KONGSBERG VÅPENFABRIKK AS
Industrielle systemer

OM NUMERISK STYRING AV SKJÆREBRENNERE, VERKTØYMASKINER OG TEGNEMASKINER

Historier fra en pionertid 1961-1987,
og litt om det som skjedde videre,
fortalt av de som var med

Redigert av
Bjørn Haug-Hanssen
i samarbeid med
Knut Henrik Skramstad og Einar Aadahl
etter innspill og bidrag fra en rekke tidligere kolleger

Trykket med støtte fra
ESKO-Graphics Kongsberg AS

HVEM STÅR BAK DETTE DOKUMENTET?

I REDAKSJONEN

Bjørn Haug-Hanssen, tidligere Utviklingssjef
Knut Henrik Skramstad, tidligere Kvalitetssjef
Einar Aadahl, tidligere Servicesjef

BIDRAGSYTERE

Finn Andersen
John Berge
Torbjørn Brataas
Kjell Bråten
Arvid Eklund
Vidar Funderud
Johnny Helmer Hansen
Hans Christian Helle
Asmund Henriksen
Oddvar Kaasa
Harald Kastet
Rolf Kristiansen
Bjørn Quistgaard
Martin Reggestad
Solve Smemo
Wilhelm Svendsen
Eiliv Sødahl
Aage Teien
Tore T Thorbjørnsen
Lars Tveit
Johan Varpe
Finn Åge Østern
ESKO-Graphics Kongsberg AS

med flere.

Der ikke annet er angitt, er bildematerialet fra KVs arkiv (Mediafoto AS, Kongsberg).

© B. Haug-Hanssen, K.H. Skramstad og E. Aadahl 2014

Det må ikke kopieres fra denne boken i strid med åndsverkloven eller
avtaler om kopiering inngått med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

INNHOLDSFORTEGNELSE

HVEM STÅR BAK DETTE DOKUMENTET? 2
FORORD 6
SAMMENDRAG 8
INNLEDNING 11
KV etablerer egen utviklingsavdeling 12
Opptur, nedtur og opptur igjen 12
NUMERISK STYRING 14
Et industrielt og teknologisk paradigmeskifte 16
Hva er numerisk styring? 16
DE FØRSTE STEG 18
AUTOKON – ET CAD/CAM-SYSTEM FOR SKIPSBYGGING 20
INDUSTRIALISERING AV ESSI-SYSTEMET 22
DE FØRSTE STYRINGSSYSTEMENE 24
NUMERISK STYRING AV SKJÆREBRENNERE 26
TEGNEMASKINER 29
Fra hjelpeverktøy til selvstendig produkt 29
KV starter utvikling av egne tegnemaskiner 30
Amerikansk utvikling av maskin for elektronisk industri 32
TEGNEMASKINENE - NOEN APPLIKASJONER FRA DE FØRSTE ÅRENE 34
Design av bilkarosseri 34
Karttegning 36
Arkitektur og byggeteknikk 36
Geofysiske undersøkelser 37
Automatisering av konfeksjonsindustrien 38
Kunst på datamaskin 39
Skjæring av papp og plast 40
OVERGANG TIL CNC FOR TEGNEMASKINER – OG SKJÆREBRENNERE 42
NUMERISK STYRING AV VERKTØYMASKINER 43
DATAMASKINER 45

De programmerbare datamaskinenes inntog 45
Norsk produksjon av datamaskiner 46
Innføring av programmerbare regnemaskiner - Utvikling av CNC-systemer 47
PRODUKSJON 48
Produkter og organisasjon 48
Produksjon og leveranser 49
SERVICE OG UTESTASJONER 53
Oppbygging av serviceavdelingen 53
Reservedeler 53
Lokal tilstedeværelse - utestasjoner 53
Utfordringer og problemstillinger 54
Personell fra serviceavdelingen deltok aktivt i utviklingen av nye produkter 54
Etablering av utestasjoner – noen eksempler 55
Tyskland 55
England 59
Frankrike 60
Sverige 61
MARKEDSFØRING OG SALG 65
Leveransevolumer og applikasjoner 65
KVALITETSSIKRING 67
KV hadde liten erfaring med kvalitetssikring av komplekse produkter 67
Relevante spesifikasjoner må tilfredsstilles 67
Konfigurasjonsstyring 67
Kvalitetskostnader 67
Tilbakemelding 68
Kvalitetsavdelingen, en viktig avdeling 68
Tilbakeblikk 68
Kvalitetsavdelingen definerte sine egne oppgaver 68
Produktutvikling og kvalitetssikring 69
Miljøprøving i utviklingsfasen 69
Internasjonalt samarbeide 70
Mottakskontroll 71
I begynnelsen på 70-tallet kjøpte vi datamaskiner fra Honeywell til tegnemaskinstyringene 71

Testing av wrappekort og backwiring ... 71
Korttesting ... 71
Burn in ... 72
Acceptanse testing ... 73
Vi måtte gjennomføre endring på leverte produkter! ... 74
Programvarekvalitet ... 74
Eksempel på oppfølging av produktkvalitet ... 75
Produktkvaliteten var ikke god nok ... 75
Det var viktig å levere produktene før årsskiftet! ... 75
Produktrådet så dagens lys i 1981 ... 75
Total Quality Management ... 77
ORGANISERING ... 79
Noen trekk fra organisasjonsutviklingen de første årene ... 79
Organisasjon og ledelse ... 84
Selskapets øvre ledelse ... 85
UTFORDRINGER ... 89
ARV OG NYTTE ... 92
HØYDEPUNKTER ... 93
FORKORTELSER ... 94
REFERANSER OG KILDER ... 95
MINNER OG GODE HISTORIER FRA DEN FØRSTE TIDEN ... 96
TILLATELSE ... 113
VEDLEGG ... 114

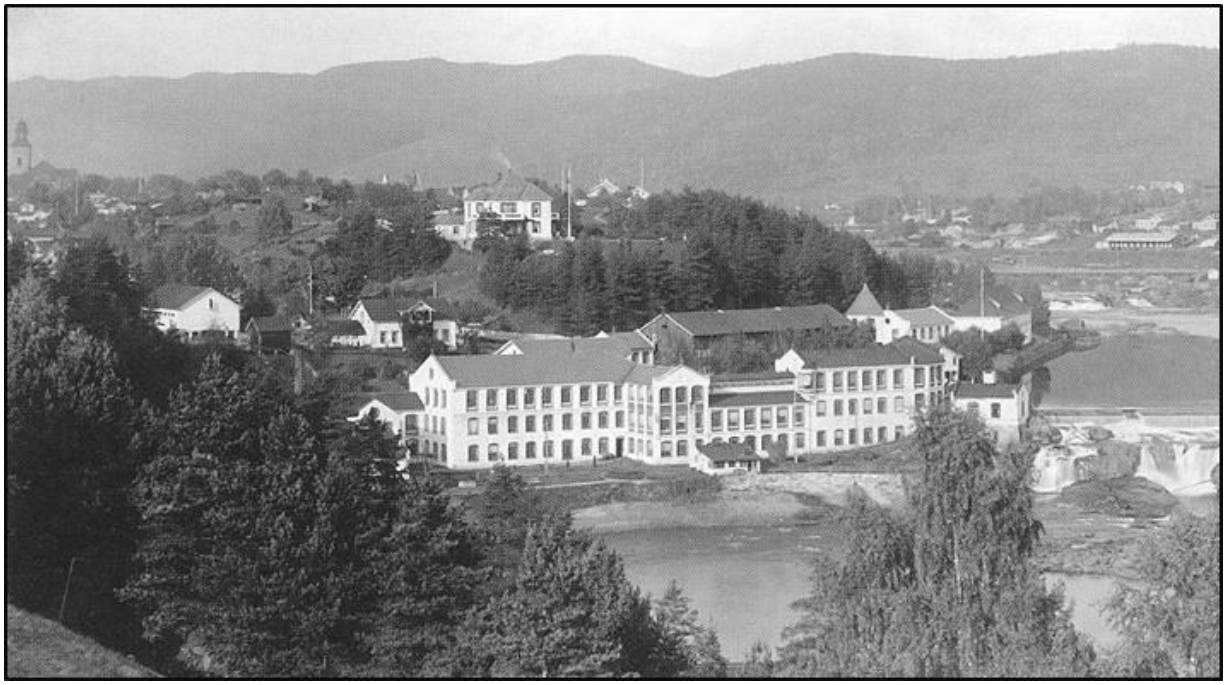
Vedlegg 1: NUMERICAL CONTROL
Vedlegg 2: STARTEN PÅ NC/CNC-UTVIKLINGEN PÅ KONGSBERG VÅPENFABRIKK
Vedlegg 3: TEKNOLOGI FOR TEGNEMASKIN OG NUMERISKE STYRINGSSYSTEMER
Vedlegg 4: PRODUKTHISTORIE SETT FRA SERVICEAVDELINGEN
Vedlegg 5: LITTERATURLISTE

NB!
Begrepet numerisk styring (Numerical Control - NC) dekker i dette dokumentet alle former for numerisk styring av maskiner, herunder vanlig NC, men også CNC og DNC. Se nærmere om dette i Vedlegg 1: «Numerical Control».

FORORD

I 1961 besluttet Kongsberg Våpenfabrikk as (KV) å ta over videreutviklingen av det numeriske styringssystemet ESSI fra Sentralinstitutt for Industriell Forskning (SI). Dette ble innledningen til en bred satsning på numerisk styring (NC) på KV, både som bruker i egne verksteder og som en ledende leverandør av styringssystemer for skjærebrennere og verktøymaskiner på det åpne marked. KV startet i 1964 utvikling av automatiske tegnemaskiner for en rekke formål, og ble etter hvert en betydelig leverandør på det internasjonale marked av databaserte grafiske systemer.

Dette dokumentet tar for seg KVs virksomhet innen numerisk styring og automatiske tegnemaskiner, slik de ansatte opplevde det. Som utgangspunkt er benyttet deler av Norges Tekniske Vitenskaps-akademis (NTVA) rapport "Numerisk styring i norsk forskning og verkstedindustri", og et tilleggs-notat fra de samme forfattere (se Vedlegg 2), dessuten annet arkivstoff, rapporter fra og samtaler med enkeltpersoner som var med den gangen, samt egne notater. Dokumentet dekker spesielt perioden 1961-1987, og i litt mindre detalj det som skjedde videre.



Avdeling U hadde lokaler i de gamle bygningene nede ved Lågen, også kalt Nedre Fabrikk. I 1960 ble det innredet moderne kontorer, laboratorier og tegnesaler i de tidligere verkstedhallene. Men utenpå så bygningene ut som de hadde gjort siden 1800-tallet – som på bildet. Det var mye historie og ikke lite romantikk i veggene i de gamle bygningene. Og i Lågen spratt fisken, damvokterne rensket vannløpet med dynamitt vinterstid, der ble det prøveskutt med geværer og bakom lød sangen fra sagbladverkstedet.
Foto: Norsk Bergverksmuseum

Dokumentet tar for seg aktivitetene ved Utviklingsavdelingen (Avd U), der det hele begynte, men beskriver også hvordan virksomheten etter hvert grep inn i andre deler av selskapet. I 1973 ble arbeidet med NC-systemer og tegnemaskiner overført til en egen divisjon (Systemdivisjonen, som senere ble fusjonert med Datadivisjonen). Etter mange gode år, begynte det på 1980-tallet å gå tyngre og i 1987 var det slutt. Produksjon og levering av styringssystemer for skjærebrennere og verktøymaskiner ble lagt ned, mens tegnemaskinaktivitetene ble videreført i ny drakt.

Perioden fra slutten av 1950-årene til begynnelsen av 1980-tallet, var på flere måter en banebrytende pionertid for KV. Det ble bygd opp ny kompetanse og erfaring, og det ble introdusert nye produkter, nye systemer og ny teknologi både på det militære og det sivile området. KV var en foregangsbedrift teknisk og administrativt, og fungerte som løftekran for annen norsk verkstedindustri. I disse årene ble grunnlaget lagt for «den nye tid» på KV, som selvstendig leverandør av egenutviklede produkter med ny, avansert teknologi – til et internasjonalt marked. Satsningen på numeriske styringssystemer og automatiske tegnemaskiner var en del av denne utviklingen.

Dokumentet behandler først og fremst de tekniske, praktiske og industrielle sider ved virksomheten, og beskriver bare løselig økonomiske resultater. Her henvises det til bokverket om KV utgitt ved 200-års jubiléet i 2014.

Dette dokumentet har følgende vedlegg:

- «Numerical Control», artikkel hentet fra Wikipedia
- «Starten på NC/CNC-utviklingen ved KV», Torbjørn Brataas og Eiliv Sødahl
- «Teknologi for tegnemaskin og numeriske styringssystemer», Martin Reggestad
- «Produkthistorie sett fra Serviceavdelingen», Einar Aadahl
- «Industriell elektronikk og IKT historie 1960-2000, Litteraturliste», Torbjørn Brataas

Det vises for øvrig til prosjektets hjemmeside ***www.kongsbergsystemer.net,*** der en tar for seg de enkelte saker og problemstillinger i større detalj. Web-master er Knut Henrik Skramstad.

Vedlegg 1 «Numerical Control» forteller litt om den tidlige utviklingen av numerisk styring i USA, en forløper for KVs og norske forskningssentres virksomhet på dette området.

En ros til ledelse og styre ved KV som så mulighetene, og som var «modige» nok til å satse på numeriske styringssystemer og automatiske tegnemaskiner, uten tidligere erfaring med slike produkter og heller ikke slike markeder.

Takk til alle som har bidratt med fakta, råd og bilder, som har fortalt om sine erfaringer og opplevelser, og som med tålmodighet har lest korrektur eller vært behjelpelig på annen måte.

Takk til ESKO-Graphics Kongsberg som har hjulpet oss med trykking og distribusjon.

Redaksjonen

Kongsberg 1. februar 2014

Dette er ikke hele historien. Den observante leser kan nok finne både feil og mangler i dette dokumentet. Kanskje også ting som kunne vært strøket. Redaksjonen mottar gjerne kommentarer, supplerende opplysninger og gode historier. Adresser finnes på hjemmesiden ***www.kongsbergsystemer.net.***

SAMMENDRAG

Norsk verkstedindustri var fram til 1950-årene i hovedsak rettet mot det norske hjemmemarked. Det gjaldt også KV, som var en typisk ordrebasert produksjonsbedrift, med forholdsvis få egne produkter. Staten var eneeier og Forsvaret den viktigste kunden, men KV hadde også store leveranser til sivile markeder. Bedriften hadde stor bredde i produksjonen og leverte «alt» fra kanoner til håndvåpen, fra bildeler til skipsakslinger, sagblad og skiftenøkler. Produktene var i hovedsak mekaniske. Men nye produkter og ny teknologi kom til. Utviklingen gikk raskt og KV utviklet seg til å bli en ledende leverandør av komplekse systemer og deler til våpenstyringer og missiler, gassturbiner og flymotorer, bildeler og ikke minst utstyr til olje- og gassvirksomheten. KV har alltid vært kjent for allsidighet, soliditet og kvalitet.

Det militære markedet hadde gitt bedriften en viss trygghet, men oppdragsmengden kunne variere sterkt. Ledelse og styre tok derfor tidlig på 1950-tallet initiativ til å finne nye produkter og engasjementer som kunne utvide og forsterke bedriftens produktportefølje, utnytte bedriftens kompetanse og erfaring fra det militære området også til sivile produkter, og utvikle bedriftens kompetanse innen nye tekniske områder.

Fra begynnelsen av 1950-årene og utover, tok KV opp lisensproduksjon og underleveranser av en rekke militære og sivile produkter, bl.a. Bofors feltkanon, WIFAG rotasjonspresser for avistrykkerier, drivaksler til Volvo og antiubåtvåpenet Terne. Dette ga bedriften ny kunnskap og erfaring med finmekanikk, hydraulikk, elektronikk og servoteknikk. I første omgang var de elektroniske systemene analoge, senere kom digitale og datatekniske løsninger. Men fortsatt ble spesifikasjonene definert av hovedkunden.

KV innså tidlig at det var nødvendig at bedriften selv engasjerte seg i utvikling og industrialisering av nye produkter, og bedriften besluttet å etablere en egen utviklingsavdeling (Avd U) i 1955. Avd U arbeidet med både militære og sivile prosjekter, og bidro til å skape den synergi mellom produkter og produktområder som bedriften var ute etter.

Et av de nye produktområdene var numerisk styring (NC). Basert på en utredning fra 1960 med deltakelse av KV, SINTEF og Sentralinstitutt for Industriell Forskning (SI), besluttet KV i 1961 å satse på videreutvikling og industrialisering av ESSI-systemet, utviklet ved SI, med skipsverft og verkstedindustrien som viktige kunder. I 1964 startet KV utvikling av sine egne numerisk styrte tegnemaskiner (merkenavn Kingmatic) for en rekke formål, og ble etter hvert en betydelig leverandør av databaserte grafiske systemer. Utviklingsarbeidet for og produksjonen av tegnesystemene skjedde internt. I første omgang var SI den viktigste samarbeidspartneren, men fra annen halvdel av 1960-årene ble forholdet til SINTEF stadig viktigere, spesielt i utviklingen av CNC-systemer for verktøymaskiner, men også på helt andre områder for bedriften, som dynamisk posisjonering. Senere er SINTEF og SI slått sammen.

KVs motivasjon for satsingen på numerisk styring, var dels behovet for oppgradering av egen maskinpark og egne planleggingssystemer, dels behovet for å finne fram til nye produkter for det åpne marked.

Industriell tilvirkning og levering av numeriske styringssystemer (NC) for skjærebrennere kom i gang fra 1963, tegnemaskiner fra 1966 og CNC-systemer for verktøymaskiner fra 1969. KV var en foregangsbedrift for innføring av numeriske metoder i egne verksteder, og en inspirator for annen norsk industri. På 1950- og 60-tallet drømte mange industriledere i Norge om automatiserte fabrikker og teknologiske forsprang, men i praksis var moderniseringsviljen liten. KV, sammen med Akergruppen (Stord Verft), Kværnergruppen og Frank Mohn var viktige unntak.

Innføringen av NC i egen produksjon på KV var vellykket, med god rasjonaliseringsgevinst. NC-produktene ble også godt mottatt i markedet, og KV opparbeidet seg en solid posisjon som leverandør av NC styringssystemer og automatiske tegnemaskiner. KV hadde i 1970/80-årene en markedsandel på 60 -70 % for skjærebrennerstyringer til skipsverft og mekanisk industri og leverte i perioden 1961-75 ca. 500 anlegg til verft og verksteder over hele veden. I årene som fulgte ble det også levert over 600 CNC-anlegg sammen med ledende leverandører av sponfraskillende verktøymaskiner, til en rekke land. Virksomheten leverte gode resultater utover i 1970-årene. Tegnemaskinene har hatt en kraftig vekst og det er i årenes løp levert tusenvis av anlegg for en rekke formål over hele verden, stort sett med godt resultat.

Utvikling og levering av NC-systemer representerte for KV en rekke utfordringer teknisk, organisatorisk og ledelsesmessig. Det var en stor overgang å gå fra en funksjonsstyrt til en prosjektstyrt organisasjon, hvor marked, utvikling, produksjon og service måtte ses på som en integrert helhet, med fokus på kundebehov, kvalitet og økonomi. Prosjektene var tverrfaglige, med stor spennvidde. Tilgang på personell med relevant industriell erfaring var en begrensning, og mye måtte læres fra bunnen av.

ESSI-systemet var den første tiden en fremmed fugl i bedriften, men interessen var stor og positiv på alle nivåer, fra den øvre ledelse til folk på gulvet, og alle bidro aktivt til et godt samlet resultat. ESSI ble et begrep.

Fra slutten av 1960-årene kom det på markedet små datamaskiner, både mini- og mikromaskiner, til gunstige priser og med god kvalitet. Programmerbare datamaskiner erstattet fra slutten av 1960-årene gradvis de tidligere fast koplede siffermaskinene - NC var blitt til CNC. Dette ga en helt annen grad av fleksibilitet og nye muligheter. Med utgangspunkt i behovene på militærsiden, besluttet KV å satse på utvikling og produksjon av egne datamaskiner. Dette skjedde i et nært samarbeid med FFI. KVs datamaskiner ble viktige systemkomponenter i både tegnemaskin- og verktøymaskinsystemene, men pris og funksjonalitet ble etter hvert et problem.

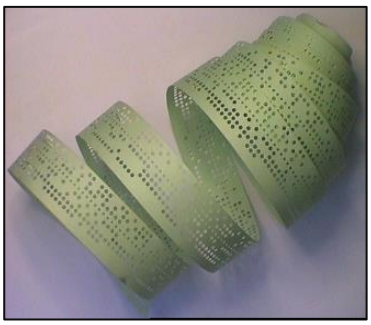
KVs erfaring fra egen verksteddrift ga KV et konkurransefortrinn i markedsføringen, og bedriften ble en internasjonalt anerkjent systemleverandør. Produsentene av verktøymaskinene ønsket imidlertid å overta systemansvaret, med KV som underleverandør. Dette førte til at KV gradvis mistet sin innflytelse som systemleverandør og dermed sin ledende posisjon i markedet. KV ble presset på pris og lønnsomheten ble dårligere. På toppen av dette kom CoCom-saken og restruktureringen av KV i 1987. KV valgte å legge ned produksjonen av egne NC-styringer for skjærebrennere og verktøy-maskiner, selv om konseptet som sådan fortsatt var konkurransedyktig. Rettighetene til tegnemaskin-systemene ble derimot overført til et eget selskap, som videreførte virksomheten med skiftende eiere og navn. Denne delen av virksomheten har hatt betydelig framgang, og ESKO-Graphics Kongsberg AS er i 2014 verdens ledende leverandør av grafiske systemer på sine markeder.

Perioden fra slutten av 1950-årene til begynnelsen av 1980-tallet, var på flere måter en banebrytende pionertid for KV. Det ble bygd opp ny kompetanse og erfaring, og det ble introdusert nye produkter og ny teknologi, både på det sivile og det militære området. I disse årene ble grunnlaget lagt for «den nye tid» på KV, som selvstendig leverandør på det internasjonale marked, av egenutviklede produkter med ny, avansert teknologi.

Mange mener at utviklingen i disse årene kan karakteriseres som et teknologisk og industrielt **paradigmeskifte**.

De bedriftene som i 1987 sprang ut av den gamle Våpenfabrikken, og de som ble etablert i kjølvannet av dette, har gjennomgående hatt en god utvikling, og utgjør i dag samlet **ett av landets ledende teknologiske innovasjons- og nyskapningsmiljøer**.

KVs satsning på numeriske styringssystemer og automatiske tegnemaskiner var en viktig del av denne utviklingen.



Hullbånd er et lagringsmedium for digitalt kodet informasjon, og består av en papirstrimmel med utstemplede hull. Hullbåndet ble oppfunnet i 1728 av Jean-Baptiste Falcon. Hullbånd har vært brukt til lagring av utsendte og mottatte telekser, men på 60- og 70-tallet ble hullbånd også brukt til innmating og utmating av datamaskinprogrammer og av data i begrenset mengde. Hullbånd ble brukt for innmating av styredata til ESSI-systemet.
Foto: Groundspeak

INNLEDNING

KV var fram til 1950-årene, som norske verkstedbedrifter flest, en typisk ordrebasert produksjonsbedrift, i hovedsak rettet mot hjemmemarkedet, med forholdsvis få egne produkter. Staten var eneeier og Forsvaret den viktigste kunden, men KV hadde også store leveranser til sivile markeder. Kjente produkter merket «K med krone» var hvalkanoner, håndverktøy, Kongsberg Colt og armegeværet Krag-Jørgensen. Bedriften hadde stor bredde i produksjonen og leverte «alt» fra kanoner til håndvåpen, fra bildeler til skipsakslinger, sagblad og skiftenøkler. I 1950- og 60-årene skjedde det mye på det teknologiske området, med bl.a. innføring av halvledere, digitalteknikk og programmerbare datamaskiner. Utviklingen gikk raskt, også på KV, som etter hvert ble en ledende leverandør av våpensystemer og missiler, gassturbiner og flymotorer, og ikke minst utstyr til olje- og gassvirksomheten. KV var kjent for allsidighet, soliditet og kvalitet, og KV har alltid hatt dyktige fagarbeidere. *«På KV var alle utdannede våpenarbeidere. Det ble sagt av der kunne alle lage sitt eget gevær om det trengtes».*

Det militære markedet ga bedriften en viss trygghet, men oppdragsmengden kunne variere sterkt. Ledelse og styre tok derfor tidlig på 1950-tallet initiativ til å finne nye produkter og engasjementer som kunne:

a) utvide og forsterke bedriftens produktportefølje,
b) utnytte bedriftens kompetanse og erfaring fra det militære området også til sivile produkter, og
c) utvikle bedriftens kompetanse innen nye områder, som elektronikk og hydraulikk, etter hvert også digitalteknikk og datamaskiner.

Fra begynnelsen av 1950-årene og utover tok KV opp lisensproduksjon og underleveranser av en rekke militære og sivile produkter, bl.a. Bofors L70 40 mm feltkanon (1953), 20 mm maskinkanon, 155 mm felthaubitz , WIFAG rotasjonspresser for avistrykkerier (begynnelsen av 1950-tallet), eltemaskiner for bakerier (fra begynnelsen av 1950-tallet), drivaksler til Volvo (1957), antiubåtvåpenet Terne, som ble utviklet i samarbeid med FFI (1958), målebord for CERN (1960), Decca navigasjonsutstyr (1961), Plumatic nedbørs-intensitetsmåler for Meteorologisk Institutt (midt på 1960-tallet) og lydmiksebord for NRK (1967).

Bofors feltkanon var helautomatisk og fjernstyrt, et komplekst system med flere tusen deler, der bedriften for første gang stiftet bekjentskap med fjernstyring og kybernetikk. Dette ga bedriften ny kunnskap og erfaring med finmekanikk, hydraulikk, elektronikk og servoteknikk. I første omgang var de elektroniske systemene analoge, senere kom digitale og datatekniske løsninger. Men fortsatt ble spesifikasjonene definert av hovedkunden.

Antiubåtvåpenet Terne var et komplett våpensystem som inneholdt alle nødvendige elementer for å lokalisere og ødelegge en u-båt. Terne var utviklet i samarbeid med Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI), og hadde innebygd avanserte finmekaniske, elektroniske og servotekniske løsninger. Systemene var analoge. Gjennom Terne-prosjektet skaffet bedriften seg ny kompetanse som systemleverandør og utviklet produksjonsapparatet til internasjonalt nivå. Første ordre på Terne kom i 1959, med levering to år senere.

KV etablerer egen utviklingsavdeling

KV innså tidlig at det var nødvendig at bedriften selv engasjerte seg i utvikling og industrialisering av nye produkter, og bedriften besluttet å etablere en egen utviklingsavdeling (Avd U) i 1955. Avd U arbeidet med både militære og sivile prosjekter, og var en viktig forutsetning for å skape den synergi mellom produkter og produktområder som bedriften var ute etter. Fra starten av bestod Avd U av 2-3 mann, derav 1 ingeniør – utviklingssjef Knut Seim. Senere overtok Bjarne Kiil som sjef for Avd U og deretter Jon Erik Saugen. Fra 1958 vokste avdelingen kraftig for å ta hånd om oppgavene på Terne-prosjektet. Et forsøksverksted kom til. I 1961 kom ESSI og etter hvert en rekke andre prosjekter. Den første ESSI styrte dreiebenken ble satt i drift på KV i 1961.

Leder for utviklingen av NC-systemene og tegnemaskinene var de første årene Torbjørn Brataas. Senere overtok Bjørn Haug-Hanssen. Eiliv Sødahl hadde et overordnet ansvar den første tiden.

Maskinkonstruksjonsalen ved Avd U, 1960-årene. I midten en av seniorene Erling Johnsen.
Foto: Erling Popperud: Streiftog gjennom Kongsberg Våpenfabrikks historie, 1976.

Opptur, nedtur og opptur igjen

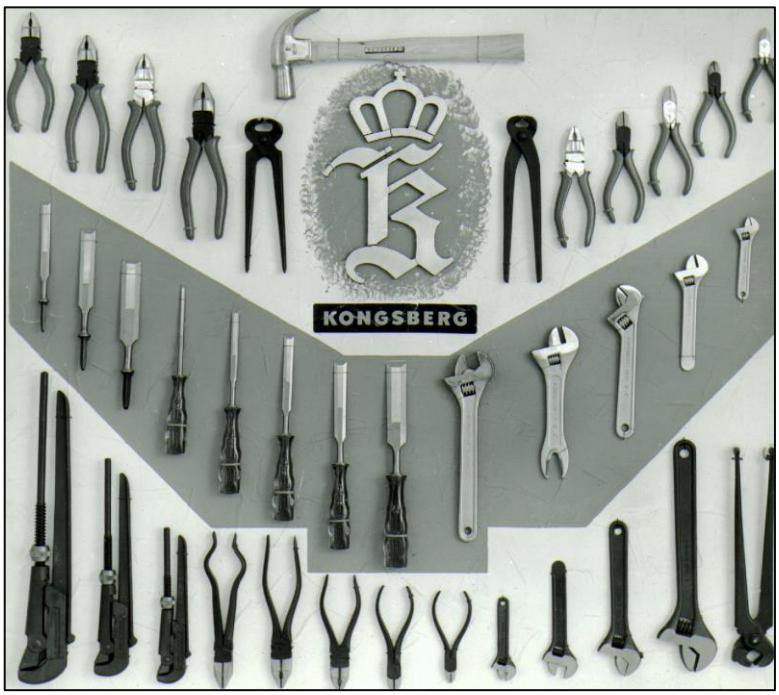
Fra slutten av 1960-årene ekspanderte KV kraftig, fra en omsetning på NOK 200 millioner i 1969 til NOK 1,6 milliarder i 1980. Mange nye produkter så dagens lys og det ble investert i nye internasjonale markeder. I denne perioden ble antall ansatte fordoblet fra om lag 2.500 til 5.000. Ingeniøren ble en ny viktig profesjon ved bedriften. Antall ansatte med teknisk utdannelse steg fra noen titalls midt på 1950-tallet, til 443 i 1966 og videre til 860 i 1974. KV ble formet av ingeniørkulturen og Kongsberg ble en ingeniørby.

Likevel måtte bedriften rapportere sitt først underskudd i 1981. Årsakene var mange, bl.a. ble satsningen på nye sivile produkter mer arbeids- og kapitalkrevende enn forutsatt. Dette gjaldt ikke

minst gassturbiner og datautstyr. Eksportandelen økte fra 40 til 80 prosent, noe som gjorde bedriften mer sårbar for høye norske kostnader, valutasvingninger og internasjonale konjunkturer. Bedriften hadde fokus på vekst og utvikling, og ønsket å spille en sentral rolle som nasjonal våpensmie, industrilokomotiv og teknologisk spydspiss. På slutten av 1970-tallet kunne ledelsen rapportere at KV hadde oppfylt sine planer med hensyn til utvikling, produksjon, omsetning og sysselsetting, men foreløpig ikke når det gjaldt inntjening. Dette var starten på en nedtur som fortsatte utover i 1980-årene, og i 1987 var det slutt. KV ble restrukturert.

Nærmere 25 større og mindre produkter og produktområder ble skilt ut og videreført i egne selskaper. I mange av de nye bedriftene kom private interesser inn, og det industrielle miljøet på Kongsberg opplevde en ny blomstring. Den militære virksomheten, som utgjorde omtrent halvparten av det gamle KV, ble videreført under navnet Norsk Forsvarsteknologi. Som følge at CoCom-saken (omtalt annetsteds) ble det bestemt at alle referanser til Kongsberg Våpenfabrikk skulle fjernes og det var ikke lenger anledning til å bruke det gamle firmamerket «K med krone». I 1995 ble Norsk Forsvars-teknologi omdøpt til Kongsberg Gruppen og det gamle firmamerket ble tatt fram igjen - litt forandret.

KV hadde alltid vært kjent for høy kompetanse, soliditet og kvalitet, og virksomheten hadde alltid vært sterkt teknologi-drevet. Dette ble utviklet videre, og de bedriftene som i 1987 sprang ut av den gamle Våpenfabrikken, og de bedriftene som etter hvert ble etablert i kjølvannet av disse, utgjør i dag samlet ett av landets ledende høyteknologiske innovasjons- og nyskapningsmiljøer.



Kongsberg Våpenfabrikk var en allsidig og anerkjent produsent av håndverktøy.

NUMERISK STYRING

Norsk verfts- og verkstedindustri var fram til 1950-årene konservativ og lite villig til å ta i bruk nye metoder. Skulle industrien utvikle seg internasjonalt, måtte det settes inn tiltak. Myndigheter, næringsorganisasjoner og ledende bedrifter innså dette, og det ble startet en rekke prosjekter og programmer for å øke norsk verkstedindustris konkurranseevne. Et viktig satsningsområde for forskningen var numerisk styring , der en ønsket å erstatte manuelle arbeidsoperasjoner med automatiske prosesser.

Satsningen på numerisk styring av maskiner og prosesser var inspirert av utviklingen i England og USA, der spesielt Massachusetts Institute of Technology (MIT) i Boston hadde store forsknings- og utviklings-programmer i årene etter annen verdenskrig. Utviklingen i USA er nærmere beskrevet i vedlagte artikkel om «Numerical Control». Dette var forløperen for det som senere skjedde i Norge, og som KV ble en viktig del av.

> *«På 1950- og 60-tallet var industriell datateknikk ukjent, kostbar og lite robust. Mange industriledere drømte nok om automatiske fabrikker og teknologiske forsprang, men i praksis var moderniseringsviljen liten. Med Kongsberg Våpenfabrikk som et viktig unntak, satt det meste av norsk industri på gjerdet. Initiativ kom i første rekke fra forskningsmiljøene».*
> (Sitat fra et oppslag på NTNUs datamuseum).

Forskningssentrene NTH/SINTEF i Trondheim, SI i Oslo og CMI i Bergen startet på 1950-tallet, hver på sin kant, flere prosjekter rettet mot automatisering av industrielle prosesser. Industripartnere var NAKK-gruppen (NEBB, Aker-gruppen, Kværner-gruppen og KV), SRS/Aker-gruppen og Frank Mohn.

KV var en foregangsbedrift i utvikling av numeriske metoder i egen verkstedproduksjon, og ble den viktigste industripartneren for utvikling, produksjon og levering av elektronisk og datateknisk utstyr for dette formålet - nasjonalt og internasjonalt. Samtidig var Aker-gruppen med Stord Verft i samarbeid med SI, internasjonalt ledende i utviklingen av databaserte konstruksjonsverktøy og datastyring av skjærebrennere for skipsbyggingsindustrien. Frank Mohn var også tidlig ute, som en avansert og krevende bruker på verkstedsiden.

I første fase av forskningen lå vekten på utvikling av selve arbeidsmaskinen og tilhørende styringssystem, i neste fase ble det lagt mere vekt på brukersiden med utvikling av systemer for produksjonsplanlegging og en automatisert framstilling av styredata for arbeidsmaskinene.

Innføringen av NC-teknologien i norsk forskning og næringsliv strekker seg over en periode på 25 år fra omkring 1955 til begynnelsen av 1980-årene, da teknologien nådde industriell modenhet. KVs satsning på bruk av NC-metoder i egen produksjon var vellykket. Det samme gjaldt satsningen på utvikling og levering av NC-styringssystemer nasjonalt og internasjonalt. KVs NC-produkter fikk etterhvert en solid posisjon på verdensmarkedet og virksomheten hadde i 1970-årene og fram til begynnelsen av 1980-tallet god lønnsomhet. Men sterkere internasjonal konkurranse, lite hjemme-marked, en svak posisjon for norske verktøymaskinleverandører, samt 1970-årenes verftskrise i Europa, førte etter hvert til et vanskeligere marked og dårligere lønnsomhet. En medvirkende årsak var også en etter hvert sviktende konkurranseevne for KVs egne datamaskiner. I begynnelsen av 1980-

årene gikk KV ut av markedet for levering av egne styringssystemer for verktøymaskiner og skjærebrennere, selv om konseptet som sådan fortsatt var konkurransedyktig. Tegnemaskinene ble imidlertid utviklet videre, med stadig styrket markedsposisjon innen stadig nye anvendelsesområder, og lever i 2014 fortsatt i beste velgående.

ESSI-systemet vises for første gang, montert på en Sundt dreiebenk. Plansjen bak viser at systemet har flere anvendelser.

Innføringen av numeriske metoder for styring av maskiner og prosesser var en liten revolusjon i verfts- og verkstedindustrien, og krevde nye metoder i planlegging, produksjonsforberedelse og oppfølging, nytt utstyr, nye maskiner og nye teknikker – men ga også nye muligheter. I USA snakker en om denne perioden som *den andre industrielle revolusjon*. Utover på 1960- og 70-tallet skjedde det store forandringer i Norge, og norsk verfts- og verkstedindustri arbeidet seg fram i fremste rekke internasjonalt, med KV i en sentral rolle. En fikk her et systemskifte i måten å tenke på.

Innføringen av numerisk styring skjedde samtidig med at mikroelektronikk, digitalteknikk og datamaskiner kom i vanlig bruk. KV utviklet kompetanse, metoder og organisering som leverandør av elektronisk- og datamaskinbaserte systemer, en produksjon ganske forskjellig fra mekanisk bearbeiding og levering av tradisjonelle våpen. Det første militære produktet basert på digitalteknikk var feltartillerisystemet ODIN (1963). En ny tid var innledet på KV.

Den NC-kompetanse som KV utviklet som bruker i egen produksjon, er videreført i de bedriftene som i 1987 ble skilt ut i egne selskaper. I dag er produksjonen i Kongsberg Teknologipark (tidligere KV) i stor grad basert på numerisk styrte prosesser.

Et industrielt og teknologisk paradigmeskifte

Mange mener at denne perioden hadde karakter av et «**paradigmeskifte**» - på flere måter:

1. KV tok i bruk numeriske metoder i egen produksjon, med betydelig rasjonaliseringsgevinst,
2. KV begynte å utvikle og levere egne produkter til det åpne marked, nasjonalt og internasjonalt,
3. KV tok i bruk mikroelektronikk, digitalteknikk og datamaskiner i egne produkter.

Utvikling, produksjon og levering av numeriske styringssystemene og automatiske tegnemaskinene spilte en viktig rolle i denne utviklingen.

Hva er numerisk styring?

Numerisk styring (NC) av en verktøymaskin innebærer at maskinen styres av programmerte kommandoer fra en styringsenhet eller datamaskin, i motsetning til at maskinen styres for hånd via spaker og hjul, eller for eksempel mekanisk av kammer og knaster, eller ved kopiering av maler og sjablonger. Styredata for en numerisk styrt maskin kan være programmert for hånd eller være et resultat av beregninger i en datamaskin, Beregningene kan for eksempel gjøres i programmer for styrkeberegning, kartlegging eller design.

Et arbeidsstykke kan numerisk beskrives med sekvenser av rette linjer, sirkelbuer, og eventuelt mer kompliserte kurver, som parabler, B-splines, Bézier-kurver osv. Enten det gjelder sponfraskillende maskiner, skjærebrennere eller tegnemaskiner, blir oppgaven å bygge et kontrollsystem som kan styre bevegelsene synkront langs maskinens akser i henhold til den matematiske beskrivelsen. I tillegg kommer styring av verktøy, verktøymagasin og automatiske funksjoner for eksempel knyttet til styring av gassen og brennerhodene på en skjærebrenner, verktøyhoder på en verktøymaskin eller penner, risseverktøy og fotohode på en tegnemaskin.

En skiller gjerne mellom forskjellige typer av NC-styrte maskiner:

- ***Rene NC-styrte maskiner***, hvor en fast koplet datamaskin fungerer som styringsenhet. Styringsalgoritmen ligger fast i maskinen og operatøren har begrenset påvirkningsmulighet.
- ***CNC-styrte maskiner***, hvor en programmerbar datamaskin eller mikroprosessor brukes som styringsenhet. Operatøren har her større muligheter for å påvirke verktøymaskinens funksjon.
- ***DNC-styrte maskiner***, hvor verktøymaskinen, evt. flere verktøymaskiner i en gruppe eller produksjonscelle, mottar styringssignaler fra en sentral datamaskin eller informasjonskilde.

Da utviklingen av de første NC-systemene startet i Norge, var halvlederteknikken og digitale systemer noe helt nytt. Undervisningen innen transistorer, integrerte kretser og boolsk algebra kom ikke i gang på NTH før godt innpå 1960-tallet. Da hadde KV allerede levert de første siffermaskinene (ESSI-systemet) med halvledere til verftsindustrien både nasjonalt og internasjonalt. Programmerbare datamaskiner for styringsformål kom i bruk på slutten av 1960-årene og allerede rundt 1970 kom minidatamaskiner og etter hvert mikrodatamaskiner. Mikroprosessor-teknologien muliggjorde en tettere integrasjon av styringsenheten og drivsystemet. Det bidro til økt dynamisk nøyaktighet og

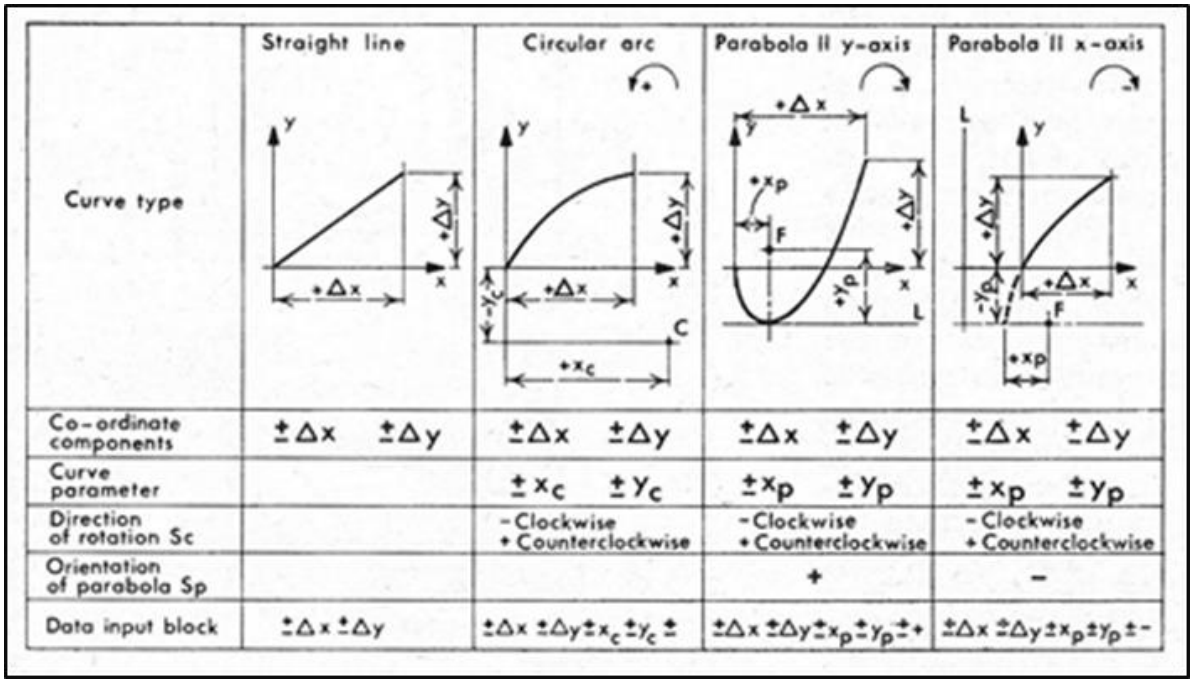
høyere hastighet. Utviklingen videre har vært eksplosjonsartet, en sier gjerne at antall transistorer på et areale dobles og prisen halveres i løpet av 24 måneder (Moores lov). Fra 1965, da Moores lov ble lansert, til 2006 har antall enheter på én silisiumbrikke hos Intel økt fra 60 til 1,7 milliarder (Intel Itanium).

KV var tidlig ute med bruk av programmerbare digitale datamaskiner. Som et apropos installerte KV sin første datamaskin for administrative oppgaver, en IBM 360, allerede i 1964. Den avløste hullkort-maskinene.

Verktøymaskinenes drivsystemer var tidligere hydrauliske, men etterhvert gikk en mer og mer over til elektriske systemer, med servo-overføring fra styringsenheten. Her hadde KV fordel av sin kompetanse og erfaring fra militære produkter.

I tillegg til KVs *banestyringssystemer*, finnes det andre klasser av automatiserte verktøymaskiner, bl.a. *punkt-til-punkt* systemer (boremaskiner), *play-back* systemer (malingsautomater) og roboter for en rekke formål. Disse falt utenfor KVs NC-engasjement, men det var naturlig å ha nærkontakt med den utviklingen av roboter som på 1960-og 70-tallet foregikk på Sentralinstitutt for Industriell Forskning (SI), i samarbeid med Jæren Automasjonsselskap AS (Ole Molaug) og Trallfa Robot AS (Nils Underhaug), også på Jæren. Trallfa Robot er nå en del av ABB-konsernet.

En fyldigere omtale finnes i Vedlegg 1: «Numerical Control» og Vedlegg 3: «Teknologi for tegnemaskin og numeriske styringssystemer».



ESSI-systemets prinsipp med kurver oppdelt i rette linjer, sirkel- og parabelbuer
Tegning: Machinery 1964.

DE FØRSTE STEG

SI installerte den første prototypen av en NC-styring for skjærebrennere på Stord verft i 1958/59. Prosjektet var støttet økonomisk av NTNF. SI hadde allerede tidlig i 1950-årene utviklet datamaskinen «Nusse», den første i Norge, og hadde erfaring med digitale systemer. Aker-gruppen som eier av Stord Verft, deltok aktivt i arbeidet. Erfaringene var gode og SI besluttet å gå videre og satse på utvikling av styringssystemer for skjærebrennere og automatisering av skipsbyggingsprosessen. På denne tiden foregikk utskjæringen av skipsplater ved hjelp av optiske merketegninger i skala 1:10 eller 1:100. Disse ble projisert ned på platene fra et merketårn oppunder taket eller ved fysiske maler. Platene ble så skåret etter lysende konturene eller sjablonger. Ved denne metoden var nøyaktigheten ikke alltid tilfredsstillende.

Nå skulle et numerisk styringssystem erstatte det optiske apparatet. Stord Veft var ikke trygg på at det nye opplegget ville virke og forlangte at en skulle kunne kople tilbake til det optiske systemet hvis det ble problemer. KV leverte senere mange anlegg med to alternative styringssystemer.

Sentrale aktører den første tiden. Fra venstre: Kolbjørn Legernes, Knut A. Søstrand, Torbjørn Brataas, Eiliv Sødahl og Jan Rådmannsøy.

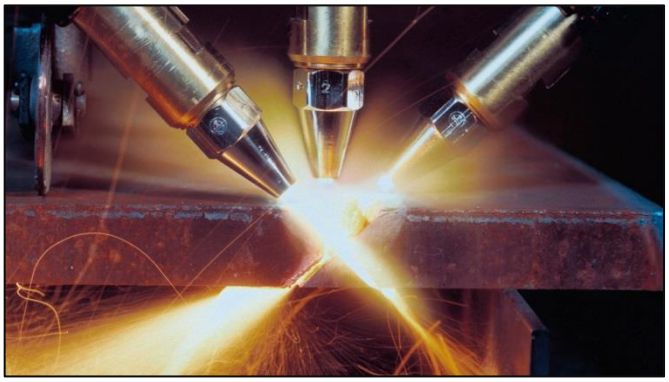
NTH/SINTEF startet utviklingen av en numerisk styrt boremaskin i 1956. Senere fulgte den første norske NC-styrte dreiebenken, som ble demonstrert i Trondheim i 1960. KV ble tidlig trukket med i samarbeidet og i 1961 ble de som hadde stått for utviklingsarbeidet, Eiliv Sødahl og Torbjørn Brataas, ansatt på Kongsberg for å arbeide med industrialisering av NC-teknologien.

KVs beslutning om å satse på industriell tilvirkning av numeriske styringssystemer, kom etter en studie i samarbeid med SINTEF og SI, gjennomført i 1960. KVs satsing var særlig motivert ut fra to forhold:

1. Bedriftens behov for oppgradering av egne produksjonssystemer og egen maskinpark, og
2. Bedriftens behov for å finne fram til nye produkter.

Til å begynne med var NC-virksomheten ved KV konsentrert om industrialisering av det patenterte ESSI-systemet, med SI som den viktigste samarbeidspartneren. Lisensavtale mellom KV og SI ble inngått tidlig i 1961. Lisensavgiften ble fastsatt til 3-5% av salgsverdien. Til å begynne med ble utviklingen av ESSI-systemet på mange måter en fremmed fugl i bedriften. Men interessen fra bedriftsledelsen var stor og utviklingsgruppen ble vist stor tillit. Også ledelsen og fagarbeiderne i verkstedene fattet interesse for dette nye, og engasjerte seg aktivt i utviklingsarbeidet. ESSI ble et begrep.

Etter at CNC-utviklingen skjøt fart i annen halvdel av 1960-årene, ble SINTEF/NTH den viktigste samarbeidspartneren for KV. Overføring av prosjekter og personell fra SINTEF til KV bidro til at SINTEF fikk etablert et viktig bruhode innen verkstedindustrien. I kjølvannet av NC-satsingen fulgte flere nye samarbeidsprosjekter, bl.a. dynamisk posisjonering.

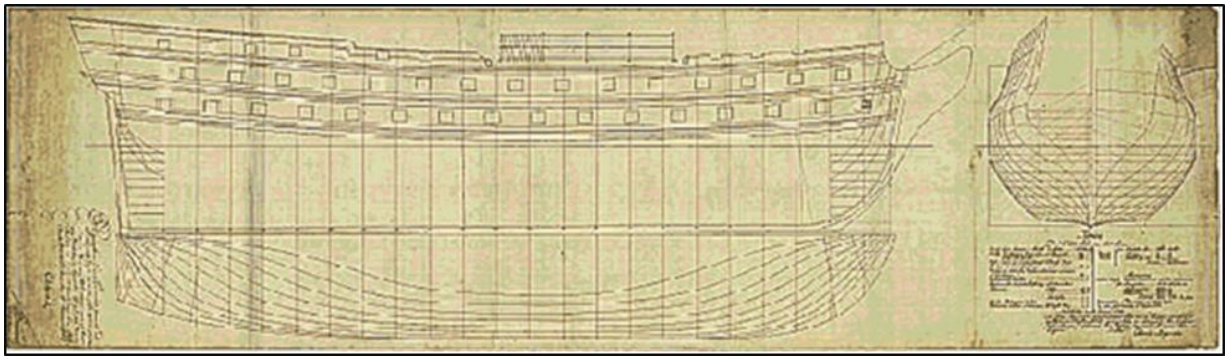


Brenning av stålplate med sveisefuge.
Automatisk styrt dreiehode med tre brennere.
Foto: Messer

AUTOKON – ET CAD/CAM-SYSTEM FOR SKIPSBYGGING

Å konstruere et skipsskrog var fra gammelt av et møysommelig og tidkrevende arbeid. Skipets form ble bestemt av redere og erfarne konstruktører, med mye følelse og lite dokumentasjon. Ethvert nytt skip hadde sin unike form, uten at konstruktøren kunne forklare hvorfor, annet enn at det ga det beste resultatet. Noen husker kanskje Snorres fortelling om Torberg Skavhogg og Ormen Lange.

Linjetegninger ble tidligere laget i målestokk 1:50. Så ble det laget ”spantriss” i større målestokk som utgangspunkt for kapping og forming av plater og spanter. Det ble etterhvert behov for mer presise og dokumenterbare løsninger.



«Neptunus», et stort krigsskip fra den dansk-norske flåten 1777-78. Typisk konstruksjonstegning slik de så ut helt opp til data-alderen. Formet med følelse og estetisk blikk. Alle skip var forskjellige, formet som en skulptur. Naturlig nok hadde skipene ofte kvinnenavn..
Tegning: Det danske Rigsarkivet

Etter at SI i 1960 hadde avsluttet utviklingsarbeidet med ESSI-systemet, startet de utviklingen av programsystemet Autokon (*AUTOmatisk KONstruksjon*) for skipsbygging. Utviklingsarbeidet foregikk på NUSSE (*Norsk Universell Siffermaskin Selvstyrt Elektronisk)*, den første norskbygde datamaskinen, utviklet 1950-1954 ved SI. NUSSE bestod av rundt ett tusen radiorør, hadde 512 ord (32 siffer) minne, og inn- og utenheter for 5-kanals hullbånd. Regnekapasiteten lå på 500 addisjoner i sekundet. Hysing likte å si at hun fikk navnet NUSSE fordi han syntes den hadde så mange kvinnelige egenskaper: lunefull og upålitelig, men samtidig veldig fascinerende.

CAD/CAM-systemet Autokon skulle kunne ta over for det tidkrevende manuelle arbeidet. Utviklingen, som ble ledet av NUSSES konstruktør Thomas Hysing, var svært vellykket. Systemet ble gradvis satt i drift i perioden 1963-65, først på Stord Verft.

Autokon ble brukt til beregning av form og egenskaper for skip. Resultatene av beregningene dannet grunnlaget for produksjonstegninger og styredata for numerisk styrte skjærebrennere og tegnemaskiner.

Etter hvert utviklet Autokon seg til å bli det ledende CAD/CAM-systemet for skipskonstruksjon og tatt i bruk av nærmere 80 % av alle skipsverft verden over, ofte sammen med KVs ESSI-systemer. Nye programsystemer har senere overtatt Autokons ledende rolle, men deler av teknologien fra Autokon lever videre.

Autokon ble videreutviklet til også å dekke andre applikasjoner, bl.a. konstruksjon av bilkarosserier og flyskrog, et programsystem kalt Bil-og-Fly (BOF). Det ble levert mange tegnemaskiner sammen med Autokon til ledende bil- og flyfabrikker - for uttegning av skrogdetaljer og andre CAD/CAM-oppgaver.

En supertanker blir tegnet ut ved hjelp av dataprogrammet Autokon, utviklet ved SI i Oslo i 1960-årene. To sentrale navn i utviklingen av ESSI og Autokon var til venstre Børre B Ulrichsen, senere divisjonssjef for Industrielle Systemer på KV og Thomas Hysing, forskningssjef og leder for utviklingen ved SI. Hysing ledet tidligere utviklingen av den første norske datamaskin NUSSE *Foto: Jan D. Martens / SINTEF.*

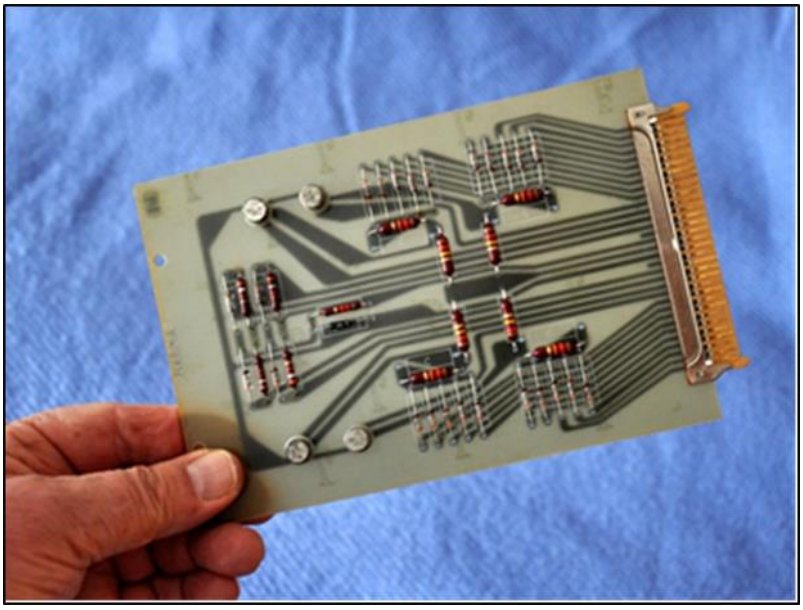
Fred Olsen og Akergruppen etablerte i 1967 markedsførings- og konsulentfirmaet Shipping Research Services (SRS), som i årene som fulgte, stod for videreutvikling og salg av Autokon på verdens-markedet.

Parallelt med dette utviklet Kockums mekaniske verksted i Malmø et tilsvarende programsystem, kalt «Styrbjørn». Mange leveranser av ESSI-systemer fra KV var avhengig av at kunden også anskaffet Autokon, eller i noen tilfeller Styrbjørn. Senere ble Autokon og Styrbjørn slått sammen.

INDUSTRIALISERING AV ESSI-SYSTEMET

ESSI-systemet er teknisk sett ganske enkelt, men prosessen fra en laboratoriemodell til et industrielt produkt viste seg likevel å være utfordrende, særlig teknisk, men også fordi en på mange måter beveget seg inn i nytt terreng for KV, operativt og administrativt. Funksjonelt var ESSI-systemet bygget opp på samme måte som en programmerbar datamaskin, med registre, regneenheter, lagerfunksjoner og periferiutstyr. Forskjellen er at ESSI var fast koplet og låst til sine spesielle oppgaver, og kunne ikke programmeres om uten ved omkopling og innsetting av nye elektroniske kretskort. I tillegg til selve regnemaskinen, hadde ESSI-systemet en rekke tilleggsfunksjoner og innebygget automatikk for styring av arbeidsmaskinen.

Det personell som ble overført fra NTH/SINTEF hadde sin bakgrunn fra det akademiske miljøet der. De hadde følgelig begrenset erfaring med industriell virksomhet, prosjektkostnader og risikomomenter i praktisk gjennomføring. Unge, nyutdannede ingeniører kom etter hvert inn fra høgskoler og universiteter, med nye tekniske kunnskaper, men også de uten industriell erfaring.



Trykt kretskort fra de første NC-systemene. Europa-standard format med gullbelagte kontakter. Kortene var utformet som standard byggeklosser. På bildet et diodegate-kort med 4 portkretser – kortet var utstyrt med 4 transistorer pluss motstander og dioder. Et ESSI-system inneholdt ca. 250 trykte kretskort med i alt 2.000 transistorer. I dag ville et enkelt kort kunne hatt plass til millioner av slike halvlederkretser. Utviklingen har vært enorm.
Foto: Bjørn Haug-Hanssen

KVs Utviklingsavdeling (Avd U) ble etablert i 1955. Arbeidet med industrialiseringen av ESSI ble lagt dit. Da Avd U startet arbeidet med NC-systemene i 1961, var avdelingen allerede i gang med militære utviklingsprosjekter, spesielt antiubåtvåpenet Terne, som ble utviklet i samarbeid med FFI. Dette var viktige prosjekter der KV skulle prøve sin evne til å gjennomføre store industrielle utviklingsprosjekter. Det var travle tider ved Avd U, og ikke alltid like lett å finne plass og prioritet til nykommeren ESSI.

