



SHK
BIBLIOTEKET

M1990:2

HAVERI

JA 37 ur F 17
1988-03-14

UTREDNINGSRAPPORT M 1990:2
Ärende JA 37 5/88
AUGUSTI 1990

I N N E H Å L L		Sid
	HAVERIET	2
	KOMMISSIONEN	3
	SAMMANTRÄDEN	3
1	FAKTAREDOVISNING	5
1.1	Föraren	5
1.2	Flygplanet	5
1.3	Motor	5
1.4	Personskador	5
1.5	Skador på flygplanet	5
1.6	Övriga skador	5
1.7	Väder	5
1.8	Utsagor av hörda personer	6
1.9	Flygmedicinsk utredning	6
1.10	Teknisk utredning	6
1.11	Ornitologisk utredning	6
1.12	Övningen	6
1.13	Händelseförloppet	7
1.14	Räddningsinsatsen	8
1.15	Resultat av tekniska undersökningar	8
1.15.1	Haveriplats och bärgning	8
1.15.2	Data från registrerbandspelare (RUF, UTB)	11
1.15.3	Ljud från registrerbandspelare (RUF, UTB)	14
1.15.4	Räddningssystem	16
1.15.5	Centralanslutning	19
1.15.6	Styrsystem	23
1.15.7	Motorsystem	25
1.15.8	Markkollisionsvarningssystem, MKV	26
1.15.9	Flygbanor	28
1.15.10	G-dräkt	31
1.16	Flygmedicinska aspekter på haveri- förloppet	32

Bilder

1	Haveriplatsen	
2	Centralanslutningen	
3	Centralanslutningens namngivna delar	
4-6	Flygbanor	
7	Diagram med G-belastning	
8	Ljudanalys	
2	ANALYS	45
2.1	Föraren	45
2.2	Flygplanet	46
2.3	Övningen	47
2.4	Haveriförloppet	47
3	UTLÅTANDE	50
4	VIDTAGNA ÅTGÄRDER	51
5	REKOMMENDATIONER	51

Bilaga

Teknisk utredningsrapport (SHK aktbilaga 31)

Bilagan fogas endast till rapporter som lämnas till CFV, FMV och F 17. Den finns arkiverad på SHK.



STATENS HAVERIKOMMISSION

Datum

1990-08-06

Ärendebeteckning

JA 37 5/88

Chefen för flygvapnet

Utredningsrapport M 1990:2 angående haveri 1988-03-14 med ett flygplan JA 37 ur F 17

HAVERIET

Två rotar JA 37 ur F 17 startade kl 0915 från Ronneby för att genomföra en luftstridsövning i område Q 1-4 nordost om flottiljen.

Övningen var en GFSU-övning rote mot rote som bedrevs i höjdområdet 500 - 2000 meter med i detalj reglerat uppträdande både för mål och jaktrote.

Flygplanet Q 34 ingick som rotetvåa i den anfallande jaktroten. Under det andra genomförda anfallet möttes jaktrotechefen och rotetvåan på 1500 meters höjd och avsåg att dra sig ur stridsområdet. Då rotechefen svängt runt och sökte kontakt med sin rotetvåa kunde han inte upptäcka honom. Rotechefen i målroten upptäckte samtidigt ett uppstigande rökmoln från marken. Efter samråd mellan rotecheferna överflögs platsen för rökutvecklingen och man konstaterade kl 0942 att Q 34 havererat.

Efter larmning över flygradion dirigerades en räddningshelikopter ur F 17 samt polis och räddningskår till platsen. Q 34 hade med hög fart och brant dykvinkel kolliderat med marken och vrakdelar fanns utspridda över ett stort område. Föraren hade medföljt

flygplanet vid haveriet och återfanns omkommen på haveriplatsen.

KOMMISSIONEN

Kommissionen - hovrättsråd Hans Gullberg, ordförande, och överstelöjtnant Rune Lundin, utredningschef - har som experter till utredningen knutit major Jan-Olov Persson, överste Medk Hans Hjort (t o m 1990-03-30), professor Ulf Balldin (från 1988-11-21), överstelöjtnant Medk Olof Carlsson och chefspsykolog Kristina Pollack.

Som tekniska experter har medverkat flygdirektör Tomas Krave, teknisk utredningschef, samt flygdirektör Bertil Gauffin, flygingenjör Lars Bengtsson och byrådirektör Stig Einerth.

Som skyddsombud ur F 17 har kapten Ronny Larsen deltagit.

Ingenjör Lars Mebius, Saab-Scania AB, har företrätt tillverkar-
ren.

SAMMANTRÄDEN

Närvarande

1988-03-14--15	F 17	Samtliga ovan utom Balldin
1988-03-25	SHKs kansli	Gullberg, Lundin, Carlsson, Pollack, Krave, Larsen, Mebius. Dessutom deltog Jan Larsson F 16/Se M och Åke Carlsson FS/Fh
1988-05-26	SHK kansli	Gullberg, Lundin, Hjort, Krave, Persson, Mebius. Dessutom deltog Åke Sundstedt FMV:Flygsäk och Kari Koskinen Telub Teknik AB

1988-10-26	FMV:Flyg, Tre vapen	Lundin, Krave, Carlsson, Gauffin, Einerth, Mebius. Dessutom deltog Åke Karlsson FS/Fh, Raul Högberg, Henrik Holmedahl, Dan Degerman, Åke Sundstedt, Lars Jetzén, samtliga FMV
1989-01-24	SHKs kansli	Gullberg, Lundin, Persson, Hjort, Balldin, Carlsson, Pollack, Krave, Gauffin, Bengtsson, Einerth, Mebius Dessutom deltog Åke Carlsson FS/Fn, Åke Sundstedt FMV:Flygsäk samt Kari Koskinen Telub Teknik AB
1990-05-15	SHKs kansli	Gullberg, Lundin, Persson, Carlsson, Krave, Gauffin, Einerth, Mebius. Dessutom deltog Lennart Ringqvist SHK, Åke Sundstedt FMV:flygsäk, Lars Gardell F 17 samt Eva Hedman

1 FAKTAREDOVISNING

1.1 Föraren

Ålder: 24 år
Utbildning: GFSU
Total flygtid: 400 timmar
Flygtid på flygplan 37 115 timmar

1.2 Flygplanet

Flygplan JA 37 nr 37.334.

1.3 Motor

Motor RM8B nr 9416.

1.4 Personskador

Föraren omkom omedelbart vid markkollisionen.

1.5 Skador på flygplanet

Flygplanet totalhavererade.

1.6 Övriga skador

Byggnader och åkermark invid haveriplatsen skadades.

1.7 Väder

Vädret i området var klart med god sikt. Varken moln eller nederbörd berörde platsen för haveriet. Vinden var nordvästlig och temperaturen ca -10°C. Marken var snötäckt. Detaljerad väderbeskrivning finns i SHK aktbilaga 7.

1.8 Utsagor av hörda personer

Uppgifter lämnade av hörda personer har upptagits fonetiskt och utskrivits (SHK aktbilaga 21).

1.9 Flygmedicinsk utredning

Härom hänvisas till SHK aktbilaga 30.

1.10 Teknisk utredning

Härom hänvisas till SHK aktbilaga 31, samt hemlig underbilaga 6 innehållande prestandaberäkningar, SHK aktbilaga 32.

1.11 Ornitologisk utredning

En särskild utredning om fågelförekomst i haveriområdet har gjorts av fil dr Jonny Karlsson, Biokonsult (SHK aktbilaga 20). Den ornitologiska bedömningen är att sannolikheten för fågelkollision som haveriorsak var mycket låg på platsen för haveriet.

1.12 Övningen

Övningen, AJU 110:510y, ingår i grundläggande flygslagsutbildning (GFSU) av jaktflygförare på JA 37.

Vid den aktuella divisionen på F 17 hade GFSU-utbildningen av elevomgång 851 bedrivits med sex elever sedan ett halvår. Under vintern hade dåligt flygväder rått varför större delen av flygövningarna genomförts på hög höjd över moln. En koncentration till radaranfallsövningar hade därmed gjorts varför eleverna var ovana vid visuell flygning på lägre höjder. Den aktuella övningen hade varit planerad sedan lång tid men inte kunnat genomföras på grund av väderförhållandena. Liknande övningar hade tidigare genomförts men detta var första gången som målhöjden var satt till 500 meter. Som övningen var beskriven var den lämplig att genomföra med två flygplan Sk 60 som mål. Denna dag fanns inte tillgång till Sk 60 varför i stället en rote JA 37 gick mål.

En begränsning för målet till max EBK zon 1 motorpådrag sattes därför. Målet fick dock efter ögonkontakt göra fria undanmanövrer. Vid genomgången före flygning tryckte övningsledaren på det speciella med mål på lägre höjder, särskilt vapensystemhandhavandet vid anfall i framsektorn. Efterföljande typ av luftstrid var tidigare penetrerad och känd av eleverna.

1.13 Händelseförloppet

Flygplanet Q34, en JA 37 utrustad med x-tank ingick i ett förband om fyra flygplan JA 37 som startade från F 17/Ronneby den 14 mars 1988 kl 0915 för att i övningssektorerna Q 1-4 genomföra en luftstridsövning ingående i GFSU (AJU 110:510y). Övningen bedrevs rote mot rote i höjdområdet 500-2000 m över marken, med i detalj reglerat uppträdande för både mål- och jaktrote. Flygningen genomfördes med flygplanens höjdmätare inställda på standardtryck (1013,2 hPa). Det aktuella lufttrycket QNH var 997 hPa.

Rotarna leddes av FFSU-förare och som rotetvåor flög GFSU-elever. Det sedermera havererade flygplanet ingick som rotetvåa i jaktrotten.

Efter den första stridskontakten, som förlöpte normalt, radarleddes flygplanen till utgångsläge för ett nytt initialanfall. Vid förnyad stridskontakt genomförde jaktrotten först anfall i framsektorn varefter jaktrotetvåan genomförde rundsväng och anfall i baksektorn mot rotetvåan i målrotten. Därefter skyddade jaktrotetvåan defensivt sin rotechefs rygg under dennes anfall mot roteettan i målrotten. I samband med denna manövrering möttes de båda flygplanen i jaktrotten vid en saxliknande manöver på ca 1500 meters höjd. Efter det mötet har ingen av förarna i förbandet sett jaktrotetvåan i luften. Inte heller någon radiosändning från honom har uppfattats.

Då jaktrotechefen sväng^t runt och sökte kontakt med sin rotetvåa upptäckte han och målrotechefen ungefär samtidigt ett uppstigande rökmoln från marken och efter samråd mellan rotecheferna överflögs platsen för rökutvecklingen och man konstaterade haveriet kl 0942.

Flygplanet hade slagit ned i åkermark nära en lantgård invid Fröseke, 12 km norr om Orrefors.

1.14 Räddningsinsatsen

Via radioanrop från förarna till radarjaktledaren initierades larmning av flygräddningshelikopter. Jaktrotechefen låg kvar över haveriplatsen medan målrotechefen flög mot F 17/Ronneby för att möta och leda helikoptern mot haveriplatsen. Kl 1013 lokaliserade helikoptern haveriplatsen. Polis och räddningskår, som fått larm via SOS-centralen kl 0954, anlände till haveriplatsen kl 1030. När helikoptern landat kunde dess besättning ganska snabbt konstatera haveriet samt att föraren med största sannolikhet medföljt flygplanet vid markkollisionen.

Några nödsändarsignaler från haveriplatsen uppfattades inte.

1.15 Resultat av tekniska undersökningar

1.15.1 Haveriplats och bärgning

Flygplanets nedslagsplats var belägen ca 2 km NNV Fröseke i sydöstra Småland. Platsens höjd över havet var 155 m. Nedslaget hade skett på stenig åkermark. Nedslagsgropen var ca 11 x 11 m i omfång. Flygplanet hade vid nedslaget sönderdelats mycket kraftigt. Flygplanrester återfanns inom ett område som var ca 1000 m långt och ca 400 m brett (se bild 1).

På grund av haveriområdets storlek kunde inte hela området omedelbart avspärras. Vid minst ett säkert tillfälle har "souvenirjägare" varit framme.

