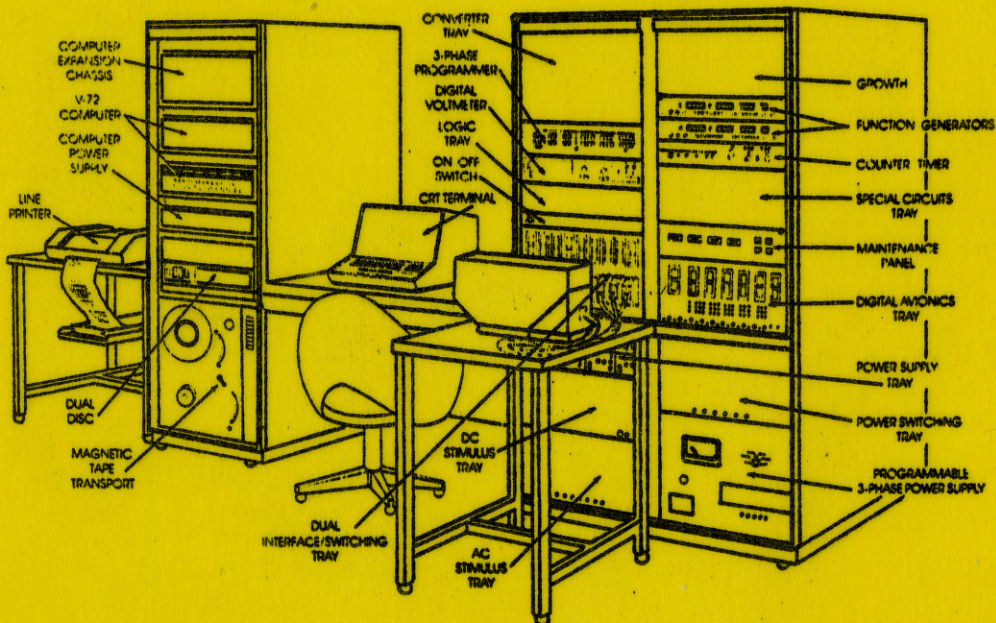


ANALYSE AF ATE i SAS (Automatic Test Equipment)



AFGANGSPROJEKT
VED

KØBENHAVNS TEKNIKUM

PRODUKTIONSTEKNISK AFDELING

FORORD.

Denne rapport er udarbejdet på Københavns Teknikum, Produktionsteknisk afdeling, som afgangspjekt.

Til projektet er afsat ialt 156 timer, svarende til ca. 4 uger, fordelt med en dag pr. uge i et halvt år + 4 timers hjemmearbejde pr. projektdag.

Da jeg har været 4 år i lære som elektronikmekaniker i SAS, fandt jeg det naturligt at henvende mig til min tidligere chef ing. P. Dahm Andersen, teknisk afd., for at forhøre mig om et muligt afgangspjekt.

Ing. P. Dahm Andersen var meget positiv indstillet, og der aftaltes et møde i SAS d.4-11-77.

Ved dette møde var projektlærer ing. O. Steckhahn fra Københavns Teknikum tilstede. Her blev diskuteret projektets art og omfang og hvilke muligheder, der var i firmaet. SAS havde et projekt vedrørende 2 ATE'er (Automatic Test Equipment) som passede til de normer, Københavns Teknikum havde fastsat vedrørende afgangspjekter.

På denne baggrund og efter endelig godkendelse fra SAS og Københavns Teknikum udførtes projektet i tiden fra d.3-1.til d.17-5.1978

Under udarbejdelsen af projektet fremkom en del forkortelser og specielle ord for SAS. Der er derfor bagest i rapporten en ordliste, som skulle lette forståelsen ved gennemlæsningen.

Endelig vil jeg rette en speciel tak til ing.

P. Dahm Andersen, E. M. Rasmussen, A. P. Jørgensen, P. E. Christiansen samt andre medarbejdere i SAS for deres hjælpsomhed og overbærenhed, mens jeg udarbejdede rapporten; begge dele har været nødvendige i rigt mål. Også en tak til ing. O. Steckhahn for god vejledning.

Helge Svenningsen

Helge Svenningsen.

INDHOLDSFORTEGNELSE.

Forord	Side	1
Resume	"	4
Konklusion	"	5
Problemformulering	"	8
Beskrivelse af firma	"	9
Testmaskinerne	"	12
ATE funktionsbeskrivelse af SATAC 900/9000	"	14
Komponentens vej fra afdeling til afdeling	"	16
Beskrivelse af RUTEDIAGRAM 1	"	17
Beskrivelse af RUTEDIAGRAM 2	"	20
Analysens gennemførelse	"	30
Bearbejdning af datamateriale	"	33
Analyseresultater	"	34
Komponentfordelingen	"	35
Tidsfordelingen	"	36
Belastning	"	37
Overførsel af TRACE komponenter	"	42
Beregning af kølængde	"	44
Beregning af køtid	"	45
Beregning af omløbsreserver	"	46
Indkøb af testudstyr	"	48
EDB-programmer	"	53
GPSS simulering	"	59
Grundmodellen og øvrige faktorer	"	63
Grundmodel GPSS GENERERING	"	65
Mærkning af type-numre	"	66
Deling af komponenter	"	68
Behandling i afdelingerne	"	69
Prioritet	"	70
Forsinkelse efter type-numre	"	70
8/16 timers arbejdsdag	"	71
U/S på maskinerne	"	72

INDHOLDSFORTEGNELSE

Programering på maskinerne	Side	72
Div. kontroller	"	73
Simulering med model	"	76
STEADY STATE		
CPU tid		
Resultater		
Personlige bemærkninger	"	79
Ordliste	"	80
Operationstider	bilag 1	-11
Komponent beskrivelse	"	12 -17
Flytyper	"	18 -21
Litteratur angivelse	"	22

RESUME.

I analysen redegøres kort for firmaets historie. Endvidere beskrives på hvilket grundlag det nuværende værksted er bygget, dets indretning og de funktioner, det har til opgave at dække. I værkstedet er placeret 3 automatiske testmaskiner, hvis historie funktion og tekniske data gennemgås. Testmaskinerne tester og reparerer flykomponenter. For at klarlægge de arbejdsprocesser de enkelte komponenter gennemgår er udarbejdet 2 rutediagrammer. Komponenternes test, reparations-kontrol-og ventetider har gennem 4 måneder været registreret af operatørerne ved testmaskinerne. Der redegøres for de anvendte analyseskemaer samt den foretagne omskrivning til EDB-skemaer. Udfra det indsamlede data-materiale er opstillet en model af forholdene omkring de automatiske testmaskiner og deres omløbsreserver fra 1977 til 1987. Modellen redegør bl. a. for forventede belastningsprocenter, kølængder og tider samt for behovet for investering i omløbsreserver. I forbindelse med nedlæggelsen af en ældre testmaskine beregnes den forventede merbelastning af de 2 nyeste testmaskiner. Endvidere opstilles to forslag for bestillingstidspunkter for en ny testmaskine, samt hvilke økonomiske konsekvenser dette indebærer. For at kunne opbygge modellen er udarbejdet 6 EDB-programmer, som nærmere omtales. Endelig afsluttes analysen med et simuleringsprogram "GPSS" som anvender alle de indsamlede data vedrørende værkstedet og flykomponenterne. Programmet simulerer en nedbrydning af testmaskinerne og hvilke konsekvenser dette indebærer.



KONKLUSION.

I det følgende beskrives analyseresultaterne:

1. BELASTNING AF TESTMASKINERNE.

Den beregnede belastning ved 2 testmaskiner vil i 1981 være 92% og stige til 102,0 % i 1982. Ved anskaffelse af ny testmaskine i 1982 vil belastningen falde til 57%. Denne vil stige til højst 73% i 1987. Da analysen er baseret på resultater fra 42 arbejdsdage er der ikke materiale nok til at kunne forudse evt. svingninger i belastningen. Derfor må det være op til ledelsen at bedømme, hvor tæt man tør gå på en 100% belastning. (se side 7)

2. KØLÆNGDER.

Den beregnede kølængde ved 2 testmaskiner er i 1981 11,13 komponenter. I 1982 bliver kølængden uendelig stor på grund af belastningen på testmaskinerne er over 100%

3. KØTIDER.

Køtiden er ved 2 testmaskiner i 1981 3.98 dag. I 1982 bliver køtiden uendelig stor på grund af belastningen på testmaskinerne er over 100%.

4. OVERFLYTTELSE AF TRACE KOMPONENTER.

Ved nedlæggelsen af TRACE og en overflytning af 5 type-nr. fra TRACE til ATE'erne i 1978 vil betyde en merbelastning på 11%. En overflytning af yderligere 2 type-nr. betyder en merbelastning på 0.72%. I det sidste tilfælde må ledelsen vurdere, om der på et år kommer tilstrækkeligt af dette type-nr. på værkstedet til at opveje en investering i adaptorer og programmer.



5. OMLØBSRESERVER.

I analysen er beregnet den forventede investering til omløbsreserver. På grundlag af dette er opstillet 2 alternativer for købstidspunktet af en ny testmaskine. Udfra en økonomisk betragtning vil der kunne spares 55.000,- danske kroner ved at bestille testmaskinen i 1979 istedet for at vente til 1980.

6. GPSS MODEL.

Ved at simulere i den opstillede GPSS grundmodel opnås en belastning, der næsten svarer til den udregnede belastning under punkt 1. Dog stiger belastningen ikke så kraftigt fra 1980-1985. Se nøgletallene side 7A.

7. FREMTIDEN.

Den store tekniske udvikling, der i øjeblikket foregår indenfor mikrokomputertekniken, kan måske i fremtiden bevirke, at det er muligt at fabrikere små automatiske testudstyr kun beregnet for et specielt type-nummer. Dette vil bevirke større fleksibilitet og undgåelse af den " flaske hals" ved ATE'erne som analysen beskriver.



NØGLETAL

		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	

BELAST	1MASK	184.58	206.74	210.49	236.30	256.61	285.55	307.40	325.86	329.92	345.04	357.99	(%)
BELAST	2MASK	66.42	74.39	75.74	85.03	92.34	102.76	110.62	117.26	118.72	124.16	128.83	(%)
KØLÆNGDE	2MASK	1.31	2.16	2.37	4.83	11.13							
KØTID	2MASK	0.56	0.85	0.90	1.75	3.98							
PRIS OMB	2MASK	3895.00	4072.00	4397.00	5047.00	6139.00							
BELAST	3MASK	37.38	41.86	42.62	47.85	51.96	57.82	62.25	65.99	66.81	69.87	72.49	(%)
KØLÆNGDE	3MASK	0.22	0.30	0.32	0.44	0.56	0.79	1.03	1.28	1.34	1.62	1.91	(KOMP)
KØTID	3MASK	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.10	0.11	(DAGE)
PRIS OMB	3MASK	3239.00	3728.00	3728.00	4181.00	4427.00	4941.00	4945.00	5073.00	5284.00	5044.00	5197.00	(10**3 KR)
BELAST	4MASK	28.78	32.24	32.82	36.84	40.01	44.52	47.93	50.81	51.44	53.80	55.82	(%)
KØLÆNGDE	4MASK	0.12	0.15	0.16	0.21	0.27	0.36	0.44	0.52	0.55	0.63	0.71	(KOMP)
KØTID	4MASK	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	(DAGE)
PRIS OMB	4MASK	3239.00	3728.00	3728.00	4181.00	4427.00	4941.00	4945.00	5003.00	5214.00	5044.00	5197.00	(10**3 KR)



GPSS MODEL

2 ATE'er

ÅRSTAL	BELASTNING			GENNEMS. BEHANDLINGS-TID		STØRSTE KØ					GENNEMS. TID I KØ				
	ATE	VÆRKSTED	KONTROL	VÆRKSTED	KONTROL	VARM.	VÆRK.	ATE	REP.	KONTROL	VARM.	VÆRK.	ATE	REP.	KONTROL
1977	70%	99,7	25,8	26,25	7,14	2	50	41	5	4	8	722	62	9,0	7,0
1978	72%	99,9	27,2	26,04	7,30	2	140	40	8	6	8	1828	64	13,0	7,0
1979	75%	99,9	28,5	26,00	7,40	2	255	32	6	4	8	3515	56	12,0	7,0
1980	82%	100,0	28,6	26,00	7,40	2	313	52	9	6	8	4585	129	28,0	8,0
1981	84%	100,0	28,8	26,00	7,00	2	317	32	7	5	8	4288	85	18,0	8,0
1982	94%	100,0	29,1	25,00	7,00	2	413	33	5	5	8	5147	60	10,0	8,0
1983	94%	100,0	29,1	25,00	7,00	2	413	33	5	5	8	5147	60	10,0	8,0
1984	100%	100,0	30,0	26,00	7,00	2	408	12	2	4	8	4903	21	2,0	8,0
1985	100%	100,0	30,0	26,00	7,00	2	408	12	2	4	8	4903	21	2,0	8,0

3 ATE'er

1981	50%	100,0	28,5	26,00	7,00	2	398	6	3	4	8	5394	4	0,9	7,3
1982	55%	100,0	28,5	26,00	7,00	2	386	13	4	7	8	4893	8	1,0	7,0
1983	55%	100,0	28,5	26,00	7,00	2	386	13	4	7	8	4893	8	1,0	7,0
1984	59%	100,0	29,0	26,00	7,00	2	277	18	4	4	8	3736	15	0,9	7,0

PROBLEMFÖRMULERING.

På grund af den store tekniske udvikling luftfarten for tiden er inde i, har det været nødvendigt at anskaffe stadig mere avanceret teknisk udstyr og stille store krav til dette udstyrs vedligeholdelse. I samme forbindelse har SAS's afdeling for automatisk test af flykomponenter (ATE-gruppen) fået et stadig stigende arbejdspress.

Ledelsen besluttede derfor, at der skulle foretages en analyse omkring det automatiske testudstyr.

Analysen behandler derfor:

Problemerne frem i tiden for belastning af testudstyret.
Køllængder/køttider for ventende komponenter.

Lønsomhed ved at investere i nyt test-udstyr i stedet for at købe flere flykomponenter og hvornår dette evt. skal ske.

Analysen belyser:

Merbelastningen de to nyeste test-udstyr vil blive udsat for ved nedlæggelse af et ældre test-udstyr og endvidere er opbygget et simuleringsprogram af værkstedet, som kan forudsige følgerne af et evt. sammenbrud af en test-maskine.

For at kunne behandle ovenstående punkter er af tidsmæssige grunde anvendt EDB. Til analysen er udarbejdet 6 EDB-programmer, som senere bliver beskrevet.

BESKRIVELSE AF FIRMA.

Firmaet startede i 1918 som "Det danske luftfartsselskab" I 1950 stiftedes et konsortium med de norske, svenske og danske luftfartsselskaber under navnet: Scandinavian Airlines System. SAS-moderselskabet ejes med 50% af staten og med 50% af private interesser i hvert af de tre lande.

I dag beflyver SAS ca. 102 byer i 53 lande, over et rutenet på 274.000 km. med 75 fly. Antal beskæftigede i SAS var i 1977 ca. 15.000 personer, hvoraf ca. 5000 personer var i SAS. region Danmark.

I forbindelse med reparation og vedligeholdelse af fly havde SAS før i tiden uddelt de forskellige værkstedsfunktioner på de enkelte flytyper. Dette indebar at f.eks. en komponent, der sad i to forskellige flytyper, ville blive repareret på flere værksteder. I forbindelse med anskaffelsen af DC8-og DC9 flåden begyndte man at standardisere flyinstrumenterne samtidig med, at man rationaliserede (i 1968) hvor man reorganiserede den tekniske vedligeholdelse. Således flyttede man den tunge vedligeholdelse, hovedeftersyn (man mere eller mindre splitter et fly i atomer) til Oslo og Stockholm, mens komponentarbejde, der knyttede sig til flyene i drift, blev placeret i København. Når en komponent f.eks. blev udskiftet i Bangkok eller New York og skulle tilbage til værkstedet, ville den i ca. 90% af tilfældene passere København på grund af den trafikale struktur. Derfor valgte man at placere værkstedet centralt i København og reparere delen der. Herved kom værkstedet i den tætteste forbindelse med SAS's egentlige flydrift.

Dette betød, at man flyttede alt hvad der var på andre baser til København. Man byggede værkstedet , op med henblik på at kunne vedligeholde hele SAS-flåden,



og dette bevirkede, at værkstedet blev 2 - 3 gange større.

I dag beslæftiger værkstedet 141 timelønnede og 61 funktionærer. Det er et af Europas mest raffinerede værksteder, som overvåger sikkerheden i luften for millioner af rute-og Scanairs-charterpassagerer.

I støvfrie rum, instrumenteret med alt hvad moderne teknik kan præstere, færdes finmekanikere, instrumentmagere og elektronikmekanikere i rensede fodtøj med kitler og huer, og reparerer samt efterser flykomponenter. Det er Danmarks renligste arbejdsplads.

En operationsstue skal holdes fri for bakterier.

I dette værksted må der hverken være bakterier eller støv. Det er det eneste værksted i landet, der er opbygget udfra renlighedsprincippet. Der findes rumklasserne 0, 1, 2 og 3, og der er regler for, hvorledes adfærden skal være inden for hver enkelt klasse. Man modtages i en sluse, overvåget af et internt TV-kontrolsystem. Inden man slipper ind, skal man have en fulgyldig grund til sit ærinde.

(se tegning fig. 1)

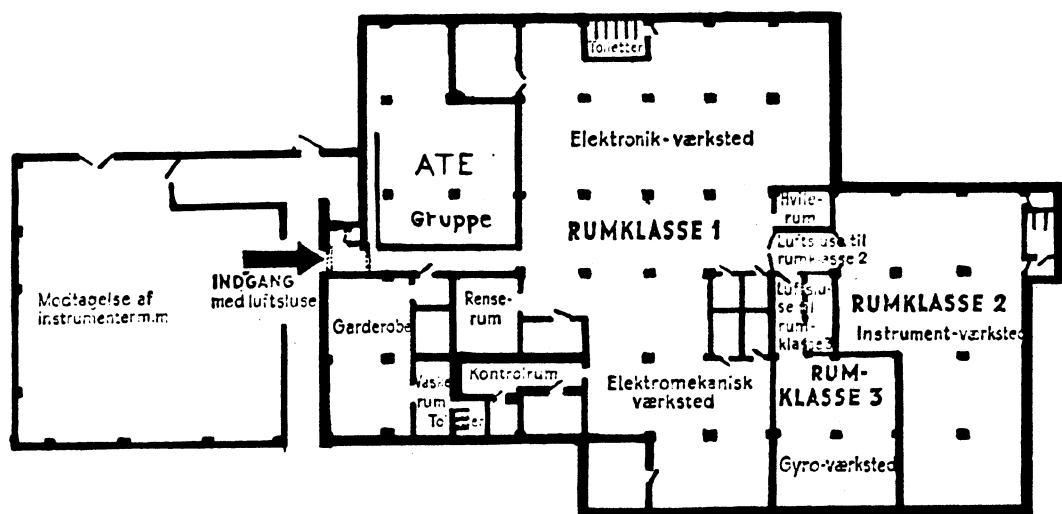


Fig. 1



Så står man midt i klasifikation o.

Den omfatter ATE-gruppen (hvor afgangspjektet er udarbejdet) og gangarealerne, som er aftegnet mørkt på gulvene.

Lufttrykket i rumklasse 1 er større end i o, således at ingen urenheder kan blæses ind.

I rumklasse 1 reparerer bl. a. pumpe-systemer og elektronikkomponenter.

I rumklasse 2, som er en lidt renere afdeling med hensyn til støv, reparerer og testes hovedsaglig flyinstrumenter med en mekanisk opbygning.

I rumklasse 3 reparerer kun gyroer. Her er den mindste tolerance, idet man arbejder med $3/10.000$ millimeter. Det mindste støvgran, øjet kan opfatte er $5/10.000$ millimeter, så i dette rum stilles ekstra store krav til renlighed.

For at komme fra en rumklasse til en anden, skal man gennem en luftsluse, hvor man skifter kittel og bliver støvsuget.

TESTMASKINERNE.

I ATE-gruppen er placeret 3 automatiske testmaskiner. En ældre testmaskine under navnet TRACE og 2 nyere testmaskiner SATAC 900 og 9000. TRACE anskaffedes da de ældre propelmaskiner blev udskiftet med jetfly og autopiloterne i sidstnævnte fly blev mere avancerede. Da man begyndte at nærme sig automatiske landingsystemer blev de tests, som skulle udføres på instrumenterne mere komplicerede. Man skulle have større sikkerhed for, at instrumenterne virkelig udførte det, de skulle, derfor måtte man indføre mere avancerede testmetoder. Testmaskinerne blev i virkeligheden til omkring udviklingen af militærfly og raketter. TRACE, som var den første testmaskine firmaet anskaffede, er udviklet allerede midt i 1950'erne. Den blev udviklet til et engelsk atombærende raketprojekt, som imidlertid blev droppet. Da man under udarbejdelse af dette projekt havde fået samlet en mængdeknow-how, videreudviklede man testmaskinen, så den kunne bruges på civilfly. TRACE blev indkøbt 1967, da en lønsomhedsberegning udført af hovedkontoret viste, at der kunne spares en mængde penge. Besparelserne lå ikke i at spare et par teknikertimer, men derimod i at forkorte komponentens gennemløbstid, det vil sige at forkorte værkstedsbesøget. I relation til dette kan oplyses, at en komplet autopilot koster ca. 500.000.- d. kr. En automatisk test udføres i dag på ca. 5 til 6 timer, hvorimod samme test udført manuelt ville tage op til 2 uger. I dette kan også ligge et arbejdspsykologisk problem, idet en tekniker ville bryde sammen, hvis han i længden kun skulle udføre manuelle tests.



Under udarbejdelsen af denne rapport var TRACE under nedtrapning, og arbejdet den havde udført blev flyttet til SATAC 900/9000. Denne flytning er beskrevet i analysen.