De militære produktene var på den tiden elektromekaniske, basert på analog servoteknikk. Digitale systemer, slik som ESSI-systemet, var noe helt nytt for bedriften, noe som fordret opplæring, tilpasning og innføring av nye produksjonsmetoder. Det var ofte få eller ingen å rådføre seg med. NC-gruppen måtte stort sett basere seg på egne vurderinger, og en var ofte henvist til «å prøve seg frem». Det viste seg at vegen fra prototyp til profesjonell produksjonsmodell var lengre, mer kronglete og

vesentlig dyrere enn det en først regnet med. Det tok også tid å etablere et nettverk av komponent- og delleverandører.

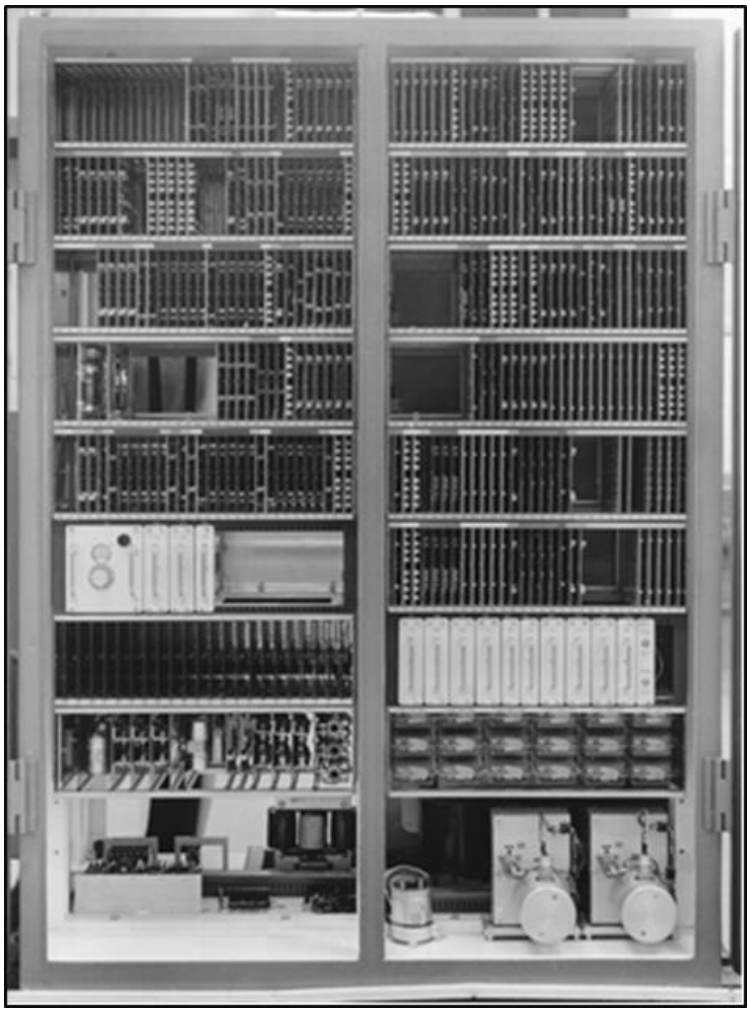
Personell fra SI og SINTEF deltok i startfasen som rådgivere i arbeidet ved Avd U. Det var til god nytte.

Et viktig tema i den første tiden var rekruttering av teknisk utdannet personell til utviklingsarbeidet. Dette gjaldt både prosjektering, konstruksjon og laboratoriearbeid, produksjon, installasjon og service. Det ble håndplukket folk fra NTH og tekniske skoler, og etter hvert ansatt et betydelig antall ingeniører og realister med utdannelse fra utenlandske universiteter og industri. Det ble bl.a. gjennomført rekrutteringsrunder i England, Skottland og USA. Et problem for rekrutteringsarbeidet var boligmangelen på Kongsberg. For å skaffe nyansatte tak over hodet, måtte KV selv engasjere seg i boligprosjekter, bl.a. i Sulusåsen og på Steglet, senere også Veungsdalen - og garantere for de ansattes boliglån.

ESSI styringsenhet i støpt kabinett av magnesium 1963

DE FØRSTE STYRINGSSYSTEMENE

De første ESSI styringsenhetene var montert i støpegods-kabinetter med løfteringer på toppen. Utvendig hadde kabinettene grå eller grønn hammerslaglakk, og ga et nesten fryktinngytende inntrykk. Dørene var også av støpegods. Bak ei luke i den venstre døra satt hullbåndleseren med reservoar for oppsamling av hullbåndet. På den høyre døra var kontrollpanelet montert. Tilkopling av kabler skjedde på siden av kabinettet.



Slik var arrangementet i styringsenhetene. Digitale kretskort øverst, forsterkere og releer på midten, servoer og kraftforsyning nederst. Kopling med wrappede forbindelser. Ledningene pakket i dukter.

Inne i kabinettet var det en dobbel hyllerekke (rack) for Europa-standard trykte kretskort. Kortene var fra en standardisert serie med digitale portkretser, flip-floper (1-bits hukommelseselementer), registerkort, D/A-omformere osv. utviklet ved KV. Koplingen mellom kortene skjedde med en wire-wrap teknikk som var i vanlig bruk på 1960 og 1970-årene. Metoden gikk ut på å tvinne koplingstråden rundt 4-kantede kontaktpinner. Pinnene var av beryll-kopper og belagt med gull for å unngå korrosjon. Med strekk i tråden oppsto det en holdbar sveiseforbindelse mellom tråden og pinnen. I produksjonen ble koplingen utført for hånd med luftverktøy. Den ga en solid forbindelse, men som var lett å løsne og reparere med et enkelt håndverktøy ved arbeid i felten. Når koplings-forbindelsene var på plass, ble trådene pakket i bunter i lukkede kabelføringer (ducter) mellom hyllene.

I de nederste hyllene satt det releer og forsterkere for drift av servoer og hjelpefunksjoner. I bunnen var det montert kraftforsyning og servogivere for overføring av drivsignaler til maskinens bevegelige akser.

Den konstruktive utformingen kunne virke noe traust og tung, men vitnet om kvalitet og solid, militær standard. Dette var en fordel i de verkstedmiljøer der anleggene skulle monteres. Hallene i et skipsverft kunne være ganske skitne og støvete, for å si det mildt.

"Serieproduksjon" av ESSI styrings-enheter.

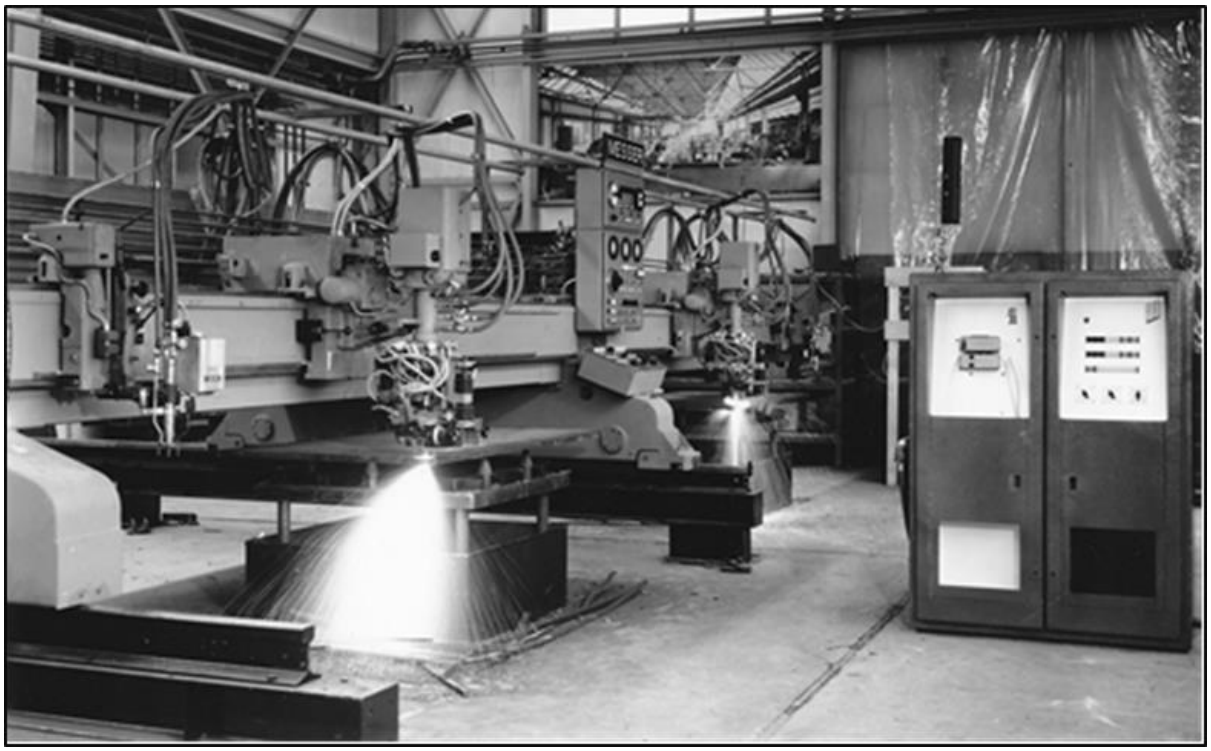
Kundetilpasning krevde nytt tegningsunderlag, nye koplingslister, nye testprosedyrer og rask produksjon av spesialmoduler. Det kunne for eksempel være betjeningspaneler med ny lay-out, teksting på forskjellige språk osv. Rask tilpasning til nye spesifikasjoner var ikke KV-systemet trent i. Bedriften hadde tunge og sene planleggingsrutiner, og det var nødvendig med nytenkning og kreative løsninger. Ofte ble funksjonsskjemaer, koplingslister og serviceunderlag til underveis (as built). Utprøving og kvalitetskontroll kunne være krevende.

De digitale kretsene kunne være følsomme for elektrisk støy, og det var det nok av i verkstedhallene. Støyavkoplinger ble montert i «kilovis». Men det var ikke alltid nok. Løsningen kunne være å skifte eller bytte kort inntil en fant en kombinasjon som var robust nok. Men når så alt var i orden, kunne disse anleggene gå uten problemer «i all evighet». I enkelte tilfeller trodde vi anleggene var tatt ut av drift, ettersom vi aldri hørte noe fra kunden. Men da vi sjekket hvordan det stod til, viste det seg at anleggene hadde vært i drift i årevis uten problemer. Det ga den lille bekymringen at vi kanskje leverte for solide anlegg?

NUMERISK STYRING AV SKJÆREBRENNERE

Som omtalt under avsnittet om Autokon, ble skipets form i klassisk skipskonstruksjon i store trekk bestemt i et samarbeid mellom redere og erfarne skipskonstruktører. Historie, tradisjon og modellforsøk var grunnlaget for å bestemme skipets hovedlinjer. Alle skip var forskjellige. Nøyaktigheten var begrenset og avhengig av fagfolkenes dyktighet. Det fantes ingen felles database, og skipets hovedspesifikasjoner lot seg ikke omsette til et detaljert produksjonsunderlag på en entydig måte. Innføring av numerisk styrte skjærebrennere var det første skritt i retning av en integrert, prosess-styrt produksjonskjede.

I 1958/59 installerte SI den første prototypen av en ESSI styringsenhet på Stord verft. Stord verft ble dermed den første bedriften i verden som tok i bruk datastyrte metoder for automatisk tegning og skjæring av stålplater. Skjærebrenneren var levert av tyske Adolf Messer GmbH (senere Messer Griesheim). Anlegget fungerte tilfredsstillende og det ble besluttet å innlede samarbeid med Messer om levering av slike anlegg på verdensbasis. Messer var en solid og ryddig samarbeidspartner. De hadde hatt en solid posisjon før krigen, men ble bombet sønder og sammen i 1944. Kort tid etter freden, hadde de bygd opp igjen fabrikken og Messer var snart igjen en ledende leverandør.



Messer skjærebrenner med ESSI styringsenhet i arbeid. Skjærebrennere kunne være noen svære dyr. De rumlet og sprutet ild, og kunne virke nokså overveldende på en ung ingeniør. I de store skipsverftene hadde de maskiner som kunne skjære 4 skipsplater ved siden av hverandre. Det var om å gjøre at KVs styresystem fungerte som det skulle. Kassasjon var dyrt. Konsekvensene for veftet av forsinkelser og feilproduksjon kunne være saftige dagbøter og i verste fall kansellering av bygge-kontrakter.

Torbjørn Brataas og Eilif Sødahl forteller:

> *Installasjonen på Stord hadde vært vellykket og i mars 1961 ble det bestemt at en Messer skjærebrenner med ESSI styringsenheten fra KV skulle stilles ut på den velrenommerte «Fachaustellung Schweissen und Schneiden» i Essen i september samme år. Her ble det mye armer og bein. Mange vil vel si at dette markedsføringsframstøtet var noe dumdristig. Prosjektteamet gikk løs på oppgaven med entusiasme og energi. Anlegget ble prosjektert og bygget ferdig i tide og ble sendt til Frankfurt med lastebil fra Haugens Transport på Kongsberg. Ved grensepasseringen Danmark/Tyskland ble det et lengre opphold. Tyske tollmyndigheter hadde problemer med klassifisering av utstyret. Det sto ingenting om datamaskiner i tollernes manualer. Ved hjelp av KVs kontor i Bonn, ble problemet etter timer med avklaringer omsider løst, og transporten slapp gjennom grensekontrollen.*
>
> *Vel fremme i Frankfurt ble teamet møtt av Messers ledelse, ved deres tekniske direktør, dr. Hans Bechtle. Hans høflige kommentar var: "Wir haben volles Vertrauen in Ihnen". Realiteten var at utstyret var en prototyp, som nå skulle knyttes sammen med en skjærebrenner, med nyutviklede servosystemer. Drivmotorene på skjærebrenneren, av anselige dimensjoner, men med for stor treghet til å kunne fungere i et servostyrt system, skulle erstattes med hurtige, små servomotorer. Da de tyske ingeniørene fikk se de nye servomotorene ristet de på hodet. De var på ingen måte overbevist om at dette ville fungere.*
>
> *Etter døgn med hardt arbeid, hvor ferske sivilingeniører fra KV fikk sin ilddåp gjennom respektabel innsats, ble hele ensemblet fraktet til messeområdet i Essen. Utstyret hadde fortsatt "nykker", men fungerte heldigvis brukbart under demonstrasjoner for Messers VIP-kunder. Dr. Bechtle sto selv for demonstrasjonen av den numerisk styrte skjærebrenneren for den tyske industriministeren. Numerisk styring av skjærebrennere var med dette for første gang demonstrert for politikere, industrifolk og internasjonal presse.*

Utstillingen i Essen var en suksess, interessen for produktet var stor og det ble snart inngått flere kontrakter om levering. De første regulære leveransene gikk i 1963-64 til store skipsverft som Kockums AB i Malmø, A/S Bergens Mekaniske Verksted (BMV) og Kieler Howaltswerke, Bremer Vulkan og Deutche Weft i Tyskland. Tilpasninger til de enkelte skjærebrennerne var omfattende, og det ble en del forsinkelser før det hele kom i orden. Egentlig var vel alle de første anleggene å betrakte som prototyper, med barnesykdommer og svakheter. Alt tegningsunderlag og all tilpasning ble utført ved Avd U. Skipsverftene var store, de var krevende og utålmodige kunder, men forståelsesfulle. Dette var noe nytt, som de ville være med på. Konkurransen verftene imellom var stor, ikke minst også fra nye verft i Øst-Asia. Mange skipsverft måtte bygge ned eller avvikle. Da Bremer Vulkan etter konkurs ble lagt ned i 1996, var det Tysklands største verft med 22.000 ansatte.

Etter hvert ble det også innledet samarbeid med svensk-tyske Kjellberg-Eberle, britiske Hancock og franske L'Air Liquide, som alle leverte koordinatstyrete skjærebrenneranlegg. Styringssystemene fra Kongsberg fikk et godt navn på verdensmarkedet, og framover på 1970-tallet var KV den ledende leverandøren, med en markedsandel på 70-80 %. I perioden 1961 til 1975 ble det levert anslagsvis 500 anlegg med ESSI styringssystem. Lønnsomheten var god, men i 1973 kom det til brudd i samarbeidet med Messer, som ønsket å bygge sine egne styringsenheter (de hevdet at KVs systemer var for dyre). Samtidig kom en krise i verftsindustrien. Litt forenklet kan en vel si at dette var innledningen til

slutten for KVs engasjement i dette markedet. For å redusere produksjonskostnadene, ble en ren CNC-styring med KS-500 introdusert i 1975 og en billig mikroprosessorbasert styring MINC et par år senere.

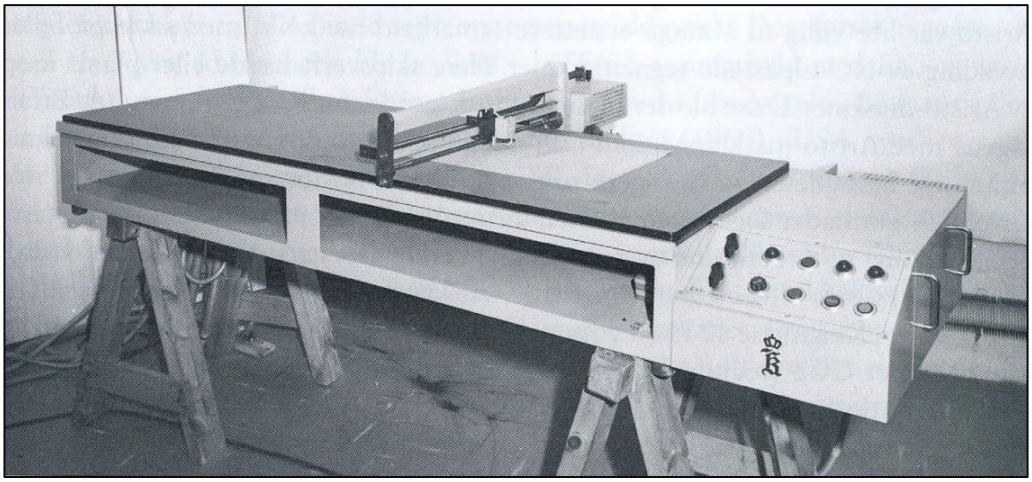
Utviklingen av MINC startet i 1972, da mikroprosessorer etter hvert ble tilgjengelig på markedet. Idéen var å bygge en liten, lettvekt, «skoeske-stor» styringsenhet med lavt strømforbruk, basert på de nyeste komponentene. Styringsenheten skulle kunne monteres direkte på for eksempel en skjære-brenner og koste betydelig mindre enn konkurrentenes produkter. Konseptet var riktig, produktet var bra, potensialet var der, men produktet kom for sent på markedet

Kokums Mek Verkstad, Malmø.
I sin tid ett av verdens største skipsverft med kapasitet opp til 700.000 tonn. Viktig kunde og samarbeidpartner for KV. Utviklet skipskonstruksjonssystemet Styrbjørn, en konkurrent til det norsk Autokon. Senere ble Autokon og Styrbjørn slått sammen. Verftet eies nå av det tyske ThüssenKrupp-konsernet. Virksomheten er bygget ned. Satser nå særlig på u-båter. Verftsområdet inngår i Västra Hamnen utbyggingområde, der boliger, næringsbygg og Malmø universitet nå overtar. I 2001 ble det her arrangert en europeisk boligutstilling, Bo01, der en ønsket å prøve ut helt nye idéer for bærekraftig byutvikling.
Foto: Publitek, Inc. dba Fotosearch

TEGNEMASKINER

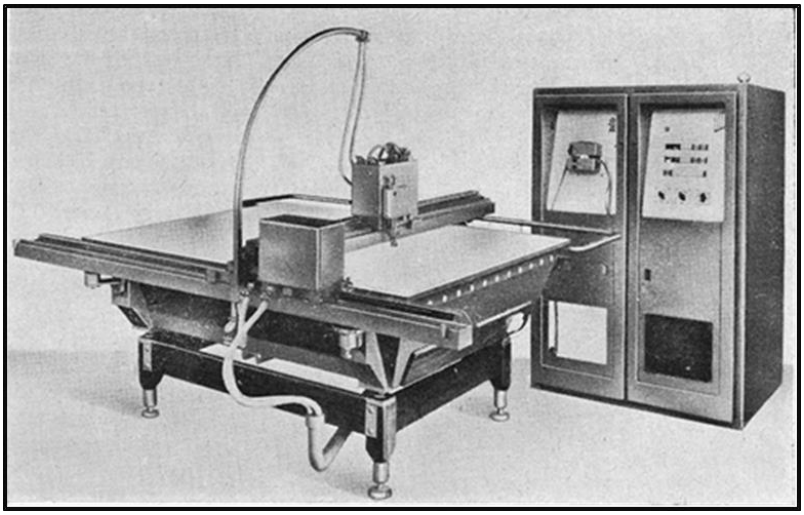
Fra hjelpeverktøy til selvstendig produkt

For å kontrollere at styredataene for skjærebrennerne var riktige, ble styreprogrammene tegnet ut på en tilkoplet tegnemaskin før en startet skjæringen. En stålplate kostet den gang ca. NOK 10.000, en stor skjærebrenner skar 4 plater samtidig, så det var viktig at styreinformasjonen var riktig. KV utviklet derfor i 1962 en enkel kontrollmaskin med areal 650x1500 millimeter. Denne ble året etter installert på Bergens mekaniske verksted.



KVs første kontroll-tegnemaskin 1962.

Snart ble det etterspørsel etter større tegnemaskiner, ikke bare for kontroll, men også for helt nye anvendelser, som produksjon av kart, masker for trykte kretsløp og halvledere, arkitekttegninger, design av biler osv. Allerede i 1961 innledet KV samarbeid med det tyske firmaet Dennert & Pape (Aristo), den ledende produsenten av bl.a. regnestaver, tegneverktøy og manuelle tegnemaskiner, men som også leverte større tegnemaskiner og målebord. ESSI-systemet ble tilpasset til Aristos maskiner, særlig modell 8446 (bordflate 47x49 tommer), og det ble i perioden fram til 1965 levert en rekke slike anlegg til forskjellige anvendelser. Aristos maskiner var preget av tysk soliditet og kvalitet, men var ikke vel egnet for automatisk styring med krav til hastighet og respons. Aristo var lite villige til å videreutvikle sine maskiner. Bl.a. på grunn av dette opphørte samarbeidet i 1965.



Aristo 8446 med ESSI styingssystem. Bordflate 47x49 tommer. "Forløperen" til KVs egne tegnemaskiner. Foto: Machinery

KV starter utvikling av egne tegnemaskiner

I 1964 besluttet KV å starte utvikling og produksjon av egne tegnemaskiner. Den første prototypen var klar ved årets utgang i 1965. Den fikk navnet Kingmatic 1215 og hadde en tegneflate på 1200x1500 millimeter. Allerede i februar 1966 ble en tegnemaskin med styringsenhet installert hos Baldwin i Little Rock, Arkansas, USA. Baldwin, en kjent produsent av pianoer og orgler, var KVs samarbeidspartner i Nord-Amerika.

KV Kingmatic 1215.
KVs første tegnemaskin.
Maskinen er konstruert etter forbilde av Aristos maskiner, kontroll-systemet er en tilpasset ESSI skjærebrenner-styring.
Lansert 1966.

Tegnemaskinene hadde tannstangdrift, og var utstyrt med gjennomskinnelig bordplate og underlys, vakuum-feste for tegnemediet og en traversvogn med plass for diverse verktøy for tusj, gravering, skjæring, punktmarkering osv.

Etter hvert ble det behov for større tegneflater, bl.a. til bil- og flyindustrien. Det ble utviklet flere modeller, den største var Kingmatic 2637, med en tegneflate på 2600x3700 millimeter. Den første av disse ble levert til Avondale Shipyard i New Orleans, med senere leveranser til bl.a. Hawker Siddeley og andre flyfabrikker i England og USA.

Det var mange på KV som etter hvert ble engasjert i utvikling, produksjon, installasjon og service av tegnemaskinene. Ved Avd U gjaldt dette særlig maskinkonstruksjon og servolaben, men også elektro-konstruksjon. Forsøksverkstedet (Edvin Bommens verksted) og fagfolk i produksjonen deltok aktivt i utviklingsarbeidet.

Tegnemaskinene ble tatt vel i mot i markedet og opparbeidet seg etter hvert et ry for soliditet, nøyaktighet og hastighet. I Europa var Aristo fortsatt en viktig leverandør av tegnemaskiner, men den store konkurrenten var amerikanske Gerber Scientific Instrument Company i USA og til dels Calcomp med sine plottere. Japanske selskaper arbeidet også med utvikling av automatiske tegnemaskiner, og forsøkte å kikke oss over skulderen. Industrispionasje var et problem. Vi opplevde flere ganger at japanerne kopierte oss og viste på utstillinger det vi hadde vist året før. Da gjaldt det å holde høyt tempo i utviklingsarbeidet, og stadig ligge et hestehode foran.

KV Kingmatic 2637.
Stor tegnemaskin for DAK-anvendelse, spesielt innen bil- og fly-konstruksjon. Hastighet 4 m/min. Lansert 1967.

.

KV Kingmatic 2637 under montasje. Tegnebordet var bygd opp som en flyvinge.

Som styringsenhet benyttet KV til å begynne med den vanlige ESSI-styringen. Etter hvert som krav til regnekraft økte, ble det utviklet en hybrid-CNC med Honeywell datamaskin og ekstern kurve-generator. Fra 1980 ble disse avløst av rene CNC-systemer med KVs egne KS 500 datamaskiner, alltid med to CPUer.

Levering av tegnemaskin-systemer viste i en 10-års periode gode resultater. Rundt 1980 var imidlertid lønnsomheten blitt dårligere. Konsulentselskapet McKinsey anbefalte en “frys-høstestrategi”. Dette ble heldigvis ikke fulgt, takket være innsats fra de ansatte. Spesielt bør nevnes Wilhelm Svendsen, som med stahet og mot nektet å gi opp. Derimot startet jakten på nye anvendelsesmuligheter, bl.a. vannskjæring av spesielle materialer. I 1984 kom en inn i et nytt område: NC-kutting av små serier av emballasje, utstillingsstativer til kampanjer og lignende. Denne satsningen har vært en suksess, men

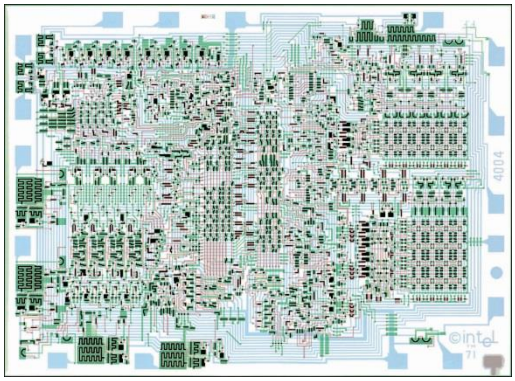
det kom først etter at KV var delt opp og tegnemaskin-virksomheten skilt ut som en egen enhet (i dag heter selskapet ESKO-Graphics Kongsberg AS, med utenlandske eiere, men med utvikling og produksjon fortsatt på Kongsberg og med Kongsberg i navnet). Deler av produksjonen foregår i Brno i Den tsjekkiske republikk (Tsjekkia).

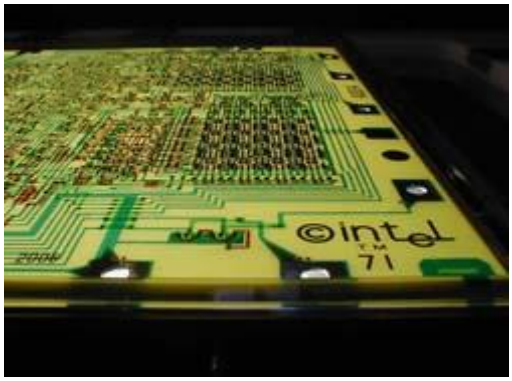
Amerikansk utvikling av maskin for elektronisk industri

Det amerikanske elektronikkmarkedet (halvlederindustrien) var interessert i våre tegnemaskiner, men produksjon av halvledere måtte ha en størrelsesorden høyere nøyaktighet enn det KV kunne tilby. Kundene ønsket også uttegning direkte på film med lys, i stedet for penn på papir, kniv eller risseverktøy på tolags plast osv. Det ble derfor i 1966/67 igangsatt et eget utviklingsprogram for et særs nøyaktig tegnebord med fotohode og programmerbar datamaskin som styringsenhet. Dette var KVs første CNC-styrte maskin, egentlig en hybrid CNC, med ekstern kurvegenerator. Utviklings-arbeidet foregikk i USA i samarbeid med KVs partner Baldwin, med hovedkontor i Little Rock, Arkansas og med det amerikanske ingeniørselskapet Ballard i Los Angeles som underleverandør.

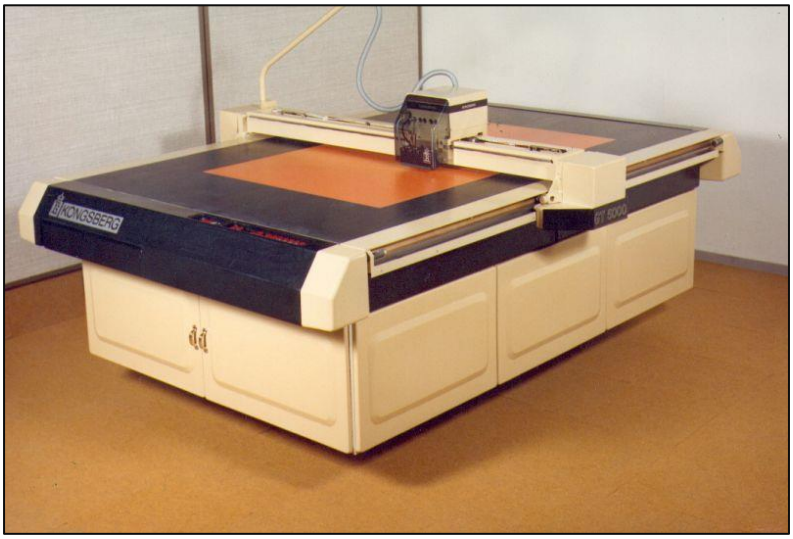
Tegnebordet var laget av det mest stabile en kunne tenke seg, en planslipt granittblokk, med spor for vakuumdyser, utstyrt med dreibart fotohode, en sinnrik elektromekanisk innretning for «tegning» av linjer og symboler. Datamaskinen var en Honeywell 416 (senere erstattet med den noe rimeligere 316) og ekstern ESSI interpolator. Maskinen hadde 4 k 16 bit kjernehukommelse, men måtte etter hvert utvides til 8 k. Det var viktig å holde seg innenfor 8 k hukommelse, ekstra 4 k kostet NOK 80.000. Mye penger den gang. Baldwin hadde begrenset erfaring med denne type prosjekter. KV hadde heller ikke tilstrekkelig erfaring med oppfølging av underleverandører, særlig ikke i USA. Utviklings-prosjektet ble som følge av dette både dyrt og forsinket.

Imidlertid fungerte maskinen etter hvert godt og elektronisk industri ble i flere år et viktig markedssegment. Også KVs egne tegnemaskiner hadde et marked i elekronikkindustrien, bl.a. for tegning av skjemaer, serviceunderlag osv, men også for skjæring av masker i tolags plast for produksjon av trykte kretskort og mikroelektronikk.





Intel 4004
Verdens første kommersielt tilgjengelige programmerbare mikroprosessor, hyllevare fra 1971.
Kompliserte og detaljrike masker for framstilling av kretsene krevde nøyaktig tegneutstyr.
I 1972 kom Intel med neste modell 8008, og i 1974 8080. Den siste benyttet vi i mini-NC maskinen MINC.
Se Bjørn Quistgaards fortelling om utviklingsprosjektet.



Eksempler fra produktporteføljen.
Til venstre: GT 5000 tegnemaskin. Nøyaktighet 65 µm. Hastighet 60 m/min, 0,7 G. Lansert 1978.
Til høyre: MasterCut kutteverktøy med 3 hodedreierposisjoner og 4 penner. Lansert 1992.

Nye tegnemaskiner i test på rekke og rad, både «flatseng» og skråttstilte.

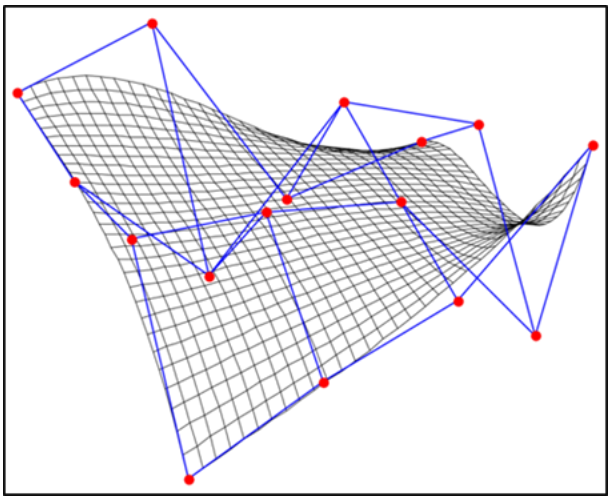
TEGNEMASKINENE - NOEN APPLIKASJONER FRA DE FØRSTE ÅRENE

KVs tegnemaskiner viste seg å være nyttige verktøy i en rekke bransjer og bruksområder. De første 20 årene gikk leveransene hovedsakelig til tre applikasjoner: bil og fly med 170 anlegg, skipsbygging med 144 anlegg og kartproduksjon med 122 anlegg. Maskinene ble benyttet til tegning. Disse anvendelsene avtok på 1980-tallet. Nye bruksområder kom inn med skjæring av skilt i 1983 og emballasje i 1985. Deretter ble disse de viktigste markedene og etter hvert enerådende. I 2013 ble det i alt levert nærmere 700 anlegg. Se også kapittelet om Markedsføring og salg.

Markedsførere, selgere, ingeniører og servicefolk møtte mange utfordringer og måtte løse mange forskjellige oppgaver med tilpasninger og løsninger for stadig nye applikasjoner. Her en noen eksempler fra de første årene:

Design av bilkarosseri

Det franske bilkonsernet Renault lå i slutten av 1960-årene langt framme i utviklingen av nye datametoder for konstruksjon av biler, både karosseri og innvendige detaljer. Det hadde i flere tiår pågått et intenst forskningsarbeide innen spline-teori, der målet var å omsette håndverkerens erfaring, følelse og estetiske sans til eksakt matematikk. En av de store på dette var matematikeren Pierre Bézier hos bilfabrikken Renault, kjent for introduksjon av Bèzier-kurven, som i dag brukes i nær sagt alle 3D grafiske designsystemer – også i kommersielle dataspill og utformingen av de enkelte bokstaver, tall og tegn på PC-skjermen, og i dette dokumentet. Bézier startet utviklingen av CAD/CAM-systemet UNISURF i 1960. Systemet ble lansert i 1968 og har vært i regulær bruk siden 1975. Han ble etter hvert tildelt mange internasjonale utmerkelser for sitt arbeide.



Eksempel på en Bézier flate; rødt - kontrollpunkter, blå - kontrollnett, sort – flate-tilnærming.
Figur: Wojciech mula, Polen

KV deltok aktivt i denne utviklingen. UNISURF besto av et datasystem med tilhørende tegne- og digitaliserings-maskiner og 3D fresemaskiner for framstilling av modeller, former og presseverktøy. Når det gjelder karosseriet på en bil, er det viktig at alle overflater er glatte, selv i motlys. Til det kreves annen ordens kontinuerlige linjer og flater. UNISURF er et av de mest vellykkede systemer for

å løse slike oppgaver. Det er et generelt matematisk rammeverk for å definere vilkårlige tre-dimensjonale kurver og flater.

KV leverte de kombinerte digitaliserings- og tegnemaskinene som ble brukt i en interaktiv prosess for å omsette designerens linjer og flater til en datamodell. Maskinene var så store at de kunne ta en hel bil i full størrelse. Utfordringen i forhold til KVs standard maskiner, var at Renault ønsket å lukke servosløyfene gjennom sin franske datamaskin. Det var ikke lett å oppnå samme hastighet og respons som KV var vant til med sine systemer. KV hadde i flere år et nært og spennende samarbeid med Bézier og hans folk.

Som nevnt under avsnittet om Autokon, utviklet SI skipsdesignsystemet videre til også å dekke bil og fly (programsystemet ble kalt BOF).

Avd U på jakt etter nye muligheter. Forskning ved University of Utah 1972. Professor Ivan Sutherlands gamle folkevogn måles opp. Resultatet ses til høyre: historiens første datagenererte, skyggelagte 3D-bilde av et bilkarrosseri. Avd Us representant i bakgrunn i samtale med professoren, som i 1963 utviklet det første system for interaktiv grafisk kommunikasjon med en datamaskin (SCETCHPAD). Lysluggen til venstre er Jim Clark, senere en av de store gründere i Silicon Valley, med bl.a. Silicon Graphics, Netscape og Healthcare på samvittigheten. En annen student ble sjef for Walt Disneys animasjonsstudioer.
Foto: Computer Science Dept., University of Utah, USA 1972.

Karttegning

KV leverte en rekke maskiner til kartformål. Eksempler på dette var Sjøkartverkets kartsystemer og Decca navigasjonskart for norskekysten. En rekke etater og selskaper arbeidet med utvikling av programsystemer for slik kartframstilling. Norske Byggedata A/S var et pionerselskap innen produksjon av kart og prosjektering av veger, bygg og anlegg. Ett av de første prosjektene var motorvegen Drammen-Oslo på 1960-tallet.

Et større samarbeidsprosjekt for å ”kartlegge verden” var en tid på trappene. Carl Zeiss, Jena skulle stå for levering av optiske instrumenter, Fjellanger Widerøe flyfotografering og KV uttegning av kartene. Prosjektet ble stoppet av politiske årsaker, firmaet Carl Zeiss lå i Øst-Tyskland, på feil side av jernteppet.

KV utviklet så et samarbeid med Messerschmidt Böhlkow Blohm (MBB) i München. KV skulle drive salg, mens MBB skulle stå for utviklingsarbeidet. Dette fungerte dårlig. I 1982 etablerte MBB og KV et felles selskap SysScan AS. Selskapet hadde først god framgang, men fikk etter hvert likviditetsproblemer, og ble overtatt av nye eiere, og senere delt opp i flere nye selskaper.

SysScan arbeidet på mange fronter. Som eksempel fikk selskapet en sentral rolle i Roma. Alle gamle tegninger av vann og kloakk systemer, elektriske kabler og telefoni ble digitalisert og lagt i en kartdatabase. Ingen fikk sette i gang gravearbeider før Romas kommuneadministrasjon hadde gitt grønt lys. Kartdatabasen var basert på SysScans datatekniske løsninger og KVs tegnemaskiner.

Framstilling av trykkerimasker for DECCA navigasjonskart krevde forskjellige risse-, merke-, og skjæreverktøy for diverse typer tolags plast. Mange finurlige oppfinnelser så dagens lys.

Arkitektur og byggeteknikk

Holiday Inn, Miami, Florida
bygd opp av standard moduler, 1972.
Tegning: W.W. Bond Jr, architect, Memphis, Tennessee,USA

En Kingmatic 1215 tegnemaskin ble på 1960-tallet plassert hos W. W. Bond, et ledende arkitektfirma i Baltimore, USA. De lå langt framme innen datamaskinassistert konstruksjon av bygg og anlegg. Tegnemaskinen ble bruk til å tegne ut arbeidstegninger, perspektivskisser og artistiske konseptbilder. Bond var bl.a. hovedleverandør av prosjekteringstjenester til Holiday Inn. De utviklet et modulsystem, med standardiserte fasader, tak, rom, resepsjon, kjøkken, restaurant, fellesrom, tekniske rom osv. Alle Holiday Inns var forskjellige, tilpasset tomt, størrelse og geometri, men bestod av standard moduler fra den samme databasen. Skisser ble lagt ut på et målebord, som matet datamaskinen med nødvendig informasjon. Datamaskinen satte sammen alle tegninger, beregnet stykklister osv. ned til den enkelte spiker. Bond leverte underlag for et nytt Holliday Inn hver uke.

Geofysiske undersøkelser

Etter at det ble funnet olje og gass på norsk kontinentalsokkel, var KV på søk etter nye industrielle muligheter i denne nye virksomheten. En egen oljedivisjon ble etablert i 1974. Det første konkrete engasjement som sprang ut av denne satsingen, var etableringen av det geofysiske selskapet STATEX as, et 50:50 selskap sammen med Statoil. Idèen til engasjementet ble unnfanget i KVs tegnemaskin-virksomhet og personell med bakgrunn derfra deltok aktivt i etableringen.

Formålet var å utvikle norsk ekspertise innenfor databehandling for petroleumsvirksomheten. Samtidig som STATEX i egenskap av et statlig selskap kunne ivareta visse særlige behov og interesser, herunder behandling og lagring av de store mengder data fra kontinentalsokkelen, som Staten etter hvert ville disponere. Dette skulle også omfatte en databank for kontinentalsokkelen og lager av steinprøver, seismiske data og kart.

Statoil, Oljedirektoratet og KV gikk sammen om å utrede behovet for dette. Avtale om etableringen ble signert 13. desember 1973, bygging av et nytt datasenter i Stavanger tok til 4. januar 1974 og 10. juli samme år kom datasenteret i drift og produksjonen av seismiske seksjoner og kart var i gang. Et petrofysisk laboratorium ble etablert året etter. Aktiviteten innen seismikk, karttegning og laboratorium var fra starten teknisk svært vellykket og rimelig lønnsom. Databanken var tyngre å få i gang. Det var vanskelig å få partene, særlig Oljedirektoratet, til å forplikte seg. En kan gjerne si at her var KV og STATEX for tidlig ute. Det tok 20 år før en slik databank for kontinentalsokkelen ble realisert. I dag er dette et viktig hjelpemiddel i administrasjonen av norsk olje- og gassvirksomhet.

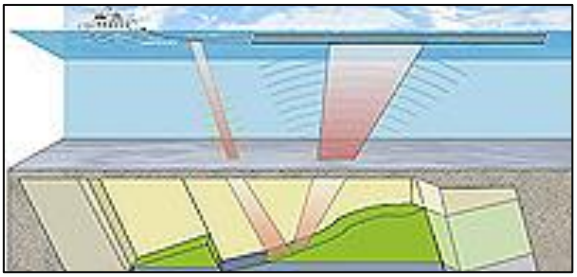
De to eierselskapene så store fordeler ved å kombinere KVs innsikt og erfaring innen databaserte systemer med Statoils rolle som betydelig bruker av datatjenester og med nært kjennskap til olje-industriens behov. STATEX anskaffet fra starten en KV tegnemaskin for uttegning av geografiske og geologiske kart, og geofysiske snitt gjennom jordskorpen. Erfarne fagfolk fra KV fulgte med ved etableringen i Stavanger.

Omtrent samtidig med at STATEX så dagens lys, etablerte Det norske Veritas også et seismisk undersøkelsesselskap, Geoteam-Computas as (GECO). Mens STATEX hadde sin virksomhet rettet mot prosessering av seismikk og behandling og forvaltning av alle typer informasjon fra norsk kontinentalsokkel, var GECO hovedsakelig rettet mot innsamling av seismiske data internasjonalt. I 1977 fant eierne det riktig å slå de to selskapene sammen, med formål å skape et internasjonalt anerkjent og konkurransedyktig geofysisk selskap. Selskapet fikk navnet Geophysical Company of

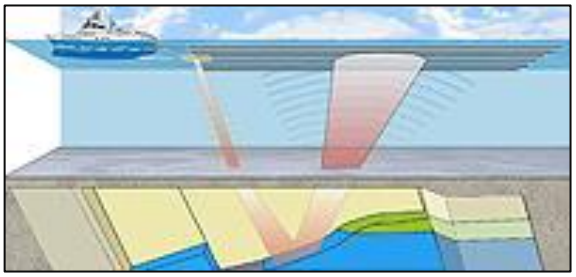
Norway AS (STATEX-GECO, senere forkortet til GECO). GECO gjorde det godt i mange år, men ble hardt rammet av oljekrisen midt på 1980-tallet. Selskapet ble solgt til det internasjonale konsernet Schlumberger Limited, en av verdens ledende leverandør av varer og tjenester til olje- og gassindustrien. Aktiviteten er nå en integrert del av Schlumberger-konsernet og er etter flere fusjoner med tidligere konkurrenter, i dag den største leverandør av marine seismiske undersøkelsestjenester på verdensbasis, med en markedsandel på 60-70 %. Selskapet har en ledende posisjon i internasjonal forskning og utvikling. Hovedbasen for det vitenskapelige arbeidet ligger fortsatt i Norge.

Det er hyggelig å vite at KV var med å legge ned grunnsteinen, og var en ledende drivkraft i selskapet de første årene. KV samarbeidet her godt med Statoil og Det norske Veritas.

Moderne seismikk kan arbeide i fire dimensjoner (x, y, z og tid – 4D). Det benyttes bl.a. til overvåking av oljefelt i produksjon. Her er et eksempel:



Gullfaks 1985 – base



Gullfaks 1999 - monitor

4D seismikk på Gullfaks.
Seismiske data ble samlet inn over oljereservoaret på Gullfaks i 1985 (grønt). Dette var ett år før produksjonsstart. Etter 13 år i produksjon, ble en full felt seismisk undersøkelse gjennomført i 1996. På dette tidspunktet var deler av oljen utvunnet og erstattet med vann (blått). De seismiske refleksjonene fra olje- og vann-reservoarer er forskjellige, hvilket gjør det mulig å beregne de gjenværende reservene. Denne informasjonen brukes til å planlegge og bore nye tilleggsbrønner. 4D seismikk har bidratt til en høy utvinningsgrad på Gullfaks. Opprinnelig var utvinningsgraden planlagt il 46 %, senere ble tallet oppjustert til 56 %, mens målet nå er 70%.
Illustrasjon: Statoil ASA

Automatisering av konfeksjonsindustrien

På slutten av 1960-tallet hadde KV et samarbeid med det amerikanske selskapet Dubin Haskell Jacobson (DHJ). DHJ hørte til den jødiskeide konfeksjonsindustrien i New York, og var nesten enerådende internasjonalt når det gjaldt levering av innlegg til skjortesnipper og mansjetter, en høyt spesialisert nisje. DHJ hadde prosjekter i gang for å forsøke å automatisere konfeksjonsindustrien, med dataassistert gradering, mønsterutlegg, uttegning og tilskjæring. De vurderte også muligheten for å bygge numerisk styrte symaskiner. Et amerikansk selskap i databransjen arbeidet med program-systemet. Et dansk ingeniørselskap Christian Rovsing arbeidet med utvikling av en skjæremaskin basert på en kornbelagt streng. De skarpe kornene var utviklet av NASA og ble sveiset på strengen. Det viste seg å være vanskeligere å få til skjæreprosessen enn antatt. Friksjonsvarme fra skjære-

strengen fikk stofflagene (typisk 500 lag) til å lime seg sammen. Et særlig problem for kunststoffer. Prosjektet ble etter hvert skrinlagt.

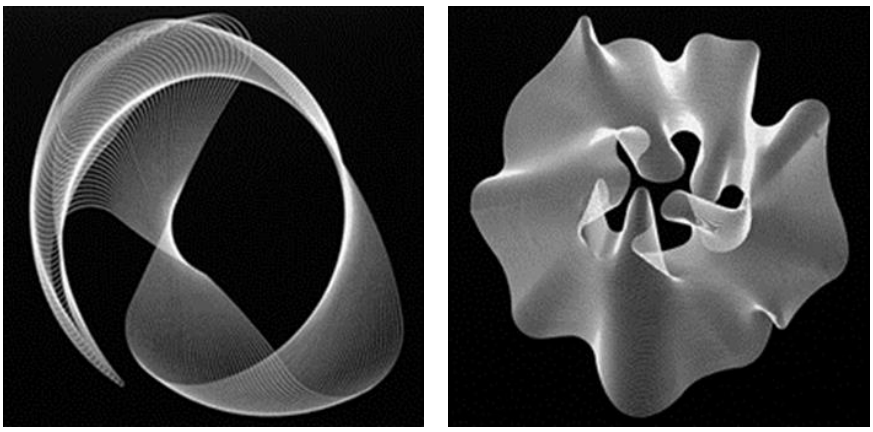
Det var meningen at KV skulle levere tegnemaskiner og NC styringssystemer for skjæremaskinen. Avd U var engasjert i utviklingsarbeidet og hadde flere rundturer i USA for å studere produksjon av skjorter hos de store leverandørene på den tiden, som Arrow, Van Heusen, Manhatten m.fl. Skjorte-fabrikkene i Sydstatene med rekker av fargede syersker, minner om dagens bilder fra systuene i Østen. En svært konservativ bransje.

Norsk konfeksjonsfabrikk på Grünerløkka, Oslo 1920 – slik så det også ut 50 år seinere, i 1970. Bildet viser utleggsbord for mønsterframstilling, gradering, utlegging og tilskjæring. Dette var prosessen vi skulle forsøke å automatisere. Vi hadde et nært samarbeid med konfeksjonsfabrikker og bransjeorganisasjoner i dette arbeidet.
Foto: Wilse, Anders Beer – Oslo museum

Tempoet var høgt. Avtrekkingshastigheten for tråden i symaskinen kunne være over 100 km i timen. Utleggingsprosessen liknet mye på utlegging på skipsplater, men det måtte i tillegg tas hensyn til trådretningen. Prisen på skjorter ut fra Arrow Shirts fabrikk i South Carolina var den gang 4 dollar – per dusin. Arrow var en velrenommert amerikansk produsent siden 1851, med leveranser over hele verden. I dag er adressen Bangalore, India.

Kunst på datamaskin

Datamaskin kunst generert på en IBM 360 Model 50 datamaskin og tegnet ut på en 2x6 meter Kongsberg Kingmatic tegnemaskin hos Messerschmitt-Boelkow-Blohm (MBB). I 1972 var dette, ifølge MBB, den største datastyrte tegnemaskinen i Europa. Flere kunstnere deltok i et program initiert av MBB, som del av kulturprogrammet for de Olympiske Leker 1972 i München. Bildene på neste side ble vist på en utstilling under lekene.



Kunstner Frank Boettger, 1972
Foto: Messerschmitt-Boelkow-Blohn (MBB)

Skjæring av papp og plast

I 1984 kom tegnemaskinvirksomheten inn i et nytt, viktig markedsområde. Det dreide seg om NC-styrte skjæremaskiner for kartong og bølgepapp til emballasjeindustrien, og emblemer, skilt og utstillingsmateriell til grafisk bransje. Tegnemaskinen var blitt til skjæremaskin.

ESKO-Graphics Kongsberg har videreutviklet KVs tegnemaskin-løsninger og tilpasset dem til nye applikasjoner, som for eksempel kutting av folie og kartong. Dette er en stor bransje internasjonalt. ESKO-Graphics har på sine områder en ledende posisjon i markedet og leverer årlig mer enn 500 anlegg. Vi har nå kommet fram til år 2014, 48 år etter at KVs første tegneanlegg ble lansert! *Foto: ESKO-Graphics Kongsberg*

I 1987 ble tegnemaskinvirksomheten skilt ut fra det gamle KV og nye eiere kom inn. Det har vært flere eierskifter, til bedriften nå under navnet ESKO-Graphics Kongsberg inngår i Esco Artwork-konsernet med hovedkontor i Belgia.

Markedet for skjæremaskiner av denne typen har de siste årene vært i sterk vekst, fra ca. 30 anlegg levert i 1984 til nærmere 700 anlegg i 2013. Omsetningen på Kongsberg har passert NOK 200 millioner per år. Esco-Graphics har utviklet en rekke forskjellige modeller og spesialverktøy tilpasset ulike behov, men med forankring i samme basis teknologi, der grunnlaget ble lagt på KV i 1960-årene.

Det er interessant å se hvordan bevisst og systematisk søken etter nye applikasjoner og markeder, og evne til tilpasning, har gitt ny vekst for produkter der grunnlaget ble lagt for nesten 50 år siden.

Det var mange kjente merkenavn blant kundene i bil- og flymarkedet.
Se også vsnittet om «Design av bilkarosseri».

OVERGANG TIL CNC FOR TEGNEMASKINER – OG SKJÆREBRENNERE

ESSI-systemet var en fast koplet spesialregnemaskin, med en intern kurvegenerator. Som omtalt andre steder i dokumentet, kom det utover i 1960-årene på markedet små programmerbare datamaskiner fra leverandører som Honeywell, Digital Equipment Corporation (DEC) og Hewlett Packard (HP). Disse viste seg å være velegnet for styring av prosesser, og ble raskt konkurrenter til de skreddersydde regnemaskinene. Minimaskinene var imidlertid ikke kraftige nok til å kontrollere tegnemaskinen alene, derfor var ESSI-interpolatoren konkurransedyktig helt fram til annen halvdel av 1970-tallet.

Som nevnt ovenfor, utviklet KV i 1967/68 sammen med Baldwin og amerikanske konsulenter en hybrid CNC-løsning for tegnemaskiner, med en Honeywell datamaskin og ekstern ESSI kurve-generator. I 1971 ble datamaskinen byttet ut med KVs egen datamaskin SM-4. Hybride CNC-styringer ble benyttet fram til 1980. Da ble det med to KS-500 prosessorer mulig å gå over til rene CNC-løsninger.

Skjærebrennerleverandørene presset på for at KV skulle gå over til CNC-løsninger også for skjære-brennere. KV var avventende, noe som bidro til at Messer utviklet sin egen CNC-styring i 1972. KV gikk da sammen med Kjellberg-Eberle om å utvikle en hybrid CNC-løsning basert på SM-4. Denne ble vist på Essen-utstillingen i 1973. Løsningen viste seg ikke å være konkurransedyktig på pris, slik at KV allerede i 1975 tilbød rene CNC-løsninger basert på KVs egen KS-500.

Les mer om dette i Vedlegg 3: «Teknologi for tegnemaskin og numeriske styringssystemer».

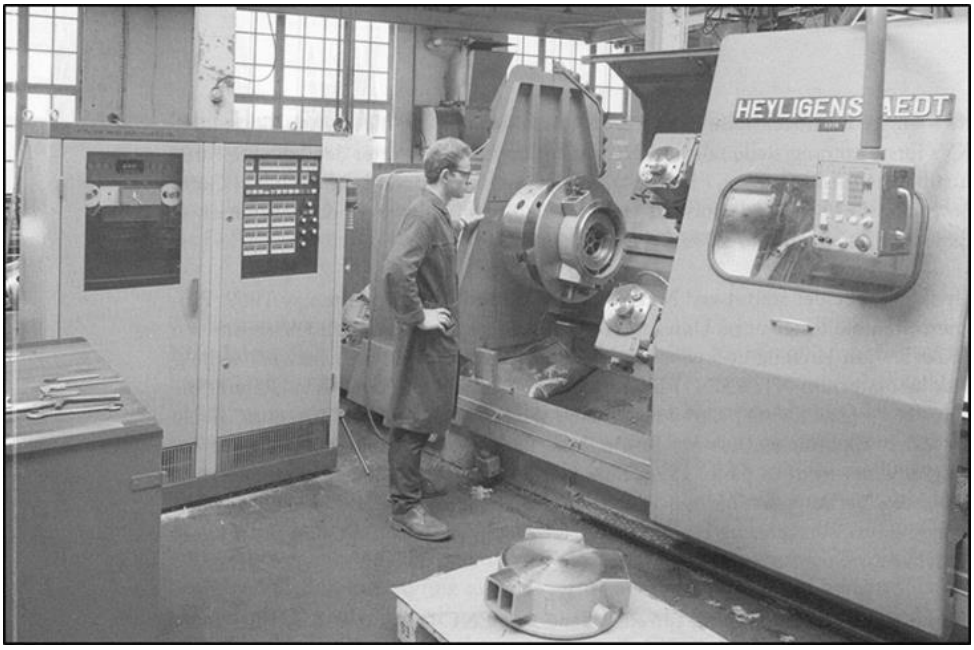
Kingmatic MK 3 styringssystem for tegnemaskiner med Honeywell 416 datamaskin. Til venstre Lillian Andersen (Hurlen), sekretær ved Avd U.

NUMERISK STYRING AV VERKTØYMASKINER

Fra 1962 foregikk det utvikling av CNC-styringer for verktøymaskiner ved NTH/SINTEF - i flere trinn og prosjekter, ved forskjellige institutter og avdelinger. I 1970 ble denne virksomheten samlet under det nyetablerte Verkstedtekniske laboratorium (VT), som utover i 1970-årene ble en hovedleverandør av CNC-løsninger og systemstøtte til KV. Sentrale folk ved SINTEF/NTH i denne perioden var Øyvind Bjørke og Asbjørn Rolstadås. KVs tekniske direktør Knut Egge og Jan Erik Torjussen var pådrivere for innføring av numeriske metoder ved KV. De kom begge fra det verkstedtekniske miljøet på NTH/SINTEF.

KVs første CNC-styrte verktøymaskin var en Køping treakset fresemaskin med verktøymagasin. Den ble demonstrert på en verktøymaskinutstilling i Paris i 1969. Datamaskinen var en PDP-8 fra DEC. Etter utstillingen ble datamaskinen byttet ut med KVs egen SM-3. Senere ble SM-3 forenklet for å få prisen ned, og en fikk SM-4. Denne maskinen ble deretter brukt i CNC-systemene. I 1975 ble en ytterligere kostnadsredusert KS-500 introdusert og benyttet i multiaksesystemet CNC 2000. For Øst-Europa ble det utviklet spesielle modeller begrenset til to akser for å tilfredsstille CoCom-reglene.

KVs første kommersielle CNC-styrte verktøymaskin ble levert til en av KVs nøkkelkunder, Eriksberg i Gøteborg i 1969. Verktøymaskinen var et horisontalt bor- og freseverk fra Innocenti, med en lengde på 20 meter og bredde 4,5 meter. Den ble benyttet i produksjon av bl.a. dieselmotorer til Burmeister & Wain.



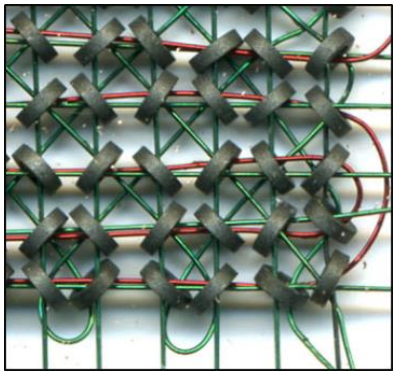
Kongsberg CNC 2000 installert på en fleroperasjonsmaskin fra Heyligenstaedt.
.

