsmåttsats är välkänd för de flesta förbigår jag en teknisk beskrivning av densamma. Även hans levnadslopp har tidigare skildrats i olika sammanhang, varför jag i det följande huvudsakligen kommer att hålla mig till C. E. Johanssons livsverk, sett ur den tekniska utvecklingens synvinkel.

Den mekaniska verkstadsindustrien — nyckelindustrien för det tekniska framåtskridandet — har som bekant genomgått en oerhörd utveckling från innevarande århundrades början. I själva verket är denna utveckling av sådant slag, att man nära nog kan säga, att någon direkt verkstadsindustri knappast förekom tidigare. Den tillverkning av maskinella förnödenheter, som tidigare bedrevs, kunde, åtminstone efter den terminologi, som nu är rådande, rubriceras som hantverk. En väsentlig skillnad mellan industri och hantverk på det mekaniska verkstadsområdet ligger däri, att industrien bygger på tillverkning av ensartade detaljer i stora serier med aktgivande på att de element, varav de framställda produkterna bestå, bli utförda så noggrant genom maskinell bearbetning, att de utan arbetskrävande manuell efterbearbetning kunna sammanfogas för att bilda färdiga varor. Om så ej hade kunnat ske, skulle troligen det uppsving, som förekommit inom den moderna verkstadsindustrien under innevarande århundrade, ej ha kommit till stånd. Vi behöva endast tänka på sådana företag som Separator, ASEA, SKF för att icke tala om automobilindustrien över hela världen. Tillverkningen av detaljer i stora serier, varigenom rationaliseringsbefrämjande metoder i tillverkningen kunnat utnyttjas, skulle säkerligen ej ha kommit till stånd om tillverkningen hade skett enligt mera hantverksmässiga metoder.

Det är denna utveckling från hantverksmässig till industriell tillverkning som Johanssons uppfinning i hög grad underlättat. Det är t. o. m. svårt att tänka sig, hur en sådan utveckling skulle ha varit möjlig utan de johanssonska passbitarna.

Jag vill nu försöka bevisa detta påstående, och för att få en lämplig bakgrund är det då nödvändigt att gå tillbaka i tiden för att spåra den utveckling, som lett till uppkomsten av produktionsidén med att framställa utbytbara element i ändamål att åstadkomma en rationell tillverkning.

I slutet av 1770-talet kan man skönja ansatser för att åstadkomma tillverkning av skjutvapen på ett sådant sätt att de i dessa ingående

detaljerna skulle vara utbytbara. En fransk vapensmed vid namn Le Blanc lyckades sålunda att åstadkomma gevär med utbytbara delar. Hur han lyckades härmed förblev en hemlighet, som dog med Le Blanc. Idén togs upp på nytt i Amerika i och med att Ely Whitney lyckades att utföra beställningar från den amerikanska staten på ett i det landet tidigare okänt sätt, nämligen så, att de olika detaljerna voro utbytbara mot varandra. Härigenom vunnos betydande tekniska fördelar vid skötseln av dessa gevär, och vad viktigare var, dessa gevär kunde framställas till ett betydligt billigare pris än tidigare. Amerikanarna North and Colt upptogo idén, och de vapenfabriker, som kommo till stånd under 1800-talets mitt i Amerika, byggde på utbytbarhet och rationell tillverkning med användande av minsta möjliga manuell arbetskraft. Banbrytare på detta område var i vårt land Helge Palmcrantz, den svenska kulsprutans och den svenska skördemaskinens uppfinnare. De fördelar som vunnos inom vapenindustrien, voro så påtagliga, att idén spred sig till andra områden, såsom exempelvis till verktygsmaskinindustrien. Välbekanta namn från 1800-talets senare hälft äro Robbins & Lawrence, Blanchard och Pratt & Whitney.