SATAC 900 anskaffedes i forbindelse med køb af BOING 747. Den er amerikansk og fremstillet af firmaet SPERRY. Man anskaffede den dels for at kunne teste AIR DATA COMPUTEREN, som sidder i DC8, DC9 og DC10, og dels for tests af BORING 747 autopiloter. Man valgte fabrikatet SPERRY, fordi den er fabrikeret af det samme firma, som er ansvarlig for den primære komponent, den skal bruges til. SAS tester deres systemer på samme testmaskiner, som fabrikanten bruger. Fabrikanten yder også en gratis programvedligeholdelse og magnetbåndskopier. Det betyder, at der er sikkerhed for en relevant test og revisionsarbejdet er på et minimum. Med dette begyndte virkelig den "AUTOMATISKE TESTMASKINES UDVIKLING" Det varede ikke mange år efter anskaffelsen af SATAC 900 før belastningen blev så stor, at der var behov for endnu en testmaskine. Derfor anskaffede firmaet SATAC 9000, som samtidig kunne teste komponenter fra DC10. Disse maskiner var anskaffet af firmaet i mellemtiden.

ATE FUNKTIONSBESKRIVELSE AF SATAC 900/9000.

ATE (automatic test equipment) er en computerstyret teststation, der benyttes til automatisk afprøvning af elektroniske flykomponenter. Det er primært komponenter, der indgår i autopilotsystemerne, der dels testes og dels reparerer på ATE.

En ATE kan groft deles op i 2 sektioner. Den ene sektion, computersektionen, kan betragtes som et lille EDB system. Foruden computeren består systemet af DISKDRIVE, MAG-TAPE station, DATA-skærm og LINE-printer. Dette system kan udføre EDB-opgaver som ethvert andet EDB-anlæg f. eks. kan. Der udvikles programmer i FORTRAN, BASIC, RPG og DAS assembler, men i en ATE er dets primære opgave, at styre den anden sektion, som består af forskellige former for måleinstrumenter, strømforsyninger, generatorer og lignende udstyr, der er nødvendigt for at afprøve elektroniske flykomponenter. For hver komponenttype, der afprøves på ATE, skal der udvikles et program og fremstilles en adaptor. Programmet, der via computeren styrer og kontrollerer afprøvningen, bliver udviklet i henhold til en testprocedure udgivet af fabrikanten. Adapteren er en tilpasningsbox, der i den ene ende tilkobles komponenten og i den anden ende kobles til ATE'en.

Programmet, der skal bruges til afprøvning af elektroniske flykomponenter, kan skrives enten i maskinsprog eller i programmeringssproget ATLAS. Maskinsproget er et LOW LEVEL sprog, hvor alle instruktioner skrives i maskinkoder, der direkte kan forstås og udføres af computeren. Da det er et omstændigt og langsomt arbejde at skrive et program i maskinkoder, er der udviklet et HIGH LEVEL sprog, der kaldes ATLAS, (abbreviated test language for avionic systems) Ved hjælp



af ATLAS kan et program skrives i næsten klart sprog (engelsk) hvorefter dette program compiles til maskinkoder, som computeren forstår. Alle programmer opbevares både på DISK-PAC og MAG-TAPE, og kan efter ønske kaldes til computeren for udførelse. Da det er hurtigere at kalde et program fra DISK-PAC, er det for det meste dette lagermedie der benyttes. MAG-TAPE bruges især som BACK-UP, samt i forbindelse med foromtalt compiling af et ATLAS-program.

ATE-operatøren styrer testforløbet via et kontrolpanel og en dataskærm. Efter at have valgt det rigtige program for den komponent der skal testes, kan operatøren enten starte testen fra TEST nr. 1, eller vælge at begynde fra et test-nr. senere i testproceduren. Dette er især hensigtsmæssigt under fejlfinding på komponenten. Efter at have valgt det ønskede test-nr. bestemmes om testen skal udføres automatisk, TEST-BY-TEST, eller FAIL-STOP. Hvis testen køres automatisk, vil ATE'en uden stop fuldføre testproceduren til sidste test-nr. er udført. I TEST-BY-TEST udføres en test, hvorefter ATE'en standser. Ved at aktivere en startknap, kan den efterfølgende test udføres. Har man valgt at køre FAIL-STOP, vil ATE'en teste automatisk indtil der er en test der fejler, hvorefter ATE'en vil standse og give reparatøren mulighed for at finde fejlårsagen. Til yderligere hjælp under fejlfindingsproceduren, er der mulighed for, via kontrolpanelet at ændre dels på input til komponenten, dels på måleopsætningen. For at operatøren kan overvåge testforløbet skrives alle testresultater altid på dataskærmen. Ligeledes skrives eventuelle instruktioner og informationer til operatøren på dataskærmen. Operatøren kan vælge om alle testresultater også skal skrives på LINE-printeren, eller det kun er de test, der fejler, der ønskes skrevet.

KOMPONENTENS VEJ FRA AFDELING TIL AFDELING.

For at danne sig et indtryk af komponentgennemløbet, fra komponenten forlader et fly og til den er færdigekspederet, har jeg udarbejdet et rutediagram. Af overskuelighedsgrunde forklares på første rutediagram hovedlinierne i de forskellige afdelingers arbejdsfunktioner.

På det andet rutediagram bliver hver afdeling " sat under lup " og hver arbejdsproces bliver detailleret forklaret. Det bemærkes, at rutediagrammet er nummereret.

Varemodtagelsen nr. 1

Værkstedet fra nr. 40 - 49.

ATE-gruppen nr. 20 - 39.

Kontrollen nr. 50 - 51.

RUTEDIAGRAM 1.VAREMODTAGELSEN.

Varemodtagelsen er geografisk placeret uden for værkstedsområdet (se fig. 1)

Varemodtagelsen modtager komponenter, der skal på værkstedet og afsender færdige komponenter til hovedlageret. Komponenterne transporteres til og fra værkstedet på specielle rulleborde, fremstillet kun til dette formål.

VÆRKSTED.

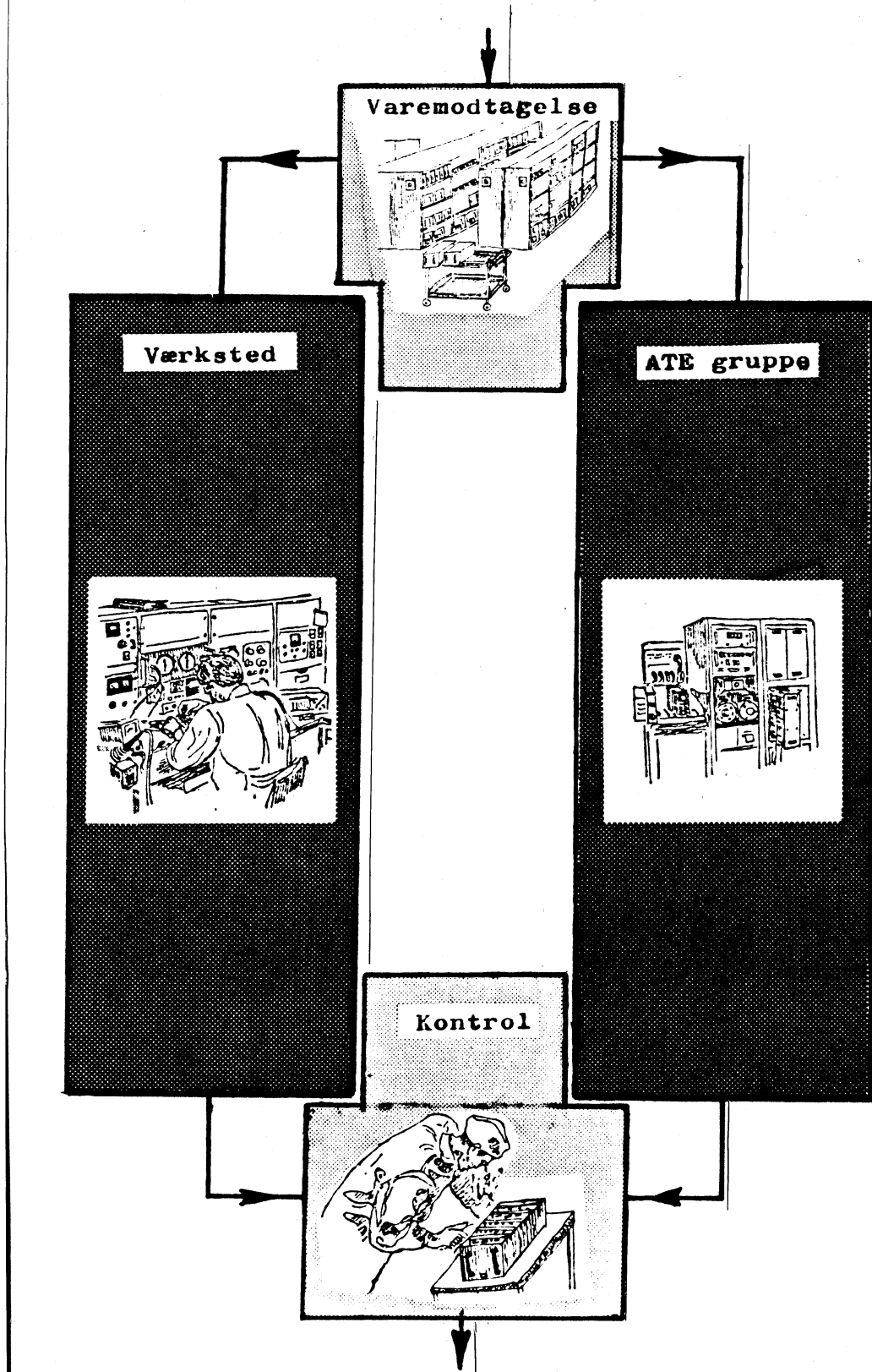
Værkstedet (se fig. 1) reparerer, efterser, udfører TO'er og simple manuelle tests på flykomponenter. Her arbejdes på 1 skift fra kl. 7⁰⁰ - 15³⁰

ATE-GRUPPEN.

ATE-gruppen (se fig. 1) udfører tidskrævende tests på flykomponenter. Afdelingen er på rutediagrammet delt op i TEST og TEST/REP. Dette forstås på den måde, at i TEST er det en operator, der foretager

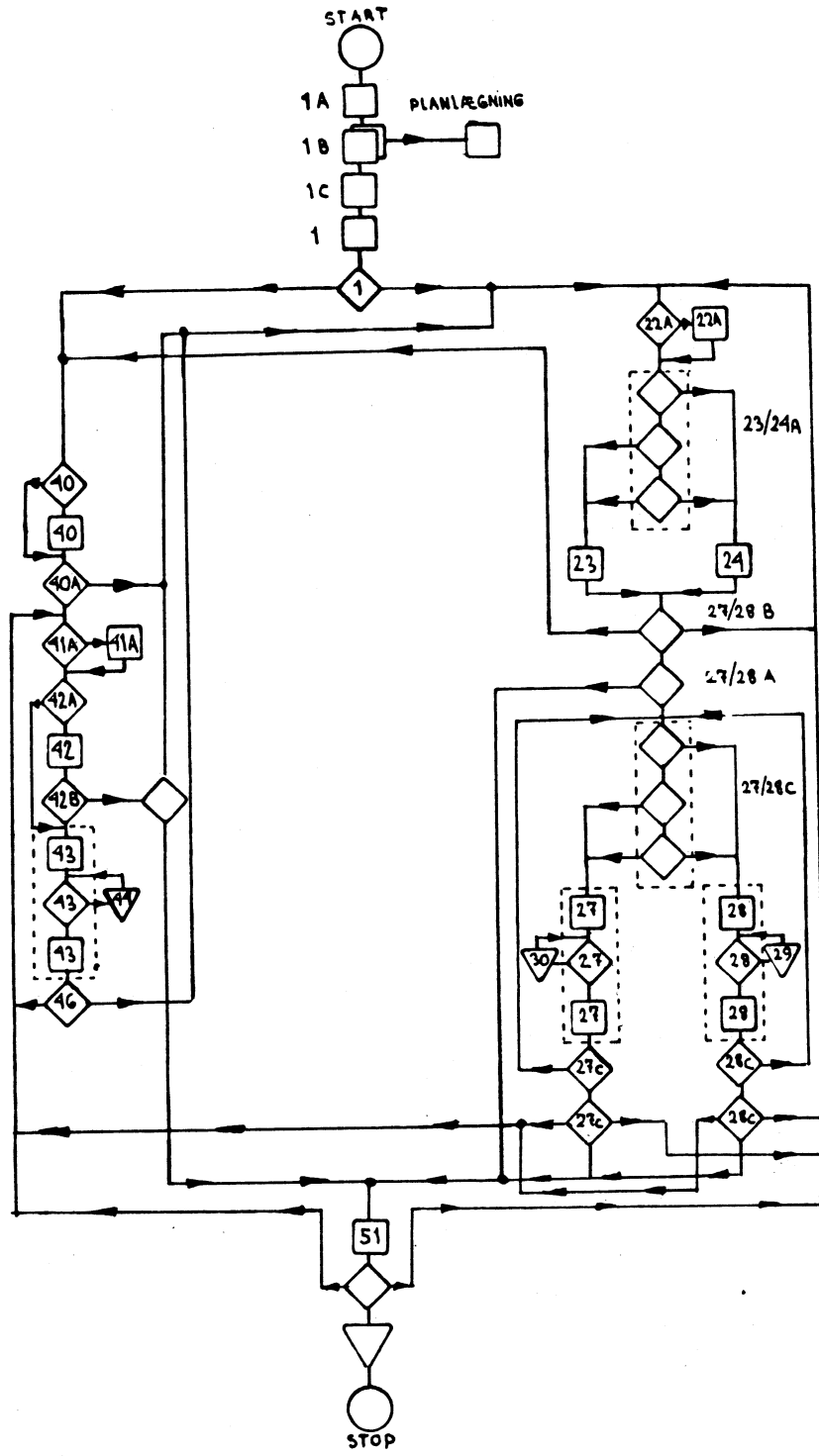


RUTEDIAGRAM 1





RUTEDIAGRAM 2





den egentlige test af komponenten. Hvorimod i TEST/REP. er det den samme testmaskine, der anvendes, men operatøren er udskiftet med en tekniker, som på testmaskinen reparerer komponenten.

TEST køres på 2 skift fra kl. 7⁰⁰ - 15³⁰ og fra 15³⁰ - 24⁰⁰

TEST/REP køres på 1 skift kl. 7⁰⁰ - 15³⁰

REP. prioriteres højere end TEST.

KONTROL.

Kontrollen er ikke nogen egentlig afdeling. Kontrol udføres på det sted, hvor komponenten meldes færdig. I praksis er det en speciel udnævnt kontrollant, der tester instrumentet endnu en gang inden det sendes på lager.

RUTEDIAGRAM 2.

VAREMODTAGELSEN.

1 A.

Komponenten ankommer til varemodtagelsen.

Når komponenten tages ud af flyveren pakkes den i en speciel transportkasse og sendes til varemodtagelsen i TA-værkstederne. Her pakkes den ud.

En komponent kan komme på værksted af 4 forskellige årsager:

- 1: Fejl på komponent.
- 2: Gangtid, d.v.s. at en komponent kun må sidde et vist antal flyvetimer, før den skal udskiftes. Flyvetimerne er specificeret af fabrikanten og godkendt af de danske myndigheder.
- 3: TO (teknisk ordre) skal udføres. (Se nr. 40 på værksted)
- 4: Overskreden lagertid, d.v.s. at komponenten har ligget for længe på lager til man er 100% sikker på dens funktionsduelighed.

PAPIR TIL PLANLÆGNING.

1 B.

Med komponenten følger nogle papirer, som bl. a. indeholder data om type-nr., fejlen ved komponenten, hvilket fly den har siddet i, og hvorlænge den har fløjet. Disse papirer bliver sendt til planlægningen. I planlægningen styres alle SAS's komponenter. Planlægningen ved, hvor komponenterne befinder sig, hvornår de skal skiftes på gang-tid og ved TO. Her planlægges hvornår komponenten skal sendes på værksted for at være færdig til brug.

KOMPONENT SÆTTES PÅ VENTEHYLDE.

1 C.

Samtidig med papirerne sendes til planlægningen, sættes komponenten på en hylde i varemottagelsen. Her venter den til der kommer besked om, at den skal repareres i værkstedet.

KOMPONENT SENDES PÅ VÆRKSTED/ATE.

1

Udfra de data, som planlægningen har modtaget om komponentens formodede fejl sendes komponenten henholdsvis på VÆRKSTED eller til ATE-gruppen for test. Hvis fejlangivelsen tyder på, at reparation skal foretages sendes komponenten til værksted ellers testes den først.

VÆRKSTED.

4o.

På værkstedet konstateres om komponenten skal have en TO. Er dette ikke tilfældet fortsætter komponenten. TO betyder teknisk ordre. Den udarbejdes i SAS's ingeniøraftdeling (se fig. 2)



SAS		TEKNISK ORDRE			MTC-1234 ATA 10-17	
Bevnr	Or.	Code	Er	U nr	Sid	
TK-1696 S. Bjerregaard	TK-I G. Thygesen	CPHTK H.C. Damm		28.5.72	1-	

SUBJEKT: 747B. SPZ-1. A/T-F/D Syst. Pitch Comp. Mod. B.

GÆLDER: 747B. Pitch Computer SAS 300-742. r/n 2590622-905, Mod. B. Endres for at forbedre pitch funktionen under ændring af modes.

KLASSE: III - Ved første passage gennem værktøed.

PLANLÆGNING: TA-P.

REFERENCE: MAA 21870.
Sperry SB 21-1143-28, rev. 4 af 27. juli 1972.

ORIENTERING:

Denne modifikation nedsetter virkningerne af en pitch attitude ændring umiddelbart før skift til en F/D mode.

Pludselige ændringer i pitch attitude, forårsaget af en tilstedeværende Roll attitude under skift til IAS/MACH hold mode, bliver elimineret.

ARBEJDSBESKRIVELSE:

Bemærk: Nedenstående punkter (f.eks. SB pkt. 2.C) henviser til Sperry Service Bulletin Pub. No. 21-1143-28 rev. 4 af 27. juli 1972, såfremt andet ikke er anført.

1. Udfør SB pkt. 2.C., 2.d., 2.E., 2.F., 2.H., 2.I., 2.R., 2.S.

2. Følgende cards sendes til KLM for modifikation:

F/D Card A2 p/n 2591982-901
Pitch Calib. Card A5 p/n 2591704-905
Flare Card A6 p/n 2592518-902
Vert. Path Cond. Card A9 p/n 2591864-902
Self Test Assy A10 p/n 2575179-903

3. Udfør SB pkt. 2.W., idet nedenstående modificerede cards kontrolleres for mod. status inden montering:

F/D Card A2 p/n 2591982-901	Mod. G.
Pitch Calib. Card A5 p/n 2591704-905	" A.
Flare Card A6 p/n 2592518-902	" A.
Vert. Path Cond. Card A9 p/n 2591864-902	" A.
Self Test Assy A10 p/n 2575179-903	" A.

4. Udfør SB pkt. Y, Z.

5. Foretag fuldstændig afprøvning i h.t. T.I. 4676.

BILAG: Ingen.

MATERIALER:

Pr. komponent:

Se pkt. 2 og 3.

30 cm ledning DM 531-320-20.

Fig. 2

Den tekniske ordre (TO-en) beskriver nøjagtigt, hvor og hvordan modifikation skal udføres. TO-en kan udarbejdes med henblik på at forbedre en komponents funktions-sikkerhed, eller der kan foretages en lønsomhedsberegning, som viser om det kan betale sig at udskifte eller bruge nogle andre dele i komponenten. Her kommer sikkerheden dog i første række som altid i SAS.

BITE/MANUEL/ATE.

40 A.

Hvis komponenten har gennemgået en stor T0, testes den i ATE-gruppen.

Hvis komponenten er kommet på værksted for reparation, fortsætter den til 41 A.

OPVARMNING.

41 A.

Visse typenumre af komponenter, der kommer på værkstedet skal varmes op, ellers vil måleresultaterne variere fra kold til varm tilstand. Dette kan sammenlignes med de gamle fjernsynsrør, som ikke var funktionsdygtige før efter en bestemt opvarmningstid. Forskellen er kun, at opvarmningen tydeligt ses på fjernsynet, hvorimod instrumenterne ikke indikerer dette. Opvarmningen varierer fra 0 til 2 timer alt efter typenummer.

REP./BITE/MANUEL.

42 A.

Her vælges mellem en REPARATION eller en BITE/MANUEL. Hvis komponenten kommer fra ATE-gruppen vælges en REP. med det samme, da fejlen er kendt; men er det en "førstegang" komponent fortsættes til BITE/MANUEL.

BITE/MANUEL.

42.

Her gennemgår instrumentet enten en BITE eller en MANUEL-TEST.

BITE står for "BILD IN TEST EQUIPMENT" og er en selvtest, som er indbygget i komponenten.

MANUEL er et manuelt testudstyr, som kan teste en kompo-



nent fuldt ud. Nogle typenumre får en BITE andre MANUEL.

KONTROL/ATE/TEST/REP.

42 B.

Er komponenten kørt fejlfri gennem BITE/MANUEL sendes den til KONTROL. Viser komponenten derimod fejl, sendes den enten til ATE-test for nøjagtig lokalisering af fejlen. Hvis fejltypen kendes sendes den enten til REP-værksted (lille fejl) eller til TEST/REP.(stor fejl)

REP-VÆRKSTED.

43.

På REP-VÆRKSTEDET reparerer fejl på komponenterne. Hvis delene for en reparation ikke haves, sendes komponenterne i MANKO.

MANKO.

44.

MANKO er et lager.

Her samles alle komponenter, der venter på dele. I det øjeblik en komponent sendes i MANKO, gives der besked til planlægningen. Når de bestilte dele er fremkommet reparerer komponenten på værkstedet.

BITE/MANUEL/KONTROL/ATE.

46.

Efter reparation sendes komponenten til BITE/MANUEL, og er den i orden sendes den til KONTROL. Har reparationen været meget omfattende vælges at køre en ATE-TEST.

ATE-GRUPPEN.

22 A.

Opvarmning (se 41 A)

TEST 900/TEST 9000.

23/24 A.

Da de to ATE'er ikke er helt ens, bestemmer komponentens typenr. på hvilken maskine, testen skal foretages.

TYPE # 300-267
SER. # 6
RUN # 2

ATE # 9000-53

ADAPTER T-3013033-901 INSTALLED
DC-10 YAW COMPUTER TEST PROGRAM
PART NUMBER 3757002-7
ISSUE: CR-T 515069 DATE: 1 MAY 1975
YAW (-7) GEN. TEST. SPEC. DWG. NO. 2444352 REV. D
SERIAL NUMBER 0217
TEST STATUS: FUNKTIONSTEST
DATE AND TIME: 16 FEB 78 1415 HPS
SELECT DESIRED SERIES OF TESTS TO BE PERFORMED:
(1) MAXI TEST
(2) MINI AUTOLAND TEST
(3) MINI TEST
(4) BITE TEST
(5) UNUSED
(6) UNUSED 1 CR?

