



Slutrapport RL 2017:01

Tillbud vid Vilhelmina flygplats den 5 februari 2016 med flygplanet SE-LJM av modellen SAAB 340A, opererat av Nextjet AB.

Diariernr L-11/16

2017-01-20

SHK utreder olyckor och tillbud från säkerhetssynpunkt: Syftet med utredningarna är att liknande händelser ska undvikas i framtiden. SHK:s utredningar syftar däremot inte till att fördela skuld eller ansvar, vare sig straffrättsligt, civilrättsligt eller förvaltningsrättsligt.

Rapporten finns även på SHK:s webbplats: www.havkom.se

ISSN 1400-5719

Illustrationer i SHK:s rapporter skyddas av upphovsrätt. I den mån inte annat anges är SHK upphovsrättsinnehavare.

Med undantag för SHK:s logotyp, samt figurer, bilder eller kartor till vilka någon annan än SHK äger upphovsrätten, tillhandahålls rapporten under licensen Creative Commons Erkännande 2.5 Sverige. Det innebär att den får kopieras, spridas och bearbetas under förutsättning att det anges att SHK är upphovsrättsinnehavare. Det kan t.ex. ske genom att vid användning av materialet ange ”Källa: Statens haverikommission”.



I den mån det i anslutning till figurer, bilder, kartor eller annat material i rapporten anges att någon annan är upphovsrättsinnehavare, krävs dennes tillstånd för återanvändning av materialet.

Omslagets bild tre - Foto: Anders Sjödén/Försvarsmakten.

Innehåll

Allmänna utgångspunkter och avgränsningar	5
Utredningen.....	5
SAMMANFATTNING	8
SUMMARY IN ENGLISH	9
1. FAKTAREDOVISNING	10
1.1 Redogörelse för händelseförloppet	10
1.1.1 Förutsättningar.....	10
1.1.2 Händelseförlopp	10
1.2 Personskador.....	11
1.3 Skador på luftfartyget	11
1.4 Andra skador.....	11
1.4.1 Miljöpåverkan.....	11
1.5 Besättningen.....	11
1.5.1 Piloternas tjänstgöring	11
1.5.2 Övrig berörd personal.....	12
1.6 Luftfartyget	12
1.6.1 Höjdrodersystem.....	13
1.6.2 Höjdrimsystem	14
1.6.3 Ändring av tippvinkelmoment p.g.a. klaffutfällning	16
1.6.4 Autopilotssystem.....	17
1.6.5 Nödchecklistor.....	18
1.7 Meteorologisk information	20
1.8 Navigationshjälpmedel	20
1.9 Radiokommunikationer.....	20
1.10 Flygfältsdata.....	20
1.11 Färd- och ljudregistratorer	20
1.11.1 Färdregistratorer (FDR).....	20
1.11.2 Ljudregistrator (CVR)	21
1.12 Plats för händelsen och luftfartyget efter händelsen	21
1.12.1 Platsen för händelsen	21
1.12.2 Luftfartyget efter händelsen.....	21
1.13 Medicinsk information.....	21
1.14 Brand.....	21
1.15 Överlevnadsaspekter.....	21
1.15.1 Räddningsinsatsen	21
1.16 Särskilda prov och undersökningar	22
1.16.1 Komponentundersökningar	22
1.16.2 Simulatorprov	23
1.17 Luftvärdighetsorganisation och underhåll	24
1.18 Övrigt.....	24
1.18.1 Underhållsåtgärder före och efter tillbudet.....	24
1.18.2 Förbättringar av höjdrimsystemet.....	25
1.18.3 Liknande händelser.....	25
1.19 Särskilda utredningsmetoder.....	25
2. ANALYS	26
2.1 Tillbudet ur flygoperativ synvinkel	26
2.2 Tekniska felfunktioner	27
2.3 Underhållsåtgärder fram till tillbudet.....	27

3.	UTLÅTANDE.....	28
3.1	Utredningsresultat.....	28
3.2	Orsaker till tillbudet.....	28
4.	SÄKERHETSREKOMMENDATIONER	28

Allmänna utgångspunkter och avgränsningar

Statens haverikommission (SHK) är en statlig myndighet som har till uppgift att utreda olyckor och tillbud till olyckor i syfte att förbättra säkerheten. SHK:s utredningar syftar till att så långt som möjligt klarlägga såväl händelseförlopp och orsak till händelsen som skador och effekter i övrigt. En utredning ska ge underlag för beslut som har som mål att förebygga att en liknande händelse inträffar i framtiden eller att begränsa effekten av en sådan händelse. Samtidigt ska utredningen ge underlag för en bedömning av de insatser som samhällets räddningstjänst har gjort i samband med händelsen och, om det finns skäl för det, för förbättringar av räddningstjänsten.

SHK:s utredningar syftar till att ge svar på tre frågor: *Vad hände? Varför hände det? Hur undviks att en liknande händelse inträffar?*

SHK har inga tillsynsuppgifter och har heller inte någon uppgift när det gäller att fördela skuld eller ansvar eller rörande frågor om skadestånd. Det medför att ansvars- och skuldfrågorna varken undersöks eller beskrivs i samband med en utredning. Frågor om skuld, ansvar och skadestånd handläggs inom rättsväsendet eller av t.ex. försäkringsbolag.