Under den första undersökningen i området dagen efter haveriet hittades bandkassetten till utbildningsbandspelaren (UTB) mycket svårt skadad. Nio dagar därefter, under pågående bärgningsarbete, återfanns även RUF-bandspelaren (Registrering för Underhåll och Flygsäkerhet). Denna var ännu mer skadad än UTB-bandspelaren. Resterna av respektive bandspelare omhändertogs omedelbart.

Likaså återfanns centralanslutningens vänster- och högerdel i mycket skadat skick (se bild 2). De var helt separerade från varandra. Även dessa omhändertogs omedelbart och laboratorieundersökningar påbörjades.

Bärgningsarbetet försvårades avsevärt av att det föll ca 4 dm snö under dagarna efter haveriet. Arbetet fortsatte då med hjälp av minpikar och minsökare, med gott resultat. Innan RUF-bandspelaren återfanns övervägdes möjligheten att använda diodkänslig lavinsökutrustning i sökandet efter bandspelaren. Sådan utrustning provades delvis i samband med F 4 haveri på Anarisfjället 1988-03-01.

Vid systematisk genomletning av nedslagsgropen gjordes sådana iakttagelser att flygplanets ungefärliga nedslagsvinklar kunde fastställas.

Dykvinkel	45°
Rollvinkel	180°
Kursvinkel	075°

Dessutom framgick att farten hade varit mycket hög (>M 0,9).

Bärgningsarbetet omfattade totalt 28 bärgningsdagar och 2500 mantimmars arbete och innebar handplockning eftersom flygplanet var så extremt sönderdelat. Arbetet utfördes av befäl och värnpliktig personal ur F 17.

Efter genomförd bärgning transporterades flygplanresterna till F 17 för fortsatt arbete. Avslutningsvis kontrollerades att inga flygplanrester låg utanför haveriområdet.

Efter 60 mandagars arbete var alla bärgade flygplanrester granskade och uppsorterat i "fplsilhuett", "funktionssystem" och "ej direkt identifierbart".

Ett större antal flygplandelar från bl a styrsystemet, har särskilt noggrant undersökts på F 17 flottiljverkstad.

Utifrån de undersökningar och iakttagelser som gjorts kunde följande konstateras:

- Den mycket kraftiga sönderdelningen verifierar den branta nedslagsvinkeln och den höga farten.
- Delar och detaljer från flygplanet i dess helhet har bärgats inom haveriområdet. Detta visar att någon sönderdelning inte skett i luften före nedslaget.
- Inga spår efter brand/explosion i luften före nedslaget.
- Inga spår efter blixtnedslag.
- Inga spår efter fågelkollision mot frontruta/huv eller området däromkring. Dock har mycket få rester återfunnits från framkroppen framför nosvingarna.
- Flygplanets växelströmsförsörjning har varit intakt eftersom reserveffekttaggregatet med stor sannolikhet inte varit utfällt.
- Glasdelar från flygplanets huv återfanns i området runt nedslagsgropen.
- Flygplanet har vid nedslaget haft EBK zon 2-3 tänd samt fart >M 0.65. Detta indikeras av att matarskruvarna till tertiärluftslockan visar att denna varit stängd.

Resterna av kassetbanden till UTB- och RUF-bandspelarna har, med avseende på ljud- och datainnehåll, undersökts av Telub Teknik AB, FFV Aerotech samt FMV:FlygEL.

Räddningssystemet har undersökts av FMV:FlygFL. Styrsystemresterna har undersökts vid F 17. Motorresterna har undersökts av Volvo Flygmotor.

De bärgade flygplanresterna har efter slutförda undersökningar vägts. De hade en vikt av 9.1 ton, vilket motsvarar 76 % av

flygplanets tomvikt. Med hänsyn till sönderdelning och utspridning innebär detta att bärgningsarbetet trots allt har utförts på ett mycket effektivt sätt.

1.15.2 Data från registrerbandspelare (RUF, UTB).

Som tidigare nämnts återfanns först UTB- och något senare även RUF-bandspelaren, båda i mycket skadat skick. Det framgick omedelbart att "normala" utvärderingsmetoder inte skulle kunna tillämpas.

Arbetet med banden kom därför att omfatta:

- Mediaräddning (tvättning, skarvning och utslätning av skadade banddelar m m).
- Dataräddning ("kopiering" av all tillgänglig information med olika hjälpmedel och metoder).
- Analys av data (sortering av hela datablock och rekonstruktion av defekta datablock m m).
- Presentation av datainformationen.

Arbetet påbörjades med UTB-bandet eftersom detta hittades först. Efter mediaräddning prövades en normal utvärdering av bandet. Ett antal korrekta datablock erhöles, men det sista utvärderingsbara blocket låg ca 25 sekunder före flygplanets nedslagstidpunkt. För att få ut mer datainformation av UTB-bandet skulle det krävas ca tre manveckors arbete med dataräddning och analys. Detta beroende på det sätt som data lagras på UTB-bandet. Innan detta arbete påbörjades återfanns RUF-bandet.

Möjligheterna att nå ett snabbare och bättre resultat ansågs vara större med RUF-bandet. Detta beroende på att många flera parametrar finns på detta band som dessutom lagrar datablocken på ett uranalyssynpunkt mera lätthanterligt sätt.

Resurserna koncentrerades därför på media- och dataräddning samt analys av RUF-bandet. Den del av bandet som blev föremål för analys bestod av åtta bitar. Dessa täckte de sista 30 sekunderna av den tid då information registrerades. Sista RUF-registreringen låg ca 4-8 sekunder före nedslaget. All information har dock inte kunnat utvärderas under de ovannämnda 30 sekunderna.

Visst arbete utfördes med UTB-bandet i försök att utvinna mer information. Resultatet blev begränsat, främst beroende på den mindre resursinsats som gjordes. Om RUF-bandet inte återfunnits eller inte kunnat utvärderas, hade det blivit nödvändigt med stora resursinsatser på arbetet med UTB-bandet. UTB-bandet betraktades främst som ett band att ha i "reserv" om något skulle hända med RUF-bandet under arbetets gång.

Ovanstående arbeten med RUF- och UTB-banden innefattade även kopiering av de audiokanaler som fanns på banden.

Under arbetets gång gjordes även försök med att utnyttja jaktlänksinformationen från de deltagande flygplanens UTB-band för att om möjligt kunna beskriva det havererade flygplanets flygbånor. Detta har försvårats eftersom informationen uppdateras med olika tidsintervall och viss information vid uppdateringen kan vara ett antal sekunder gammal. Därtill finns en minnesgångfunktion som innebär att informationen kan ligga kvar i sex sekunder. I de fall där RUF- och UTB-band inte går att utvärdera är givetvis jaktlänksinformation mycket värdefull. I detta haveri har dock RUF-informationen varit mer tillförlitlig.

Arbetet med RUF-bandet har givit följande:

- Flygplanet har under de sista 20 sekunderna legat i en kontinuerlig högersväng med hög fart och hög belastning. Gaspådraget har varit max tänd EBK zon 3. Flyghöjden har varit ca 2000 m, för att i slutet minska samtidigt som belastningen har avtagit.

Sista utvärderade data, 4-8 sekunder före nedslaget, visar:

* flyghöjd	1147 m STD
* fart	>M 0.92
* rollvinkel höger	129°
* attityd nos ned	20°
* belastning, N_z	+ 3.7
* manöverarmsvinkel, μ	112° (max tänd EBK zon 3)
* bränslemängd	71%
* SI-presentation	optisk siktesmod jakt

- Utvärderade parametrar framgår av tabeller och diagram i den tekniska rapporten.
- Det havererade flygplanets två- och tredimensionella flygbanor har uppritats.
- Två gasavdrag med åtföljande pådrag är de enda registrerade åtgärder, utöver spakrörelser, som utförts av flygföraren.
- Ingen huvudvarning- eller annan varningssignal fanns registrerad. Inte heller någon logiksignal indikerade något onormalt.
- I de parametrar som utvärderades fanns inga tecken på fel-funktion i något flygplanssystem.

Ur ovanstående kan noteras att det inte återfunnits någon logiksignal som indikerat att varningslampan "SYRGAS" på flygförarens varningstablå skulle ha tänts. En eventuellt "ej korrekt låst" centralanslutning skulle på grund av läckage ha orsakat så lågt syrgastryck att varningslampan skulle ha tänts.

Arbetet med utvärdering av skadade RUF- och UTB-band har varit tidskrävande men resultatet har ingått som en viktig del av undersökningarna av de olika flygplanssystemen. Även vid analys av operativa och medicinska förlopp och faktorer har tillgången till RUF/UTB-data varit värdefull.

Avsaknaden av ett referensbibliotek, innehållande RUF/UTB-data från olika incidenter, har varit besvärande.

1.15.3 Ljud från registrerbandspelare (RUF, UTB)

Audioinformationen avspelades från de "reparerade" RUF- och UTB-banden.

Undersökningen av audioinformationen från det havererade flygplanet har utförts av Telub Teknik AB i syfte att:

- Dokumentera radiotrafiken mellan flygplanen i jaktroten.
- Dokumentera ljudsignaler, genererade i flygplanet (GVV- och MKV-signaler m m i hörtelefonkanalen).
- Analysera icke direkt igenkända ljussignaler (hörtelefonkanalen).
- Analysera ljud från mikrofonkanalen (andningsljud, krystningsljud, oidentifierade ljud m m).

I samband med analys av oidentifierade ljud var avsaknaden av ett referensljudbibliotek särskilt besvärande. Bland annat saknades ljudexempel på:

- Alla ljudsignaler som på normalt sätt genereras i flygplanet.
- Luftläckage från centralanslutningen.
- Flygföreljud från incidenter förorsakade av bristande G-tolerans.
- Flygföreljud från korrekt utförda M1-manövrer (g-krystning)
- Slag mot flygförarens hjälm och syrgasmask.
- Fågelkollision mot flygplanets frontruta/huv.

I samråd med FMV:Prov genomfördes ett provprogram på F 17 där läckande centralanslutning simulerades under flygning med varierande G-belastning.

Vidare har flygningar gjorts genom F 16/SeM försorg med ljudupptagningar, via RUF/UTB-bandspelarna, på alla ljudsignaler som kan genereras av centraldatorn samt exempel på andra ljud som kan uppstå i förarutrymmet. Ljudinformation från ovanstående flygningar har jämförts med ljud från det havererade flygplanet.

Som underlag för utskrift av radiotrafiken har använts band från dokumentationsbandspelare på aktuellt stridsledningsorgan samt det havererade flygplanets RUF- och UTB-band. Utskriften täcker hela anfall, från initialkontakt till dess att flygplanet saknas. Analys av ljuden på hörtelefon- och mikrofonkanalen täcker de sista 40 sekunderna på UTB-bandet, och de sista 35 sekunderna på RUF-bandet. Båda banden är skarvade på två ställen, men ingen skarv är så stor att något meddelande har förlorats. Skarvarna omfattar mindre än en sekunds ljudupptagning.

Undersökningarna av ljud har givit följande:

- Ingen huvudvarningssignal har förekommit.
- De ljudsignaler som genererats i flygplanet utgjordes av
 - o Gränsvärdesvarning, GVV, som stämde väl överens med utvärderade RUF-data
 - o NZ-förvarning (information om hög belastning)
 - o Markkollisionsvarning, MKV
- Flygförarens in- och utandningsljud samt andra av föraren genererade ljud, såsom stönanden och krystningar, har analyserats och överlämnats till medicinsk expertis för närmare analys.
- Det fanns kontinuerligt ljud på båda bandens mikrofonkanaler. Detta innebar att centralanslutningen måste ha varit så hopkopplad att åtminstone radiotelefonianslutningen fungerat korrekt.

- Vissa s k bump-ljud, som endast återfanns på UTB-bandet, har entydigt härletts till mekaniska skador på detta band.
- Inga ljud fanns som skulle kunna indikera ett eventuellt läckage i centralanslutningen. Inte heller fanns ljud som kunde liknas med slag/stötar mot hjälm och/eller syrgasmask.
- Ljud som kan härledas till en eventuell fågelkollision fanns inte på något av banden. Ljud från en fågelkollision mot flygplanets frontruta/huv borde ha registrerats via syrgasmaskens mikrofon. Detta påstående styrks av att ljudeffekter från skjutningar med automatkanon finns registrerade på band.
- Start för markkollisionsvarningssignalen (MKV) var datortid TAU 1819. Detta motsvarade 09-42-13 (Fröken Ur).