KV valgte å satse på det øvre sjiktet i markedet, dvs. komplekse og dyre verktøymaskiner. Filosofien var at her kunne KV vinne fram ved hjelp av sin egen systemkompetanse, samtidig som markedet her kunne tåle en noe høyere pris. Etter hvert ble det et problem at kunden helst ville forholde seg direkte til verktøymaskinleverandøren selv. Som følge av dette, gikk KVs opprinnelige posisjon som systemleverandør etter hvert tapt.

Kongsberg CNC 2000 ble levert til en rekke land, fram til begynnelsen av 1980-tallet mer enn 600 anlegg. KV satset lenge på bruk av egenproduserte datamaskiner. Konkurransen fra kommersielle datamaskiner og etter hvert integrerte mikroprosessorbaserte løsninger førte til kostnadspress og svak lønnsomhet. Som mottiltak ble det planlagt en ny generasjon CNC-løsninger, CNC 3000, men utviklingen ble stoppet i 1981-82.

Øst-Europa og Sovjet etterspurte tyngre verktøymaskiner. Leveransene dit viste god lønnsomhet inntil Toshiba-saken i 1987 og KV-akkorden året etter satte sluttstrek.

Nærmere om produkthistorien, tekniske og markedsmessige utfordringer og litt om verktøymaskin-produsentene og utvalgte kunder i Vedlegg 4: «Produkthistorie sett fra serviceavdelingen».



De første datamaskinene var på 1960- og 70-tallet utstyrt med hukommelser av magnetiske ferritt-kjerner, der hvert data bit ble lagret som magnetisk polaritet i en liten ring. Den gangen var dette noe nytt, oppfunnet 1952. Matter av ferritt-ringer ble sydd for hånd, ofte med tre og fire tråder gjennom hver kjerne. Fra midten av 1970-tallet ble kjernehukommelsene erstattet av halvlederhukommelser. Det var starten på en eventyrlig utvikling.
Foto: Wikipedia.

DATAMASKINER

ESSI-konseptet som KV i 1961 tok over fra SI, var bygd opp rundt en fast koplet siffermaskin, med elektroniske kretser satt sammen av enkeltkomponenter som transistorer, dioder, motstander, kondensatorer og spoler, montert på trykte kretskort. Fram til 1958 hadde vakuumrøret vært enerådende som aktivt og forsterkende element i elektroniske kretser. Etter hvert ble vakuumrørene erstattet av transistorer. Transistoriserte kretser gjorde det mulig å produsere utstyr med mindre volum, lavere vekt, lavere effektforbruk, og framfor alt større pålitelighet. Her kom ESSI-systemet inn, en god og robust løsning, bygd opp av de mest moderne komponentene på den tiden.

Utover i 1960-årene skjedde det imidlertid mye på elektronikkfronten. Vi fikk integrerte kretser, minidatamaskiner (fra slutten av 1960-tallet), mikroprosessoren (lansert 1971). Fra midten av 1980-årene førte rimelige og avanserte storskalaintegrerte kretser bl.a. til at personlige datamaskiner (PC) fikk stor utbredelse.

De programmerbare datamaskinenes inntog

Den helt store og banebrytende nyvinningen var de små programmerbare regnemaskinene, den gang kalt minidatamaskiner, som dukket opp midt på 1960-tallet. De var kommersielle maskiner, produsert i store antall, de var rimelige og hadde god pålitelighet. Den første minidatamaskinen ble utviklet i Sovjetsamveldet i perioden 1958-62. Maskinen hadde betegnelsen UM-1NKh og ble produsert ved Leningrad Electromechanical Plant (LEMZ) fra 1963. Men amerikanerne kom raskt etter.

Digital Equipment Corporation (DEC) og Honeywell var de viktigste aktørene på markedet i USA og Vest-Europa. Men tiden var inne og mange fulgte i kjølvannet: Data General, Hewlett-Packard, etter hvert også IBM, som egentlig ikke ville identifisere seg med *«salg av billige datamaskiner på samvirkelaget»*.

DEC introduserte den første kommersielt vellykkede minimaskinen, PDP-8 i 1965. Den ble produsert helt fram til 1990-årene, og er levert i et antall av 50.000. Maskinen hadde 12 bits ordlengde og var velegnet til kontroll av prosesser og forskjellige sanntids styringsoppgaver. Neste generasjon fra DEC kom i 1970, PDP-11 med 16 bits, og senere kom VAX-11 med 32 bits.

Honeywell introduserte den første i en serie 16 bits maskiner DDP-116 i 1965, så fulgte modell 516 og 416 i 1967 og 316 to år senere. Honeywell 316 ble en svært populær maskin, anvendelig til en rekke industrielle og kommunikasjonstekniske formål. Prisen den gang var gunstige USD 10.000.

Både DECs og Honeywells maskiner ble brukt i KVs numeriske styringssystemer. KVs første CNC styring ble utviklet i samarbeid med Baldwin og konsulenter i USA. Systemet hadde betegnelsen MK III og var beregnet på en tegnemaskin for mikroelektronikk-markedet (nærmere omtalt andre steder i dette dokumentet). Datamaskinen var en Honeywell 416. Systemet hadde av kapasitetshensyn fortsatt en ekstern ESSI interpolator for kurvegenerering. Hukommelsen var til å begynne med på 4K 16 bit ord, men ble snart utvidet til 8K. Der måtte vi sette strek. En modul på 4K i tillegg kostet 60-80.000 kroner den gangen. Dette ga en del systembegrensninger. I 1970 gikk vi over til Honeywell 316 som

var noe rimeligere. Honeywells datamaskiner fungerte godt. Året etter ble elektronikken konvertert til integrerte kretser, en vesentlig rimeligere løsning.

I begynnelsen av sekstiårene startet Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI) utviklingen av overflate til overflate rakettvåpenet Penguin. Ved prøveskyting av den styrte raketten, ble det generert en mengde data. For analyse av datamengden valgte FFI å utvikle en egen datamaskin, i stedet for å kjøpe en importert minimaskin for formålet. Maskinen fikk navnet SAM (Simulator for Automatisk Maskineri). Prosjektet ga FFI nyttig kompetanse innen datateknologi og sifferteknikk. SAM kom i drift 1964 etter knapt to års utviklingstid og virket utmerket.

SAM og FFIs kunnskaper og erfaringer ble lagt til grunn for utviklingen av feltartillerisystemet ODIN. Dette førte til utvikling av feltregnemaskinen SAM 3, et betydelig skritt videre. Deretter kom ildledningssystemet MSI 70U for undervannsbåter.

Det var konkurranse mellom Norsk Data og KV om hvem som skulle produsere SAM3. Det ble imidlertid tidlig klart at det var KV som skulle ta seg av dette, og i årene 1968-70 foregikk en gradvis overføring fra FFI. KV produserte SAM 3 kommersielt under betegnelsen SM 3 og ga den en militær innpakning tilpasset resten av ildledningssystemet. SAM 3 var en 16 bits maskin. Aritmetikken kunne operere med 16 eller 32 bits heltall og med 48 bits flytende komma, hvor 32 bits var avsatt til mantisse og 16 bits til eksponent. Maksimal hukommelse var 65.536 ord á 16 bit. Minimal syklustid for maskinen var 800 nanosekunder.

De første datamaskinene hadde hurtighukommelse av håndsydde ringkjerner-matter. De var dyre. Vi prøve å begrense CNC-systemene til 4K (4.096 ord) for å holde kostnadene nede. Dette sprakk og standard ble også her 8K (8.192 ord).

Norsk produksjon av datamaskiner

Fra Forsvarets Forskningsinstitutts historie om «Datateknologi» klipper vi:

> *Det hadde hele tiden vært en drøm i siffergruppen å kunne produsere datamaskiner i Norge for salg, ja kanskje for eksport. Med den markedsmulighet som feltartilleriprosjektet åpnet begynte flere i gruppen å se dette som et realistisk startgrunnlag for å starte en industriell virksomhet omkring datateknikk. Tanken modnet seg i de unge entusiastenes hoder, og sommeren 1967 hadde tre mann gjort seg klar til å gjøre vågestykket og realisere drømmen. Det var Lars Monrad Krohn, Per Bjørge og en hovedfagsstudent fra NTH, Rolf Skår. Rolf hadde nettopp fullført sitt diplomarbeid med bruk av SAM og med Lars som veileder. De hadde kontakt med en ung kjenning, Terje Mikalsen, som hadde adgang til noe kapital. Sammen med Yngvar og noen til fra siffergruppen møttes disse hjemme hos Lars Monrad Krohns mor den 7. juli 1967. Alle satte noen sparepenger i en eller flere aksjer og firmaet "A/S Nordata – Norsk Data Elektronikk" ble startet. Etter en del navneforandringer ble det endelige navnet noen år senere Norsk Data AS. Firmaet hadde en langsom og vanskelig fødsel, men ble etter hvert et "flaggskip i norsk industri". Bøker og artikler er skrevet om dette.*

Feltartillerisystemet ble allikevel ikke Norsk Datas første produkt. Flere aktører både fra politiske og industrielle lederposisjoner mente at Kongsberg Våpenfabrikk måtte få denne forsvarsleveransen. Og slik ble det. Olav Landsverk flyttet over fra FFI og ble den ledende person i en gruppe som snart kom til å utgjøre den viktigste del av datadivisjonen ved KV. (Ved etableringen på KV var Per Hovde og Nils Petter Otterstad sentrale. Red. anm.). Odinsystemet ble utviklet og levert, og medvirket sterkt til å skape et ry for det norske feltartilleri som et av de beste i verden.

Der var betydelig rivalisering mellom disse to leverandørene i flere år. Datamaskinene de leverte var - ikke forbausende - meget like, men noen få detaljer i instruksjonskodene var forskjellige og hindret en utvikling av felles basis programvare. Etter hvert som det ble klart at programvaren ville bli en meget viktig økonomisk faktor i datamaskinmarkedet, forsøkte mange velmenende personer å megle og få i stand samarbeid, men til liten nytte. (Rivalisering på hjemmebane er en norsk elitegren.)

Ønsket om å gjøre en slik konstruksjon hos KV var mindre, forståelig nok. Det var i strid med et sterkt ønske fra firmaets spesialiserte finmekaniske verksted, som ønsket seg nye oppdrag for analogmaskiner når Terne-produksjonen avtok. Enden på denne saken var allikevel at KV utviklet en ny digital datamaskin, som fikk betegnelsen SM 4.

Innføring av programmerbare regnemaskiner - Utvikling av CNC-systemer

I 1971 ble det gjennomført en studie for å finne fram til den datamaskinen som egnet seg best for numerisk styring av verktøymaskiner og tegnemaskiner. Det ble fra prosjektgruppen konkludert med at DECs PDP-11, ut fra en helhetsvurdering, på det tidspunktet og med markedssituasjonen den gang, ville være det beste alternativet. KVs ledelse mente likevel at det burde satses på KVs egen datamaskin SM-4. Dette var nok en riktig strategisk beslutning for bedriften, men for tegnemaskiner og verktøymaskiner medførte dette en rekke utfordringer, både teknisk og økonomisk.

Det første styringssystemet for tegnemaskiner med en SM-4 ble levert i 1972. Én SM-4 kunne med eksterne kurvegeneratorer, styre to tegnemaskiner. Etter hvert ble SM-4 byttet ut med den nyere KS-500, uten kurvegenerator..

I 1980 kom det første CNC-anlegget med kurvegenerator og deler av servo-kontrollen lagt inn i programvaren. For å få nok kapasitet ble det benyttet 2 stk. KS-500 CPU moduler med felles hukommelse. KS-500 var mer en byggestein, en systemkomponent, enn en datamaskin. Det er nødvendig at slike byggesteiner er konkurransedyktige på pris og funksjon. Det var et problem, spesielt på programsiden. Likevel var KS-500 godt egnet for styring av verktøymaskiner og tegnemaskiner, selv om den gjerne kunne vært raskere. Senere ble det lagt inn design-elementer som ikke akseparallelle parabler og Bezier kurver. For å forbedre ytelsen og kvaliteten på kurver med korte rette linjer, ble det lagt inn filtrering og glatting. Hastighetskontrollen ble også forbedret.

Så gikk utviklingen videre, men i denne sammenhengen stopper vi her.

PRODUKSJON

Etter et notat av Lars Tveit, tidligere Produksjonssjef for Industrielle systemer

Både NC styringssystemer og tegnemaskinene ble montert på Kongsberg, men med underleveranser fra mange kanter. Teknisk sett var det i disse produktene mye nytt for KV, fra halvledere og datateknikk til limte konstruksjoner og nye materialer. Ønske om raskere gjennomløpstid, lavere pris, endrede krav til kvalitet og spesifikasjoner gjorde at mye måtte gjøres annerledes enn for militære produkter. Nye planleggingsmetoder og prosedyrer måtte utvikles og personell trenes. Men planleggere og verksteder med ledere og fagfolk var positive og deltok aktivt i utviklingsarbeidet. Uten deres medvirkning, hadde det aldri gått så bra som det gjorde.

Produkter og organisasjon

En konkret leveranse er satt sammen av en rekke enkeltaktiviteter:

1. Markedsføring og salg hvor kundespesifikasjoner fremskaffes.
2. Kundetilpasning (Engineering)
3. Prosess og terminplanlegging
4. Innkjøp
5. Montasje
6. Test
7. Leveranse
8. Installasjon
9. Service

Frem til 1960-tallet var de ulike aktivitetene spredd utover i bedriften etter funksjon, bortsett fra (1) markedsføring og salg og (4) innkjøp, som var egne avdelinger. Kundetilpasning (2) ble gjort av utviklingsavdelingen, og (3) Prosess og terminplanlegging av den sentrale planleggingsavdelingen. Montasje (5), Test (6) og Leveranse (7) av produksjonsavdelingen, og Installasjon (8) og Service (9) var salgsavdelingens ansvar. Dette var ingen god løsning, alle kunne skylde på andre ved eventuelle forsinkelser eller feil i det tekniske underlaget. Den funksjonelle organisasjonen ble derfor på slutten av 1960-tallet brutt opp, og det ble etablert produktgrupper der de forskjellige aktivitetene ble samlet, bortsett fra innkjøp. Dette skyldes trolig at felles innkjøp ga bedre forhandlingsmuligheter og dermed bedre priser. Men med korte leveringstider og større fokus på kapitalbinding, var nok ikke produktgruppene helt enige. Organisering i produktgrupper bedret likevel leveringsevnen betraktelig.

I denne fasen ble kundetilpasning, prosess- og terminplanlegging, montasje og service overført til en egen driftsavdeling og dette ga store fordeler mht. utnytting av ressurser og kompetanse, spesielt innen test og service, og det ga klarere ansvarslinjer. Fortsatt var den nye avdelingen organisert under KV's produksjonsavdeling, salgs- og markedsføring under den sentrale salgsavdeling og innkjøp i egen avdeling. Organisering i produktgrupper var en forløper for etableringen av egne divisjoner for industrielle systemer og datamaskiner i 1973. Et par år senere ble disse slått sammen til én divisjon, System- og Datadivisjonen.

Produksjon og leveranser

Material- og terminplanlegging

Dette er viktige områder for å møte avtalte leveringsfrister og minimalisere kapitalbinding. For første gang på KV ble CLASS (Capasity - Loading - And - Schedule – System), planleggingssystem for innkjøp av materialer, komponenter og egenproduserte deler, tatt i bruk. Inngangsdata til systemet var salgsprognoser basert på standard systemer og lagerbeholdninger. Denne formen for material-planlegging var av relativ ny dato, og det gikk mange skrekkhistorier om overfylte lager. *Vi var nok ikke flinke nok til å overvåke beholdningene, men 20/80 regelen burde vi tenkt på tidligere. For våre produkter kom vi til at < 10 % av artikkelmassen utgjorde > 90 % av kapitalbindingen, og oppfølging av dette ble etter hvert innført. Men det forutsatte også realisme i salgets omsetningsprognoser og selvsagt gjennomløpstider i produksjonen for å minimalisere kapitalbindingen (LT).*

Hver 6. uke ble salgsbudsjettene revidert og nye produksjonsplaner godkjent av verksdirektør i møte mellom produksjon og salgsavdelingen. Her var det ofte konflikt mellom salgs- og leveranseapparatet ut fra at ordrehorisonten var kort og lang erfaring viste at salgets prognoser ofte var urealistiske. Etter opprettelsen av divisjoner ble om mulig konflikten mellom salg og leveranseapparatet enda større mht. revisjon av leveringsplaner. Det gikk vel så langt at leveranseapparatet reduserte salgets prognoser ut fra de erfaringene en etter hvert hadde fått.

Prosessplanlegging

Hovedaktiviteten for prosessplanlegging var, i samarbeid med utviklingsavdelingen, å legge til rette for effektiv produksjon og til lavest mulig kost. Grunnlaget for effektiv og kostoptimal produksjon bestemmes i konstruksjonsfasen og her kunne nok samarbeidet med utviklingsavdelingen vært bedre. At så ikke skjedde kan skyldes den funksjonsorganisasjonen KV hadde tidlig på 50- og 60-tallet.

Eksempel på godt samarbeide, er at gjennomløpstiden for produksjon av tegnebord ble redusert fra ca. 1 år til 1 måned i et godt samarbeid mellom utvikling og produksjon. Eksempel på kostreduksjon var at det på tegnemaskiner ble satte inn verktøy som boret hull for vakuum i tegnebordet og program-merte maskinen til å bore hullene. Den gjorde jobben alene. En borerobot var født.

Et annet eksempel er kostreduksjon av 1215 tegnemaskin. Vi var stolte over resultatet, men da salget skulle vurdere løsningen var reaksjonen: og dette skal vi prøve å selge? Industridesign var et begrep og det ble engasjert ekspert på område. Stålplatene til kabinettene ble erstattet med sort plast, men det ble med en prøve.

I tillegg til utarbeiding av prosess- og operasjonslister, var beregning av verkskost en viktig oppgave. Dette var aktiviteter som gradvis ble mer og mer påkrevd etter hvert som volumet økte. Verkskost-kalkyler og oppfølging av realiserte kostnader pr. leveranse ble stadig bedre etter hvert som en fikk mer erfaring, samt at dataregistrerings-systemene ble bedre.

En annen oppgave tillagt avdelingen var å delta i budsjettfasene hvor verkskost og andre produksjons-kostnader ble kalkulert og holdt opp mot salgsavdelingens omsetningstall. Det sier seg selv at det her

kunne gå varmt for seg før en fant fram til en produktmix og et antall som ga en akseptabel (krevd) bunnlinje. Det var ikke helt usannsynlig at en enkelte ganger budsjetterte seg ut av problemene.

Kundetilpasning (Engineering)

At leveranseapparatet ble tilført kompetanse for tilpassing av hardware til kundens ønske var et stort framskritt. Det ga korte kommunikasjonslinjer og en lettere dialog mellom salg og produksjon og reduserte leveringstidene. Utover mot slutten av 70-tallet ble også programvaretilpassing for verktøymaskinstyringer (CNC) overført til leveranseapparatet, som dermed var mer eller mindre selvgående. Da Data- og system-divisjonen ble samlet i Elektronikkbygget på midten av 70-tallet, var programvare blitt en stor del av aktiviteten og dette medførte opprettelsen av et eget datasenter, som også ble tillagt avdelingen.

Etter hvert som kvaliteten på hardware ble bedre, kom kvalitet og tilpassing av programvare til å stå fokus. Dette gjaldt spesielt CNC 2000 verktøymaskinstyringer. Tilpassingen av programvaren måtte utføres hos kunden under installasjonen og med ofte feilmeldinger ble belastning på programvare-gruppen formidabel. Det var problem med å få personell som kunne gjøre jobben til å reise, dels at situasjonen hos kunden var vanskelig, eller at familien nektet mer reising. Som regel ble dette løst ved god overtalelsesevne og lovnad om at alt skulle bli bedre!

For leveranser av CNC 2000 til UK-markedet ble programtilpassingen utført av personell fra salgs-kontoret i Maidenhead, like utenfor London. Problemet på hjemmebane var kvalitet og leveranse av hardware. Etter hvert ble det mange turer til sluttkunden i Brighton hvor det vanket mye kjeft og naturlig nok liten forståelse for våre interne problemer. På dette tidspunktet var avdelingen fortsatt stasjonert på nedre fabrikk og vi var flyttet fra vaskehuset til ny brakkeby, kalt Dawson City, og her ble leveranseproblemene diskutert med lederen for salgskontoret i UK uten at det bedret situasjonen. Kvalitetsforbedringene som var nødvendige måtte gjennomføres, og avdelingen kunne ikke fire på dette.

På flere leveranser dukket det opp problemer som til dels skyldes oversalg og/eller kvalitetsproblemer. Det ble opprettet en" Troubelshooter" funksjon tillagt leveranseapparatet hvor tilgangen på kompetanse/kapasitet var størst. For noen av kundene var det alvorlige diskusjoner som lett kunne ført til rettssak. Men KV svikter aldri en kunde, var et motto vi levde etter, selv om det kostet mye. På én leveranse kostet opprettingsarbeidet like mye som leveranse var solgt for, så det ble store tap.

Montasje

Dette omfattet ett verksted for elektronisk montasje av styringsenheter og ett verksted for montasje av tegnemaskiner. Undergrupper så som kretskort, kraftforsyning, lesere, kabelmatter og mekaniske komponenter ble innkjøpt eller produsert ved andre avdelinger i KV. I tillegg ble det produsert rack for kretskort.

Kompetansen var i hovedsak knyttet til lodding og senere kom wrapping til som erstatning for kretsplater som backplane på racks. Denne teknikken resulterte i stor feilprosent og feilene var

vanskelig å finne. Men noen i testavdelingen visste råd. En tidligere utviklet tegnemaskin, 650x1500 cm, ble omskapt til en pekemaskin og det gjorde susen. Feilraten gikk ned mot 0.
For montasje av tegnemaskiner var kompetansen knyttet til finmekanikk og dette var fag som KV hadde god tilgang på. Problemene var knyttet til temperaturen i montasjelokalet spesielt ved montasje av store tegnemaskiner. Da DM 16xx ble introdusert, oppsto også økt krav til stabilitet i gulvet. Montasjen foregikk i en gammel bygning på nedre fabrikk uten temperaturregulering og med til dels ustabilitet i gulvet og store vinduer som medførte store temperatursvingninger i lokalet. Noe måtte gjøres. Det ble montert en rekke med mindre aircondition anlegg i lokalet. På utvalgt montasjeplass for store tegnemaskiner ble gulvet gravd opp og en formidabel betongkoloss ble støpt, og denne ga stabilt underlag. Men et problem oppstod da sola sendte sine varmestråler direkte på montasjeplassen. Neste step var å få montert markiser, men daværende bygningssjef likte ikke forslaget. Han hadde dårlig erfaring med markiser på Kongsberg med mye snø og takras. Men vi lovet alltid å ta opp markisene etter arbeidstid for da var bygget for lengst kommet i skyggen. Og vi fikk markiser, men bygningssjefen fikk rett. Et uventet snøfall tidlig på vinteren ribbet veggen for markiser. Noen hadde glemt våre lovnader om å ta opp markisene etter endt arbeidstid.

Etter at avdelingen ble samlet i Elektronikkbygget på midten av 1970 tallet fikk vi utmerkede arbeidsforhold. Etter mange år i kummerlige lokaler med et inneklima som ikke bidro til et godt arbeidsmiljø, følte vi oss nærmere paradiset. Men plassmangel var et stadig tilbakevendende problem i KV, og vårt verksted for elektronisk montasje ble utsatt for press og måtte tilslutt flytte ut av paradiset. Til Notodden av alle steder. Men KV hadde liten plass, Notodden trengte arbeidsplasser og hadde nye moderne lokaler. Dette var en vinn-vinn situasjon og vi flyttet både med utstyr og personell. Vi ble godt mottatt og lokal presse møtte opp til stort intervju, tror vi følte at vi kom som en reddende engel til et underutviklet land. Det ble satt opp busser fra KV om morningen og retur etter arbeidstid. Men oppholdet på Notodden ble ikke langt. Etter et års tid flyttet vi tilbake.

Avlønningen i montasje-verkstedene var formannssatte akkorder, som måtte oppdateres hvert år ut fra nye lønnsavtaler og økt produktivitet. Men det var stor forskjell mellom operatørene mht. tidsforbruket pr arbeidsoppdrag. De som jobbet raskt fikk altfor god tid og måtte ta ekstra pauser for ikke å sprenge akkorden.

Systemtest

De fleste som hadde sitt arbeid her var ingeniører innen elektronikk og data. Mange med eksamen fra Kongsberg Ingeniørhøgskole (KIH - Tinius Olsen Skole), som var en god leverandør av teknisk arbeidskraft til KVs forskjellige avdelinger. Området hadde egen testleder og var på en måte organisert som andre verksteder, men med annen arbeidstid og fast lønn. I starten var det noe samarbeid mellom test og service, men etter hvert ble dette mindre aktuelt pga. krav til leveringstider og økt belastning på service. Kundens problem hadde prioritet foran leveranse og dermed ble servicepersonell en ustabil faktor i leveransekjeden.

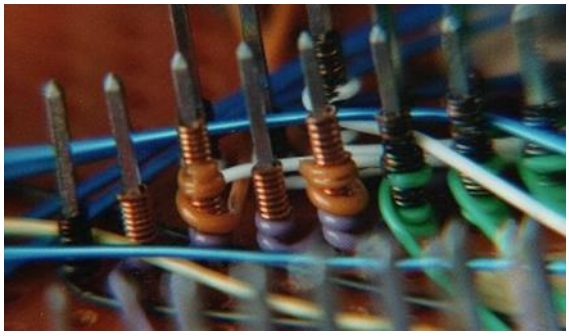
Mot slutten av 1960-tallet økte leveransevolumet og dermed behovet for teknisk skolert personell både til test og service. I tillegg til KIH ble også Bergen Ingeniørhøgskole (BIH) og andre ingeniørhøgskoler besøkt for å rekruttere kandidater.

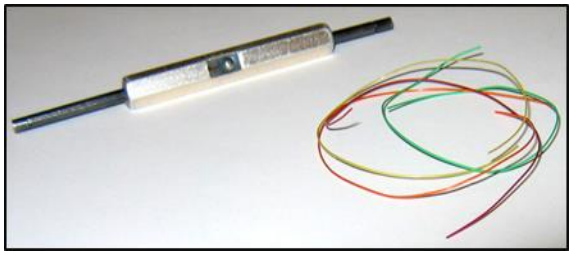
Å benytte systemtest til opplæring av nyansatte serviceingeniører ble noe brukt, men med den sterke veksten innen service ble det nødvendig å finne andre løsninger. Det ble besluttet å opprette egen opplærings-avdeling på SAGA hotell som da var kjøpt av KV. Bakgrunnen for å kjøpe SAGA hadde nok sin årsak i KVs sterke ekspansjon og dermed behov for både kontorer og boliger.

Installasjon og service

Den største ekspansjonen i avdelingen kom innen installasjon og service. Men starten var ikke enkel, med liten plass og mye som måtte ryddes opp i. Avdelingen ble plassert i samme lokale som prosess-, termin-planlegging og kundetilpasning. Med ofte lange og høyrøstede telefonsamtaler med kunder, og med elendig akustikk i lokalet var arbeidsforholdene mildt sagt elendige. Arbeidsforholdene ble ikke bedre før på midten av 1970-tallet, da vi kunne samles i Elektronikkbygget. Men det var en gjeng med unge entusiaster som likte jobben og den nye teknologien. Produktene var fremtidsrettet og datateknikken var på full fart inn i industrien, og KV var i førersetet i Norge.

Da aktiviteten med de numeriske styringssystemene ble lagt ned på midten av 1980-tallet, ble personell fra systemdivisjonen overført til andre divisjoner på KV. Det var kompetente folk, som var ettertraktet mange steder i bedriften. Kunnskaper og erfaringene ble videreført, men for data- og systemdivisjonen var eventyret ute.





Wire wrapping. Koplingsteknikk benyttet i ESSI-enhetene. En populær metode på 1960-og 70-tallet. Enkel og solid. Koplingstråden tvinnes rundt kontaktpinnen med pistol eller enkelt håndverktøy. I kontaktpunktene oppnås en kaldsveis-forbindelse. Inntil 3 tråder på én pinne. Enkel å endre og reparere for hånd.
Foto: Wikipedia

SERVICE OG UTESTASJONER

Etter et notat av Einar Aadahl, tidligere Servicesjef. Se også Vedlegg 4.

Skulle bedriften møte de kundekrav som ble stilt til produktkvalitet og leveransepålitelighet, var oppbygging av en solid serviceavdeling en absolutt nødvendighet. Avdelingen ble over tid også en betydelig økonomisk bidragsyter til divisjonen. KV var tidlig ute med filosofien at service skulle være et eget produktområde som skulle gi profitt, og ikke være et «nødvendig onde» som skulle ses på som en kostnad.

Oppbygging av serviceavdelingen

Fra starten på 1960-tallet ble serviceavdelingen drevet ut fra Kongsberg. Det var dessverre ingen bedrifter i Norge en direkte kunne sammenlikne seg med, så også her måtte en finne vegen selv. KV hadde imidlertid en viss kompetanse og erfaring fra service på militære produkter. Ansvaret den første tiden ble derfor lagt til den militære serviceavdelingen, som rapporterte til den militære salgsavdelingen. Til å begynne med måtte en trekke på personell som arbeidet med utvikling av produktene ved Avd U. I vriene tilfeller kunne deres spesialkompetanse være ganske nødvendig. Det ble utover på 1960- og 70-tallet rekruttert folk med ingeniørbakgrunn, bl.a. fra Tinius Olsen skole, men også fra Bergen Ingeniørhøgskole og flere andre ingeniørhøgskoler. Serviceavdelingen hadde eget kurssenter på gamle Bondeheimen (senere Saga Hotell). På kurssenteret var det installert systemer for praktisk opplæring i feilsøking. Også erfarne serviceingeniører var jevnlig innom kurssenteret for å oppdatere seg.

Mot slutten av 1970-tallet ble serviceavdelingen tilbakeført til salgsavdelingen med den begrunnelse at service var en del av salgsaktiviteten.

Reservedeler

Serviceavdelingen fikk etter hvert sitt eget reservedelslager, med betydelig omsetning og god lønnsomhet. KV var tidlig ute med å betrakte reservedeler som et eget forretningsområde.

Lokal tilstedeværelse - utestasjoner

Rundt 1970 var en kommet så langt at krav fra markedet til lokal tilstedeværelse gjorde det nødvendig å stasjonere servicepersonell ved flere av salgs- og utekontorene. Først ute var Tyskland og England, og senere kom Italia, USA og Frankrike og Sverige, i tillegg til flere kontorer i Norge. Til å begynne med var utestasjonene bemannet med folk fra Norge, men etter hvert ble det ansatt lokale ingeniører, som etter trening i Norge, tok over ansvaret.

Det sier kanskje litt om omfanget at på slutten av 70-tallet var det mer enn 100 personer som jobbet med serviceoppgaver.

Utfordringer og problemstillinger

Det dukket opp ulike problemstillinger innen serviceområdet. Reiseaktiviteten var stor, noen hadde opptil 250 reisedager i året, og dette kom etter hvert til å bli en belastning for flere. Ikke bare for ansatte, men også for familie og andre pårørende. Etter hvert ble det nødvendige å finne løsninger som kunne kompensere for de ulemper som reisevirksomheten skapte. I tillegg ble det å holde på de ansatte et viktig tema. Noe måtte gjøres, og resultatet ble at antall reisedager utover 50 dager pr år ble belønnet med et fastbeløp pr reisedag. Løsningen ble også anbefalt av KVs sentrale personalavdeling. Dette ga store ekstra inntekter for de som reiste mye, og det ble hevdet at det var få som hadde råd til å slutte.

Å sende unge ingeniører ut i den store verden var også en bekymring som kanskje ikke ble gitt stor nok oppmerksomhet. Etter hvert ble det en etablert rutine at nye serviceingeniører på første oppdrag hadde med seg en ”fadder”. Dette var en løsning vi mente var det beste vi kunne klare.

Dessverre omkom en av våre medarbeidere i en flyulykke tidlig på 1970 tallet. Årsaken til ulykken er ikke kjent, men alle om bord omkom og det var en stor tragedie for alle berørte. Det ble arrangert en minnestund for alle ansatte i avdelingen og de nærmeste pårørende. Det var en sterk opplevelse. Lederen for service-avdelingen fikk den tøffe oppgaven å identifisere vår mann på ulykkesstedet, noe som ikke var mindre krevende.

Personell fra serviceavdelingen deltok aktivt i utviklingen av nye produkter

Med sin erfaring fra «den virkelige verden» bidro service-personell med verdifulle idéer, forslag til løsninger og korrektiv. Her skal nevnes to, Ingolf Olsen og Ole Olstad. Einar Aadahl forteller:

Både Ingolf og Ole ble seniorer i serviceavdelingen. Ingolf på skjærebrennersystemer og Ole på verktøymaskinsystemer. Spesielt ved introduksjon av KS500 hadde vi store og mange problemer og det ble viktig for bedriften på beste måte å skjerme utviklingsavdelingen. Egne spesialister ble derfor bygget opp på serviceavdelingen på så vel tegnemaskiner, skjærebrennere som verktøymaskiner. Disse ble sendt ut world-wide på de vanskeligste oppgaver. Kompetansen var betydelig og etter ned-leggelsen av Datadivisjonen fikk utviklingsavdelingen i Albatross dynamisk posisjonering glede av Ingolfs kunnskaper.

Ved introduksjonen av CNC2000 var leveransene til Flymotor (Senere Volvo Flygmotor) og Fabrique Nationale i Belgia (begge sentrale bedrifter i F16 programmet) av største viktighet. Ole oppholdt seg hos Schiess i Dusseldorf i over 1 år for å få disse leveransene i havn. Det er også en historie om Ole som ble kaldt inn til Flymotor, fra en ekstern bedrift han jobbet hos, 15 år etter maskinene var installert, for å bistå med et gjengesyklusproblem ingen klarte å løse. Etter detaljert gjennomlesning av hele programvaren ble 1 celle endret og problemet løst.

Ellers var begges holdning til å ta på seg utfordrende oppgaver som ikke alltid kun var av teknisk karakter, særdeles positiv.

Etablering av utestasjoner – noen eksempler

Tyskland

Harald Kastet forteller:

Tidlig på våren 1970 ble jeg sendt ned til Hamburg for å åpne det første servicekontoret til Data-divisjonen. Jeg har ingen opplysninger om hvorfor man valgte Hamburg, men jeg har en mistanke om at det hadde noe med en probleminstallasjon på Blohm U Voss å gjøre.

Probleminstallasjonen var den mye omtalte skjærebrenneren (SB) Binumaten. Der hadde man tatt en konvensjonell CC2 styring og bygd denne direkte inn i skjærebrenneren. Tanken var god den, i alle fall på papiret. Men hos Blohm U Voss fungerte den ikke særlig godt. Hos Blohm U Voss var SB plassert i den såkalte Sonderbau-hallen hvor den var opptatt med å skjære ut deler til Leopard tanksen. Hele karosseriet til tanksen ble bygd på BV og det ble benyttet høykvalitets stål som støvet noe aldeles fryktelig når det ble skjært, og med elektronikken som da var plassert direkte i støvskya, så måtte det nesten gå galt. SB hadde for vane å stoppe flere ganger i uka. Operatøren (som for øvrig hadde vært med på å bygge krysseren Bismarch og var veldig stolt av dette) var gått sur av hele SB og benyttet hver anledning til å stoppe maskinen og tilkalle service for å få den i gang igjen, og Messer Griesheim (MG) som hadde levert SB var vel begynt å bli desperate etter å få hjelp fra KV. Vel som sagt, dette har jeg aldri fått bekreftet, men det låter sannsynlig. Dessuten hadde vi jo flere installasjoner f.o.m Kiel i øst til Bremen i vest, dessuten var jo Hamburg et godt utgangspunkt for turer til og fra DDR som også hadde mange SB installasjoner.

Kontorplass ble leid hos et norsk-tysk firma som drev innen skipsservice. Jeg tror navnet var et eller annet med Martinsen og Co. De hadde kontorer på Fishmarkt, og jeg ble installert på et konferanse-rom sammen med et skap hvor jeg kunne ha diverse reservedeler og tegninger. Kontoret fungerte greit, jeg hadde god plass, fikk være i fred og hver gang firmaet hadde dratt i gang en kontrakt så vanket det røkt ål, øl og en doppelkorn til alle. På sentralbordet satt det en hyggelig jente som så det som sin oppgave og rettlede en fersk nordmann når han var på vei til å gjøre de helt store feilene i etiketten. Blant annet det tyske business-språket. Jeg hadde jo bare skoletysken og hva jeg lærte på jobb, så språktabbene dukket ofte opp (men de behøver vi ikke å definere nærmere her). Det var for øvrig hun som påpekte at om kvelden var Fishmarkt et beryktet "red light district", så ikke be kona di om å møte deg her etter arbeidstids slutt.

Innkvartering ble gjort på Hotel Norge (rom 209) inntil leilighet ble funnet. Jeg måtte finne leiligheten selv, og det skulle vise seg å ikke å ikke bli så enkelt. Det manglet ikke leiligheter på markedet, men det var ikke lett å få tilslag når det kom fram at KV nok kom til å bytte innflyttere hvert år. Det ble nærmest utallige kveldsturer for å se på diverse prospekter, og vi ble etter hvert nokså mismodige. Vi hadde god hjelp fra folk i resepsjonen på hotellet og i det hele tatt var Hotel Norge et ideelt sted å bo på. Etter flere mnd med hus-søking kom jeg i kontakt med en advokat som hadde en helt ny 2 roms leilighet i Wandsbek Gartenstadt til utleie. Han var til å begynne med veldig betenkt, men lysnet til da han forsto at Norges ledende våpenfabrikk var leietageren. Leif Fjellin kom nedover, kontrakt ble skrevet og møbler ble innkjøpt. Leiligheten lå fint til i et stille strøk og kun få min spasertur fra nærmeste U-bahn stasjon. Den var som sagt helt ny og vi var de første som bodde i den.

Jeg fikk etter hvert ganske god kontakt med det stedlige kontoret til Messer Griesheim (skjærebrenner produsent med hovedkontor i Stuttgart-område). Kontoret ble ledet av direktør Dietlefsen og av serviceing. var det Ronald Jønck som jeg hadde mest kontakt med. Ang. Hr. Dietlefsen har jeg en liten morsom historie. Han var veldig interessert i Norge og etter hvert kom det fram at jada han hadde vært i Norge med det store tyske reiseselskapet av 1940 (de som kom med våpen i handa og skulle redde oss fra de fæle engelskmennene). Han ville gjerne på ferietur til Norge, men var ikke helt sikker på hvordan vi så på tyskere. Da jeg spurte han om hvor han hadde vært stasjonert så svarte han Rjukan og han hadde vært i et ing. kompani. Vel uten å tenke mer over det så kom jeg til å si at hvis man, i Rjukan, tok gondolheisen opp på fjellet og gikk litt vekk så kunne man fremdeles (1970) se restene av flere stillinger for luftvernkanoner. Dietlefsen så storøyd på meg (det gjorde forresten flere av de andre som sto rundt oss og høre på samtalen) og så utbrøt han høylytt " Står de ennå !! Jeg har bygd de alle sammen!! " Jeg avsluttet denne samtalen med at han sannsynligvis rolig kunne reise tilbake til Rjukan og se seg omkring, men "Du behøver jo ikke å fortelle noen at du har vært der før (og når !)" og dette var han, etter å ha tenkt seg litt om, helt enig i. Om han fulgte det opp vet jeg dessverre ikke noe om.

Av andre kunder og personer som jeg fikk god kontakt med var Schiffbau Sietas som lå litt utenfor Hamburg i det som man kalte "Das alte Land" og her kom også den første kontakten med det som man kaller "platt deutsch" (lav tysk) noe som man ofte hører i Hamburg. Hver morgen når jeg kjørte til kontoret så gikk det et lokalt radioprogram "niederdeutscher plauderai" et 15 min program hvor man forsøkte å lære folk å forstå plattdeutsch og jeg lyttet så godt jeg kunne. Men … platt er ikke enkelt å lære. Hver gang jeg presenterte meg for hovedvakta hos Schiffbau Sietas så svarte de på platt og det ble som regel masse rot av det hele. Men etter hvert ble jeg gjenkjent og de visste hvem de skulle tlf. så noen kunne komme å hente meg. Ordnung muss sein, de skulle ikke ha noen nordmann vandrende rundt på verftet på egen hånd! Dessuten fikk jeg det gode rådet at hvis det dukket opp en eldre mann i slitt islender og som så ut som en gammel sjøulk så pass på. Det er den gamle eieren Hr. Sietas som er rundt og inspiserer verftet sitt.

Det går alle mulige rare historier om Reperbahn og utlendinger som blir loppet for store penger. Jeg har bare følgende å si. Ikke drikk deg full der, og hvis du havner på ei bule (les nattklubb på det lokale språket) så hold deg unna sjampanje. Bestill en Bier-gedeck som er en øl og snaps, det er visstnok regulert hva prisene skal være for dette). Av transportmidler så hadde jeg en VW 1500 til rådighet. KV kjøpte bilen via sitt kontor i Bonn og der ble den også registrert. Jeg måtte til stadighet i Hamburg forklare hvorfor jeg kjørte rundt i en Bonnregistrert bil. Det virket nesten som om det irriterte en del tyskere i Hamburg.

Bilen var mange år senere utsatt for en ulykke i Kiel. Jeg var selv med. Vi skulle nå et fly i Hamburg og hadde litt liten tid. Så da vi kom ut på autobahn og fikk opp farten så vannplanet vi, slo inn i gjerde i midtrabatten gikk rundt flere ganger og havnet i grøfta. Mens vi satt fortumlet i bilen dukket politiet opp. De forsikret seg først om at vi var like hele (takket være bruk av bilbelte) hvorpå de inspiserte gjerdet i midtrabatten og kunne fortelle oss at vi hadde ødelagt 50 m gjerde. I umiddelbar nærhet av ulykkesstedet var det en bensinstasjon med en Schnellimbis så politiet var ganske greie og hjelpsomme for de brakte oss dit, skaffet lastebil som kunne fjerne vraket vårt og vi hadde en grei stund sammen over en kopp kaffe mens vi skrev rapport sammen. Trist med gjerdet, men vi var jo like hele og vi hadde ikke skadet noen andre så da var det ingen grunn for politiet å lage vanskeligheter. Bilen ble skrotet etter denne hendelsen.

Oddvar Rusten forteller:

Etter hvert som antall tegnemaskiner og skjærebrenner systemer på det europeiske kontinentet økte, så man behovet for å fortsette aktiviteten i Hamburg. I 1971 fortsatte aktiviteten i Hamburg med Steinar Helgaas på tegnemaskiner og Martin Hansen på skjærebrennere. KV hadde gjennom sin forsvars-aktivitet et kontor i Bonn, som var hovedstad i forbundsrepublikken på den tiden, og utestasjonen var registrert under Bonn-kontoret. Kontoret i Hamburg ble leid hos en norsk skipsmegler, ved Fischmarkt. De hjalp oss med å ta i mot telefoner fra kunder, og kontoret fungerte også som reserve-delslager. Sommeren 1972 overtok Torleif Kvandahl for Steinar Helgaas og Rolf Høiaas for Martin Hansen. Sommeren 1973 overtok Oddvar Rusten for Rolf Høiaas mens Torleif Kvandahl fortsatte på andre året. Rusten og Kvandahl fortsatte henholdsvis til sommeren 1975 og årsskifte 74/75. På dette tidspunktet hadde ny servicestasjon blitt opprettet i Neu Isenburg og hadde blitt utvidet med salg og markedsføring. Utestasjonen i Hamburg dekket både Øst og Vesttyskland samt andre land i Østeuropa som Tsjekkoslovakia, Polen, Ungarn, Jugoslavia og Romania. Dessuten ble det foretatt mange skjærebrenner FAT'er hos fabrikantene i Frankfurt, spesielt Kjellberg Eberle.

Finn Andersen forteller:

I 1974 ble det besluttet å etablere salgskontor i Neu Isenburg utenfor Frankfurt. Kontoret skulle etableres som et KV-kontor og skulle samlokaliseres med Gassturbindivisjonens aktiviteter i Tyskland. Selskapet Kongsberg GmbH ble opprettet, og gassturbin-divisjonens leder for området ble ansatt som Geschäftsfurer i selskapet. Knut Jonassen som hadde studert i Tyskland og som var bosatt i Tyskland, med tysk kone, ble ansatt som salgssjef og som sjef for Datadivisjonens aktiviteter. Kontoret fikk også ansvar for markedene i Sveits og Østerrike. Knut ønsket også å flytte servicekontoret fra Hamburg til Neu Isenburg. Torleif Kvandahl som hadde vært stasjonert i Hamburg med tegnemaskiner som hoved-område hadde besluttet å avslutte sitt Tysklandsopphold i desember 1974 og jeg hadde fått kontrakt om utestasjonering i Tyskland fra januar 1975. Det ble da besluttet at jeg skulle flytte til Neu Isenburg for å starte servicevirksomheten fra dette kontoret. Oddvar Rusten som fortsatt var i Hamburg skulle fortsette her til kontrakten hans utløp.

I september 1974, i forbindelse med et servicebesøk i Sveits ble det bestemt at jeg skulle reise innom Neu Isenburg for å hilse på Knut og hans team, og samtidig se om jeg fant leilighet i området. Leilighet ble funnet i Dreieich-Sprendlingen som lå 3 kilometer fra kontoret. Torleif Kvandahl flyttet fra Hamburg tilbake til Kongsberg i desember 1974 og kjørte servicebilen til Kongsberg slik at jeg kunne overta den der og kjøre ned til Neu Isenburg med familien og bagasjen vi skulle ha med oss. Møbler og annet utstyr fra leiligheten i Hamburg ble sendt til Sprendlingen og var stablet inn i leiligheten før vi kom.

Da jeg ankom kontoret i begynnelsen av januar lå oppdragene og ventet på meg, både serviceoppdrag og ikke minst installasjon av ny tegnemaskin hos IKOSS i Stuttgart. Her skulle en ny DM1216 installeres, og det skulle gjøres klar til en storslått åpning av det nye tegnesenteret. IKOSS var et selskap hvor KV var inne på eiersiden, og Industriministeren i det tyske fylket Baden Wurtenberg skulle forestå åpningen sammen med Bjarne Hurlen som skulle komme ned i denne anledning. Mange

industrifolk var invitert, og Kjell Blokkum skulle komme ned fra Kongsberg sammen med hele PR-avdelingen for å ta seg av demo-opplegget. Knut Jonassen var hovedansvarlig, og jeg skulle være tilstede i tilfelle tekniske problemer oppsto underveis.

Jeg hadde installert maskinen i henhold til kundens ønske når det gjaldt plassering og opplegg for arbeidsplassen. Bjarne Hurlen likte å vise frem tegnemaskinens funksjonalitet og skulle føre an i alle gruppene som skulle innom for å få demonstrert maskinen. Etter at første gruppe hadde fått sin demonstrasjon og forlatt kontoret kom Bjarne Hurlen tilbake alene og kommanderte meg til å snu maskinen 180 grader slik at de besøkende kunne se pennen som tegnet uten å måtte snu seg og gå bak maskinen. Jeg prøvde å argumentere med at maskinen var installert etter kundens ønske og at det ville ta altfor lang tid å flytte alle kabelgater og annet nødvendig utstyr. Hurlen bare så på meg og sa at jeg skulle snu maskinen. Så forsvant han ut av lokalet uten mer argumentering. Jeg gjorde ikke som han sa og fikk et meget stygt blikk da han kom tilbake med neste gruppe. Men jeg hørte ikke mer om den saken. Alle grupper fikk sin demonstrasjon, og det virket som alle var fornøyde med det de hadde sett.

Fra kontoret i Neu Isenburg fikk jeg ansvaret for all servicevirksomhet på tegnemaskiner i hele det tyskspråklige marked. Aktivitetene var store og jeg var stort sett på farten hele tiden. De største kundene var blant bil og flyindustrien; BMW i Munchen, Mercedes Benz i Stuttgart, MBB i Munchen og Dornier i Friedrichshafen. Blant kartkundene var det Stadt Køln og Stadt Essen. Og så ble det mange turer til Øst Berlin til radiofabrikken som hadde fått installert en DM1215 med fotohode, solgt som en HA-maskin med ekstreme krav til nøyaktighet. Alle som har jobbet i felten med DM1215 vet at justering av servosystemet for å oppnå den høye nøyaktigheten var en oppgave som ikke var gjort unna i løpet av timer. Det hendte at jeg måtte holde på i uker sammen med mekaniker før kunden var fornøyd og følte at han hadde fått det han var lovet i kontrakten. Alt tok tid siden testing etter hver berøring av et av mange potensiometer, bytting av en kondensator eller en eller annen mekanisk inngripen måtte gjøres med fotohodet. Resultatet måtte så fremkalles før det ble sjekket i ei 40x lupe med tilhørende måling av waveness, rippel, overshoot, osv. osv. Stadt Essen var også en kunde som krevde mange besøk av undertegnede. Kunden var kravstor og forventet at vi stilte opp for de minste problemer. De forlangte til og med at jeg skulle bytte alle skruer på maskin-dekslene fordi skruene var oppfliset slik at klærne fikk rifter når noen hang over maskinen. Kunden hadde garantikontrakt og forventet at alt ble ordnet. Han ga hele tiden uttrykk for at han var misfornøyd med maskinen og fordømte KV og Kongsberg tegnemaskiner som ubrukelige. «Scheiss Kongsberg» var et uttrykk som jeg ofte hørte.

Så en historie som forteller at han egentlig var kjempefornøyd, men klaget hele tiden for at vi skulle gi han den best mulige service: En periode hadde vi en periodisk feil på maskinen. Feilen var alltid borte når jeg kom fordi de alltid slo av maskinen for å starte maskinen på nytt. Da var problemet selvfølgelig problemet i en periode. Jeg kunne bare analysere symptomene og prøvde å bytte diverse komponenter for å se om problemet ble borte for godt. Etter mange besøk informerte jeg kunden om at neste gang problemet kom tilbake måtte han ikke røre maskinen. La den stå, ikke trykk noe, osv. Så ringer du meg øyeblikkelig, og jeg skal komme med en gang om jeg ikke var veldig langt avgårde. En ettermiddag ved 2-tiden ringte kunden. Tilfeldigvis var jeg på kontoret og sa til operatøren som alltid klaget at jeg skulle komme med en gang. Det tok 2 timer å kjøre fra Neu Isenburg til Essen så jeg kastet meg i bilen, informerte kona om at jeg ville komme sent hjem den kvelden, og kjørte til Essen. Da jeg kom frem ved 4-tiden gikk jeg rett opp på kontoret og begynte å skru av deksler på verktøy-

skapet. På grunn av symptomene visste jeg at problemene lå i verktøylogikken. Ingen var å se på kontoret, men plutselig dukket kunden opp og var i veldig godt humør. Mens han ventet på meg, hadde han gått ned på den lokale kneipen for å ta seg en øl. Det hadde ikke bare blitt en, men noen stykker slik at humøret var på topp. Han hilste på meg slik tyskere gjør og sa: Herr Andersen, før du begynner å jobbe må vi gå ned sammen for å ta en øl. Det fortjener du etter å ha kjørt direkte fra Neu Isenburg til Essen. Greitt tenkte jeg, la meg ta en øl siden han insisterer. Under den samtalen vi hadde på denne kneippen kom det frem hvor fantastisk han synes Kongsberg tegnemaskiner var, og for en eksellent service han fikk. Han var så fornøyd at han ikke visste hvordan han skulle få sagt det på en ordentlig måte. Etter denne historien hørte jeg aldri en klage fra denne kunden, det var en glede å komme dit hver gang. Sommeren 1975 avsluttet Oddvar Rusten sitt opphold i Hamburg og flyttet tilbake til Kongsberg. Jostein Sande tok over for Oddvar og flyttet til kontoret i Neu Isenburg. Jostein og jeg tok da all service hos de kundene vi hadde i området, inklusive alle skipsverftene som inntil da var servisert fra Hamburg. Det eneste som ble tatt fra Kongsberg var samkjøringer av verktøymaskin-styringer hos verktøymaskinfabrikantene.

I 1976 kom Gunnar Skorta til Neu Isenburg for å ta ansvar for service på verktøymaskinstyringer i området. I samme tidsrom flyttet også Tor Killie til Dusseldorf for å gjennomføre samkjøringer hos Schiess. Ole Olstad var også her en periode med tilsvarende oppgaver.

Jeg flyttet tilbake til Norge sommeren 1977, og Knut Lagim tok over for meg, mens Jostein fortsatte og ble på kontoret til han ble pensjonert på begynnelsen av 2000-tallet. Han bor fortsatt i Neu Isenburg som pensjonist.

England

Erindring om oppstart av servicestasjon i Maidenhead

Asmund Henriksen forteller:

Jeg tror det er nødvendig å ta med litt om opptakten til utestasjonsaktivitetene i Systemdivisjonen og senere Datadivisjonen.

Etter å ha gjort ferdig Tinius i 1967 arbeidet jeg med kvalitetssikring av hovedsakelig tegnemaskiner frem til 1971. Da fikk jeg jobb som serviceleder under servicesjef Leif Fjellin i Systemdivisjonen. Vi var tre serviceledere, Bernhard Sørli og jeg på elektrosiden og Erik Thorstensen på mekanikk. Mot midten av 70-tallet kom et nytt område for Kongsberg styresystemer i tillegg til skjærebrenner-styringer og tegnemaskinanlegg; styringer for kontroll av mangeaksede verktøymaskiner. Dette ga store utfordringer; det var mange maskinleverandører og hver maskintype krevde egne tilpassinger. Antall personer til å utføre engineering og programmering økte.

I UK var det en dominerende maskinleverandør Kearney & Trecker, lokalisert i Brighton. Det var ambisiøse personer i kongsbergsystemet som pushet på for å legge engineering og programmering til UK hvor det var lettere å få tak i egnet personell samt lettere å betjene maskinleverandørene og kundene.
Like før jul i 1974 ble jeg spurt om jeg var interessert i å flytte til UK for å bygge opp en service-avdeling der. På dette tidspunktet var det allerede flere utestasjonerte serviceingeniører i London-

området. Johan Syslak, Vidar Sørum og Lars Kristoffersen var bosatt med familier i High Wycombe, vest for London. I tillegg var Pål Rønning ankommet Maidenhead noen måneder før jeg flyttet inn. Disse utførte hovedsakelig service på tegnemaskiner og skjærebrennerstyringer. UK hadde på den tiden mange store skipsbyggerier, bil- og flyfabrikker som hadde kjøpt utstyr fra Kongsberg.

Butch Olivier, bosatt i Maidenhead, hadde ansvar for salg for Datadivisjonen i UK inklusive Nord Irland. Kongsberg Våpenfabrikk var på dette tidspunkt allerede vel etablert i London gjennom salg og service av gassturbinprodukter. Operasjonen i Maidenhead ble lagt i samme firma som gassturbin administrativt. Deres økonomimann, Ingmar Nyheim, var vel den vi hadde mest kontakt med.

I januar 1975 ankom jeg med min familie Maidenhead. I den første tiden opererte vi ut fra hjemmet til Butch, men det var for å si det mildt ganske upraktisk. Vi fant så et lokale sentralt i Maidenhead hvor vi holdt til et halvt års tid. Dette var også for trangt og ikke spesielt egnet. Dessuten økte bemanningen, Arthur Abell kom inn som teknisk sjef og skulle bygge opp gruppen som skulle gjøre programvaren for aktuelle maskiner som kundene ønsket styrt av Kongsberg-styringer. Løsningen ble å leie lokaler i et gammelt industribygg i St. Peters Road. Der holdt vi til så lenge jeg var der borte.

Bemanningen økte raskt. Så raskt at de store lokalene som vi leide snart var fylt opp med hovedsaklig softwareingeniører, i tillegg til de norske som var i UK allerede. De nyansatte var alle britiske, med unntak av Pål Rønning. Ettersom det var ganske mange tegnemaskiner installert i UK var det stadig behov for å få over mekanikere fra Norge. Simonsen og Huslende var ofte i UK og da også ofte i Maidenhead.

Jeg arbeidet i Maidenhead fram til sommeren 1977, da jeg ble ansatt som servicesjef i Albatross produktgruppe i Oljedivisjonen. Stein Øvereng overtok jobben i Maidenhead, og rundt 1980 ble John West ansatt.

Frankrike

Johan Varpe forteller:

Markedsføringen av numeriske styringssystemer for skjærebrennere og verktøymaskiner, samt tegnemaskinsystemer fra KV i Frankrike ble på slutten av 1960-årene og i begynnelsen av 1970-årene ivaretatt med agenter fra Peri Calcul, en divisjon i Radio Television Française.

Salget viste i 1971 stor fremgang, og det ble besluttet at KV skulle etablere et eget kontor for å ta seg av markedsføringen av "industriell elektronikk" i Frankrike. Kontoret ble etablert i Versailles, litt sørvest for Paris. Kontoret hadde ved starten tre ansatte, alle franske, og med bakgrunn fra Peri Calcul og med erfaring om KV's produkter. Daglig leder var André Kopff. Franske leverandører av skjærebrennere, som L'Air Liquide, hadde lenge brukt styresystemer fra KV, og de store skipsverftene i La Ciotat (ved Marseilles), St. Nazaire og Le Havre hadde alle installert slike skjærebrennere, samt tegnemaskiner fra KV (1800-serien og 2637-modeller), som ble brukt for å verifisere skjærebrenner-program og uttegning av såkalte "spanteriss" for bruk i skipskonstruksjonen. Senere ble også bilindustrien en stor bruker av tegnemaskiner fra KV (!800-serien og 1600-serien). Renault-konsernet kjøpte etter hvert over 20 tegnemaskiner, mange av disse var 1600-maskiner som kunne "tiltes" fra 0º

til 90º avhengig av hva konstruktørene som brukte maskinene ønsket. Elektronikk-, kart- og fly-industrien utgjorde også etter hvert en stor brukergruppe for tegnemaskiner fra KV.

Samkjøring, installasjon og vedlikehold av maskinene ble i begynnelsen utført av servicepersonell som reiste ut fra Kongsberg for kortere eller lengre perioder. Etter hvert ble imidlertid antall installasjoner i Frankrike så stort at det ble ønskelig med en lokal serviceavdeling ved kontoret i Versailles. I 1977 ble derfor Johan Varpe, som da jobbet som servicekoordinator ved tegnemaskin-avdelingen i Kongsberg, bedt om å ta jobben med å etablere en lokal serviceavdeling. Varpe hadde jobbet som servicemann på tegnemaskiner siden han startet i KV våren 1971, jobben som koordinator ved avdelingen hadde han hatt siden 1974/ 1975. Så, på våren 1977 tok Varpe med seg familien og flyttet til Frankrike, for å starte på et opphold som skulle komme til å vare i 3 år. En av de første, store utfordringene ble språket, franskmenn er jo ikke kjent for å ville kommunisere på annet enn fransk! Men med skolefransk fra gymnaset, en ukes "krasjkurs" i språket før avreise samt god hjelp fra kollegaer på kontoret gikk dette etter hvert greit, selv om noen kunder nok slet litt med å forstå "norskfransk" i begynnelsen!