I SHK:s uppdrag ingår inte heller att vid sidan av den del av utredningen som behandlar räddningsinsatsen undersöka hur personer förda till sjukhus blivit behandlade där. Inte heller utreds samhällets aktiviteter i form av socialt omhändertagande eller krishantering efter händelsen.

Utredningar av luftfartshändelser regleras i huvudsak av förordningen (EU) nr 996/2010 om utredning och förebyggande av olyckor och tillbud inom civil luftfart och lagen (1990:712) om undersökning av olyckor. Utredningarna genomförs i enlighet med Chicagokonventionens Annex 13.

Utredningen

SHK underrättades den 6 februari 2016 om att ett allvarligt tillbud med ett flygplan med registreringsbeteckningen SE-LJM, SAAB 340 inträffat vid inflygning mot Vilhelmina flygplats, Västerbottens län, den 5 februari klockan 22.00.

Tillbudet har utretts av SHK som företräts av Helene Arango Magnusson, ordförande, Christer Jeleborg, utredningsledare, och Sakari Havbrandt, flygoperativ utredare.

Som ackrediterad representant för USA har John Lovell från National Transportation Safety Board (NTSB) deltagit.

Som rådgivare för Transportstyrelsen har Olle Larsson och Magnus Eneqvist deltagit. Som rådgivare för Europeiska byrån för luftfartsäkerhet (EASA) har Dr Matthew Hilscher deltagit.

Som rådgivare för SAAB AB har Jan-Eric Andersson deltagit.

Följande organisationer har notifierats: Internationella civila luftfartsorganisationen (ICAO), Europeiska byrån för luftfartsäkerhet (EASA), EU-kommissionen, National Transportation Safety Board (NTSB), USA, Air Accidents Investigation Branch (AAIB), Storbritannien och Transportstyrelsen.

Utredningsmaterialet

Intervjuer har genomförts med befälhavaren och biträdande piloten.

Färdregistratorns (FDR) information har lästs ut och analyserats.

Omfattande undersökningar av komponenter som ingår i höjdrimsystemen har utförts.

Slutrapport RL 2017:01

Luftfartyg:	
Registrering, typ	SE-LJM, SAAB 340
Modell	SF 340A
Klass, luftvärdighet	Normal, luftvärdighetsbevis och gällande granskningsbevis (ARC ¹)
Serienummer	112
Operatör	Nextjet AB
Tidpunkt för händelsen	2016-02-05, klockan 22.00 under mörker Anmärkning: all tidsangivelse avser svensk normaltid (UTC ² + 1 timme)
Plats	Vid Vilhelmina flygplats, Västerbotten.
Typ av flygning	Kommersiell lufttransport
Väder (Skellefteå)	Enligt Metar: vind 260°/4 knop, sikt >10 km, inga moln under 5 000 fot, temperatur/daggpunkt -15/-16 °C, QNH ³ 1008 hPa
Antal ombord:	34
Besättning inklusive kabin	3
Passagerare	31
Personskador	Inga
Skador på luftfartyget	Inga
Andra skador	Inga
Befälhavaren:	
Ålder, certifikat	34 år, ATPL ⁴
Total flygtid	3 146 timmar, varav 2 884 timmar på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	80 timmar, allt på typen
Antal landningar senaste 90 dagarna	84
Biträdande piloten:	
Ålder, certifikat	31 år, CPL ⁵
Total flygtid	4 000 timmar, varav 1 700 timmar på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	86 timmar, allt på typen
Antal landningar senaste 90 dagarna	113

¹ ARC (Airworthiness Review Certificate) - granskningsbevis avseende luftvärdighet.

² UTC (Coordinated Universal Time) - referens för angivelse av tid världen över.

³ QNH anger det atmosfäriska trycket vid havsytans medelnivå.

⁴ ATPL (Airline Transport Pilot License) - trafikflygarcertifikat med befälhavarbehörighet för stora luftfartyg.

⁵ CPL (Commercial Pilot License) - trafikflygarcertifikat.

SAMMANFATTNING

Händelsen inträffade på en flygning mellan Arlanda och Vilhelmina den 5 februari 2016. Under första delen av inflygningen mot Vilhelmina, observerade besättningen en varning för fel i höjdrimsystemet. Besättningen beslutade att koppla ur autopiloten vilket resulterade i en abrupt nos-ned-rörelse. Inflygningen avbröts eftersom det krävdes en relativt stor kraft för att styra flygplanet i tippel. Ett väntläge påbörjades för att där lösa problemet. Detta lyckades inte och dessutom var väderförhållandena under tillåtna värden för inflygning och landning varför besättningen beslutade att i stället flyga till Umeå flygplats. Destinationen kom därefter att ändras till Skellefteå flygplats.

