

RAPPORT over PULAWY-projektet  
pr. 1.11.1966.

Resumé:

Rapporten indeholder en vurdering af det resterende arbejde og et skøn for afleveringstidspunktet. Desuden er der i store træk gjort rede for projektets forløb med særligt henblik paa at klarlægge årsagerne til den forsinkelse, der maa imødeses.

A/S REGNECENTRALEN  
Gl. Carlsbergvej 2  
Kbh., Valby.

### Restarbejdet.

Traadningsplanerne til centralenheden forventes afleveret til Præstø d. 28.11. Derefter vil, iflg. et skøn foretaget af Valby og Præstø i forening, plader og traadning for centralenheden være klar til indkøring omkring d. 5.1.67. Paa dette tidspunkt mangler endnu ydre-enheders styreenheder samt forskellige mindre kritiske dele (>>kritiske<< med henblik paa start af indkøring) som f.eks. dele af mikroprogram, traadningen, strømforsyningsmoduler, kabinetter, o.l. I løbet af tiden d. 5.1.67 - 10.3.67 forventes hardware indkøringen afviklet til et stade, hvor softwarefolkene kan begynde programindkøring, idet de til deres raadighed kun har et begrænset antal ydre enheder. Frem til 14.4.67 vil hard- og softwareindkøring foregaa parallelt, saa vidt det er muligt, i 2 - 3 holds skift. Omkring 14.4.67 vil hardware-indkøringen formodentlig være stort set afviklet, og man kunne i princippet aflevere anlægget, idet kontrakten siger: >> ..... saa vidt det er muligt, afsluttes programmerings-indkøringen inden afleveringen<<. Det vil dog være uklogt og kortsigtet at afskibe anlægget før end softwareindkøringen har naaet en passende færdiggørelsesgrad. I modsat fald vil man faa en alt for lang pause mellem programmeringsarbejds afslutning og indkøringen, som vil forlænge (om ikke umuliggøre) den endelige indkøring. Hovedvanskeligheden er her, at de folk, der har udarbejdet Pulawy-programmerne, til den tid maaske har forladt RC. (C. Symonyi rejser tilbage til Ungarn i efteraaret 1967). Man kan dog ogsaa forsøge at hævde det synspunkt, at da fabrikken er forsinket saaledes, at denne pause forlænges ud over, hvad man kunne forvente iflg. kontrakten, kræver vi anlægget tilbageholdt hos os, indtil program-indkøringen er afsluttet, uden at bødeordningen bliver virksom. Disse spørgsmaal bør afklares i februar i samarbejde med Topsøe.

Softwareindkøringen forventes at strække sig frem til 14.5.67, idet der dog staar tilbage, at indkøre systemet i fabrikken under normale driftsbetingelser. Afleveringen formodes derfor at ske omkring d. 14.5.67, d.v.s. en forsinkelse paa 11 uger, hvilket svarer til en bøde paa 55.000,- kr.

Det skal bemærkes, at iflg. kontrakten betales særskilt for flg. ydelser: installering, garantiprøve i Pulawy, idriftsætning, transport, rejseomkostninger, løndækning: 34 - 42 \$ pr. dag, overarbejde: særligt tillæg, leveomkostninger: 180 zloty pr. dag.

#### Aarsager til forsinkelsen.

Pulawy-projektet udmærker sig ved at være meget bredt anlagt, idet der indgaar en lang række delprojekter. I det følgende er disse anført i 2 grupper: a) de oprindelig planlagte, og b) de senere tilkomne.

#### a) Oprindelig planlagte delprojekter.

##### 1. Introduktion af integrerede kredse, herunder

1.1 valg af type og leverandør

1.2 undersøgelse af støj- og traadningsproblemer

1.3 indføring af ny teknik for:

tegning af printplader,

ætsning - - -

montage - - -

lakering - - -

1.4 udvikling og tegning af en ny serie printplader

1.5 udvikling af supplerende kredse i diskrete komponenter

2. Udvikling af hurtigt mikroprogramlager
3. Valg af ferritlager-type og -leverandør
4. - - ydre-enhederstype og leverandør
5. Udvikling af maskinkode-struktur
6. Logisk design af hardware
7. Udvikling af smaa-signal maaleteknik
8. - - minimum HARDOK
9. - - assembler - sprog og program
10. - - procesprogrammer
11. - - mikroprogrammer
12. - - testprogrammer.

b) Senere tilkomne delprojekter.