01000 CMPTR IS BLACK PASS
01001 RATE GYRO BLACK PASS
01002 ACTR IS BLACK PASS

SET THE 'TEST SEL' SWITCH TO THE OFF POSITION 'R'

ENTER WARM-UP TIME IN MINUTES (0-9) # CR?

02135	UL= +026 90	LL= +025 10	+ 025 35	VAC	PASS
02136	UL= +0003 5	LL= -0003 5	- 0002 1	DEG	PASS
02140	UL= +026 90	LL= +025 10	+ 025 33	VAC	PASS
02141	UL= +0003 5	LL= -0003 5	- 0002 2	DEG	PASS
02145	UL= +026 90	LL= +025 10	+ 025 34	VAC	PASS
02146	UL= +0003 5	LL= -0003 5	- 0002 2	DEG	PASS
02150	UL= +07 400	LL= +06 600	+ 07 290	VAC	PASS
02151	UL= +0003 5	LL= -0003 5	- 0002 2	DEG	PASS
02155	UL= +07 400	LL= +06 600	+ 07 277	VAC	PASS
02156	UL= +0183 5	LL= +0176 5	+ 0179 7	DEG	PASS
02160	UL= +026 90	LL= +025 10	+ 025 31	VAC	PASS
02161	UL= +0003 5	LL= -0003 5	- 0002 1	DEG	PASS
02165	UL= +026 90	LL= +025 10	+ 025 34	VAC	PASS
02166	UL= +0003 5	LL= -0003 5	- 0002 1	DEG	PASS
02170	UL= +026 90	LL= +025 10	+ 025 33	VAC	PASS
02171	UL= +0003 5	LL= -0003 5	- 0002 1	DEG	PASS
02175	UL= +07 400	LL= +06 600	+ 07 323	VAC	PASS
02176	UL= +0003 5	LL= -0003 5	+ 0002 0	DEG	PASS
02180	UL= +07 400	LL= +06 600	+ 07 326	VAC	PASS
02181	UL= +0183 5	LL= +0176 5	+ 0180 0	DEG	PASS
02250	UL= +05 200	LL= +04 800	+ 04 987	VDC	PASS
02251	UL= +0 0170	LL= +0 0170	+ 0 0026	VAC	PASS
02255	UL= +015 45	LL= +014 55	+ 014 35	VDC	PASS
02256	UL= +0 0170	LL= +0 0170	+ 0 0025	VAC	PASS
02260	UL= -014 55	LL= -015 45	- 014 32	VDC	PASS
02261	UL= +0 0170	LL= +0 0170	+ 0 0126	VAC	PASS
02262	UL= -019 10	LL= -020 90	- 020 25	VDC	PASS
02266	UL= +0 0170	LL= +0 0170	+ 0 0023	VAC	PASS
02270	UL= +021 40	LL= +024 60	+ 029 33	VDC	PASS

Fig. 3

TEST 900/9000.

23/24.

På SATAC 900/9000 testes komponenterne. Den test der udføres er en statistisk-test. Der sættes et fast input på komponenten og måles et fast output. Dette indebærer imidlertid, at en fejl i et bestemt område kan være vanskelig at finde. I virkeligheden skulle der udføres en dynamisk-test, som ville svare til flyets skiftende hastighed, højde og position. At udføre en sådan dynamisk-test kræver noget mere af testmaskinerne og ligger nok et stykke ude i fremtiden.

For at være sikker på, at de tests, som udføres er rigtige, må operatøren checke, at det er den rigtige ATE han bruger, at det er den rigtige ADAPTOR, der tilsluttes, og at det er det rigtige program, der bruges for at teste komponenten.

Derfor har SAS for hvert typenr. en "materielbeskrivelse" som operatøren benytter. Ved test sætter han komponenten til ATE'en og selecter et program. Herefter udskriver maskinen SAS type, serial-og runnr. på komponenten (se fig.3) Runnummeret fortæller hvilken gang komponenten testes på dette værkstedsbesøg. Derpå udskrives på hvilken testmaskine testen er foretaget og ligeledes udskrives en heading, som er en del af testprogrammet. Den fortæller hvilken adaptor, der skal anvendes. Hvis en operatør ved en fejltagelse skulle komme til at sætte en forkert adaptor på maskinen, vil den selv gøre opmærksom på fejltagelsen. Endvidere står der hvilken komponent, der testes og dens part nr. Operatøren kan vælge mellem 4 forskellige programmer til testning af komponenten.



De 4 programmer angiver hvilke funktioner, der ønskes testet i komponenten. Så starter den egentlige test. Maskinen vil udskrive testresultater og instruktioner til operatøren. I eksemplet skriver maskinen, at operatøren skal "set the test selector switch to the off position "R"

Derpå fortsætter den. Maskinen vil også være sikker på, at komponenten er opvarmet og i hvor lang tid opvarmningen skal vare. Har operatøren varmet komponenten op forinden, fortsætter maskinen.

Han kan da vælge, om han vil have skrevet alle testresultaterne ud, eller kun de resultater, der fortæller, hvad komponenten evt. fejler. Maskinen udskriver da testnummeret en UL (upper limit) og en LL (lower limit) for testningen, samt hvilken værdi den har målt, og om det er en AC,DC eller en DEC måling. Er denne måling i orden udskrives "PASS"

Hvis ikke den målte værdi ligger inden for UL og LL limit, vil maskinen skrive "fail" i kolonne 7.

Når testen er færdig udfyldes på basis af udskriften en fejlrapport, hvorefter udskriften arkiveres for dokumentation. Fejlrapporten følger komponenten indtil denne er repareret og fundet i orden. Fejlrapporten arkiveres derefter sammen med før omtalte udskrift fra line-printeren.

KONTROL/TEST/REP.

27/28 A.

Er komponenten efter test fundet i orden sendes den til KONTROL. Hvis det ikke er tilfældet går den til 27/28 B.

REP/TEST/REP.

27/28 B.

Her vurderes om det er en "lille" eller "stor" fejl. En lille fejl kan hurtig reparerer på det manuelle testudstyr, som findes på værkstedet. Er det derimod en stor fejl, kan dette indebære, at man må reparere og teste flere gange. Herved spares tid under testningen på ATE'erne.

TEST/REP 900/9000.

27/28 C.

Da de to ATE'er ikke er ens, må der vælges efter typenummer på hvilken maskine, der skal reparerer. Nogle typenumre kan dog køres på begge maskiner.

TEST/REP.

27/28

Når en komponent skal reparerer på ATE'erne, kommer en tekniker fra værkstedet og udfører denne reparation. Teknikeren kan udfra den medfølgende fejlrapport programere maskinen til at udføre netop det/de testpunkter, hvor komponenten fejler. Under fejlfindingen har teknikeren også mulighed for at variere inputs til komponenten.

MANKO.

29/30

Se 44.

TEST/REP/TEST/VÆRKSTED/KONTROL.

27 C / 28 C.

Når en komponent er repareret kan teknikeren vælge - alt efter fejlarten - om der skal køres en "stor" eller "lille" test. Vælges en stor test går komponenten til TEST 23/24A, men ved en lille test fortsætter komponenten til 27/28 C.

Nogle typenr. får den lille test på værkstedet BITE/MANUEL. Er komponenten fejlfri går den til KONTROL.

KONTROL.

51

I kontrollen sammenligner kontrollanten papirerne med komponenten. Han ser om de fejl, piloten har klaget over har relation til rettede fejl. Samtidig ser han i komponentens livsløbskort, om fejlen, der er rettet, var den samme som sidste gang, komponenten var på værksted. Herefter kontrollerer han det arbejde teknikeren har udført. Denne kontrolfunktion er påbudt af de danske luftfartsmyndigheder. Kontrollanten har det fulde ansvar for komponenten er i orden, når den forlader værkstedet og sendes til varemottagelsen.

Kasserede komponenter sendes enten til VÆRKSTEDET eller TEST (22 A)

ANALYSENS GENNEMFØRELSE.

Med henblik på at gennemføre en analyse omkring de komponenter, der blev repareret og testet af ATE'erne SATAC 900/9000, er der i tidsrummet fra den 6/7 - 77 til den 23/10-77 indsamlet datamateriale af SAS.

Det bør bemærkes, at i rapporten er kun benyttet datamateriale i tidsrummet fra den 6/7-77 til den 1/9-77 af tidsmæssige grunde.

Datamaterialet er indsamlet på analyseskemaer, hvor operatørerne har registreret dato, klokkeslet og aktivitetsart for hver komponent. Se eksempel på fig. 5 På analyseskemaet ses komponentgennemløbet for en AIR DATA COMPUTER med SAS type nr. 300 - 207 Ib nr. 147.

①.

Komponenten (angivet med et K i ankomstkolonnen) er ankommet til varemottagelsen den 10/8 kl. 13¹⁵ hvor den er lagt på ventehylde.

②.

Papirerne (angivet med et P i ankomstkolonnen) er modtaget på værkstedet den 10/8 kl. 14³⁰

Fra komponenten med papirerne er modtaget i varemottagelsen til papirerne er på værkstedet er der gået (13¹⁵ ÷ 14³⁰) 1¼ time som angives i intervalltidskolonnen under punkt 2.

③.

Den 10/8 kl. 18³⁰ bliver komponenten testet på SATAC 900 (SATAC 900=1, SATAC 9000=2, BITTE/MANUEL=3) Fra komponenten er kommet til varemottagelsen og til den går til test er der gået (13¹⁵ ÷ 18³⁰) 5¼ time som anføres i intervalltidskolonnen under punkt 1.

④.

Den 10/8 kl. 19⁴⁵ går komponenten i venteposition.



Det vil sige, at testen har taget ($18^{30} \div 19^{45}$) $1\frac{1}{4}$ time, som anføres i intervaltidskolonnen under punkt 3.

5.

Den 12/8 kl. 7^{00} går komponenten til reparation på BITE/MANUEL på værkstedet. Komponentens har da ventet fra den 10/8 kl. 19^{45} til den 12/8 kl. 7^{00} på at blive testet. Her regnes kun med den ventetid, som forekommer på dagtimerne, da værkstedet kører på 1 skift. Komponentens venter da fra den 11/8 kl. 7^{00} - til kl. $15^{30} = 8\frac{1}{2}$ time som anføres i intervaltidskolonnen under punkt 4.

6.

Den 12/8 kl. 15^{30} går komponenten i venteposition. Fejlfindingens har da taget (kl. $7^{00} \div 15^{30}$) $8\frac{1}{2}$ time som anføres i intervaltidskolonnen under punkt 5

7.

Den 13/8 kl. 7^{30} bliver komponenten kontrolleret og fundet i orden. Den har da ventet (kl. $7^{00} \div 7^{30}$) $\frac{1}{2}$ time på kontrol, som anføres i intervaltidskolonnen under punkt 6.

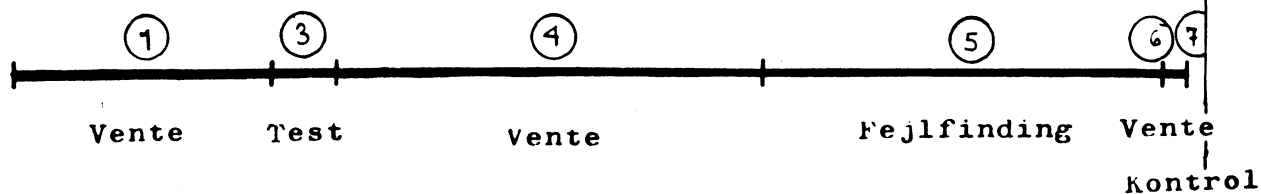
Under bemærkninger på analyseskemaet er anført 3 og $1\frac{1}{4}$. Det angiver, at komponenten under punkt nr. 1 ud af de $5\frac{1}{4}$ time har brugt 3 timer på nat (fra kl. 15^{30} til kl. 18^{30}) Ligeledes med punkt 3. Der skelnes mellem dag- og nat timer i venteposition og test.

2

Papir

Fig. 4

Ankomst





For tydeligere at kunne danne sig et billede over komponentgennemgangen er den skematisk vist på fig. 4

ATE Komponentgennemløbsanalyse

SAS type nr. 300-207 lb.nr. 147 60

ANKOMST:

P = Papir ✓
K = Komp.

ANVENDT UDSTYR:

Satac 900 = 1
" 9000 = 2
Bite/Manuel = 3

	Dato	Klokken	Intervaltid	Ankomst	Opvarmning	Test	Fejlfinding	Ventepos.	Kontrol	STOP				Bemærkninger
										Matr.	Manko	Testudst.	Anden Gr.	
①	10-8	1315	5 1/4	K ✓	✓			X						3
②	"	1430	1 1/4	P ✓	✓			X						
③	-11-	1835	1 1/4	✓ ✓	✓	7								1 1/4
④	-11-	1945	8 1/2	✓				X						
⑤	12-8	7 ⁰⁰	8 1/2	✓			3							
⑥	"	1530	1/2	✓				X						
⑦	13-8	730							X					

[Handwritten signature]
Fig. 5



ANALYSERESULTATER:

For at danne sig et indtryk af, hvordan analyseresultaterne er fremkommet og i hvilken rækkefølge, er udarbejdet et rutediagram (se fig.7).

I det følgende afsnit behandles rutediagrammet punkt for punkt.

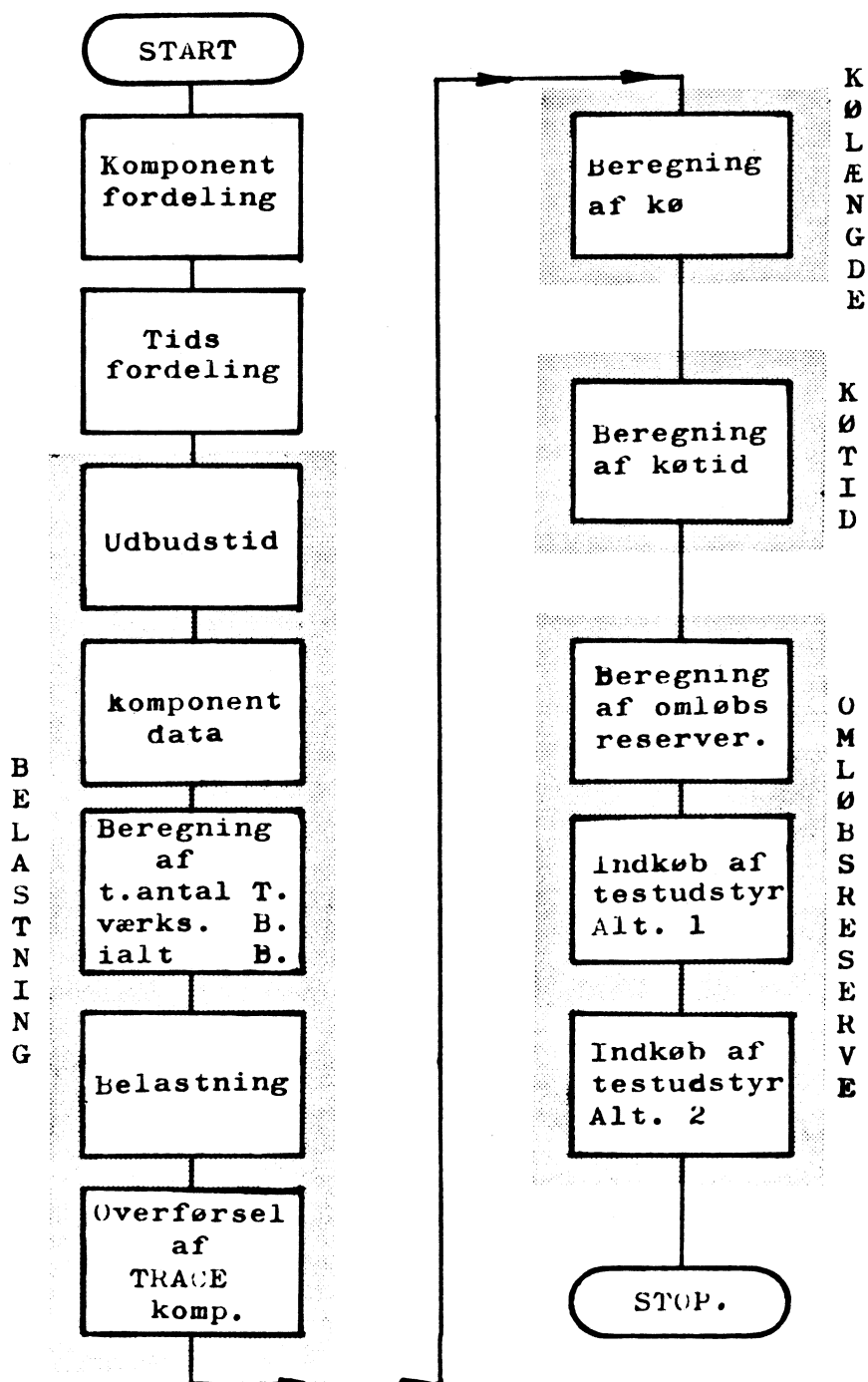


Fig. 7

KOMPONENTFORDELING:

I analyseperioden, som omfatter 42 arbejdsdage, er registreret 90 komponenter.

På fig. 8 ses fordelingen af komponenterne efter type-nr.

Antal
komponenter

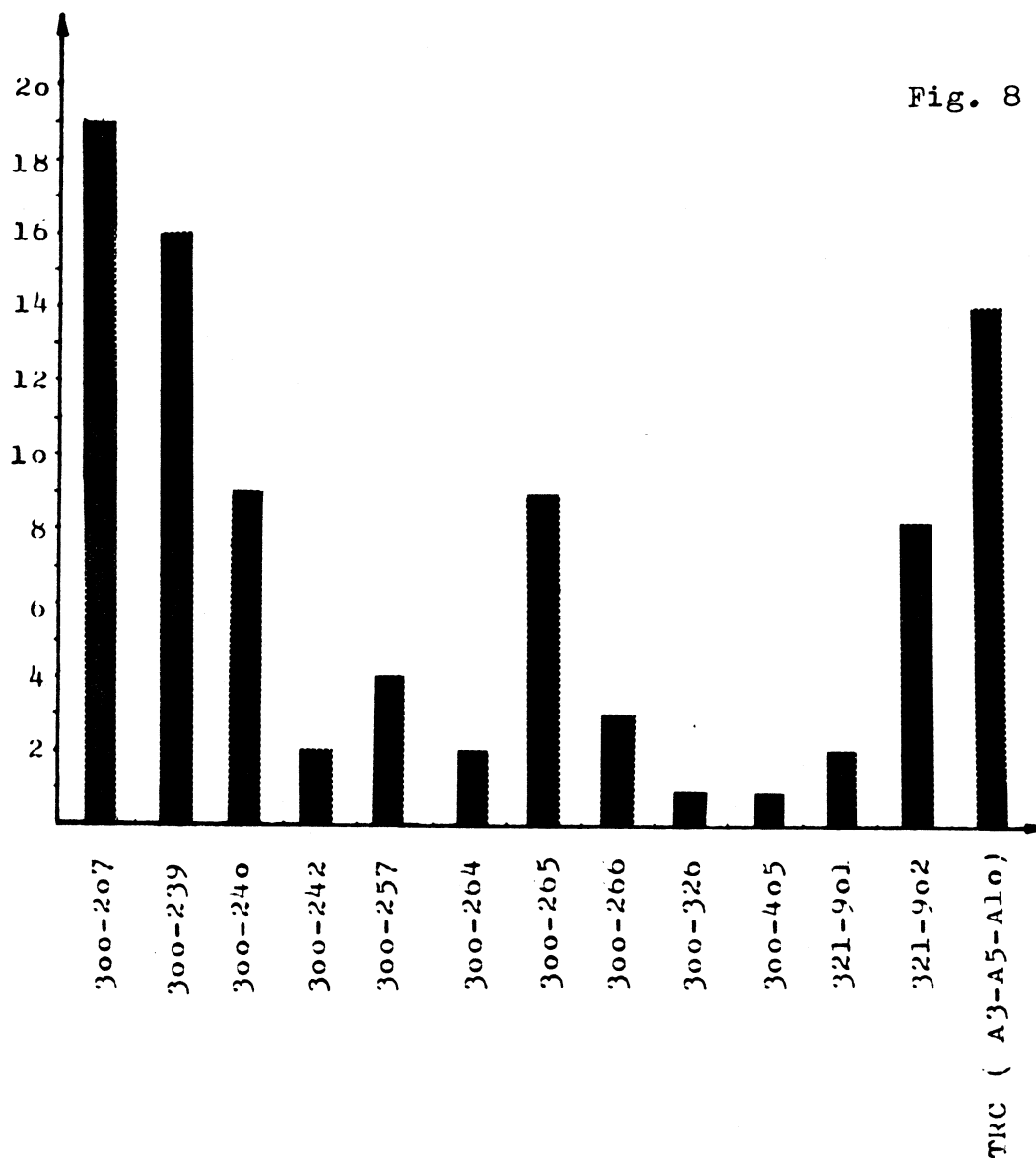


Fig. 8

Det bør bemærkes, at type-numrene 321-901 er taget ud af analysen, da de på nuværende tidspunkt er udgået. Ligeledes er TRC (A3,A5,A10) taget ud på grund af manglende oplysninger om bl.a. FAIL RATE. Fordelingen på fig. 8 er fundet ved hjælp af EDB program " SORTERING nr. 2 "

TIDSFORDELING.

Med henblik på udregning af en gennemsnitlig værkstedsgennemløbstid er operation-kontrol-og ventetider samt deres fordeling på dag og nat under et værkstedsbesøg grupperet i et skema (se bilag 1-11) Dette er udført ved hjælp af EDB-program "TOTAL TIDER 'nr. 3" Udfra dette bilag er fig. 8A udarbejdet.