I arbetet med att identifiera olika ljudfenomen på RUF/UTB-band har det visat sig mycket värdefullt och ofta helt nödvändigt att ha tillgång till originalbanden. Detta för att bland annat kunna jämföra olika ljud med eventuella mekaniska skador på banden. Av denna anledning vore det önskvärt att det på ett ljudlaboratorium fanns tillgång till både RUF- och UTB-bandavspelare.

1.15.4 Räddningssystem

Räddningssystemet var kraftigt sönderdelat. Trots flygplanets nedslagsattityd och fart återfanns en relativt stor mängd mindre rester.

Flygförarens centralanslutning, som ingår i den personliga utrustningen, har undersökts speciellt vid FFV Materialteknik.

Följande viktigare delar av huv och huvfällningssystemet återfanns:

- vänster och höger huvarm,

- del av mekanismöppnare,
- glasbitar.

Båda huvarna har genomgått laboratorieundersökning vid FFV Materialteknik. Undersökningarna visade entydigt att huven varit stängd vid nedslaget.

Mekanismöppnarens cylinderdel uppvisade inga krutgasrester.

Endast ett mindre antal små glasbitar från huven återfanns. De flesta av dessa låg kring flygplanets nedslagsplats.

Följande viktigare delar av förarstol och stabiliseringskärm återfanns:

- delar av vänster och höger utskjutningshandtag,
- delar av benfixeringsremmarna jämte del av sitsbalk med don för benfixeringsrem samt ett golvbeslag för benfixering,
- båda snabblåsen till benfixeringsremmarna,
- hylsa till skärmutdragare,
- huvuddelen av stolstabiliseringskärmen,
- delar av vänster och höger stolgejder.

Delar av utskjutningshandtagen har undersökts vid FFV Materialteknik för att få belyst om föraren påverkat utskjutningshandtagen eller inte. En entydig sådan bestämning har dock inte varit möjlig.

Benfixeringsremmarna återfanns i utdraget normalt läge för flygning. Remmarna var anslutna med sina snabblås till "sporrarna" på förarens flygkängor. Remmarna uppvisade inga värme- eller brännskador.

Hylsan till skärmutdragaren uppvisade inga krutrester.

Skadebilden på kalott och bärlinor för stolstabiliseringskärmen visade att söndringen skedde medan skärmen var packad i sin packlåda.

På stolgejderna förekom inga spår från någon reglerad stolrörelse.

Inga delar från stolpatronen eller raketmotorn har kunnat identifieras.

Fallskärmen var helt sönderdelad. Kalottsystemet återfanns ca 100 m från nedslagsplatsen i utkastningsriktningen.

Flera av kalottsystemets skador hade skett medan kalotten låg kvar i packhöljet. Delar av packhöljet med kvarsittande fliklås visade att höljet inte hade öppnats och att den primära söndringen hade skett medan skärmen fortfarande var i packat tillstånd.

Krutpatronerna i fallskärmens automatiska utlösare hade inte avfyrats och var inte anslagna.

Fallskärmsseleens tillstånd indikerade att skadorna hade inträffat medan föraren satt kvar i stolen.

Av nödpacke och förarens personliga utrustning återfanns så litet att någon meningsfull undersökning inte kunde göras.

Kontroller och tillsyner på i räddningssystemet ingående enheter och förarens personliga utrustning har utförts utan anmärkning och enligt gällande bestämmelser. Utrustningen var i enlighet med senaste gällande modifieringsstatus.

Av undersökningen framgår att föraren inte har initierat räddningssystemet. Ingenting har heller framkommit som tyder på någon felfunktion i räddningssystemet.

1.15.5 Centralanslutning

Avsikten med undersökningen av de återfunna delarna av centralanslutningen var att fastställa om dessa befunnit sig i korrekt låst läge före sönderingsförloppets initialskede (se bild 2 och 3).

Grundtanken har varit att det någonstans i den komplicerade konstruktion, som centralanslutningen utgör, måste finnas märken och skador, som visar om anslutningen varit i korrekt låst läge eller inte vid nedslaget. Ingen möda har sparats att, med oförstörande metoder och innan demontering skett, säkra information från centralanslutningens inre delar såsom präglingar, repor, inre delars relativa lägen, lösa föremål och eventuella föröreningar. Centralanslutningen har därefter med största försiktighet demonterats och skadebilden har noggrant kartlagts och dokumenterats. Även förstörande undersökningsmetoder har använts efter demonteringen.

Detta arbete före demonteringen gjordes för den händelse att något oförutsett skulle inträffa under demonteringen och förstöra intressanta skadebilder.

Ovanstående arbete har utförts genom FFV Materialteknik försorg. Arbetet har bedrivits så att förslag till åtgärder har diskuterats vid möten mellan SHK och FFV Materialteknik varefter verkställighet har skett. I haveriutredningssammanhang ej tidigare provade metoder och utrustningar har använts för delning och undersökning av de återfunna delarna och referensproven. Bland annat användes:

- Röntgentomografi och ultraljudsscanning för att med hjälp av oförstörande metoder påvisa eventuella skador på invändiga och dolda ytor.
- Gnistbearbetningsutrustning för att så exakt som möjligt, och med så liten materialförlust som möjligt, dela materialet.

- Tryckluftskanon för att åstadkomma hög separationshastighet och därmed åtföljande skador.

Arbetsinsatser har också lagts ner på att undersöka ett antal centralanslutningar i tjänst för att bli få en bättre förståelse för funktionssättet vid felaktig hopkoppling. För detta arbete har FFV Aerotech engagerats.

Det totalt nedlagda arbetet har varit mycket resurskrävande. Alla rimligen tänkbara åtgärder har vidtagits för att erhålla ett säkert undersökningsresultat. Viktiga erfarenheter har dessutom erhållits om nya metoder och utrustningar som kan bli värdefulla vid kommande haveriutredningar.

De återfunna delarna av centralanslutningen bestod av:

- Vänsterdel med ingående inre delar såsom kilar och honhylsa (vred, manöverplatta och kulor saknades).
- Högerdel med syrgasslangar och radiotelefoniledning avslitna.
- Tätplugg tillhörande flytvästsidans fäste, avskjuvad och sittande kvar i vänsterdelen.

Centralanslutningen var modifierad med den sk överrörelsen enligt FMV:s ändringsanvisningar. Som referensmaterial har använts motsvarande delar från en havererad JA 37 vid F4/Se NN 1988-03-01 (nedan kallat F4-fallet). Vidare har centralanslutningar från normal tjänst undersökts. Några av dessa har dragits isär från låst läge under kända betingelser, varefter skadebilder har kartlagts.

Undersökningarna på centralanslutningar från normal tjänst gjordes bland annat för att se hur mycket anslutningens vänster- och högerdel måste separera för att ett läckage skall uppstå och G-dräkten därmed inte erhålla något tryck. Vidare fastställdes en gång för alla huruvida radiotelefonibrott uppstår före eller efter det att läckage uppstått. Resultat visade:

- Efter en separation på 1.8 mm från korrekt låst läge erhöles fortfarande nominellt tryck i G-dräkten.
- Efter en ytterligare separation med 0.2 mm till totalt 2.0 mm uppstod ett läckage så att trycket i G-dräkten uteblev helt.
- Radiotelefonin bröts först efter ca 3.5 mm, alltså efter det att läckaget uppstått.

Undersökningarna av de återfunna delarna från det havererade flygplanets centralanslutning visade på ett stort antal deformations-skador och repor. Dessa indikerade att delarna under sönderingsförloppet haft flera lägen relativt varandra och att rörelsesekvensen har varit från-mot-från låst läge.

Fastställande av händelsesekvenserna har krävt omfattande och tidsödande undersökningar.

Följande viktiga konstateranden har gjorts:

- Den aktuella centralanslutningen uppvisade en klart avvikande skadebild jämfört med allt referensmateriel.
- Skador har noterats på den sida av vänsterdelen som är vänd mot manöverplattan på vredets undersida. Dessa skador visar entydigt att centralanslutningens vred har befunnit sig i korrekt låst läge (vit punkt mot vit punkt).
- De primärt funktionella ytorna på kilarna, som låser mot den sk hanhylsan, hade väsentligt mindre plastisk deformation än motsvarande delar på F4-anslutningen och de vid prov isärdragna anslutningarna. Plastisk deformation fanns mycket lokalt medan sådan saknades helt på kilar från normal tjänst.
- Kontaktytan mellan kilar och hanhylsan har varit ca $2 \times 2 \text{ mm}^2$ i aktuellt fall mot ca $2 \times 12 \text{ mm}^2$ i F4-fallet. Isärdragna anslutningar visade stor likhet med F4-fallet i detta avse-

ende. Normal slitagebild på delar från tjänst visade också likartad anliggningsbild.

- De små deformationsskadorna på kilarna från aktuellt fall var symmetriskt belägna på radien mot kilarnas inre halvcirkelbåge. Det faktum att skadorna var symmetriska visade att de uppkommit i ett mycket tidigt skede av söndringsförloppet eller dessförinnan. Beräkningar och praktiska prov visade att motsvarande skadebild kunde erhållas när hanhylsan tvingades förbi kilarna med en kraft av ca 1800 N. Krafterna är således så stora att de inte kan åstadkommas av flygföraren under flygning. Detta visar att skadorna uppkommit under söndringsförloppet.
- Ovanstående små deformationsskador är de tidigast uppkomna. Detta antagande grundas på att kilarna i ett senare skede blivit kraftigt formförändrade p g a kontakt mellan hanhylsa och kilarna när hanhylsan rört sig mot låst läge. Formförändringen är av den storleksordningen att den omöjliggör den beskrivna symmetrin.

Undersökningen visar att centralanslutningen varit korrekt låst vid söndringsförloppets initialskede.

Tänkbara orsaker till skillnaden beträffande kontaktytan kilar-hanhylsa i aktuellt fall och referensfallen kan vara:

- Kontaktytans spridningsbild spänner över områden från $2 \times 2 \text{ mm}^2$ till $2 \times 12 \text{ mm}^2$. Endast 1+6 kilpar har undersökts.
- Retardationskrafter har medfört att kilarna, på grund av sin massa, trycktes upp på kulan. Kulan utgör ett mothåll så länge som anslutningens vred sitter kvar och håller kulan på plats i sitt utrymme. Kraftriktningarna stämmer väl överens med de uppmätta nedslagsvinklarna.

Den lilla kontaktytan i haverifallet påverkar inte slutsatsen att centralanslutningen varit korrekt låst vid nedslaget.

1.15.6 Styrssystem

Återfunna delar från styrsystemet undersöktes och utvärderades på flotttiljverkstaden vid F 17. Bland annat har flygplanets manövercylindrar till vingroder och sidroder sågats upp för att fastställa kolvarnas läge vid nedslaget. Rodervinklarna kunde därefter fastställas. Följande kunde konstateras:

- Flygplanets åtta manövercylindrar för vingrodren visade roderutslag ca 0° på vänster vinge och ca 2° ned på höger vinge.
- Sidrodrets manövercylinder indikerade utslag ca 2.5° vänster. Det är med hänsyn till den höga farten mindre sannolikt att detta stora utslag uppkommit förrän i samband med nedslaget.
- Vänster och höger spakservo i styrsystemet indikerade med viss sannolikhet roderutslag uppåt för vänster vingroder och nedåt för höger vingroder.
- Tippväxeln i styrsystemets tippstyrkanal indikerade fart ca $MO.63$ på flyghöjd 0 km. Värdet betraktas dock som mindre sannolikt p g a dess skadebild.

Av RUF-registreringarna framkom att vingrodervinklarna vid dator-tid TAU 1820 (4-8 sekunder före nedslag) var:

- vänster vinge 1.5° upp
- höger vinge 3.5° upp

Något som indikerade någon felfunktion i styrsystemet förekom inte i registreringarna.

Två datorsimuleringar har gjorts vid SAAB som ytterligare kontroll av styrsystemets funktion. Indata har utgjorts av data från de sista tio sekunderna av RUF-registreringen:

- 1 Rodervinklar i tipp, roll och gir.
- 2 Spakkrafter i tipp och roll, men roderutslag i gir.