1. Administrative opgaver
  - 1.1 Standards for tegninger
  - 1.2 Etablering og drift af printraadet
  - 1.3 Arkivering og rettelse af tegninger.
2. Hardware Dokumentationssystemet HARDOK
  - 2.1 Udvikling af udbygget system
  - 2.2 Udarbejdelse af standards for brugere
3. Mikroprogrammeringssproget HARGOL.
  - 3.1 Udvikling af sproget
  - 3.2 Rapport m. syntaksbeskrivelse
4. Tilbudgivning paa yderligere RC 4000-anlæg.
  - 4.1 Polen 2
  - 4.2 Marina-oplæg
  - 4.3 Div. kontakter

Motiveringen for de senere tilkomne projekter er følgende:

Administrative rutiner viste sig efterhaanden at være nødvendige paa grund af det store antal personer, der skulle samarbejde. Omfanget af arbejdet med at lave disse rutiner kan fornemmes ved at se paa vedlagte rapporter.

HARDOK var oprindeligt planlagt ikke at skulle føres ret langt frem, før det skulle bruges til Pulawy-projektet. Men da vi havde en god mand igang med kodningen (T. Glaven) og vi havde umiddelbar nytte af en videre-udvikling, blev projektet fortsat. Det var vanskeligt at skønne, om gevinsten i den sidste ende ville opveje tabet i første ende (af kalendar-tid). Selv i dag er det vanskeligt at bedømme. Tilbage staar dog, at der er investeret 6 mandmaaneder i HARDOK (jvf. direktionens beslutning om finansiering og start af projektet) i perioden 1.1 - 1.11.66.

HARGOL opstod som et konkret behov, da man skulle igang med udvikling af mikroprogrammerne. Projektet har undervejs umærkeligt antaget et ret stort omfang, vel nok mere end hvad man kan forsvare indenfor Pulawy's tidsplan. Resultatet foreligger som en rapport, som kan siges at være anstrengelserne værd, idet nytten af HARGOL svarer til forventningerne. (Denne sag bør kunne bevæge Forskningsfonden til yderligere at støtte os økonomisk, da det næsten er en videnskabelig afhandling). Tidsforbruget er omkring 4 mandmaaneder.

Tilbudgivning har været fremtvunget af omstændighederne og har været en ikke ringe belastning, da flere personer har været inddraget i de økonomiske og tidsmæssige overslag.

Det er svært at sige, hvor meget disse senere tilkomne delprojekter har forsinket afleveringen, saa det vil jeg afholde mig fra at gøre. Det er dog givet, at det drejer sig om mindst 1 maaned.

Forsinkelse p. gr. a. fejlvurdering af produktionstiden.

Der er et punkt, hvor man kan paavise en konkret aarsag til forsinkelse: Fejlvurdering af arbejdstidsforbrug paa montage af skuffetraadning og montage af plader m. integrerede kredse.

1) Skuffetraadning. Omkring 4.5.66 blev der traadet en forsøgsskuffe med 18 pos. for at afprøve interruptlogikken og endvidere at vurdere tidsforbruget pr. traadet pladeposition. Forsøget resulterede i et skøn paa 0,5 time/pos. Dette tal laa til grund for et oplæg til en produktionsplan vi leverede til Vejlø d. 20.9.66 (se vedlagte kopi). Hans umiddelbare skøn var, at det var O.K. Den første større produktionstraadning udførtes 1.10 - 20.10 i Præstø, og resultatet viste, at tidsforbruget havde været 1,5 timer/pos. Aarsagen var alene den, at i større enheder bliver traad-maatten saa tæt, at det er meget tidsrøvende at stikke kontakt-benene med ledning paa i stikkets huller. Dette kom bag paa alle, da vi mente, at den første forsøgsmodel var typisk. (Man havde aldrig før prøvet at bruge printpladestik med crimp-on kontakter, men kun kabel-stik).

2) Plademontage. Omkring 15.4 blev der svejset 40 plader med integrerede kredse. Det var normallængde kort. Arbejdstidsforbruget blev paa dette grundlag skønnet til at være 0.5 time/kort for normalkort, og 1 time/kort for dobbeltlængde kort.

Senere (omkring 1.9.) viser det sig, at antallet af komplekse kort blev relativt større end ventet og at forbruget er 2 timer/kort for normaltypen og 3 timer/kort for dobbeltkort. Fejlvurderingen skyldes, at de første kort, der blev brugt i forsøget, var ret simple og følgelig ikke havde ret mange (omkring 5 stk.) gennemføringer fra den ene side af pladen

til den anden. Det viste sig, at de senere korttyper havde mange (op mod 100 stk.) gennemføringer, og at det var en tidsrøvende proces at montere disse. (Vi har aldrig før prøvet at arbejde med dobbeltsidige printplader eller med svejste forbindelser).