Det verkliga genombrottet fick produktionsidén först i början av innevarande århundrade, i och med att nära nog all produktion av maskinella förnödenheter inom den verkstadstekniska industrien numera sker efter nämnda principer. Denna produktionsidé kan teoretiskt genomföras endast, om de olika mått, som detaljerna skola ha, kontrolleras på ett tillförlitligt sätt. Det gäller givetvis också, att måttvariationerna hållas inom tillbörliga gränser. Dessa villkor kunna uppfyllas, om tillbörlig precision kan bedrivas i maskinerna, och om man vet vilka måttskillnader — toleranser — som äro nödvändiga och som kunna tillåtas, samt om man har sådana jämförelseobjekt, som säkerställa att utprovade och fastställda gränsvärden, åskådliggjorda på dessa, ej överskridas. I äldre tider under den förut skildrade utvecklingsperioden i Amerika liksom även i andra länder bland dem Sverige (Munktells och Gevärsfaktoriet i Eskilstuna, Husqvarna Vapenfabrik och Köpings Mekaniska Verkstad för att nu nämna några namn) skedde detta i regel så, att varje företag skaffade prototyper, bestående av stickmått, hakmått eller stålstavar, som materialiserade måtten i fråga. Att dessa stålstavar hade mått, som noggrant stämde överens med de vetenskapliga måttenheterna, kunde med dåtidens hjälpmedel svårligen konstateras och ansågs ej heller nödvän-

digt. Så länge alla detaljerna gjordes på ett ställe, var det ju skäligen likgiltigt vilka mått, mätta i vetenskapligt måttsystem, som bitarna hade. Det gällde ju endast att se till, att alla bitar, som framställdes, voro lika prototypen inom godtagbara gränser.

Det behövs icke mycket eftertanke för att förstå, att det i dag skulle ha varit hopplöst att tillverka nutidens moderna och ofta mycket komplicerade maskiner, om varje till mer än tusentalet uppgående mått, som bestämma en maskins funktion, skulle ha kontrollerats på nu skisserat sätt. Utexperimenterandet och tillverkandet av prototyperna skulle nära nog ha omöjliggjort ett tekniskt framåtskridande. Därjämte skulle uppkomsten av den moderna betydelsefulla specialindustrien, som tillhandahåller färdiga maskinelement till övrig verkstadsindustri — kullagerindustrien är en exponent för sådan industri — säkerligen ej ha ägt rum i den utsträckning som skedde. Prototyperna hos ett företag skulle måhända ej ha utfallit lika med prototyperna hos avnämaren. Därjämte skulle det ha stött på stora svårigheter att utföra toleransvetenskaplig forskning till oerhörd nytta för den kommande tekniska utvecklingen.

Det är Johanssons förtjänst och ära att ha funnit problemets lösning. Med hans passbit och den geniala uppfinningen av kombinationsmåttsatsen fick den mekaniska verkstadsindustrien ett hjälpmedel, som helt ersatte den eljest nödvändiga tillverkningen av en enorm mängd måttprototyper. Med en Johanssons passbitsats bestående av 112 passbitar, kan man åstadkomma måttprototyper på ett bekvämt sätt med intervaller på 0,001 mm från och med 1 mm upp till och med 300 mm och mera. Det är emellertid icke enbart denna strålande uppfinning av C. E. Johansson, som högt skulle värdesättas, utan det måste särskilt framhållas som en mycket anmärkningsvärd prestation från hans sida, att dessa passbitar voro gjorda med en sådan precision i måtthänseende att de knöto fast den verkstadstekniska måttenheten med den vetenskapliga måttenheten. När han ställde sig det målet före att åstadkomma fem stålstavar sinsemellan lika stora, vars summa överensstämde med den internationella metern, var detta säkerligen intet lätt problem att lösa. Att det krävdes tålamod och åter tålamod förutom en särskild manuell skicklighet och genialitet i att lösa uppkommande svårigheter — materialproblemen ej att förtiga — ligger i öppen dag. Det är bekant, hur han sedan så att säga i figurlig bemärkelse klöv 200-millimetersbitarna till 100 mm och sedan dessa till mindre måttenheter. Det var

under perioden 1897—1906 som detta arbete pågick. Enbart längden av denna tidsperiod säger en hel del om det tålamodskrävande arbete, som Johansson presterade.