På dette tidspunktet var Kongsberg France ledet av Marcel Ninauve, en belgisk statsborger som tidligere hadde jobbet flere år ved KV med salgsansvar for blant annet Be-Ne-Lux-landene. Bemanningen ved kontoret var også utvidet med to personer som jobbet med gassturbinens interesser i Frankrike. André Kopff var fortsatt ved kontoret, nå som ansvarlig for salg. Det ble mye direkte feltarbeide for ingeniøren fra Kongsberg i begynnelsen, men etter hvert ble det ansatt flere lokale serviceingeniører i tillegg til Varpe, slik at det ved slutten av hans opphold var etablert en lokal serviceavdeling med 5 ansatte i tillegg til han selv. Ut over selve Frankrike, dekket avdelingen også markedet i Belgia og det fransskspråklige området av Nord-Afrika.

Sverige

Kongsberg Svenska AB, som jag minns det

Arvid Eklund forteller:

Bosse Gustavsson och jag träffades 1972 som arbetskamrater på Ingeniörsfirma Lundwall & Co i Göteborg. Bosse anställde mig som serviceingenjör för framför allt Jones & Lamson NC- maskiner. Bosse var säljare, och hade lyckats placera ett ganska stort antal maskiner hos framför allt ASEA. NC var ny teknik och många långa nätter ägnades åt "pionjärarbete". Konsten var ofta att få störningskänslig elektronik tillräckligt stabil för att inte vara livsfarlig för operatörer och förbi-passerande. Problemet blev inte mindre av att maskinverkstäderna ofta hade jättelika valsverk eller gjuterier som närmsta granne…. Styrsystemen hette Bendix 800S, Saab MTC 9 och Asea Nucon 312 /320.

Bosse försvann emellertid ganska omgående till ett norskt företag. Själv fick jag 2 ½ år av intensivt resande innan samme Bosse bad mig komma över och på sikt fasa in en svensk serviceavdelning för Kongsberg CNC. Jag åkte ut till Eriksbergs varv och spanade lite på Innocenti /CNC 300 s/n 1018. Ett par veckor senare bar det iväg till Kongsberg för möte med bl.a. Einar Aadahl. Den 15 januari 1975 startade Kongsbergäventyret. Hela våren bestod av kursverksamhet. Fam. Eklund hyrde Hans

Engfeldts hus ute på Skollenborg. Vi upplevde där en ganska lyxig tid: ordnad arbetstid, bra boende och med en fantastisk natur runt hörnet.

Hemma igen. Kontorets adress: Vegagatan 48, Göteborg. Första installationen på fältet: Heyligenstaedt/CNC 300/Kockums. Tor Killie, (som tidigare arbetat med NC102), och jag får nöjet, under överinseende av Roar Fossnes. Detta var mitt första av många besök hos Kockums. Kontakterna med Kockums, skulle det visa sig, hade en komplikation i att man ansåg sig ***äga*** *Kongsberg i kraft av alla underliga (rare) samarbetsprojekt. Ett faktum som en enkel serviceingenjör hade svårt att förhålla sig til.*

I takt med att nya styrningar droppade in ökade innehållet i den personliga "kokeboka" och därmed HW-kompetensen. Samkörningar hos Sajo, Värnamo maskin och SMT samt lokala installationer blev alltmer en angelägenhet för KSAB. Personalstyrkan ökades med 100% med anställningen av Bernt Johansson. Vi hade träffats några år tidigare på skola och jag visste att det var rätt man. Under Bernts utbildningstid fick vi hjälp av bl.a. Ole Olstad. Terje Nymoen med fästmö blev också under ett antal månader göteborgare. En intern resurs, Leif Kågebäck, anställd som säljare, avlastade oss med kundrelaterad kursverksamhet under den här tiden. Vi levde i en spännande och oprövad värld. Livet lekte. Inga problem så långt? Jo, mitt personliga problem var framför allt att jag var ganska "kaxig" och framförde ofta och gärna intern kritik beträffande förhållanden som jag ansåg kunde förbättras. Därför var jag mer än en gång på gränsen att bli utkastad. Jag ville inte inse att företagskulturen hos brödrafolket inte exakt överensstämde med den jag var van vid. Detta gällde naturligtvis än mer i ett statligt företag med stolta hundraåriga traditioner. Men där var alltid någon, välvilligt inställd, som räddade mig. – Tack!

Organisationen växte kraftigt. Själv utbildades jag på DM 1215, DM 1216 med alla varianter och tillbehör. Två man, Gunno Lundh och Benny Karlsson, anställdes för att ta hand om DM. Själv kände jag mig mer hemma i verkstadsmiljön. Jag värjde mig också mot trycket att installeras som servicechef. Detta ansåg jag enbart vara en eftergift åt "linjeorganisationens skönhet" och inte relevant i en förhållandevis liten och välfungerande verksamhet. Mitt recept var istället att anställa "vuxna människor" som fungerade solitärt och kunde administrera sig själv genom personlig redovisning. Budgetarbete och –uppföljning var ingen större belastning för ordinarie ekonomifunktion. Ewa Wolter, anställd som sekreterare, gick in som servicesamordnare och kundkontakt. Som en skänk från ovan kom Gunnar Hagen att av privata skäl söka sig till Sverige. Han var färdig serviceingenjör efter några år på "testen" d.v.s. leveransprovningen av CNC på KV. Gunnar sorterade under Göteborgskontoret men stationerades i hemmet i Åmål.

Viktiga svenska kunder:
Volvo Flygmotor (Aero), Volvo Lastvagnar, Volvo PV, Volvo Construction Equipm., SKF, Bofors, Götaverken, Seco Tools, Sandvik, Atlas Copco, Åkermans, Kockums, Stadsbyggnadskontoret Göteborg, Stadsbyggnadskontoret Stockholm, Televerket, Viak, Vägverket. Därefter följer ett stort antal ***lika viktiga kunder*** *men med något mindre kända namn. Ett återkommande problem på fältet var CNC-systemens relativt ostrukturerade lågnivåprogram i kombination med bristande kompetens och dokumentation. Vi löste delvis detta problem genom att förhandla fram en överflyttning av "kopilisting" till Göteborg. Därefter följde 5 kg assemblerlistor med på de flesta servicebesök. Därvid ökade också förståelsen och intresset för SW-problematiken hos oss, HW-folket. Under en period fanns också en ren SW-resurs på göteborgskontoret i form av Ulrich Trogich.*

Parallellt med ovanstående hade också följande händelser inträffat:

- *Bosse Gustavsson hade efterträtts av ett antal ”midlertidliga” chefer, och slutligen av Terje Rustand.*
- *Göteborgskontoret får nya lokaler på Karl Johansgatan.*
- *Ett stockholmskontor hade växt fram som i första hand arbetade med ”KVT” produkter mot Ericsson och Televerket.*
- *Ett mindre kontor hade inrättats i Malmö.*
- *Ett antal divisionschefer hade passerat revy, ofta med ambition att avveckla döttrar som visat sig olönsamma efter att ha länsats på ”koncernbidrag”.*
- *En SIF-klubb, Svenska IndustritjänstemannaFörbundet, bildades, i huvudsak för att motverka nämnda attacker. Detta lyckades också i oväntat stor utsträckning.*
- *KSAB omfattar som mest c:a 25 medarbetare.*

Nu dammar Terje R av drömmen om den perfekta linjeorganisationen. KSAB, vid denna tidpunkt uttytt: Kongsberg Scandinavia AB, skall naturligtvis ha en (1) serviceorganisation med en CHEF. Som först anställd i serviceorganisationen erbjuder Terje mig denna plats i solen: högre lön, kommando över Göteborgs service, DM och VTS, (vilket inte behövs för funktionens skull), samt över Stockholms KVT (om vilket jag inget vet). Mitt svar är ett oreserverat nej, och Rustand leker aldrig mer jultomte. Stig Åkrok, serviceman på KVT i Stockholm, åtog sig uppdraget och lät utfärda ett dekret att alla DM- och VTS-kunder skulle ”felanmäla” hos en sekreterare i Stockholm. Ett förfarande som låg fjärran från de personliga direktkontakter som hade varit vår arbetsmetod. När man hade blivit benämnd ”idiot” fyra gånger samma förmiddag återgick rutinerna till det normala. Slutsats: kundrelationer är viktigare än en tydlig intern organisation! V.S.B. Efter KS 500-problematiken, restruktureringen av CNC SW, som gjorde den måttligt mer hanterbar men mycket långsammare, en ny, utlokaliserad, ganska spretande SW-produktion, samt en uppslitande embargostrid minskade intresset för CNC-produkten.

I Sverige innebar detta att göteborgskontoret lades ner. De anställda fick anställning i Stockholm eller måste lämna. Benny Karlsson, och med honom DM-service, flyttade till stockholmskontoret. Bernt Johansson och jag hade inga planer på en flytt, men fick med exklusiv rätt utföra service på Kongsbergs CNC produkter i Sverige, Danmark och Finland. För ändamålet startade vi 1985 AB Provide. Vi kom att arbeta tillsammans, med Kongsberg CNC och egenproducerad DNC-utrustning, fram till 2005 då jag sålde min andel till Bernt. AB Provide lever emellertid vidare och idag, jan. 2013, förekommer fortfarande ett och annat ”on call-uppdrag” - siste registrerte: CNC300 hos Morgårdshammar i nov 2012. Världsunikt?

Ovanstående är skrivet ur minnet utan krav på kronologi.

Sammanfattning:

- *Kongsbergs Våpenfabrikk kom att dominera 30 år av min yrkeskarriär.*
- *Största draghjälp: Pionjärandan i ”Dawson City” som var oemotståndlig.*
- *Största lycka: Alla vänner bland arbetskamrater och kunder.*
- *Största frustration: Alla ”nedläggningar” även de inte genomförda.*
- *Största utmaning: Att i åratal behålla nöjda kunder trots ett ”upplevt” motstånd från KV.*
- *Största mysterium: Att dessa 30 slitsamma år känns som ett i grunden fantastiskt äventyr.*
- *Största paradigmskifte: ”Söte bror” förvandlades till ”fattiga kusinen från landet”.*

Tack för att jag fick vara med på resan….

Metallspon fra verktøymaskin

MARKEDSFØRING OG SALG

Da KV skulle starte markedsføringen av numeriske styringssystemer og tegnemaskiner tidlig på 1960-tallet, hadde bedriften lite relevant erfaring. Det var heller ikke andre å spørre, så KV måtte gå den lange vegen og selv finne ut hvordan markedsførings- og salgsarbeidet skulle legges opp, og hvordan det hele skulle organiseres. Børre B. Ulrichsen, som hadde deltatt i forskningsarbeidet på SI og Aker/Stord, ble ansatt for å ta seg av dette. Med seg fikk han Olav K. Sættem, med bakgrunn fra Kompani Linge, som eksportsjef. Som nevnt flere steder i dette dokumentet, var allting nytt. Nyutdannede ingeniører hadde ferske og oppdaterte kunnskaper og stort pågangsmot, men erfaringen var begrenset. Salgsarbeidet var krevende, men etter hvert kom erfaring og økt selvtillit.

Til å begynne med skjedde alt markedsførings- og salgsarbeid ut fra KV. Der var avdelingen delt i produktområder/bransjer, hver med sin produktleder. Markarbeidet ble lagt til agenter og samarbeidende selskaper i utvalgte land. Etter hvert ble det nødvendig å stasjonere eget personell ved salgs- og utekontorene.

KV deltok jevnlig på fagmesser og de store varemessene i bl.a. Brno, Leipzig, Essen og Hannover, ofte sammen med Messer eller andre maskinleverandører, eller alene med komplette tegne- og skjæresystemer.

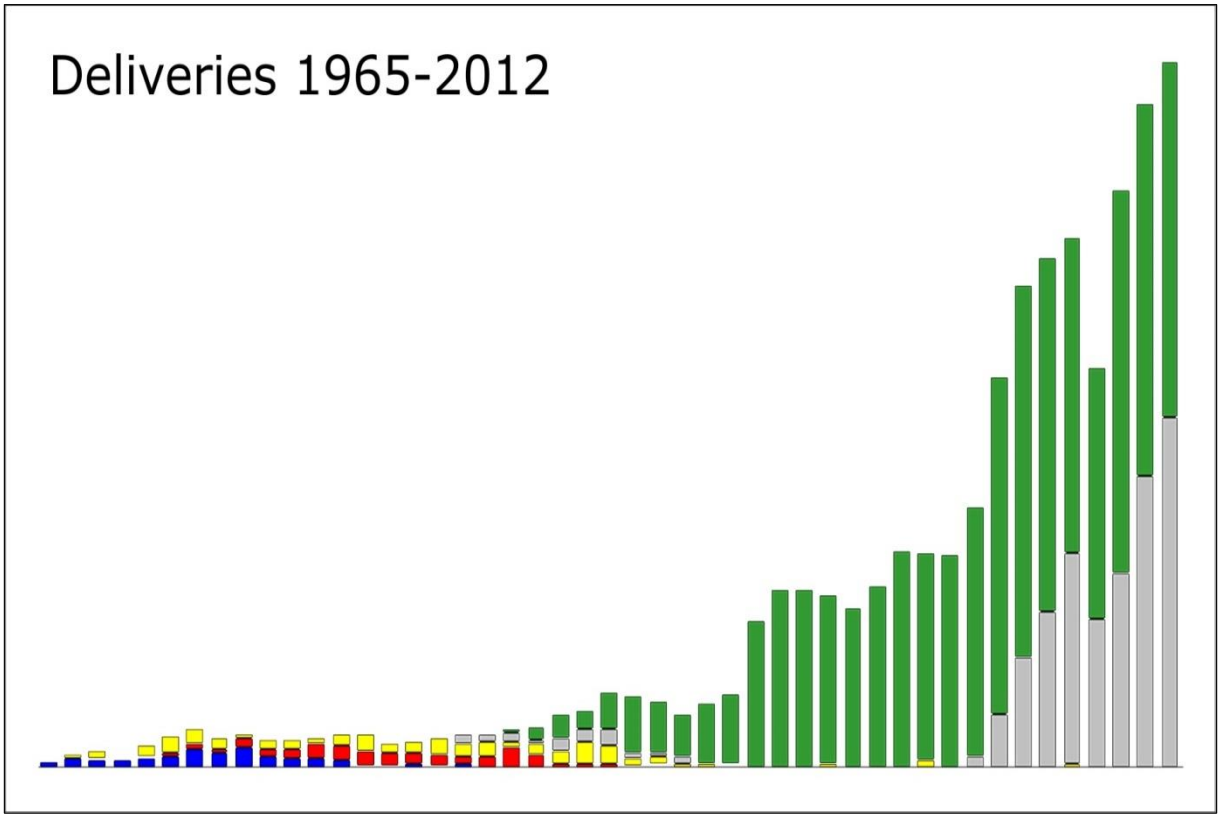
Satsningen i USA var spesiell og krevende for KV. Hensikten med satsingen i USA var å vinne erfaring med nye markeder. Her var KV og våre ansatte ikke tilstrekkelig klar over hvordan det amerikanske markedet virket og reagerte. Tiltroen i Amerika til avanserte produkter utviklet og levert fra en randstat i det nordligste Europa var heller liten. Holdningen ”buy-American” var gjennomgående. Det ble innledet samarbeid med Baldwin i Little Rock, Arkansas, en kjent produsent av pianoer og orgler, men med liten erfaring på våre områder. Det nærmeste var at de lagde store tallerkenformede pulsskiver til orglene. Det vi imidlertid oppnådde i dette samarbeidet, var innsikt i det amerikanske marked og de mekanismer som gjelder der. Viktig var det at amerikanere møtte amerikanere, som forsto mentaliteten og «snakket språket». Først da vi ansatte amerikanere i markedsføringsarbeidet, løsnet det.

Kongsberg Systems Inc. (KSI) ble etablert i 1969. KSI var et heleid datterselskap av KV, med ansvar for markedsføring og salg av KVs elektronikk-produkter i Nord-Amerika. KSI var lokalisert til Bedford, Mass. utenfor Boston. Kontoret hadde hovedsakelig amerikansk bemanning.

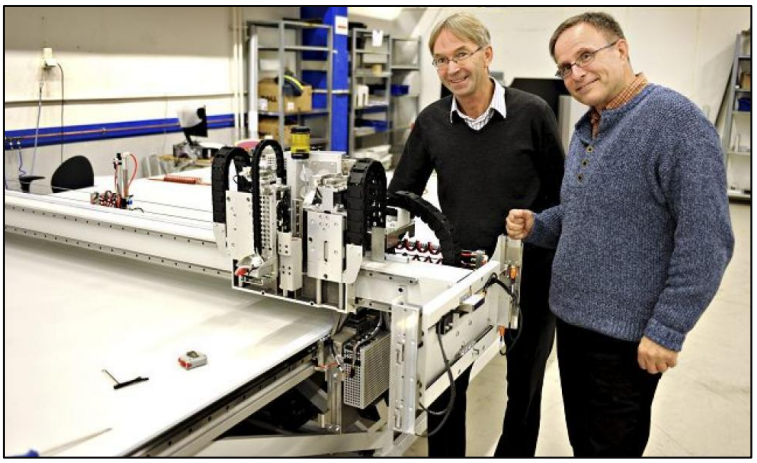
Leveransevolumer og applikasjoner

Tegne- og kuttemaskinene har en unik historie. Derfor er det naturlig å ta med nedenstående grafiske framstilling. Stolpene viser at det har vært en kraftig vekst i antall leveranser fra starten i 1965 og helt fram til 2012. Grafen viser også at *«applikasjoner, markert med forskjellige farger, kommer og applikasjoner går, men tegnemaskinen består»*. En har stadig funnet nye anvendelsesområder. Maskinene er i stadig utvikling, men kjernen i konstruksjonene er den samme som på 1960-tallet. De videreførte og videre-utviklede tegnemaskinene lever i 2014 i beste velgående, med god omsetning og god lønnsomhet.

Tiden fra 1989 til 1992 var vanskelig. I 1992 ble MasterCut-verktøy introdusert. Dette sammen med en del andre heldige omstendigheter, gav et vendepunkt. Grafen viser at deretter har leveranseantallet økt kraftig.



Det er interessant å se at de applikasjonene som dominerte de første årene, forsvant ut av bildet rundt 1990. Det gjaldt særlig bil- og flykonstruksjon, karttegning og skipsbygging. Inn kom helt nye anvendelses-områder som emballasje, skilt og reklame.



Sentrale karer i ESKO-Graphics Kongsberg AS:
Emil Skarra (til v.) og Tom Erik Næss.

KVALITETSSIKRING

Knut Henrik Skramstad, tidligere Kvalitetssjef

KV hadde på 1960-tallet allerede lang tradisjon med kvalitetskontroll fra arbeidet med militære produkter. *«Samme patron skulle passe i alle gevær av samme type»*, som det het. Forsvaret som kunde, var direkte involvert i dette viktige arbeidet, og sørget for at KV som leverandør til Forsvaret hadde gode rutiner, metodikk og utstyr for kontroll av alle prosesser fra inngang, gjennom produksjon til utgang. Det ble lagt stor vekt på korrekte mekaniske deler hvor måling av dimensjoner og flater var vesentlig. Målelaboratorier med kalibrering og referanse til nasjonale og internasjonale standarder var Kontrollavdelingens ansvar.

KV hadde liten erfaring med kvalitetssikring av komplekse produkter

Med nye høgteknologiske produkter og nye komponenter, teknikker og systemer kom det nye folk inn i bedriften. Ledere og ingeniører med bakgrunn fra høgskoler og forskning, hadde liten eller ingen erfaring med systematisk arbeid med kvalitet. Det var heller ingen relevant utdanning i faget den gang. TQM (Total Quality Management) og DRB (Design Review Board) var fortsatt ukjente begreper. Produksjon og levering av elektrisk og elektronisk utstyr var nytt for KV. Datateknikken og levering av programvarer ga også nye utfordringer. Det samme gjorde arbeid i krevende og elektrisk støy-befengte verfts- og verkstedmiljøer. Siden produktene ofte ble levert til avtalt tid uten å ha blitt tilstrekkelig prøvd i sitt rette miljø ble det mange endringer.

Relevante spesifikasjoner må tilfredsstilles

Som kjent er en av definisjonene på kvalitet «Fitness for use» eller et produkts evne til å tilfredsstille relevante spesifikasjoner. Inntil en fullt ut forsto nødvendigheten av å levere kvalitetssikrede og gjennomprøvde produkter, som fungerte som de skulle, når de skulle, ble det nok i blant tatt litt for lett på dette. Det var fristende for selgerne å akseptere tilpasninger og forandringer for å sikre ordren. Det var også fristende å forsere levering av produktene før årsskiftet for å forbedre resultatet. Enkelte dårlige erfaringer førte til at dette ble strammet kraftig inn. Standardisering, forenkling og «selge det vi har» ble gjennomgangstonen.

Konfigurasjonsstyring

Konfigurasjonsstyring hadde bedriften liten erfaring med, det ble derfor også en oppgave for kvalitets-avdelingen, som fikk i oppdrag å lede endringsrådet. Hvilke endringer skal ha tilbakevirkende kraft og hvordan skulle de innføres og dokumenteres. Ofte ble det besluttet at endringene skulle innføres ved høve. Men det var mange ganger ikke bra nok. Kunden forlangte ofte øyeblikkelig respons og det kostet mye. En stor utfordring var å holde styr på alle de endringene ned til utgavene av kretskort og programvare, hvilke versjoner hadde de forskjellige kundene? En innførte etter hvert en «Hvitbok» som skulle følgje produktet og som inneholdte all vesentlig informasjon. Det skulle være en til-svarende mappe hjemme som skulle oppdateres etter hvert serviceoppdrag.

Kvalitetskostnader

Registrering av kvalitetskostnader bidro sterkt til fokusering på å gjøre ting riktig ved første forsøk. Kvalitetskostnadene var i enkelte år opp mot 20% av omsetningen. Dette fikk ledelsen til å prioritere forebyggende oppgaver inklusive kvalitetssikring. Regelen var at feilkostnadene økte med en tier potens for hvert nivå i produkt-fremtakningsprosessen. Billigst var det å avsløre feil i designfase «på tegnebrettet» eller ved mottakskontroll og dyrest var det å oppdage feilene etter leveranse, ute hos kunden. Garantikostnaden var den største av kvalitetskostnadene. For hver leveranse ble det avsatt en

«pott» til å dekke disse kostnadene. Etter hvert som produktene ble bedre kunne en ved årets slutt tilbakeføre ikke brukte garantikostnader og økonomisjefen smilte. Disse gikk direkte på bunnlinja.

Tilbakemelding

Kvalitetsavdelingen bifalte brukermøter hvor etablerte og potensielle kunder innen definerte brukerområder kom sammen for å utveksle erfaringer og komme med tilbakemelding. Dette var primært markedsavdelingens oppgave og ble godt mottatt av kundene.

Det ble også lagd spørreskjema hvor kundene skulle gradere eller gi prosentvis vurdering av hva de anså som mest verdifullt ved våre leveranser. Dette gikk på teknikk og kunderelasjoner. Ofte var det noen klager mht. regularitet og nøyaktighet, mens våre servicefolk fikk topp karakter. De jobbet ofte til langt på natt for å rette på svakheter.

Tilbakemeldingsskjema fra service operasjoner og følgekort fra reparerte systemkomponenter ble registrert og analysert. Data fra kunder og serviceavdelingen ble statistisk å behandle og en fikk kunnskapsbasert kvalitetssikring. En kunne på den måten angripe de største kildene til kvalitetskostnader hvor Paretos 20 - 80 regel kom til anvending.

Kvalitetsavdelingen, en viktig avdeling

Holdningen til kvalitetsavdelingens arbeid, endret seg etter hvert. Det ble slutt på snakket om supperåd, unødig byråkrati og tungrodde prosedyrer. Bedriften ble stadig mer profesjonell. I løpet av en 20 års periode forandret kvalitetsavdelingens innsats seg fra fokusering på test og kontroll i produksjon til utarbeidelse av kjøreregler for alle avdelinger, det nærmet seg TQM (Total Quality Management).

Tilbakeblikk

Det var ulike oppfatninger, angående kvalitetsavdelingen i systemdivisjonen da svært få der hadde kunnskap om feltet. Markedsføringsfolket likte å fortelle kundene at vi kun leverte kvalitetsprodukter og hadde en kvalitetsavdeling som passet på alt! De rapporterte til høyeste hold i organisasjonen. Se org kart. Dessverre skjedde det alt for ofte at mange av våre problemer nettopp ble generert fra markedsføringsfolk og ledere. De spesifiserte og avtalte levering av funksjoner vi ikke hadde og undervurdere kompleksiteten og tiden det tok å ferdigstille nye løsninger. Det skal ha forekommet at spesifikasjon til en forbedring eller endring ble dokumentert i form av skisse på en serviett eller sigareske.

Kvalitetsavdelingen definerte sine egne oppgaver

Heller ikke folkene i kvalitetsavdelingen hadde lært så mye på skolene de kom fra mht. oppgaver og gjennomføring. Det meste ble tilegnet gjennom kurser holdt på forskjellige steder i verden. I begynnelsen på 60-70-tallet var det test og kontroll i produksjonsprosessen som var kontroll-avdelingens oppgave og i tråd med KV-tradisjon. Dette gjenspeiles også i denne historiefortellingen. Konstruksjon av testutstyr og utarbeiding av testprosedyrer var avdeling K's oppgaver. KV hadde en tradisjon med militær kvalitetskontroll som nok ikke passet så godt i System og Datadivisjonen. Kassasjon av produkter med uvesentlige skjønnhetsfeil var en kostbar praksis og førte til irritasjon og heite diskusjoner.

Her blir tegnemaskinens nøyaktighet kontrollert av Steinar Mork med en HP laser. Utrolig nøyaktig! Bare en gikk over gulvet kunne en se bevegelse i de siste siffer etter komma.

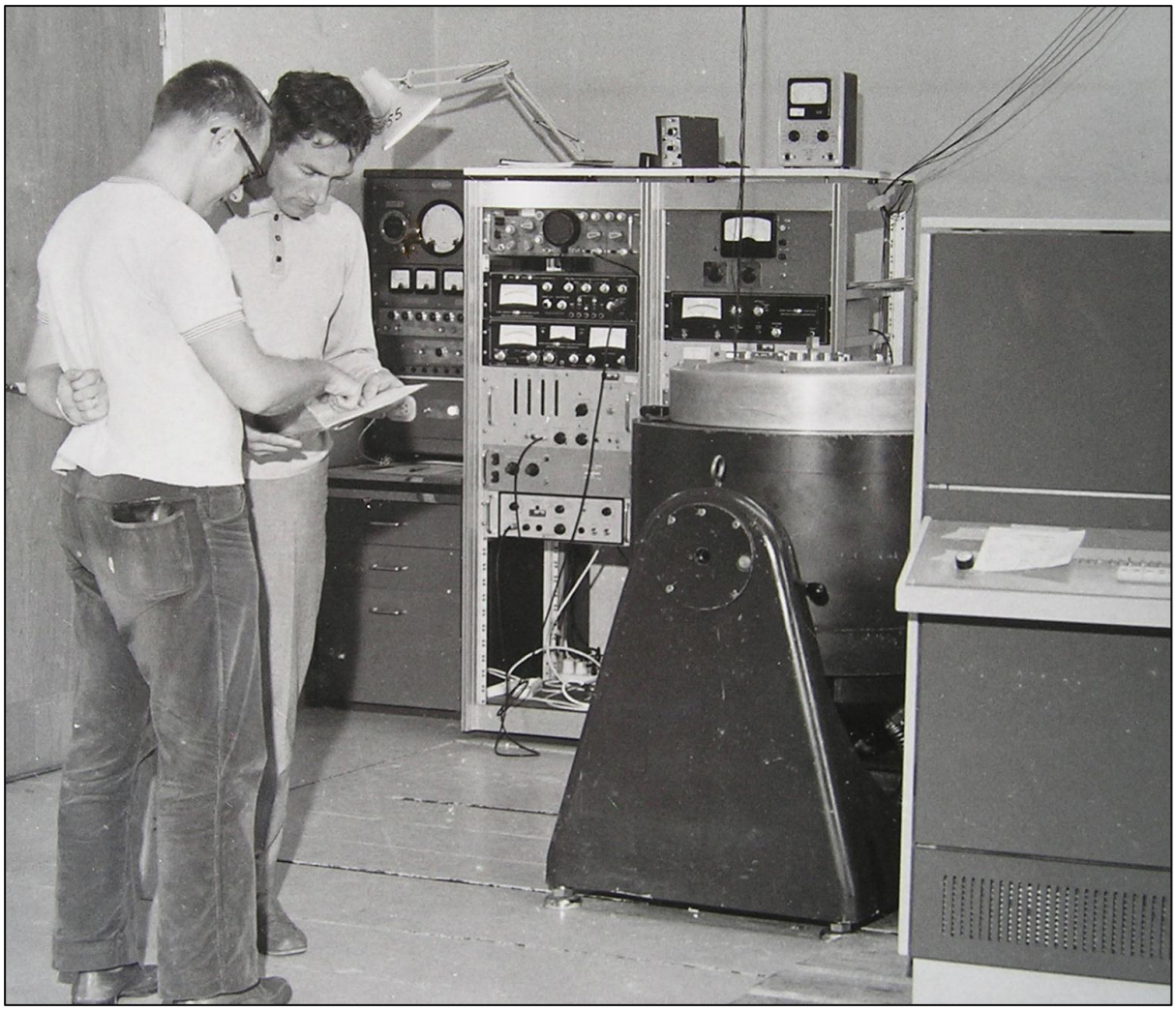
Produktutvikling og kvalitetssikring

I utviklingsmiljøene var det i begynnelsen en viss skepsis til folk fra kvalitetsavdelingen. De kan vel ikke bidra, de behersker verken Laplace eller lukkede servosløyfer! Det ble i begynnelsen oppfattet som byråkratisk og tungrodd når kvalitetsavdelingen eksempelvis ville innføre møter angående konstruksjonsgransking eller **Design Revue Board** (DRB) som det het i utlandet. Vi trenger ikke supperåd var det noen som sa! Den som hadde tenkt ut og spesifisert den nye enheten likte lite motforestillinger i alle fall ikke fra miljøer utenfor egen avdeling. Men enhetene skulle være produksjonsvennlige, testvennlige, servicevennlige osv. Og ble det benyttet standard komponenter, slike som allerede fantes på lageret? Kanskje det til og med var mulig å få kjøpt komplett enhet? (Fotohode for tegning av printmasker på film i mørkerom var en applikasjon vi prøvde å lage selv, men siden kjøpte fra et skotsk firma Barents & Stroud ?)

Miljøprøving i utviklingsfasen

SM4 skal gjennom *transportvibrasjons*-prøver. Vil produktet tilfredsstille IEC – (International Electrotechnical Commissions) standard krav?

Av mange miljøprøver var nok ***temperatur***-sykling den viktigste prøven samen med immunitet mot ***elektrisk støy***. Våre sivile systemer skulle tåle fra 0 til 50 grader C i omgivelsestemperatur. Inne i enhetene kunne det fort bli varmt om ikke viftene var riktig plassert og dimensjonert.



Knut H Skramstad t. h. sammen med operatøren på miljølabben.

Våre systemer skulle også tåle Gnistpistolen med 6000 volts sprakende «lyn» mot deksler og ytre ledninger uten svikt i funksjon.

Etter hvert som transistorene ble raskere og fikk høyere forsterkning fikk vi støyproblemer som det viste seg vanskelig å ha oversikt over. En ting var ***egen generert elektronisk støy*** en annen var følsomhet for ***ytre støykilder***. (Det var en heis ved verftet på *Eriksberg i Gøteborg* som gav en av våre skjærebrennerstyringer problemer).

Teknologien gikk raskt videre. De integrerte kretsene (IC) erstattet nå de gamle kretskortene og vi gikk over til doble Europakort som standard. Men støyproblemene fulgte med på lasset, spesielt med enlagskort, kopper bare på en siden av kortet.

Internasjonalt samarbeide

Det var stor åpenhet mht. erfaringsutveksling. Vi var på besøk hos Saab og fikk se hvordan de sikret seg mot elektrisk støy i flyproduksjon. Forskjellige signalledninger hadde forskjellig farge. Støy-følsomme ledere kunne eksempelvis være gule og måtte ikke legges ved siden av blå. Noen av rådene var meget nyttige. Vi fikk også 10 gode råd for kretsutlegg fra DataSaab's utviklingsavdeling (Bengt Giverts). Flere av oss deltok i SINTOM "Samarbeidet Innom Norden for Miljø og Tillförlitlighet". Det

ble holdt seminarer rundt om i de nordiske landene. Gjesteforelesere og seminardeltakere holdt innlegg om erfaringer gjort. Dessuten arbeidet Sentralinstituttet for industriell forskning (SI) aktivt med prosjekter hvor vi satte sammen grupper med målsetting å lage rapporter og retningslinjer for elektronikkindustrien. Seinere forandret denne samarbeidsholdningen seg og en kunne til og med oppleve tette skott mellom avdelinger og miljøer i Kongsberggruppen.

Mottakskontroll

En ble etter hvert mer bevisst på valg av komponenter fra IC-er til tannstenger, fotohode og digitaliseringsbord. Kvalitetsavdelingen var derfor ofte med på besøk hos potensielle under-leverandører og hadde i oppgave å gjennomføre kvalitetsrevisjon. Hadde leverandøren system mht. å sikre kvalitet? Noen ganger hadde de bedre dokumentasjon/kvalitetshåndbok enn hva vi selv hadde og det var lærerikt. Mottakskontroll var en viktig funksjon og en kunne eksempelvis rettferdiggjøre innkjøp av kostbart utstyr for å avsløre feil på dette nivået. En helautomatisk IC tester til ca. 1 mill. kr ble anskaffet.

I begynnelsen på 70-tallet kjøpte vi datamaskiner fra Honeywell til tegnemaskinstyringene

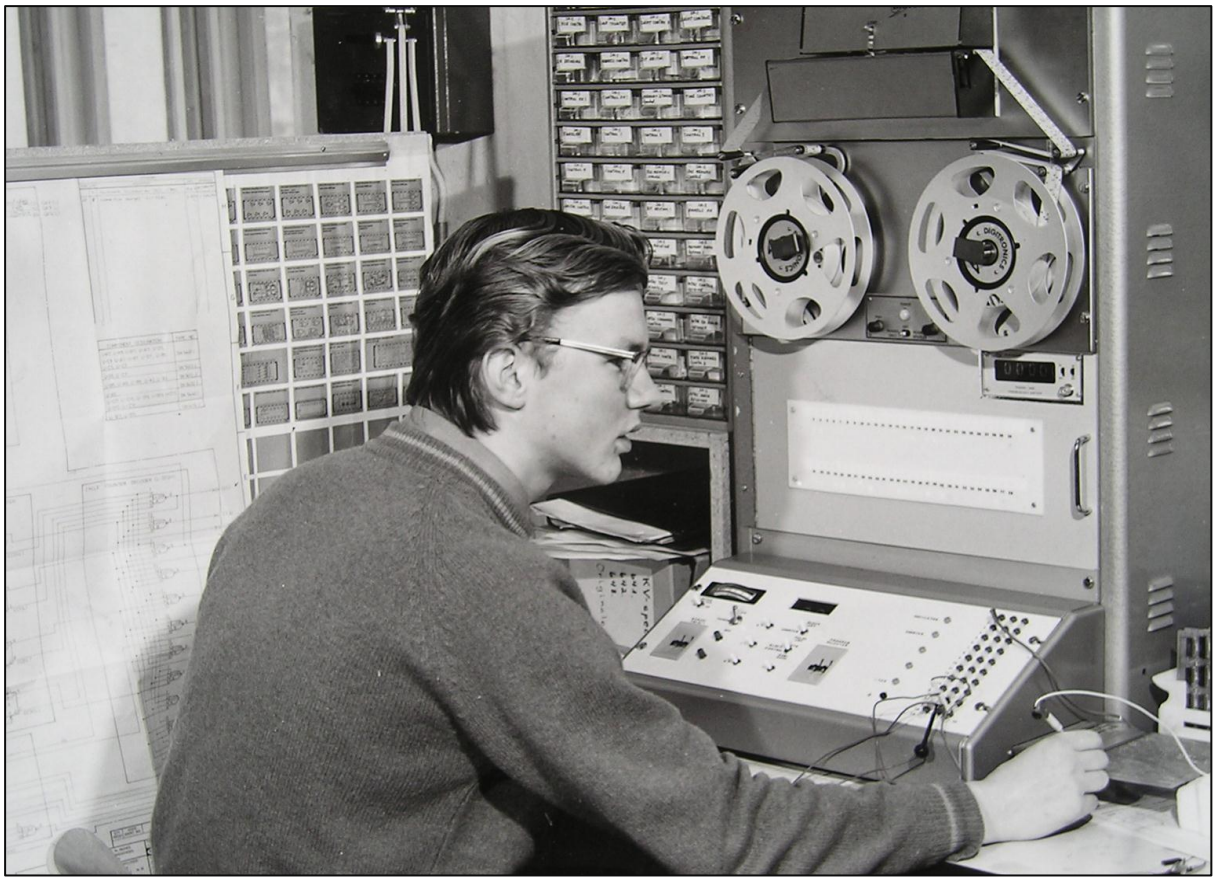
Vi kom for å delta på leverandørens acceptance test og fikk hakeslepp da CAT-en (Customer Acceptance Test) gikk på noen få sekunder. Det ble også kjørt temperaturtest som tok noe tid. Vi var vant til testprosedyrer hvor en krysset av for hver test. Men her fikk vi først en liten muntlig orientering som i alle fall ikke jeg helt fikk med meg. Deretter var det å trykke på en knapp, ut kom det en utskrift fra en printer og det var det hele! Sertifikatet ble signert som bekreftelse på deltakelse og vellykket test.

Testing av wrappekort og backwiring

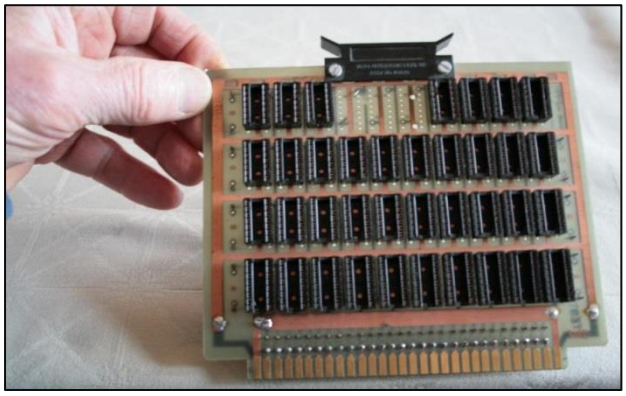
Med wrappepistol sørget de mange damer i produksjonsavdelingen for ledningsforbindelser mellom hyllene i backwiringen. Det ble mange ledninger og koplingsfeil kunne være vanskelig å finne. Kvalitetsavdelingen fikk feilfrekvensen registrert og den kunne være på ca. 3 promille. Det var lite populært å navngi dem som hadde forårsaket feilene. I begynnelsen var det utringing som var metoden for påvising av feil i backwiringer. Dette var en tidkrevende jobb, hvor hver ledning forbindelse måtte sjekkes manuelt og det kom en ringelyd når forbindelsen var ok. Etter hvert ble mer moderne metoder utviklet. Geir Haug-Hanssen var mannen bak utviklingen av en datastyrt utringningsautomat. Denne var basert på komparering. En feilfri enhet fikk være referansen og en plugget inn kabler i alle kortposisjoner. En SM4 med et dataprogram husket den feilfrie enheten. Når liknende enheter skulle testes rapporterte systemet avviket og korrigeringen var enkel.

Korttesting

Kvalitetsavdelingen stod muligens for utvikling av Nordens første digitale korttester. Det var Arne Sortland, også god sjakkspiller, som var hovedarkitekten bak konstruksjon av teststasjonen. Test-stasjonen var halvautomatisk da den måtte programmeres ut fra kortenes funksjon. Altså hadde hvert kort et dedikert hullbånd. Ved feil fikk en lysindikasjon på den terminalen som hadde feil og så måtte operatøren ut fra skjemategningen finne ut hvor feilen var. Det var heller ikke enkelt og lage hullbåndene og begrepet sekvensielt dyp ble forstått. Orienteringen om denne testautomaten ble gjort ved et SINTOM-seminar hvor mange av Nordens ledende elektronikkmiljøer var til stede.



Testprogrammet for hver type kort var punchet inn på papirbåndet. Ved feil måtte operatøren tolke lysdiodenes mønster.



Vi hadde noen kretskort som ble kalt wrappekort. Dette var kort med IC-sokler. På baksiden av disse kortene ble ledningsforbindelsen mellom komponentene gjort med tynne koppertråder, miniwrap.

Burn in

Transistorer og IC-er var temperaturfølsomme. Ofte ble sivile og militære komponenter gradert etter hvilke temperatur de tålte. Sivile kretser skulle kunne funksjonere feilfritt opp til + 50 C og militære 70. Det viste seg at en relativt lett sorterte ut dårlige komponenter ved å kjøre systemene i "Burn-In". I begynnelsen foregikk Burn-in ved å legge en presenning over kabinettet og la egenvarme fra elektronikken være varmekilden. Dette var en risikabel metode da en ikke helt viste hvor varmt det blei inni «teltet». Det ble derfor bygd et temperaturstyrt rom stort nok til å teste flere kabinetter samtidig.

Magne Fossan kikker inn i Burn-in rommet. Virker SM4 fortsatt som den skal?

En av Intels hukommelseskort CU 475A på 48k (med mange strapper) år 1976. Se historien bak dette kortet som brakte Intelpersonell til Kongsberg i Vedlegg 6: «Noen minner fra den første tiden».

Acceptanse testing

Før produktene/systemene gikk ut døra skulle det gjennomføres Factory Acceptance Test (FAT), en gjennomtenkt og approbert prosedyre skulle vise hva produktet kunne. Kunden var ofte tilstede og måtte signere FAT sertifikatet. Ute hos kunden ble det kjørt en liknende prosedyre, Customer Aceptance Test (CAT) eller Installert Acepptance test (IAT). Deretter var det serviceavdelingen som fikk ta støyten når kundene klaget. Noen ganger måtte hele utviklingsteamet ut for å fikse problemene.

Vi måtte gjennomføre endring på leverte produkter!
Det var nok heller reglen enn unntaket at leverte produkter måtte oppgraderes. Vi forsøkte å selge oppgraderinger. Men vi hadde mange krevende kunder og de var lite villige til å betale for funksjoner og nøyaktigheter som ikke stemte med våre spesifikasjoner og salgsbrosjyrer.

Kvalitetsavdelingen administrerte endringsrådet, innkalte til møte og sendte ut konklusjonene. Ofte ble avgjørelsen at endringene skulle innføres ved høve. Det ville si at en gjorde forbedringen i forbindelse med andre ting når en skulle ut til kunden. Men ikke alle kunder godtok dette og forlangte at vi stilte umiddelbart og korrigerte påvist svakhet.

Programvarekvalitet
Med datamaskiner i styresystemene gikk mer og mer for seg i programmene, den skjulte verden. For å få en sikkerhet for gode og pålitelige løsninger trengte en eksperter for skolering. En slik ekspert var John K Bucle fra Sof-Tech i England. Han holdt kurs i structurert analyse og design for programvare. Dessuten introduserte han Programmers Notebook og Development Specification standards.
John hjalp til å etablere et spesifikasjonsunderlag for å tilpasse vår SW til de forskjellige verktøymaskiner, vi etablerte sammen med han formalisering av nye release av vår basis SW, konfigurasjonsstyring på leverte anlegg og en formell godkjenningstest på systemprogrammene før leveranse.

Det engelske miljøet med Butch Olivier i spissen, leder av englandskontoret, mente at de med professor Allan Middelditch og hans folk kunne lage bedre programvare enn folket på Kongsberg. Noe av det første vi gjorde var å leie lokaler i Odd Fellow bygningen i Hyttegata. Her organiserte vi vårt første kontorlandskap hvor nytilsatte kunne dele kunnskap og informasjon med de som hadde mer erfaring. Arthur Abel som hadde bodd i Norge flere år, fikk engasjert professor Allan Middelditch fra Universitetet i London som «coach» for teamet i Hyttegata. Det var noen som trodde at Middelditch skulle skrive ny CNC SW, men vårt ambisjonsnivå var å få inn en som både hadde teknisk og pedagogisk kunnskap, som kunne se på vårt produkt med nye øyne, bidra til å dokumentere produktet og sørge for at nytilsatte ingeniører fikk grundig produktopplæring.

Det ble avtalt å dele på programvare-utviklingen mellom englandsmiljøet og Kongsberg. Like fullt endte vi opp med store konflikter i programvareutviklingen for CNC for verktøymaskiner.
Roar Fosnes var en sentral person for den opprydding som skjedde i England. Han var en praktisk orientert person som ble meget sentral i oppryddingsarbeidet. På Kongsberg hadde Gunnar Hansen en liknende rolle.

Eksempel på oppfølging av produktkvalitet

Kjell Bråten, Kvalitetssjef for Datadivisjonen forteller:

Produktkvaliteten var ikke god nok

Etter hvert ble de komplette verktøymaskinene med vår CNC 2000 styring tatt i bruk for produksjon av F16 komponenter. Mekanisk produksjon ved KV hadde 14 ulike maskiner med CNC 2000 styringer da det ble slått alarm. Fram til da hadde SW vært vant til å påta seg og stå imot 90 % av alle klager på dette produktet, men nå kom tilbakemeldingen om at styresystemene stoppet flere ganger om dagen og dette var svært kritisk. Dersom maskinen stoppet under finkuttet av komponenten som kostet 25 000 kroner når den ble spent inn, måtte denne delen kasseres. Nå ble det etablert et kriseteam som fikk til oppgave å finne ut av og løse disse problemene. Med min rolle i CNC teamet og bakgrunn fra kvalitetssikring, fikk jeg som oppgave å følge opp kvaliteten på CNC 2000 ute i verkstedet og trekke inn SW personell når det var behov for det. Den viktigste nøkkelperson i teamet var Rolf Rasmussen som hadde ledet utviklingen for KS500 og som kanskje var en av dem som hadde mest spesial-kunnskap om digitalteknikk og elektronikk ved KV på dette tidspunktet.

Min oppfølging av kvaliteten på styresystemene ble gjennomført ved at jeg til faste tider to ganger hver dag, oppsøkte operatørene på de forskjellige maskiner hvor jeg registrerte kjøretid og antallet ikke planlagte maskinstopp. Etter ei ukes registrering ga mine beregninger en MTBF (middeltid mellom feil) på 15 timer. Vi konkluderte også med at disse stopp ikke kunne skyldes vår SW. Her måtte vi nok søke dypere ned i HW delen av disse systemene.

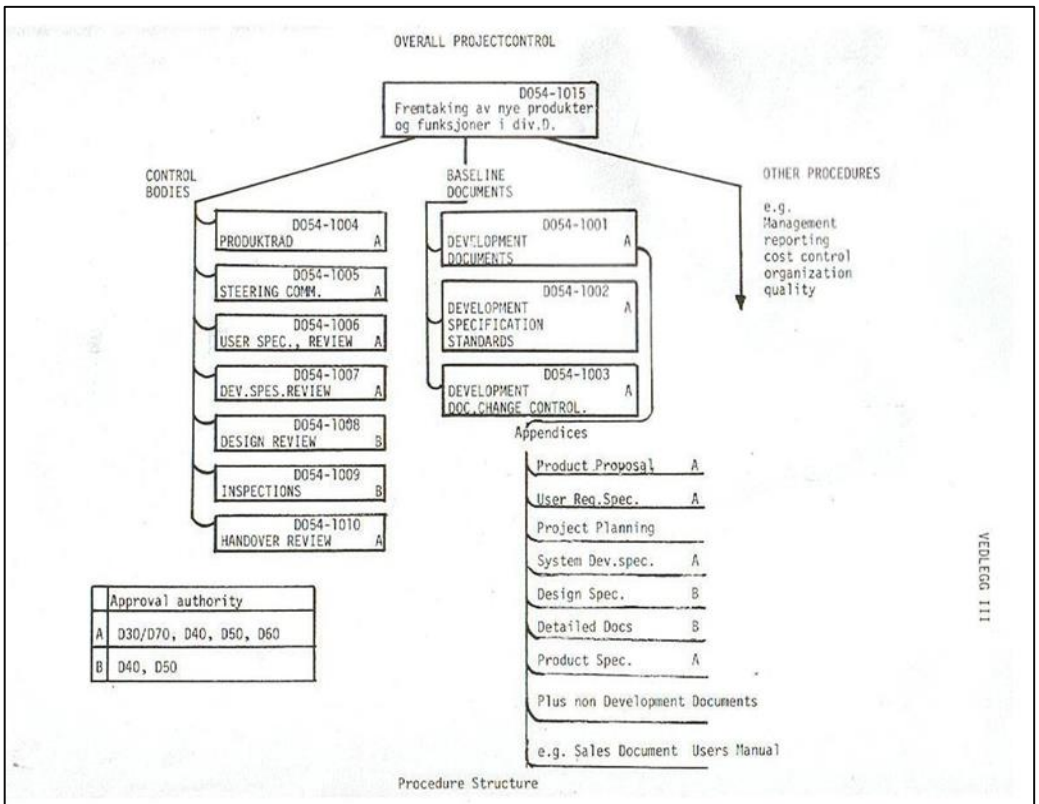
I et verksted hvor en starter, stopper og styrer motorer med effekter på flere kW og kanskje også benytter elektrisk sveising, ble konklusjonen etter kort tid at styresystemene ikke var robuste nok mot elektrisk støypåvirkning. Utbedring av dette ble å innføre flerlagskort med eget jordplan på kritiske moduler. Jeg mener å huske at vi i løpet av ca. et halvt år hadde fått en MTBF for CNC 2000 som var akseptabel sett i relasjon til den teoretisk beregnede MTBF.

Det var viktig å levere produktene før årsskiftet!

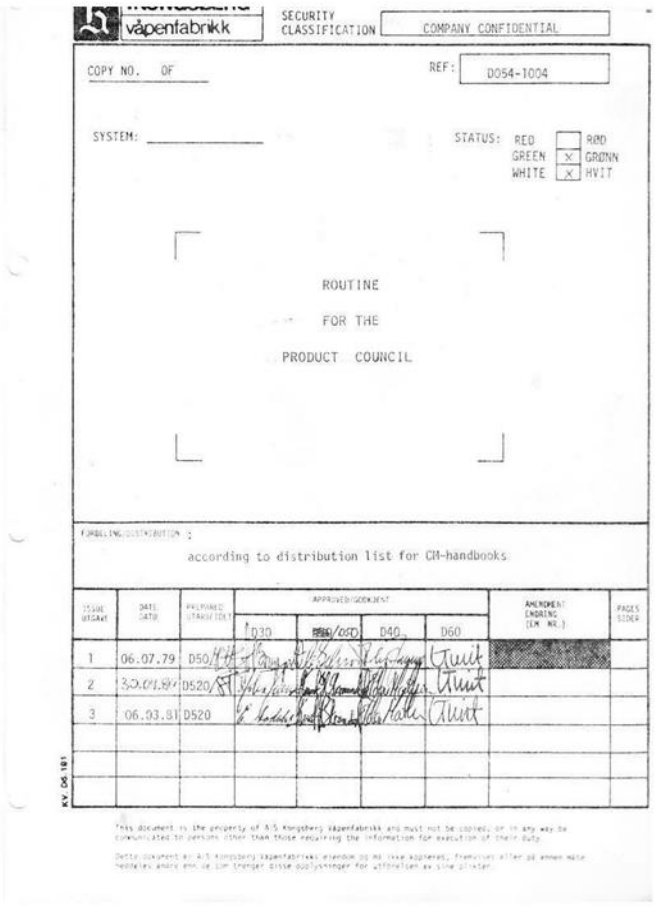
Økonomisk var det om å gjøre å få fakturert inneværende år for å unngå røde tall og nedleggelse. I praksis ble det mye overtid, test, kontroll og pakking. Vi gjorde så godt vi kunne, men det var nok ikke alt i kassene som var av topp kvalitet. «Kan du signere på disse papirene». Ute på gården stod 2 store russiske trailere i snøføyka. «Ja disse papirene skal ikke til kunden men er mest formaliteter for overføring av penger og toll klarering».

Produktrådet så dagens lys i 1981

Vår mann Stig Trondvold var meget aktiv i denne prosessen med utarbeiding av CM-prosedyrer (Configuration Management system). Som en ser av oversikten nedenfor ble det mange prosedyrer og retningslinjer. Mange syntes dette ble for mye. En var ikke vant til slikt.



VEDLEGG III



våpenfabrikk

SECURITY CLASSIFICATION COMPANY CONFIDENTIAL

COPY NO. OF

REF: D054-1004

SYSTEM:

STATUS: RED [ ] RØD
GREEN [X] GRØNN
WHITE [X] HVIT

ROUTINE

FOR THE

PRODUCT COUNCIL

FORDELING/DISTRIBUTION :

according to distribution list for CM-handbooks

ISSUE UTGAVE	DATE DATO	PREPARED UTARBEIDET	APPROVED/GODKJENT D30	D50	D40	D60	AMENDMENT ENDRING (EM NR.)	PAGES SIDER
1	06.07.79	D50						
2	30.01.80	D520						
3	06.03.81	D520						

KV 06.181

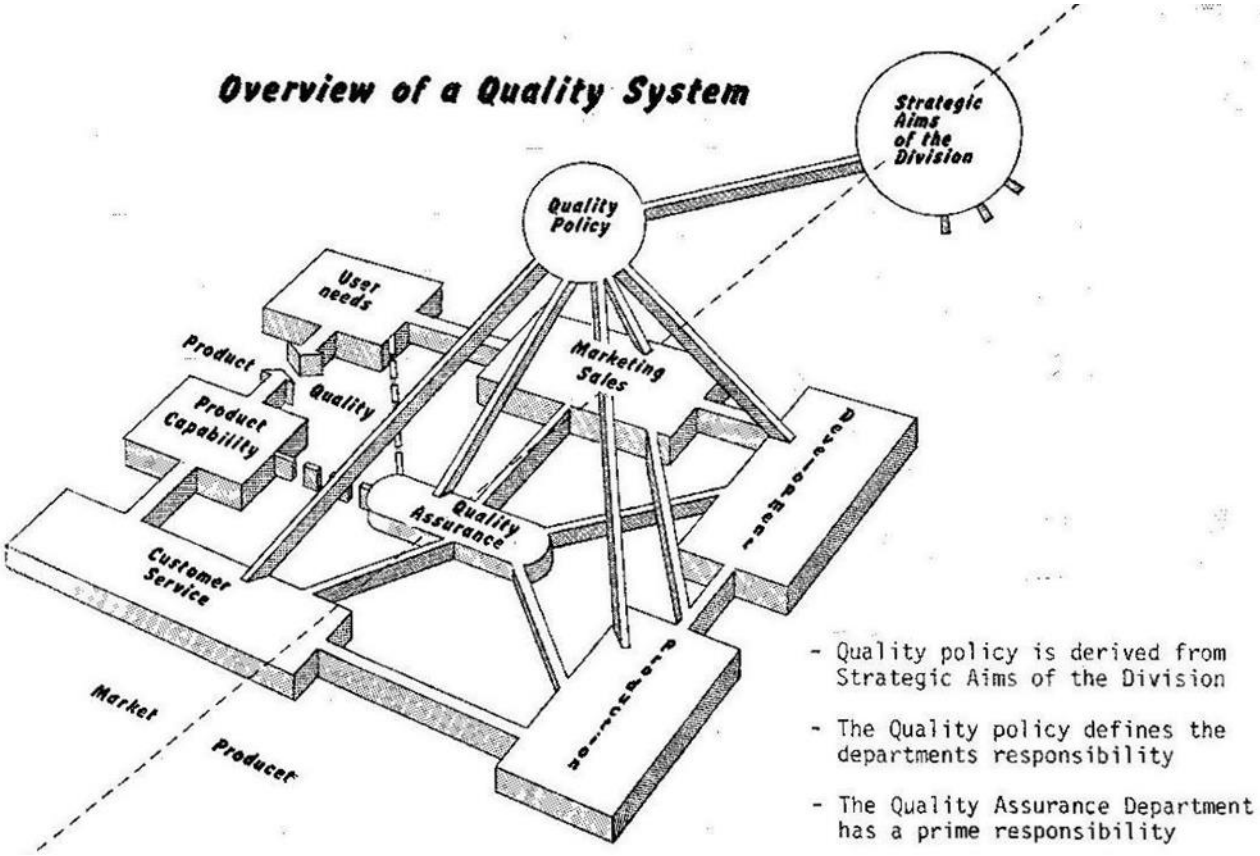
This document is the property of A/S Kongsberg Våpenfabrikk and must not be copied, or in any way be communicated to persons other than those requiring the information for execution of their duty.

Dette dokument er A/S Kongsberg Våpenfabrikks eiendom og må ikke kopieres, fremvises eller på annen måte meddeles andre enn de som trenger disse opplysninger for utførelsen av sine oppgaver.

Total Quality Management

I løpet av en 20 års periode forandret kvalitets avdelingens innsats fra fokusering mot test og kontroll til kjøreregler for alle avdelinger. Til og med markedsførings personell måtte arbeide i henhold til vedtatte prosedyrer. Solospill ble ikke lenger godtatt!

Forklaring til «Illustrasjonen av et kvalitetssystem», se figuren nedenfor. Produktkvaliteten er kundens opplevelse av vår evne til å innfri forventningene. Det gjelder både det fysiske produkt og tjenester vi som leverandør er i stand til å levere. Normalt skal alle avdelinger samarbeide om å tilfredsstille dette behovet. Mangel på system kan fort føre til et «gnistgap» i stedet for Product Quality!



Et nytt anlegg på vei ut – kontrollert, klargjort og pakket.
Fra v. Kjell Bråten, Marianne Nilsen, Alf Borkenhagen, Jan Rønningsland, Helge Dalen, Arild Gravningen og Knut Henrik Skramstad

ORGANISERING

Noen trekk fra organisasjonsutviklingen de første årene:

- Fra starten i 1961 ble utviklingsarbeidet for numeriske styringssystemer organisert som en prosjektgruppe ved Avd U, lokalisert til Bygning 11 på Nedre Fabrikk. Her lå ansvaret for prosjektering, elektrisk og mekanisk konstruksjon, og laboratorium for sifferteknikk og servo. I tillegg kom forsøksverkstedet til Edwin Bommen, og samarbeid med planleggere og nøkkelfolk i produksjonen. Det var en typisk matriseorganisasjon der utviklingsgruppen faglig rapporterte til ledelsen ved Avd U, og resultatmessig til produktansvarlig Børre B Ulrichsen (han ble ansatt litt senere), som rapporterte direkte til KVs ledelse.