TID PÅ TESTUDSTYR	300-207	300-239	300-240	300-242	300-257	300-264	300-265	300-266	300-326	300-405	321-902	FUNKTIONER
TIMER IALT	28,25	39,00	5,75	22,50	45,75	25,25	209,50	73,25	3,00	2,75	22,50	TESTTID 900+9000+REPTID 900+9000
G PR KOMPONENT	1,49	2,44	0,64	11,25	11,44	12,63	23,30	24,42	3,00	2,75	2,78	
I DAGE (16,5 T)	0,09	0,15	0,04	0,68	0,69	0,77	1,40	1,48	0,18	0,17	0,17	
TID I ARB. GRUPPE												TESTTID BITE/MAN + REPTID VÆRSTED+KONTROLTID
TIMER IALT	138,00	80,25	51,75	2,00	5,75	1,50	16,00	7,75	4,50	2,25	53,75	
G PR KOMPONENT	7,26	5,02	5,75	1,00	1,44	0,75	1,80	2,58	4,50	2,25	6,75	
I DAGE (8,5 T)	0,85	0,59	0,68	0,12	0,17	0,38	0,20	0,30	0,53	0,26	0,79	
ØVRIG VENTETID												VENTE I VAREMODTAGELSE(dagtimer) + VENTE PA TEST (dagtimer)+ VENTE PA OPVARMNING (dagtimer)+ VENTE PA REP I VÆRSTED+VENTE KONTROL+VENTE DELE+ VENTE MANKO+VENTE PA TEST/FEJL F. P.G.A. UDSTYR U/S
TIMER IALT	838,25	328,75	386,50	521,25	104,00	106,75	636,00	281,75	148,50	1,25	406,25	
G PR KOMPONENT	44,12	20,55	42,94	260,63	26,00	53,28	70,67	93,92	148,50	1,25	50,78	
I DAGE (8,5 T)	5,19	2,42	5,05	30,66	3,06	6,28	8,31	11,05	17,47	0,15	5,97	
GENNEMLØBSTID	6,13	3,16	5,77	31,46	3,92	7,43	9,91	12,83	18,18	0,58	6,93	
ANTAL KOMP	19	16	9	2	4	2	9	3	1	1	8	

Fig. 8A



Fig. 8A viser de tider, der virkelig har betydning for den gennemsnitlige værkstedsgennemløbstid, når der tages i betragtning at testudstyret kører i 2 skift svarende til 16,5 t., arbejdsgruppe og ventetider i 1 skift svarende til 8,5 timer.

EKSEMPEL 1. Fig. 8A

For type-nr. 300-207 sammentælles udfra bilag 1-11 Testtid 900 + 9000+Rep.tid 900+9000 og anføres under timer ialt. For at finde gennemsnitstiden pr. komponent divideres med antallet - her 19 styk. Dette er omregnet til dag ved at dividere med 16,5 timer. Denne regnemetode er anvendt for samtlige type-nr. og operationer.

Ved en \sum af den forbrugte tid omregnet til dage findes den gennemsnitlige værkstedsgennemløbstid. Her i eksemplet 0.09 dage + 0.85 dage + 5.19 dage = 6.13 dage.

BELASTNING.

UDBUDSTID.

For at kunne finde den belastning testmaskinerne vil blive udsat for i fremtiden må udbudstiden for maskinerne findes. Det forholder sig således at testmaskinernes totale tid kan opdeles i 3 kategorier.

Forbrugt tid til programmering.

Tid hvor maskinen er under reparation (u/s)

Udbudstid, hvor der testes og repareres komponenter

Udfra LOG-BOGEN for SATAC 900/9000 er fundet tiden til programmering og reparation. Dette fordeler sig som følger (se fig. 9)



I analyseperioden har der totalt for et testudstyr været udbudt 700 timer ~ 100%, til programmering 288 timer ~ 41% og til reparation af testudstyr (u/s) 84 timer ~ 12%. Ved 2 testudstyr må udbudstiden da være 1400 timer ~ 100% mens programmeringen kun vil stige med 10% for hvert nyt testudstyr. U/S-tider er udregnet til 168 timer ~ 12% .

Dette må medføre, at den tid, der er til rådighed til test og reparation af komponenter pr. år må være:

	TOTAL UDBUD	PROGR.	U/S	UDBUD PR. ÅR	
1 TESTMASKINE	700	288	84	1945	Timer
%	100	41	12		
2 TESTMASKINER	1400	317 (+10%)	168	5405	Timer
%	100	23	12		
3 TESTMASKINER	2100	345 (+20%)	252	9605	Timer
%	100	16	12		
4 TESTMASKINER	2800	374 (+30%)	336	12474	Timer
%	100	13	12		

Fig. 9

* u/s=ustabil

1. TESTMASINE.

252 arbejdsdage x 16.5 time = 4138 timer pr. år

Programering + u/s 53 % = 2193 timer pr. år

Udbudet til test og

reparation..... = 1945 timer pr. år.

Udbudet til test og reparation udregnes på tilsvarende måde for 2. 3. og 4. testudstyr.

KOMPONENT DATA.

For at kunne udregne det forventede timeforbrug pr. år pr. type-nr. der er indgået i analysen benyttes følgende data fra SAS's DATA BASE og fra P-PLANEN:

DATA BASE:

a.

Hvilket type-nr. der bruges af hvilket fly.

b.

antallet af komponenter pr. fly.

c.

FAILRATE. Angivelse af hvormange komponenter, der skal repareres pr. 1000 flyvetimer.

P-PLANEN.

a.

Bestemmelse af totalt antal flytimer pr. flytype pr. år.

Data'erne er vist i fig. 10.



FLY TYPER		TYPENUMRE INDGÅET I ANALYSE											FORVENTEDE FLYVETIMER (efter P-planen : Produktionsdata)										
		300-207	300-239	300-240	300-242	300-257	300-264	300-265	300-266	300-326	300-405	321-902	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
		SAS DC-9	+	+	+										122562	131030	134579	136978	137212	135680	133528	134369	134677	134868	136498
SCAN DC-9	+	+	+																				
THAI DC-9																							
SAS DC-8	+												28061	29100	26404	23001	19022	15196	12552	8508	3172		
SCAN DC-8	+												6000	9000	9000	12000	12000	12000	12000	12000	12000		
THAI DC-8																							
SAS DC-10						+		+	+				21903	20772	20591	21081	25505	29669	33297	36066	33537	335432	37022
SCAN DC-10						+		+	+														
THAI DC-10								+	+				9600	14000	14000	18000	18000	22000	22000	22000	22000	22000	20000
SAS 747					+		+						11584	15097	16902	20494	21199	21127	24587	27470	33565	39611	44778
SCAN 747					+		+																
ANTAL KOMP. I FLY.	ANTAL DC-9	2	1	2																			
	ANTAL DC-8	1																					
	ANTAL DC-10					2		2	2														
	ANTAL 747				3		3			1	1												
FAILRATE	FAILRATE	0,7	1,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,5	0,15	0,9	0,35											
	TEST/REP TIMER	1,5	2,4	0,6	11,3	11,4	12,6	23,3	24,4	3,0	2,8	2,8											
1 9 7 7	TOTAL TIMER	279185	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-											
	ANTAL VERKS. BESØG	195	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	∑	594									
	BELASTNING	293	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	∑	3602									

fig. 10

BEREGNING.

På grundlag af komponent DATA, P-PLANENS DATA samt de test/rep.tider fundet i analysen fig. 9, udregnes:

1.

Totalt antal komponent-timer pr. år.

2.

Værkstedbesøg pr. år pr. type-nr.

3.

Behov for test/rep.tid pr. år pr. type-nr.

Eks. 2. Udregning af antal komponenttimer pr. år for type-nr. 300 -207 i året 1977 fig. 10.

Total antal komponenttimer pr. år.

122562 timer - 2 fly..... 245124 timer

28061 + 6000 (P-PLANEN) . 1 fly..... 34061 timer

279185 timer.

VÆRKSTEDSBESØG:

$$\frac{279185 \text{ timer} \cdot 0.7 \text{ (FAIL RATE)}}{1000 \text{ (pr. 1000 flytimer)}} = 195 \text{ værkstedbesøg pr. år.}$$

Behov for test/rep.tid pr. år.

195 værkstedbesøg . 1.5 (Test/Rep.tid i timer fra fig.9) belastning på 293 timer pr. år.

Ved en summation af belastningen pr. år for samtlige type-nr. fås 3602 timer.

Alle data er indlagt i EDB-programmet "SIMULERING" nr.1A.

BELASTNING:

På grundlag af ovenstående data kan nu udregnes den forventede belastning i 1977 på 1. 2. 3. og 4. testmaskine.



Hvilket giver:

$$\underline{1. maskine:} \quad \frac{3602 \cdot 100}{1945} = 184,58\%$$

$$\underline{2. maskine:} \quad \frac{3602 \cdot 100}{5405} = 66,42\%$$

1977

$$\underline{3. maskine:} \quad \frac{3602 \cdot 100}{9605} = 37,38\%$$

$$\underline{4. maskine:} \quad \frac{3602 \cdot 100}{12474} = 28,78\%$$

Tallet 3602 timer er et udtryk for belastningen pr. år for samtlige type-numre sat i forhold til udbudet til test/reparation pr. år for 1 testmaskine.

Ovenstående procedurer gentages ved udregningen for 1978 dog med andre tal for belastningen pr. år for samtlige type-numre.

I EDB-programmet "SIMULERING" LA udregnes også belastningen.

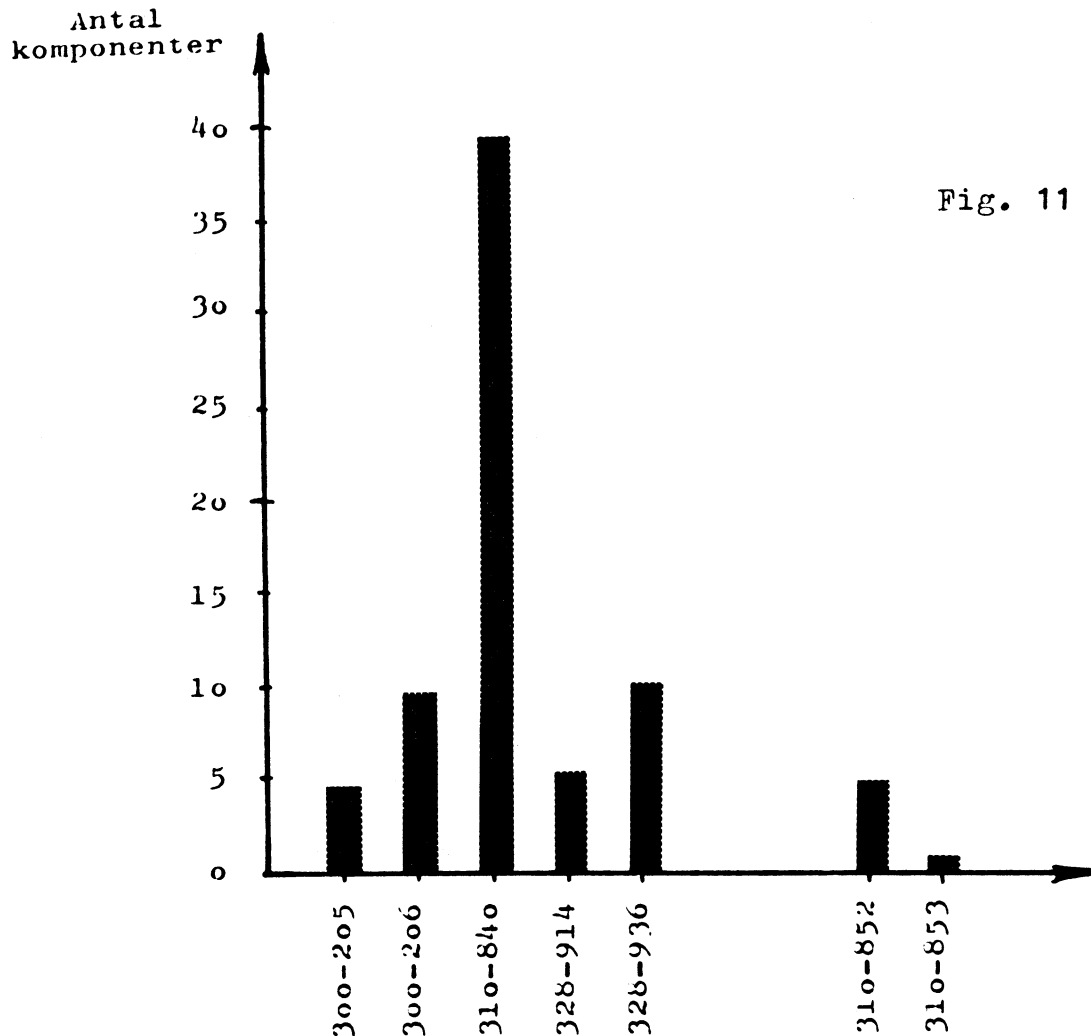
OVERFØRSEL AF TRACE KOMPONENTER.

Da TRACE som førnævnt er et ældre testudstyr, har SAS overvejet at nedlægge dette og overføre de testede komponenter til SATAC 900/9000. I den forbindelse er udregnet hvilken merbelastning dette vil betyde. Der er derfor i analyseperioden gjort op, hvormange komponenter og af hvilke type-nr., der blev testet på TRACE. (se fig.11)

På fig. 11 ses at komponenterne er opdelt i 2 grupper. Den første gruppe er komponenter, der efter firmaets erfaring ankommer i et tilstrækkeligt antal om året til det kan betale sig at investere i adaptorer og programmer. Den anden gruppe ankommer der ganske få af om året.



Udregning af belastning er foretaget på nøjagtig samme måde som tidligere omtalt. Dog benyttes til udregningen en forventet testtid i stedet for en test/rep. Dette skyldes, at det ikke er muligt at forudsige en evt. rep.tid. Det bevirker, at de beregnede belastningsprocenter godt i virkeligheden kan være lidt større.



Ud fra EDB-program "SIMULERING" 1B og 1C er udregnet at en overflytning på nuværende tidspunkt vil betyde en merbelastning for 1. gruppe på SATAC 900/9000 på 10.5% og for 2. gruppe 0.72%

BEREGNING AF KØLÆNGDE:

Ved kølængde forstås det antal komponenter, der i gennemsnit vil ligge og vente på at blive behandlet på testmaskinerne.

Kølængden udregnes efter formlen:

$$Lq = \frac{\delta^2}{1 - \delta}$$

Hvor

Lq = Kølængde

δ = Udnyttelsesgraden

Kølængden i analysen vil da blive:

$$1. \text{ mask.....} \frac{1.8458^2}{1-1.8458} = \infty \text{ stor.}$$

1977.

$$2. \text{ mask.....} \frac{0.6642^2}{1-0.6642} = 1.31 \text{ stk.}$$

$$3. \text{ mask.....} \frac{0.3738^2}{1-0.3738} = 0.22 \text{ stk.}$$

$$4. \text{ mask.....} \frac{0.2878^2}{1-0.2878} = 0.12 \text{ stk.}$$

Dette udregner EDB -programmet "SIMULERING" nr. 1A fra 1977-1987.

KØTID.BEREGNING AF KØTID.

Ved køtid forstås den ventetid, som opstår før igangsættelsen af behandling ved testmaskinen. Køtiden udregnes efter formlen:

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu (\mu - \lambda)}$$

Hvor

W_q = Køtid

λ = Ankomstintensitet

μ = Behandlingsintensitet

Formlen bygger på, at ankomstintensiteten er poisson fordelt over årets arbejdsdage, og at behandlingsintensiteten er eksponential fordelt.

SAS har lavet undersøgelser over dette fænomen. Resultaterne viser, at ovenstående er tilfældet. Dette betyder, at vi kan benytte formlen for køtid.

EKS. 3.BEREGNING AF KØTID VED 2 TESTMASKINER 1977.

2 testmaskiner (16,5 . 2).....	33.0 timer pr. dag.
brugt til programering 23%	7.6 timer pr. dag.
<u>u/s</u>	<u>12%.....</u> 4.0 timer pr. dag.
Rest til TEST/REP.....	21.4 timer pr. dag.

(se fig. 9)



Hermed er

$$\mu = \frac{21,4 \text{ test/rep timer pr dag}}{6,0 \text{ Gennemsnits tid pr komp (timer)}} = 3,6 \text{ komp pr dag}$$

$$\text{hvor gennemsnits tid pr komp er} = \frac{\sum \text{Belastning pr år}}{\sum \text{Værkstedsbesøg pr år}}$$

$$\lambda = \frac{594 \text{ (værkstedsbesøg pr år)}}{252 \text{ (arbejdsdage pr år)}} = 2,4 \text{ komp pr dag}$$

$$\text{Køtid} = \frac{\lambda}{\mu (\mu - \lambda)} = \frac{2,4}{3,6(3,6 - 2,4)} = 0,56 \text{ dag}$$

På tilsvarende måde kan udregnes for 3. og 4. testmaskine i tiden fra 1977 - 1987.

EDB-program "SIMULERING" nummer 1A udregner dette.

BEREGNING AF OMLØBSRESERVER.

For at SAS altid kan være sikker på at have komponenter til at erstatte dem, der går i stykker, må firmaet investere i et vist antal

Men i hvor mange?

Med en stor testmaskinekapacitet (mange testmaskiner eller lille belastning) vil det gå hurtigt med at få testet komponenterne (køtid lille) hvilket bevirker en lille investering i komponenter. Med en lille kapacitet (få testmaskiner eller stor belastning) vil det gå langsomt med at få testet komponenterne (køtid stor) hvilket bevirker stor investering i komponenter. Der må derfor være en økonomisk balance mellem investering i komponenter eller investering i testmaskiner.

I det følgende afsnit behandles dette.

Eks. 4.

Beregning af antal komponenter for type-nr. 300-207
ved 2 testudstyr 1977.

$$\frac{195 \text{ (værkstedbesøg pr. år)} \cdot 6.71 \text{ (gen.løb i dage)}}{252 \text{ dage pr. år}} \Rightarrow$$

$$\underline{5.19 \text{ komponenter (i snit på værksted)}}$$

hvor de 6.71 er den gennemsnitlige værkstedsløbstid
på 6.13 dage + den udregnede køtid på 0.56 dage

De 5.19 komp. skal ganges med en sikkerhedsfaktor på
1.4 for at kunne modstå evt. svingninger, da de
foretagne beregninger er ud fra en gennemsnitsbetragt-
ning. Sikkerhedsfaktoren varierer mellem 1 og 2 alt
efter hvor dyr komponenten er i anskaffelse.

Dette giver $5.19 \cdot 1.4 = 7.27$ komp.

Hvis dette tal er under 16 lægges der 1 komp. til
tallet. Dette skulle bevirke at såfremt tallet er 0.5
vil man sikre mindst 1 komponent i omløbsreserve.
Dette giver i eksemplet $7.27 \text{ komp.} + 1 \text{ komp.} = 8.27 \text{ komp.}$
Hvis tallet var 8.5 komp. forhøjes til 9 komp. ellers
rundes ned til 8 komp.

Da komponenten koster 89.000 danske kroner giver dette
en investering på $8 \cdot 89.000 \text{ danske kroner} = 712.000 \text{ kr.}$
Ved at foretage denne udregning for samtlige type-nr.
og sumere disse kan findes den samlede investering
til komponenter for det pågældende år.

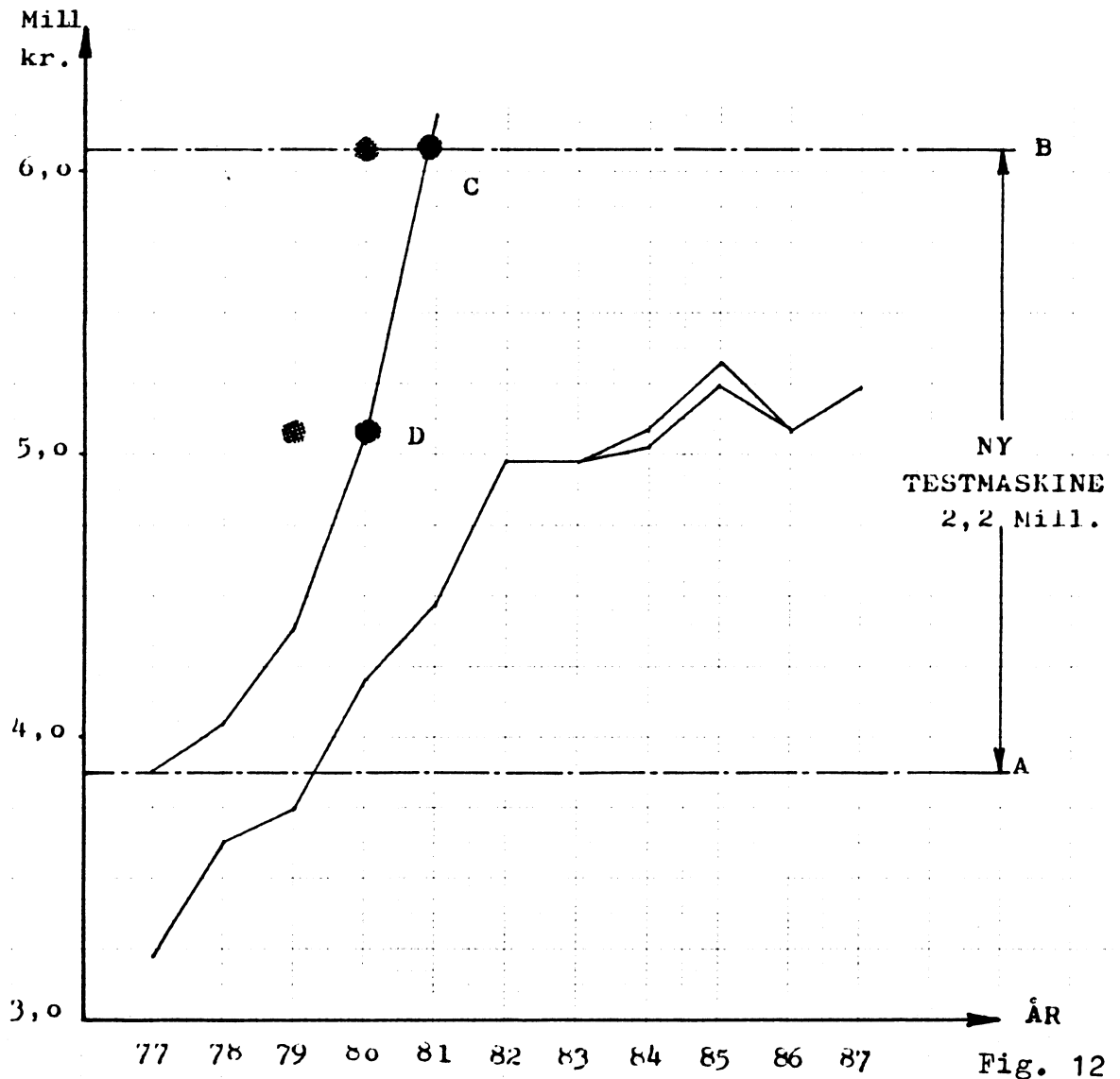
EDB-program "SIMULERING" nr. 1A udregner dette for
samtlige typenumre ved henholdsvis 2. 3. og 4 test-
udstyr i tiden fra 1977 - 1987.