Anknytningen till den vetenskapliga måttenheten visade sig vara ett ytterst förnämligt drag i Johanssons livsverk. Det behövs endast erinras om det erkännande, som Johansson som följd härav erhöll från världens vetenskapliga auktoriteter. Att dessa icke kommo på en gång är allom bekant. Misstroende mötte honom liksom andra stormän, men sanningen segrade, och utmärkelser kommo honom så småningom rikligt till del. Det, som han kanske satte mest värde på, var, att de olika statliga kontrollbyråerna för egna behov skaffade de johansonska måttsatserna, som de använde i det dagliga rutinarbetet. Detta var åtminstone fallet med Bureau International des Poids et Mesures i Sèvres och National Bureau of Standards i Washington, där jag själv haft tillfälle se, hur passbitarna utnyttjades. Alla övriga kända och statliga kontrollbyråer i England, Tyskland, Schweiz och Ryssland ha också skaffat måttsatserna, som de betrakta som fullt tillförlitliga utgångsmått, och detta allt fortfarande fast man numera har andra hjälpmedel till sitt förfogande.

Johanssons livsverk inskränker sig emellertid ingalunda till att han åstadkommit ett utomordentligt praktiskt och vetenskapligt materialiserat utgångsmått, som utgör grunden för nära nog all tillverkning av materiella förnödenheter inom den mekaniska industrien, utan han har också verksamt bidragit till en *standardisering* av de praktiska måttenheterna på ett sätt, som måste väcka beundran. I första hand ordnade Johansson så, att de metriska länderna — till en början med undantag för Frankrike — fingo en gemensam normaltemperatur, nämligen 20°. Förut fanns en mycket stor schism rörande vid vilken temperatur på arbetsstyckena måtten skulle vara riktiga. En hel del företag och institutioner ansågo det självklart, att då den internationella metern definierades att vara riktig vid en temperatur av 0°, så skulle alla industriella mått vara riktiga vid samma temperatur. Detta var kanske den förhärskande uppfattningen vid den tid, då Johansson startade sin tillverkning av passbitar. Johansson ansåg emellertid, att en sådan låg temperatur som 0° skulle vara opraktisk. Olika material ha olika temperaturutvidgningskoefficienter, och det måste därför ligga vikt på, att måtten och framför allt de funktionsavgörande måttskillnaderna äro riktiga vid en sådan temperatur, som oftast förekommer såväl i funktion som under själva

tillverkningen. Johansson gick in för att tillverka sina passbitar så att de hade riktiga mått vid 20°, och tack vare detta lyckades han ernå, att de olika länderna blevo vana vid denna normaltemperatur. Juridiskt blev normaltemperaturen fastställd i de olika länderna först under 1920-talet.

Det var emellertid icke nog med att Johansson skapade ordning och reda inom teknikens *metriska* måttenheter, utan han har också gjort en ytterst värdefull insats i fråga om tillkomsten av en ny ordning rörande de anglosaxiska ländernas måttenhet — yarden respektive tummen. Tidigare hade en för precisionsindustrien kännbar olägenhet förefunnits, i det att Amerika och England hade gått olika vägar i fråga om definition av vad som menas med en engelsk tum. När exempelvis SKF skulle leverera kullager, måttsatta i engelska tum, måste dessa kullager utföras olika beroende på om de skulle levereras till England eller Amerika. I huvudsak beror skillnaden på att i England en normaltemperatur av 62°F rådde, under det att Amerika hade gått in för 68°F, d. v. s. 20°C. Skillnaden blev ungefär 1 μ på 1 tum, vilket i och för sig icke är mycket, men dock störande stor på större dimensioner. Under 20-talet när den moderna internationella standardiseringsrörelsen blev organiserad, blev denna angelägenhet självfallet föremål för överläggningar. Ingeniörsvetenskapsakademiens skapare Axel F. Enström medverkade därvid på ett kraftfullt sätt. Förhandlingar upptogos med myndigheterna såväl i England som i Amerika för att få dessa länder att gå med på sådana åtgärder, att förbistringen försvann.

Det ligger utom ramen att här redogöra för dessa eljest mycket intressanta förhandlingar, utan det må vara nog att säga, att synnerligen animerade diskussioner uppstodo speciellt i Amerika, som enligt ett senatsbeslut från år 1866 så att säga hade sin tum förankrad i metern under det att den engelska måttenheten enligt ett engelskt parlamentsbeslut var förankrad i viss prototyp. Denna var dock av sådan beskaffenhet, att dess storlek ingalunda kunde fastställas med samma grad av noggrannhet, som kunde ske med den internationella meterprototypen med dess förnämligare konstruktion. Man kunde på grund härav fastställa ett relationstal mellan de bägge längdenheterna inom en viss marginal utan att göra intrång på ett heligt engelskt parlamentsbeslut. Det relationstal, som man försökte ena sig om, var 1″=25,4 mm, men detta relationstal stred något emot det amerikanska, som hade 1″=25,40005 mm. I Amerika stod stri-