    - Eilif Sødahl var leder for arbeidet den første tiden, deretter overtok Torbjørn Brataas
    - Tore T. Thorbjørnsen og Bjørn Haug-Hanssen var som prosjektledere, ansvarlig for de enkelte leveransene
    - Ole Andreas Møglestue var ansvarlig for mekanisk konstruksjon
    - Jan Henrik Gjessing Becken var ansvarlig for anskaffelse av komponenter
    - Erling Mellem og O. A. Anfindsen var ansvarlig for servolaben
    - Magne Fossan, Ivar Odd Gåsø og Vidar Hvamb arbeidet ved sifferlaben
    - Erling Johnsen var ansvarlig for maskinkonstruksjon
    - John W Sandness var ansvarlig for elektrokonstruksjon

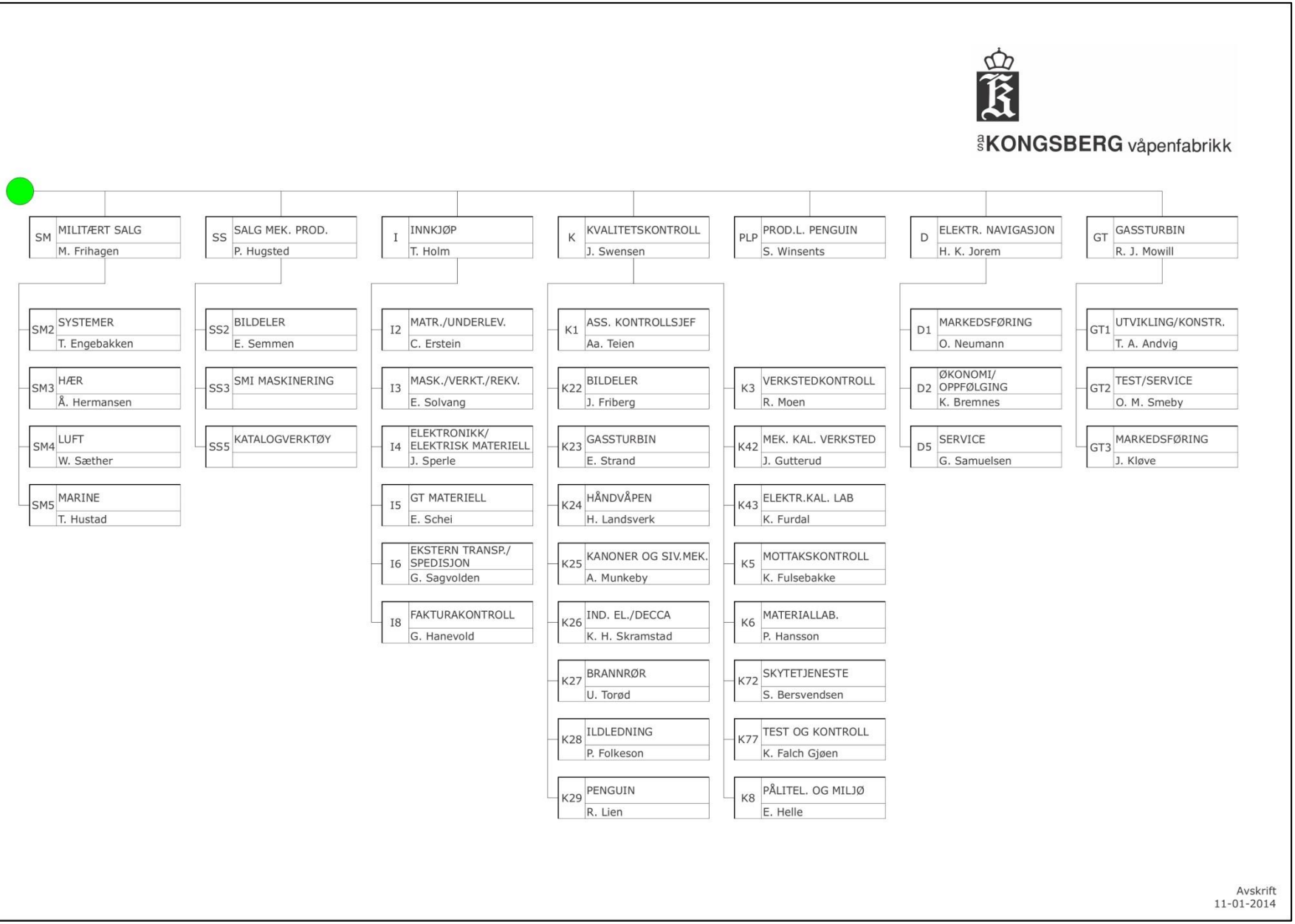
- Ved etableringen av Systemdivisjonen i 1973 ble utviklingsgruppen overført fra Avd U og ble reetablert som en Utviklingsavdeling under ledelsen av Systemdivisjonen og flyttet til det nye administrasjonsbygget på Øvre Fabrikk. I den nye Systemdivisjonen var:

    - Børre B Ulrichsen, Direktør og divisjonssjef
    - Egil Taule, Assisterende direktør og høyre hånd, produksjonssjef
    - A. Brekke, Økonomi og plan
    - O. Kr. Sættem, Eksport og marked
    - Erik Moe og Tore T Thorbjørnsen, Produktledere, med ansvar for hver sin brukergruppe
    - Bjørn Haug-Hanssen, Utviklingssjef. Arbeidet med styringssystemene foregikk på Øvre Fabrikk, mens utviklingen av tegnemaskiner mekanisk, servo osv. fortsatt var lokalisert på Nedre fabrikk. Det var på topp mer enn 50 ingeniører og annet teknisk personell knyttet til Utviklingsavdelingen i Systemdivisjonen.
    - Knut H Skramstad, Kvalitetssikring.

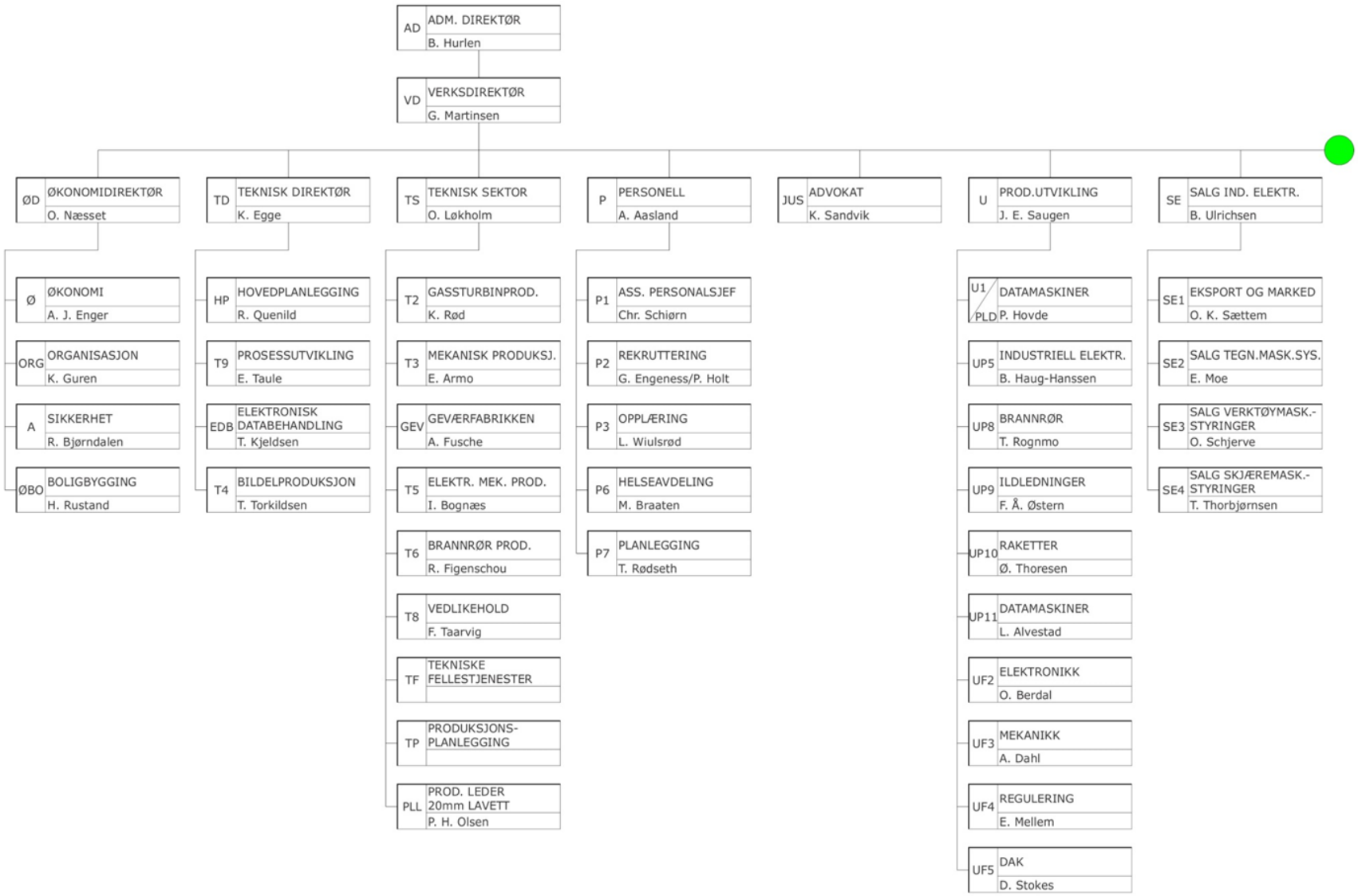
- Senere ble Systemdivisjonen fusjonert med Datadivisjonen.
  Der ble Markedsføring organisert i fire områder: Vest-Europa, Skandinavia, Statshandelsland og O.E.M. salg. Det var fem bransjegrupper: Verfts- og tungindustri, Verkstedindustri, Kartografi og Grafisk konstruksjon, Datasystemer og Datalogging og prosesskontroll. Dessuten avdelinger for Utvikling, Produksjon og service, og Kvalitetskontroll.

På de neste tre sidene, er gjengitt tre organisasjonskart fra første halvdel av 1970-tallet:

1. Organisasjonskartet fra april 1972 (2 deler) viser at de enkelte funksjoner er kommet på plass i KVs organisasjon, men med fortsatt rapportering til sine respektive fagenheter.
2. Kartet fra 1973 viser organisasjonen etter divisjonaliseringen i 1973. Her er de fleste funksjonene samlet under én ledelse for hver divisjon.
3. Kartet fra 1974 viser organisasjonskartet for «den nye» Datadivisjonen etter at Systemdivisjonen og «den gamle» Datadivisjonen ble slått sammen i 1974.

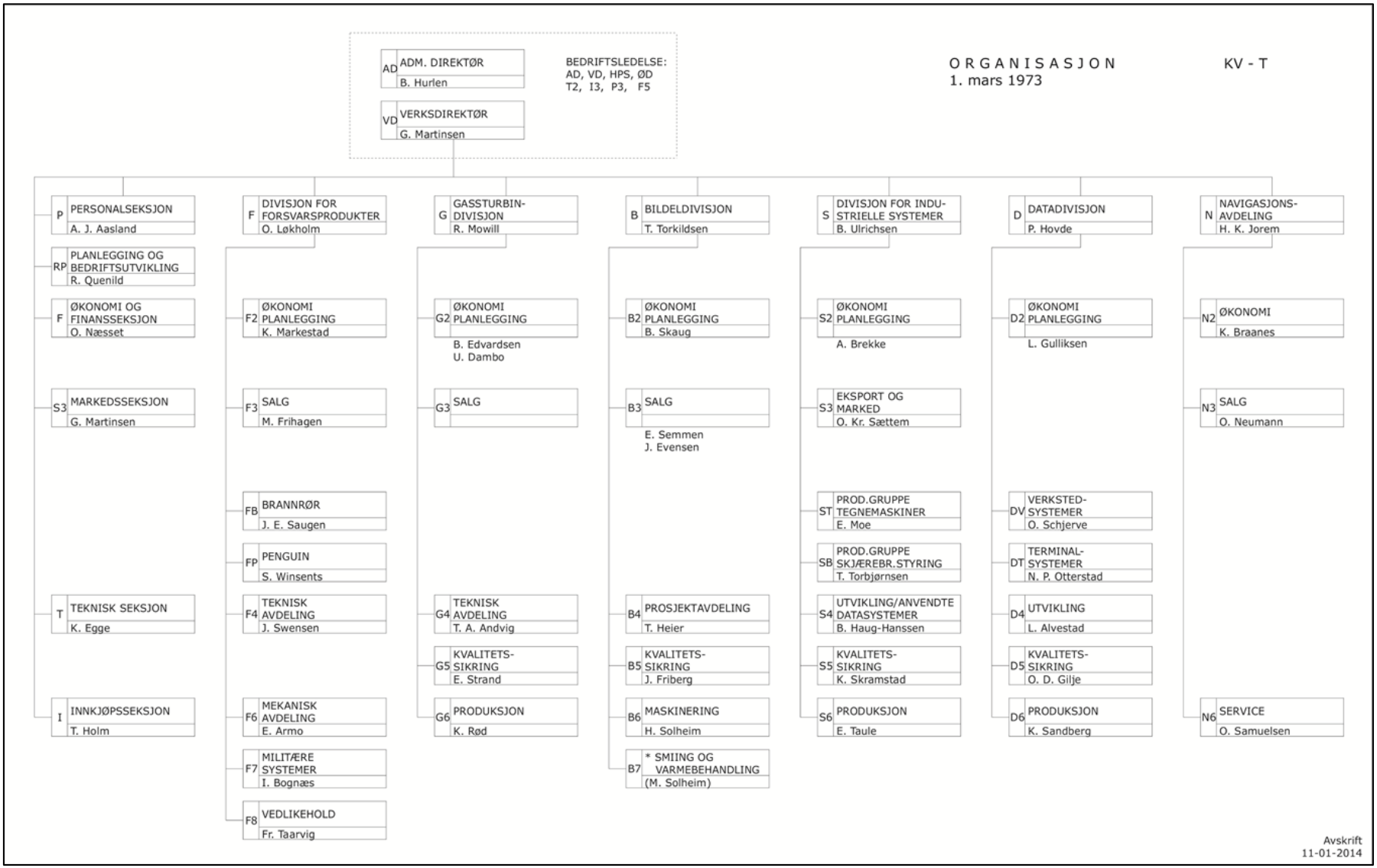


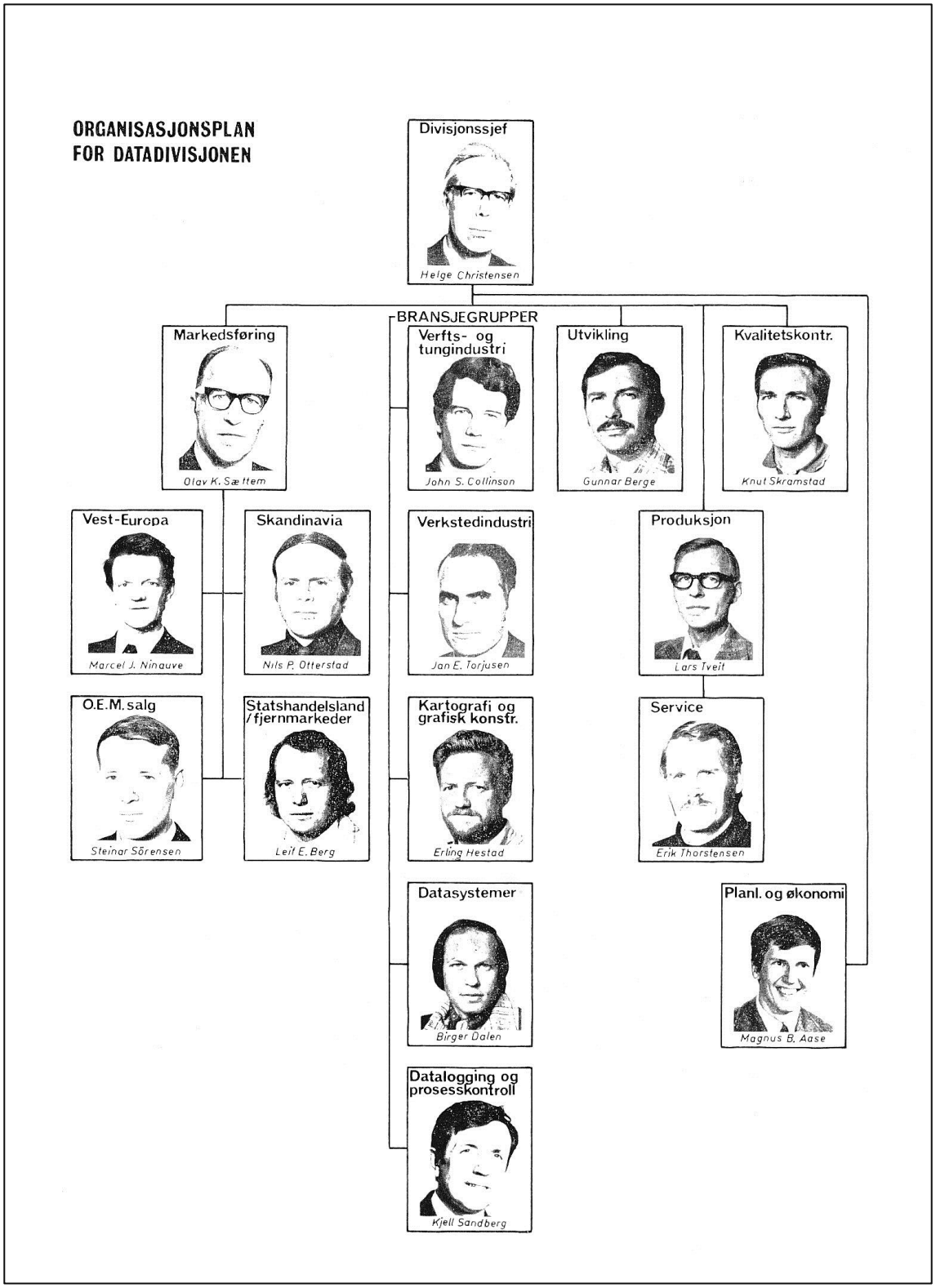
Avskrift
11-01-2014



ORG: april - 1972
Arkiv: 111

Avskrift
11-01-2014


ORGANISASJON
1. mars 1973
KV - T
AD ADM. DIREKTØR
B. Hurlen
VD VERKSDIREKTØR
G. Martinsen
BEDRIFTSLEDELSE:
AD, VD, HPS, ØD
T2, I3, P3, F5
P PERSONALSEKSJON
A. J. Aasland
RP PLANLEGGING OG BEDRIFTSUTVIKLING
R. Quenild
F ØKONOMI OG FINANSSEKSJON
O. Næsset
S3 MARKEDSSEKSJON
G. Martinsen
T TEKNISK SEKSJON
K. Egge
I INNKJØPSSEKSJON
T. Holm
F DIVISJON FOR FORSVARSPRODUKTER
O. Løkholm
F2 ØKONOMI PLANLEGGING
K. Markestad
F3 SALG
M. Frihagen
FB BRANNRØR
J. E. Saugen
FP PENGUIN
S. Winsents
F4 TEKNISK AVDELING
J. Swensen
F6 MEKANISK AVDELING
E. Armo
F7 MILITÆRE SYSTEMER
I. Bognæs
F8 VEDLIKEHOLD
Fr. Taarvig
G GASSTURBIN-DIVISJON
R. Mowill
G2 ØKONOMI PLANLEGGING
B. Edvardsen
U. Dambo
G3 SALG
G4 TEKNISK AVDELING
T. A. Andvig
G5 KVALITETS-SIKRING
E. Strand
G6 PRODUKSJON
K. Rød
B BILDELDIVISJON
T. Torkildsen
B2 ØKONOMI PLANLEGGING
B. Skaug
B3 SALG
E. Semmen
J. Evensen
B4 PROSJEKTAVDELING
T. Heier
B5 KVALITETS-SIKRING
J. Friberg
B6 MASKINERING
H. Solheim
B7 * SMIING OG VARMEBEHANDLING
(M. Solheim)
S DIVISJON FOR INDU-STRIELLE SYSTEMER
B. Ulrichsen
S2 ØKONOMI PLANLEGGING
A. Brekke
S3 EKSPORT OG MARKED
O. Kr. Sættem
ST PROD.GRUPPE TEGNEMASKINER
E. Moe
SB PROD.GRUPPE SKJÆREBR.STYRING
T. Torbjørnsen
S4 UTVIKLING/ANVENDTE DATASYSTEMER
B. Haug-Hanssen
S5 KVALITETS-SIKRING
K. Skramstad
S6 PRODUKSJON
E. Taule
D DATADIVISJON
P. Hovde
D2 ØKONOMI PLANLEGGING
L. Gulliksen
DV VERKSTED-SYSTEMER
O. Schjerve
DT TERMINAL-SYSTEMER
N. P. Otterstad
D4 UTVIKLING
L. Alvestad
D5 KVALITETS-SIKRING
O. D. Gilje
D6 PRODUKSJON
K. Sandberg
N NAVIGASJONS-AVDELING
H. K. Jorem
N2 ØKONOMI
K. Braanes
N3 SALG
O. Neumann
N6 SERVICE
O. Samuelsen
Avskrift
11-01-2014



Organisasjonsplan for Datadivisjonen etter at
Systemdivisjonen og den gamle Datadivisjonen var slått sammen i 1974

Organisasjon og ledelse

Adm. dir. Bjarne Hurlen i Bedriftsavisa 1973

«Vi er igjen i ferd med å forandre organisasjonen ved KV. Det som nå skjer er en avslutning av en fase i utviklingen av produkt- og markedsorienterte enheter. Denne utvikling har pågått systematisk de siste 6-7 år, og avsluttes nå med etableringen av 5 divisjoner og en selvstendig markedsførings-avdeling.:

- *Forsvarsdivisjon*
- *Bildeldivisjon*
- *Gassturbindivisjon*
- *Divisjon for industrielle systemer*
- *Datadivisjon*
- *Navigasjonsavdeling.»*

Hurlen skriver videre:

«Jeg vil repetere noen av de viktigste ledd i vår organisasjonsutvikling de siste 15 år for å gi bakgrunnen for det som nå settes i verk. Hensikten med organisasjonsendringen i 1956 var å konsentrere bedriftens tekniske ressurser om å løse relativt store enkeltoppgaver, for eksempel L/70, bildelproduksjon og senere våpen-systemer, som Terne. Behovet for faglig vekst gjorde det nødvendig å konsentrere ressursoppbygningen rundt de miljøer bedriften hadde, eller måtte skape. Vår 1956-organsisasjon hadde derfor et klart preg av konsentrasjon og sentralisering.

Etter hvert som oppgavene ble flere og med variert og fagmiljøene større og sterkere, fremstod mulighetene for å utnytte ressursene mer rasjonalt ved delegering. Dette har hovedsakelig foregått ved å opprette markeds- og produktorienterte prosjekter og avdelinger. Organisasjonen har derfor vokst både i dybde og bredde.

I 60-årene utviklet KV seg også fra å være en typisk jobb-bedrift som utførte oppgaver for andre, til systematisk å utvikle og markedsføre egne produkter, noe som stadig stiller større krav til kontinuitet i ressursbruk og ressursutvikling.»

«Innenfor de fleste av våre nye produktområder har vi derfor i løpet av de siste 10 år organisert markeds- og produktorienterte funksjoner innen fagområder som salg, utvikling, produksjonsforberedelse og i stigende grad også innen produksjon og kvalitetskontroll.»

«Det som nå har skjedd, er derfor avslutning av denne fase i utviklingen, og berører i første rekke forholdet mellom divisjonsledelsen og bedriftsledelsen. Hensikten er å utnytte de muligheter til oversikt og enkelt og billig administrasjon som hører sammen med små operative enheter, samtidig som en kan trekke fordelene av å ha tilgang til ressursene i en større industrienhet.»

«Jeg forutsetter at det innen divisjonene skjer en oppgavefordeling etter samme ledelsesmønster som i forholdet divisjon/bedriftsledelse. Riktig utnyttet vil slike administrasjons- og ledelsesformer gi større personlig frihet, større spredning i beslutningsprosessen og i fordelingen av oppgaver og ansvar. I denne organnisasjonsutvikling ligger det derfor muligheter til å aktivisere og motivere våre ansatte og skape større muligheter for de som vil utnytte dem. Jeg tror det er en generell erfaring at det er lettere å få dette til i små enn i større enheter.»

Selskapets øvre ledelse

var levende opptatt av det vi holdt på med. Dette var nytt. Teknologien var ny, produktene var nye, markedene var nye – mulighetene var mange – men det var også bekymringene. Noen viktige aktører må nevnes:

BJARNE HURLEN, Administrerende direktør

Offiser, sivilingeniør fra NTH - og sunnmøring - født i Ålesund i 1915.

Adm.Dir. for KV 1956–75, 1962–72 også for Raufoss Ammunisjonsfabrikker. Styreformann ved Kongsberg Våpenfabrikk 1975–85 og ved Raufoss Ammunisjonsfabrikker 1975–81. Pendlet mellom Raufoss og Kongsberg – tre dager der, to dager her. Instruksjoner om kveldsmøtene ble gitt fra bilen underveis.

Kom til KV som ingeniør ved kanonavdelingen i 1951. Håndplukket av tidligere forsvarsminister Jens Chr. Hauge for å lede arbeidet med å skape en teknologisk moderne militærindustri som også kunne fungere som en løftekran for annen norsk verkstedindustri. KVs egen sivile sektor var en del av dette. Tok fatt på oppgaven i 1956. Hurlen og Hauge utgjorde en effektiv allianse, i nær kontakt med landets politiske ledelse. I blant til ergrelse for byråkratiet.

Hurlen var en leder av den gamle skolen. Myndig og krevende. Kunne være pågående og utålmodig. Han la ikke skjul på hva han mente, ønsket resultater og ville ha sakene gjennomført raskt.

Hurlen omformet KV fra et håndverkspreget verksted til en moderne ingeniørbedrift basert på moderne, høgteknologiske metoder for produksjon og ledelse. Ingeniøren ble en ny viktig profesjonen ved bedriften. Antall ansatte med teknisk utdannelse steg fra noen titalls midt på 1950-tallet, til 443 i 1966 og videre til 860 i 1974. KV ble formet av ingeniørkulturen og Kongsberg ble en ingeniørby.

Men bedriften som Hurlen hadde bygd opp, tjente aldri penger. Den store, omfattende teknologiske satsingen var kostbar, og på midten av 1980-årene var bedriften nede for telling. Restrukturering var nødvendig.

GUSTAV MARTHINSEN, Verksdirektør - fra 1975 Markedsdirektør.

Sivilingeniør - kom fra en gammel industrifamilie – med bakgrunn fra Bjølsen Valsemølle og industrien ved Akerselva i Oslo. Egen erfaring fra bl.a. Volvo.

Blid og jovial, entusiastisk og faglig interessert - en god moderator og støtte for oss unge ingeniører.

OLE NÆSSET, Økonomidirektør

Økonom – bakgrunn fra bank.

Næsset forsøkte å lære oss unge ingeniører at til syvende og sist dreide dette seg om penger. Tekniske finurlige produkter kan være interessant, men vi må kunne leve av det vi holder på med. «Vi må tjene mere penger, karer!»

KNUT EGGE, Teknisk Direktør

Teknisk utdannet. Kom fra det akademiske miljøet ved NTH/SINTEF.

Ledet innføringen av NC og andre moderne hjelpemidler for rasjonalisering av produksjonen. Hadde selv hest i garasjen. Kjørte drosje når det var nødvendig, ellers brukte han beina.

ROLF QVENILD, Hovedplanleggingssjef, divisjonssjef, AD

Sivilingeniør fra NTH i Trondheim.

Fra tidlig på 1970-tallet sjef for den nyopprettede Oljedivisjonen, og på 1980-tallet tok han over som AD etter Hurlen og Aasland. Qvenild var sentral i utviklingen av de nye virksomhetene ved KV, ikke minst olje- og gass og maritim teknologi. Ledet bedriften gjennom den vanskelige siste fase, før restruktureringen i 1987.

NOEN NAVN FRA DEN FØRSTE TIDEN

Ledelse:
Eilif Sødahl
Thorbjørn Brataas
Børre B. Ulchrichsen
Olav K. Sættem

Prosjektering:
Tore T. Thorbjørnsen
Jan Henrik Gjessing Becken
Ole Andreas Møglestue
Bjørn Haug-Hanssen
Arne G. Henriksen Løberg
Bjørn Quistgaard
Aage Teien
Per Hovde
Trond Bue
Per Urheim
Jan Erik Hagen
Martin Reggestad
Tore Johannes Hellstrøm
Johannes Tveita
Jan Erik Torjussen
Solve Smedmo

Elektrokonstruksjon:
Jon W. Sandness
Anlaug Egelandså (Haugen)
Kjell Blokkum

Tegnemaskin:
Einar Skappel
Erling Hestad
Paul Biseth
Erling Johnsen
Erik Torsteinsen
Wilhelm Svendsen
Per Askim

Laboratorium, servo:
Erling Mellem
Ole Arnt Anfindsen

Laboratorium, elektro:
Vidar Hvamb
Magne Fossan
Ivar Odd Gåsø
Arne Næss

Sekretærer (Avd U):
Lillian Andersen
Tone Nordgård
Jorunn Stangby

Konsulenter:
Jan Rådmannsøy (SINTEF)
Hans Petter Haraldsen (SI)

Edvin Bommens verksted:
Tryggve Myhra
Magnus Venås
Bjørn Melquist
Ulleberg

Produksjon
Lars Tveit

Salg
Erik Moe
Hans Christian Helle
Vidar Svendsen
Vidar Funderud
Leif KIvar Berg
Oddvar Kaasa
Magnus B. Aase
Gunnbjørg M. Nilsen

Kvalitetssikring
Knut Henrik Skramstad
Kjell Bråten
Helge Dalen
Arild Gravningen
Alf Borkenhagen
Jan Rønningsland
Halvor Rennehvammen
Arne Sortland
Geir Haug-Hanssen
Stig Trondvold

Installasjon og service:
Gunnar Eek-Jensen, leder
Leif Fjellin
Einar Aadahl
Dagfinn Gutterud
Johnny Helmer Hansen
Ivar Johansen
Roe Grim Sandø Sørby
Jan Farestveit

NB! Listen er på ingen måte komplett. Den er tatt med for å vise at det var svært mange som fikk kontakt med disse produktene allerede de første få årene.

Veteraner
Fra venstre Martin Reggestad, Kjell Blokkum, Torleiv Kvandal, Solve Smemo og Paul Biseth.
I forgrunnen en KV Kingmatic 1215 tegnemaskin. Bildet er tatt ca. 1970.
Foto: Solve Smemo.

UTFORDRINGER

Utvikling, produksjon og levering av sivile NC-systemer og tegnemaskiner hadde i seg en rekke utfordringer for KV – og de ansatte. Det var mye nytt, og av og til stor forskjell i krav til standard og kvalitet fra det en var vant til.

- **Ledelsesmessig** var det krevende å gå fra en funksjonsstyrt til en prosjektstyrt organisasjon, hvor marked, utvikling, produksjon og service måtte ses som en integrert helhet, med fokus på markeds-forståelse, brukerens behov, kundetilpasning, kvalitet og økonomi.
- **Sivile produkter**
  KV hadde i alle tider også produsert og levert sivile produkter, men moderne elektroniske apparater var noe nytt. Ungdommelig pågangsmot og kreativitet, sammen med forståelse og samarbeidsvilje i bedriften løste mange problemer.
- **Militære vaner**
  KV var en solid og kvalitetsbevisst bedrift, men militære krav, prosedyrer og vaner bidro til at sivile produkter ble dyrere enn de hadde behøvd å være. Planleggingssystemene var lagt opp etter kravene til forsvarsmateriell og ikke alltid vel tilpasset sivile behov for fleksibilitet.
- **Synergi**
  KVs ledelse hadde sterkt fokus på kompetanseoppbygging og erfaringsoverføring. Derfor ble synergi et gjennomgående tema. Dette var nok nyttig, men kunne både forsinke og fordyre. Det føltes mange ganger som om det viktigste var at det du gjorde skulle være til fordel for andre.
- **Mil. spec. og standardisering**
  KV hadde et sett godkjente, militærspesifiserte komponenter. Det var vanskelig å få gehør for at nyere, rimeligere og teknisk interessante løsninger ville være bedre for de sivile systemene. Kvalifisering av komponenter kunne være både tidkrevende og komplisert.
- **Felleskostnader**
  Felleskostnadspåslaget var svært høyt. Det ble sagt at det kunne være 70 % av verkskost.
- **Hvis vi bare kunne…**
  Vi ønsket mange ganger at vi kunne flytte utenfor gjerdet og styre oss sjøl. Da hadde kostnads-strukturen vært en annen. Resultatet etter oppsplittingen i 1987, med 25 "blomsterbarn" viste at det var substans i ønsket.
- **Kundetilpasning**
  KV hadde et stivt system med lange leveringstider. Dette gjorde raske kundetilpasninger til en stor utfordring. Det krevdes kreativitet, med prefabrikasjon av moduler og byggeklosser.
- **Finmekanikk**
  Selv om KV var en svært kompetent våpensmie, med dyktige fagarbeidere, hadde ikke bedriften erfaring med å utvikle og lage små finurlige mekanismer, som for eksempel verktøy til tegnemaskiner. Det hadde lett for å bli tunge, kompliserte og dyre løsninger (frese ut av en kloss i stedet for å bøye ei plate). Da kunne Edvin Bommens verksted (Forsøksverkstedet) være godt å ha.
- **Elektronikk, digitalteknikk, datamaskiner, kretskort, halvledere**
  Det var mye nytt for KV i det vi drev med.
- **Nye kretskort**
  De opprinnelige kretskortene var robuste og støysikre. Midt på 1960-tallet ble det utviklet en ny serie kretskort – hastigheten skulle opp. Prisen var følsomhet for støy og lunefulle maskiner inntil den rette kombinasjonen av kort var kommet på plass. Etter en innkjøringsperiode kom

dette i orden. Undervegs ble anleggene testet i KVs klimakammer for å avdekke svake punkter. En uke i badstua kunne ta på.

- **Støyfylte verkstedlokaler**
  Plateverkstedene i skipsverft kan være støyfulle på flere måter. Avkopling av releer, kontaktorer osv. var nesten som kunstart å regne. Samtale over intercom på plattysk i støynivå over 100 desibel (dB) var heller ikke lett.
- **Levering til krevende omgivelser**
  En leveranse av tegnemaskin med KV datamaskin til Statoils kontor i Dar-es-Salaam, krevde at det ble levert med et prefabrikkert hus fra Block-Watne med tropespesifikasjoner og kjøleanlegg.
- **Installasjon og service, feilsøking, dokumentasjon, prosedyrer**
  Her var det mye nytt. Strategi, teknikker, prosedyrer og underlag måtte utvikles. Opplæring i gode feilsøkingsrutiner var viktige, men også prøve og feile, og "bruk fantasien". Håndbok for NC-systemene ble skrevet på fritida – «skribenten» fikk NOK 5000 for jobben.
- **Levering til nye kundegrupper**
  Nye kundegrupper som skipsverft, bil- og flyfabrikker, kartverk, konfeksjons-industrien, elektronisk industri osv. hadde sine spesielle krav og arbeidsmåter. Her trengtes stadig ny kunnskap og kjennskap.
- **Produksjonsunderlag**
  Da vi startet opp, manglet det standarder for koplingsskjemaer, koplingslister, håndbøker, serviceunderlag osv. Alt ble utviklet fra bunnen av.
- **Demonstrasjonsspøkelset**
  Når det var besøk på KV, ville adm.dir. Hurlen gjerne vise hva vi holdt på med. Numerisk styring og tegnemaskiner var noe nytt. Men vi arbeidet med prototyper og svært ofte fungerte ikke apparaturen som den skulle. Kanskje den hadde gjort det noen minutter før, men så var demonstrasjonsspøkelset der.
- **Telefon på jobben**
  Våpenfabrikken hadde tidlig på 1960-tallet fortsatt manuell sentral, med to linjer inn fra Kongsberg sentral, som var en av de siste manuelle telefonsentraler i Norge. Fabrikkens nummer var 37. Det var ofte ventetid på ledig linje, selv for lokalsamtaler. Rikstelefon måtte bestilles. Ventetiden til Oslo kunne gjerne være en halv eller hel time, til utlandet ofte lenger. På fritiden måtte en ringe fra Telegrafen i Klokkerbakken. Samtalen ble bestilt hos damen i luka og foregikk, etter en del venting, i små avlukker uten lufting. Der kunne det bli temmelig varmt.
- **Telefon privat**
  I 1965 var det 6 års ventetid på privat telefon. Uten telefon, var det vanskelig å kommunisere med hjemmet ved lengre reiser. Men det var jo også hyggelig med en blid damestemme som ønsket velkommen til "våpenfabrikken", eller brøt inn i samtalen og meldte at det ventet en rikstelefon. På kveld og natt måtte vi ringe servicesjef Eek-Jensen, som tok turen ned med beskjed til kona. Dette var lenge før mobiltelefonens og PC-ens tid. Mobiltelefonen var så vidt kommet i bruk. De var svære, tungvinte og veide 6 kilo.
- **Vi leverte prototyper**
  Våre ivrige salgsfolk lot seg ofte lede til å love spesialtilpasninger som vi ikke hadde prøvd før. Mange leveranser ble derfor rene prototyper. Korte leveringstider gjorde at maskinene heller ikke var godt nok prøvd ut og luseplukka før de ble sendt avgårde. Våre installatører kunne i blant ha problemer med å få maskinene til å gå. Resultatet var gjerne varme telexer til ledelsen på Kongsberg med beklagelser, og en og annen gang trusler om kansellering.

- **Japanske industrispioner**
  Vi deltok på industri- og fagmesser i inn- og utland. Det kunne bl.a. være de store messene i Hannover, Leipzig, Milano og Brno. Konkurrentene våre var veldig interessert i å finne ut hva vi kunne vise av nye ting. Dette gjaldt særlig japanske selskaper. De drev aktiv industrispionasje. Det var interessant å se hvordan de opererte – ofte i grupper på tre. Èn observerte og fortalte hva han så, èn noterte og tegnet, og èn fotograferte. De prøvde å gjøre dette diskret, så vi ikke skulle se det, men det var ikke vanskelig å oppdage. Det hendte vi la inne feller for å villede.

CoCom-reglene

Da vi begynte å levere maskiner til Øst-Europa, ble CoCom-reglene en daglig bekymring. Komponenter og funksjoner måtte sjekkes, dokumenteres og godkjennes. Særlig gjaldt dette nye komponenter, antall akser på verktøymaskiner og programvarer.

CoCom (*Coordinating Committee for Multilateral Export Controls)* ble etablert i 1947, under den kalde krigen, for å sette en boikott på vestlige eksport til land i østblokken. CoCom hadde 17 medlemsland og en rekke samarbeidsland.

I 1987 ble det avslørt at det japanske firmaet Toshiba Machine Company sammen med Kongsberg Våpenfabrikk hadde levert åtte datastyrte verktøymaskiner til Sovjetunionen mellom 1982 og 1984, en handling som krenket CoCom-reglene. Det ble i USA argumentert med at denne teknologien kraftig forbedret sovjetiske ubåters evne til å unngå å bli oppdaget, ved at en med det nye utstyret kunne lage mere stillegående propeller. USA hevdet at dette førte til betydelige kostnader for USA for å forbedre sine egne tekniske løsninger. I 1988 tok den amerikanske kongressen initiativ til å innføre sanksjoner mot Toshiba og forby import av Toshiba-produkter til USA. I Norge var dette en medvirkende årsak til Kongsberg Våpenfabrikks konkurs og oppsplitting. Kongsberg-navnet og logoen K med krone ble fjernet. Først i 1995 kom dette tilbake.

CoCom ble oppløst 31. mars 1994. Mange vil nok mene at CoCom hadde som sitt viktigste formål å hjelpe amerikanske leverandører i konkurransen med europeiske leverandører, og ikke bare hindre eksport av nyere forskningsresultater og ny teknologi til Øst-Europa.

Det vises for øvrig til boken: «Brikke i stort spill», Ulf Petter Noreng, Didakta Norsk Forlag 1989.

ARV OG NYTTE

Hva lærte vi av arbeidet med NC-systemene og tegnemaskinene?

- Verdien av rollen som produkt/systemleverandør overfor kunden/markedet (en rolle som imidlertid viste seg vanskelig å opprettholde på verktøymaskinsektoren, hvor sluttkundene etter hvert ønsket å forholde seg direkte til verktøymaskinleverandørene).
- Betydningen av konkurransedyktige systemkomponenter i alle ledd.
- NC-prosjektene bragte med seg kunnskaper om kybernetikk, digitale systemer, servoteknikk og programmerbare datamaskiner.
- Krav og planleggingssystemer for sivile produkter.
- Betydningen av kvalitet i alle deler av virksomheten.
- Nye komponenter, som transistorer, integrerte kretser og mikroprosessorer.
- Nye byggesystemer, moduler, prefabrikasjon.
- Hvordan en skulle håndtere behov for fleksibilitet og kundetilpasning.
- Hvordan en skulle lykkes i et verdensmarked.
- Hvordan en skulle utnytte "spin-off"-muligheter, nye applikasjoner og nye produkter.
- Ledelse av store, tverrfaglige prosjekter på nye områder.

For KV var det mye "første gang" i dette. Nyttig lærdom og erfaring som har vært grunnlag for både militære og sivile produkter senere.

KV tok tidlig i bruk NC-styrte maskiner i egen produksjon. Her var KV en foregangsbedrift. Men også andre norske bedrifter fulgte etter.

For 30-40 år siden var Norge et foregangsland for innføring av nye metoder i verksted- og skipsbyggings-industrien. På en større konferanse om verksteddrift, numerisk styring, robotisering etc. i Los Angeles i 1970, ble utviklingen i Norge og ikke minst KV viet stor oppmerksomhet. Her lå Norge langt framme. Tidene har endret seg. Men utviklingen den gang var en viktig byggestein i framveksten av bl.a. oljevirksomheten, der norske leverandører i dag er i fremste rekke internasjonalt.

Automatisering var en fellesnevner for effektivisering av verkstedindustrien på 1950- og 60-tallet. En viktig faktor var fagbevegelsens konstruktive holdning og medvirkning (det vises her til «Dataavtalen» mellom arbeidsgiver- og arbeidstakerorganisasjonene inngått 1975). Det var bred enighet om at mangel på arbeidskraft gjorde det nødvendig å effektivisere verkstedindustrien ved å innføre nye metoder og tekniske løsninger.

Nye applikasjoner og tilpasninger kan gi nytt liv til eksisterende produkter. Det mest synlige og levende bevis på arven fra den gang, er tegnemaskinen, som ikke lenger er bare en tegnemaskin, men også blant mye annet en kuttemaskin for papp og plast der ESKO-Graphics Kongsberg, som arvtager, har en ledende posisjon på verdensmarkedet.

Det skal gis honnør til KVs ledelse, som den gang rundt 1960 tok den dristige avgjørelse å satse på numerisk styring, et betydelig prosjekt på et område der KV hadde svært begrenset erfaring. Prosjektet viste seg også å gi resultater og viktige erfaringer som la grunnlag for nye satsningsområder og produkter i bedriften, og videre vekst sivilt og militært.

HØYDEPUNKTER

1955 Den første norskbygde datamaskin (NUSSE) i drift på SI.
1956 SINTEF starter utvikling av en numerisk styrt boremaskin.
1958 Numerisk styrt boremaskin settes i drift ved SINTEF.
SI starter utviklingen av en numerisk styring for skjærebrennere, kalt ESSI.
1959 SI setter i drift den første skjærebrennerstyringen (ESSI) ved Stord verft.
KV fatter beslutning om å satse på industriell elektronikk (NC-systemer).
1961 Numerisk styrt dreiebenk utviklet ved SINTEF settes i drift ved KV.
Patent innvilget for ESSI-systemet (kanskje den første kurvegenerator i verden).
ESSI skjærebrennerstyring demonstreres på utstilling i Essen, utviklet på KV med bistand fra SI.
1962 KV starter regulær levering av skjærebrennerstyringer til skipsindustrien.
Samarbeid etableres med de tyske selskapene Messer, Kjellberg-Eberle og Aristo.
Datamaskinen LYDIA i drift på FFI.
1964 KV får sin første datamaskin for administrative oppgaver, en IBM 360.
Datamaskinen SAM i drift på FFI.
1965 KV starter utvikling av tegnemaskiner (merkenavn Kingmatic).
1966 KV starter levering av tegneanlegg for en rekke formål.
1967 KV starter utvikling av den første programmerbare (CNC) tegnemaskin i USA.
1968 KV leverer NC-anlegg nummer 100.
KV ledende på verdensmarkedet for NC-anlegg med en markedsandel på 70-80 %.
KV leverer de første tegneanlegg for konstruksjon av bil og fly.
1969 KV demonstrerer den første CNC verktøymaskinstyring på utstilling i Paris.
1971 KV leverer den første CNC verktøymaskinstyring.
1972 KV leverer NC-anlegg nummer 200.
1973 Det etableres egen divisjon for Industrielle systemer, herunder NC og tegnemaskiner.
1975 KV leverer den første CNC 2000 verktøymaskinstyring.
KVs divisjon for Industrielle systemer slås sammen med Datadivisjonen.
1977 KV lanserer skjærebrennerstyring med mikroprosessor – MiNC.
1979 KV får Eksportprisen for CNC 2000.
1985 KVs Datadivisjon legges ned.
1987 KVs omsetning akkumulert for NC-utstyr og tegnemaskiner når NOK 10 mrd. (2011 prisnivå).
KV beskyldes for brudd på CoCom-reglene.
KV avvikler produksjon og levering av NC-systemer.
KV restruktureres.
Egen bedrift etableres for videre levering av tegnemaskiner.
2014 Tegnemaskinene fortsatt lever i beste velgående. I ny drakt, med nye eiere. De er ikke lenger bare tegnemaskiner. Nye applikasjoner er kommet til, nye modeller og finesser omfatter bl.a. skjæring av papp og plast til emballasje og reklamemateriell. Bedriften heter nå ESKO-Graphics Kongsberg AS, og er en del av et internasjonalt konsern med hovedkontor i Belgia. Produksjonsanlegg i Den tsjekkiske republikk (Tsjekkia). Omsetningen har økt kraftig de senere år, og bedriften har stadig en verdensledende posisjon. *Applikasjoner kommer og applikasjoner går, men tegnemaskinen består.*

I 1972 hadde KVs omsetning av elektronikk-basert utstyr nådd omtrent samme nivå som den mekaniske (50/50), og sivile produkter omtrent samme nivå som militære (50/50).

FORKORTELSER

AD	Administrerende direktør.
AUTOKON	Programsystem for skipskonstruksjon.
Avd U	Utviklingsavdelingen ved KV.
Baldwin	Samarbeidsselskap lokalisert i Little Rock, Arkansas, USA. Produsent av pianoer og orgler, under 2. verdenskrig også komponenter av kryssfiner til fly.
CAD/CAM	Datamaskinassistert design og produksjon.
CMI	Christian Michelsens Institutt, Bergen
CoCom	Internasjonalt organ 1949–94; opprettet på amerikansk initiativ for å hindre eksport av strategisk viktige varer til Sovjetunionen, andre østblokkland og Kina.
dB (decibel)	Måleenhet for bl.a. lydstyrke og støynivå.
ESSI	Merkenavn for patentert numerisk styringssystem utviklet ved SI.
ESKO-Graphics Kongsberg	Leverandør av numerisk styrtet tegne- og skjæremaskiner.
IKT	Informasjons- og kommunikasjonsteknologi
KINGMATIC	Merkenavn for KVs tegnemaskiner.
KV	Kongsberg Våpenfabrikk as.
Lisens	Her: Tillatelse til å utnytte en oppfinnelse eller knowhow som en annen har rettigheter til eller disponerer.
MIT	Massachusetts Institute of Technology, Boston, USA.
NAKK	Industrisamarbeid (NEBB, Aker-gruppen. Kværner-gruppen og KV).
NC	Numerical Control, numerisk styring av maskiner, prosesser osv. Omfatter også: - CNC - Computer Numerical Control, datamaskinbasert numerisk styring. - DNC - Direct Numerical Control, direkte overføring av NC-program fra datamaskin.
Norsk Forsvarsteknologi	Den militære delen av KV ble videreført under dette navnet etter omstruktureringen i 1987. Forkortet NFT. Omdøpt til Kongsberg Gruppen i 1995.
NTH	Norges Tekniske Høgskole, Trondheim. Nå en del av NTNU.
NTNU	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim.
NTVA	Norges Tekniske Viteskapsakademi.
Paradigmeskifte	Et systematisk skifte i måte å tenke på som er av betydelig størrelse og rekkevidde.
SI	Sentralinstitutt for Industriell Forskning, Nå en del av SINTEF.
SINTEF	Skandinavias største uavhengige forskningsorganisasjon, Trondheim.
SM-4 og KS-500	Merkenavn for KVs datamaskiner.
SRS	Shipping Research Services – videreutvikling og salg av Autokon.
STATEX	Geofysisk og geologisk selskap etablert av Statoil og KV i 1973. KVs første engasjement i olje- og gass-virksomheten.
STATOIL	Den norske stats oljeselskap
TOS	Tinius Olsen Skole, Kongsberg
Toshiba	Japansk handelshus, bl.a. leverandør av verktøymaskiner.
Wire Wrapping	Koplingsteknikk benyttet i ESSI-systemene.

REFERANSER OG KILDER

- *«Numerisk styring i norsk forskning og verkstedindustri»*, Eiliv Sødahl og Torbjørn Brataas, NTVA-rapport 1- 2005.

- *«Starten på NC/CNC-utviklingen ved Kongsberg Våpenfabrikk (KV)»***,** Torbjørn Brataas og Eiliv Sødahl, 14. desember 2012.

- *«Fra Forsvarets Forskningsinstitutts historie»*, Hefter FFI 2003.
    - *3. Datateknologi*
    - *7. Ildledning og navigasjon*

- «*Brikke i stort spill – KV/Toshiba-affæren og rettssaken mot Bernhard Green»*, Ulf Petter Noreng, Didakta Norsk Forlag 1989.

- *«Streiftog gjennom Kongsberg Våpenfabrikks historie 1814-1975»*, Erling Popperud 1976.

- «*Kongsberg Våpenfabrikk – Bedrifts-Avisa»*.

- *"Commercialization of New Technology"*, Bjørn Haug-Hanssen, Statoil 1999 - Foredrag St. Gallen 1996 og Vilnius 1998 etc.

- *"Sketchpad - A Man-Machine Graphical Communication System*", Ivan E. Sutherland, MIT 1964.

- *"Numerical Control: Mathematics and Applications"*, Pierre Bézier, Renault 1972.

- *"Curves and Surfaces in Computer Aided Design"*, Bjørn Haug-Hanssen, University of Utah 1972.

- *"Computer Graphics – Displaying 3D Objects"*, Bjørn Haug-Hanssen, Studiemøte i Radioteknikk og Elektroakustikk 1973

- *"Curves and Surfaces in Computer Aided Geometric Design"*, Fujio Yamaguchi, Tokyo 1988.

- Internett, arkiver og biblioteker.

- Informasjon fra SINTEF/NTH, SI og FFI.

- Samtaler med og innspill fra medarbeidere ansatt ved KV i den aktuelle perioden.

- Egne notater.

MINNER OG GODE HISTORIER FRA DEN FØRSTE TIDEN

Tore T. Thorbjørnsen forteller:

Litt historikk…

Den første NC maskinen på KV var en dreiebenk fra Brødrene Sundt styrt av en prototyp bygget ved Sentralinstituttet i Oslo. Litt av et beist å holde operativ etterhvert som tørrloddinger og annet snadder skapte problemer. Transistorene var av glass, svartmalt. Dersom malingen ble skadd, ble de lysfølsomme og kunne brukes som fototransistorer. Men når maskinen virket, var den fenomenal, og gjorde det blant annet mulig å lage høynøyaktige runde teflonkuler til hofteleddene som kirurgene på Kongsberg sykehus trengte til sine hofteoperasjoner. Til en brøkdel av kostnadene ved manuell styrt dreining. Jeg tror KV fikk samme pris for de numerisk dreide kulene.

Kablingen i prototypen for skjærebrennerstyring ble gjort med mangefargede tynne fleksible ledninger lagt i kabeldukter mellom hyllene og loddet på sokkelpinnene ved hjelp av små hylser av fortinnet kobbertråd. Fingerflinke damer i "mitraljøsen" sto for loddingen. Ledningene ble lagt med ekstra overlengde i duktene, slik at vi hadde litt å gå på når kablingsfeil måtte rettes under prøvekjøringen. Fargene hjalp oss å følge ledningene gjennom duktene når vi skulle rette koblingsfeil, men fulle var duktene i utgangspunktet, og så ikke alltid like ryddige ut etterpå. Heldigvis kom wrappeteknikken med tynne énledere, det hjalp enormt! Kurvegeneratoren var en genistrek! Rett linje var enkelt: x- og y-koordinatene til endepunktet ble satt inn i telleverk som tellet ned etter hvert som maskinen flyttet på seg. De samme koordinatene ble satt inn i kurvegeneratoren: x-koordinaten ble addert inn i et regneverk mens det ble sendt en puls til y-servoen. Så ble y-koordinaten subrahert inn i det samme regneverket og pulser sendt til x-servoen inntil summen ble negativ, da ble x-koordinaten addert innpå nytt og ny puls sendt til y-servoen. Pulsene til x- og y-bevegelsen kom ut i samme forhold som koordinatene, som jo var stigningskoeffisienten til linjen og man fikk en trappetrinnskurve som steg pent og pyntelig som den skulle. Med små nok trinn ble kurvene jevne og fine. Byttet man om på pulsene til servoene gikk maskinen i rett vinkel til koordinatene, og ettersom omkretsen av en sirkel står vinkelrett på radien kunne man sette koordinatene for sentrum i en sirkelbevegelse inn i de samme registrene. Lot man så registrene telles opp og ned med avgitte servopulser ble retningen til sentrum holdt oppdatert og sirkelbevegelsen ble et faktum! Samme verdier ble brukt som referanse for servoen som styrte dreiehodene.Lampekort med små glimlamper koplet til registerne viste registerinnholdene til enhver tid, - og lot servicemannen observere om alt gikk forskriftsmessig for seg. Styringen styrte små posisjonsservoer i bunnen av skapet, brennemaskinene gikk som synkrobaserte slaver av disse.

Prototypen skulle samkjøres med en stor skjærebrenner i Frankfurt, og det hele skulle vises frem på "Fachschau Schweissen und Schneiden" i Essen i september. Jeg ble sendt nedover i juli med diger boks med releautomatikk som skulle monteres på skjærebrenneren. Godt utstyrt med måleinstrumenter, blant annet et digert nytt - og svindyr t- Tektronix oscilloskop. Naive som vi var, ante vi ingenting om dokumentasjon for grensepassering. Tolleren i Frankfurt gjorde store øyne da jeg trillet mot utgangen. "Hva dette var for noe?" Jeg forklarte. "Hvilken verdi har dette?" Svaret skremte nesten vannet av ham. Jeg forklarte at utstyret skulle brukes på utstilling og returneres til Norge når utstillingen var over. Han var ikke beroliget. Sjefen ble tilkalt, og jeg gjentok forklaringen. Ikke godt nok, nei. Det bar avgårde med pikk og pakk til den andre siden av flyplassen hvor sjefens sjef ble forelagt saken. Igjen fortalte jeg, fortsatt på tysk, at det skulle på utstilling og deretter tilbake til Norge. "Alles in Ordnung,- aber warum haben Sie das nicht vorher gesagt?" Greitt,- men hvorfor

har du ikke sagt dette før, fikk jeg høre. Litt av et tyskkurs å passere grensen med utstyr. Senere lærte vi om Carnet og alt ble mye lettere! Tyskkurset ble grundig, 6 uke i samvær med tyske arbeidere under varmt glasstak i fabrikken i Hahnauer Landstrasse gjorde susen. Men varmt var det, væsketapet ble kompensert på "Zum Spessart" om kvelden. En kveld gikk det ned 6 halvlitere, uten at noe kom ut igjen! Det var den gang.

Utstillingen gikk bra, selv om jeg måtte stå med hånden på hastighetsknappen for å redusere farten hvis
maskinen begynte å rykke på seg under skjæringen. Etter 6 ukers bakerovn i Tyskland var det skjønt å rusle gjennom regnvær fra stasjonen hjem til Kapermoen!

"Svenskedødaren"
Da de store brennemaskinene først var blitt digitalstyrt, vokste apetitten på ytterligere styring og kontroll.
Hjelpefunksjoner ble lagt inn i styringen, styring av brennerne opp og ned, hodedreining gjorde det mulig å skjære kantene på skrå slik at det ble plass til sveiselarver, brennfugekompensasjon tok hensyn til bredden på skjæresurstoffstrålen, av/på slaging av skjæresurstoffet med forvarmingsstopp underveis gjorde det mulig å hindre varmslaging av lange smale platebiter ved å la det stå igjen små broer av metall som holdt bitene sammen. Slik kunne magnetkranen fjerne lappeteppet av biter i ett løft mens maskinen gikk videre til neste sett med plater som skulle skjæres. Det økte effektiviteten dramatisk, og med den økte nøyaktigheten kunne montasje og sveising forenkles. Magister Holmgren ved Kockums var kanskje litt ekstrem da han forlangte en egen, styrt motor som kunne flytte den store brennermaskinen med 20,- eller var det 50?- meter i minuttet 15-20 meter til neste platesett straks et sett var ferdigskåret. Da kunne han spare et minutt eller to mellom brennerøktene. Vi grøsset: Tanken på at brenneroperatøren som klatret rundt mellom de ferdigskårne platebitene for å rydde skulle bli overrasket av en maskin som plutselig blåste av brennerne etter ferdig jobb og kom dundrene i lav høyde over brennerbordene og kanskje klipte bena av ham før han kom seg unna. I Kongsberg er det tradisjon å sette klengenavn: Vi kalte funksjonen "svenskedødaren". Jeg tror navnet gjorde utslaget, - jeg tror funksjonen ble lite brukt--!

Totalkonsept, - vi var best i verden!
Styringene ble markedsført som del av et produksjonskonsept for skipsverft: Software for konstruksjon og produksjonsforberedelse (Autokon fra Sentralinstituttet i Oslo), og tegning og plateproduksjon med "ESSI" systemene våre. Vi reiste verden rundt og snakket om verdens den gang mest avanserte system for skipsbygging og ble tatt vel imot. Mange spesielle opplevelser, og vi lærte mye om å tilpasse fremferd til forskjeller i kultur og tenkemåte.