INDKØB AF TESTUDSTYR.

Efter at have udregnet omløbsreserverne i tiden fra 1977 til 1987 plottes resultaterne ind i et koordinatsystem (se fig. 12) Den første kurve med mærket 2 angiver omløbsreserverne ved 2 testmaskiner, anden kurve ved 3 testmaskiner og den tredje kurve ved 4 testmaskiner. Den vandrette linie A viser hvor stor investeringen til komponenter var ved studiets start og linie B viser hvad et nyt testudstyr på nuværende tidspunkt vil koste. På dette grundlag kan opstilles to alternative forslag for anskaffelsestidspunktet af en ny testmaskine i forhold til en mer investering i komponenter til omløbsreserven.

ALTERNATIV 1.

Firmaet køber en testmaskine i 1981 (punkt C) Her er investeringen til omløbsreserven lig med investeringen i en ny testmaskine. Da der er et års leveringstid skal bestillingen foretages 1980. Der er imidlertid den risiko ved at få testmaskinen hjem 1981, at belastningen på det pågældende tidspunkt er omkring 92% ved to testmaskiner. Dette betyder at evt. svingninger ikke kan optages. Endvidere må der tages højde for, at kurven efter 1981 vil stige næsten lodret på grund af belastningen bliver over 100% hvilket kan få katastrofale konsekvenser for værkstedet. På kurven ses endvidere at ved anskaffelsen af testmaskinen i 1981 vil den mængde komponenter omløbsreserven består af være alt for stor. Dette betyder, at man må prøve at sælge de overskydende komponenter. Da efterspørgslen efter flykomponenter





er en ret "speciel vare " må firmaet løbe den risiko ikke at kunne sælge komponenterne eller i heldigste tilfælde at sælge til 75% af indkøbsprisen. Da komponenterne er købt året før er det nok værd at overveje, om bestillingstidspunktet ikke skulle fremskyndes. Derfor er opstillet ALTERNATIV 2.

ALTERNATIV 2.

Dette er baseret på en lavere belastningsprocent (85%) der vil bevirke, at testmaskinen bestilles i 1979 til levering i 1980 (se fig. 12 punkt D) Chancerne for at kunne klare en spidsbelastning er større end i ALTERNATIV 1. Ved de overskydende komponenter kan gøres følgende:

A.

Prøve på at sælge komponenterne til 75% af indkøbsprisen med risiko for slet ikke at kunne sælge.

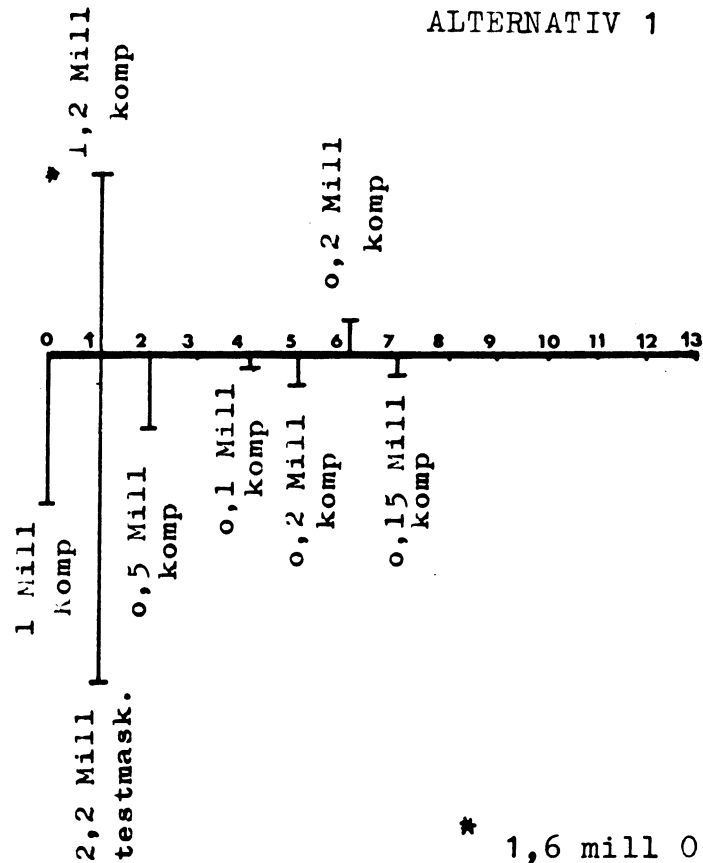
B.

Beholde komponenterne til omløbsreserven atter har behov for disse.

På baggrund af ALTERNATIV 1 og ALTERNATIV 2 kan opstilles følgende økonomiske betragtninger. I det følgende er forudsat at komponenterne sælges til 75% af indkøbsprisen. Til udregningen er benyttet annuitetsmetoden, hvor der udregnes den gennemsnitlige terminslige nettobetaling for 12 år. Det er netop den forventede tid, at testmaskinen kan holde. For testudstyr er anvendt en rentefod på 17% p.a. og for komponenter 25% p.a.



ALTERNATIV 1



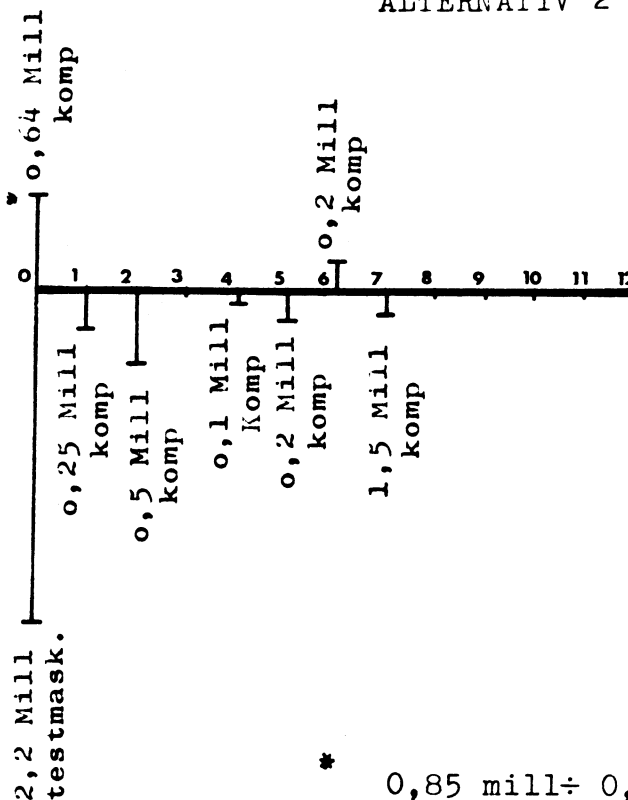
$$I_g = 1,2 \cdot \frac{-1}{3,7801} \cdot 0,25 \cdot (1+i)^{-1} + 0,2 \cdot \frac{-1}{3,7801} \cdot 0,25 \cdot (1+i)^{-6} \Rightarrow$$
$$I_g = 1,2 \cdot \frac{1}{3,7801} \cdot 0,8 + 0,2 \cdot \frac{1}{3,7801} \cdot 0,2621$$
$$I_g = 0,267828 \text{ kr} \cdot 10^6$$

$$U_g = 1,0 \cdot \frac{-1}{3,7801} \cdot 0,25 + 2,2 \cdot \frac{-1}{5,1185} \cdot 0,17 \cdot (1+i)^{-1} + \frac{-1}{3,7801} \cdot 0,25 \cdot (0,5(1+i)^{-2} + 0,1(1+i)^{-4} + 0,2(1+i)^{-5} + 0,15(1+i)^{-7}) \Rightarrow$$
$$U_g = 1,0 \cdot \frac{1}{3,7801} + 2,2 \cdot \frac{1}{5,1185} \cdot 0,8547 + \frac{1}{3,7801} (0,5 \cdot 0,64 + 0,1 \cdot 0,4096 + 0,2 \cdot 0,3277 + 0,15 \cdot 0,2097) \Rightarrow$$
$$U_g = 0,753053 \text{ kr} \cdot 10^6$$

$$I_g \div U_g = 0,267828 \div 0,753053 = \div 0,485225 \text{ kr} \cdot 10^6$$



ALTERNATIV 2



* $0,85 \text{ mill} \div 0,21 = 0,64 \text{ mill}$

$$I_g = 0,64 \cdot \frac{-1}{\sqrt{12}} \cdot 0,25 + 0,2 \cdot \frac{-1}{\sqrt{12}} \cdot 0,25 \cdot (1+i)^{-6}$$

$$I_g = 0,64 \cdot \frac{1}{3,7251} + 0,2 \cdot \frac{1}{3,7251} \cdot 0,2621$$

$$I_g = 0,185879 \text{ kr} \cdot 10^6$$

$$U_g = 2,2 \cdot \frac{-1}{\sqrt{12}} \cdot 0,17 + 0,25 \cdot \frac{-1}{\sqrt{12}} \cdot 0,25 \cdot (1+i)^{-1} + \frac{-1}{\sqrt{12}} \cdot 0,25 \cdot (0,5(1+i)^{-2} + 0,1(1+i)^{-1} + 0,2(1+i)^{-5} + 0,15(1+i)^{-7})$$

$$U_g = 2,2 \cdot \frac{1}{4,9884} + 0,25 \cdot \frac{1}{3,7251} \cdot 0,8 + \frac{1}{3,7251} \cdot (0,5 \cdot 0,64 + 0,1 \cdot 0,4096 + 0,2 \cdot 0,3277 + 0,15 \cdot 0,2097)$$

$$U_g = 0,615861$$

$$I_g \div U_g = \div 0,429982 \text{ kr} \cdot 10^6$$

$$\text{ALT 1} \div \text{ALT 2} = 0,485225 \div 0,429982 = 0,055243 = 55.243 \text{ kr.}$$

Af udregningerne ses, at ALTERNATIV 2 er bedre end ALTERNATIV 1. Dette betyder at bestillingen udfra et økonomisk synspunkt må foretages i 1979.

Ved ALTERNATIV 2 spares 55.243 - danske kroner.

EDB-PROGRAMMER:

For at kunne behandle et så stort datamateriale bestående af ca. 1000 hukort er udarbejdet 4 EDB-programmer, som efter datamaterialet er "lagt ind" på et DATA-LAGER, kan "gå ind" i DATA-LAGERET, behandle de ønskede data og udskrive et resultat på en linseskriver. Herefter behandles de udskrevne data i et andet EDB-program, som udskriver de endelige resultater (se fig. 14)

I det følgende skal kort beskrives hver enkelt program. (se endvidere EDB-mappe)

PROGRAM 1A SIMULERING.PROGRAMSPROG: FORTRAN IV.PROGRAMMETS FUNKTION:

Udfra P-PLANEN udregner programmet for de 11 type-nr. der indgår i analysen.

Værkstedbesøg pr. år pr. type-nr.	(v.besøg)
Værkstedbesøg ialt	(v.besøg ialt)
Belastning i timer pr. type nr.	(belastning)
Total belastning i timer	(total b.)
Belastning	(belast mask))
Kø længde	(kø længde mask))
Køtid	(køtid mask)) Ved 1, 2, 3 og 4
Behovet for komponenter	) testmaskiner
Pris for komponenter)

i tiden fra 1977 til 1987.

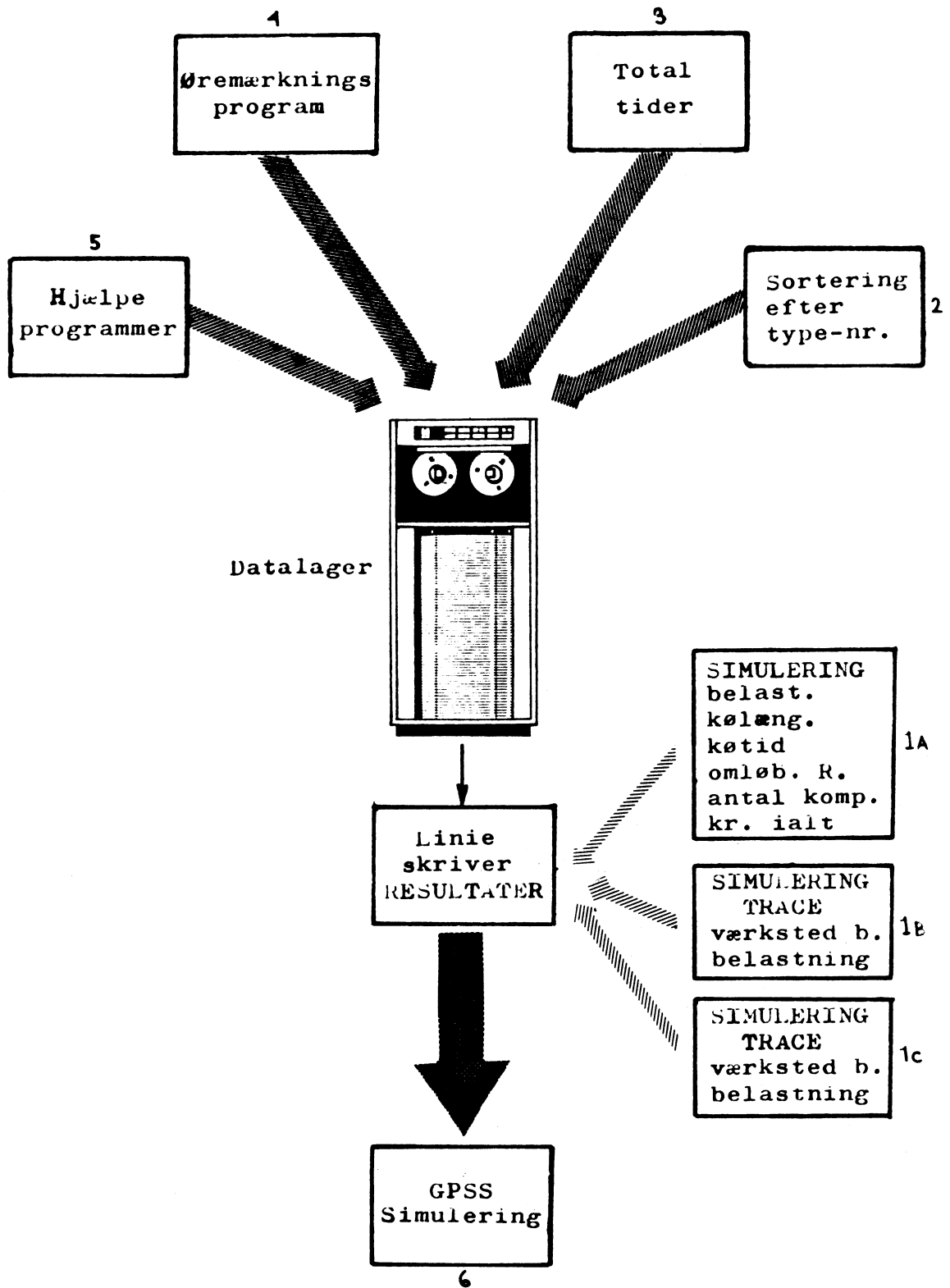


Fig. 14

KOMMENTAR TIL PROGRAMMET:

Programmet regner i 10^3 kr. Det er indrettet således, at når belastningen på en testmaskine er over 100% skrives udfor den pågældende maskines kølængde og køtid U.stor. Hvilket betyder uendelig stor, samtidig med at programmet udelukker udregningen af den pågældende testmaskines omløbsreserve.

Programmet afslutter med en tabel "NØGLETAL" som udtrækker de vigtigste data fra programmet. Dette skulle bevirke, at man ikke mister overblikket.

INDDATA TIL PROGRAM:

Total antal flytimer pr. type-nr.

Failrate

REP/testtid

Udbudstid for testmaskiner

Sikkerhedsfaktorer (SI)

Pris pr. komp (pris)

Virkelig køtid (GE)

PROGRAM 1B SINULERING:

Programsprog: FORTRAN IV

Programmets funktion:

Udfra P-PLANEN udregner programmet for de type-nr. der findes på TRACE, og som skal flyttes over på SATAC 900/9000:

Værkstedbesøg pr. år.

Værkstedbesøg ialt.

Belastning i timer pr. type-nr.

Total belastning i timer.

Belastning ved 1, 2, 3 og 4 testmaskiner.

KOMMENTAR TIL PROGRAMMET:

Programmet er det samme som 1A, hvor kun første halvdel benyttes. Endvidere er nogle format-sætninger ændrede.

INDDATA TIL PROGRAM:

Total antal flytimer pr. type-nr.

Fail rate.

Testtid.

Udbudstid for testmaskiner.

PROGRAM 1C SIMULERING.

Samme program som 1B, men udregner kun resultater for 2 type-nr. på TRACE, da det er tvivlsomt om disse overflyttes til SATAC 900/9000.

PROGRAM 2. SORTERINGSPROGRAM.

Programsprog: SAS.

Programmets funktion:

Sorterer "indlagt" datamateriale efter type-nr.

KOMMENTAR TIL PROGRAM:

Programmet er brugt til hurtigt at finde fordelingen af type-nr, som er indgået i analysen.

PROGRAM 3 TOTALTIDER.

Programsprog: FORTRAN VI og SAS.

Programmets funktion:

Sammentæller udfra "indlagt" datamateriale den totale forbrugte tid til:

Opvarmning	(opv)
Test.....	(test)
Fejlfinding.....	(fejlf.)
Vente-position.....	(vente)
Kontrolfunktion.....	(kontrol)
Vente på materialer	(matr)
Vente på manko.....	(manko)
Testudstyr ustabil.....	(test u)
Div.....	(div)

KOMMENTAR TIL PROGRAM:

Programmet er brugt til at finde den total forbrugte tid inden for ovenstående hovedområder. Endvidere danner programmet grundlag for yderligere manuel fordeling f.eks. inden for hvert hovedområde.

PROGRAM 4 "ØREMÆRKNINGSPROGRAM.

Programsprog: SAS

Programmets funktion:

I forbindelse med opbygningen af GPSS programmet (se program 6) er hver aktivitetsændring nummereret. Programmet optæller, numrene, hvorved man kan se, hvordan instrumenterne har cirkuleret fra afdeling til afdeling

INDATA:

"Indspillet" datamateriale.

PROGRAM 5. "HJÆLPEPROGRAMMER"

Programsprog: SAS

Programmernes funktion:

Der er udarbejdet 2 hjælpeprogrammer.

Program A.

Ved program A kan kontrolleres om de "indlagte" data til lagret er korrekte.

Program B.

Programmet sorterer de numre, der indgår i program 4 og kan tjene til hurtig lokalisering af evt. fejl i data-materialet.

INDATA:

"indlagt" datamateriale.

PROGRAM 6 GPSS.

Programsprog: GPSS

Programmets funktion:

Skal simulere forholdene i værkstedet med hensyn til komponenternes cirkulation.

(se afsnittet om GPSS)

INDATA

Programmet bruger datamateriale fra program 1A,2,3,og 4.

GPSS SIMULERING.INDLEDNING.

GPSS (GENERAL PURPOSE SIMULATION SYSTEM) er et simuleringssprog udviklet af IBM.

Ved simulering forstås forsøg med og afprøvning af modeller, hvorved både vellykkede og mislykkede forsøg giver erfaring uden at koste de store penge, som en "mislykket virkelighed" ville gøre.

DATA TIL GPSS-PROGRAMMET.

For at kunne opbygge en model af værkstedet med testmaskinerne og komponenterne er udarbejdet et "ØREMÆRKNINGS-program" som sammentæller hvormange komponenter, der er gået gennem de forskellige afdelinger. De data, der er lagret på datalageret er påført et nummer, der svarer til den pågældende operation.

Et eksempel:

Komponent ankommer til varemodtagelsen, og får numret (1) (se rutediagram 3 og fig. 15) Venter komponenten i varemodtagelsen får den numret (1,1) Hvis den går direkte videre får den numret på den pågældende operation.

Komponenten fortsætter i eksemplet til opvarmning, som har numret (22) Herefter testes den på SATAC 900 som har numret (24) og går i venteposition (25)

I venteposition kan følgende numre tilføjes:

- 1: Rep-værksted.
- 3: Kontrol
- 5: TEST ATC 2
- 6: TEST ATC 1
- 7: Fejl F ATE 2
- 8: Fejl F ATE 1

Dette betyder, at komponenten fortsætter på det pågældende operationsnummer. I dette eksempel (25 3) Hvorefter komponenten efter at have ventet fortsætter til kontrol.



I kontrollen (51 1) kontrolleres komponenten og sendes derefter på lager.