Disse fejlvurderinger af montagetid betyder en forøgelse af produktionstiden fra ca. 3 mdr. til 4 mdr. paa trods af, at der arbejdes med 2 hold i den kritiske periode, som falder i tiden 28.11.66 - 25.1.67.

#### Konsekvenser for fremtidig produktion.

En senere produktion af RC 4000 vil ikke være baseret paa de her anvendte crimp-on kontakter, som har deres berettigelse i prototypeudstyr, men vil udnytte wire-wrap kontakter. Det betyder, at de tidligere skøn over arbejdstidsforbrug paa skuffetraadning, der ligger til grund for prisberegning for RC 4000, maa forventes at holde nogenlunde.

Det er lidt sværere at forudsige, om man vil forlade svejseteknikken ved plademontagen. De integrerede kredse kan forventelig købes i de lidt større, loddebare plug-in plastic-huse om et halvt aar. Hvis man til den tid kan paavise en rimelig høj paalidelighed af denne indkapsling, og hvis det produktionsteknisk er fordelagtigt, kan man overveje at gaa over til denne type. Dette vil kræve en omlægning af alle printpladerne (ca. 50 typer). Foreløbig planlægges ud fra den forudsætning at vi fortsætter med svejseteknikken.

Ved beregning af salgspriser for RC 4000 bør der tages højde for disse forøgede omkostninger. Det foreslaas at beregne dækning for den mere tidsrøvende skuffetraadning, uanset om wire-wrap teknikken viser sig at give en tidsbesparelse. Konsekvenserne paa prisoverslaget af 1.10.66 (oplægget til Marina-mødet) vil være en forøgelse af lønudgifterne svarende til 400 timer a 12,- kr. = 5000,- kr. eller en stigning i salgsprisen paa 20.000,- kr. (Der var allerede i oplægget af 1.10.66 taget højde for merforbrug af tid ved plademontage).

Diverse problemer som har medvirket til forsinkelsen:

Undervejs har vi, som man kunne forvente, haft forskellige uforudsigelige problemer. Der skelnes her mellem udefra kommende og internt betingede problemer:

Udefra kommende vanskeligheder.

1. Leverandøren af integrerede kredse (Texas Instruments) havde en fejl (en udeladelse) i sine datablade, som medvirkede at 1 printplade blev udviklet og produceret forgæves.
2. Leverandøren af svejseapparatet (Struers) ydede en meget ringe (for ikke at sige negativ) service i forbindelse med leveringen. Sagen var saa oplagt, at Struers gik ind paa at betale for den mandtid, vi brugte paa justering o.l.
3. Strømforsyningsenheder skulle efter planen købes færdige fra et svensk firma (Oltronix), som vi har handlet med tidligere. Vi indkøbte en enkelt modul i maj måned, som virkede tilfredsstillende. Da vi skulle til at give ordre paa flere, fik vi at vide, at man havde inddraget produktet og først kunne levere den nye model saa sent, at vi ikke kunne vente paa det. Resultatet blev, at vi maatte investere 1 ing. måned i udvikling af en række enheder (ialt 6 modeller). Desuden ansatte vi en mellemtekniker (i en periode 2) som timelønnet hjælp for at klare udvikling og produktion af strømforsyninger. (I Pulawy er planlagt et forbrug paa ca. 25 strømforsyningsmoduler).



Internt betingede vanskeligheder.

1. I den tidlige planlægningsfase af Pulawy-projektet var det naturligt at forestille sig centralenheden opdelt i mekanisk uafhængige moduler under montage- og indkøringsfasen, ligesom det var blevet gjort med Halden-projektet. Fordelen var, at baade produktion (skuffetraadning) og indkøring kunne løbe parallelt paa flere enheder samtidigt. Efter en undersøgelse af støjproblemerne omkring de integrerede kredse blev det dog klart, at enhver omstændighed, der medførte længere ledninger, maatte undgaas. Omvendt formuleret: det var nødvendigt at integrere de forskellige dele af centralenheden saa meget som muligt, hvilket ødelagde enhver nok saa sindrig plan om mekaniske underenheder. En effektiv integration forudsætter forøvrigt en ret optimal indbyrdes placering af kredsløbskortene, som ville være overmaade tidsrøvende at udføre manuelt. Der er derfor i det udbyggede HARDOK-program indbygget et program, som paa grundlag af traadningstabellerne placerer kortene i chassiet.