Et par eksempler:
Forhandlinger i Tyskland med Messer Griesheim: Prokurist Hans Hirschberg,- gammel tysk jagerflyger,- kjørte oss hardt i en prisdiskusjon,- vi var flere ganger nesten enige - men han ville stadig presse oss litt til. Eksportdirektør Olav Krause Sættem, som var gammel Linge-kar og hadde vært med i Normandie, fikk nok, reiste seg brått opp, slo sammen notatboka og begynte å pakke i veska. Hirschberg gjorde store øyne og lurte på hva som var i veien? "Es ist das Tropfen die über die Rande geht" - dråpen som rant over kanten – sa Sættem. "Sitt ned", sa Hirschberg, og så kom konjakken på bordet - avtalen var i havn.

Eller å forhandle med japanere, hvor det er uhøflig å svare "nei", så alle spørsmål må formuleres slik at de kan besvares positivt, "ja, det er nok umulig -". Japan var forresten et flott land å ferdes i, trygt overalt,- stolthet betyr alt: Det er drosjesjåføren som er sjef i drosjen og skal åpne døren til baksetet for deg, og stoltheten forbyr ham å motta driks! Nåja, det var den gangen - med mange amerikanske besøkende har ting kanskje endret seg.

Overnatting på japansk hotell var en ny opplevelse og vi ble vist inn på rommene våre av kimono-kledde små damer: Sengen var Tatamimatter på gulvet, badekaret var et hull i gulvet. Bading før middag var selvsagt: Av med klærne og ned i det smellvarme vannet til bløting. Så ble man beordret opp og såpet inn. Spenningen steg etter hvert som damen beveget seg nedover. Ingen fare: Hun rakte meg såpestykket og pekte megetsigende. Lettelsen var betydelig. Alle vi forhandlet med hadde representasjonskonto - og tok vel vare på oss. Jeg minnes med glede et måltid, sittende på gulvet med whisky, øl og sake foran tallerkenen. Hver vår kimonokledd geisha sørget for servering, demonstrerte bruk av spisepinner, så til at sake-glasset alltid var fullt og ellers underholdt deg på beste måte under måltidet. Jeg hadde fått en liten nydelig gammel dame som ikke kunne et ord annet enn japansk, men som var en kunstner til å brette servietter. Hun greidde å fortelle hele små historier, jeg husker spesielt en serviettfigur hvor hun ved å -trekke og skyve på et par fremstikkende hjørner fortalte en skikkelig grov historie…

Eller besøket på Hyundai skipsverft i Sør-Korea tidlig i 70-årene hvor vi ble vist den digre portalkranen som nylig hadde falt ned fra skinnegangen høyt der oppe på grunn av manglende endestoppere på skinnegangen. Det var gått liv. Kranen var blitt heist opp igjen,- og en lokal prest hadde holdt en minneseremoni og velsignet kranen mot ytterligere uhell. Det var det. Endestopperne manglet fortsatt… Flyturen videre nordover mot Seoul i klarvær over et landskap hvor bombekraterne lå tett under oss i milevis, var tankevekkende påminning om hva de hadde gjennomgått.

Vårt totalkonsept kunne vises frem på Stord verft. Kunder ble invitert til Kongsberg for å se utstyret, og etter noen timer satte vi oss i biler og kjørte vestover . Turen gjennom Telemark, over høyfjellet og ned til Vestlandets dype fjorder ga et fenomenalt tverrsnitt av Norge og norsk natur. Vi tok gjerne gammelveien over fjellovergangene når været var gunstig. Veien ut Åkrafjorden var smal og svingete, men etter ferja til Leirvik på Stord ble vi tatt vel imot av Nilsen og hans folk på verftet. Det ble gjerne avsluttet på verftets fjellhytte med hummer og annet snadder. Svært gunstig for kundeforholdet.

Finner på vei vestover -

En gang hadde vi besøk fra Wärtsilää. Knut Strand og Oddvar Kaasa viste rundt, og Knut skulle ta dem videre til Stord. Oddvar tok avskjed ved Øvre port og ønsket gemyttlig farvel og "God tur!. Hils til de andre gjøkene!". Jo det skulle de gjøre. Knut fortalte at det var lenge taust i bilen. Vel oppe i Telemark kom det fra baksetet: "Du Knut,- hvad är egentligen en gjøk?" Knut forteller at nakke-hårene reiste seg mens han forsøkte å forklare--. Vel utover Akrafjorden var det smått med skilting, men foran en eksdtra krapp sving sto det endelig et z-skilt. Vel rundt svingen kom det igjen fra baksetet: "Dom menar hvad dom säger med skyltarna her i Norge!" Tiden ble knapp til fergeavgang, og Knut ga på litt ekstra utover. Igjen kom det fra baksetet: "Hur många barn har Ni?" Knut hadde ingen - de rakk ferja. Men Wärtsilää ble kunde.

Lars Tveit forteller:

Min historie fra møte med daværende AD

Bjarne Hurlen var en meget respektert, men og fryktet AD blant de ansatte. Det var få som argumenterte mot hans forståelse av den aktuelle situasjonen. Min historie skriver seg fra midten av 1970 tallet. På dette tidspunktet hadde vi gjennomgang av produktgruppenes situasjon innen økonomi, marked, leveranse og kvalitet hver 6 uke. Det vi kalte periodegjennomgang og som var tydelig markert på bedriftskalenderen. Da tidspunktet nærmet seg ble min mage urolig. Vi møttes på styrerommet med Hurlen som møteleder. Alle funksjonslederne, produktgruppeleder og lille meg var tilstede. Jeg passet på å finne en plass langt fra møteleder i håp om å slippe unna vanskelige spørsmål. Men det hente, ganske ofte, at ikke alt var slik det burde være, og ansvarlig leder måtte avgi forklaring på situasjonen og ikke minst hvilke tiltak som var satt i gang for å komme på rett kurs. Om vedkommende kom med bortforklaringer eller ikke hadde et klart svar kom trommelyden. Og vi visste at vedkommende hadde tapt. Hurlen tok over og forklarte i greie ordelag hva han forventet skulle skje. Diskusjonen var over.

Historien min, som er 40 år gammel, har som utgangspunkt i produktgruppens dårlige økonomi, produktkvalitet og leveranseevne. Produktgruppe Industrielle Systemer var i krise. AD besluttet at det skulle settes ned 2 utvalg; team 1 som tok for seg kvalitet og med Kvalitetssjefen som formann og team 2 et som skulle ta seg av leveranseproblemer med utviklingssjef, produksjonssjef og lille meg medlemmer. Vi fikk kort leveringstid og det ble jobbet natt og dag for å komme frem til anbefalinger som teamene mente var gode løsninger.

Team 2/leveranse jobbet effektivt og produserte 15 flippover som beskrev problemene og ikke minst løsningene. Lille meg fikk jobben med å presentere saken for AD med følge. Selv om både Hurlen og jeg er vestlendinger, og snakket samme språk, ble presentasjonen en katastrofe. Lille meg, som den gang var driftsingeniør, kom gjennom første flippover, men så kom den velkjente trommelyden og et bestemt «sett deg». Etterpå kom kommentaren om at dette var den mest pessimistiske fremstilling han hadde hørt! Kanskje hadde han rett, men dette var sannheten uten rosenrødt omslag. Hendelsen var nok opptakten til at de to produktgruppene, datasystemer og industriell elektronikk, ble slått sammen til en divisjon, Datasystemdivisjonen. Produktlederne forsvant ut over sidelinjen, og inn kom ny divisjonssjef fra Sintef. Selv om min historie er ca. 40 år gammel er den fortsatt levende. Og Hurlen står fortsatt for meg som en dyktig og fremtidsrettet industrileder som la grunnlaget for dagens industrieventyr i Kongsberg.

Einar Aadahl forteller:

En nattlig episode

På Eriksberg i Gøteborg var det i skjærebrennerhallen litt spesielle arbeidsforhold. Styresystemet og Aristo kontrollmaskin var installert i 5 etasje, mens skjærebrenneren sto i første etasje. Her opplevde vi at styresystemet hadde endel periodiske feil, og driftsavdelingen ba oss jobbe om natten, slik at de kunne arbeide tilnærmet normalt på dagtid. Mellom 1. og 5. etasje benyttet vi en stor vareheis i huset. Denne vareheisen stoppet midt på natten for 2 av ingeniørene på forskjellige oppdrag og tidspunkter. Begge måtte overnatte i heisen da kontakt med vakt ikke kunne oppnås, men etter siste episode ble telefon installert i heisen. Det viste seg også at støy fra denne heisen var årsak til at skjærebrenneren skar ut.

Ei halv ei til besvær

På vei hjem fra oppdrag fikk en kollega lyst til å ta med seg en halv flaske cognac mer enn tillatt kvote. Denne hadde han stukket inn på innerlommen og etterfylt den med vann på Kastrup slik at den ikke skulle klunke. Det gikk imidlertid galt på Fornebu. På vei ned flytrappen sprakk flasken og vår kollega luktet ikke spesielt bra. På vei ut fikk han en rekke spørsmål som ga ham skikkelige forklaringsproblemer.

Støy på nettet

I enkelte verkstedmiljøer kunne støy på nettet gi oss problemer ved installasjon av vårt utstyr. En av ingeniørene hadde derfor som fast prosedyre å studere forholdene nøye før han startet installasjonen. Hans utsagn var klar tale: ``Her er det mye støy, så her blir vi lenge``.

Sjefen bestemmer

Direktør Hurlen deltok ikke sjelden når KV's NC produkter skulle vises kunder. Han var også tilstede på en utstilling hvor tegnemaskinen ble vist frem til en potensiell kunde. Den som demonstrerte ga kunden alle tekniske detaljer. Direktør Hurlen kompletterte med å si at maskinens hastighet var hele 30 meter per sekund. Den som demonstrerte tok seg den frihet å rette på direktøren og sa at jo den gikk hurtig, men det var 30 meter per minutt. Da kunden hadde gått kom Hurlen bort til ingeniøren og sa: Når jeg sier hastigheten er 30 meter per sekund så er den 30 meter per sekund!

Statskupp i Hellas

Kun et fåtall ganger var det å representere KV en ulempe som en av ingeniørene opplevde. Som kjent gjorde en militærjunta statskupp i Hellas våren 1967. Samme dag som kuppet ble startet kom en av ingeniørene til Athen for å installere et Cern-bord. Fra flyplassen tok vedkommende en piratdrosje i retning kunde. Drosjesjåføren kjørte som en villmann og de ble derfor stoppet av trafikkpolitiet. Da politiet så at det stod Våpenfabrikk på verktøykofferten fattet de umiddelbar mistanke og ved-kommende ble tatt med til hovedpolitistasjonen og fraktet gjennom byen med hylende sirener til umiddelbart avhør. Han slapp imidlertid ut etter noen timer, etter at kunden hadde bekreftet hvilken type jobb som skulle utføres.

Hvor stor er en pi?

Arbeidsforhold og samarbeid med Messers ingeniører må stort sett sies å ha vært veldig bra. Men enkelte ganger hendte det episoder som gjorde forholdet tidvis noe spent. En slik episode var nede hos Blohm und Voss hvor man skulle gjennomføre en distansetest og hvor det praktiske resultatet ikke stemte med fasit. Dette førte naturlig nok til en ganske lang og opphetet dialog mellom Messers og KV's tekniske personell om hvor feil og ansvaret lå. KV's ingeniører hevdet at omkretsen på et av drivhjulene på skjærebrenneren var for stor, og at den måtte ha blitt beregnet feil. Teorien ble underbygget med at man trolig hadde benyttet en «pi» (3,14...) med for få siffer bak komma. Dette viste seg å stemme, og stemningen bar noe preg av dette.

Oddvar Kaasa forteller:

SM4 CNC 500 fir Italcantieri

Italcantieri var en gruppe av skipsverft i Italia som var en betydelig kunde. Hvor mange verft de hadde rundt om i Italia husker jeg ikke, men det var mer en 5. Det som var av stor interesse for oss var at de hadde en viss sentralisering når de galt metodevalg og innkjøp. Hvor mange tegnemaskiner og

skjærebrenner-styringer de hadde, husker jeg ikke, men det var mange; sikkert minst 5-6 store tegne-maskiner og 10-15 styringer. En meget sentral person, særlig på teknisk side, het Viergelietti. Det var således viktig å informere han om tekniske nyvinninger. På styringssiden hadde vi de gode gamle CC2 og CC4. En nyvinning var da vi begynte å bruke SM4 i styringene, noe vi selvfølgelig måtte informere herr Viergelietti om. Han ble følgelig invitert til Kongsberg og ble behørig oppvartet. Del av denne oppvaringen var at jeg inviterte han hjem til meg på spekemat og tilhørende øl og akevitt! I tillegg til den italienske delegasjonen, jeg tror de var tre stykker, med herr V. som sjef, var vi tre "KV-folk», en av dem var sjefen vår, Børre Ulrichsen. Etter hvert begynte stemningen å bli heller løssluppen, og særlig Børre var ivrig etter å fortelle hvor fantastisk denne SM4 computeren var. "You understand, Mr. Viergelietti, that this SM4 is built according to military specifications. In fact, it can be dropped from 4 meters down to a concrete floor, and it will still work!" Herr V. lyttet høflig, så på Børre og svarte (han lot seg sjelden opphisse og snakket sakte da engelsken ikke var 100 %): "But Mr Ulriksen, we plan to install it in a nice quite room, even with air condition, will it work there?"Jeg mener å huske at jeg umiddelbart skjenket mer akevitt! (Slik jeg kjenner Ulrichsen vil han ikke ha noe i mot at denne historien nevnes!)

"Krig I" med Messer

En annen historie med Italcantieri var jeg alene om. Bakgrunnen var at de skulle kjøpe nye skjære-brennere, 5 stykker. Vi visste at Messer var foretrukket på brennersiden. Videre var det på denne tiden at Messer hadde sin nyutviklede MG16 styring klar og presset på for å få den inn i dette prosjektet. Hvordan prisingen fra Messer var, visste vi ikke, men de hadde sikkert" lagt på" våre styringer, og samtidig redusert prisen på MG16! Vi var blitt kalt inn "på teppet" til en meget høytstående person i Italcantiere systemet, og jeg, som da hadde denne kunden, var blitt sendt ned og satt nå på SJEFENS kontor, og må innrømme at jeg svettet litt! På forhånd hadde de bedt om tilbud direkte fra oss på disse 5 styringene. Jeg mener å huske at basisversjonen kostet 249 000, men med de forskjellige tilleggs-funksjonene kom de opp i ca 300 000 pr stk. Dette var ca 1977-78. (Da var prisindeksen ca 30, i dag er den ca 130, altså ca 4.5 gangen!!). SJEFEN satt bak sitt brede skrivebord med telefonen i hånden, og jeg satt rett foran han. Mine italienskkunnskaper var (og er) meget begrenset, men jeg forstod at han hadde Messer på tråden! Han snakket i telefonen og fikk sikkert gode svar, så henvendte han seg til meg og vi diskuterte, lite teknikk (det kunne han lite av tror jeg), men betingelser og penger kunne han mye om! Jeg hadde selvfølgelig retningslinjer mht. priser, og denne gangen holdt det! Etter en del fram og tilbake la han bort telefonen, reiste seg opp og rakte meg hånden! Ikke alle salgsframstøt var like vellykket!

"Krig II" med Messer

En historie var med Lisnave i Portugal. De var også mitt ansvar. De hadde fått tilbud på styringer, jeg husker ikke hvor mange, men mer enn 3, og muligens tegnemaskin, det husker jeg ikke. Jeg mener å huske at det var Messer som skulle levere maskinene, og de hadde nå sin MG16! De hadde fått det veldig travelt, og vi hadde fått beskjed om å møte opp i Lisboa. Det var litt dumt at jeg på dette tidspunkt var i Brasil! Tore Thorbjørnsen kontaktet meg og sa at jeg umiddelbart måtte reise til Lisboa og møte han der! Denne gangen kom vi nesten ikke i diskusjon engang, Messer hadde lurt oss! Kanskje Tore husker mer av dette?

Spantemerker

Så til en av våre største kunder, Astilleros de Espanoles. (Astilleros betyr skipsverft!) Denne gruppen hadde verft bl.a i Bilbao, Valencia, Cadiz og Sevilla. Jeg hadde forøvrig min første opplæringsrunde sammen med Bjørn Husemoen til disse verftene våren 70, og fikk etter hvert ansvaret for å følge dem

opp etter det. Hovedkontoret var i Madrid og her var bl.a. installert stor tegnemaskin og regnesenter der Autokon var operativt. Autokon var programvare for "design av båter" for å si det enkelt. Det var SRS (Shipping Reaserch Services) som markedsførte dette. Det var mange salgsframstøt der SRS og KV (Datadiv) samarbeidet. Jeg var ofte sammen med en kar som hetter Per Tore Santi. (Vi hadde mye moro også!). Men tilbake til Astilleros de Espanoles. En svært sentral peson p på hovedkontoret var en Fransisco Fernandes Gonzales. Han hette faktisk det. Han var en virkelig flott type. Høy, slank og mørk! Jeg husker jentene på avdelingen sukket når han var på besøk og gikk gjennom lokalet!! Og han var på besøk flere ganger. Hvor mange styringer og tegnemaskiner de hadde husker jeg ikke, men sikkert 4-5 tegnemaskiner og kanskje 8-10 styringer (CC2 og CC4). Vi hadde et program som hette Spantemerkeren. Jeg tror det er riktig å si at det var en av babyene til Rolf Kristiansen! Hensikten var å tegne en kurve på et spant og så bøye dette spantet slik at det som var en kurve ble en rett linje! Da hadde nemlig spantet fått riktig fasong. Som nevnt vår venn Francisco Fernandes Gonzales var på besøk og ble interessert i dette programmet. Og som den gode kunden han var, ble vi enige om at han skulle få med seg systemet for å teste det ut p på ett av vertene i gruppen. Programmet var på HULLKORT, og han fikk med seg hele bunken av kort. Han fortalte etterpå, at da han kom på flyplassen i Madrid på vei hjem ble han stoppet i tollen. Tolleren lurte på hva denne pakken med kort var, var de noe av verdi? "Nei, langt i fra!" sa vår venn, "de er helt verdiløse, ***dessuten er det jo hull i dem!*** *Så vidt jeg husker kjøpte de Spantemerkersykkelen senere! Hva dette er for slags sykkel får de som er interessert spørre Rolf Kristiansen om. Han kan det best!*

På tur i Polen

Vi hadde laget en programeringsstasjon, hette den PC 200? Denne skulle vi på "turne" med rundt i Europa. Det var lagt opp som en "stafett" med startet fra Kongsberg til Polen med første stopp i Poznan videre Warszawa og Krakov. Så til Tsjekkoslovakia, Praha, Poznan. Dette var min "etappe". Deretter tok andre over i Østerrike, videre til Tyskland, Italia og Frankrike. Vi leide en liten lastebil og fikk satt en campingvogn på lasteplanet der vi installerte systemet, det var basert på en PDP 11/34 tror jeg, sofagruppe, kjøleskap! Etc. Jeg husker da jeg skulle ta ferja fra Ystad over til Svinoutcy så ble jeg plassert på bordet reservert for trailersjåfører! Vi hadde egen servering og alt var gratis! Bare dumt at jeg skulle kjøre dagen etter! Husk at dette var lenge før Murens fall. Det var svartebørs, du kunne diskutere deg ut av det meste, bl.a. med politiet og dersom du kjøpte 3 retters middag med vin og konjakk ville det koste mellom 10 og 15 kroner!! Men det jeg vil fortelle skjede meg midt i Warszawas trolig største i rundkjøring. Jeg mener å huske det var 4 kjørebaner. Jeg var usikker på hvilken fil jeg skulle velge. For sent skjønte jeg at jeg hedde valgt feil, og måtte bytte midt i runden, hvilket ikke var lov! Umiddelbart dukket en politimann opp og stoppet meg midt i rundkjøringen. Annen trafikk stoppet også. Politimannen var i utgangspunket veldig bøs. Jeg inn-rømmet med en gang min feil, men da han ble klar over at jeg var norsk, ble han straks litt mer medgjørlig. Jeg mente han kunne komme inn i bilen slik at vi kunne diskutere saken. Etter hvert beklaget han at han ***måtte*** *gi meg en bot. Den ble satt til noe som tilsvarte vel 1 dollar! I og med han var hyggelig tenkte jeg at han kunne få 2-3 flasker (miniatyr!!) akevitt! Han ble veldig fornøyd. Han gikk ut av bilen, stoppet all trafikk og dirigerte meg ut av rundkjøringen.*

Flyseminar med nogo attåt

En annen historie fra Polen er da vi skulle holde flyseminar. Jeg hadde gjort avtale med våre venner som hadde kjøpt en stor tegnemaskin og SM4 med 64 K! Videre hadde de NMG (Numerical Master Geometry programvare) Malcom Wood var med som spesialist. Avtalen var at de skulle arrangere alt og sørge for middag om kvelden, vi skulle sørge for drikke, dvs vestlig bennevin! Det var ca. 30 mennesker tilstede. Vi hadde avtalt alt med den norske ambassaden og en handelsattache kjørte oss

sammen med spriten. Vi hadde ca. 25 flasker med konjakk, gin og whisky! (Prisen vi betalte var 12 kr pr flaske!) Dette overleverte vi til vertskapet ***og vi så det aldri igjen!!*** *Ved middagen var det nemlig satt fram en flaske vodka (½ liter) ved hver kuvert! I tillegg øl etc. Jeg ser ingen grunn til å skildre videre, men det var en vellykket middag!*

Knut Henrik Skramstad forteller:

Håndsydde kjernehukommelser og upålitelige halvleder-hukommelser

De første datamaskinene hadde hurtighukommelse av håndsydde ringkjerner. Disse var dyre og kunne være vriene å reparere, med sine små ferrittringer, skrivetråder, lesetråder og vmagnetiseringstråder. Noen år senere kom halvleder-hukommelsene. Enklere og raskere. Intel lå i front og vi var med! Men…

Nå viste det seg at disse hukommelsene ikke var pålitelige, selv med innebygd "error correction code". «Enere» gikk over til «null» uten forvarsel og styringene med disse gikk berserk. Dette skyldtes lekkasje pga. ureint halvledermateriale, noe Intel i begynnelsen ikke ville vedkjenne seg.Vi var «leverandør til Oljedivisjonen» som brukte disse i DP-systemene (Dynamisk Posisjonering). Båter med slike upålitelige Dynamiske Posisjoneringer var livsfarlig for dykkere. Poenget var jo at båten skulle holdt sin posisjon under dykkeoperasjonen og ikke skjære av sted. Dykkeren måtte stole på at båten befant seg over ham.

Lars Tveit og undertegnede dro med brev fra AD til Silicon Valley i California for å «stramme opp» Intel. Noen sa at vi kanskje ville treffe grunnleggeren Robert Noyce, en halvleder guru.

Stor var overraskelsen da vi ble møtt av en brystfager blondine på flyplassen den kvelden vi ankom. Hun tok oss med til en restaurant på toppen av en høy bygning der vi hadde flott utsikt over Silicon Valley. I resepsjonen neste dag ble vi møtt av en relativt ung mann fra markedsførings avdelingen. Vi fortalte om hvorfor vi hadde kommet, men han var tydeligvis ikke interessert. Han viste oss sin ordrebok. Vi ble vurdert etter hvor mye vi kjøpte og det var meget beskjedent, sett i forhold til Intels omsetning.

Etter noen telefoner hjem til sentrale personer forandret det hele seg. Oljeselskapet Mobil kontaktet Intel og fortalte at Norge hadde funnet olje utenfor kysten. Intel måtte ta Kongsberg Våpenfabrikk høytidelig som en betydelig norsk industribedrift, også med hensyn til oljeleiting. Dette førte til at flere av INTELs dyktigste ingeniører/forskere kom over til Norge, inklusive «skitur» på Blefjell i påsken med nistepakke og termos. At en av Intels noe solide ingeniører med lånt skibukse klarte å sprenge sømmen i buksa ved at han bøyde seg fremover inne på fjellet er også noe en vil huske.

Skjærebrenner-leveranse med elektrisk støykilde

Ledelsen ved skipsverftet i den lille byen Anan i Skottland var fortvilet. De hadde hatt en brann i sin gamle skjærebrennerstyring og lå etter planen mht. leveranse av en stor dampkjele? til en plattform i Nordsjøen. Deres eneste mulighet var nå å få vår NC200 med plasmakutteren fra Kjellberg-Eberle til å virke. Den var nettopp installert.

Plasmakutting var nytt for vår styring og med 30 000 volt i lysbuen var det en formidabel støykilde. På Kongsberg hadde vi testing med gnistpistol på bare 6000 volt. Under oppstartmøte i styrerommet, som

var dekket med bilder av stabelavløpninger og tidligere direktører, ble Vidar Sørum og jeg fortalt at vi ikke fikk forlate verftet før feilen var fikset!

Vidar hadde lomma full av små brune avkoplingskondensatorer (RC-ledd for støyavkopling). Det måtte ha vært på høst eller vinter for vertsfolkene hadde fylt en tønne med glødende kull som vi kunne varme oss på utover kvelden. Styringen mener jeg var plassert under et blikktak ikke langt fra brenneren. Jeg var hånd-langer for Vidar som stod bøyd inn i styringen og lokaliserte støy med oscilloskopet. Vi holdt på til seint på natt og Vidar nevnte at det skulle smake med et varmt bad på hotellet. Neste dag dukket en representanten fra Kjellberg-Eberle opp, en mann ved navn Strauss. Etter hvert fikk Vidar styringen til å virke og vi kunne dra hjem.

Ulykken ved Fredrikstad mekaniske verksted

I en periode ble kretskortene bygd med sokler. ICs med sølvbelagte bein ble plassert i disse soklene på kortene. I verkstedmiljøene var det ofte sulfider i lufta fra smøreolje, kjølevæske, mm. Det ble derfor over tid dannet et mørkt ikke ledende sølvsulfidbelegg på IC-beina i soklene. Styresystemer med slike løsninger kunne være livsfarlige.

En av dreiebenkene ved Fredrikstad mekaniske verksted hadde en slik styring levert fra KV. Under dreiing fikk en av IC-ene en kontaktfeil på et av beina i sokkelen. I dette tilfelle førte det til at et 23 kg tungt arbeidsstykke av jern ble slynget ut i verkstedet etter å ha gått gjennom glasset som beskyttet operatøren for kjølevæske og spon. Operatøren ble truffet i skulderen men slapp fra ulykken med et kortere sykehusopphold. Han fikk blomster og beklagelse av oss.

Tor Killie og undertegnede fant kilden til feilen. Vi demonstrerte uhellet for bedriftsledere med et arbeids-stykke av isopor. Fredrikstad mekaniske verksted ble etter hvert mer positive til oss og anskaffet to av neste generasjons CNC styringer med loddede komponenter på tolagskort.

Eksempel på krise i leveransefasen

Datadivisjonen hadde lovet leveranse av 50 nye CNC 2000 til maskinleverandøren KTM, (Kearney & Trecker Marwin) i Brighton til en viss dato. Datoen kom, men vi var ikke ferdig med utviklingen. Det var mye prestisje i dette, så vi startet leveringene med håp om å få programvaren i orden til samkjøringen for alvor tok til. Det gikk nesten!

Men etter som kundene begynte å ta systemene i bruk startet problemene. Ikke bare ble det problemer overfor KTM, men også stridigheter mellom serviceavdelingen i England og på Kongsberg. Sammen med divisjonssjef Per Hovde dro vi til Brighton. Dette var før laptoppens tid, så i en papphylse hadde jeg med flip-over ark. Disse skulle vise MTBF-utviklingen for installerte systemer (Meantime Between Failure). KTM hadde alliert seg med en statistikk-kompetent kar fra Cambridge som skulle se på mine grafer og vurdere signifikans mm. Divisjonssjefen og jeg fikk mye kjeft. Selv om grafene pekte den rette veien var det for dårlig. KTM reklamerte og styringene ble seinere solgt til en annen verktøymaskinprodusent.

Det jeg husker meget godt var de ansatte ved KMTs evne til å skille mellom arbeide og fritid. På kvelden var de verdens hyggeligste folk. Spesielt godt husker jeg besøket i servicesjefens sauna i en sandhaug (gammel bunkers) utenfor privathuset. Han hadde ringt hjem og fått kona til å slå på ovnen tidlig på dagen. Der var det varmt. Det var en slags konkurranse om å sitte lengst. Jeg tapte. Svette stod vi i Adams drakt på plenen og spruta på hverandre etter tur med hageslangen. Etterpå var det krepsehaler og hvitvin i lånt badekåpe på stuegulvet med TV-spill.

Kjell Bråten forteller:

Bleieskift

Vi hadde etablert et Englandskontor som kjente den engelske forretningskulturen betydelig bedre enn vi på Kongsberg. I England var det viktig å vise framdrift og vi ble «beordret» av våre kollegaer i Maidenhead til at vi måtte komme i gang med installasjon hos verktøymaskinleverandøren KTM (uansett hvor mye som manglet). Dette førte til at HW ble sendt over og når vi trodde at noen funksjoner kunne vises, måtte vår ingeniør reise over med sin system tape og starte installasjonen. En av våre ingeniører var nettopp blitt pappa og det endte med at han sammen med mor og barn reiste til KTM for å installere et styresystem. Noen dager senere fikk jeg telefon fra Arthur Abel, ved Englandskontoret. «Det er greit at vi gjør hva vi kan for å komme i gang med installasjon hos KTM, men fagforeningen hadde sendt inn klage på at bleieskift på en baby ble foretatt på et rundbord på en KTM verktøymaskin ute i verkstedet».

Arne Løberg forteller:

Elektronikk og varme stålplater

En skjærebrennermaskin er en stor og tung maskin. Et skjærehode er montert på en vogn ute på bjelken som går fra høyre til venstre ben. Oppgaven for styresystemet er å posisjonere skjæreflammen eksakt langs den programmerte banen. Et servosystem driver maskinen framover. Det å forflytte en så stor og tung maskin, ofte på flere tonn, krever mye av servoene. Både feedback- og feedforward-løsninger ble benyttet. Det var imponerende å se hvor fine skjæreflatene ble og hvor nøyaktig skjærestrålen kuttet platene. Med styrt dreining av vinkelen på skjærehodet, kunne en variere vinkelen på skjæreflatene for å få en god sveisefuge.

Vi leverte styresystemer til både tyske og franske maskinleverandører. Disse var ofte i konkurranse med hverandre, men alle hadde Kongsberg styring. Messer Griesheim, som er en av leverandørene hadde utviklet et nytt konsept som gikk under betegnelsen «BINUMAT». Her var styresystemet fra Kongsberg integrert inne i selve maskinen. All elektronikken ble plassert i bjelken som går fra høyre til venstre ben. Bjelken går over platene som blir skåret ut. Her ble det ekstra varmt. Nye feil oppsto pga. varmen og ingeniører fra Kongsberg feilsøkte i flere måneder. Direktøren for kunden Blom & Voss i Hamburg var ikke særlig blid., men prosjektlederen fra Messer hadde nerver av stål og roet det hele ned. Sammen med Kongsberg-gutta fant vi til slutt feilen, som skyldtes oppvarmingen fra platene.

Bjørn Quistgaard forteller:

Historien om MINC, Mini Numeric Controller
Et utviklingsprosjekt

I 1973 kom første 8-bits prosessor, Intel 8008, på markedet. Kunne den brukes til enkel, "lavpris" styring for skjærebrennere? For å undersøke dette nærmere ble det foreslått et diplomarbeid ved NTH. Arne Gullbekk utførte dette og konkluderte med at det var marginalt mulig, men at prosessoren var for treg. I mellomtiden hadde Intel startet markedsføringen av 8080, en videreutvikling av 8008. 8080 har 8 bits databuss 16 bits adressebuss. Det ble besluttet å starte et prosjekt for å utvikle en enkel styring basert på Intel 8080 mikroprosessor for å erstatte optisk styring av små skjærebrennere.

For å få til dette, ble det antatt at verkskost måtte være under 20 000,- kroner, hvorav elektronikk kr. 6000,-.

Spesifikasjoner

- *Hullbånd, 8 kanaler ESSI eller EIA format med rettlinje- og sirkel interpolasjon*
- *Programmeringsinkrement 0,1 mm*
- *Interpolasjonsnøyaktighet +/- 0,6 mm fra eksakt sirkelbue*
- *Hastighet 0 - 3000 mm/min, "rapid travers" 5000 mm/min*
- *Maksimum parameter 1,6 m*
- *Retardasjonskontroll, automatisk ved vinkler større enn 10 grader mellom 2 kurveelementer og ved stopp.*
- *Fugekompensasjon (verktøykompensasjon), 0 – 6 mm. Størrelse satt fra panel og programmert på/av fra hullbånd.*

Programmerbare hjelpefunksjoner fra hullbånd:

ESSI (EIA) format
0 (m02) – Stopp
5 (m00) – "Rapid travers" på
7 (m48) – Oksygen på
8 (m49) – Oksygen av
17 (g08) – Akselerasjonskontroll på
29 (g41) – Fugekompensasjon venstre
30 (g42) – Fugekompensasjon høyre
38 (g40) – Fugekompensasjon av

Det var viktig å få et kompakt og kostnadseffektivt system. Vi valgte derfor å lukke servosløyfen ved å ha tilbakekopling fra skjærebrenneren direkte inn i styringsenheten og plassere styringsenheten på skjærebrenneren. Videre ble det bestemt at MINC 100, som den ble "døpt", skulle bygges inn i en standardisert boks og selges OEM som en komponent til produsenter av skjærebrennere.

Prosjektet var et samarbeid mellom SI (Sentralinstituttet for Industriell forskning) og KV (Kongsberg Våpenfabrikk). SI´s Kostnader ble dekket av innbetalt royalty for bruk av ESSI-kurvegeneratoren (hard wired) som var brukt i skjærebrennerstyringer og tidlige utgaver av tegnemaskin- og verktøy-maskinstyringer. KV´s kostnader ble dekket av KV´s interne budsjett.

Faste prosjektmedarbeidere var:

SI: Trond Høvde
KV: Bjørn Quistgaard, prosjektleder
Helge Dillekås, Arne Gullbekk, software
Ove Bergerud, servo
Terje Thorkildsen, elektro
Øystein Løvsletten, mekanikk
I tillegg fikk vi hjelp av spesialister på SI og KV

Det ble på et tidlig tidspunkt bestilt noen viktige og tidskritiske komponenter; prosessor 8080, RAM (Random Access Memory) og PROM (Programable Read Only Memory). Disse komponentene var meget kostbare. Eksempelvis kostet 8080 2300,- kr. i begynnelsen av 1974. Det tilsvarer ca. 20 000.-

2012-kroner. Prisen på PROM var tilsvarende høy og en viktig årsak til at det ble gjort store anstrengelser for å holde størrelsen på programmene så små som mulig. Programmene ble skrevet i assembler kode. En annen grunn til å lage programmene kompakte, var å holde effektforbruket og dermed kjølebehovet så lavt som mulig. Lavt effektforbruk var meget viktig, siden det var ønskelig å plassere styringsenheten på skjærebrenneren, slik at man fikk et kompakt system hvor servosløyfen ble lukket ved at tilbakekopling fra skjærebrenneren gikk direkte inn i styringsenheten. En ulempe ved å plassere elektronikkboksen på skjæremaskinen var at den ble utsatt for et svært støvete miljø. Det ble derfor valgt å bruke en helt tett boks (uten luft-gjennomstrømning). For å få tilstrekkelig kjøling måtte boksen være større enn det som var nødvendig for å få plassert kraftforsyning, elektronikk, frontpanel og tilkoplinger slik, at overflaten for varmeovergang ble stor nok. I tillegg ble det plassert en vifte inne i boksen, slik at lufta ble satt i bevegelse. Derved ble varmeledningen gjennom veggene forbedret samtidig som faren for "hot spots" ble redusert. På tross av advarsler, var ikke alle skjærebrenner-fabrikantene med på dette. Iallfall en produsent pakket om elektronikken inn i en (for) liten boks uten tilstrekkelig kjøling – og fikk problemer.

Man regnet med å bruke samme interpolasjonsmetode som CNC2000 for verktøymaskiner. Det viste seg imidlertid at prosessoren ikke var hurtig nok til det. Man fant ut at CNC2000 brukte interpolasjon med 2 iterasjoner per sample. Men ved skjærebrenning skal retningen mellom to linjestykker aldri endres mange grader. Vi ble derfor enige om å bruke 1 iterasjon med siste retning som utgangspunkt.

Man oppdaget fort at Intel ikke hadde utviklingsutstyr for test av program annet enn ved kjøring mot en stormaskin i USA. SI brukte denne muligheten, mens KV etter hvert fikk kjøpt en testboks som var ombygd fra 8008 til 8080. Den klarte jobben fint. En annen ting, som viste seg snart, var at kretsene som skulle være rundt prosessoren for å lage et system, ikke var tilgjengelige. Det gjaldt f.eks. klokke og "businterfacer". Etter hvert som vi lagde slike, kom de også som integrerte kretser. Vi var nok litt for tidlig ute!

Sluttester av prototyp ble foretatt i slutten av 1975. Systemprogrammet krevde da ca. 5 ¼ kB PROM hukommelse, dvs. 7 pakker á ¾ k. Det syntes vi den gangen var mye! I dag vil man si det er ganske lite.

Samkjøring med skjærebrennere fra ulike fabrikanter (ESAB, SAF, KeBe, Hancock/Norgas og BOC), ble foretatt i begynnelsen av 1976, og avsluttet med visning på messe i Paris og hos skjærebrenner-fabrikanter fra begynnelsen av mai samme år. På den tiden var ordrebunken fyldig. Hvordan det videre gikk, vites ikke, men det antas at salget falt betydelig samtidig som salget av utstyr til skips-industrien falt dramatisk. Messer Griesheim, MGG, valgte å ikke ta MINC i bruk.

Hans Christian Helle forteller:

Nøff-nøff

På slutten av 1960-tallet startet KV en offensiv internasjonal markedsføring av produktene fra System-divisjonen mot forskjellige brukerområder. Selv ble jeg hyret av KV mens jeg jobbet for Boeing i Seattle for å selge numerisk styrte tegnemaskiner til bil- og flyindustri. Denne jobben brakte meg til å besøke de fleste bil-og flyfabrikker i Europa.

Tidlig på 70-tallet var det fransk flyindustri som skulle besøkes, og spesielt husker jeg besøket hos helikopterfabrikken Sud Aviation/SNIAS i Marignane i sør-Frankrike. Sammen med Tommy Tveten, som også jobbet med kunder innenfor bil- og flyindustri, skulle vi presentere våre store tegnemaskiner for en gruppe ingeniører. Vår agent i Frankrike, André Kopff, var også med, og han fungerte bl.a. som tolk og oversetter på slike møter da franskmenn på den tiden ikke var særlig gode i engelsk og vår gymnasie-fransk hadde stort sett gått i glemmeboken. Møtet kom godt i gang, og vi presenterte tegnemaskinene og de mulighetene som åpnet seg ved å ta i bruk disse sammen med dataassistert konstruksjon, noe som var helt i startgropen på denne tiden. Tommy og jeg la fram detaljene på engelsk, og André oversatte underveis. Etterhvert kom vi inn på detaljer om styringsenheten. Så vidt jeg husker kunne denne skalere tegningene fra 0,0001 til 9,9999, og dette fortalte vi da om på engelsk. André oversatte høytidelig alt vi sa. Som kjent heter tallet 9 «neuf» på fransk, og uttales «nøff», og da han kom til skaleringen lød det i våre ører derfor som «nøff nøff nøff nøff nøff». Tommy så på meg, jeg så på ham, og plutselig sprutet begge ut i latter. Det lød så komisk at vi ikke kunne dy oss, og ikke fikk vi stoppet heller. Begge to måtte løpe ut av møterommet mens franskmennene satt igjen som store spørsmålstegn.

Ute på gangen fikk vi etter en stund samlet oss, og vi gikk inn på møterommet igjen. Vi unnskyldte oss så godt vi kunne og forsøkte å forklare hvorfor vi lo, men jeg tror ikke franskmennene forsto eller hadde sansen for denne type humor. Det ble ikke noe salg ved dette besøket, og så vidt jeg vet ikke senere heller.

Martin Reggestad forteller:

Servicetur til Paris

En lørdag kveld i juni 1971 ropte min mor at det var telefon fra Paris. Jeg var på badet for å forberede meg til fest. I Paris var vi på utstilling med en pappkutter montert på en DM1215 og styresystemet var en DC300 med Honeywell miniregner. De fikk ikke systemet til å gå. Honeywell maskinen så ut til å fungere, men når de forsøkt å starte tegnemaskin fungerte ingen ting. Jeg foreslo noe som servicemannen kunne prøve, men søndag morgen kom en ny telefon fra en etter hvert fortvilet gjeng i Paris. De ønsket at jeg skulle komme. Jeg hadde billett til en tur til Berlin dagen etter, men skaffet approbasjon til å endre turen. Det ble en tur på KV for å pakke om til ny tur og nattfly til Paris. Vi var på hotellet ca. kl. 4 på morgenen. På utstillingen fant jeg fort ut at feilen måtte være i Honeywell-maskinen og service ble tilkalt. Maskinen ble fort fikset og vi kunne begynne å kjøre. Vi var på en stor tekstil-stand tilhørende Dubin Haskell Jacobson (DHJ). Et amerikansk konsulentfirma hadde laget et papirbånd-program for å kutte en liten mal. Da vi startet var det bare papirbåndet som gikk fort og maskinen bare krøyp. En undersøkelse av programmet viste at det besto av alt for mange ekstremt små rette linjer og maskinens bevegelse var et begredelig syn. Gode råd var dyre. Vi valgte å liste ut programmet på teletypen. (10 tegn/sek). De små linjene måtte samles i færre lengre linjer, men slik at nøyaktighet ble god nok. Det ble mange timer regning med papir og blyant. Dette var lenge før lommeregnerens inntog. Deretter måtte de nye dataene skrives inn på teletypen. Etter litt testing og retting av noen feil ble det vesentlig mer fart i maskinen.

Vi fikk også et eksempel på at det er penger i konfeksjon. Alle på standen og en rekke kunder totalt 106, ble invitert til en helaften på Maxim. Det ble en uforglemmelig kveld. Mitt opphold ble avsluttet med å miste 2 fly på grunn av stoppkøer i Paris.

Bjørn Haug-Hanssen forteller:

Det første møte

For en nyutdannet ingeniør var det første møtet med Våpenfabrikken i 1962 en sterk opplevelse. Vegen fra Oslo til Kongsberg var ikke så god den gangen, det var midtvinter, minus 28 og mye snø – over Askerhøgda, ned Lierbakkene, utover den uendelig lange Rosenkrantzgata, gjennom bakkelandskapet ved Torespæren, så Fiskumsletta og til slutt opp bakkene og over Basserudåsen. Endelig framme på «Feginsbrekka» ved Stertebakke, så vi byen bre seg ut nede i dalbunnen, med Våpenfabrikken til venstre. Byen ligger trangt til mellom åsene, med et ganske lite sentrum, litt på østsida og litt på vestsida av Lågen. Før de offisielt fant sølvet i 1623, var Kongsberg bare en seterdal under gårdene i Sandsvær. Senere er den blitt både bergstad og teknologiby.

Sikkerhetsklarert blir den unge ingeniøren sluset gjennom hovedporten og fulgt av en representant for personalavdelingen til administrasjonsbygget, med en imponerende trappeoppgang prydet med historiske våpen fra Våpenfabrikkens egen produksjon. Etter intervjuet var det omvisning i verkstedene for den nyansatte. Store verkstedhaller, med rader av verktøymaskiner. Plateverksted, fileverksted, montasjehaller, spesialverksteder med ren atmosfære osv. Den største verktøymaskinen var en gammel og slitt dreiebenk for store skipsaksler – den eneste i landet. På enden av verkstedhallene, mot kirkegården, lå smia, et glødende inferno av gnistrende stål når dørene stod åpne.

Pent oppstilt stod ferdige produkter, klar for utprøving eller utsendelse. Det var kanoner i utvalg, felthaubitzer, kasser med geværer, hvalkanoner, deler til Terne-raketter, drivakslinger, ei avispresse under utprøving, sagblad og ekstra blanke skiftenøkler merket 1814-1964. Våpenfabrikken skulle snart feire 150-års jubileum.

Kongsberg og KV har alltid vært «en godt bevart hemmelighet». Vi pleide å si at om vi klarte å få en nølende kunde opp til Kongsberg, ble han gjerne «slått» ut av overraskelsen over å finne en høyteknologisk industribedrift med avanserte produkter her oppe i dalen. Og skulle ikke dette være nok, hjalp det gjerne med en tur til Bolkesjø med middag og utsikt til fjellene i Telemark, eller en festlig kveld i gruvene.

Ansettelsen

Jeg ble ansatt mens jeg fortsatt arbeidet med "diplomen". Det skjedde etter en rekrutteringsrunde Avd U hadde ved NTH høsten 1962. Tilbudet jeg fikk fra KV gikk på: "Analyse og syntese av digitale styringssystemer". Jeg forsto ikke helt hva det betød, men syntes det hørtes eksotisk og spennende ut. Det viste seg at arbeidsoppgavene omfattet mye som vi ikke hadde lært på NTH: Bools algebra, digitale kretser, trykte kretskort, transistorer, etter hvert også mikroprosessorer, servoteknikk og datamaskiner. For eksempel var ikke transistorer og sifferteknikk ennå blitt pensum på NTH, og i hvert fall ikke datateknikk.

Messer-Griessheim

Markedssjef Hans Hirschberg ("Hanssemann") var en imponerende skikkelse. Tykk og rund som bare en matglad tysker kan være. En gang hadde vi forhandlet i 3 dager, og omsider kommet fram til en ganske omfattende løsning for videre samarbeid. Vi var slitne og de fleste av oss var usikre på hvordan det hele var blitt. Ved møtets avslutning, fant Hirschberg fram en diktafon. Nå var det referatet. Han leste inn punkt for punkt hva vi hadde diskutert og hva vi hadde kommet fram til. Etter

hvert punkt stoppet han diktafonen og spurte om vi hadde noe å tilføye. Men alt var krystallklart, så det hadde vi ikke. Han fortsatte flytende til siste punkt, og summerte opp. Noe mer? Nei. Referatet var uten plett og lyte, diktert uten notater. Vi var mektig imponert.

Kjellberg-Eberle

Direktøren for Kjellberg-Eberle kalte oss en dag inn på sitt kontor. Strauss het han. Det var noe han gjerne ville fortelle oss: "Jeg vil at dere skal vite, at jeg under krigen (2. verdenskrig) gjorde ting som jeg i ettertid angrer sterkt på. Jeg var ung og dum den gangen. Jeg ble med i SS, ble etter hvert offiser og var med på mye. Etter krigen ble jeg dømt. Jeg har tatt min straff og har prøvd å gjøre opp for meg, men jeg har en fortid som jeg ikke kan løpe fra. Jeg vil gjerne at dere skal vite hvem jeg er". Vi hadde hørt rykter om hans fortid, men det var greit å få det bekreftet fra ham selv. Vi respekterte ham for det.

Schicken Sie uns bitte…

Jeg husker en gang at det kom en heftig telex til adm.dir. Hurlen fra toppledelsen for skipsverftet Bremer Vulkan med trussel om dagsbøter og kansellering. Vi hadde et anlegg under installasjon der, men hadde problemer med å få det i orden. Verftet stod i fare for å miste et større skipsbyggeoppdrag. Telexen sluttet med: "Schicken Sie uns bitte Herrn Haug-Hanssen". Jeg var ikke høg i hatten da jeg ble kalt inn på kontoret til Hurlen for å gjøre rede for saken. En time senere var jeg på veg nedover med oscilloscope, reservedeler og tannbørste. I slike tilfeller stod KV-biler med sjåfør klar og tok oss til Fornebu. Gunvor Mohagen ordnet billetter.

Et stort land

Myndighetene i et arabisk land ønsket en 2600x3700 millimeter stor tegnemaskin til produksjon av kart. På spørsmål om de virkelig trengte så store kart, var svaret at vi måtte forstå at de hadde et stort land.

Å spise middag i Dallas

Amerika er mangfoldig. En gang besøkte jeg Texas Instruments i Dallas. De hadde sitt hovedkontor ved et motorvegkryss utenfor selve byen – 40.000 ansatte i ett anlegg. Like i nærheten var det en liten forstad, der jeg en kveld skulle få noe å spise. Langs den ene siden av hovedgaten lå det flere spisesteder. Jeg gikk inn på et, fikk bord og bestilte det jeg skulle ha. Men da jeg ba om noe å drikke til, var beskjeden at det hadde ikke de. Men på andre siden av gaten lå en Liquer Store. Proseduren var da at en først gikk in på «polet» og kjøpte det en trengte, fikk flasken pakket i en brun papirpose, så ingen skulle se hva det var. Gikk så over gaten til restauranten, betalte kelneren én dollar for å låne et glass. Kelneren skjenket i og vi var klar til å bestille. Forklaringen var at byen var delt i flere bydeler. Det gikk en grense midt i hovedgaten. Bydelsutvalget på den ene siden hadde vedtatt å si nei til skjenkeløyve og salg av sterkere drikker, mens bydelsutvalget på den andre siden hadde sagt ja. Det virkelige Amerika er ikke alltid det vi ser på fjernsyn og film.

Forsøkt vervet

På oppdrag bak jernteppet, bli vi godt passet på. Kanskje ble vi tipset om hvem vi måtte være oppmerksom på, kanskje måtte vi bare gjette. Det kunne hende at telefonen ringte midt på natten, der en stemme vi kjente, eller kanskje ikke, stilte merkelige spørsmål. Et par ganger ble det forsiktig nevnt at jeg kanskje kunne være behjelpelig med litt informasjon som kunne være nyttig for samarbeidet mellom våre to land.

Reise i Øst-Tyskland uten visum

En kveld ble jeg oppring på hotellet i Hamburg. Det var pinseaften og jeg var på veg hjem til Kongsberg. En person jeg ikke kjente, ba meg neste dag sette meg på toget til Leipzig. Jeg hadde ikke visum, men på grensen ville det ligge et telegram som ga meg fritt leide i Øst-Tyskland. Etter litt strev, fikk jeg klarert med Kongsberg at dette var greit. Neste dag passerte jeg grensen uten andre papirer enn telegrammet. Overalt hvor jeg henvendte meg langs reiseruta var jeg ventet. Det er bra med «mæktige vænna».

En annen gang kom Messers mann og jeg fra Frankfurt til den øst-tyske grensen med privatbil. Det var hans bil. Jeg hadde ikke fått ordnet visum på forhånd og var litt usikker på om de ville slippe meg igjennom. Det gikk jo så mange historier. Etter å ha kjørt gjennom en labyrint av små betongbunkere utstyrt med maskingevær og en masse piggtråd, kom vi inn til en liten plass med tollkontor. Der holdt tollere og grensepoliti på å demontere en bil. Alt løst var tatt ut og lå strødd utover plassen. De så vel etter smuglergods. Messers mann hadde hele baksetet fullt av nylonskjorter, nylonstrømper, sigaretter og annet snadder fra Vesten. Helt åpent. Jeg var ganske engstelig, men Messers mann tok det hele med ro. Han snakket muntert med tollerne og delte ut sigaretter og et par nylonskjorter. Ti minutter senere hadde jeg visum og vi dro videre ut gjennom labyrinten på den andre siden. Den andre bilen sto igjen og var fortsatt til behandling. Messers mann hadde snakkegaver og freidighet ut over det vanlige.

CoCom i praksis

CoCom-reglene var til mye bry og skaffet oss mye ekstraarbeid, men var sikkert både nyttig og nødvendig. Et eksempel fra Leipzig. Bedriften Volkseigener Betrieb (VEB) Schwermachinenbau Verlade- und Transportanlagen hadde kjøpt en Messer Griesheim plasmaskjærebrenner for 30 cm panserstål, med KV styresystem og tegnemaskin. Jeg ble kalt ned i pinsen for å få maskinen i gang. Servicemannen vår hadde problemer med styresystemet. Folk i bedriften hadde helgefri, men vi ble godt passet på av en Volkspolizei med hjelm, høye støvler og maskingevær. En dag han var ute et ærend, dristet jeg meg til å se meg om i lokalet. Bak en presenning som delte rommet, stod det oppstilt en rekke militære tanks. Det var nok ikke bare heisekraner de laget der. 30 cm panserstål egner seg godt i buken på stridsvogner. Bedriften hadde gitt garanti for at formålet var rent sivilt.

VEB Schwermachinenbau Verlade- und Transportanlagen (VTA), Leipzig.
En gang en stor og velrennomert bedrift med flere tusen ansatte. Viktig kunde for avansert Messer plasma-skjærebrenner med KV styring og KV tegnemaskin. Bedriften etablert 1874, nedlagt 1993.
Det var ingen etterspørsel etter deres varer og tjenester i det nye Tyskland. I dag ligger bedriften i ruiner…
Foto: Zazzle Inc./Sperrzone.

TILLATELSE

Til Bjørn Haug-Hanssen

Utdrag av og henvisninger til NTVA-rapporten kan benyttes vederlagsfritt under forutsetning at det henvises til kilden.

Med hilsen:

Hein Johnson
Secretary General/generalsekretær, NTVA
Norges Tekniske Vitenskapsakademi
Norwegian Academy of Technological Sciences

Lerchendal gård, NO-7491, Trondheim, Norway
Tel.: (+47) 73590863, Fax.: (+47) 7390830
e-mail: hein.johnson@ntva.ntnu.no
www.ntva.no

From: Bjørn Haug-Hanssen [mailto:bhhansse@online.no]
Sent: Wednesday, March 09, 2011 10:57 AM
To: ntvamail@ntva.ntnu.no
Subject: Numerisk styring

Til rette vedkommende

Jeg viser til NTVA-rapport 1-2005: "Numerisk styring i norsk forskning og verkstedindustri"

Vi er en gruppe tidligere ansatte ved Kongsberg Våpenfabrikk as, som arbeider med en historiebok for bedriftens Utviklingsavdeling, tidligere Avd U, særlig perioden 1955-1980.

Jeg har påtatt meg å skrive litt om numerisk styring og tegnemaskiner, kanskje også litt om datamaskiner. I arbeidet med det første, er det naturlig å støtte seg til boken til Sødahl og Brataas. Historieboken for Avd U er ment å gi litt bakgrunn for prosjektene, sivile og militære, hvordan de oppsto, om forskningsarbeidet, industrialiseringsprosessen, kunnskaps- og erfaringsoverføring, de strategiske valg, og hvilke verdier som er tatt med videre.

Jeg ber om å få lov til å bruke utdrag av NTVA-rapporten vederlagsfritt i dette arbeidet. Jeg regner med å måtte redigere og tilpasse biter av teksten. Det vil bli referert til rapporten der dette er naturlig, og i egen liste.

Med vennlig hilsen
Bjørn Haug-Hanssen
Tidligere utviklingssjef for industrielle systemer

VEDLEGG

Vedlegg 1: NUMERICAL CONTROLL

Vedlegg 2: STARTEN PÅ NC/CNC-UTVIKLINGEN PÅ KONGSBERG VÅPENFABRIKK

Vedlegg 3: TEKNOLOGI FOR TEGNEMASKIN OG NUMERISKE STYRINGSSYSTEMER

Vedlegg 4: PRODUKTHISTORIE SETT FRA SERVICEAVDELINGEN

Vedlegg 5: LITTERATURLISTE

VEDLEGG 1

NUMERICAL CONTROL

Fra Wikipedia, den frie encyklopedi
http://en.wikipedia.org/wiki/Numerical_control

Summary

Numerical control (NC) refers to the automation of machine tools that are operated by abstractly programmed commands encoded on a storage medium, as opposed to controlled manually via handwheels or levers, or mechanically automated via cams alone. The first NC machines were built in the 1940s and 1950s, based on existing tools that were modified with motors that moved the controls to follow points fed into the system on punched tape. These early servomechanisms were rapidly augmented with analog and digital computers, creating the modern computer numerical control (CNC) machine tools that have revolutionized the machining processes.

In modern CNC systems, end-to-end component design is highly automated using computer-aided design (CAD) and computer-aided manufacturing (CAM) programs. The programs produce a computer file that is interpreted to extract the commands needed to operate a particular machine via a postprocessor, and then loaded into the CNC machines for production. Since any particular component might require the use of a number of different tools-drills, saws, etc., modern machines often combine multiple tools into a single "cell". In other cases, a number of different machines are used with an external controller and human or robotic operators that move the component from machine to machine. In either case, the complex series of steps needed to produce any part is highly automated and produces a part that closely matches the original CAD design.

Earlier forms of automation

Cams
The automation of machine tool control began in the 19th century with cams that "played" a machine tool in the way that cams had long been playing musical boxes or operating elaborate cuckoo clocks. Thomas Blanchard built his gun-stock-copying lathes (1820s–30s), and the work of people such as Christopher Miner Spencer developed the turret lathe into the screw machine (1870s). Cam-based automation had already reached a highly advanced state by World War I (1910s).

However, automation via cams is fundamentally different from numerical control because it cannot be abstractly programmed. Cams can encode information, but getting the information from the abstract level of an engineering drawing into the cam is a manual process that requires sculpting and/or machining and filing.

Various forms of abstractly programmable control had existed during the 19th century: those of the Jacquard loom, player pianos, and mechanical computers pioneered by Charles Babbage and others. These developments had the potential for convergence with the automation of machine tool control starting in that century, but the convergence did not happen until many decades later.

Tracer control
The application of hydraulics to cam-based automation resulted in tracing machines that used a stylus to trace a template, such as the enormous Pratt & Whitney "Keller Machine", which could copy templates several feet across. Another approach was "record and playback", pioneered at General Motors (GM) in the 1950s, which used a storage system to record the movements of a human machinist, and then play them back on demand. Analogous systems are common even today, notably the "teaching lathe" which gives new machinists a hands-on feel for the process. None of these were numerically programmable, however, and required a master machinist at some point in the process, because the "programming" was physical rather than numerical.

Servos and selsyns
One barrier to complete automation was the required tolerances of the machining process, which are routinely on the order of thousandths of an inch. Although connecting some sort of control to a storage device like punched cards was easy, ensuring that the controls were moved to the correct position with the required accuracy was another issue. The movement of the tool resulted in varying forces on the controls that would mean a linear input would not result in linear tool motion. The key development in this area was the introduction of the servomechanism, which produced highly accurate measurement information.

Attaching two servos together produced a selsyn, where a remote servo's motions were accurately matched by another. Using a variety of mechanical or electrical systems, the output of the selsyns could be read to ensure proper movement had occurred (in other words, forming a closed-loop control system).