Komponenten har i eksemplet opnået føldende nummerering gennem værkstedet:

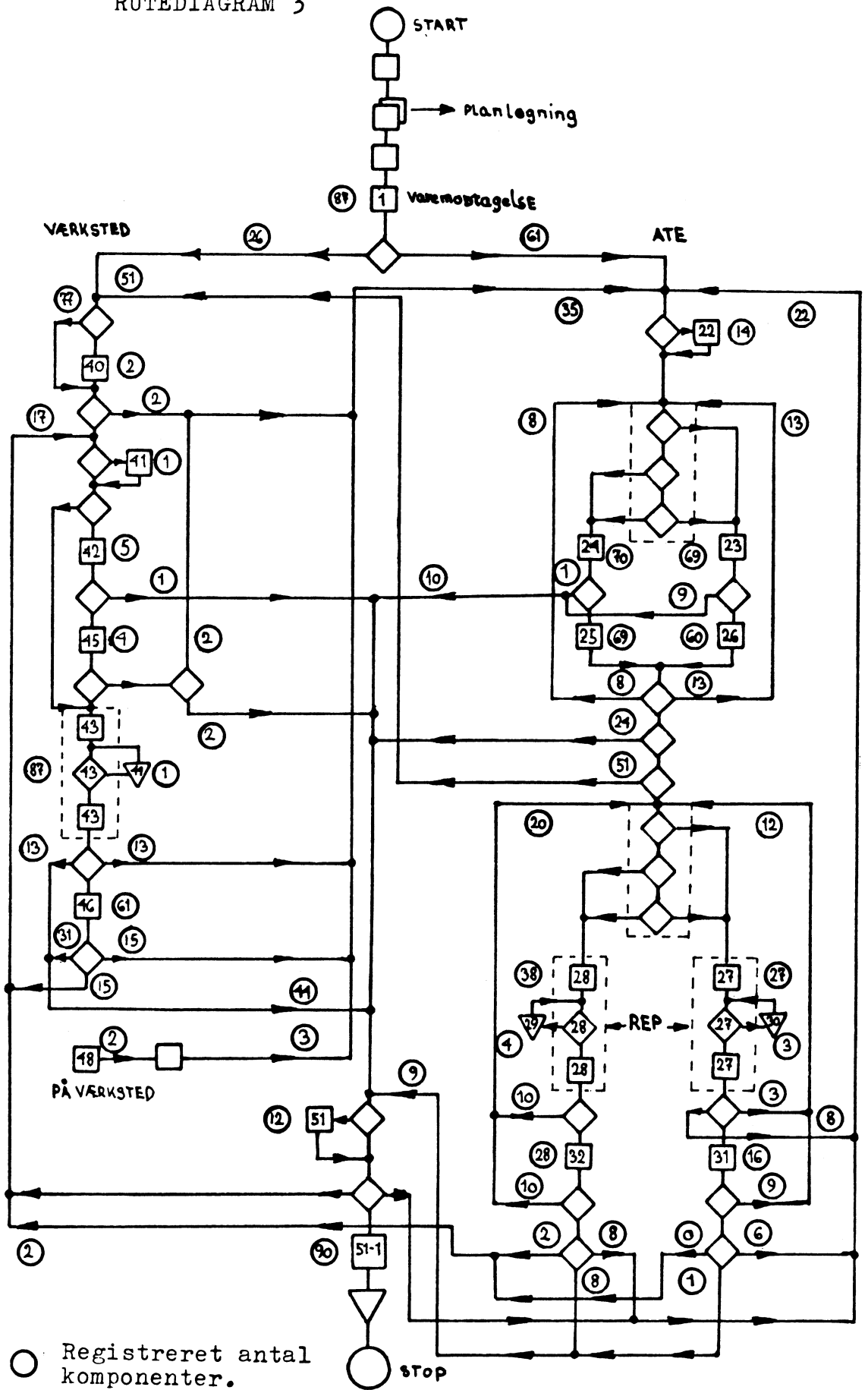
Ankomst og vente.....	1	1
Opvarmning.....	22	
Test SATAC 900.....	24	
Venteposition.....	25	3
Kontrol.....	51	1

Efter ovenstående princip er samtlige 90 typenumre blevet nummereret. Ved hjælp af "øremærkningsprogrammet" er sammentalt hvormange komponenter, der har været gennem hver operation. Dette er vist på rutediagrammet.

Ved nummereringen er anvendt et tredje ciffer, som bl. a. angiver ved (1,1,1) om komponenten ved reparation bliver repareret fra kl. 7⁰⁰. Denne registrering skulle vise om der evt. er behov for at køre værkstedet på 2 eller 3 skift.



RUTEDIAGRAM 3





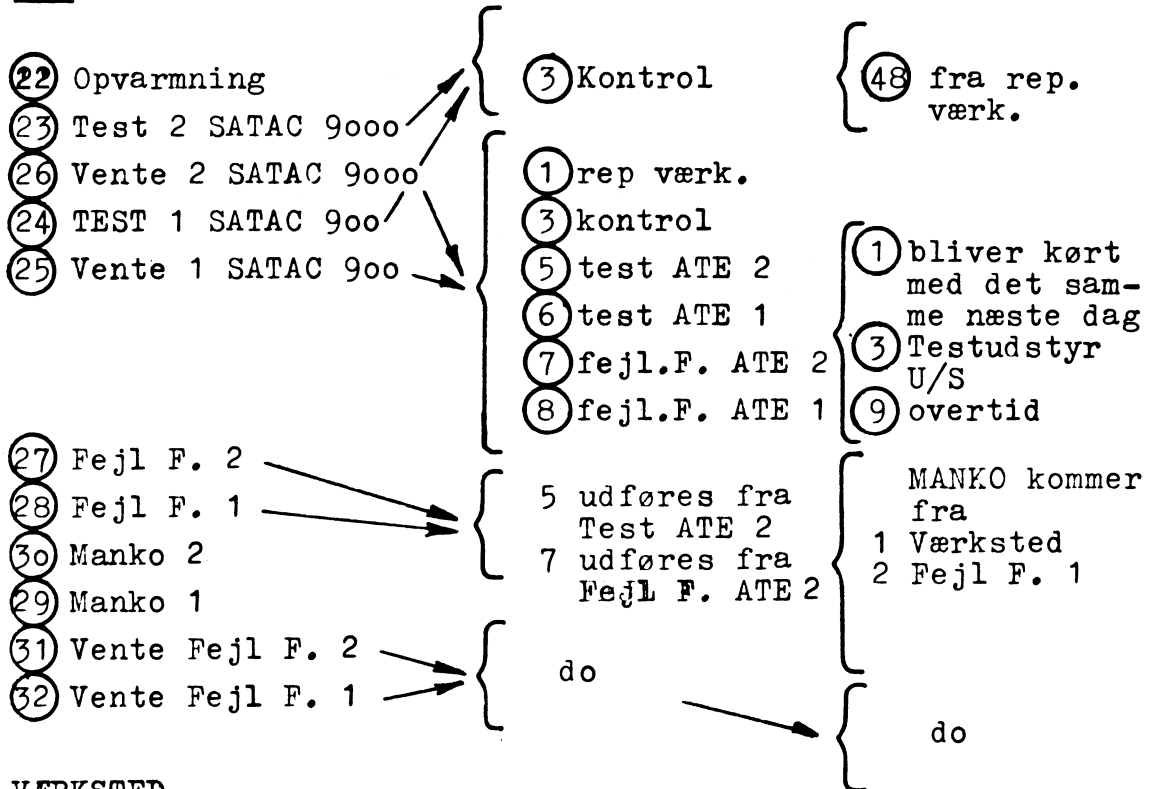
PAPIR PLÆNPÆGNING

⑥ Papir

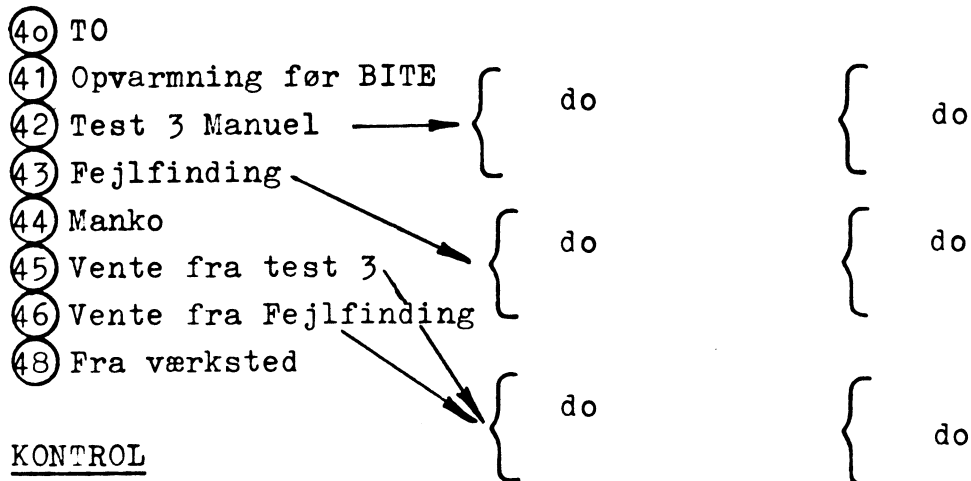
VAREMODTAGELSEN

① Ankommer	}	① Venter
		② Går direkte til

ATE



VÆRKSTED



KONTROL

⑤① Vente på kontrol	① Kontrol
---------------------	-----------

Fig. 15

GRUNDMODELLEN og ØVRIGE FAKTORER.

For at kunne opbygge en så indviklet model, som værkstedet med testmaskiner og komponenter vælges at gå ud fra en grundmodel (se rutediagram 4) Grundmodellen påvirkes da af forskellige faktorer som een efter een afprøves i grundmodellen. I det følgende afsnit gøres rede for de i fig. 16 skitserede punkter:

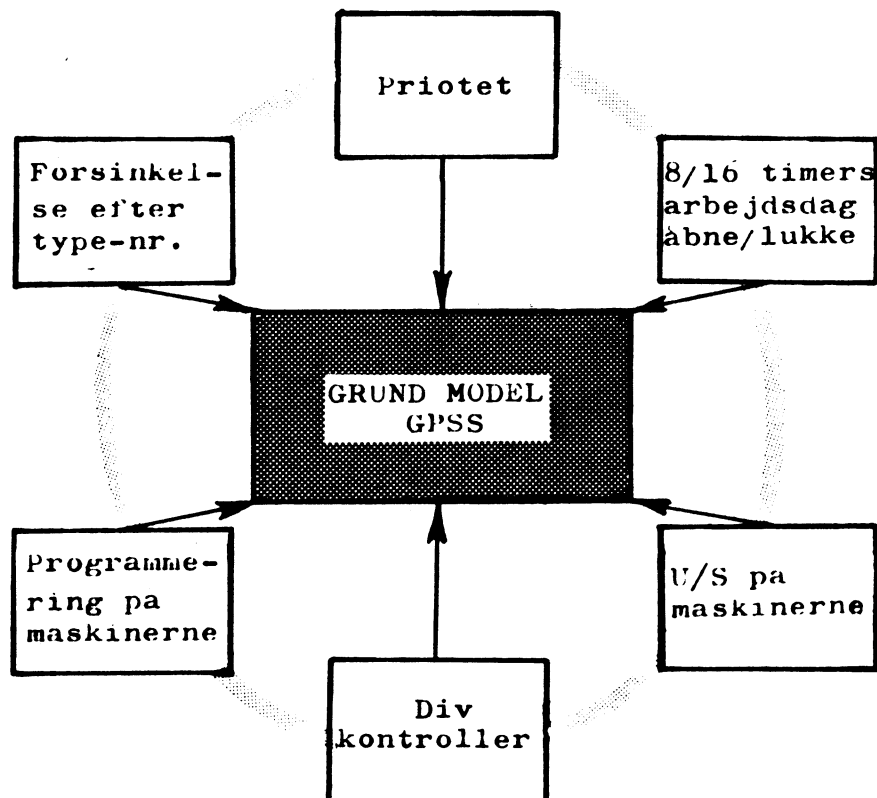
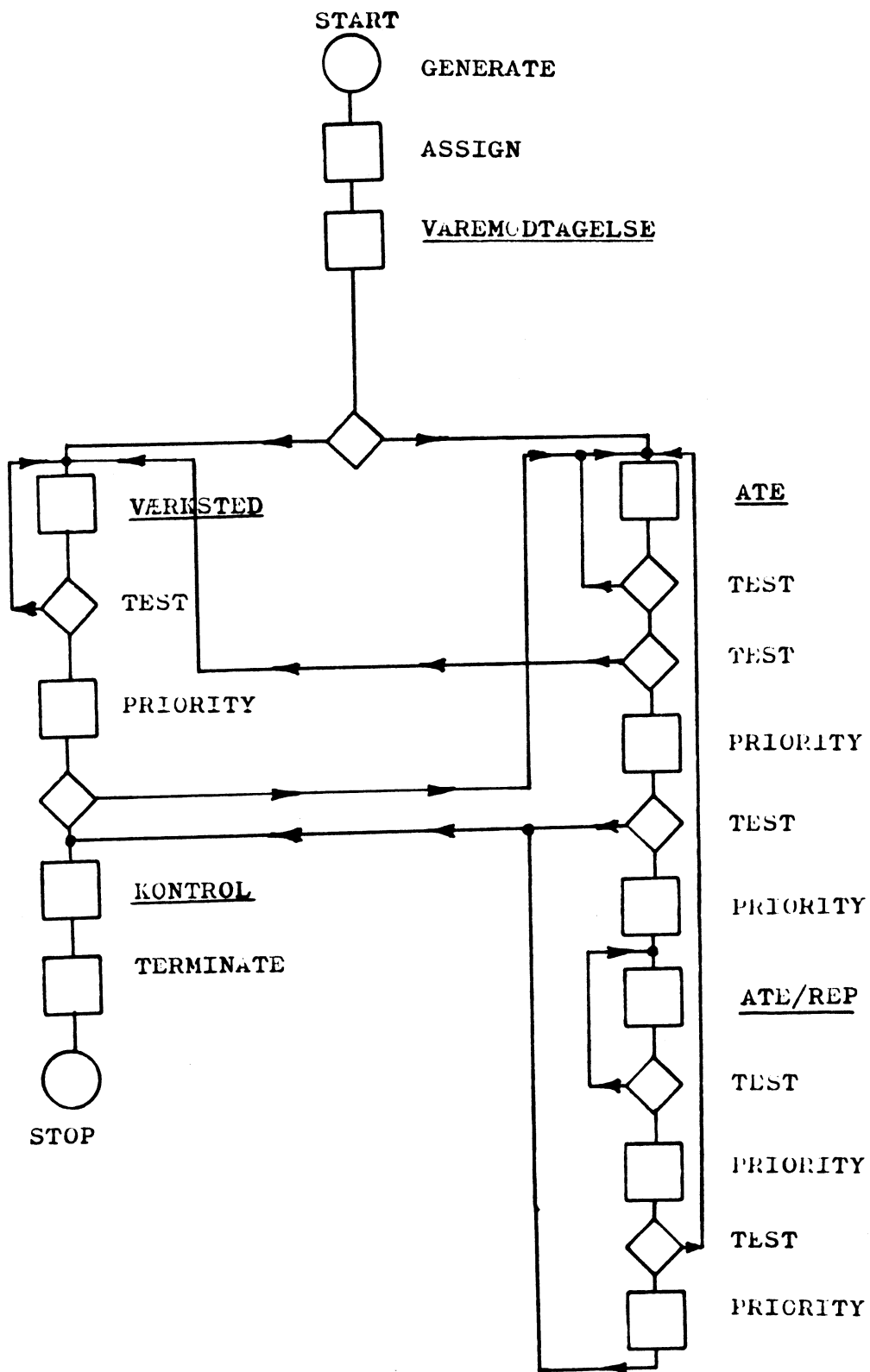


Fig. 16



RUTEDIAGRAM 4

GRUND MODEL GPSS



GRUNDMODEL GPSS.GENERERING af T-ENHEDER.

Grundmodellen består af en varemottagelse, værksted, ATE-gruppe, ATE/REP. gruppe og en kontrolafdeling. Ved kørslen af et GPSS-program sendes trafikenheder gennem modellen. I modellen er trafikenhederne (T-enheder) komponenter. Disse T-enheder genereres efter komponenternes ankomstintensitet, som kan findes ud fra EDB-program "SIMULERING 1A"

Eksempel:

I 1977 var der 594 værkstedsbesøg pr. år.

En dag er 16 timer=64 kvarterer (modellens regneenhed er kvarterer)

$$1977 \quad \frac{250 \cdot 64}{594} = 26,94 \sim 27 \quad \text{kvarterer mellem hver ankomst af komp.}$$

Dette er udregnet for 1977-1987.

Formålet med disse udregninger er at kunne påvirke modellen til stigende belastning på værkstedet.

ÅRSTAL:GENERERING:

1977	.....	27
1978	.....	25
1979	.....	24
1980	.....	23
1981	.....	22
1982	.....	21
1983	.....	21
1984	.....	20
1985	.....	20
1986	.....	21
1987	.....	21



PROGRAM-TEKNISK:

```

*****
*****
*****
***** HER BEGYNDER DET EGENTLIGE PROGRAM. *****
*****
*****
*****
GENERATE 27,1
ASSIGN 1,FN1

```

Genereringen udføres i en blok kaldet GENERATE.
 Her genereres en komponent efter en rektangulær.
 I eksemplet hvert 27 kvarter $\frac{1}{2}$ 1 kvarter.

MÆRKNING AF TYPE-NUMRE:

FORMÅL:

For at opnå den rigtige fordeling af de forskellige type-numre tildeles hver komponent efter genereringen et nummer.

Nummereringen tager hensyn til den fordeling hvormed komponenterne er registreret i analysen (se fig. 17)

NR	TYPE-NR	AN TAL	Σ AN TAL	%
1	300-207	19	19	26
2	300-239	16	35	47
3	300-240	9	44	59
4	300-242	2	46	62
5	300-257	4	50	68
6	300-264	2	52	70
7	300-265	9	61	82
8	300-266	3	64	86
9	300-326	1	65	88
10	300-405	1	66	89
11	321-902	8	74	100

Fig. 17



PROGRAM-TEKNISK:

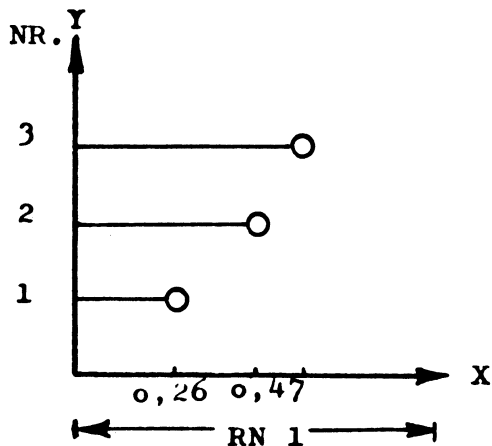
```

TYPE FUNCTION RN1,D11 GENERERING AF TYPE NR.
0.26 1 0.47 2 0.59 3 0.62 4 0.68 5
0.82 7 0.86 8 0.88 9 0.89 10 1.0 11

*****
*****
*****
***** HER BEGYNDER DET EGENTLIGE PROGRAM. *****
*****
*****
*****
GENERATE 27,1 1977
ASSIGN 1,FNATYPE
*****

```

Selve tildelingen af komponent-typer foregår i GPSS BLOKKEN kaldet ASSIGN.
 ASSIGN-BLOKKEN med PARAMETERLOMME 1 henter tallene, med hvilke fordelingen ønskes udført i FNÅ-TYPE (FNÅ=en FUNCTION med betegnelsen TYPE)



I FUNCTION afsættes den procentvise mængde hvormed komponenter er registreret i analysen ud af x akse og det tal man ønsker komponenten skal have ud af y akse. På x akse "kører" en RANDOM NUMBER GENERATOR. Denne stoppes på et helt tilfældigt tidspunkt, og det tal der fremkommer på y akse mærkes komponenten med.

DELING AF KOMPONENTER:

FORMÅL.

Fra varemottagelsen sendes der komponenter til værkstedet og ATE-gruppen. Da det ved hjælp af "øremærkningsprogrammet" er konstateret, at der ikke sendes lige mange komponenter på værksted og i ATE-gruppen, deles komponenterne efter en udregnet procentsats.

FRA \ TIL	VAR-MODT.	VÆRK- STED	ATE GRUPPE	ATE/ REP	KON- TROL
VARMODT.		30%	70%		
VÆRKSTED		17%	33%		50%
ATE-gruppe		38%	16%	20%	26%
ATE/REP			20%	66%	14%

PROGRAM-TEKNISK.

Delingen af komponenter til de forskellige afdelinger sker i en GPSS-BLOK-ASSIGN og TEST.

```
DEL    FUNCTION    RN5,D2    FORDELING EFTER VAREMODTAGELSEN.
0.3    1        1        2
```

```
ASSIGN    2,FNØDEL
TEST NE    P2,2,HOP12
```

Procentsatserne hvorefter komponenterne skal deles i de forskellige afdelinger er indlagt i ASSIGN, som omtalt under mærkning af type-numre. D.v.s. 30% af komponenterne bliver mærket med 1 og 70% med 2. I Test-blokken testes da, om parameterlomme 2 er forskellig fra 2. Er dette tilfældet fortsætter programmet ved HOP 12.



BEHANDLING I AFDELINGERNE.

For at illustrere hvad der sker når en T-enhed går gennem en afdeling beskrives T-enhedens behandling i kontrolafdelingen.

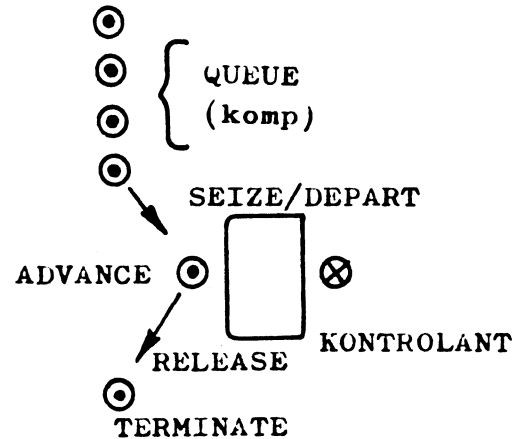
```

*****
*                                     DETTE ER KONTROLAFDELINGEN
*****
HOP16 QUEUE          KONT
      SEIZE          KONTR
      DEPART        KONT
      ADVANCE       FNÅKTID
      RELEASE       KONTR
*****
*                                     KONTROLAFDELING SLUT
*****
      TERMINATE 1
*****

```

Når trafikenhederne ankommer til kontrolafdelingen må de stille op i kø for kontrol (queue kont)

Når kontrolanten er klar til kontrol "beslaglægger" komponenten kontrolanten (seize - kontr.) og forlader køen (depart kont.) Selve kontroltiden (advance fnåktid) er fundet ved analysen, som beskrevet tidligere, og som er indlagt i programmet. Når kontrollen er færdig "frigiver" komponenten kontrolanten (release kontr.) og nedskriver systemet med en komponent (terminate 1)



Efter samme princip er de andre afdelinger opbygget.

PRIORITET:FORMÅL.

I grundmodellen er indlagt forskellige prioriteter. Ved at prioritere en komponent med et stort tal opnås at komponenten kommer først i en evt. kø. Dette er aktuelt f.eks. på værkstedet, hvor komponenterne kan komme fra varemottagelsen, fra test og fra værkstedet. I dette tilfælde er valgt at prioritere de komponenter højest, der kommer fra værkstedet, d.v.s. de står først i køen, næst højest komponenter fra test og lavest komponenter fra varemottagelsen ud fra den betragtning, at man ikke tager nye komponenter ind på værkstedet før de komponenter der allerede befinder sig der er gjort færdige.