Som utdata har valts övriga parametrar för styrsystemet samt parametrar som beskriver flygbanan. Utdata har sedan jämförts med motsvarande RUF-data. Vid denna jämförelse har inte framkommit någon avvikelse som direkt kan tolkas som en felfunktion i styrsystemet. Vid en speciell simulering beräknades belastningen vid nedslaget till ca -1 G. Indata utgjordes bl a av konstaterade rodervinklar och uppskattad fart vid nedslaget.

Genom undersökningarna har inte kunnat visas om flygföraren har trimmat i tipp och/eller roll under flygningens slutskede.

Vid ovanstående undersökningar har dock följande noterats.

En i RUF registrerad ökning av spakraften behöver inte resultera i en ändring av spakläget. Spakraften kan ha uppkommit på ett av följande sätt:

- Spaken hålls stilla under det att trimning i roll/tipp sker.
- Ett vridmoment ansätts på spaken utan att läget ändras.

Ovanstående har påvisats i samband med praktiska prov som utförts i samband med provflygningar vid SAAB.

Sju av styrsystemets tio identiskt lika lägesgivare återfanns. Givarna ger läget på ving- och sidroder, pedaler och spak, samt läget för tippväxel, serietrimdomkraft och rollänk. Om dessa lägesgivare hade varit individuppföljda med monteringsplatskod, hade betydelsefull information om styrsystemets funktion vid nedslaget kunnat utvärderas. I aktuellt fall var flygplanet så sönderdelat att det inte gick att härleda de återfunna lägesgivarna till sina respektive platser i styrsystemet.

Några indikationer på felfunktion i styrsystemet har inte förekommit.

1.15.7 Motorsystem

Gasgeneratoren (GG) och efterbrännkammaren (EBK) var, liksom övriga delar av flygplanet, mycket sönderdelade. Delar av kompressor- och turbinskivor samt delar av rotoraxlarna var de största motordelarna som återfanns.

Identifieringen och granskningen av de bärgade motordelarna har utförts av Volvo Flygmotor AB (VFA), som också har granskat de motorvärden som erhållits från det havererade flygplanets RUF-bandspelare.

SHK:s arbete bedrevs med inriktningen att:

- Försöka fastställa gaspådrag vid nedslaget.
- Med hjälp av de bärgade motordelarna, RUF-registreringarna och VFA samlade erfarenheter av RM8, undersöka om någon störning eller felfunktion förekommit och därmed eliminera tänkbara orsaker såsom luftläckage, turbin/kompressorhaveri, olika typer av bränder, fågelkollision etc.
- Följa upp tidigare felyttringar på motortypen som är, eller har varit, föremål för speciell uppföljning, t ex EBK-pump, yttre brännkammarmantel etc.

Med ledning av kompletterande uppgifter från VFA samt därutöver även utlåtande från Versionskontor JA 37, F 13, har följande konstateranden gjorts:

- Motorn hade vid nedslaget ett gaspådrag motsvarande "max EBK zon 3". Manövercylindrar för EBK utloppsmunstycke, delar i EBK-regulatorn samt RUF-registreringar indikerade detta.
- Inga tecken på felfunktion före nedslag kunde iakttas på de bärgade motordelarna. Inte heller RUF-registreringarna visade på någon onormal driftsituation, dock med en mindre avvikelser som redovisas nedan.

- Skador på roterande delar och/eller tryckinneslutande hus kan inte ha förekommit utan att ha gett RUF-indikationer. Inte heller större fel i reglersystem, bränsletillförsel eller apparatdrivningar.
- Vid genomgång av de vid haveritillfället kända områdena på RM8, som var föremål för speciell uppföljning, framkom inget som skulle ha haft inverkan på motorfunktionen under haveriförloppet.

RUF-registreringarna över motorfunktionerna visade att flygföraren, under de sista 30 sekunderna, gjort två stycken gasavdrag med påföljande pådrag. Avdragen har skett från "max zon 3" ner till området omkring "max zon 1"/"min zon 2". Vid det första avdraget fanns tecken på en tillfällig upphakning i EBK-regulatorns bränsleflöde. Efter ca tre sekunder släppte upphakningen och motorn återgick efter insvängning till normala driftsvärden. Under dessa tre sekunder levererade motorn dragkraft motsvarande minst "max släckt EBK" (MS).

Upphakningen betraktades som ovanlig och någon tänkbar felorsak har inte kunnat anges. Upphakningen har dock varit mycket kortvarig och bedöms inte ha uppmärksammats av flygföraren och inte heller ha inverkat på det efterföljande haveriförloppet.

Partikelseparatorns innehåll analyserades med avseende på eventuell förekomst av fågelrester. Dess uppgift är att fånga upp föroreningar i luften som leds från kompressorn till tätningen av lager 4. Några fågelrester kunde inte konstateras men däremot återfanns sand, silikongummi, glasfiber- och aluminiumbitar. Aluminiumbitarna var av två olika legeringstyper som bl a förekommer i skruvar, muttrar, apparatus m m i RM8.

1.15.8 Markkollisionsvarningssystem (MKV)

MKV-funktionen skall enligt SFI JA 37 varna föraren när risk föreligger för markkollision, främst under IMC (Instrument meteorological conditions), mörker och vid flygfall med dåliga yttre referenser. Vid haveritillfället rådde bästa tänkbara meteo-

rologiska förhållanden. Detta förringar givetvis inte betydelsen av varningsfunktionen.

Vid beräkning av varningshöjd används radarmätt flyghöjd eller flyghöjd relaterad till en datorlagrad terrängprofil. Varning ges genom blinkande MKV-lampa, tonsignaler samt blinkande pilar i siktlinjeindikatorn (SI) och målindikatorn (MI).

Ytterligare beskrivning av systemet finns i SFI FPL JA 37, Del 1, Kap 1, Flick 16. Det kan här anmärkas att denna enligt SHKs mening inte ger flygföraren en fullgod förståelse för varningsfunktionens arbetsområde, begränsningar och förutsättningar. Kapitlet innehåller dessutom ett antal rena sakfel.

I aktuellt haveri erhöles markkollisionsvarning vid datortid TAU 1819 (09.42.13 Fröken Ur). Varning erhöles bedömt 5-9 sekunder före nedslaget. Audiovarningen kunde höras på RUF och UTB ljudkanaler. Även RUF variabel 304 "höjdvarning" fanns registrerad på bandet. Någon variabel 801 "MKV" kunde däremot inte återfinnas. Sista utvärderingsbara RUF-data fanns vid datortid TAU 1820.

Nedanstående RUF-värden är interpoleringar mellan säkra värden och representerar värdena vid MKV-start TAU 1819. Eventuella avvikelser bedöms dock vara försumbara.

- Flyghöjd = 886 m över datorlagrad terrängprofil
987 m över haveriplatsen
1270 m STD
- Fart = 1040 km/t
- Banvinkel = -15° (nos ned)
- Rollvinkel = $+105^{\circ}$ (höger)
- Belastning, NZ var under snabbt avtagande, från $+5.7$ G till $+3.7$ G
- Presentationen i SI var "optisk siktesmod jakt" vilken, jäm-

fört med "navigeringsmod", ger en sämre presentation av flygläget.

Vid genomgång av MKV-systemets funktion tillsammans med experter från SAAB framkom följande:

- I aktuellt flygfall har varning aktiverats med hänsyn till flyghöjd över den datorlagrade terrängprofilen.
- Vid banvinkel -15° och rollvinkel 90° ger manuella beräkningar att aktivering skall ske på 450-550 m höjd över den datorlagrade terrängprofilen. I aktuellt fall har aktivering skett på 886 m höjd på grund av ökande rollvinkel ($> 90^{\circ}$).
- Inget tyder på att MKV-systemet varnat på för låg höjd eller att det inte fungerat på avsett sätt.

För att belysa möjligheterna att undvika kollision med marken när varning erhålls har simulatorflygningar genomförts vid F 16/SeM. Det havererade flygplanets flygbana i slutskedet har eftersträvat. Resultatet visade att en flygförare, förberedd för dessa prov, har goda möjligheter att med stora marginaler undvika kollision med marken. Däremot kan det föras ett resonemang kring en oförberedd flygförares benägenhet att direkt acceptera en MKV-varning om han flyger på goda yttre visuella referenser. Det kan även diskuteras om flygföraren i aktuellt fall varit i stånd att registrera varningen.

1.15.9 Flygbanor

Flygbanorna för de fyra inblandade flygplanen har tagits fram för att möjliggöra en analys av det operativa förloppet. De utgör även ett underlag till den medicinska utredningen. Underlag till flygbanorna har utgjorts av:

- PPI-film från radarstation
- RUF- och UTB-registreringar från rotechefen Q24 och målroten Q47/39

- Registreringar från det havererade flygplanets RUF- och UTB-band

PPI-filmen, framtagen genom FST/Und försorg, visade anflygningen till aktuell luftstrid. Under själva luftstriden blev upplösningen på PPI-filmen så dålig att de enskilda flygbanorna inte kunde urskiljas.

För att återge flygbanorna under luftstriden utnyttjades information från respektive flygplans tröghetsnavigeringssystem, TN-system, som fanns registrerat på RUF-banden.

De två stora problem som då uppstod var att åstadkomma:

- Geografisk synkronisering av de fyra flygplanens lägen.
- Tidssynkronisering mellan de fyra banden.

Geografisk synkronisering var nödvändig därför att respektive TN-system har en viss individuell egendrift. Utan korrigeringar skulle feltoleranserna bli för stora för att kunna göra en seriös analys av flygbanorna.

Varje enskilt flygplans flygbana är i stort sett korrekt återgiven. Vid ensningen av flygbanorna till varandra utnyttjades radarlåsningar och radarföljningar som gjorts mellan de inblandade flygplanen. Dessa radarinformationer fanns också tillgängliga i RUF-registreringarna. Positionsosäkerheten i de slutliga flygbanorna har bedömts till ca 250 m.

Tidssynkronisering mellan banden är nödvändig för att kunna jämföra flygplanens läge vid en viss bestämd tidpunkt. Varje flygplans centraldator har sin egen tidsräkning, s k datortid (TAU), som startar i samband med att flygföraren slår till huvudströmställaren.

Dessutom knappar flygföraren in aktuell tid (timmar och minuter) i centraldatorn under sina förberedelser före flygning. Denna tidsuppgift överensstämmer för det mesta inte med Fröken Ur. Om

flygförarna knappar in Fröken Ur-tid med sekundnoggrannhet eller om de slår till huvudströmställarna exakt samtidigt, blir denna synkronisering inte nödvändig. I rapporten har valts att presentera flygbanorna med tidsuppgifter relaterade till datortid för det havererade flygplanet.

Ovanstående arbeten har utförts av FMV:FlygEL1. Dessa blev omfattande eftersom färdiga datorprogram saknas för dylika synkroniseringar. Det medförde att alla beräkningar fick utföras manuellt. Viktiga erfarenheter har erhållits om olika arbetsmetoder för tids- och geografiska synkroniseringar. Erfarenheter har också erhållits om hur RUF/UTB-system, för nuvarande och kommande bruk, bör modifieras för att underlätta dessa synkroniseringar.

Det färdiga arbetet har bland annat resulterat i:

- Tvådimensionella bilder över respektive rotes flygbanor, inklusive radiotrafiken.
- Tvådimensionella bilder över båda rotarnas flygbanor, i sekvenser om 15 sekunder per bild, inklusive radiotrafiken.
- Tredimensionella bilder över det havererade flygplanet och den "bekämpade" Q39, inklusive radiotrafiken.
- Tredimensionell bild över båda rotarnas flygbanor, inklusive radiotrafiken.
- Relativbilder från respektive flygplan, med övriga flygplan inlagda.
- Relativbilder från det havererade flygplanet med rotechefens, Q39:s och solens lägen inlagda.
- Bilder från det havererade flygplanets flygförarposition.

(Se bild 4-6)

Det har under arbetets gång med flygbanorna inte framkommit nå-

got som kan förklara förloppet som ledde till haveri. Vissa frågor finns dock beträffande faktorer som eventuellt kan ha påverkat flygföraren i det havererade flygplanet:

- Eftersträvade flygföraren ögonkontakt med rotechefen (Q24)?
- Fortsatte flygföraren målspaning mot den redan bekämpade Q39?
- Solens läge i förhållande till Q24 och Q39. Bländningsrisk?
- Eventuella ändvirvelspassager?