den mellan å ena sidan Bureau of Standards, som understödde det förslag, som engelsmännen voro villiga att acceptera, och å andra sidan American Institute of Weights and Measures, som höll före, att senatsbeslutet av år 1866 ej fick fattas som ett erkännande av att tummen var förankrad i metern, utan att tummen var bestämd, och således att det år 1866 fastställda relationstalet innebar, att metern i USA hade en annan storlek än den internationella metern. De voro villiga att acceptera det nya relationstalet endast om metern ändrades ännu en gång. Stridens vågor gingo mycket höga, och lidelserna svallade, och det gjordes från visst håll gällande, att om standardiseringsmännens och Bureau of Standards' förslag gick igenom, så skulle detta betyda nära nog en katastrof för den amerikanska industrien, i det att till miljarder dollars värde uppgående verktyg plötsligt skulle bli odugliga.

De nationella standardiseringsorganisationerna fingo admonition därför att de följt Bureau of Standards' anvisningar och lämnat upplysningar om den amerikanska tummen, som American Institute of Weights and Measures ansåg felaktiga. År 1932 upphörde plötsligt kampen som genom ett trollslag, och det har muntligen meddelats mig, att anledningen härtill var, att Johansson, som hade startat passbitstillverkning i Förenta staterna hos Ford år 1923, förklarade, att det var onödigt att skriva och tala om denna angelägenhet, då alla de passbitar, som under årens lopp hade distribuerats från Fordbolaget till den amerikanska verkstadsindustrien hade utförts just så, som standardiseringsmännen önskade, och att det var fullständigt onödigt att tala om några som helst ändringar. Huru hans ord föllo har tyvärr ej gått till historien, men de måste ha gått ut på: »låt juristerna behålla sin tum, det enda viktiga är, att vi ta reda på hur stor tummen har varit inom tekniken, och det kan jag tala om; den har varit 25,4 mm». Johansson hade alltså redan år 1923 tänkt sig framtidens lösning och handlat därefter. Att han icke strikt höll sig till de juridiska paragraferna, länder honom endast till förtjänst. Den till synes prekära situationen löstes på ett mycket praktiskt sätt.

I stället för att oroa senaten med begäran om lagändring tillsattes en kommitté, som fick i uppdrag att uppgöra förslag till norm för den *tekniska* måttenheten. I denna kommitté var Johansson självskriven medlem. I oktober 1932 var man färdig med att officiellt godkänna Johanssons tum, som alltså var $1'' = 25{,}4$ mm. Beslutet bekräftades av American Standards Association i mars 1933, och

då engelsmännen redan tidigare hade godkänt såväl relationstalet 25,4 som den 20-gradiga normaltemperaturen, hade man alltså från denna tidpunkt kommit fram till det åtråvärda målet. Det kan vara värt att citera några ord i en skrivelse, som sekreteraren för American Standards Association skrev till Sveriges Standardiseringskommission den 10. november 1932, vari redogöres för det av kommittén fattade beslutet:

»I am sending you a copy of a proposed American Standard on Inch to Millimeter Conversion for Industrial Use, whose adoption by American industry was unanimously recommended by a general conference held on October 21st under the auspices of the ASA. Incidentally you may be interested to know that your famous countryman, Mr. C. E. Johansson, took an important part in the development of this proposal and attended the Conference.»

Att Johansson var en högt skattad person i Amerika, är välkänt. Förutom yttre hedersbetygelser i form av hedersdoktorat, som kommo honom till del, ansågs han, åtminstone i sin ålders höst, som en man, vilkens insatser för det tekniska framåtskridandet ej nog kunde skattas. När Johansson kom in i en sal, förekom det, att hela auditoriet stående tog emot honom. Dessa och andra hedersbetygelser gjorde dock icke Johansson annorlunda än han var, en stillsam, försynt och anspråkslös man, som gick sin väg rakt fram. I sin egenskap av den materialiserade måttenhetens skapare kan han icke nog skattas. Han var en teknikens storman som få.