PRIORITY 0

PROGRAM TEKNISK.

Selve prioriteringen i programmet foregår ved hjælp af GPSS-BLOKKEN PRIORITY, som tildeler passerende t-enheder prioritets værdier.

FORSINKELSE EFTER TYPE-NR.FORMÅL.

I modellen er indlagt forskellige forsinkelser svarende til de tider de enkelte type-numre bliver "forsinket" på grund af f.eks. testtider, reparationstider og kontroltider. Tiderne er fundet fra bilagene (1-11) På grund af den korte analyseperiode forekommer der ingen registreringer inden for nogle typenumre. I de tilfælde hvor dette forekommer er tildelt komponenten en operationstid på et kvarter. Dette er gjort af programtekniske årsager. Forsinkelserne er indlagt efter skemaet fig. 18.



TYPE-NR OPERATION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
TEST PÅ TESTMASKINE	6	10	3	13	22	15	47	40	7	11	9
REP. PÅ TESTMASKINE	1	1	1	33	25	36	47	174	5	1	3
TEST/REP VÆRKSTED	30	19	23	4	1	3	7	11	19	1	27
KONTROL	1	2	1	1	6	1	1	1	1	9	1

ALLE TAL I TABELLEN ER UDREGNET I KVARTERER.

Fig. 18

PROGRAM-TEKNISK.

Når t-enheden passerer f.eks. ADVANCE FNAVTID bliver den forsinket med netop den tid, der svarer til dens type-nr. inden for værkstedet. Tiderne er indlagt i programmet på lignende måde som under mærkning af type-numre.

VTID	FUNCTION	P1,L11	ARBEJDS TID I VÆRKSTED.
1	30.0	2	19.0
7	7.0	8	11.0
		3	23.0
		4	4.0
		5	1.0
		9	19.0
		10	1.0
		11	27.0

ADVANCE FNAVTID

8/16 TIMERS ARBEJDS DAG.

FORMÅL.

At kunne efterligne forholdene i værkstedet med hensyn til 1 og 2 -holdsskiftearbejde.

PROGRAM-TEKNISK.

Ved hjælp af et "ur " og en GPSS-BLOK, LOGIC SWITCH holdes der kontrol med tiden. Når der er gået 1 arbejds-



dag lukkes der for tilgangen af komponenter til samtlige afdelinger med undtagelse af test på ATE. Dette udføres af GATE TID. Dette bevirker at test på ATE kører på 2 skift og de andre afdelinger på 1 skift.

GATE LR TID

STYRING AF 1. OG 2. SKIFT,
BEGGE A' 8 TIMER A' 4 KVARTER.

GENERATE 32,,32
LOGICI TID
TERMINATE 0

U/S PÅ MASKINERNE.

FORMÅL.

Ved brug af testmaskinerne i ATE-GRUPPEN sker det at maskinerne "bryder ned" på grund af fejl. Fejlhyppigheden for denne nedbrydning er fundet ud fra maskinernes LOG-bog, og lagt ind i programmet.

PROGRAMERING PÅ MASKINERNE.

FORMÅL.

Foruden testmaskinernes brug til fejlfinding og reparation udarbejdes der også nye programmer på maskinerne. Den tid der er brugt til dette formål er fundet i LOG-bogen, og tidsfordelingen er lagt ind i programmet

PROGRAM-TEKNISK:

Ud fra LOG-bogen på SATAC 900/9000 er inden for analyseperioden opgjort hvormange timer maskinerne har været U/S. Dette er indført i et skema (se fig. 19) og grupperet i 6 grupper. herefter er det fremkomne tal ganget med en faktor på 4 (kvarterer) og divideret med 7. Til dette tal er lagt et middeltal, som angiver den tid, hvor maskinerne bruges til programering. Dette tal er også fundet ud fra LOG-bogen



SATAC 900 PROGRAMERING = 149.75
SATAC 9000 " = 64.50
 $214.25/2 = 107.13$ timer
Middeltal: $\frac{107.13 \cdot 4}{7} = \frac{61.22}{6} = 10.2$ kvarterer
for
program-
met

Tallet 10.2 er indført i fig. 19,
ved hjælp af en GPSS-BLOK ADVANCE FNÅFEJL.

FEJL	FUNCTION	RN6,C7	LUKNING AF DEN ENE ATE.
0.	10	0.17 11	0.33 12 0.50 13 0.67 14
1.00	30		

```
*****  
*                                     GENERERING AF ATE STOP.                                     *  
*****  
GENERATE 64,1  
PRIORITY 20  
ENTER ATE  
ADVANCE FNÅFEJL  
LEAVE ATE  
TERMINATE 0
```

Som før omtalt indlægges tallene fra fig. 19 i programmet. Den kurve hvorefter ATE-STOPPENE genereres er vist på fig. 20. På x akse "kører"en RANDOM NUMBER GENERATOR. Den stoppes helt tilfældigt i en af de 6 grupper hvorved den aktuelle forsinkelse fremkommer.

DIV. KONTROLLER:

FORMÅL:

Under opbygningen af simuleringsmodellen var det nødvendigt at indlægge forskellige kontroltabeller i programmet. Ved hjælp af tabellerne kunne da kontrolleres om de opbyggede funktioner virkede efter hensigten. Da alle funktioner på denne måde var kontrolleret og fundet i orden, blev de taget ud af modellen, og den egentlige simulering kunne da begynde.



FRA LOG-BOGEN

DAG	SATAC 900 U/S	SATAC 9000 U/S	GRUPPE	GANGES MED 4/7	PROG. +10
1	0,5	0,5			
2			0,5		
3	7,5		7,5		
4			0,5	4	14
5			6,25		
6			14,75/2		
7		6,25	7,38		
8					
9					
10					
11	4,25		3,5	2	12
12		0,5			
13					
14		2,5			
15					
16					
17	11,0				
18	16,5	4,5	35,75	20	30
19	6,5	14,5			
20	4,75	0,75			
21	0,5				
22					
23					
24		2,5			
25		0,5	1,75	1	10
26	0,5				
27					
28					
29	4,5				
30	0,75				
31					
32	1,0		15,63	9	19
33	15,25	1,0			
34	8,0				
35					
36					
37	1,0				
38	0,75				
39			5,63	3	13
40		0,5			
41	8,5				
42		0,5			
	TIMER	TIMER	TIMER	KVART	KVART

Fig. 19

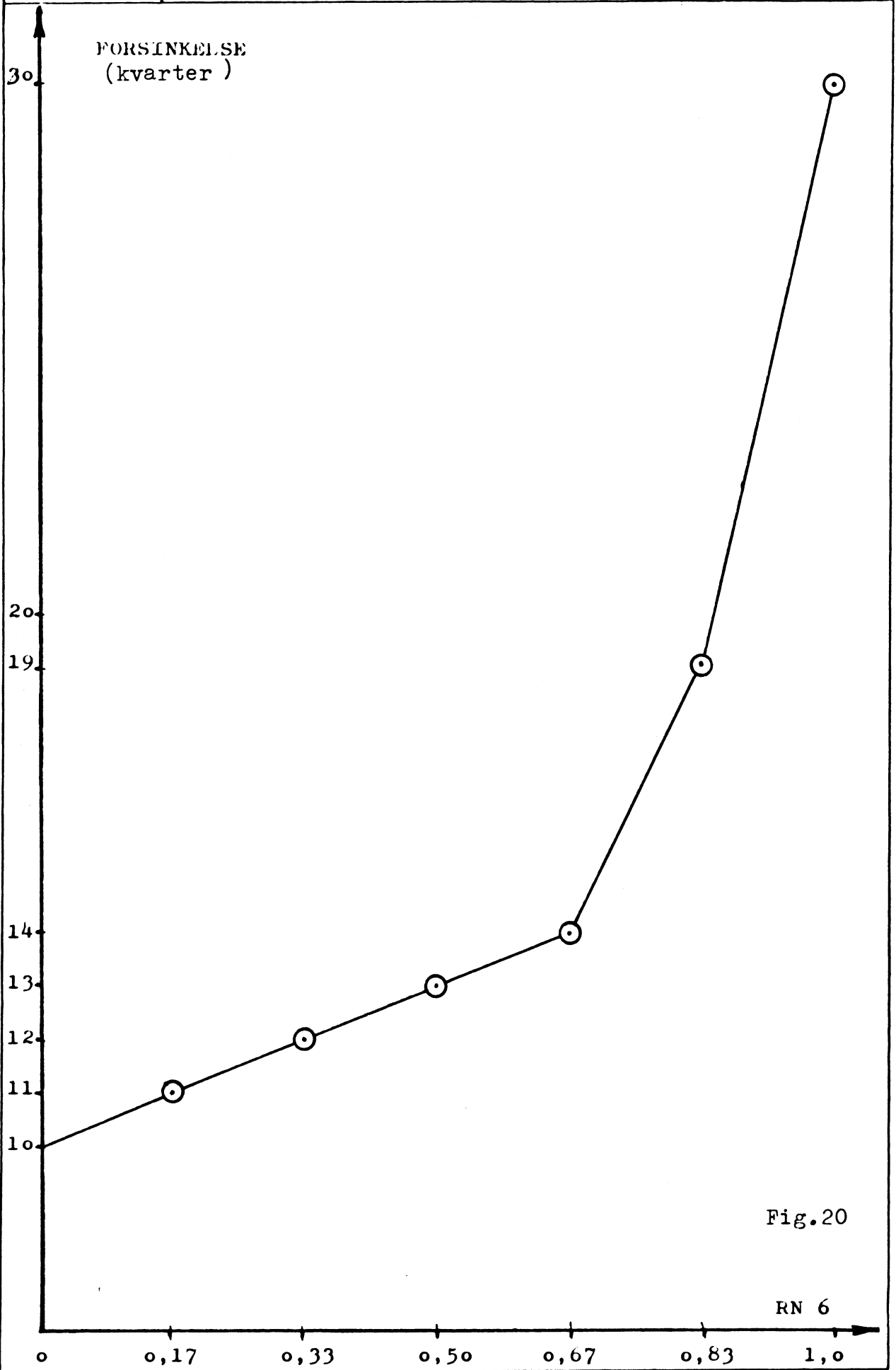


Fig.20

RN 6

SIMULERING MED MODEL.STEADY STATE.

Når der arbejdes med simuleringsmodeller skal modellen have en vis "indkøringsperiode" indtil den bliver "stabil" (steady state) Hvis ikke dette opnås kan der ikke regnes med de resultatet modellen giver. I praksis sendes 512 komponenter afsted i modellen, hvorefter man reseter alle tabeller. Dette gøres indtil en statistisk beregning viser, at modellen er stabil. I den statistiske beregning kontrolleres for en FACILITIES - om spredningen for de 3 første kørsler er lig med spredningen for de 3 sidste kørsler. Er dette tilfældet er modellen i STEADY STATE.

CPU-TID.

(CENTRAL PROCESSING UNIT)

På grund af modellens ikke helt simple struktur og den store indkøringsperiode kan på fig. 20A ses, hvormeget hvert simuleret årstal har forbrugt i CPU-TID. 1CPU=6 sekunder.

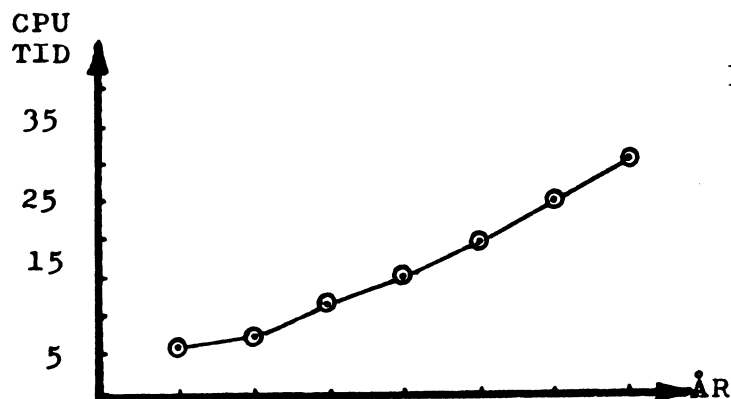


Fig. 20A

RESULTATER:

77 78 79 80 81 82 84

Ved at køre simuleringsprogrammet i tiden fra 1977-1984 med stigende generering af komponenter er fremkommet de i fig. 21 viste resultater. Det ses, at belastningen af 2 ATE'er er stigende fra 70% til 100% På fig. 22 er belastningen udregnet fra "SIMULERINGSPROGRAM 1A" sammenlignet med belastningen fra GPSS-SIMULERINGSMODELLEN.



GPSS MODEL

2 ATE'er

ÅRSTAL	BELASTNING			GENNEMS. BEHANDLINGS-TID		STØRSTE KØ					GENNEMS.TID I KØ				
	ATE	VÆRKSTED	KONTROL	VÆRKSTED	KONTROL	VARM.	VÆRK.	ATE	REP.	KONTROL	VARM.	VÆRK.	ATE	REP.	KONTROL
1977	70%	99,7	25,8	26,25	7,14	2	50	41	5	4	8	722	62	9,0	7,0
1978	72%	99,9	27,2	26,04	7,30	2	140	40	8	6	8	1828	64	13,0	7,0
1979	75%	99,9	28,5	26,00	7,40	2	255	32	6	4	8	3515	56	12,0	7,0
1980	82%	100,0	28,6	26,00	7,40	2	313	52	9	6	8	4585	129	28,0	8,0
1981	84%	100,0	28,8	26,00	7,00	2	317	32	7	5	8	4288	85	18,0	8,0
1982	94%	100,0	29,1	25,00	7,00	2	413	33	5	5	8	5147	60	10,0	8,0
1983	94%	100,0	29,1	25,00	7,00	2	413	33	5	5	8	5147	60	10,0	8,0
1984	100%	100,0	30,0	26,00	7,00	2	408	12	2	4	8	4903	21	2,0	8,0
1985	100%	100,0	30,0	26,00	7,00	2	408	12	2	4	8	4903	21	2,0	8,0

3 ATE'er

1981	50%	100,0	28,5	26,00	7,00	2	398	6	3	4	8	5394	4	0,9	7,3
1982	55%	100,0	28,5	26,00	7,00	2	386	13	4	7	8	4893	8	1,0	7,0
1983	55%	100,0	28,5	26,00	7,00	2	386	13	4	7	8	4893	8	1,0	7,0
1984	59%	100,0	29,0	26,00	7,00	2	277	18	4	4	8	3736	15	0,9	7,0

Fig. 21

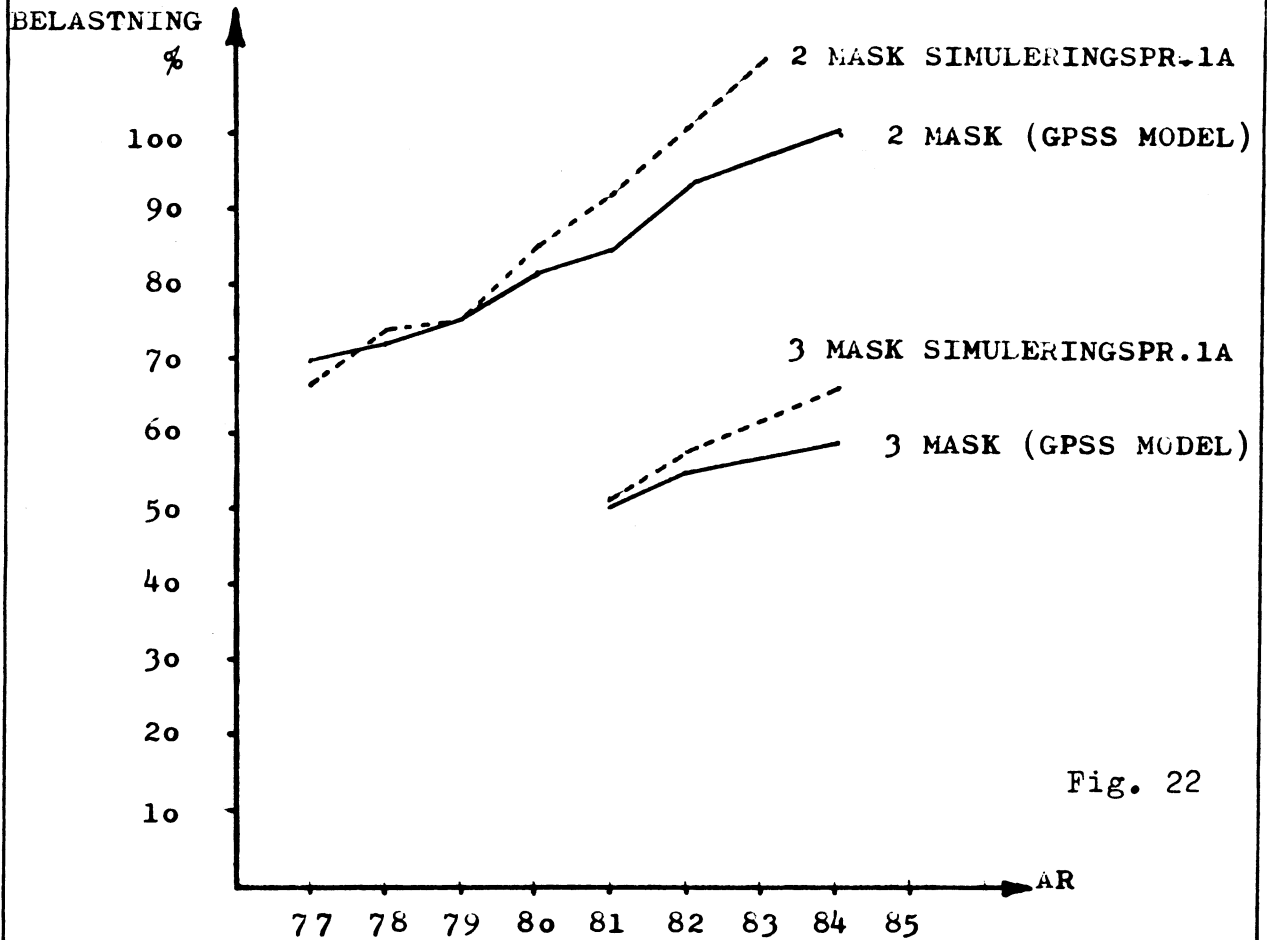


Fig. 22

Vi ser at belastningsprocenterne ikke er helt ens. Det kan skyldes mange forskellige forhold bl. a. at den udarbejdede GPSS-MODEL kun er en simplificeret model af virkeligheden. Kurverne illustrerer imidlertid, at belastningen er stærkt stigende på ATE'erne, hvad enten man benytter simuleringsprogram 1 A eller GPSS-modellen. I GPSS-modellen haves et uundværligt stykke værktøj. I tilfælde af nye problemer omkring ATE'erne er der således mulighed for afprøvning af evt. løsninger og konsekvenserne heraf uden det koster firmaet de store summer og personale-timer.

PERSONLIGE BEMÆRKNINGER.

Denne analyse har for mig været en meget interessant og lærerig opgave at udarbejde med dens mange problemstillinger og konsekvenserne heraf.

I forbindelse med automatiske testmaskiner og deres anvendelse, opstår ikke kun tekniske problemer, men også arbejdspsykologiske-fagforenings- og organisationsproblemer. Dette må absolut ikke overses, da det indgår som væsentlige "brikker i det store spil" Bl. a. har jeg af denne grund undladt i analysen at foreslå, at testmaskinerne skal køre på 3 skift, idet jeg erfarede hvilke uoverskuelige konsekvenser dette måtte indebære med hensyn til mandskab. Kun i yderste nødstilfælde må dette kunne indgå som et forslag.

Gennem hele udarbejdelsen af rapporten har jeg ikke et øjeblik været i tvivl om, at med den effektivitet og de ansvarsbevidste medarbejdere, som firmaet råder over, vil kommende små som store problemer blive løst med dygtighed.

ORDLISTE.