1.15.10 G-dräkt

I samband med de bänkprov som gjordes med fullt funktionsduglig centralanslutning studerades frågan om hur en ofullständigt hopkopplad centralanslutning, med läckagerisk som följd, kommer att påverka en inte korrekt anpassad G-dräkt.

Prov gjordes med både korrekt och inte korrekt anpassad G-dräkt. Proven kompletterades dessutom med att fyllnadstiderna för G-dräkten mättes vid syrgaskontroll på marken med funktionsväljaren.

Nedan redovisas de iakttagelser och erfarenheter som gjordes under bänkproven, och som enbart berör G-dräktsfunktionen vid en korrekt låst centralanslutning:

- En löst snörd G-dräkt fördröjer fyllnadstiden till nominellt tryck med ca 1 sek. Orsaken är att en större volym först skall fyllas innan trycket kan byggas upp. Med löst snörd G-dräkt menas definitionsmässigt att en handflata kan pressas ned mellan G-dräkten och flygförarens/dockans lår.
- Gummiblåsorna i en löst snörd G-dräkt kan möjligen, p g a en mindre anliggningsyta, medföra en sämre funktion.
- Ansätter flygföraren sin M1-manöver (krystning) först när

trycket i G-dräkten uppfattats, försämras förarens G-tolerans. Detta sätt att utföra en M1-manöver är inte korrekt, men troligtvis inte ovanligt.

- Kontroll av G-dräktsanpassningen görs inte idag. Med hjälp av en flödesmätare kan fyllnadsvolymen i G-dräkten mätas i samband med täthetskontroll av syrgasmasken. Ett max-värde per G-dräktsstorlek skulle kunna utgöra ett kriterium för godkänd anpassning.
- I SFI FPL JA 37, Del 2, Kap II och SFI/Beskrivning FPL JA 37, Del 1, Kap I, Flik 7 omnämns inga riktvärden på fyllnadstider/fyllnadstryck som skulle kunna hjälpa flygföraren att avgöra om G-dräktsfunktionen är korrekt eller inte. Dessa uppgifter om tider/tryck saknas både för flygning vid belastning mer än 4 G och för syrgaskontroll på marken före flygning. SFI bör kompletteras i dessa avseenden och samtidigt bör det klargöras att kontrollen på marken endast är en täthetskontroll av flygförarens utrustning, syrgasmask och G-dräkt men ingen funktionskontroll av syrgasens G-trycksregulator.

Ovanstående iakttagelser är enligt SHKs mening viktiga och har redovisats i samband med SHK muntliga delrapportering av den tekniska utredningen till bl a FS/Fh och FMV:Flygsäk 1988-10-26 samt till C FlygI 1989-11-09.

1.16 Flygmedicinska aspekter på haveriförloppet

Det flygmedicinska arbetet med utredningen har skett parallellt och i vissa fall integrerat med den tekniska utredningen. När det efterhand stod klart att någon teknisk felfunktion inte kunde påvisas har intresset fokuserats på förarens funktioner.

Av den flygmedicinska dokumentationen om föraren har inget framkommit som tyder på något medicinskt fel. Han har genomgått föreskrivna undersökningar med godkända resultat.

Förarens kroppslängd på ca 190 cm kan ha inverkat menligt på

möjligheten att tåla hög G-belastning eftersom hjärtats förmåga att hålla blodtrycket i hjärnan är proportionellt mot höjden på den blodpelare som utgör avståndet mellan hjärta och hjärna.

Det finns inga tecken på att föraren skulle ha sovit dåligt eller använt alkohol eller mediciner som kunnat inverka på psykisk eller fysisk kondition. Allt tyder också på att han åt en normal frukost före flygningen, varför han borde haft en normal blodsockerhalt.

De omgivningsfaktorer i form av flygväder och ytterluftstemperatur som rådde vid haveriet bedöms ha varit positiva för föraren och inte ha pågått värmestress inverkat till nedsatt G-toleransen.

Veckorna före haveriet hade flygövningarna genomförts på högre höjder utan hög G-belastning. Detta kan ha gett föraren en mindre träning att motstå höga G-belastningar.

Av RUF- och UTB-data (se bild 7) framgår att föraren utsatts för G-belastningar på mellan 4 och 5 respektive 5.4 G vid två tillfällen om vardera ca 15 sekunder under de sista 2 minuterna före haveriet. Dessutom utsattes föraren under de sista 25 sekunderna före haveriet för G-belastning från initialt drygt 1.5 G med en snabb ökning till 5-6 G, mellan vilka värden G-belastningen fortsatt att pendla i ca 17 sekunder. Därefter minskade G-belastningen snabbt från ca 6 sekunder före haveriet. Under samma 25 sek-period hade spakraften stigit från ca 20 N för att under samma 17 sekunder pendla mellan ca 70 och 95 N och därefter snabbt gå ned i riktning mot noll sekunderna före haveriet. Föraren verkar således inte ha aktivt utfört några spakrörelser de sista ca 6 sekunderna före haveriet.

Normala talljud kan höras fram till ca 30 sekunder före haveriet. Stönljud som tecken på förarens krystningsmanöver (manöver för att höja trycket i bröstkorget och därmed höja blodtrycket i hjärnan) kan höras fram till ca 17 sekunder före haveriet. Även normalt och relativt regelbundet andningsljud (ökad frekvens med hänsyn till fysisk och psykisk belastning) kan höras fram till

ca 14 sekunder före haveriet. Efter registreringsbandavbrottet återkommer ett par oregelbundna andetag 13 - 10 sekunder före haveriet följt av upphört andningsljud, som kan tyda på andningsstillestånd. Andningsstilleståndet bryts ca 3 sekunder senare av ett stönande, suckande och snarkande ljud på en knapp sekund. Därefter hörs inget andningsljud före bandavbrotten under de sista sekunderna (se bild 8).

G-inducerad medvetslöshet, G-LOC (Gravitation-induced loss of consciousness), är ett medicinskt fenomen som en flygförare, under vissa betingelser, kan råka ut för under flygning med hög belastning.

Kännetecknande för G-LOC är att:

- Den kan uppstå utan föregående visuella symptom.
- Ofrivilliga kroppsrörelser kan uppstå under uppvaknandet.
- Under uppvaknandefasen är flygföraren begränsat kapabel att kontrollera situationen.
- Minnesförlust från själva händelsen är vanlig.
- Den totala tiden för inkapaciteten (medvetslöshet och uppvaknande) har varit mellan 5-30 sekunder vid amerikanska centrifugprov.

G-LOC som inträffar på lägre höjd kan snabbt leda till katastrofala följder. Har tillgänglig tid medgett att flygföraren vaknat upp ur medvetslösheten och befinner sig i uppvaknandefasen, kan ändå följderna bli desamma.

En genomgång av alla rapporterade incidenter med reducerad G-tolerans, från 1976 fram till haveridatum, visar på fem fall där flygföraren varit inkapaciterad på grund av trolig G-LOC. Dessa fem fall har alla inträffat i fpl 37, varav två i JA 37. Något haveri i Sverige där G-LOC angetts som haveriorsak är inte känt.

För att kunna göra en bedömning om sannolikheten för en G-LOC i detta haveri har SHK genomfört följande:

- Undersökt kvarvarande utredningsmateriel från G-LOC-incidenterna. I AJ/SK/SF/SH37 finns ingen registrering, medan det i JA 37 finns data/audio-registreringar i RUF- och UTB-bandspelarna. I de två JA 37-incidenterna hade dessa bandregistreringar raderats efter utredningens slut, varför mycket viktigt referensmateriel gått förlorat.
- Analyserat audiobanden från det havererade flygplanet med avseende på de ljud som registrerats via mikrofonen i flygförarens syrgasmask, t ex andnings- och M1-ljud.
- Genom SAAB flygsäkerhetskontor låtit amerikansk provflygar-expertis från USAF och industrin ta del av information från aktuellt haveri. Avsikten var att få del av ytterligare experters bedömningar och erfarenheter rörande incidenter/haverier orsakade av G-LOC. Resultatet redovisades i rapport till SHK.
- Framtagning av samtliga inblandade flygplans flygbanor för att möjliggöra en analys av det havererade flygplanets flygförarens intentioner och handlingsätt under de sista 30 sekunderna. Detta med avseende på bland annat flygförarens målspaning och eventuella kroppsvridningar.
- Framtagning av ljudkopior från trolig G-LOC-incident våren 1989 på F 16/Se M.

Risken för att råka ut för en G-inducerad medvetslöshet vid G-belastningar mellan 5 och 6 G kan inte uteslutas. En sammanställning av humancentrifugdata visar att G-inducerad medvetslöshet kan inträffa vid så lågt som 4 G hos en avslappnad, sittande försöksperson utan G-dräkt. Enligt svensk erfarenhet i humancentrifug kan G-inducerad medvetslöshet t o m uppträda vid 3.5 G hos en aktiv militär flygförare som satt upprätt i flygstol avslappnad och utan G-dräkt. Samme förare kunde efter en vilopaus på ca 30 minuter tåla 5.5 G utan problem med krystningsmanövrer.

En vanlig G-dräkt ger endast ett skydd på i medeltal 1.2 - 1.6 G. Om G-dräkten är dåligt anpassad kan naturligtvis G-toleransen försämrats. Gjorda undersökningar tyder på att dålig snörning av G-dräkten kan försena fyllnaden av blåsorna med mellan 1 till 2 sekunder. Denna tid skall läggas till de mer än 4 sekunder som fyllnaden av G-dräktens blåsor normalt tar vid G-belastning på mer än 4 G.

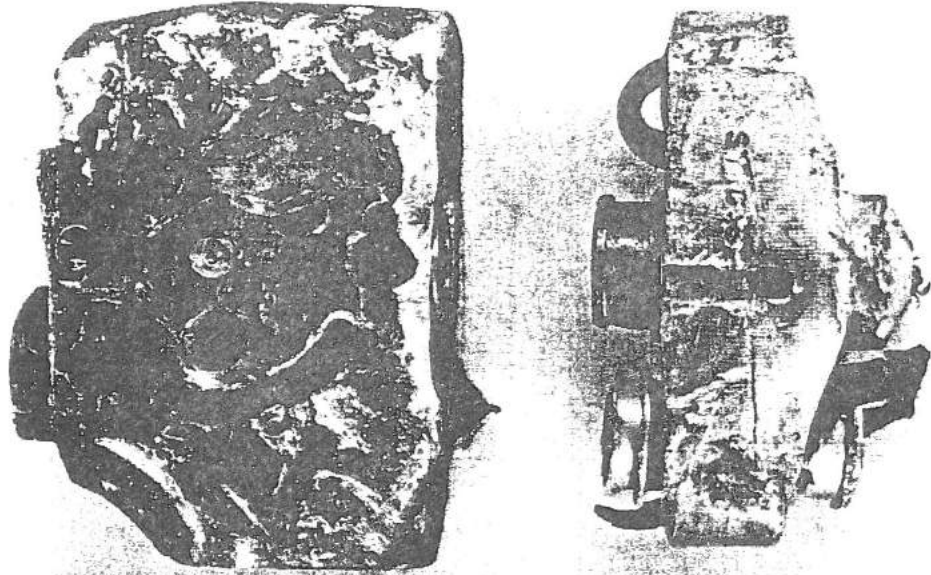
Om en förare inte gör en korrekt krystningsmanöver kan han således i värsta fall råka ut för en G-inducerad medvetslöshet redan vid 5 - 6 G även med en normalt fungerande G-dräkt. En felaktigt utförd krystningsmanöver kan öka risken för G-inducerad medvetslöshet. Möjligheten av en dåligt utförd krystningsmanöver kan ej uteslutas i aktuellt fall, även om inga belägg finns. Om föraren är otränad att motstå G-laster (dålig flygtrim), är trött eller fysiskt utmattad, är varm, har låg blodsockerhalt, är infekterad eller har dålig fysisk kondition av annan orsak, hyperventilerar eller lider av syrebrist, ökar också risken för en G-inducerad medvetslöshet. Endast faktorn dålig flygtrim avseende G-belastning torde dock möjligen ha spelat någon roll i detta fall.