Konsekvensen er da, at hverken skuffetraadning eller indkøring kan foregaa i parallel. Den deraf følgende forsinkelse er af størrelsen 2 - 4 uger.

2. Indførelse af HARDOK sammen med Topsøe-kontraktens krav om levering af dokumentation har bevirket, at alle former for beskrivelser befinder sig paa et meget fremskredent stade. Færdiggørelsesgraden af papirer har aldrig før været saa høj paa et saa tidligt tidspunkt som for Pulawy-projektet. Dette har imidlertid kostet kalendertid i den tidlige fase af projektet. Mandtidforbruget for dokumentation vil som helhed derimod være mindre end normalt, fordi papir-fremstillingen er sket efter rationelle principper.

3. Markedsføringen af datalogging-modulerne har kostet en del mandtid. Specielt fremstilling af datablade og brochurer, Forum-udstilling og tilbudgivning har kostet tid. Det erindres, at Glaven blev overført til Valby d. 16.5.66 for at kompensere for 0.5 ing. mandaar forbrugt paa ovennævnte projekter. Samtidig erindres om direktionens grønne lys for HARDOK-projektet, som dog ikke blev modsvaret af disponibelt mandskab fra Rialto, hvorfor Glaven blev sat igang paa HARDOK, suppleret af J. U. Dalgaard (Krarup). Sidstnævnte har ydet 1 mandmaaned paa HARDOK. Som nævnt tidligere har Valby-afd. ydet 0.5 ing. mandaar paa HARDOK. (Det oprindelige budget lød paa 1 mandaar). Det er mit forslag at færdiggøre HARDOK v.h.j.a. Glaven og Møller Nielsen (der bør være 2 mand, som kender programmerne godt), dersom Vilstrup fortsat kan undvære Glaven.

Det fremgaar af ovenstaaende, at Valby i regnskabsmæssig henseende maa kunne indtægtsføre 0,5 mandaar ydet paa HARDOK pr. 1.11.66.

4. RC 4000's udviklingsplan har fra begyndelsen ligget i meget løse rammer. Uden at have faaet feed-back fra salgsafdeling og direktion, har vi stræbt efter at placere RC 4000 markedsomt som baade en procesmaskine og en GIER-afløser. Motivering er klar: Jeg har ikke villet tage ansvaret for at udvikle en maskine, som ikke kunne blive en GIER-afløser. RC 4000 er af denne grund blevet en større maskine end Pulawy nødvendig. Dette er en medvirkende aarsag til forsinkelsen.

Tidsforbrug paa Pulawy-projektet.

Det registrerede tidsforbrug paa Pulawy-projektet er pr. 1.11.66

Hardware 5,5 ing. mandaar

Software 2 - -

Det maa forventes, at der inden leveringen yderligere bliver forbrugt

Hardware 3 - 4 ing. mandaar

Software 0,5- 1 - -

Der er endnu ikke basis for opgørelse af forbrugt haandværkertid.

Der kan altsaa forventes forbrugt ialt

Hardware 8,5 - 9,5 ing. mandaar

Software 2,5 - 3 - -

Det oprindelige skøn af 9.11.65 for tidsforbrug paa hardware-ing. tid lød paa 6 mandaar, idet der dog blev budgetteret forsigtigt med fuld belægning af Valby i 12 mdr. d.v.s. 8 mandaar, idet Valby havde 8 ing. i november maaned 1965. Der kan altsaa forventes en underbudgettering af ing. tid for hardware paa mellem 5 og 20 o/o. For softwaredelen gælder, at budgettet lød paa 2 mandaar. En del af merforbruget skyldes, at tilrettelæggelsen af RC 4000's struktur og af assemblersproget har været mere tidsrøvende end ventet. Dersom indkøringen ikke havde været udskudt saa meget af hardwareforsinkelsen, ville fejlvurderingen dog ikke have oversteget 0,5 aar.

Den største fejl ligger altsaa tilsyneladende i vurderingen af færdiggørelsestidspunktet. Forklaringen paa dette er primært, at det er svært at koordinere saa mange aktiviteter paa saa kort tid. Sekundært er denne rapportes øvrige afsnit fyldt med en mængde gode undskyldninger, der jo som bekendt er den korteste vej til helvede.

d. 15.11.1966

H. Isaksson.