AC	= Alternating current=veksel strøm
Adaptor	= tilpasningsbox
ATE	= automatic test equipment
back up	= komponent som holdes i reserve
BITE	= Bild In Test Equipment
Cat 1	= kategori 1 sigtbarhed 800 meter
Cat 2	= kategori 2 " 400 "
Cat 3	= kategori 3 " 0 "
DC	= Direct current= jævn strøm
DEC	= degree = grad
Disk pack	= disk plade= pladelager
Failrate	= Fejlhyppighed pr 1000 flyvetimer
Fly-typer	= se bilag 18-21
Gyro	= Flyveinstrument
Heading	= Overskrift
Log bog	= Bog med optegnelser over kørsler med testmaskinerne.
Mag tape	= magnet bånd
Manko	= lager for komponenter der venter på reservedele.
Minimum Safety Approach Speed Mode	= Mindste sikre landingshastighed
	= Funktionsmode
Pitch	= Tværakse (op/ned)
P-Planen	= Produktions plan der forudsiger kommende behov for fly og flyvetimer.
roll	= Rulle,krænge
SAS	= Statistical Analysis System
SATAC	= Sperry Automatic Test Equipment for Avionic Components
Scan Selector	= Scanair
	= vælgermekanisme
THAI	= THAI International tidligere datterselskab til SAS.
TO	= Teknisk ordre.
TRACE	= Test Equipment for Rapid Automatic Checkout and Evaluation
TRC card	= Thrust rating computer card
Type-nr	= se bilag 12-17
Valid signaler	= Gyldige signaler
Yaw	= Dreje



AFGANGSPROJEKT ATE

BILAG 1

SAS

OPERATION, KONTROL OG VENTETIDER FOR TYPE NR300-207

OPERATIONSTIDER	ANTAL KOMP	TIMER dag	TIMER nat	TOTAL TIMER
Testtid SATAC 900	19	4,00	24,25	28,25
Testtid SATAC 9000				
Testtid Bite/manual				
Reptid SATAC 900				
Reptid SATAC 9000				
Reptid værksted	19	138,00		138,00
Kontroltid				
Behandlingstid ialt.	19			166,25
Ventetider				
Vente 1 varemottagelse	12	83,75	60,25	144,00
Vente test ATE 1	2	6,25	52,50	58,75
Vente test ATE 2				
Vente fejl.F. ATE 1				
Vente fejl.F. ATE 2				
Vente rep.værksted	17	456,75		456,75
Vente kontrol	13	37,75		37,75
Vente på dele				
Vente manko				
Vente opvarm	12	253,75	73,75	327,50
Vente testudstyr U/S				
Ventetid ialt				1024,75
Total tider	19			1191,00



AFGANGSPROJEKT ATE

BILAG 2

SAS

OPERATION, KONTROL OG VENTETIDER FOR TYPE NR 300-239

OPERATIONSTIDER	ANTAL KOMP	TIMER dag	TIMER nat	TOTAL TIMER
Testtid SATAC 900	4	2,00	6,75	8,75
Testtid SATAC 9000	12	1,50	28,75	30,25
Testtid Bite/manual	1	0,50		0,50
Reptid SATAC 900				
Reptid SATAC 9000				
Reptid værksted	16	74,00		74,00
Kontroltid	4	5,75		5,75
Behandlingstid ialt.	16			119,25
Ventetider				
Vente i varemottagelse	10	55,25	31,25	86,50
Vente test ATE 1				
Vente test ATE 2	1	3,25		3,25
Vente fejl.F. ATE 1				
Vente fejl.F. ATE 2				
Vente rep.værksted	15	217,75		217,75
Vente kontrol	9	12,50		12,50
Vente på dele				
Vente manko				
Vente opvarm	12	40,00	32,25	72,25
Vente testudstyr U/S				
Ventetid ialt				392,25
Total tider	16			511,50



AFGANGSPROJEKT ATE

BILAG 3

SAS

OPERATION, KONTROL OG VENTETIDER FOR TYPE NR 300-240

OPERATIONSTIDER	ANTAL KOMP	TIMER dag	TIMER nat	TOTAL TIMER
Testtid SATAC 900	3		1,75	1,75
Testtid SATAC 9000	7		4,00	4,00
Testtid Bite/manuel				
Reptid SATAC 900				
Reptid SATAC 9000				
Reptid værksted	7	51,75		51,75
Kontroltid				
Behandlingstid ialt.	7			57,50
Ventetider				
Vente i varemottagelse	4	23,75	21,75	45,50
Vente test ATE 1				
Vente test ATE 2	1	6,00	1,75	7,75
Vente fejl.F. ATE 1				
Vente fejl.F. ATE 2				
Vente rep.værksted	6	136,75		136,75
Vente kontrol	8	51,00		51,00
Vente på dele				
Vente manko	1	165,50		165,50
Vente opvarm	4	3,50	18,50	22,00
Vente testudstyr U/S				
Ventetid ialt				428,50
Total tider	9			486,00



AFGANGSPROJEKT ATE

BILAG 4

SAS

OPERATION, KONTROL OG VENTETIDER FOR TYPE NR 300-242

OPERATIONSTIDER	ANTAL KOMP	TIMER dag	TIMER nat	TOTAL TIMER
Testtid SATAC 900				
Testtid SATAC 9000	1		6,25	6,25
Testtid bite/manuel				
Reptid SATAC 900	1	2,25		2,25
Reptid SATAC 9000	2	14,00		14,00
Reptid værksted	2	2,00		2,00
Kontroltid				
Behandlingstid ialt.	2	18,25	6,25	24,50
Ventetider				
Vente i varemottagelse	1	2,00	1,50	3,50
Vente test ATE 1				
Vente test ATE 2	1	5,00	4,00	9,00
Vente fejl.F. ATE 1				
Vente fejl.F. ATE 2	2	187,50		187,50
Vente rep.værksted				
Vente kontrol	2	9,25		9,25
Vente på dele				
Vente manko	2	311,50		311,50
Vente opvarm	1	6,00	0,50	6,50
Vente testudstyr U/S				
Ventetid ialt		521,50	6,00	527,50
Total tider	2	539,50	12,25	551,75



AFGANGSPROJEKT ATE

BILAG 5

SAS

OPERATION, KONTROL OG VENTETIDER FOR TYPE NR 300-257

OPERATIONSTIDER	ANTAL KOMP	TIMER dag	TIMER nat	TOTAL TIMER
Testtid SATAC 900	2		3,75	3,75
Testtid SATAC 9000	4	2,25	11,50	17,75
Testtid Bite/manual				
Reptid SATAC 900	2	10,25		10,25
Reptid SATAC 9000	3	14,00		14,00
Reptid værksted				
Kontroltid	2	5,75		5,75
Behandlingstid ialt.	4			51,50
Ventetider				
Vente i varemottagelse	4	22,00	11,25	33,25
Vente test ATE 1				
Vente test ATE 2	2	3,50	5,50	9,00
Vente fejl.F. ATE 1	2	35,00		35,00
Vente fejl.F. ATE 2	3	39,25		39,25
Vente rep.værksted				
Vente kontrol	2	3,00		3,00
Vente på dele	1	1,25		1,25
Vente marko				
Vente opvarm				
Vente testudstyr U/S				
Ventetid ialt				120,75
Total tider	4			172,25



AFGANGSPROJEKT ATE

BILAG 6

SAS

OPERATION, KONTROL OG VENTETIDER FOR TYPE NR300-264

OPERATIONSTIDER	ANTAL KOMP	TIMER dag	TIMER nat	TOTAL TIMER
Testtid SATAC 900				
Testtid SATAC 9000	2		7,50	7,50
Testtid Bite/manual				
Reptid SATAC 900				
Reptid SATAC 9000	2	17,75		17,75
reptid værksted	2	1,00	0,50	1,50
Kontroltid				
Behandlingstid ialt.	2	18,75	7,50	26,75
Ventetider				
Vente i varemottagelse	2	5,50	3,50	9,00
Vente test ATE 1				
Vente test ATE 2	2	1,00	0,50	1,50
Vente fejl.F. ATE 1				
Vente fejl.F. ATE 2	2	73,75		73,75
Vente rep.værksted	1	1,25		1,25
Vente kontrol	2	1,25		1,25
Vente på dele				
Vente manko	1	22,25		22,25
Vente opvarm				
Vente testudstyr U/S	1	1,75		1,75
Ventetid ialt	2	107,00	4,00	110,75
Total tider	2	126,00	11,00	137,50



AFGANGSPROJEKT ATE

BILAG 7

SAS

OPERATION, KONTROL OG VENTETIDER FOR TYPE NR 300-265

OPERATIONSTIDER	ANTAL KOMP	TIMER dag	TIMER nat	TOTAL TIMER
Testtid SATAC 900	9	13,25	27,75	104,00
Testtid SATAC 9000				
Testtid Bite/manuel	1	0,25		0,25
Reptid SATAC 900	9	92,25	13,25	105,50
Reptid SATAC 9000				
Reptid værksted	5	14,50		14,50
Kontroltid	1	1,25		1,25
Behandlingstid ialt.	9			225,50
Ventetider				
Vente i varemottagelse	6	27,75	17,50	45,25
Vente test ATE 1	6	179,00	194,25	373,25
Vente test ATE 2				
Vente fejl.F. ATE 1	8	194,00		194,00
Vente fejl.F. ATE 2				
Vente rep.værksted	3	23,25		23,25
Vente kontrol	7	24,00		24,00
Vente på dele				
Vente manko	2	162,50		162,50
Vente opvarm				
Vente testudstyr U/S	3	25,50		25,50
Ventetid ialt				847,75
Total tider	9			673,25



AFGANGSPROJEKT ATE
BILAG 8

SAS

OPERATION, KONTROL OG VENTETIDER FOR TYPE NR 300-266

OPERATIONSTIDER	ANTAL KOMP	TIMER dag	TIMER nat	TOTAL TIMER
Testtid SATAC 900	2	7,75	12,25	14,00
Testtid SATAC 9000	3	4,00	11,75	15,75
Testtid Bite/manual	1	0,25		0,25
Reptid SATAC 900	3	33,50		33,50
Reptid SATAC 9000	3	10,00		10,00
Reptid værksted	3	7,50		7,50
Kontroltid				
Behandlingstid ialt.	3			81,00
Ventetider				
Vente i varemottagelse	3	10,75		10,75
Vente test ATE 1	2	11,75		11,75
Vente test ATE 2	2	10,50	4,25	14,75
Vente fejl.F. ATE 1	3	146,00		146,00
Vente fejl.F. ATE 2	3	10,25		10,25
Vente rep.værksted	3	88,25		88,25
Vente kontrol	3	4,25		4,25
Vente på dele				
Vente manko				
Vente opvarm				
Vente testudstyr U/S				
Ventetid ialt				286,00
Total tider	3			367,00



AFGANGSPROJEKT ATE

BILAG 9

SAS

OPERATION, KONTROL OG VENTETIDER FOR TYPE NR 300-326

OPERATIONSTIDER	ANTAL KOMP	TIMER dag	TIMER nat	TOTAL TIMER
Testtid SATAC 900				
Testtid SATAC 9000	1		1,75	1,75
Testtid bite/manual				
Reptid SATAC 900				
Reptid SATAC 9000	1	1,25		1,25
Reptid værksted	1	4,50		4,50
Kontroltid				
Behandlingstid ialt.	1	5,75	1,75	7,50
Ventetider				
Vente i varemottagelse	1	46,00	40,25	86,25
Vente test ATE 1				
Vente test ATE 2	1	0,50	4,75	5,25
Vente fejl.F. ATE 1				
Vente fejl.F. ATE 2	1	6,25		6,25
Vente rep.værksted	1	95,25		95,25
Vente kontrol	1	0,50		0,50
Vente på dele				
Vente manko				
Vente opvarm				
Vente testudstyr U/S				
Ventetid ialt	1	148,50	45,00	193,50
Total tider	1	154,25	46,75	201,00



AFGANGSPROJEKT ATE

BILAG 10

SAS

OPERATION, KONTROL OG VENTETIDER FOR TYPE NR 300-405

OPERATIONSTIDER	ANTAL KOMP	TIMER dag	TIMER nat	TOTAL TIMER
Testtid SATAC 900	1	2,75		2,75
Testtid SATAC 9000				
Testtid Bite/manual				
Reptid SATAC 900				
Reptid SATAC 9000				
Reptid værksted				
Kontroltid	1	2,25		2,25
Behandlingstid ialt.	1	5,00		5,00
Ventetider				
Vente i varemottagelse	1	1,25		1,25
Vente test ATE 1				
Vente test ATE 2				
Vente fejl.F. ATE 1				
Vente fejl.F. ATE 2				
Vente rep.værksted				
Vente kontrol				
Vente på dele				
Vente manko				
Vente opvarm				
Vente testudstyr U/S				
Ventetid ialt	1	1,25		1,25
Total tider	1	6,25		6,25



AFGANGSPROJEKT ATE
BILAG 11

SAS

OPERATION, KONTROL OG VENTETIDER FOR TYPE NR 300-902

OPERATIONSTIDER	ANTAL KOMP	TIMER dag	TIMER nat	TOTAL TIMER
Testtid SATAC 900	2		0,75	0,75
Testtid SATAC 9000	8	15,50	1,00	16,50
Testtid Bite/manual				
Reptid SATAC 900				
Reptid SATAC 9000	2	5,00		5,00
Reptid værksted	3	53,50		53,50
Kontroltid	1	0,25		0,25
Behandlingstid ialt.	8			76,00
Ventetider				
Vente i varemøntagelse	8	74,50	57,00	131,50
Vente test ATE 1				
Vente test ATE 2	5	265,75	69,75	335,50
Vente fejl.F. ATE 1				
Vente fejl.F. ATE 2	1	27,50		27,50
Vente rep.værksted	2	26,50		35,00
Vente kontrol	4	3,50		3,50
Vente på dele				
Vente manko				
Vente opvarm	1		3,00	3,00
Vente testudstyr U/S				
Ventetid ialt				507,25
Total tider	8			603,25

TYPE-NR.BENÆVNELSE.

300 - 207

AIR DATA COMP.

FUNKTION I FLY.

Leverer højde-og fart information til autopiloten.
Korrigerer endvidere de to primære højdemålere
(DC 8,9)

Pris i danske kr: 89.751,10

TYPE-NR.BENÆVNELSE.

300 - 239

ROLL COMPUTER

FUNKTION I FLY.

Autopilot-kanal der kontrollerer flyets bevægelse
i krængning (roll) Modtager navigationssignaler &
attitudesignaler.

Pris i danske kr: 70.147,62

TYPE-NR.BENÆVNELSE.

300 - 240

SPEED COMMAND COMPUTER.

FUNKTION I FLY.

Giver piloten og, hvis aktiveret, autothrottle information om minimum safety approach speed under landing (minimaliserer forbrugt banelængde)

Pris i danske kr: 30.431,46

TYPE-NR.BENÆVNELSE.

300 - 242

SPZ-1 PITCH COMPUTER.

FUNKTION I FLY.

Autopilotkanal der kontrollerer flyets bevægelse i flyets tværsakse (op og ned)
Pitch) Modtager informationer om højde- & fart fra air data computeren.

Pris i danske kr: 57.881,89

TYPE-NR.BENÆVNELSE.

300 - 257

AUTOTHROTTLE/SPEED CONTROL.

FUNKTION I FLY.

Holder automatisk en forudvalgt airspeed, men sørger for ikke at overstige motorernes økonomiske ydeevne samt ikke at komme under minimum safety approach speed uanset om piloten ville vælge en sådan hastighed(DC10)

Pris i danske kr: 155.574,48

TYPE-NR.BENÆVNELSE.

300 - 266

PB 100 ROLL-COMPUTER

FUNKTION I FLY.

Samme som 300 - 239, men indeholder 2 ens kanaler (back-up) til brug for landing under ekstremt dårlige sigtforhold. Der er 2 roll computere installeret. Således er 4 roll computere i anvendelse under landing. Konstrueret som CAT (kategori) III autopilot. Kan anvendes ved 0 fods vertikal sigtbarhed. (DC10)

Pris i danske kr: 229.787,71



TYPE-NR.

BENÆVNELSE.

300 - 265

PB - 100 PITCH

FUNKTION I FLY.

Samme som 300 - 238 og dubleret som 300 - 266 (DC10)

Pris i danske kr: 284.313,34

TYPE-NR.

BENÆVNELSE.

300 - 264

SPZ 1 ROLL COMPUTER

FUNKTION I FLY.

(B747) Samme som 300 - 239. Der er 3 computere installeret. 2 for autopilot og 1 for flight director. Kanalerne er ikke dubleret (som DC10)

Pris i danske kr: 94.762,02



TYPE-NR.

BENÆVNELSE.

300 - 326

SPZ - 1 FLIGHT CONTROLLER

FUNKTION I FLY.

Kontrolpanel for autopiloten (B747) Giver piloten mulighed for valg af næse-op/næse-ned og krængning.

Pris i danske kr: 15.526,27

TYPE-NR.

BENÆVNELSE.

300 - 405

SPZ - 1 M og L UNIT

FUNKTION I FLY.

(B747) Monitor & logic unit sørger for korrekt visning af den mode som autopiloten & flight directoren i øjeblikket befinder sig i. Endvidere bearbejder den valid-signaler fra autopilot-systemets computer til en beslutning om automatisk udkobling, warning-lys eller alt OK.

Pris i danske kr: 60.117,67



TYPE-NR.

BENÆVNELSE.

321 - 901

THRUST RATING COMPUTER.

FUNKTION I FLY.

(DC10) På baggrund af informationer om højde, temperatur og motoromdrejninger, beregner THRUST RATING COMPUTEREN størst tilladelige omdrejningstal. Info til indikator og autothrottle comp. (se 300 - 257)

Pris i danske kr: 91.031,59

TYPE-NR.

BENÆVNELSE.

321 - 902

THRUST RATING COMPUTER

FUNKTION I FLY.

Samme som ovenstående.

Pris i danske kr: 91.031,59



Douglas DC-9-41

Mellomdistansefly

Registreringsmerker og navn

LN-RLA	Are Viking	OY-KGO	Holte Viking
LN-RLB	Arne Viking	OY-KGP	Torbern Viking
LN-RLC	Gunnar Viking	OY-KGR	Holger Viking
LN-RLD	Torleif Viking	SE-DAK	Ragnvald Viking
LN-RLH	Einar Viking •	SE-DAL	Algot Viking
LN-RLJ	Stein Viking	SE-DAM	Starkad Viking
LN-RLK	Erling Viking	SE-DAN	Alf Viking
LN-RLN	Haldor Viking	SE-DAR	Agnar Viking
LN-RLS	Asmund Viking	SE-DAS	Gardar Viking
LN-RLT	Audun Viking	SE-DAT	Gissur Viking
LN-RLU	Eivind Viking	SE-DAU	Hadding Viking
LN-RLX	Sote Viking	SE-DAW	Getrik Viking
LN-RLZ	Bodvar Viking	SE-DAX	Helsing Viking
OY-KGA	Heming Viking	SE-DAO	Asgaut Viking
OY-KGB	Toste Viking	SE-DAP	Torgils Viking
OY-KGC	Helge Viking	SE-DBM	Ossur Viking
OY-KGG	Sune Viking	SE-DBT	Agne Viking
OY-KGH	Eiliv Viking	SE-DBU	Hjalmar Viking
OY-KGI	Bent Viking	SE-DBW	Adils Viking
OY-KGK	Ebbe Viking	SE-DBX	Arnlot Viking
OY-KGL	Angantyr Viking	SE-DDP	Brun Viking
OY-KGM	Arnfinn Viking	SE-DDR	Atle Viking ••
OY-KGN	Gram Viking		

•) Lev. nov. 1977
 ••) Lev. des. 1977
 1978 leveres ytterligere fire DC-9-41.



Data

Antall passasjerer	Blandet versjon	
	Første klasse	8
	Økonomiklasse	100
	Totalt	108
	Økonomiklasseversjon	120
Fraktvolum	24,9 m ³	
Maks startvekt	51,7 tonn	
Maksimal last	13,3 tonn	
Total lengde	38,3 m	
Vingespenn	28,5 m	
Marsjfart	815 km/t	
Marsjhøyde	8 500 m	
Rekkevidde	2 400 km	
Brenseltanker	16 100 l	
Forbruk pr time	3 450 l	
Motorer	2 Pratt & Whitney JT8D-11	
Total starteffekt	13 600 kp	



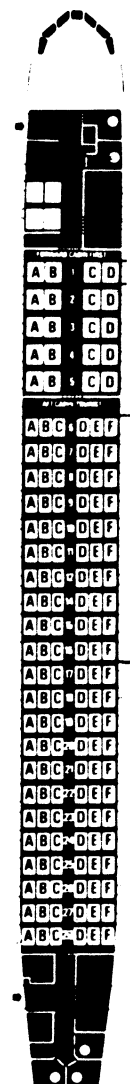


Douglas DC-8-62

Langdistansefly

Registreringsmerker og navn

LN-MOG	Odd Viking	
LN-MOW	Roald Viking	
LN-MOC	Kjetil Viking	(fraktfly)
OY-KTE	Skjold Viking	
SE-DBG	Jorund Viking	(utgår 1977)
SE-DBI	Torgny Viking	(fraktfly)



Data

Antall passasjerer	Første klasse	20
	Økonomiklasse	132
	Totalt	152
Fraktvolum	44,8 m ³	
Fraktflyversjon	196,5 m ³	
Maks startvekt	152 tonn	
Maksimal last	20 tonn	
Total lengde	48 m	
Vingespenn	45,2 m	
Marsjfart	855 km/t	
Marsjhøyde	10 000 m	
Rekkevidde	9 600 km	
Brenseltanker	92 000 l	
Forbruk pr time	6 250 l	
Motorer	4 Pratt & Whitney JT3D-7	
Total starteffekt	34 400 kp	

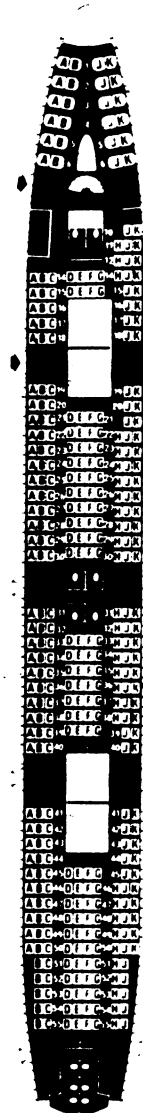


Boeing 747-B

Langdistansefly

Registreringsmerker og navn

OY-KHA Ivar Viking
SE-DDL Huga Viking



Data

Antall passasjerer	Første klasse	24
	Økonomiklasse	356
	Totalt	380
Fraktvolum		171,3 m ³
Maks Startvekt		351,5 tonn
Maksimal last		55 tonn
Total lengde		70,4 m
Vingspenn		59,6 m
Marsjfart		890 km/t
Marsjhøyde		10.000 m
Rekkevidde		10.500 km
Brenseltanker		193.000 l
Forbruk pr time		14.400 l
Motorer		4 Pratt & Whitney JT9D-7
Total starteffekt		85.200 kp

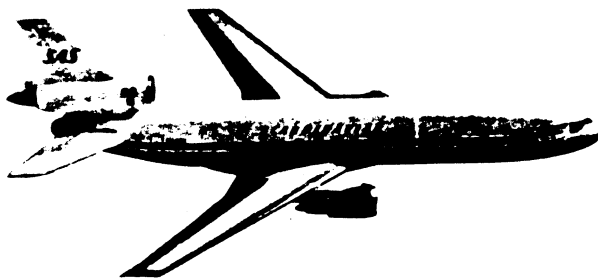


Douglas DC-10-30

Langdistansefly

Registreringsmerker og navn

LN-RKA	Olav Viking
LN-RKB	Haakon Viking
OY-KDA	Gorm Viking
SE-DFD	Dag Viking
SE-DFE	Sverker Viking



Data

Antall passasjerer	Første klasse	20
	Økonomiklasse	242
	Totalt	262
Fraktvolum	130 m ³	
Maks startvekt	251.7 tonn	
Maksimal last	40 tonn	
Total lengde	55.4 m	
Vingspenn	50.4 m	
Marsjfart	880 km/t	
Marsjhøyde	10 000 m	
Rekkevidde	10 000 km	
Brenselanker	137 000 l	
Forbruk pr time	10 000 l	
Motorer	3 General Electric CF6-50C	
Total starteffekt	69.300 kp	



LITTERATUR ANGIVELSE:

- 1: PRODUCTION SYSTEMS.
af James L. Riggs.
- 2: DRIFTSØKONOMI
af Jan Rasmussen og Kjeld Scherfig.
- 3: OPERATIONS RESEARCH
af R. J. Thierauf og R. A. Grosse.
- 4: SIMULATION IBM GPSS/360
- 5: BESKRIVELSE AF GPSS DETAILLER
af O. F. Steckhahn.