Inte heller sinnevilla med yrsel, spatial desorientering och illusioner kan helt uteslutas, även om sannolikheten inte kan bedömas som stor med tanke på det vackra vädret och den goda sikten. Lika litet kan tryckändringsyrsel beroende på snabbt ökande omgivningstryck från en flyghöjd på 2000 m till marknivå säkert uteslutas. Dock förefaller även detta osannolikt bl a med hänsyn till att höjdminskningen i stort sett sammanfaller med minskningen i spakraft och med hänsyn till den totala avsaknaden av spakrafter under de sista sekunderna före haveriet.

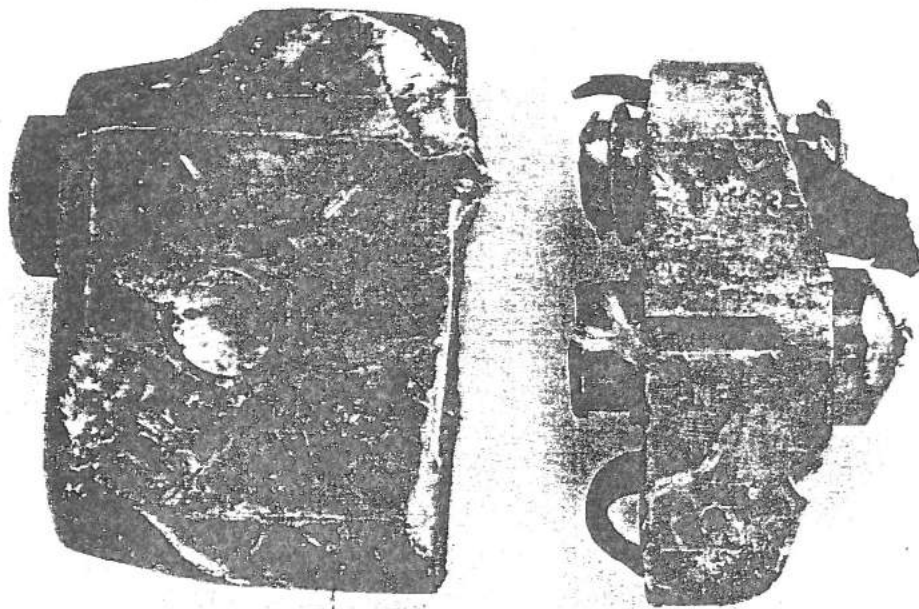
Ytterligare andra medicinska faktorer som orsak till haveriet kan man endast spekulera om. Den rättsmedicinska undersökningen visar inga abnormiteter. ¹



Bild 1. Översikt över nedslagsplatsen och de närmaste omgivningarna med norrpil (=>) och nedslagsriktning (→) inritat.

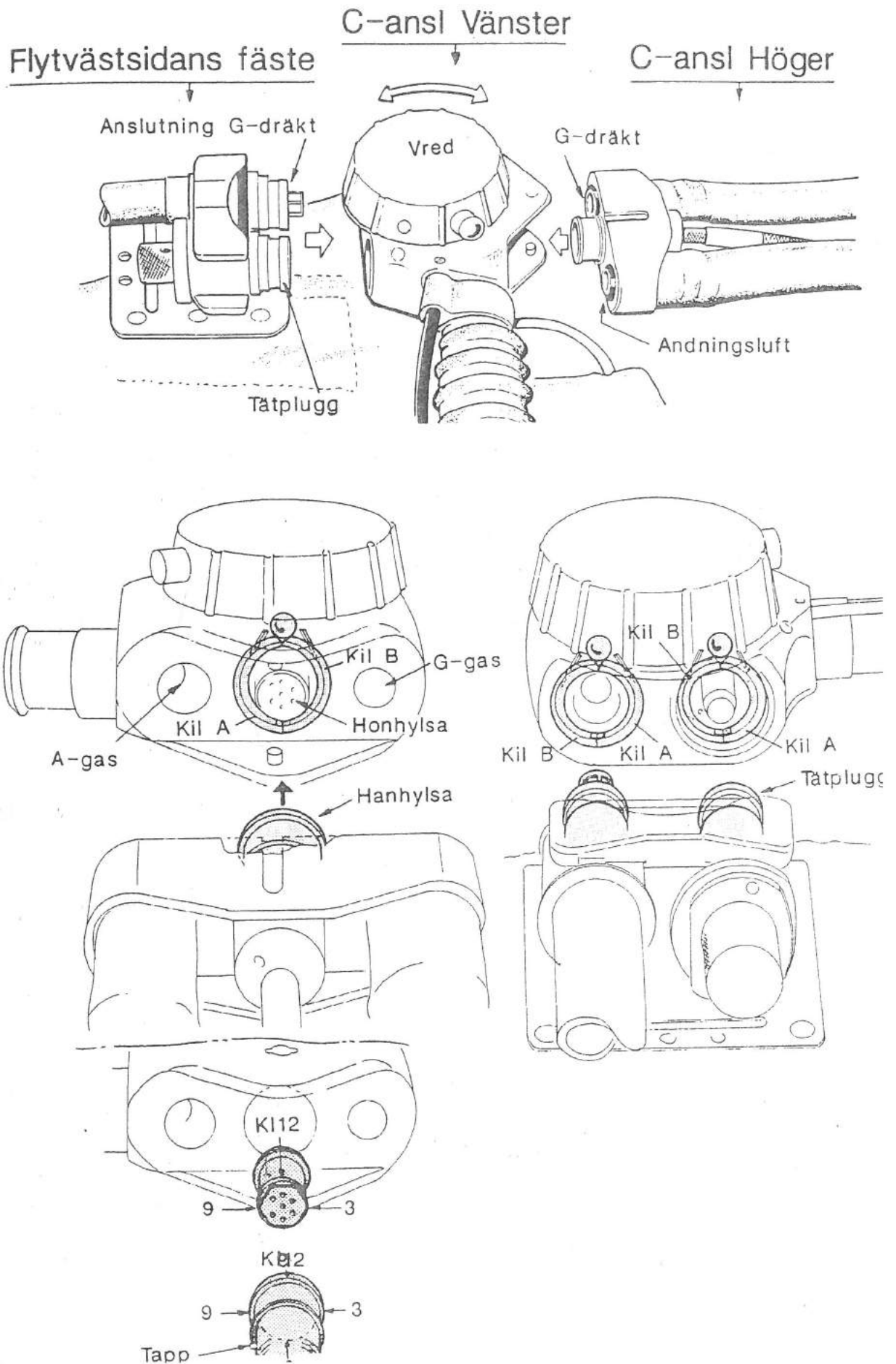


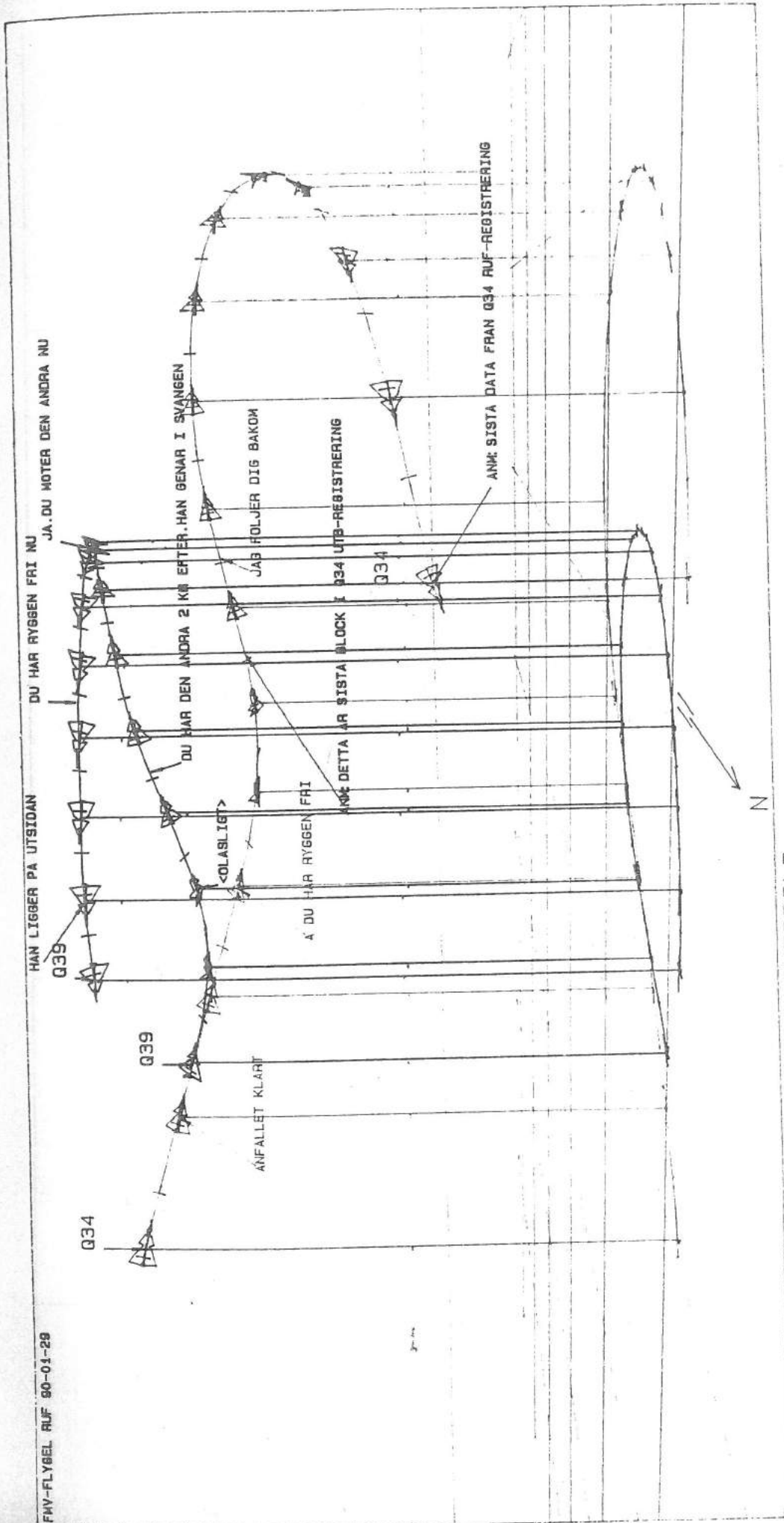
(Neg nr 40835) x1
Centralanslutningens vänster- och högerdel.
Vy från sidan där vredet varit beläget.



(Neg nr 40837) x1
Centralanslutningens vänster- och högerdel.
Vy från insidan.