The first serious suggestion that selsyns could be used for machining control was made by Ernst F. W. Alexanderson, a Swedish immigrant to the U.S. working at General Electric (GE). Alexanderson had worked on the problem of torque amplification that allowed the small output of a mechanical computer to drive very large motors, which GE used as part of a larger gun laying system for US Navy ships. Like machining, gun laying requires very high accuracy - fractions of a degree - and the forces during the motion of the gun turrets was non-linear. In November 1931 Alexanderson suggested to the Industrial Engineering Department that the same systems could be used to drive the inputs of machine tools, allowing it to follow the outline of a template without the strong physical contact needed by existing tools like the Keller Machine. He stated that it was a "matter of straight engineering development". However, the concept was ahead of its time from a business development perspective, and GE did not take the matter seriously until years later, when others had pioneered the field.

Parsons and Sikorsky
The birth of NC is generally credited to John T. Parsons, a machinist and salesman at his father's machining company, Parsons Corp. In 1942 he was told that helicopters were going to be the "next big thing" by the former head of Ford Trimotor production, Bill Stout. He called Sikorsky Aircraft to inquire about possible work, and soon got a contract to build the wooden stringers in the rotor blades. At the time, rotors were built in the same fashion as wings, consisting of a long tubular steel spar with stringers (or more accurately ribs) set on them to provide the aerodynamic shape that was then covered with a stressed skin. The stringers for the rotors were built from a design provided by Sikorsky, which was sent to Parsons as a series of 17 points defining the outline. Parsons then had to "fill in" the dots with a French curve to generate an outline. A wooden jig was built up to form the outside of the outline, and the pieces of wood forming the stringer were placed under pressure against

the inside of the jig so they formed the proper curve. A series of trusswork members were then assembled inside this outline to provide strength.

After setting up production at a disused furniture factory and ramping up production, one of the blades failed and it was traced to a problem in the spar. As at least some of the problem appeared to stem from spot welding a metal collar on the stringer to the metal spar. The collar was built into the stringer during construction, then slid onto the spar and welded in the proper position. Parsons suggested a new method of attaching the stringers directly to the spar using adhesives, never before tried on an aircraft design.

That development led Parsons to consider the possibility of using stamped metal stringers instead of wood. These would not only be much stronger, but far easier to make as well, as they would eliminate the complex layup and glue and screw fastening on the wood. Duplicating this in a metal punch would require the wooden jig to be replaced by a metal cutting tool made of tool steel. Such a device would not be easy to produce given the complex outline. Looking for ideas, Parsons visited Wright Field to see Frank Stulen, the head of the Propeller Lab Rotary Ring Branch. During their conversation, Stulen concluded that Parsons didn't really know what he was talking about. Parsons realized Stulen had reached this conclusion, and hired him on the spot. Stulen started work on 1 April 1946 and hired three new engineers to join him.

Stulen's brother worked at Curtis Wright Propeller, and mentioned that they were using punched card calculators for engineering calculations. Stulen decided to adopt the idea to run stress calculations on the rotors, the first detailed automated calculations on helicopter rotors. When Parsons saw what Stulen was doing with the punched card machines, he asked Stulen if they could be used to generate an outline with 200 points instead of the 17 they were given, and offset each point by the radius of a mill cutting tool. If you cut at each of those points, it would produce a relatively accurate cutout of the stringer. This could cut the tool steel and then easily be filed down to a smooth template for stamping metal stringers.

Stulen had no problem making such a program, and used it to produce large tables of numbers that would be taken onto the machine floor. Here, one operator read the numbers off the charts to two other operators, one on each of the X- and Y- axes. For each pair of numbers the operators would move the cutting head to the indicated spot, then lower the tool to make the cut. This was called the "by-the-numbers method", or more technically, "plunge-cutting positioning".

Punch cards and first tries at NC

At that point Parsons conceived of a fully automated machine tool. With enough points on the outline, no manual working would be needed to clean it up. However, with manual operation the time saved by having the part more closely match the outline was offset by the time needed to move the controls. If the machine's inputs were attached directly to the card reader, this delay, and any associated manual errors, would be removed and the number of points could be dramatically increased. Such a machine could repeatedly punch out perfectly accurate templates on command. But at the time Parsons had no funds to develop his ideas.

When one of Parsons's salesmen was on a visit to Wright Field, he was told of the problems the newly formed US Air Force was having with new jet-powered designs. He asked if Parsons had anything to help them. Parsons showed Lockheed their idea of an automated mill, but they were uninterested. They

decided to use 5-axis template copiers to produce the stringers, cutting from a metal template, and had already ordered the expensive cutting machine. But as Parsons noted:

Now just picture the situation for a minute. Lockheed had contracted to design a machine to make these wings. This machine had five axes of cutter movement, and each of these was tracer controlled using a template. Nobody was using my method of making templates, so just imagine what chance they were going to have of making an accurate airfoil shape with inaccurate templates.

Parson's worries soon came true, and Lockheed's protests that they could fix the problem eventually rang hollow. In 1949 the Air Force arranged funding for Parsons to build his machines on his own.[4] Early work with Snyder Machine & Tool Corp proved the system of directly driving the controls from motors failed to give the accuracy needed to set the machine for a perfectly smooth cut. Since the mechanical controls did not respond in a linear fashion, you couldn't simply drive it with a given amount of power, because the differing forces meant the same amount of power would not always produce the same amount of motion in the controls. No matter how many points you included, the outline would still be rough.

Enter MIT

This was not an impossible problem to solve, but would require some sort of feedback system, like a selsyn, to directly measure how far the controls had actually turned. Faced with the daunting task of building such a system, in the spring of 1949 Parsons turned to Gordon S. Brown's Servomechanisms Laboratory at MIT, which was a world leader in mechanical computing and feedback systems. During the war the Lab had built a number of complex motor-driven devices like the motorized gun turret systems for the Boeing B-29 Superfortress and the automatic tracking system for the SCR-584 radar. They were naturally suited to technological transfer into a prototype of Parsons's automated "by-the-numbers" machine.

The MIT team was led by William Pease assisted by James McDonough. They quickly concluded that Parsons's design could be greatly improved; if the machine did not simply cut at points A and B, but instead moved smoothly between the points, then not only would it make a perfectly smooth cut, but could do so with many fewer points - the mill could cut lines directly instead of having to define a large number of cutting points to "simulate" a line. A three-way agreement was arranged between Parsons, MIT, and the Air Force, and the project officially ran from July 1949 to June 1950. The contract called for the construction of two "Card-a-matic Milling Machines", a prototype and a production system. Both to be handed to Parsons for attachment to one of their mills in order to develop a deliverable system for cutting stringers.

Instead, in 1950 MIT bought a surplus Cincinnati Milling Machine Company "Hydro-Tel" mill of their own and arranged a new contract directly with the Air Force that froze Parsons out of further development.[4] Parsons would later comment that he "never dreamed that anybody as reputable as MIT would deliberately go ahead and take over my project." In spite of the development being handed to MIT, Parsons filed for a patent on "Motor Controlled Apparatus for Positioning Machine Tool" on 5 May 1952, sparking a filing by MIT for a "Numerical Control Servo-System" on 14 August 1952. Parsons received US Patent 2,820,187 on 14 January 1958, and the company sold an exclusive license to Bendix. IBM, Fujitsu and General Electric all took sub-licenses after having already started development of their own devices.

MIT's machine

MIT fit gears to the various handwheel inputs and drove them with roller chains connected to motors, one for each of the machine's three axes (X, Y, and Z). The associated controller consisted of five refrigerator-sized cabinets that, together, were almost as large as the mill they were connected to. Three of the cabinets contained the motor controllers, one controller for each motor, the other two the digital reading system.

Unlike Parsons's original punched card design, the MIT design used standard 7-track punch tape for input. Three of the tracks were used to control the different axes of the machine, while the other four encoded various control information. The tape was read in a cabinet that also housed six relay-based hardware registers, two for each axis. With every read operation the previously read point was copied into the "starting point" register, and the newly read one into the "ending point" register. The tape was read continually and the number in the registers incremented with each hole encountered in their control track until a "stop" instruction was encountered, four holes in a line.

The final cabinet held a clock that sent pulses through the registers, compared them, and generated output pulses that interpolated between the points. For instance, if the points were far apart the output would have pulses with every clock cycle, whereas closely spaced points would only generate pulses after multiple clock cycles. The pulses are sent into a summing register in the motor controllers, counting up by the number of pulses every time they were received. The summing registers were connected to a digital to analog converter that increased power to the motors as the count in the registers increased, making the controls move faster.

The registers were decremented by encoders attached to the motors and the mill itself, which would reduce the count by one for every one degree of rotation. Once the second point was reached the counter would hold a zero, the pulses from the clock would stop, and the motors would stop turning. Each 1 degree rotation of the controls produced a 0.0005 inch movement of the cutting head. The programmer could control the speed of the cut by selecting points that were closer together for slow movements, or further apart for rapid ones.

The system was publicly demonstrated in September 1952, appearing in that month's Scientific American. MIT's system was an outstanding success by any technical measure, quickly making any complex cut with extremely high accuracy that could not easily be duplicated by hand. However, the system was terribly complex, including 250 vacuum tubes, 175 relays and numerous moving parts, reducing its reliability in a production environment. It was also very expensive, the total bill presented to the Air Force was $360,000.14 ($2,641,727.63 in 2005 dollars). Between 1952 and 1956 the system was used to mill a number of one-off designs for various aviation firms, in order to study their potential economic impact.

Proliferation of NC

The Air Force funding for the project ran out in 1953, but development was picked up by the Giddings and Lewis Machine Tool Co. In 1955 many of the MIT team left to form Concord Controls, a commercial NC company with Giddings' backing, producing the Numericord controller.[9] *Numericord was similar to the MIT design, but replaced the punch tape with a magnetic tape reader that General Electric was working on. The tape contained a number of signals of different phases, which directly encoded the angle of the various controls. The tape was played at a constant speed in the controller, which set its half of the selsyn to the encoded angles while the remote side was attached to the machine controls. Designs were still encoded on paper tape, but the tapes were transferred to a*

reader/writer that converted them into magnetic form. The magtapes could then be used on any of the machines on the floor, where the controllers were greatly reduced in complexity. Developed to produce highly accurate dies for an aircraft skinning press, the Numericord "NC5" went into operation at G&L's plant at Fond du Lac, WI in 1955.

Monarch Machine Tool also developed a numerical controlled lathe, starting in 1952. They demonstrated their machine at the 1955 Chicago Machine Tool Show (predecessor of today's IMTS), along with a number of other vendors with punched card or paper tape machines that were either fully developed or in prototype form. These included Kearney & Trecker's Milwaukee-Matic II that could change its cutting tool under numerical control,[10] a common feature on modern machines.

A Boeing report noted that "numerical control has proved it can reduce costs, reduce lead times, improve quality, reduce tooling and increase productivity." In spite of these developments, and glowing reviews from the few users, uptake of NC was relatively slow. As Parsons later noted:

The NC concept was so strange to manufacturers, and so slow to catch on, that the US Army itself finally had to build 120 NC machines and lease them to various manufacturers to begin popularizing its use.

In 1958 MIT published its report on the economics of NC. They concluded that the tools were competitive with human operators, but simply moved the time from the machining to the creation of the tapes. In Forces of Production, Noble] claims that this was the whole point as far as the Air Force was concerned; moving the process off of the highly unionized factory floor and into the un-unionized white collar design office. The cultural context of the early 1950s, a second Red Scare with a widespread fear of a bomber gap and of domestic subversion, sheds light on this interpretation. It was strongly feared that the West would lose the defense production race to the Communists, and that syndicalist power was a path toward losing, either by "getting too soft" (less output, greater unit expense) or even by Communist sympathy and subversion within unions (arising from their common theme of empowering the working class).

CNC arrives

Many of the commands for the experimental parts were programmed "by hand" to produce the punch tapes that were used as input. During the development of Whirlwind, MIT's real-time computer, John Runyon coded a number of subroutines to produce these tapes under computer control. Users could enter a list of points and speeds, and the program would calculate the points needed and automatically generate the punch tape. In one instance, this process reduced the time required to produce the instruction list and mill the part from 8 hours to 15 minutes. This led to a proposal to the Air Force to produce a generalized "programming" language for numerical control, which was accepted in June 1956.

Starting in September, Ross and Pople outlined a language for machine control that was based on points and lines, developing this over several years into the APT programming language. In 1957 the Aircraft Industries Association (AIA) and Air Material Command at Wright-Patterson Air Force Base joined with MIT to standardize this work and produce a fully computer-controlled NC system. On 25 February 1959 the combined team held a press conference showing the results, including a 3D machined aluminum ash tray that was handed out in the press kit.

Meanwhile, Patrick Hanratty was making similar developments at GE as part of their partnership with G&L on the Numericord. His language, PRONTO, beat APT into commercial use when it was released in 1958. Hanratty then went on to develop MICR magnetic ink characters that were used in cheque processing, before moving to General Motors to work on the groundbreaking DAC-1 CAD system.

APT was soon extended to include "real" curves in 2D-APT-II. With its release, MIT reduced its focus on NC as it moved into CAD experiments. APT development was picked up with the AIA in San Diego, and in 1962, by Illinois Institute of Technology Research. Work on making APT an international standard started in 1963 under USASI X3.4.7, but many manufacturers of NC machines had their own one-off additions (like PRONTO), so standardization was not completed until 1968, when there were 25 optional add-ins to the basic system.

Just as APT was being released in the early 1960s, a second generation of lower-cost transistorized computers was hitting the market that were able to process much larger volumes of information in production settings. This reduced the cost of programming for NC machines and by the mid 1960s, APT runs accounted for a third of all computer time at large aviation firms.

CAD meets CNC

While the Servomechanisms Lab was in the process of developing their first mill, in 1953, MIT's Mechanical Engineering Department dropped the requirement that undergraduates take courses in drawing. The instructors formerly teaching these programs were merged into the Design Division, where an informal discussion of computerized design started. Meanwhile the Electronic Systems Laboratory, the newly rechristened Servomechanisms Laboratory, had been discussing whether or not design would ever start with paper diagrams in the future.

In January 1959, an informal meeting was held involving individuals from both the Electronic Systems Laboratory and the Mechanical Engineering Department's Design Division. Formal meetings followed in April and May, which resulted in the "Computer-Aided Design Project". In December 1959, the Air Force issued a one year contract to ESL for $223,000 to fund the project, including $20,800 earmarked for 104 hours of computer time at $200 per hour. This proved to be far too little for the ambitious program they had in mind, although their engineering calculation system, AED, was released in March 1965.

In 1959, General Motors started an experimental project to digitize, store and print the many design sketches being generated in the various GM design departments. When the basic concept demonstrated that it could work, they started the DAC-1 project with IBM to develop a production version. One part of the DAC project was the direct conversion of paper diagrams into 3D models, which were then converted into APT commands and cut on milling machines. In November 1963 a design for the lid of a trunk moved from 2D paper sketch to 3D clay prototype for the first time. With the exception of the initial sketch, the design-to-production loop had been closed.

Meanwhile, MIT's offsite Lincoln Labs was building computers to test new transistorized designs. The ultimate goal was essentially a transistorized Whirlwind known as TX-2, but in order to test various circuit designs a smaller version known as TX-0 was built first. When construction of TX-2 started, time in TX-0 freed up and this led to a number of experiments involving interactive input and use of the machine's CRT display for graphics. Further development of these concepts led to Ivan Sutherland's groundbreaking Sketchpad program on the TX-2.

Sutherland moved to the University of Utah after his Sketchpad work, but it inspired other MIT graduates to attempt the first true CAD system. It was Electronic Drafting Machine (EDM), sold to Control Data and known as "Digigraphics", that Lockheed used to build production parts for the C-5 Galaxy, the first example of an end-to-end CAD/CNC production system.

By 1970 there were a wide variety of CAD firms including Intergraph, Applicon, Computervision, Auto-trol Technology, UGS Corp. and others, as well as large vendors like CDC and IBM.

Proliferation of CNC

The price of computer cycles fell drastically during the 1960s with the widespread introduction of useful minicomputers. Eventually it became less expensive to handle the motor control and feedback with a computer program than it was with dedicated servo systems. Small computers were dedicated to a single mill, placing the entire process in a small box. PDP-8's and Data General Nova computers were common in these roles. The introduction of the microprocessor in the 1970s further reduced the cost of implementation, and today almost all CNC machines use some form of microprocessor to handle all operations.

The introduction of lower-cost CNC machines radically changed the manufacturing industry. Curves are as easy to cut as straight lines, complex 3-D structures are relatively easy to produce, and the number of machining steps that required human action have been dramatically reduced. With the increased automation of manufacturing processes with CNC machining, considerable improvements in consistency and quality have been achieved with no strain on the operator. CNC automation reduced the frequency of errors and provided CNC operators with time to perform additional tasks. CNC automation also allows for more flexibility in the way parts are held in the manufacturing process and the time required to change the machine to produce different components.

During the early 1970s the Western economies were mired in slow economic growth and rising employment costs, and NC machines started to become more attractive. The major U.S. vendors were slow to respond to the demand for machines suitable for lower-cost NC systems, and into this void stepped the Germans. In 1979, sales of German machines surpassed the U.S. designs for the first time. This cycle quickly repeated itself, and by 1980 Japan had taken a leadership position, U.S. sales dropping all the time. Once sitting in the #1 position in terms of sales on a top-ten chart consisting entirely of U.S. companies in 1971, by 1987 Cincinnati Milacron was in 8th place on a chart heavily dominated by Japanese firms.

Many researchers have commented that the U.S. focus on high-end applications left them in an uncompetitive situation when the economic downturn in the early 1970s led to greatly increased demand for low-cost NC systems. Unlike the U.S. companies, who had focused on the highly profitable aerospace market, German and Japanese manufacturers targeted lower-profit segments from the start and were able to enter the low-cost markets much more easily.

As computing and networking evolved, so did direct numerical control (DNC). Its long-term coexistence with less networked variants of NC and CNC is explained by the fact that individual firms tend to stick with whatever is profitable, and their time and money for trying out alternatives is limited. This explains why machine tool models and tape storage media persist in grandfathered fashion even as the state of the art advances.

DIY, hobby, and personal CNC

Recent developments in small scale CNC have been enabled, in large part, by the Enhanced Machine Controller project from the National Institute of Standards and Technology (NIST), an agency of the US Government's Department of Commerce. EMC is a public domain program operating under the Linux operating system and working on PC based hardware. After the NIST project ended, development continued, leading to EMC2 which is licensed under the GNU General Public License and Lesser GNU General Public License (GPL and LGPL). Derivations of the original EMC software have also led to several proprietary PC based programs notably TurboCNC, and Mach3, as well as embedded systems based on proprietary hardware. The availability of these PC based control programs has led to the development of DIY CNC, allowing hobbyists to build their own [18][19] using open source hardware designs. The same basic architecture has allowed manufacturers, such as Sherline and Taig, to produce turnkey lightweight desktop milling machines for hobbyists.

The easy availability of PC based software and support information of Mach3, written by Art Fenerty, lets anyone with some time and technical expertise make complex parts for home and prototype use. Fenerty is considered a principal founder of Windows-based PC CNC machining.

Eventually, the homebrew architecture was fully commercialized and used to create larger machinery suitable for commercial and industrial applications. This class of equipment has been referred to as Personal CNC. Parallel to the evolution of personal computers, Personal CNC has its roots in EMC and PC based control, but has evolved to the point where it can replace larger conventional equipment in many instances. As with the Personal Computer, Personal CNC is characterized by equipment whose size, capabilities, and original sales price make it useful for individuals, and which is intended to be operated directly by an end user, often without professional training in CNC technology.

Today

Although modern data storage techniques have moved on from punch tape in almost every other role, tapes are still relatively common in CNC systems. Several reasons explain this. One is easy backward compatibility of existing programs. Companies were spared the trouble of re-writing existing tapes into a new format. Another is the principle, mentioned earlier, that individual firms tend to stick with whatever is profitable, and their time and money for trying out alternatives is limited. A small firm that has found a profitable niche may keep older equipment in service for years because "if it ain't broke [profitability-wise], don't fix it." Competition places natural limits on that approach, as some amount of innovation and continuous improvement eventually becomes necessary, lest competitors be the ones who find the way to the "better mousetrap".

One change that was implemented fairly widely was the switch from paper to mylar tapes, which are much more mechanically robust. Floppy disks, USB flash drives and local area networking have replaced the tapes to some degree, especially in larger environments that are highly integrated.

The proliferation of CNC led to the need for new CNC standards that were not encumbered by licensing or particular design concepts, like APT. A number of different "standards" proliferated for a time, often based around vector graphics markup languages supported by plotters. One such standard has since become very common, the "G-code" that was originally used on Gerber Scientific plotters and then adapted for CNC use. The file format became so widely used that it has been embodied in an EIA standard. In turn, while G-code is the predominant language used by CNC machines today, there

is a push to supplant it with STEP-NC, a system that was deliberately designed for CNC, rather than grown from an existing plotter standard.

While G-code is the most common method of programming, some machine-tool/control manufacturers also have invented their own proprietary "conversational" methods of programming, trying to make it easier to program simple parts and make set-up and modifications at the machine easier (such as Mazak's Mazatrol and Hurco). These have met with varying success.

A more recent advancement in CNC interpreters is support of logical commands, known as parametric programming (also known as macro programming). Parametric programs include both device commands as well as a control language similar to BASIC. The programmer can make if/then/else statements, loops, subprogram calls, perform various arithmetic, and manipulate variables to create a large degree of freedom within one program. An entire product line of different sizes can be programmed using logic and simple math to create and scale an entire range of parts, or create a stock part that can be scaled to any size a customer demands.

Since about 2006, the idea has been suggested and pursued to foster the convergence with CNC and DNC of several trends elsewhere in the world of information technology that have not yet much affected CNC and DNC. One of these trends is the combination of greater data collection (more sensors), greater and more automated data exchange (via building new, open industry-standard XML schemas), and data mining to yield a new level of business intelligence and workflow automation in manufacturing. Another of these trends is the emergence of widely published APIs together with the aforementioned open data standards to encourage an ecosystem of user-generated apps and mashups, which can be both open and commercial—in other words, taking the new IT culture of app marketplaces that began in web development and smartphone app development and spreading it to CNC, DNC, and the other factory automation systems that are networked with the CNC/DNC. MTConnect is a leading effort to bring these ideas into successful implementation.

Description

Modern CNC mills differ little in concept from the original model built at MIT in 1952. Mills typically consist of a table that moves in the X and Y axes, and a tool spindle that moves in the Z (depth). The position of the tool is driven by motors through a series of step-down gears in order to provide highly accurate movements, or in modern designs, direct-drive stepper motor or servo motors. Open-loop control works as long as the forces are kept small enough and speeds are not too great. On commercial metalworking machines closed loop controls are standard and required in order to provide the accuracy, speed, and repeatability demanded.

As the controller hardware evolved, the mills themselves also evolved. One change has been to enclose the entire mechanism in a large box as a safety measure, often with additional safety interlocks to ensure the operator is far enough from the working piece for safe operation. Most new CNC systems built today are completely electronically controlled.

CNC-like systems are now used for any process that can be described as a series of movements and operations. These include laser cutting, welding, friction stir welding, ultrasonic welding, flame and plasma cutting, bending, spinning, pinning, gluing, fabric cutting, sewing, tape and fiber placement, routing, picking and placing (PnP), and sawing.

Tools with CNC variants

- *CNC Plasma Cutting*
- *Drills*
- *EDMs*
- *Lathes*
- *Milling machines*
- *Wood routers*
- *Sheet metal works (Turret Punch)*
- *Wire bending machines*
- *Hot-wire foam cutters*
- *Plasma cutters*
- *Water jet cutters*
- *Laser cutting*
- *Oxy-fuel*
- *Surface grinders*
- *Cylindrical grinders*
- *Induction hardening machines*

Tool / machine crashing

In CNC, a "crash" occurs when the machine moves in such a way that is harmful to the machine, tools, or parts being machined, sometimes resulting in bending or breakage of cutting tools, accessory clamps, vises, and fixtures, or causing damage to the machine itself by bending guide rails, breaking drive screws, or causing structural components to crack or deform under strain. A mild crash may not damage the machine or tools, but may damage the part being machined so that it must be scrapped.

Many CNC tools have no inherent sense of the absolute position of the table or tools when turned on. They must be manually "homed" or "zeroed" to have any reference to work from, and these limits are just for figuring out the location of the part to work with it, and aren't really any sort of hard motion limit on the mechanism. It is often possible to drive the machine outside the physical bounds of its drive mechanism, resulting in a collision with itself or damage to the drive mechanism.

Many CNC tools also don't know anything about their working environment. They often lack any form of sensory capability to detect problems with the machining process, and will not abort if something goes wrong. They blindly follow the machining code provided and it is up to an operator to detect if a crash is either occurring or about to occur, and for the operator to manually abort the cutting process.

If the drive system is weaker than the machine structural integrity, then the drive system simply pushes against the obstruction and the drive motors "slip in place". The machine tool may not detect the collision or the slipping, so for example the tool should now be at 210mm on the X axis but is in fact at 32mm where it hit the obstruction and kept slipping. All of the next tool motions will be off by -178mm on the X axis, and all future motions are now invalid, which may result in further collisions with clamps, vises, or the machine itself. This is common in open loop stepper systems, but is not possible in closed loop systems unless mechanical slippage between the motor and drive mechanism has occurred. Instead, in a closed loop system, the machine will continue to attempt to move against the load until either the drive motor goes into an overcurrent condition or a servo following error alarm is generated.

Collision detection and avoidance is possible, through the use of absolute position sensors (optical encoder strips or disks) to verify that motion occurred, or torque sensors or power-draw sensors on the drive system to detect abnormal strain when the machine should just be moving and not cutting, but these are not a common component of most hobby CNC tools.

Instead, most hobby CNC tools simply rely on the assumed accuracy of stepper motors that rotate a specific number of degrees in response to magnetic field changes. It is often assumed the stepper is perfectly accurate and never mis-steps, so tool position monitoring simply involves counting the number of pulses sent to the stepper over time. An alternate means of stepper position monitoring is usually not available, so crash or slip detection is not possible.

Commercial CNC metalworking machines use closed loop feedback controls for axis movement. In a closed loop system, the control is aware of the actual position of the axis at all times. With proper control programming, this will reduce the possibility of a crash, but it is still up to the operator and tool path programmer to ensure that the machine is operated in a safe manner.

Numerical accuracy vs Equipment backlash

Within the numerical systems of CNC programming it is possible for the code generator to assume that the controlled mechanism is always perfectly accurate, or that accuracy tolerances are identical for all cutting or movement directions. This is not always a true condition of CNC tools.

CNC tools with a large amount of mechanical backlash can still be highly accurate if the drive or cutting mechanism is only driven so as to apply cutting force from one direction, and all driving systems are pressed tight together in that one cutting direction. However a CNC device with high backlash and a dull cutting tool can lead to cutter chatter and possible workpiece gouging. Backlash also affects accuracy of some operations involving axis movement reversals during cutting, such as the milling of a circle, where axis motion is sinusoidal. However, this can be compensated for if the amount of backlash is precisely known by linear encoders or manual measurement.

The high backlash mechanism itself is not necessarily relied on to be repeatably accurate for the cutting process, but some other reference object or precision surface may be used to zero the mechanism, by tightly applying pressure against the reference and setting that as the zero reference for all following CNC-encoded motions. This is similar to the manual machine tool method of clamping a micrometer onto a reference beam and adjusting the Vernier dial to zero using that object as the reference.

VEDLEGG 2

STARTEN PÅ NC/CNC-UTVIKLINGEN VED KONGSBERG VÅPENFABRIKK (KV)

Av Torbjørn Brataas og Eiliv Sødahl

Innledning

Grunnlaget for våre refleksjoner er vår NTVA-rapport 2005-1: "Numerisk styring i norsk forskning og verkstedindustri".

Vi vil i dette innlegg begrense oss til startfasen for NC/CNC-utviklingen på KV, det vil si tidsrommet 1961 – ca. 1970. Vi tror likevel at endel trekk og erfaringer fra denne første fasen også er relevant for den etterfølgende utviklingen. Vi konstaterer at Kongsberg Våpenfabrikk (KV) utviklet seg til en sentral markedsaktør på CNC-området utover i 1970- frem til begynnelsen av 1980-årene. Selv om den videre utviklingen av styringssystemer ble avbrutt i løpet av 1980-årene, er det med en viss stolthet vi registrerer at resultater og erfaringer fra denne første fasen har skapt positive ringvirkninger på flere andre produktområder ved KV.

Paradigmeskift defineres som et systematisk skifte i måte å tenke på, som er av betydelig størrelse og rekkevidde. Utviklingen av NC/CNC systemer, som startet i 1950-årene, og som revolusjonerte produksjons- og tilvirkningsteknikken i løpet av 1960- og 1970-årene, har etter vårt syn elementer av paradigmeskifte i seg, spesielt på den teknologiske siden. Verkstedsindustrien gikk inn i en ny tid.

KV valgte å satse på NC-teknologien

Vi tar et kort tilbakeblikk til slutten av 1950-årene. Norsk verkstedindustri var i hovedsak rettet mot hjemmemarkedet. Vi hadde et betydelig antall skipsverft, hvorav Aker og Stord verft var blant de største. I internasjonal sammenheng var imidlertid norske skipsverft relativt små i forhold til svenske, tyske og japanske verft. Den øvrige del av verkstedsindustrien, med bl.a. statens bedrifter KV og Raufoss ammunisjonsfabrikker (Ra), var hovedsakelig leverandører for hjemmemarkedet.

Volvoavtalen: KV og Ra var leverandører av drivaksler og støtfangere, og noen andre norske verkstedbedrifter hadde leveranseavtaler med Volvo. Avtalene var kommet i stand gjennom politiske beslutninger på regjeringsplan. Dette var i en fase da bilsalget i Norge var kvotebegrenset. Volvo ønsket å komme sterkere inn på det norske markedet, og norske myndigheter ønsket kompensasjon i form av delleveranser fra norske bedrifter.

KV var siden etableringen i 1814 en strategisk forsvarsbedrift, med det norske forsvar som hovedkunde. Forsvarsleveranser var del av det norske statsbudsjettet, og leveranser fra KV foregikk etter bestillinger og spesifikasjoner fra Forsvaret. Produktene var i all hovedsak mekaniske. I slutten av 1950-årene og utover i 1960-årene tok KV opp lisensproduksjon og underleveranser, bl.a. rotasjonspresser for avistrykkerier, elektromekanisk utstyr som Decca navigasjonsutstyr, og Bofors feltkanoner. Spesifikasjoner for leveransene var definert av hovedkunden.

I løpet av 1950-årene startet FFI utviklingen av anti-ubåtvåpenet Terne. KV kom etter hvert inn som leverandør av bl a plattform med servoutstyr (launcher). Forsvaret/FFI sto for spesifikasjonene. Det elektroniske utstyret var analogt. Frem til begynnelsen av 1960-årene hadde KV praktisk talt ikke utvikling og produksjon av elektronisk utstyr for det åpne, sivile markedet. I løpet av 1950-årene så fremsynte politiske ledere, med støtte fra nøkkelpersoner innen forskning og næringsliv, behovet for en fornyelse av norsk verkstedindustri. Norsk verkstedindustri var i hovedsak karakterisert ved ordrebasert stykkproduksjon, hovedsakelig av mekanisk utstyr for hjemmemarkedet.

Orientering mot det sivile/åpne markedet med egenutviklede produkter

I den andre halvdelen av 1950-årene tok flere norske forskningsinstitusjoner (SI, SINTEF, CMI) opp automatisering som sentralt arbeidsområde. Dette var inspirert av den teknologiske utviklingen i utlandet, da særlig England og USA. Forskningsledere her hjemme tok opp tråden, og var pådrivere for en etter hvert betydelig forskningsinnsats i Norge, støttet av Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd (NTNF). Tyngden av norsk næringsliv var imidlertid avventende, og mer fokusert på dagsaktuelle problemer. For forskningsinstitusjonene, spesielt for SI (Sentralinstitutt for industriell forskning i Oslo) og for SINTEF i Trondheim, pekte skipsverftene og verkstedindustrien seg ut som satsingsområder. Perioden 1955 -60 var også en teknologisk brytningsperiode. Digitalteknikk og den første bruken av datamaskiner for industrielle formål var den nye trend.

SI, som tidlig i 1950-årene hadde utviklet den digitale datamaskinen "Nusse", bygde videre på sin kompetanse innen datamaskiner. Med økonomisk støtte fra NTNF, startet SI utviklingen av en datastyrt skjærebrenner for Stord verft. Prosjektet var egenfinansiert fra SI og NTNF's side, industrien satset ennå lite. Stord verft hadde allerede god erfaring med bruk av et optisk styrt system. En klar premiss fra verftets side var derfor at verftet raskt skulle kunne kople over til det analoge systemet ifall den nye teknologien sviktet. Tiltroen til elektroniske styringssystemer var begrenset.

Innstallasjonen ved Stord verft i 1958/59 viste seg imidlertid å være vellykket, og ga støtet til utviklingen av en numerisk styrt dreiebenk ved SINTEF/NTH. KV ble tidlig trukket med som samarbeidspart, ut fra sin sentrale posisjon i landets verkstedindustri. Resultatet ble en numerisk styrt dreiebenk, hvor styringsenheten fra SI ble benyttet. Dreiebenken ble første gang demonstrert i Trondheim i desember 1960. KVs engasjement var sterkt motivert ut fra ønsket om og behovet for å finne frem til nye produkter for det sivile marked. Med utgangspunkt i de resultater prosjektene ved SI og SINTEF hadde frembrakt, besluttet KVs ledelse å legge den såkalte ESSI-enheten til grunn for sin videre produktutvikling for det sivile markedet. I 1961 overtok KV det teknologiske grunnlaget, med nøkkelpersonell. Sødahl og Brataas ble ansatt, med ansvar for å bygge opp denne nye virksomheten ved bedriften. På dette tidspunktet var det imidlertid bare vage forestillinger ved bedriften om markeder og hvilke ressurser som krevdes for å gå inn på markedet.

Vårt møte med verkstedbedriften KV

KV var i 1961 en funksjonsorganisert bedrift, hovedsakelig gearet for forsvarsleveranser. Den tunge delen av bedriftens virksomhet var rettet mot Forsvaret og ordrebaserte leveranser til norske kunder. Verktøyproduksjon, tungt smigods og diverse lisensprodukter og underleveranser var også en relativt betydelig virksomhet. Det faktum at det ikke fantes en markedsfunksjon for nye produkter, som vi kunne støtte oss til, gjorde vår markedsføringsoppgave krevende. KV hadde inngått en lisensavtale med SI om industriell utnyttelse av ESSI-systemet.

Situsjonen var på mange måter ny for KV:

- *Et nytt marked, hvor bedriften på selvstendig grunnlag måtte vurdere markedets krav til spesifikasjoner og gjennomføring.*
- *Krav til internasjonal markedsføring.*
- *En ny teknologi (digitalteknikk), hvor bedriften ikke hadde kompetanse eller erfaring.*
- *Utviklingsavdelingen, med tyngde på den militære siden, var bl. a. lagt opp til utstrakt bruk av MIL-spekkede komponenter. De kostnadsmessige konsekvenser for produkter for det sivile marked kom i annen rekke.*

Forenklet sagt kunne bedriften oppfattes som to-delt, bestående av en ordrestyrt produksjonsenhet, og en utviklingsavdeling (avd U), hovedsakelig bygget opp rundt utviklingen av Terne-systemet, gjennom samarbeid med FFI: I den første fasen ble utvikingen av ESSI-systemet på mange måter en "fremmed fugl" innen bedriften. Entusiasmen og interessen fra bedriftsledelsen var imidlertid sterk, og vi ble vist stor tillit i vårt arbeide med å bygge opp virksomheten. Som ferske sivilingeniører fra det mer akademiske miljø ved NTH/SINTEF hadde vi imidlertid liten erfaring med industriell virksomhet. Vi hadde god teknisk forståelse for grunnlaget for numeriske systemer, men vi hadde liten erfaring med vurdering av prosjektkostnader og risikomomenter i praktisk gjennomføring. Bedriften hadde også selv begrenset innsikt i og erfaring med å bygge opp en helt ny virksomhet basert på radikalt ny teknologi, for produkter rettet mot et nytt, internasjonalt marked.

Etter at vi såvidt var innstallert på Kongsberg på nyåret 1961 ble vi satt på den første virkelige prøven: Messer gmbh i Frankfurt, som var ledende leverandør av store, koordinatstyrte skjærebrennere for skipsverft, og som også hadde levert skjærebrennere til Stord verft, hadde planlagt å stille ut sitt utstyr på en stor industrimesse i Essen i september 1961. Når nå ESSI-systemet fungerte på Stord verft ble det i mars 1961 besluttet at ESSI-systemet sammen med Messers skjærebrenner skulle stilles ut i Essen på den velrenommerte messen "Fachausstellung Schweissen und Schneiden", med KV som leverandør. Messen var årets viktigste internasjonale fagmesse. Det var med andre ord bare 6 måneder frem til messen skulle åpne. Vårt prosjektteam gikk inn for oppgaven med stor entusiasme og risikovilje – noen ville kanskje betegne dette markedsføringsfremstøtet som vel dumdristig. Det sier seg selv at det her ble mye "armer og bein". Sommerferien gikk med til forberedelser. Vi hadde begrensede ressurser. En "kjentmann" ble med på lastebiltransporten i august 1961 fra Kongsberg til Frankfurt, som Haugens transport på Kongsberg sto for. Ved grensepasseringen Danmark/Tyskland ble det et lengre opphold fordi de tyske tollmyndighetene hadde problemer med å klassifisere det utstyret som sto på lasteplanet. Datamaskiner inngikk ikke i tollmyndighetenes manualer. Etter timer med avklaringer med KV's Tysklandskontor i Bonn og de tyske tollmyndigheter slapp transporten omsider gjennom grensekontrollen

.

Vel fremme i Frankfurt ble vi møtt av Messers ledelse, ved deres tekniske direktør, dr. Hans Bechtle. Hans høflige kommentar var: "Wir haben volles Vertrauen in Ihnen". Realiteten var at utstyret var en prototyp, som nå skulle knyttes sammen med en skjærebrenner, med nyutviklede servosystemer. Drivmotorene på skjærebrenneren, av anseelige dimensjoner, men med for stor treghet til å kunne fungere i et servostyrt system, skulle erstattes med hurtige, små servomotorer. Da de tyske ingeniørene fikk se de nye servomotorene ristet de på hodet. De var på ingen måte overbevist om at dette ville fungere.

Etter døgn med hardt arbeid, hvor ferske sivilingeniører fra KV fikk sin ilddåp gjennom respektabel innsats, ble hele ensemblet fraktet til messeområdet i Essen. Utstyret hadde fortsatt "nykker", men

fungerte heldigvis brukbart under demonstrasjoner for Messers VIP-kunder. Dr. Bechtle sto selv for demonstrasjonen av den numerisk styrte skjærebrenneren for den tyske industriministeren. Numerisk styring av skjærebrennere var med dette for første gang demonstrert for tyske industrifolk.

Møte med markedet

Essenutstillingen ble en suksess. En rekke skipsverft meldte sin interesse. Kockums verft i Malmø, som dengang var et ledende internasjonalt skipsverft, ble vår første, viktige eksportkunde. Kockums hadde selv utviklet et avansert planlegningssystem (Styrbjørn), som fremstilte inngangsdata til ESSI-enheten. Vi hadde her å gjøre med en avansert kunde,som stilte større krav til leveransen enn vi tidligere hadde erfaringer med. Det ble en meget bratt lærekurve.

De neste større kundene var store tyske skipsverft, herunder Kieler Howaldtswerke og Bremer Vulkan. Vi hadde innkjøringsproblemer, og det ble mange reparasjonsturer for våre folk. Men markedet var tålmodig og overbærende, noe som i stor grad skyldtes at ESSI-systemet representerte noe nytt som pekte fremover, og som de ledende verftene ville være med på. Takket være at vi var tidlig ute med våre tekniske løsninger vant vi over startvanskelighetene. I de første årene var ESSI-systemet for NC-styring av skjærebrennere praktisk talt det eneste tilgjengelige på det internasjonale marked.

Etter hvert kom ESSI-teknologien til anvendelse på andre bruksområder enn i skipsverft (Kingmatic tegnemaskiner). En viktig erkjennelse fra vårt møte med markedet var at vi måtte tenke bruk og anvendelser av NC/CNC-systemer. Vi måtte sette oss i kundens/brukerens sted. Vi kunne ikke bare selge "bokser". Datamaskinutviklingen skjøt fart i slutten av 1960- og i begynnelsen av 1970-årene. Kravet til fleksibilitet, lavere produktkostnader og økt konkurranse medførte at vi tok i bruk programmerbare datamaskiner, og senere mikroprosessorer. Vi var med på starten av denne utviklingen. Andre dyktige medarbeidere etter oss førte utviklingsarbeidet videre, frem til avanserte CNC-styringer for tegnemaskiner, skjærebrennere og sponfraskillende verktøymaskiner.

NC/CNC-styringer var for oss et system. Selve datamaskinen så vi på som en komponent. På området datamaskiner ble det etter hvert en beinhard konkurranse på markedet. Her finnes det idag ingen norsk eller europeisk leverandør, med unntak av datamaskiner for meget spesielle anvendelser.

Refleksjoner

Gjennom utviklingen av NC/CNC opplevde vi store endringer teknologisk, markedsmessig og ledelsesmessig. Drivkraften var de store teknologiske endringer gjennom overgang fra analoge til digitale systemer, som åpnet for nye markeder. Denne utviklingen aksellererte, og ble etterfulgt av programmerbare arbeidsstasjoner, senere mikroprosessorer, integrerte kretser (VLSI-kretser og PÅ-er). Begrepet paradigmeskift er relevant i denne sammenhengen.

Markedsmessig besto det nye i en overgang fra en situasjon hvor kundene detaljspesifiserte produktene, til et nytt scenarie hvor bedriften, på eget grunnlag og ved markedsanalyser, definerte produktet, og tok risikoen på at produktet ville møte markedet. I den nye situasjonen måtte bedriften også forstå/beherske produktets funksjon i den kontekst kunden ville bruke det i.

Ledelsesmessig var utfordringen i å gå fra en funksjonsstyrt til en prosjektstyrt organisasjon, hvor marked, utvikling, produksjon og service måtte ses på som en integrert helhet, med fokus på kundetilfredshet, kostnader og økonomi. Prosjektene ble tverrfagligE, med stor spennvidde.

I ettertid er det lett å se at markedskunnskap er grunnleggende ved et så omfattende utviklingsprosjekt. Konsentrasjon av egen virksomhet til områder hvor en har komparative fortrinn i forhold til konkurrenter blir viktig.

NC/CNC-utviklingen var, såvidt vi vet, ett av de første større industrielle utviklingsprosjekter hvor norsk verkstedindustri fikk prøve seg på det internasjonale markedet.

Vi opplevde årene med starten på NC/CNC-utviklingen på KV som betydningsfulle for oss selv og for våre medarbeidere. Vi tror dette også gjelder for de ringvirkninger prosjektet medførte for bedriften. Avslutningsvis vil vi gi honnør til KV's ledelse, som dengang (1960) tok en dristig avgjørelse ved å starte opp et betydelig prosjekt, på et område hvor KV hadde meget begrenset erfaring. Prosjektet viste seg imidlertid å gi resultater og "spin-offs" på viktige områder. Vi, og sikkert de fleste medlemmer av prosjektteamet, opplevde at disse første årene av KV's utvikling som eksportbedrift på NC/CNC-markedet bragte oss verdifull innsikt og erfaring, av vesentlig betydning for vår videre virksomhet i næringslivet. Vi ble vist tillit til å løse krevende oppgaver, som prosjektteamet løste og vokste på. Vi ser derfor tilbake til oppstarttiden på Kongsberg som meget innholdsrik og minneverdig.

14. desember 2012

VEDLEGG 3

TEKNOLOGI FOR TEGNEMASKINER OG NUMERISKE STYRINGSSYSTEMER

Av Martin Reggestad

Innledning

Dette notatet tar for seg den teknologiske utviklingen av tegnemaskin med styring. Det viktigste av utviklingen fra 1987 til 2010 er også tatt med, men denne delen er langt fra fullstendig.

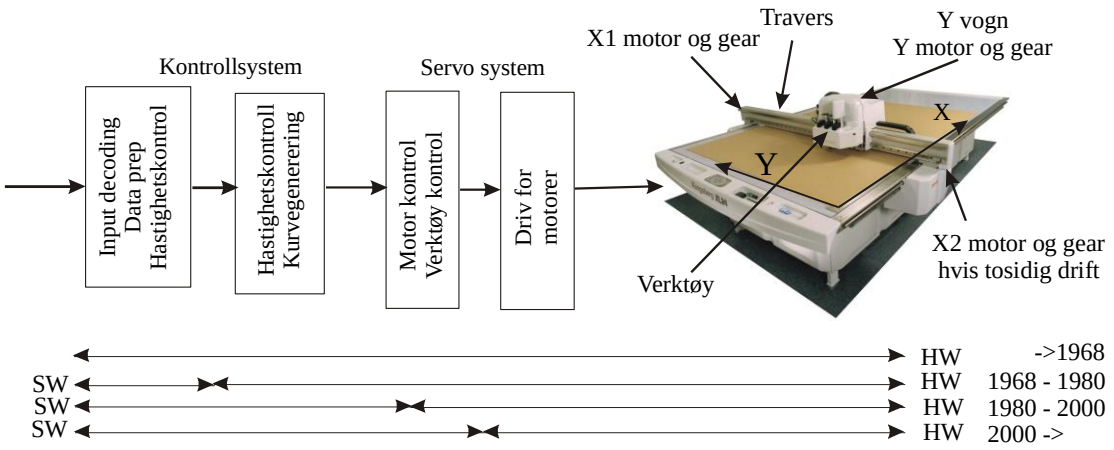
Til skjærebrenner og verktøymaskiner leverte KV bare styresystemet. Tegnemaskin er annerledes. Både tegnemaskin og styringssystem ble utviklet og produsert på KV. Utviklingen av tegnemaskin bød på store utfordringer både med mekanikk, servo og kontrollsystem.

Tegnemaskin. Hva og hvordan.

Tegningen nedenfor viser den prinsipielle oppbyningen av et tegnesystem eller kuttesystem. Hoveddelene er:

- *Tegnemaskinen har en travers som beveger seg i X retningen og en Y-vogn som beveger seg i Y. For at verktøyet som sitter på Y-vogna skal bevege seg i en rett linje eller sirkel må det beregner individuelle posisjoner for X og Y og de må synkroniseres nøye. I de følgende kapitler regnes også servosystemet som en del av tegnemaskinen.*
- *Kontrollsystemet som leser en input, gjør noen hastighetsberegninger og sender informasjon til kurvegeneratoren. Kurvegeneratoren beregner data til servosystemet i riktig hastighet og med synkrone posisjoner.*
- *Verktøyet sitter på Y-vogna og er den delen som gjør jobben på arbeidsstykke. Det kan være en penn med en bestemt farge som laget en strek eller en kniv som skjærer.*

Dette er en prinsipiell forklaring av funksjonene og har ikke noe med den fysiske plasseringen å gjøre. På den avbildede maskinen det meste integrert på maskinen.



Linjene viser hva som er løst i HW og SW i de forskjellige tidsepokene.

I oversikten over maskinene er det skilt mellom tegnemaskiner hvor nøyaktighet var høyt prioritet og kuttemaskiner hvor nøyaktigheten kunne være noe lavere, men fokus på kostnader var større.
Kurvegenerering og Servo posisjon.

Kurvegenerering ble på hele 1960-tallet utført i HW av den patenterte ESSI-interpolatoren. Den genererte rette linjer, sirkler og akseparallelle parabler. Parabler langs aksene var ikke særlig anvendelige og ble senere sløyfet. Ledelsen var overbevist om at ESSI-interpolatoren var svært vanskelig å erstatte og kurvegenerering ble betraktet som svært komplisert. Dette var trolig den vesentligste grunn til at skjærebrennerfirmaenes krav om CNC ble tatt lite alvorlig. CNC er Computer Numerical Control hvor kurvegenereringen blir gjort i SW. Konsekvensen ble at den første produktgruppen som fikk CNC-styring var verktøymaskinene, der professor Bjørke utviklet en SW interpolator for rette linjer og sirkler. Først etter at Messer Griessheim hadde fått utviklet sin egen CNC, startet KV i 1974 utvikling av CNC for skjærebrenner. Noen i teknisk avdeling på KV ønsket å benytte en annen metode for interpolasjon enn verktøymaskiner. Dette ble først godkjent etter at professor Bjørke hadde sagt at den kom til å fungere. Denne metoden ble også benyttet på tegnemaskin fra 1980.

Det var en utstrakt oppfatning at en CNC-styring for tegnemaskinen ville få hastighetsbegrensninger, men fordi HW og SW kurvegeneratorene har forskjellig virkemåte er ikke hastigheten noe problem.

- *ESSI-interpolatoren i **HW** beregner **posisjonsinkrementer av fast størrelse.** **Ø**nsket hastighet ble oppnådd ved at man styrer frekvensen på inkrementene. Maksimal frekvens for DC300 gav en hastighet på 42 m/min med 0.01 mm posisjonsinkrement.*

- ***En SW-interpolator** beregner nye posisjoner med **faste tidsintervall** og hastigheten blir styret av lengden på bevegelsen i ett intervall (sampel). Siden det innen visse grenser, er lett å øke lengden av bevegelsen kan SW interpolator kjøre veldig fort. Det er imidlertid en annen utfordring.*

I HW-løsningen oppdaterte posisjonsreferansen for hvert inkrement og servosløyfa var analog og kontinuerlig. I alle CNC-løsningene blir posisjonssløyfa lukket gjennom SW som et samplet system hvor posisjon- og servopådrag blir beregnet med faste tidsintervaller. Tegnemaskinen hadde høyere båndbredde (sampelfrekvens) enn verktøymaskin og skjærebrenner, noe som gir større krav til hvor ofte beregningene må gjøres. Det ble derfor en utfordring å skaffe prosessorkapasitet nok.

System:	*Sampelfrekvens:*
De første CNC for verktøymaskin	*50* Hz*
De første CNC for skjærebrenner	*50* Hz*
Tegnemaskin i 1980	*800* Hz*

Det er tegnemaskinens høye krav til oppdateringsfrekvensen for posisjon og servopådrag, som krever så mye prosessorkapasitet.

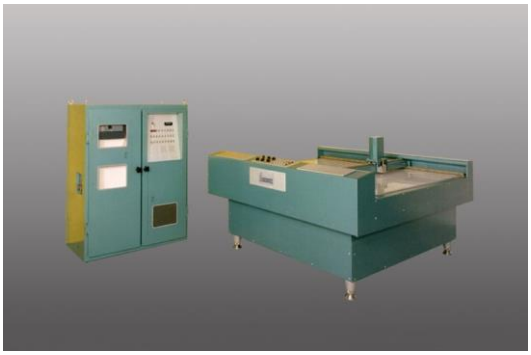
** Disse frekvensene har nå økt vesentlig.*

Tegne/kuttemaskinermodeller.

Tegnemaskin
Den første tegnemaskin ble lansert i 1964. Til 1979 ble det en rekke modeller. God nøyaktighet og stor ytelse var prioritert.
Alle hadde benyttet vakuum for å holde fast materialet.
I det følgende er det en beskrivelse av de 3 generasjon servo og motor som ble benyttet på tegnemaskin.

Første servo: 1964 til 1967: MK I .

Split-field type motor med DC tachometer. Motoren hadde ikke permanentmagnet, men det ble benyttet en fast ankerstrøm for magnetisering.



Maskinene var:

Type	*Areal i mm X - Y*	*Hastighet m/min*	*Nøyaktighet µm*	*År lansert*
Kingmatic 6515	*1500 - 650*			*1964*
Kingmatic 1215 MK I.	*1500 - 1200*	*5/10*	*50/100*	*1966*

Markedet var skipsbygging og bil/fly.

Andre servo: 1967 til 1972: MK II.

Det var et 50 Hz eller 60 Hz AC motor og 400 Hz resolver for posisjonsmåling.
Maskinene var:

Type	*Areal i mm X - Y*	*Hastighet m/min*	*Nøyaktighet µm*	*År lansert*
Kingmatic 1215 MK II.	*1500 - 1200*	*5/10*	*50/100*	*1967*
Kingmatic DM 2637	*3700 - 2600*	*4/6*	*100/300*	*1967*
Kingmatic DM 18xx	*3000++ - 1800*	*4*	*100*	*1968*
Kingmatic MK III 0912	*1200 - 900*	*3*	*13*	*1968*
Kingmatic 1215 MK III.	*1500 - 1200*	*5/10*	*25*	*1968*

De store maskinene ble solgt til skipsbygging og de små gikk til kart og noe elektronikk.

Tredje servo: 1972 til 2010: DC servo med PC motorer.

Dette systemet var laget for høyere ytelse. Det hadde DC motor med DC takometer og optisk enkoder for posisjonsmåling. Posisjonssløyfen var digital. Noen maskiner hadde ensidig drift med drivrør.

Andre hadde tosidig drift av traversen med drivrør mellom girkassene, og felles posisjonsregulering. Motorene var høyytelses Printed Circuit type med permanentmagneter. Det var 3 individuelle 3-fase strømforsyninger. Den første maskinen med dette systemet var ***DM16xx*** *som ble lansert i 1972. Denne maskinen hadde en kraftig travers og bordflate med tosidig drift på travers. Maskinen var tiltbar med motordrift. Det ble en dyr maskin.*

*I 1973 ble det laget en prototyp DM1212 med areal 1200*1200. Denne maskinen var i realiteten en 16xx travers som kjørte på et lite bord. Den ønskede ytelse ble ikke oppnådd med denne tunge traversen. Prosjektet ble derfor skrinlagt før dette ble et produkt i markedet.*

I 1974 ble det konstruert en helt ny både lett og stiv travers. Den hadde tynne plater med honycomb mellom. Bordplata var også med stålplater på hver side av honeycomb. Året etter ble det laget en 1800 travers.

Det var ikke lagt noe vekt på å pynte maskinen. ***GT5000*** *ble utviklet i USA og den var pyntet med en rekke plastdeksler.*

Det var en DM1216 med 2 motorer på travers. Maksimal hastighet og akselerasjon ble øket.

DC300 interpolator kunne ikke kjøre fortere enn 42 m/min med 0.01 mm inkrement. For å oppnå høyere hastighet ble det laget en mulighet til å doble inkrementet.

Systemet kunne kjøres i 3 hastighetsmoder:

1. *15 m/min og 0.1 G*
2. *42 m/min og 0.3 G*
3. *60 m/min og 0.7 G*

Maskinene var:

Type	*Areal i mm X - Y*	*Hastighet m/min*	*Nøyaktighet µm*	*År lansert*
DM 16xx	*3000++ - 1600*	*42*	*80*	*1972*
DM 1216 single drive	*1500 - 1200*	*42*	*60*	*1974*
DM 18xx single drive	*2500++ - 1800*	*42*	*65*	*1975*
GT 5000	*1500 - 1200*	*60*	*65*	*1978*
DM 18xx twin drive	*2500++ - 1800*	*60*	*65*	*1979*

De siste tegnemaskinmodeller.
DM1216 og DM18xx med ensidig og tosidig drift var de siste av en rekke tegnemaskiner. Denne maskinserien fikk en levetid på ca. 35 år. I løpet av den tiden ble det benyttet 4 forskjellige styresystemer. Den siste DM18xx ble levert i 2010.

Det som ble utviklet senere, var rimeligere maskiner for skjæring av forskjellige materialer.

For å illustrere kostnadsforskjellen kan nevnes at motorene til de siste tegnemaskinene som ble levert kostet omtrent 30 ganger som mye som de vi da benyttet på kuttemaskinene.

Kuttemaskiner.

Kuttemaskinene har mindre krav til nøyaktighet, men er mer presset på pris. Utviklingen av kuttemaskiner startet med tegnemaskin som den teknologiske basen. De fleste av disse produktene ble utviklet etter at tegnemaskin ble skilt ut i eget selskap. Den gode teknologiske basen og en videre utvikling med stort fokus på kostnader og markedsbehov, har ført til en produktlevetid som nærmer seg 50 år. Kuttemaskinene selger som aldri før og jeg tillater meg derfor å ta med noe av den videre utviklingen.

1985: CM1216
Mekanikken var en DM1216, men det ble byttet til rimeligere motorer, tachometer og enkoder. Dette reduserte kostnadene for disse komponentene til under ¼ del. Trefase strømforsyninger ble byttet med enfase.

1989 og 1990: CM1320 og CM1930.
Det var maskiner beregnet på å skjære emballasje og spesielt bølgepapp. De hadde rimeligere mekanikk, lavere hastighet, men hadde mer kuttekraft.

***2000: XLxx hadde mange nyheter**:*
Kuttemaskiner med rimelige tannstenger og plast pinion. Motorer på begge traversender og drivrørforbindelsen mellom de to sidene ble sløyfet fordi den var kostbar og en stor feilkilde. SW stiller inn og synkroniserer vinkel. Felles uregulert strømforsyning for alle akser. Motorer uten tachometer drevet av distribuerte PWM forsterkere. En god oversikt over de viktigste feilkildene på det eksisterende system, gjorde det mulig å fjerne/redusere de fleste. XL-maskinen ble en relativt rimelig og pålitelig "arbeidshest". Den er til 2011 solgt i over 3000 eksemplarer.

2004: DCMxx:
XL med automatisk inn og utlasting av materialer. Blir av mange kjørt ubetjent på natta.

2005:XE10 og i-XE10
Maskin for kutting av folie og kartong. Den har et knivverktøy med ekstremt hurtig rotasjon og opp/nedbevegelse.

2006: XPx
Kuttemaskin for produksjon med høyere kapasitet. X og Y har store 3-fase AC motorer. Spenning til de tre fasene blir regnet ut i SW.

2010: XPA
XP med automatisk inn og utlasting av materialer.

Noen hastigheter og akselerasjoner:

Maskin	*Hastighet m/min X og Y*	*Akselerasjon G, X og Y*	*Levert fra:*
Kingmatic 1215	*15*	*0.125*	*1968*
DM16xx	*42*	*0.4*	*1972*
DM1216 og DM18xx Single drive	*42*	*0.3*	*1974*
GT5000	*60*	*0.7*	*1978*
DM18xx twin drive	*60*	*0.5*	*1978*
CM1216	*50*	*0.5*	*1985*
CM1320 og CM1930	*30*	*0.2*	*1989*
XLx	*32 - 39*	*0.25 – 0.5*	*2000*
i-XE10	*50 - 62*	*0.7 – 1.0*	*2005*
XPx	*60 - 80*	*1.0 – 1.4*	*2006*

Kontrollsystemer.