CENTRALANSLUTNINGENS NAMNGIVNA DELAR



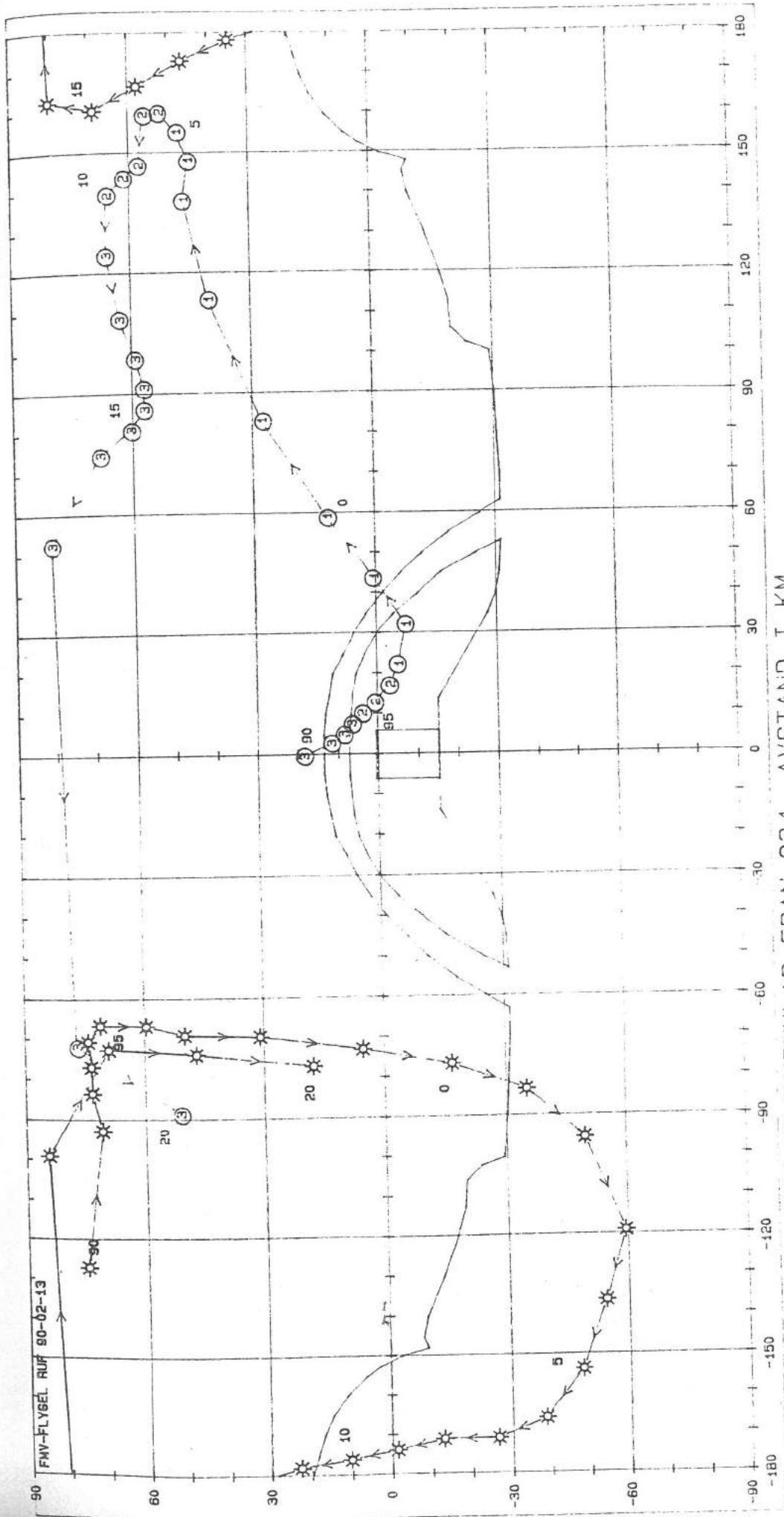


Q34. HAVERI. PERSPEKTIVISK OVERSIKTSBILD.

SKALA FPLSYMB:	10 GBR	STARTTID TAU:	1790 SEK	Q24									
FOKALAVST:	250 MM	SLUTTID TAU:	1820 SEK	Q34	M	.92 NZ	3.7 H	1.2 K	76 T	-22 R	129		
MARKHJD, STD:	283 M	TID MELLAN SYMB:	2 SEK	Q47									
MARK RUTSTORL:	2000 M			Q39	M	.46 NZ	1.9 H	2.4 K	98 T	3 R	59		
SIDVINKEL:	GR												
HÖJDVINKEL:	GR												

FV-FLYGEL RUF 90-01-29

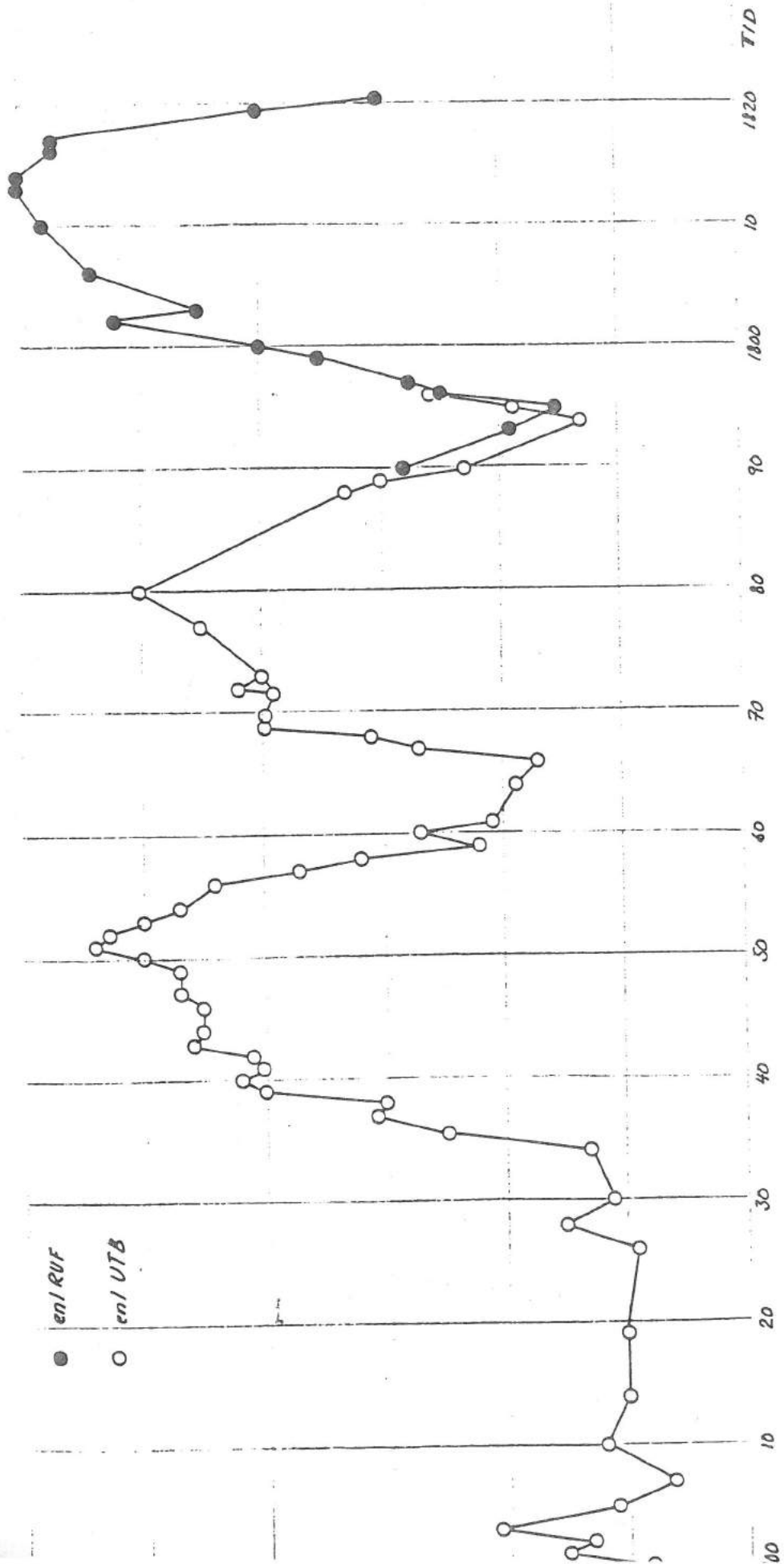
42
Bild 6



Q34. HAVERI. SID- OCH HOJDVINKLAR FRAN Q34. AVSTAND I KM

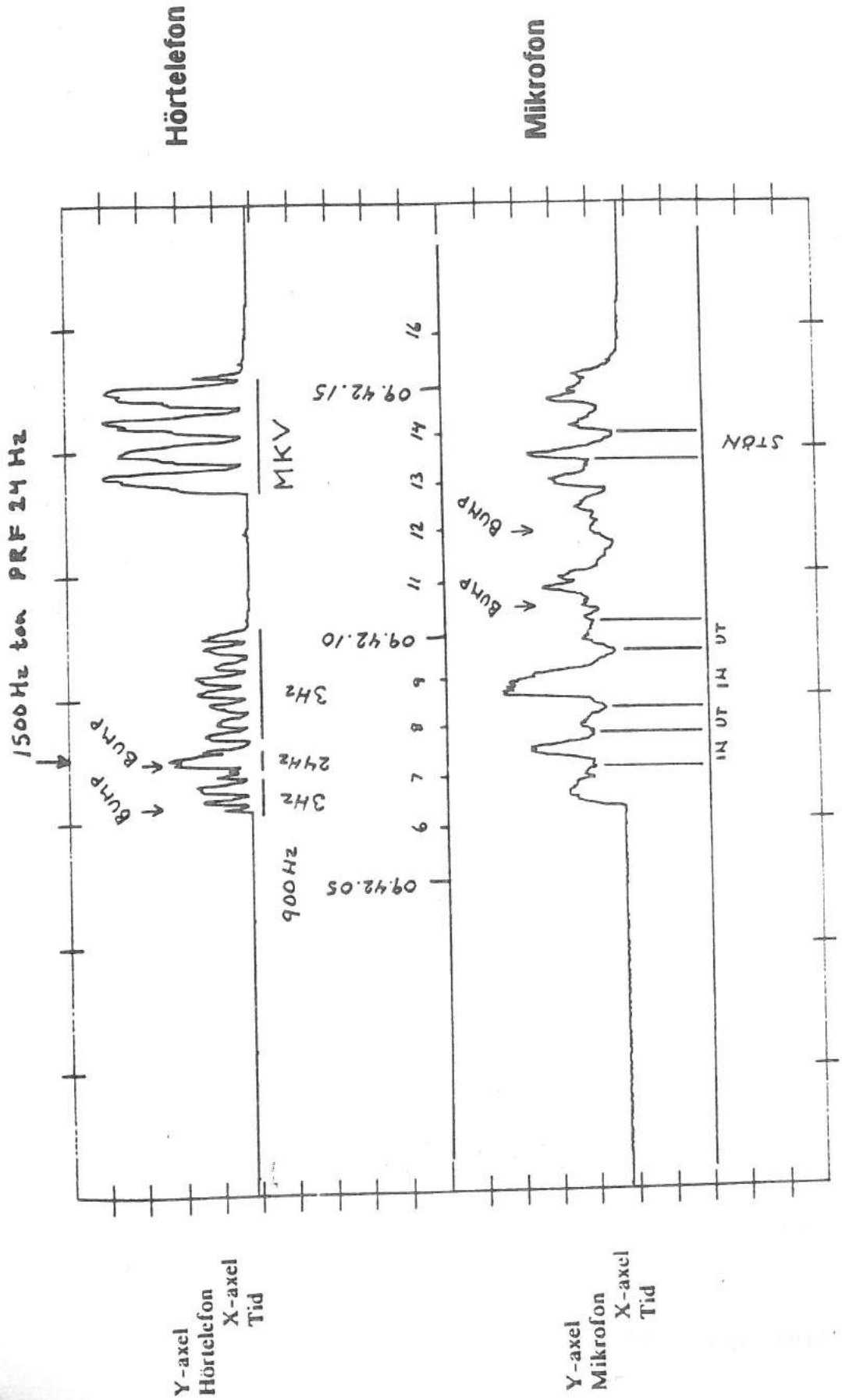
STARTTID: 1790 SEK
SLUTTID: 1820 SEK

Normalacceleration N_z i g från RUF och UTB



Q34 HAVERI. BELASTNING I Z-LED.

Haveristen Q34 UTB-band 3



2 ANALYS

2.1 Föraren

Föraren hade nått goda teoretiska resultat från tidigare utbildning och i utvecklingsomdömet bedömdes han ha goda möjligheter att utvecklas till gruppchef. Han hade visat prov på god offensiv förmåga vid flygning men hade stundtals svårt att koncentrera sig och ibland varit ojämn i flygprestationer. Han var idrottsintresserad, främst duktig utförsåkare, och hade under utbildningen i flygvapnet genomgått skidinstruktörskurs. Under november 1987 deltog han under tre dagar i en av flygvapnet arrangerad kurs för instruktörer i G-träning. Hans kunskap om fysiologin vid höga G-belastningar borde varit bättre än genomsnittligt hos övriga förare.

Det finns inget som tyder på att miljöförhållanden eller levnadsförhållanden föranlett att förarens prestationsförmåga varit nedsatt vid haveriet.

Den medicinska rapporten ger ingen klar indikation på medicinsk inkapacitering. De aktuella flygbanorna, G-belastningen, analys av andningsljuden och spakkrafterna ger dock sammantaget en bild av förhållanden som stämmer väl överens med vad som kan inträffa vid en G-inducerad medvetslöshet.

Andra flygmedicinska/fysiologiska orsaker såsom sinnesvillor, yrsel eller spatial desorientering kan inte helt uteslutas men förefaller mindre sannolika.

Av intresse är att föraren var under grundläggande flygslagsutbildning och genomförde en för honom ny övning. Det var den första på lång tid som utfördes på låg höjd. Ytterluftstemperaturen var låg (-10° C) och föraren flög med hög fart och maximalt motorpådrag i sin sväng. Detta bedöms kännas överraskande för en orutinerad förare eftersom farten vid den höga dragkraften inte retarderar trots den höga belastningen.

Föraren var från de närmast genomförda övningarna på högre höjd

van vid att en brant sväng omedelbart resulterade i fartretardation. Det kan inte uteslutas att hans avsikt med den branta svängen primärt var att reducera farten. Normalt flyger förare av JA 37 med audiovarningarna som indikation på flygläget. Fartmätaren och accelerometern får då en underordnad roll och sannolikt har föraren under sin sväng förväntat sig att efter gränsvärdesvarningarna för hög G-belastning få varning för hög alfa (anfallsvinkel). Då det förväntade inte inträffade kan föraren ha ökat på G-belastningen för att snabba på retardationen utan att ha följt upp indikerade värden på flyginstrumenten.

Det ovan beskrivna kan mycket väl ha resulterat i G-LOC som närmast betingats av att föraren utnyttjat felaktig metodik för att övervaka och förändra flygläget.

2.2 Flygplanet

Flygplanet avlämnades före start till flygföraren utan kvarstående anmärkning. Genomgång av flygplanhandlingar och övrig tillgänglig dokumentation visar att service, tillsyner och övriga åtgärder utförts enligt gällande bestämmelser och indikerar inte något som kunde bidra till att förklara haveriet. Det finns inget som tyder på annat än att flygplanet har varit luftvärdigt vid starten.

Analys av tillgänglig information från RUF- och UTB-band visar inte på någon felfunktion i något flygplanssystem. Alla logiksignaler indikerar fungerande system. Tillgängliga RUF-data finns ner till flyghöjd 864 m över marken, vilket innebär 4-8 sekunder före nedslag. Motor- och styrsystem har varit föremål för speciell granskning. Det analyserade RUF-bandet innehåller så mycket information att det är osannolikt att någon allvarligare felfunktion skulle funnits i något flygplanssystem utan att detta registrerats på RUF-bandet. Flygplanet har fram till och med "RUF-slut" (TAU 1820) med största sannolikhet fungerat utan anmärkning.

Undersökning av bärgade flygplanrester indikerar inte någon felfunktion. Resultatet är grundat på iakttagelser av 76 % av det mycket sönderdelade flygplanet. Det har kontaterats:

- Flygplanet har inte sönderdelats före nedslag.
- Spår efter brand och/eller explosion före nedslag fanns inte.
- Spår efter blixtnedslag fanns inte.
- Flygplanets växelströmsförsörjning har sannolikt fungerat fram till nedslag.
- Flygföraren har inte initierat räddningssystemet.
- Centralanslutningen har varit korrekt låst vid sönderdelningens initialskede.

Ingenting har framkommit som tyder på någon felfunktion i räddningssystemet.

Om handtagen hade påverkats, skulle detta omedelbart ha aktiverat huvupplåsningmekanismen. Systemen för aktivering av räddningssystemet i normalfallet är minst dubblerade och någon tidigare felfunktion i dessa system är inte känd.

2.3 Övningen

Ingenting har framkommit som tyder på att föraren varit oförberedd eller inte rätt förstått målsättningen med övningen. Förarens ovana vid uppträdande på låg höjd under miljöbetingelser, där flygplanet inte är dragkraftsbegränsat, kan dock ha medverkat till att haveriet inträffade.

2.4 Haveriförloppet

Flygbanans sista del (TAU 1800-1820) utgjordes av en lång högersväng på 2000 m höjd med hög fart (>M 0.82) och hög belastning (NZ 5-6 G). Motorpådraget har med två korta undantag varit "max EBK zon3".

Inom ett begränsat tidsintervall (TAU 1817-1819) påbörjades en

markant belastningsminskning samtidigt som rollvinkeln och dykvinkeln ökade. Som ett resultat av detta minskade höjden och farten ökade.

Markkollisionsvarning erhöles vid TAU 1819 ("MKV-start"), d v s en sekund före "RUF-slut".

Under större delen av tidsintervallet TAU 1800-1820 borde flygföraren haft möjlighet att ha ögonkontakt med dels sitt bekämpade mål (Q39) och dels sin rotechef (Q24). Det senare dock med hjälp av stora kropps- och huvudvridningar. Solens position vid denna tidpunkt kan ha irriterat och försvårat målspaning och ögonkontakt.

Föraren synes ha manövrerat flygplanet på ett, med hänsyn till övriga flygplan, naturligt sätt. Manövreringen har dock skett under hög belastning och under trolig målspaning. NZ-förvarning och GVV erhöles upprepade gånger under de sista 20 sekunderna före MKV.

De enda konkreta åtgärder som flygföraren vidtog (spakrörelser ej inräknat) var två korta motoravdrag till "min zon2"/"max zon1", med påföljande pådrag till "max zon3". Det första inträffade vid TAU ca 1794 (4-8 sekunder långt) och det andra vid TAU ca 1810 (2-4 sekunder långt).

Audioinformation fanns hela tiden och flygföraren antydde inget som indikerade någon felfunktion eller annat problem.

Under perioden från TAU 1817-1819 till nedslaget finns det bara en enda iakttagelse som visar på en av flygföraren utförd rörelse. En jämförelse av rodervinklarna vid "RUF-slut" med konstaterade rodervinklar vid nedslaget visar på en markant ändring av spakutslaget:

- Vid "RUF-slut" var spakutslaget höger/bakåt.
- Vid nedslaget var spakutslaget vänster/framåt.

Huruvida detta var en medveten rörelse eller ej kan inte bedömas. Noteras kan dock att flygföraren under tiden fram till "RUF-slut" ej gjort någon radiosändning, ej ens tryckt in sändarknappen, eller sagt något sedan TAU 1799.

Om ett mycket allvarligt tekniskt fel inträffat efter "RUF-slut" förklarar inte detta den markanta förändringen av flygbanan vid TAU 1817-1819. Denna förändring ledde till markkollisionsvarning, MKV, vid TAU 1819 utan synbara åtgärder från flygföraren. Simulatorprov visade att marginalerna för en urgång vid MKV, under liknande betingelser, är stora, speciellt för en flygförare förberedd för dessa prov. Någon indikering på tekniskt fel finns ej. Således är det mycket osannolikt med ett tekniskt fel, efter TAU 1820, som orsak till haveriet.

Om ett mycket allvarligt tekniskt fel inträffat före TAU 1820, är det svårt att finna den sorts felfunktion som ej vore analyserbar på RUF och som kan leda till motsvarande haveriförlopp. En fågelkollision mot frontruta/huv, som skulle satt flygföraren ur funktion, borde ha registrerats på audiokanalerna på RUF/UTB. Någon sådan registrering från smäll eller vindbrus finns ej. Centralanslutningen har befunnits vara i korrekt låst läge vid nedslaget. Det är därför osannolikt med en felfunktion i G-dräktsystemet. Ytterst litet av de bärgade flygplanresterna, inklusive elkablage, var brandskadat. Detta visar att någon brand inte förekommit före nedslaget.

En felfunktion som ej är analyserbar på RUF, och som ej sätter flygföraren ur funktion, borde gjort det möjligt för flygföraren att antingen manövrera sig ur läget, säga något på radion och/eller initiera räddningssystemet. Några sådana åtgärder har inte flygföraren vidtagit. Flygföraren blev dessutom påmind om det kritiska flygläget via MKV, under förutsättning att han var i stånd att notera varningen. Således är det mycket osannolikt med ett tekniskt fel, också före TAU 1820, som orsak till haveriet.

De markanta förändringarna vid TAU 1817-1819 är enligt SHKs bedömning inledningen till det som slutar med haveri.

Om flygföraren vid denna tidpunkt tappat kontrollen på flygläget på grund av strävan att bibehålla ögonkontakt med någon, eller blivit störd av solen, så erhöll han alldeles efteråt markkollisionsvarning. Denna varning har uppenbart inte varit tillräcklig för att förmå honom att vidtaga åtgärder för urgång ur onormalt flygläge eller för initiering av räddningssystemet.

Om en allvarlig medicinsk förändring inträffat hos flygföraren vid TAU 1817-1819, skulle detta mycket väl kunnat lett till ett förlopp som liknade haveriet. Bristande G-tolerans är då en av flera viktiga och tänkbara orsaker till en sådan medicinsk förändring. Dålig G-flygtrim, dålig G-dräktsanpassning, felaktiga och/eller dåliga MI-manövrer, hårt tryck mot halspartiet (t ex från flytvästen), kraftiga kropps- och huvudvridningar, etc, i kombination med hög G-belastning, kan inverka negativt på en flygförarens G-tolerans.

Centralanslutningen har visserligen befunnits vara i korrekt låst läge vid nedslaget, men G-LOC, som är den allvarligaste varianten av bristande G-tolerans, kan ändå ha förekommit.

Ett flertal allvarliga incidenter av G-LOC har inträffat under senare tid i flygvapnet. Inga av dessa har lett till haveri, trots att flygförarna under viss tid inte varit kapabla att påverka förloppet. Någon genomgång av tidigare haveriutredningar, där en bristande G-tolerans eventuellt kunnat vara en bidragande orsak till haveriet, har inte gjorts.

3

UTLÅTANDE

Efter en mycket omfattande undersökning kan SHK konstatera att inget tekniskt fel på flygplanet orsakat haveriet. Undersökningen får också anses visa att förarens flygutrustning fungerat normalt.

Under den sväng som föregick haveriet har flygplanets varningssystem så entydigt förvarnat om det kritiska flygläget att det förefaller uteslutet att föraren, om han varit vid medvetande,

skulle ha undgått att höra eller missförstått varningarna. SHK anser därför i hög grad sannolikt att föraren, trots fungerande G-dräkt, råkat ut för en G-inducerad medvetlöshet. Det kan dock inte helt uteslutas att annan akut medicinsk orsak har inverkat på haveriet.

4 VIDTAGNA ÅTGÄRDER

SHK har, efter hand som undersökningen fortskridit, genom kontakter med FMV och flygstaben initierat åtgärder som påkallats av undersökningsresultaten. CFV har i skrivelse 1988-11-29 behandlat problemet med centralanslutningen och flygning med hög G-belastning.

FMV:s sakbyråer har aktivt deltagit i framtagningen av utredningens resultat varför dessa underhand spridits och omhändertagits för åtgärder.

5 REKOMMENDATIONER

5.1 SHK:s arbete med denna utredning skulle avsevärt ha underlättats om flygplanet varit utrustat med kraschskyddat minne. SHK rekommenderar införande av ett sådant minne. Alternativt bör ett acceptabelt kraschskydd för UTB och RUF-band övervägas (jfr SHK-rapporter 1/85, 2/85, 9/86 och 4/88).

5.2 Ett referensbibliotek med samlad information från registreringar bör upprättas centralt. CFV bör låta studera metoder och rutiner för mediaräddning av RUF/UTB-band samt metoder och rutiner för dataräddning, analys och presentation av sådan information.

5.3 Presentationen av markkollisionsvarning (MKV) i siktlinjesindikatorn (SI) bör ändras så att bästa möjliga flyglägesinformation presenteras, t ex navigeringsmod. Detta för att möjliggöra en så säker och snabb urgång som möjligt ur ett kritiskt flygläge.

5.4 En översyn och omarbetning av förarinstruktionen (SFI) bör göras av avsnittet markkollisionsvarning, syrgaskontroll, samt vad avser handhavande och tillpassning av G-dräkt.

5.5 Låsfunktionen vad avser kontaktytan mellan låskilar och hanhylsa bör följas upp med en bredare studie. Resultatet av mätningarna bör ligga till grund för bedömningar och åtgärder.

5.6 CFV bör i utbildningsanvisningarna införa krav på kontinuitet i flygövningar med manövrerande strid och stridsmässig avancerad flygning.

5.7 Kunskap om nya arbetsmetoder och problemlösningar som tillämpats i denna undersökning bör delges personal som arbetar med tekniska haveriutredningar.



Hans Gullberg



Rune Lundin