1962: MK1
Første generasjon kontroll system for skjærebrenner og tegnemaskin. ESSI interpolator og input var 5 kanal papirtape med ESSI format. Bare HW.

1966: MK2
Kontroll system for skjærebrenner og tegnemaskin. ESSI interpolator og input var 8 kanal papirtape med ESSI format. Bare HW.

1968: MK3
Første tegnemaskin kontroller med minicomputer. Minimaskinen var Honeywell 416. Det var fortsatt ESSI interpolator for kurvegenerering. Minimaskinen gjorde dekoding av input, skalering og hastighetsberegninger med en blokk look-ahead. Det var også et symbolbibliotek for teksting. Interpolatoren var byget opp med Honeywell logikkmoduler? SW var skrevet i Honeywell 416 assembler kode. Hukommelsen var til å begynne med på 4K 16 bit ord. (8 kb), men ble snart utvidet til 8 K. En modul med 4 K 16 bit ord kostet ca. 80.000 kr. I 1970 skiftet vi til Honeywell 316 som var noe rimeligere.

1971: DC300 Honeywell
Funksjon som MK3, men elektronikken ble konvertert til integrerte kretser. Det ble mye rimeligere.

1972: DC300 SM4
SW fra MK3 (Honeywell) ble konvertert til SM4 assembler og det ble lagt til en mulighet for å kjøre flere programmer. En SM4 kunne styre 2 tegnemaskiner.

1973: Ny hastighetskontroll.
Når DM16xx var ferdig oppdaget en at den ikke tegnet så fort som forventet og da spesielt på kurver definert

som korte rette linjer. Det følgende er sitat fra sammendraget i rapport nr. 55/72 fra avdeling U:

Denne rapporten anbefaler utvikling av en ny hastighetskontroll som optimaliserer hastigheten over flere blokker. Denne utviklingen sammen med en del andre modifikasjoner i software vil koste kr 55.000,-. Samlet dataprosesseringstid vil reduseres med 50%. Dette sammen med optimalisering over flere blokker vil bety opp til en dobling av gjennomsnittelig tegnehastighet for korte blokker.

Den eksisterende hardwareløsningen gir ikke mulighet for en effektiv utnyttelse av tegnetiden og bør revurderes……

Saksbehandler: M. Reggestad.
Kontrollert: E. Hestad *Godkjent: Jan E. Hagen*
Rapport utstedet: 27.9.1972

Prosjektet ble gjennomført og resultatet ble som forventet. Dette er vel en av de første tilfeller av optimalisering av prosessering på tegnemaskin. Siden ble det innenfor rimelige grenser, et designkriterium å få mest mulig ut av billigst mulig HW.

1980: GC300
Første full CNC med SW kurvegenerator. For å få nok kapasitet ble det benyttet 2 stk. KS500 CPU moduler med felles hukommelse. KS500 var mer et sett med byggesteiner enn en minicomputer. Den var relativt godt egnet for oppgaven selv om den kunne vært litt raskere.

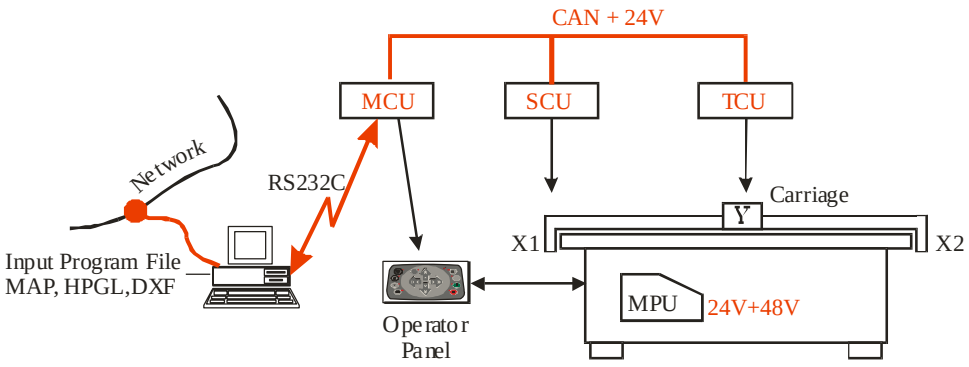
Grovt sett utførte den ene CPU'en de oppgaver som DC300 hadde i HW. Denne prosessoren kjørte 2 jobber og ble styrt direkte fra multilevel interrupt system. Det var utfordrene å få høy nok sample frekvens. Den andre kjørte KOS operativsystem fra computergruppen. Programmene ble skrevet i MARY. Systemet var laget for å kobles online til systemet som kjørte CAD systemet. Tilpassingen til forskjellige host systemer krevde etter hvert mye resurser.

Senere ble det lagt inn ikke akseparallelle parabler og Bezier kurver. For å forbedre ytelsen og kvaliteten på kurver med korte rette linjer, ble det implementert filtrering og glatting. Hastighetskontrollen ble også forbedret.

1988: GC600.
Midt på 80-tallet kom de første PC'er og prisen var sterkt fallende. Den første vi kjøpte kostet ca. 65.000 kr. Prosjektfremlegget regnet med at PC'en i kontrollsystemet ville koste ca. 35.000. PC'en i de første leverte systemene kostet ca. 17.000 kr. En PC hadde ikke på langt nær den kapasitet som skulle til for å styre en tegnemaskin. PC'en kom på grunn av utviklingen på mikroprosessorer og noen av prosessorene på den tiden var kraftige nok til å kontrollere en tegnemaskin. KV's og senere NFT sin Computer Technology Group utviklet et innstikkskort til PC med en 32 bit Motorola prosessor med flyttall (MC68020+MC68881). Kortet skulle utføre de tidskritiske funksjonene. PC SW kunne med IO instruksjoner skrive og lese hukommelsen til innstikkskortet. GC300 SW var utgangspunktet. Det ble oversatt til C og restrukturert en del, men det aller meste av logikken og matematikken ble i første versjon uforandret. Systemet ble vesentlig rimeligere enn GC300. Det var et problem at innstikkskortet sto i PC'en fordi da ble PC'en en del av EMC testen. Hver ny modell av PCer skulle testes på nytt. Det ble en lite ønskelig situasjon. Systemet hadde fortsatt mange kable og kabelbrudd var et pålitelighetsproblem.

1996: GC700/GC800 konseptet.
Dette styringskonseptet. Det består av 3 like kontrollerkort basert på Motorola MC68332 mikrokontroller. Det er en rimelig prosessor med noe lav kapasitet enn den på GC600 kortet, men den har mange innebygde funksjoner slik at det trengs få eksterne komponenter. Pulser fra optisk enkoder kan dekodes og telles. Fra begynnelsen kunne kortet styre 4 servo akser, hadde 2 serielinjer og en del digital I/O. Kortet trenger bare 24 V. Andre nødvendige spenninger blir generert på kortet.

Et kort ble plassert under operatørpanelet, et på enden av traversen og et på Y-vogna. Se tegningen. Det var serielinje til PC og CAN nettverk mellom kontrollerkortene. CAN benyttet et twistet par ledning. Både MC68332 og CAN er laget for biler, noe som gir stort volum og billige komponenter. PC var nå ikke del av EMC test. Arkitekturen gav mange tusen kroner i redusert kabelkost. De få resterende kabler fikk god plass i føringene og kabelfeilene ble nesten borte.
Dette styringskonseptet brukes fortsatt. Det er laget 3 versjoner av kontrollerkortet. Siste versjon har større regnekapasitet og har også PWM utganger for direkte styring av PWM forsterkere.



Front End PC **Cutting Table**

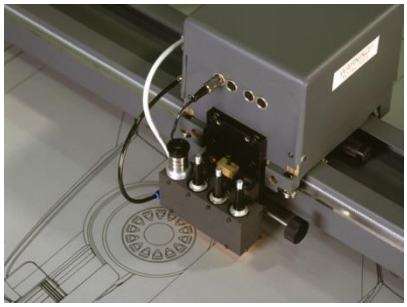
Verktøy for tegne/kuttemaskiner.
Tegnemaskin og kuttemaskin trenger et verktøy til å tegne eller skjære etc. Det følgende tar for seg de viktigste av disse.

Tegnemaskin verktøy.
1966: 25 mm holder.
Dette var 1 eller 4 posisjoner for penner.

1969: PS9 fotohode.
Dette var et enkelt verktøy for eksponering av film. Det ble brukt i elektronikkindustrien.

1971: Knivverktøy.
Tangensialt styrt knivverktøy for kutting av folie ble også benyttet i elektronikkindustrien.

1974: 12 mm holder.
Dette var en ny og mer nøyaktig og raskere verktøyholder lagd i 1 og 4 pos versjoner. Den ble benyttet til tusj og kulepenn, tegneverktøy som ble mye brukt i bil og flyindustrien. Et tusjverktøy hadde trykk for å få ut nok blekk ved høye hastigheter. Til tegning av kartoriginaler ble det utviklet risse og graveringsverktøy. Det ble



utviklet kniv til folieskjæring som også ble benyttet til skiltproduksjon.
12-mm verktøyholderen ble et svært viktig produkt som med små modifikasjoner ble benyttet helt til den siste tegnemaskinen ble levert.

1975: PS5 fotohode
Dette var et avansert fotohode med mange symboler som dekket alfabetet, tallene og en del spesialsymboler. De kunne roteres og eksponeres i 3 størrelser.
Primærapplikasjon var karttegning. Sjøkart hadde en mengde tall.

Kuttemaskinverktøy.

1984: 40 mm verktøy.
Dette var et kraftig verktøy med luftsylinder for opp ned bevegelsen. Dette verktøyet åpnet emballasjemarkedet. Holderen ble utstyrt med kniv, vibrerende kniv og rillehjul. Den hadde manuelt justerbare glidekopper for å stille kutte- og rilledybde. Denne justeringen måtte gjøres hver gang en skiftet tykkelse på materialet.

1992: MasterCut
Målet med denne utviklingen var økt automatisering og ytelse. Det var 3 posisjoner som kunne ta hodedreier verktøy og 4 penner. Verktøyet hadde en servostyrt hodedreier og servostyrt Z-akse for verktøy opp ned. Begge aksene hadde DC motor med optisk enkoder.
Den store nyheten var en målefot som kunne måle Z-posisjonen ned til materialet eller bordplaten. Med denne ble bordflaten målt for å lage et digitalt høydekart. Materialtykkelsen ble målt for hver jobb. Det ble lagret justeringsdata for alle verktøy som ble brukt for å styre verktøyet til rett høyde.
Riktig bearbeiding for hvert materiale ble satt opp i materialspesifikke filer. De hadde data som rilledybde langs og på tvers av bølgene.
Skifte til et nytt materiale var å åpne en ny fil.
Denne prinsipielle løsningen ble meget godt mottatt i markedet og prinsippet er til nå benyttet i 18 år. Mekanikken i verktøyet er utviklet videre.

1992: Verktøy for Illustrasjon av prøver.
Våre maskiner ble i første fase i hovedsak benyttet til å lage prøver. Det var et ønske om illustrasjon på prøvene. Det var ikke printere på markedet som kunne ta stive materialer. En HP blekkskriver ble modifiser slik at den sprutet ned på kutteflaten. Nødvendige signaler ble simuler slik at printeren trodde den skrev på A4 ark.
Det ble 3 generasjoner av dette verktøyet, 2 med HP og en med en større Mutoh printer. Produktlinjen ble terminert da det kom mange ny printere for stive materialer.

Teknologisk samarbeide.

HW

De sivile produktene hadde tidlig eget personell på elektronikk og det var relativt lite samarbeide med militærsiden. Mekanikk og servo hadde felles teknologiavdelinger som var avgjørende for utviklingen av alle tegnemaskinmodellene. Utviklingen av KS500-kortene var et utstrakt samarbeide mellom sivile og militære brukere. Når kostreduksjon for tilpassing til kuttemarkedet startet midt på 80-tallet hadde tegnemaskinavdelingen eget personell. Etter at tegnemaskin ble eget selskap ble det besluttet at vi ikke skulle ha eget utstyr og kompetanse på elektronikkort. På begynnelsen at 90-tallet hadde vi noe erfaringsutvekslinger med Trallfa robot. Vi hadde startet med GC700 arkitekturen og Tralfa de gav oss ideen om CAN nettverk og gjorde oss kjent med Mikael Dreggevik, senere West Control. Dreggevik hadde kompetanse på MC68332 og CAN og utviklet kontrollerkort til en rimelig kost.

SW

Det var ikke noe samarbeide på Honeywell SW, men når vi startet med SM4 var det mer og mer samarbeide. Vi hadde felles basis SW og utvekslet matematikk rutiner og debuggings verktøy.
En avdeling ved NTH utviklet programmerings språket Mary. Det ble benyttet for KS500 både av tegnemaskin og militære produkter. Når tegnemaskin sluttet å benytte KS500 ble det slutt på det formelle samarbeidet. Vi som kom fra avdeling U, tok en telefon når vi trodde andre kunne gi noen hjelpende tips. Til vår første Motorola prosessor benyttet vi VRTX Real Time Kernel. Dette gav oss lisenskostnader. Vi brukte relativt få funksjoner og begynte å se på muligheten av å skrive dette selv. Det er få linjer kode, men med store muligheter for vanskelige feil. I den sammenheng var det litt tryggere å kunne ta noen samtaler med tidligere kollegaer fra U.

SW metoder

Utover 70-tallet ble SW en stadig viktigere del av de fleste produkter og med økende størrelse økte kvalitetsproblemene. Det var også ønske om større effektivitet i utviklingen. Det førte til et felles arbeide med metoder for effektiv og sikker gjennomføring av SW prosjekter. En god design som blir grundig gjennomgått er viktig for å sikre kvalitet på SW, men på litt krevende SW vil dette også gjøre totaljobben mindre. Å lage en god design av SW funksjoner er ikke trivielt og det finnes dessverre ikke en dokumentasjonsmetode som er best for alle type problemer. Det ble arrangert felles kurs i gode analyse og design metoder.

VEDLEGG 4

PRODUKTHISTORIE INDUSTRIELLE SYSTEMER
sett fra Serviceavdelingen

Utarbeidet av Einar Aadahl med bidrag fra flere

SKJÆREBRENNERSTYRINGER

CC2/CC4/CC300

Som kjent ble den første ESSI styringsenhet demonstrert i Essen høsten 1961 og de første regulære leveransene gikk til Kockum, Bergens Mek Verksted, Kieler Howaldwerke, Brehmer Vulkan samt Deutsche Werft i 1963 og 1964 (CC2 og CC4). Disse hadde logikkretser bygget opp med diskrete komponenter (transistorer, dioder etc.) og hadde mange komponenter som tydelig stammet fra «militære» anvendelser. Styringsenhetene ble samkjørt med skjærebrennerne nede hos KV's samarbeidspartner Messer Griesheim i Frankfurt, før installasjon hos sluttkunde. Senere knyttet KV til seg andre samarbeidspartnere som Kjellberg-Eberle og Hancock, begge i Frankfurt, samt andre i andre markeder. I 1968 hadde KV levert/fått ordre på 100 NC styresystemer og var med dette markedsledende. De fleste ESSI systemer ble levert med Messer's SICOMAT skjærebrenner. På slutten av 60-tallet ble også ESSI systemet integrert med skjærebrenneren og produktet fikk navnet BINUMAT. Kun et fåtall slike leveranser ble gjennomført, bl.a. til Kockums, Blohm und Voss og Krauss Maffei.

På begynnelsen av 70-tallet ble de gamle transistorbaserte styringene CC2 og CC4 videreutviklet og IC (Integrated Circuits) ble tatt i bruk. De nye styringene fikk navnet CC300 (2-aksestyring) og CC303 (3-aksestyringen). De første CC300/303 ble levert i 1971 og var første generasjon med IC'er. CC300 var bygget med stort sett samme logikkløsninger som de tidligere CC2/CC4 . De benyttet Digitronix hullbåndlesere og hadde noe forbedret snittfugelogikk (kompensere for diameter på brennedysa) i forhold til CC2/CC4. De første utgavene hadde stepmotor/synchro output til skjære-brenneren. Første utgave hadde 1/10 mm oppløsning, men ble senere oppgradert til 1/100 mm. De første leveransene gikk til Japan. Steinar Wist fra Serviceavdelingen var i Japan et halvt år på installasjon. Problemet med disse styringene var at mye av logikken var asynkron og de nye IC-kretsene reagerte raskere på kortere pulser (glitcher) enn foregående generasjon som var rimelig langsom.

CC300/303 fikk vel bortimot 500 endringer før den var kvalitetsmessig stabil. Dette medførte mange reiser og mange timer over oscilloskopet før en fant problemet og fikk introdusert en løsning. CC300 var bygget opp med kretskort som var wrappet slik at det gikk rimelig greit å endre på koblinger i felt, alle serviceingeniører var utstyrt med wrappeutstyr i forskjellige dimensjoner, alt etter om det var kretskort eller backwiring som skulle rettes på. Kontroll logikken og speedkontrollen var de store problemområdene, selve interpolatoren var grei når en først hadde lært seg virkemåten. Speed-kontrollen var dessuten en av de svakeste sidene rent teknisk idet en måtte bremse opp for hvert linjesegment og at mye av speedkontrollen også var analog gjorde det ikke bedre. (I tillegg korroderte IC'er (Texas Instrument) så mye slik at viskelær ble en del av service utstyret.)

Ellers var vel kjennetegnet på CC300 med flere styringer på denne tiden bruk av "Snepperter" for å holde skapdeksler på plass, front, bak, topp og sidedeksler. Disse Sneppertene var av plast og så sprø at de knakk ved første berøring, resultatet var at skapdekslene hang og slang, ofte på skrå, noen tapet og noen sto ved siden av. Etter noen år var dette et sørgelig syn og det endte opp med at servicefolk måtte reise verden rundt og sette inn skikkelige skruefester etter at det ble prøvd forskjellig typer av Snepperter.

CC200

CC200, som var neste generasjon styresystem, ble bygget opp med kretskort slik vi kjenner de i dag, (PCB, Printed Circuit Board) og skulle være en «billigutgave». Dette var mye en kopi av CC300, men med en digitalisert speedkontroll og bedre snittfugekompensasjon. Den kom på markedet i 1973/1974 og det var relativt lite tekniske problemer med denne styringen. Det største problemet var Addmaster mekanisk hullbåndleser med sprockethjul. Det hendte ofte at sprockethjulet delte hullbåndet på langs - lite populært. CC200 fikk ikke den store oppmerksomheten selv om det ble levert en del anlegg. Den fikk konkurranse av CNC500 som kom i 1974 og senere MINC som billigversjon.

Messer Griesheim, som var den største kunden KV hadde på styresystemer for skjærebrennere, hadde over lengre tid etterlyst et CNC-basert styresystem. Men KV hadde ikke vist den store interessen for å introdusere et slikt system i markedet selv om vi hadde CNC-styringer for verktøymaskiner og tegne-maskiner. Sitat fra Martin Reggestads skriv MR:2011-04-08:

"Kurvegenerering ble på hele 1960-tallet utført i HW av den patenterte ESSI-interpolatoren. Den genererte rette linjer, sirkler og akseparallelle parabler. Parabler langs aksene var ikke særlig anvendelige og ble senere sløyfet. Ledelsen hadde sterk tro på at ESSI-interpolatoren var svært vanskelig å erstatte og kurvegenerering ble betraktet som svært vanskelig. Dette var trolig den vesentligste grunn til at skjærebrennerfirmaenes krav om CNC ble tatt lite alvorlig."

CNC500

Messer introduserte derfor sitt eget styresystem i begynnelsen av 1974 noe som medførte hektisk aktivitet i Systemdivisjonen i KV med strategiske diskusjoner om hva som måtte gjøres for å møte konkurransen. Tiden var knapp og det var ingen tid til å utvikle en ny generasjon skjærebrenner styringer. Beslutningen ble å "kopiere" tegnemaskinstyringen hvor SM4-computeren ble benyttet for innlesing av data, men hvor det ble benyttet samme ***HW ESSI-interpolator*** *og steppmotor output som tidligere. Snittfugekompensasjonen ble nå foretatt i SW og nå først ble det en teknisk god løsning. Mye av kontrollogikken ble også forenklet, spesielt alt ved reverskjøring (Block Reverse og Reverse), og speedkontrollen ble ryddet noe opp i.*

Det ble mange endringer på SW før CNC500 gikk som ønsket. Første installasjon var i Wien (og en i Sverige). Ingolv Olsen fra Serviceavdelingen var i Wien våren 1974 på installasjon og gikk der en hel måned for å legge inn SW-patcher og observere resultatet for så å ringe KV på ettermiddagen for å få nye patcher neste morgen. Etter fire uker gikk maskinen noenlunde bra, største problemet var rundt reverskjøring og så framover igjen.

CNC500 var en kostbar løsning som ble framtvunget av markedets krav til CNC-løsning. KV satte derfor straks i gang utviklingen av ei helt ny styring for skjærebrennere som var basert på den nye generasjon computere KS500.

CNC600

Den nye styringen som fikk navnet CNC600 kom i 1975. Da først fikk KV en virkelig god teknisk løsning, men den kom i seneste laget. Den store forandringen var at nå var også kurvegenerering lagt i SW og servosløyfen lukket via SW, hvor tidligere løsninger var med steppmotor og synchro (de aller første hadde servomotorer og synchro). CNC600 bygde på KV's KS500 computer og HW konseptet var det samme som ble benyttet på verktøymaskinstyringer, type CNC2000.Første maskin med CNC600 var en skjærebrenner som også hadde utstyr for sveising, fra Kjellberg-Eberle i Karben. Den var (da) verdens største med en traverslengde på 30m. Da servosløyfa skulle lukkes gjennom SW måtte denne maskinen også ha nye servoer. Det ble den første maskin fra Kjellberg-Eberle med transistoriserte servoforsterkere levert av Bosch.

Maskinen gikk slett ikke bra, den oscillerte som bare det, eksperter fra Bosch ble tilkalt, men kunne ikke fikse problemet. En professor fra Berlin, med 2 assistenter, ble tilkalt og kunne heller ikke løse problemet, maskinen oscillerte like fullt. Kjellberg-Eberle rettet blikket mot CNC600 og mente problemet lå der. Etter en del diskusjoner fram og tilbake fant en ut at skulle en komme videre måtte KV tre støttende til. KV viste nok en gang sin kompetanse på servoer da Bergerud (etter en del diskusjoner internt i KV om hvem som skulle reise) ble sendt nedover. Han stilte opp med en blekkskriver og Balchen's bibel, og etter 14 dager gikk maskinen som en drøm. Problemet var i tacho feedback signalet og Bergerud la inn kompensajonsnettverk som fikset problemet. Etter denne hendelsen hadde Kjellberg-Eberle stor respekt for KV's kompetanse. De tyske ingeniørene sto nesten «rett» når de snakket med KV-personell. Det ble slutt på diskusjonen når noen fra Serviceavdelingen hadde ringt KV og diskutert problemer, uavhengig av hvem de hadde snakket med. CNC600 benyttet KS500 systemet som slet med sine egne tekniske problemer helt frem til høsten 1978. Største problemet var at det ble benyttet Schottky-teknologi på to-lags kretskort, basert på at det var det billigste. Sommer 1978 ble det fastslått at skulle KS500 virke måtte en over på PCB'er med skikkelig power og jordplan. Dette kom i drift fra slutten av 1978 og etter dette ble det en helt annen stabilitet på KS500 systemet, det er fremdeles i operasjon (2012, ADP311 DP-system fra Kongsberg Maritime). Hvilke andre datamaskiner fra 1975 er fremdeles i drift?

MINC

Den siste av skjærebrennerstyringene var MINC 100 som kom i 1976. Denne var basert på en mikro-prosessor og den ble også utgitt i en «billigversjon» kalt MINC 100 L uten hullbåndleser, men med lokal input via meny og predefinerte «shaper». Det var spesielt Hancock i Tyskland som etterlyste denne typen styresystem som de ønsket å integrere i panelet på skjærebrenneren. Ingen av disse styringene ble noen stor suksess, de kom alt for sent på markedet.

PC200

Det ble også utviklet et programmeringssystem for skjærebrennere, PC200 (Programming Centre) basert på PDP1134 fra Digital Equipment og Tektronix interactive graphics terminal, slik at en kunne utnytte stålplatene bedre med såkalt «nesting» av forskjellige deler som skulle skjæres, men dette kom også for sent på markedet, nærmere 1980.

Det eksisterte også en «Relékasse» som det gikk mange historier om. Dette var en kasse hvor det det var lagt inn relelogikk og som var plassert ute på selve skjærebrenneren for å styre ventiler og aktuatorer. Denne var ofte dårlig dokumentert og med mange tilpasninger til de forskjellige maskin-fabrikantene. Etter hvert ble denne bygget inn i maskinen av maskinfabrikanten og fra midten av syttiårene var det slutt på leveranser av Relekasser fra KV.

TEGNEMASKINER

KV utviklet og leverte en enkel kontrollmaskin med areal 650x1500millimeter til Bergens Mek. Verksted i 1963. Dette var for å kontrollere at styredataene til skjærebrenneren var riktig før brenning av plater ble startet. KV hadde også for det samme formål inngått en avtale med tegnemaskin-fabrikanten ARISTO som ble levert sammen med KV's styresystemer til flere sluttkunder (bl.a. Eriksberg i Gøteborg).

Første prototype av Kingmatic 1215 MK I ble levert i 1965 og MKII en 2-3 år senere. Maskinene ble etter hvert benyttet i veldig forskjellige applikasjoner og igjen med betydelige kundetilpasninger. Servicepersonell ble etter hvert kjent med de enkelte applikasjoner og derfor også benyttet i forbindelse med utviklings- og testoppgaver. Det ble også utviklet en spesiell tegnemaskin i USA for elektronikk-markedet, hvor tegnebordet var basert på en granittblokk. Maskinen ble styrt av en liten Honeywell computer og var den første store software leveranse fra KV. Det tok også relativt kort tid før man innså at det var nødvendig at mekanikerkompetanse var nødvendig ved installasjoner og serviceoppdrag på tegnemaskiner. Gunnar Huslende var den første som deltok aktivt på slike oppdrag.

Det ble også utviklet en spesiell tegnemaskin i USA for elektronikk-markedet, hvor tegnebordet var basert på en granittblokk. Maskinene ble etter hvert benyttet i veldig forskjellige applikasjoner og igjen med betydelige kundetilpasninger. Servicepersonell ble etter hvert kjent med de enkelte applikasjoner og derfor også benyttet i forbindelse med utviklings- og testoppgaver.

Noen av disse applikasjonene som de første maskinene ble levert til var generell tegning hvor kunder var bl.a. høyskoler og forskningsinstitusjoner både i Norge og i utlandet, det var selvfølgelig skipsverft som brukte maskinene både for tegning av produksjonsunderlag og for å kontolltegne programmer for skjærebrennere før de startet brenning av plater.

Skipsindustrien kom også med et ønske om en større maskin slik at de kunne tegne i skala 1 :1. KV utviklet derfor DM2637 som var 2,60m x 3,70m. Den første ble levert i 1968 til et skipsverft i USA og nr. 2 året etter til Frankrike. Totalt ble det levert mindre enn 10 maskiner av denne modellen, den siste i 1971, også til Frankrike.

Da hadde KV allerede utviklet DM1800-modellen som var en 1,80m bred maskin som ble bygd opp i moduler a' 1,50 m. Den korteste modellen var DM1830 og den lengste som noen gang ble levert var en DM1890 til et firma i Holland, også for skipskonstruksjon.

Den første maskinen som ble levert til kartapplikasjonen ble tatt i bruk i England til sjøkarttegning i 1968. Det var en DM1215 med MKII styresystem. Året etter ble så første kartmaskinen tatt i bruk i Norge av Byggedata A/S. Det var også DM1215, men med MKI styresystem.

Flyindustrien kom inn på kundelisten rundt 1968 med leveransen av en DM2637 med MKII styresystem til flyfabrikant i England (Hawker Siddeley), etter først å ha utprøvd en DM 1215 MK 2. Omtrent samtidig kom også bilindustrien inn som en viktig kundegruppe.

Styresystemet MKIII ble i 1970/71 videreutviklet til DC300 med Honeywell computer. Funksjonaliteten var som MK3, men elektronikken ble konvertert til integrerte kretser. Så i 1971 ble DC300 konvertert fra Honeywell computer til KV's egen computer SM4. SW fra MK3 ble konvertert til SM4 assembler, og det ble lagt til en mulighet for å kjøre flere programmer. En computer kunne styre 2 tegnemaskiner.

I 1972 kom den første tegnemaskinen med likestrømsdrift og digital servosløyfe, DM1600. Det var en maskin med høyere ytelse enn DM1800 og som også var tiltbar med motordrevet tilt. Dette ble en dyr maskin. For servicepersonellet ble det utfordringer under installasjonene av lengre maskiner for å få seksjonene rettet opp i forhold til hverandre slik at tiltingen ikke ga problemer. Bilindustrien ble viktige kunder for denne maskintypen, men det ble også installert noen få maskiner i andre applikasjoner.

Basert på servoprinsippene fra DM1600 ble det satt i gang et prosjekt for utvikling av en raskere maskin som skulle erstatte DM1215.

Kartapplikasjonen vokste sterkt som kundegruppe og skipsindustrien var på vei ned. Og for på en bedre måte å tilfredsstille kartinstitusjonenes behov for størrelse på maskin, ble det besluttet å bygge en maskin med størrelse 1,2m x 1,6m, en DM1216. Det ble konstruert en helt ny lettere og stivere travers. Den hadde tynne plater med honeycomb mellom. Bordplata var også med stålplater på hver side av honeycomb. Servoen var den samme som ble brukt i DM1600, men med en motor for å drive X-aksen. De første maskinene av denne typen ble levert i 1974 til kartinstitusjoner i Europa.

I 1975 ble også en DM1800 som var basert på DM1216-konseptet utviklet. Forskjellen var at traversen var litt forlenget. Bordkonstruksjonen og servoen var den samme som i DM1216. Maskinen ble levert med minste modell DM1825 og med mulighet for forlengelse i 1,5 m moduler. På slutten av 1970-tallet fikk denne maskintypen øket sin ytelse (hastighet og aksellerasjon) ved at det ble satt inn motor på begge sider av traversen. Den ble kalt DM1800 twin drive. Da hadde allerede DM1216 gjennomgått samme videreutvikling og ble kalt GT5000.

Rundt 1980 var det nesten slutt på leveranser av tegnemaskiner til skipsindustrien. De store kundegruppene var kartinstitusjoner og bil- og flyindustrien. Det ble imidlertid jobbet kontinuerlig med å finne nye bruksområder for maskinene. Et av disse bruksområdene som det ble jobbet med var skiltproduksjon. I samarbeid med norske skiltfirmaer ble det utviklet et verktøy for skjæring av selvklebende folie som fortsatt i dag blir brukt i skiltproduksjonen. Det ble også utviklet en fres for fresing i metallmaterialer. Den første maskinen som ble levert til denne kundegruppen var en DM1216 med tangensialstyrt verktøy for kutting av folie som gikk til et norsk skiltfirma. Dette var i 1981/1982.

Gjennom hele 70-tallet ble styringssystemet DC300 brukt på alle tegnemaskiner som ble levert. KV hadde da allerede levert CNC-styringer basert på computeren KS500 i flere år for verktøymaskiner og skjærebrennere.

Den første tegnemaskinen med CNC-styringen GC300 ble levert i 1980. Maskinen var en GT5000 for kartindustrien.

GC300 var utviklet for å kunne koples online til systemer som kjørte CAD-systemer. Behovet for online

tilkopling kom etter hvert i alle applikasjoner. For den nye applikasjonen innenfor skiltproduksjon ble det også utviklet eget CAD-system.

Tilpasninger til forskjellige hostsystemer krevde etter hvert mye ressurser i utviklingsavdelingen, og det krevde ny kompetanseoppbygging i serviceavdelingen.

Nye applikasjoner som hadde behov for skjæreverktøy hadde ikke de høye krav til nøyaktighet som de gamle tegneapplikasjonene hadde. Dette gjorde at det ble utviklet spesielle kuttemaskiner som hadde mindre krav til nøyaktighet og som derved ble billigere. Prispresset ble større i de nye applikasjonene. De modellene som kom på markedet var CM1216 og CM 1240 for skiltproduksjon, og CM1320 og CM 1930 som ble utviklet for emballasjeapplikasjonen som ble den store kundegruppen etter 1985.

VERKTØYMASKINSTYRINGER

CC2001/NC102:
Den første numerisk styrte dreiebenk ble satt i drift ved KV i 1961. På 60-tallet ble styresystemet CC2001 som var ESSI basert, levert med en rekke forskjellig type verktøymaskiner. Som skjærebrennersystemene CC2/CC4 var CC2001 bygget opp rundt ESSI interpolatoren og på logikkretser med diskrete komponenter. Her var det komplekse kundetilpasninger på de fleste, men enkelte som svenske SAJO, tyske Heyligenstaedt og sveitsiske Fischer kom opp i et større volum, og var mindre utfordrende. Større problemer var det med endel andre fabrikanter som samkjøring med den tsjekkiske dreibenkfabrikanten, ZPS i Gottwaldov (i dag Slovakia). Støy fra verktøyholderens motor og spindelmotor ga vanskelige arbeidsforhold for ESSI enheten, og det ble brukt mye tid på å dempe og redusere støyforholdene. Flere av fabrikantene hadde lite erfaring med numeriske styresystemer hvilket førte til at oppdrag ble uforholdsmessig lange. Hos den tsjekkiske fabrikanten ble servicemannen holdt tilbake og passet beslaglagt i flere dager, da de trodde problemene var å finne i KV's utstyr.

Rundt 1970 ble CC2001 videreutviklet og IC kretser tatt i bruk. Den nye styringen fikk navnet NC102 og var et produkt som ble levert i tidsrommet 1971 til 1974 og som ga oss betydelige tekniske problemer. Kretsene ble ikke loddet direkte på det trykte kretskort som tidligere, men sto i sokkel, noe som viste seg å gi uforutsette kontaktproblemer. Forslag fra utviklingavd. om å bruke IC'er med forsølvede bein, førte til nesten katastrofe. Sølvet reagerte i verkstedmiljøet og groing av belegg og overslag mellom bein gjorde at kontaktproblematikken bare eskalerte.

Med NC102 var det dessverre en ulykke på en operatør som kunne ha vært unngått om CNC var blitt valgt. For å holde skapdeksler på plass benyttet man også her som på skjærebrennerstyringer sneppert løsninger av plast som sprakk med den konsekvens at deksler bare hang og slang. Alle NC102 styringene ble etter hvert byttet ut med CNC 300 og det var vel en lykke at NC102 ikke var blitt eksportert.

Til CC2001 og NC102 ble det utviklet en egen tyristorstyrt hastighetsservo. Støyfølsomhet gjorde at så vel tyristorer som de meget spesielle sikringer som ble benyttet måtte byttes både titt og ofte, noe som krevde hyppig besøk av servicepersonell.

CNC200/300

På slutten av 60-tallet foregikk utviklingen av CNC-styringer for verktøymaskiner hos SINTEF. KV's første egne CNC-styrte verktøymaskin var en svensk Køping treakset fresemaskin med verktøy-magasin. Denne var blitt demonstrert på en utstilling i Paris i 1969. KV's første kommersielle CNC verktøymaskin ble levert til Eriksberg i Gøteborg også i 1969 (anlegg 1018). Denne verktøymaskinen var et stort horisontalt borr- og freseverk fra italienske Innocenti, for produksjon av deler bl.a. til dieselmotorer. Selv om kunden var fornøyd med anlegget ga det oss mange problemer over tid, og vi måtte spesialisere folk på funksjonalitet og programvare for denne leveransen. CNC 300 var basert på KV's egen datamaskin, SM 4.

CNC 200/300 ble etter hvert en av tungvekterne i markedet hva gjaldt verktøymaskinstyringer. Philips i Nederland var også en sentral aktør som leverandør av styresystemer for verktøymaskiner, men manglet CNC i sin produktportefølje. På denne bakgrunn ble en markedsavtale inngått med Philips. Philips solgte og leverte noen og 20 systemer til franske Ateliers GSP for videre leveranse til Sovjet. Dette var 5 akse maskiner med 3 lineære akser og 2 rundbord Alle akser utstyrt med posisjon måle-system av type induktosyn. Philips var ikke istand til hverken å samkjøre, installere eller servicere disse og KV hadde en servicemann stasjonert i Frankrike i nesten 2 år for å samkjøre alle maskinene med styringssystemet. Vi hørte aldri noe mer om systemene, hvem som installerte og hvor de ble av.

I tillegg ble det levert 8 CNC 300 til Ratier-Forest. Dette var for 3 forskjellige maskintyper, hvor alle hadde 4 – 5 akser. Disse ble installert noen i Leningrad og noen i Kiev med assistanse fra KV.

Til endel andre CNC 200/300 ble det levert anlegg med hydraulisk servo hvor hastighetsregulerings sløyfe ble lukket gjennom styringen. Disse servoene var det få problemer med.

I 1973 fikk man til en avtale med Kearney & Trecker i Brighton noe som førte til et betydelig antall leveranser, men også servicevirksomhet, alt vesentlig i England. Øst-Europa begynte nå å vise interesse for KV's CNC'er, og den første CNC 203 ble solgt med en svensk fresemaskin (SAJO fra Sanden) til et russisk institutt i Moskva i 1973/74.

Omtrent på samme tid leverte KV en CNC 300 til Waldrich Siegen i Tyskland. Den ble satt til å styre en av verdens største bor- og freseverk. Arbeidsbordet var 54 meter langt og nærmere 5 meter bredt. Sluttkunde var Burmeister & Wein i København hvor den skulle benyttes i produksjon av store diesel skipsmotorer.

Dette var den første CNC styringen de hadde sett hos Waldrich og det var også den største maskinen de hadde bygget ved denne fabrikken. Da samkjøringen var ferdig kom det en delegasjon fra ZDF, tysk TV2, og filmet maskin og styring for å vise i et teknisk program på TV.

CNC2000/NC2000

I perioden 1965 til 1980 var mellom 15 til 20 personer på serviceavdelingen dedikert til arbeid med verktøymaskinsystemer.

På EMO utstillingen i Paris i 1975 lanserte KV den nyutviklede CNC 2000 som var basert på KV's egen datamaskin KS 500. På CNC 2000 introduserte man flerlags Europakort, hvilket ga oss store stabilitetsproblemer ved introduksjon av systemet i markedet. De fleste problemer ble dog avluset på interne installasjoner ved KV's flydeldivisjon. Tilsvarende problemer hadde man også ved Fabrique Nationale /FN) i Belgia som produserte tilsvarende mekaniske flydeler. De viktigste kunder på CNC

2000 var Kearney & Trecker, Huller Hille, Schiess, Elb, og Mandelli. KV ble tildelt Exportprisen av Norsk Exportråd i 1979. Omtrent samtidig med lanseringen av CNC 2000 ble systemsoftware utvidet med såkalt «sekvensstyring». Hensikten var å ta hele maskinens relelogikk inn i systemsoftware og styre maskinens funksjoner derfra sekvensielt. Man kunne da teoretisk gi feilmeldinger helt ned til eksakt feilkilde. Om til eksempel en hydraulisk ventil «fuska», så kunne dette i praksis være særdeles problematisk å finne ut av. Det stilte store krav til våre applikasjonsansvarlige å få en mest mulig nøyaktig beskrivelse av maskinens funksjoner. Dette var veldig vanskelig og skapte store problemer for servicefolkene i ettertid.

En annen viktig faktor var at maskinfabrikanten nå mistet kontrollen med sin egen konstruksjon. Kongsberg CNC ble i hovedsak levert til spesialbygde maskiner og maskin-fabrikanten var vant til å endre på relelogikken til maskinen under veis. Med tiden kom alle CNC konkurrentene med en programmerbar PLC som maskinfabrikanten selv kunne programmere.

CNC software ble modifisert og endret mange ganger. På slutten av 1970 tallet ble det besluttet å foreta en restrukturering av software. Dette prosjektet ble utført av KV's avdeling i England. Styringene som ble utstyrt med den restrukturerte programvaren ble kalt CNC2000M/L. CNC software var oppbygd slik at hvert funksjonsprogram lå i en prioritetstabell. Disse ble utført i rekkefølge. Øverst lå programmet som kontrollerte aksene som var det viktigste og nederst lå programmet som skrev på displayet som var det minst viktige. Når computer fikk et klokkeinterupt registrertes dette, men funksjonsprogrammet som var aktivt når klokkeinteruptet ble registrert måtte fullføres før computer hoppet til toppen av tabellen og startet derfra på nytt. Vanligvis var alle programmene i tabellen ferdige og computer lå i en ventesekvens og ventet på klokkeinteruptet. I en overgang mellom to part programblokker måtte imidlertid mange data beregnes og lagres i databasen og da kunne tiden bli så knapp at bunnen av tabellen ikke var nådd, med den konsekvens at aksekontroll programmet ble utført med ulike tidsintervall. Hele programmet var basert på at det skulle være like tidsintervall mellom hver gang programmet ble eksekvert. Dette i sin tur bevirket at det analoge styresignalet ut til servomotorer ble ujevnt og aksene gikk ikke jevnt.

Med raske transistorservoer skapte dette en hel del problemer. Dette ble noe bedre med den restrukturerte softwaren, men helt borte ble aldri disse problemene, særlig da systemene ble mer og mer komplekse og man måtte utvide tiden for klokkeinterupt flere ganger. I Øst-Europa, på slutten av 70-tallet, var interessen for KV's systemer stadig økende. Med CNC 2000 fikk man også et produkt som hadde kapasitet til å operere samtidig flere plan enn det COCOM-reglene aksepterte for bruk i Øst-Europa. Det ble derfor besluttet å utvikle et eget system beregnet for salg til Øst-Europa. Dette kjenner vi som NC 2000 som var låst i programvalg, slik at systemet bare kunne styre 2 plan samtidig. Dessverre ble en rekke systemer installert som hadde spesifikasjoner utover COCOM- reglene, noe som førte både til rettsak og mye politisk uro.

Midt på 1980 tallet hadde KV også opprettet firmaet Kongsberg Trade som skulle drive handel i Øst-Europa. De åpnet derfor eget kontor i Moskva. Fra sovjetisk hold fikk kontoret en forespørsel om å bygge en fabrikk i Leningrad for å produsere CNC. Flere delegasjoner ble sendt til Moskva for å forhandle, og etter en tid kom man til enighet om en avtale. Denne skulle undertegnes når Sovjets statsminister kom på Norgesbesøk. Kort tid før han kom ble KV-Toshiba saken utløst, hele prosjektet havarerte, og Kongsberg Trade kontoret i Moskva ble nedlagt

Mange av reisene innover i Russland var et mareritt for servicefolkene, og spesielt installasjonene i Volgodonsk var det få som ønsket seg. Egen matcontainer måtte bl.a. sendes over fra Finland for å kunne holde en rimelig standard på kostholdet.

CNC3000

Midt på 1980 tallet ble det bestemt å starte utvikling av nytt styresystem, CNC3000. KS500 skulle nå krympes ned til ett kort og alle ut/inn signaler skulle overføres på serieform for å spare kabling. Dessuten skulle det utvikles en egen PLC som maskinfabrikanten selv kunne programmere.
På grunn av uforutsette hendelser ble utviklingen stoppet av divisjonsledelsen, og involverte ikke serviceavdelingen på noe tidspunkt.

VEDLEGG 5

INDUSTRIELL ELEKTRONIKK OG IKT HISTORIE
Litteraturliste 1960-2000

Utarbeidet av Torbjørn Brataas

Kunnskapsutvikling, universiteter og høgskoler

1. *"Studiemøtene i Radioteknikk og Elektroakustikk", de første 20 år, Leif Gaudernack, 1967*
2. *"Industriell verdiskapning I Norge", Asbjørn Rolstadås, Eiliv Sødahl og Torbjørn Brataas, kronikk i Aftenposten, 4. januar 2006*
3. *"Teknikk og utvikling", Helmer Dahl, Teknisk Presse, 1978.*
4. *"Kraft og kommunikasjon", Elektroteknisk avdeling ved NTH/NTNU 1910 -2010, Tapir akademisk forlag, 2010.*
5. *"Turbulens og tankekraft", historien om NTNU, Thomas Brandt og Ola Nordal, Pax forlag, Oslo, 2010.*
6. *"Verktøy og vitenskap", Datahistorien ved NTNU, Ola Nordal, Tapir akdemisk forlag, 2010.*

Generell informasjon

7. *"Norsk data-historie", Ingeniørforlaget/Teknisk Ukeblad, 1989*
8. *"De første femti år", Finn Lied, tale ved FFIs femtiårsjubileum, http://www.nifu.no/Fpol/2-96/art8.html, 29. mars 1996*
9. *"Kunnskap som våpen", Forsvarets forskningsintitutt 1946 -1975, Olav Njølstad og Olav Wicken, Tano Aschehoug, 1997*
10. *SINTEF 1950 – 2000, "Bro mellom vitenskap og teknologi", Jon Gulowsen, Tapir Akademiske Forlag, Trondheim, 2000.*
11. *"En liten brikke i et stort spill. Den norske IT-industrien fra krise til vekst 1975 -2000", Knut Sogner, Fagbokforlaget, 2002*

Industriell elektronikk og automatisering (CNC)

1. *"Om samtykke til opprettelsen av Norsk Produktivitetsinstitutt og inngåtte avtaler med de amerikanske myndigheter om hjelp til visse produktivitetsfremmende tiltak m.v. samt om tilleggsbevilgninger på statsbudsjettet 1952-53 i samband med dette." St.prp.nr.107 (1953)*
2. *St. meld. nr. 83 (1954) "Om tiltak til å fremme rasjonalisering pg økt produktivitet".*
3. *"Numerisk styrt koordinat-boremaskin", av Torbjørn Brataas og Eiliv Sødahl, Jernindustri nr 7/8 1958.*
4. *"On the Use of Numerical Methods in the Design and Manufacture of Ships", T. Hysing, Proceedings of the First International Congress of the International Federation of Automatic Control, Moscow, 1960, Butterwords, London.*
5. *"Norwegian Patent No. 100916, Application date: 31. August 1961, inventor Kjell Kveim.*
6. *KV Bedrifts-Avisa 1962/2: "KV's første sifferstyrte dreiebenk", T. Brataas og E. Sødahl*

7. *”Brennschneidmaschinen lassen sich numerisch steuern”, av Torbjørn Brataas, Kongsberg Våpenfabrikk og Hans Hirshberg , Adolf Messer Gmbh, Frankfurt, VDI- Nachricten Nr. 15 og 26/1962.*
8. *”Utvikling av sifferstyrt dreiebenk”, av Torbjørn Brataas og Eiliv Sødahl, Kongsberg Våpenfabrikk, Teknisk Ukeblad nr 31, 1963.*
9. *”Et numerisk kontrollsystem for verktøymaskiner”, Thomas Hysing og Kjell Kveim, Teknisk Ukeblad, 12 september 1963*
10. *”A system for computer plate preparation. Numerical methods applied to shipbuilding”, Thomas Hysing, Trygve Reenskaug, NATO Advanced Study Institute organized by Central Institute for Industrial Research and Det norske Veritas, Oslo – Bergen, 1963.*
11. *“Utvikling og produksjon av ESSI”, T. Brataas, KV Bedrifts-Avisa 1964/4.*
12. *”KONRAD.Et nytt styresystem for verktøymaskiner”, Jens G. Balchen og Bjørn Haugrud, artikkel i TU nr. 28 13 august 1964.*
13. *”Numerisk styrte tegnemaskiner”, Torbjørn Brataas, Kongsberg Våpenfabrikk, Teknisk Ukeblad 1967*
14. *"Automatisering av operasjonsplanleggingen ved universaltilvirkning”,Chr. Kjærgaard Nissen og Bjørn Haugrud, artikkel i TU Maskin, Bd 1, nr 10, 24.okt. 1968*
15. *”SM-familien av programmerbare regnemaskiner. KV’s nyeste produkt”, P. Hovde, KV Bedrifts-Avisa 1969/3*
16. *”CNC – Annen generasjons numeriske styringer for verktøymaskiner”, J. E. Torjusen, KV Bedrifts-Avisa 1969/4*
17. *”Curve and Surface Fitting based on variational Criteria for Smoothness”, Even Mehlum, dr. philos thesis, University of Oslo, 24. december 1969.*
18. *“Industriell elektronikk”, B. B. Ulrichsen, KV Bedrifts-Avisa, 1970/4*
19. *”Utvecklingen inom NS-maskinområdet”, rapport fra Sveriges Mekanförbund om OECD-undersøkelse 1967, februar 1971, NDK 621.9-503.55*
20. *”Numerically Controlled Machine-tools” OECD-rapport datert 10. mai 1971, som viser resultatene fra en spørreundersøkelse rettet mot medlemsland. (DIE/EQ1/71.8)*
21. *”Sluttrapport for Autopros 1 – komplekset”, Chr. Kjærgaard Nissen, NAKK-prosjektet, november 1974. NTNU hovedbiblioteket DORA mq 621.9 – 503.55 N63s*
22. *”Sluttrapport Autoplan 2”, Chr. Kjærgaard Nissen, NAKK-prosjektet, november 1974. NTNU hovedbiblioteket DORA mq 621.9 – 503.55 N63sb*
23. *”Numerisk styring av verktøymaskiner”, Karl Madsen, del av Lærebøker i maskintekniske fag, Universitetsforlaget 1976, ISBN 82-00-35412-1*
24. *”KV i Øst-Europa. Sterk satsing har gitt positive resultater”, Magne Lein i intervju med Olav K. Sættem, TU 1977/45.*
25. *“Integrert tilvirkning”, 204 sider. Leif Estensen, Verkstedtekniske laboratorium, mai 1980. (NTNF-referanse B.0655.5176)*
26. *”Forces of Production” A social History of industrial Automation. David F. Noble. New York 1984. ISDN 0-394-51262-6*
27. *”KVs virksomhet hjemme og ute”, foredrag av Rolf Qvenild i PF 21 februar 1984*
28. *“Strategi for økt automatisering og robotisering i norsk industri” NTNF utredning, mai 1985, 38 sider + vedlegg*
29. *”Technological Trajectories, Cultural Values and the Labor Process: The Development of NC Machinery in the Norwegian Shipbuilding Industry”, Håkon With Andersen, paper presented at the Combined Annual Meeting of HSS, PSA, SHOT and AS, Pittsburgh, October 1986*

30. *”Ærlig talt! Om industriskandaler, statsråder og annet”, Odd Chr. Gøthe, Tiden Norsk forlag AS, 1988.*
31. *”Stille propell i storpolitisk storm” KV/Toshiba-saken og dens bakgrunn, Olav Wicken, Forsvarsstudier 1/1988, Institutt for forsvarsstudier.*
32. *”Teknologi i virksomhet. Verkstedindustrien i Norge etter 1840”, Even Lange, Ad Notam forlag AS , 1989.*
33. *”Norsk data-historie”, Ingeniørforlaget/Teknisk Ukeblad, 1989.*
34. *”Fra det britiske til det amerikanske produksjonsideal”, Håkon With Andersen, Tapirs forlag 1989.*
35. *NOU 1989/2: ”Kongsberg Våpenfabrikk”.*
36. *“Origin of NC: Was MIT hero or villain?”, Anderson Ashburn, American Machinist, januar 1992, s. 46 – 51.*
37. *”Kongsberg: et lokalt næringsmiljø med nasjonale og internasjonale samarbeidsrelasjoner”, STEP rapport 2, 1999*
38. *SINTEF 1950 – 2000, ”Bro mellom vitenskap og teknologi”, Jon Gulowsen. Tapir Akademiske Forlag, Trondheim, 2000.*
39. *Lars Westerlund: Människans förlengda arm. En bok om industrirobotens historia. Informationsförlaget 2000. ISBN 91-7736-455-4*
40. *”En liten brikke i et stort spill. Den norske IT-industrien fra krise til vekst 1975 – 2000”, Knut Sogner, Fagbokforlaget, 2002.*
41. *”Den annen industrielle revolution”, Ole Hyldtoft. Den Jydske historiker 2003, s.102-103.*
42. *”Applications and Technologies for Maritime and Offshore Industries. Technological Significance of Early Norwegian Applications, Trygve Reenskaug,Universitetet i Oslo, foredrag/paper, nordisk datakonferanse – datahistorie (HiNC), NTNU/Trondheim, mai 2003. Omfattende referanseliste.*
43. *”Applications and Technologies for Maritime and Offshore Industries, Trond Vahl, foredrag/paper, nordisk datakonferanse – datahistorie (HiNC), NTNU/Trondheim, mai 2003.*
44. *HiNC 1, The First Conference on the History of Nordic Computing, NTNU, Trondheim, June 15 – 17, 2003*
45. *”Historisk tilbakeblikk”, Jens G. Balchen, ITK’s 50-års jubileum, Trondheim 10. sept 2004*
46. *”Norsk næringsliv i blindgate”, Nyhetsbrev fra NIFU STEP, nr 3/2004*
47. *”Hva skal vi leve av i fremtiden?”, kronikk i Aftenposten, 2004, ved Arne Bjørlykke og Knut Åm.*
48. *”Presentation of the Company and the Production Technology”, Norsk Jetmotor as, Kongsberg april 1996*
49. *”Numerisk styring i norsk forskning og verkstedindustri”, Eiliv Sødahl og Torbjørn Brataas, NTVA-rapport 1-2005.*
50. *”De kom med dataalderen i kofferten”, Torbjørn Brataas og Eiliv Sødahl i intervju med Laagendalsposten, 24. desember 2005.*

I REDAKSJONEN

Knut Henrik Skramstad

Født 10. januar 1937 i Tønsberg

Utdannelse:

- *Naturfaglinja Tønsberg Høyere Allmennskole 1957*
- *Luftforsvarets sambands og radarskole, Lutvatn 1958*
- *Stockholms Tekniska Institut, Elektro 1962*
- *Medlem av Den Polytekniske Forening, 1983*

Ansettelse:

KONGSBERG VÅPENFABRIKK 1962 - 2004

- *Testingeniør ved avd. K, Terne Brannrør 1962 – 1965*
- *Industrielle Systemer, Gruppeleder Kontrollavdelingen 1966 – 1970*
- *Industrielle Systemer, Kontrollsjef 1970 – 1974*
- *Kongsberg Data Systemdivisjon, Kvalitetssjef 1975 – 1984*
- *Kongsberg Albatross, Kvalitetssjef 1985-1988*
- *Simrad Albatross, Produksjonssjef (Logistikk, Eengineering, Dokumentasjon)1988 - 1990*
- *Kongsberg Maritime, Prosjektleder Dynamisk Posisjonering og Navigasjonssystemer 1991 - 1994*
- *Kongsberg Maritime, Prosjektleder MICOS leveransene til Marinens Mineryddere 1995 - 1998*
- *Kongsberg Defence & Aerospace, Prosjektleder «Superhauk» Det nye MTB-våpenet 1999- 2002*
- *Kongsberg Defence & Aerospace, Riskmanager, Sonarutviklingen til Fregattene 2003 -2004*

Ansvarlig for undersøkelse angående driftspålitelighet og rapport i Voldgiftssaken mellom Tofte Cellulosefabrikk A/S , (dets konkursbo) og Siemens A/S. 1986 (Oppdraget ble gjort som personlig konsulent da KV ikke skulle være med på dette.)

Einar Aadahl

Født 18. desember 1942 i Ålesund

Utdannelse:

- *Ingeniør fra KIH i 1966, elektro og reguleringsteknikk*

Ansettelse:

KONGSBERG VÅPENFABRIKK, 1960 – 1990

- *Planlegger ved Terne produksjonsavdeling1960 - 1963*
- *Serviceingeniør, serviceleder verktøymaskinstyringer og servicesjef, 1966 – 1981*
- *Leder Datadivisjonens Produkt og Markedstrategigruppe 1981 – 1982*
- *Sysscan; Kvalitetssjef 1983 - 1984*
- *Sysscan; Marketing Manager 1985 – 1986*
- *Sysscan; MA-sjef, 1987 - \|1990*

AMIS AS, 1990 – 1991

- *Leder Business Support og ansvarlig for Kongsberg kontoret 1990 – 1991*

KONGSBERG INTECH, 1991 – 2001

- *Produktansvarlig Datasikkerhetsprodukter 1991 – 1994*
- *Leder programvareseksjonen 1994 – 1996*
- *Ansvarlig ERP samt Tid og Planleggingssystemet KINDIS*

ITWORKS AS, 2001 – 2002

- *Key Account Manager*

HUDSON GLOBAL RESOURCES

- *HR Konsulent 2003 – 2005*

AS3 NORGE 2005 – 2006

- *HR Konsulent 2005 - 2006*

KONGSBERG DEVOTEK 2007 – 2010

- *Business Area Manager 2007 - 2010*

Bjørn Haug-Hanssen

Født 2. oktober 1937 på Kongsvinger

Utdannelse:

- *Reallinjen Kongsvinger Kommunale Høyere Almenskole 1956*
- *Befalskolen for Hærens Samband 1957*
- *NTH Elektro Svakstrøm 1962*
- *University of Utah, Computer Science 1972*

Ansettelse:

KONGSBERG VÅPENFABRIKK as – Industrielle Systemer

- *Prosjektingeniør og senere utviklingssjef 1963-74*

STATEX AS – Geofysiske, seismiske, petroleumstekniske, fysiske og kjemiske undersøkelser etter olje og gass

- *Adm. dir. 1974-1977*

GECO AS (Geophysical Company of Norway) – samme virksomhet som Statex as

- *Ass.dir. 1974-79*

STATOIL ASA

- *Organisasjonsutvikling ifm. overtakelsen av operatøransvaret for Statfjord 1979-1981*
- *Leder for selskapets virksomhet i Nord-Norge 1981-1984*
- *Internasjonal koordinator 1984-1985*
- *Leder for selskapets virksomhet i Kina og Sørøst Asia 1985-1989*
- *Leder for lisensiering av teknologi 1991-2001*

OL'94 – Etterbruks- og utviklingsorganisasjonen EBUK og senere LILLEHAMMER OLYMPIA VEKST AS

- *Adm.dir. og medlem av hovedledelsen for OL 1989-1991*

***Styreverv** i norske og utenlandske bedrifter, bl.a.*

- *Kolnes Gregersen as*
- *Nordic Offshore as*
- *Eierselskapene for Ol-anleggene i Kvitfjell, Hafjell, Gjøvik, Hamar og Lillehammer.*
- *Lisenskomitéer for leting etter og utvinning av olje og gass i Norge, Danmark, Kina, Thailand, Malaysia og Tanzania.*

***Medlemskap og styreverv** i norske og internasjonale faglige fora, bl.a.*

- *Norsk Petroleumsforening*
- *Licensing Executives Society.*