Även vid inflygningen mot Skellefteå var trimfunktionen fast i nos-ned-läge när autopiloten kopplades ur. Besättningen beslutade att landa med klaffarna infällda för att inte förändra balansen i tippel. Med relativt stor kraft höll en av piloterna upp nosen under inflygningen medan den andra piloten var redo att hjälpa till vid behov. En normal landning kunde dock utföras.

En simulering av händelsen i en flygsimulator där styrkrafterna överensstämmer med verkliga krafter visar att styrkrafterna var höga, men hanterbara. Denna slutsats bekräftas av det faktum att den biträdande piloten inte behövde ta hjälp av befälhavaren för att hantera höjdroderkrafterna. Simuleringen visar också att det hade varit betydligt enklare att landa med utfälld klaff än med infälld klaff.

Det kan dock konstateras att nödchecklistorna i detta fall inte gav piloterna någon vägledning för hur flygplanet skulle konfigureras inför landning. Någon specifik checklista för det fall att båda trimsystemen slutar att fungera fanns inte. En sådan checklista skulle naturligtvis kunna vara till hjälp för att planera en så säker landning som möjligt. Utredningen visar dock att det är ytterst ovanligt att både det ordinarie trimsystemet och standby-systemet helt upphör att fungera. Mot den bakgrunden och då det handlar om ett fel som går att hantera och inte kan anses tillräckligt allvarligt ur säkerhetssynpunkt avstår haverikommissionen från att lämna någon säkerhetsrekommendation angående detta.

Orsakerna till det felande höjdrimsystemet har inte med säkerhet kunnat fastställas. Det har dock fastlagts att skadorna på ett relä har varit en bidragande orsak. Sannolikt har även bristande tillförlitlighet hos trimdomkrafterna varit en bidragande faktor.

Säkerhetsrekommendationer

Inga.

SUMMARY IN ENGLISH

The incident occurred on a flight between Arlanda and Vilhelmina on the 5th February 2016. During the first part of the approach towards Vilhelmina, the crew observed a caution for pitch trim system. The crew decided to disengage the autopilot, which resulted in an abrupt nose-down motion. The approach was abandoned due to the relatively large force necessary to control the aircraft in pitch. A holding pattern was entered with the purpose of trying to solve the problem. This was not possible and the weather minima were below the required for approach and landing, hence the crew decided to divert to Umeå airport. The destination was later changed to Skellefteå airport.

Also on the approach for Skellefteå both pitch trim systems were stuck in the nose-down position when the autopilot was disengaged, hence indicating that the systems were inoperative. The crew decided to land with flaps retracted so as not to alter the balance of lift. With effort one of the pilots held the nose up on the approach while the other pilot was ready to help if necessary. However a normal landing was carried out.

A verification of the event was made in a calibrated full flight simulator which showed that the steering forces were high but manageable. This conclusion is also confirmed by the fact that the co-pilot did not have to take help of the commander to manage column forces. The simulation also showed that it would have been much easier to land with extended flaps instead of retracted.

However, it is noticed that neither the abnormal nor the emergency checklists gave the pilots any guidance for how the aircraft should be configured for landing in this situation. A specific checklist for the situation where both pitch trim systems are inoperative was not available in the type certificate holder's operative manuals. Such a checklist could of course be helpful for the planning of a safe landing. Given that it is extremely rare that both the normal trim system and the standby system becomes inoperative, and since it is considered to be a problem that can be managed and therefore not to be considered as serious enough from a safety point of view, the Commission refrains from issuing a safety recommendation.

The cause of the erroneous pitch trim systems has not been established with certainty. However, it has been established that the wear damages on a relay has been a contributing factor. The low reliability of the trim actuators has probably also been a contributing factor.

Safety recommendations

None.

1. FAKTAREDOVISNING

1.1 Redogörelse för händelseförloppet

1.1.1 Förutsättningar

Flygningen, med flygnummer 2N 774, startade från Arlanda den 5 februari 2016, ca kl. 20.30. Första landningen var planerad till Vilhelmina och flygningen skulle därefter fortsätta till Hemavan. Flygplanet hade tankats med cirka 930 kg Jet A1 bränsle och hade totalt 1 500 kg bränsle ombord. Startmassan var strax under den maximalt tillåtna med tre personer i besättningen och 31 passagerare. Avisning utfördes med typ 1 avisningsvätska. Ingen begränsande teknisk brist fanns registrerad innan flygningen.

1.1.2 Händelseförlopp

Flygningen förlöpte normalt fram till inflygningen mot Vilhelmina. Under första delen av inflygningen, observerade besättningen en varning för fel i den automatiska höjdtrimfunktionen, EL, i EADI⁶. Besättningen beslutade att koppla ur autopiloten vilket resulterade i en abrupt nos ned-rörelse. Besättningen har uppgivit att de, såvitt de kommer ihåg, i det här läget observerade att de båda trimindikatorerna för höjdrodret var i läget 1,5 nos-ned, vilket motsvarar 3 graders trimrodervinkel. Besättningen försökte, utan framgång, med både det ordinarie systemet och standby-systemet att påverka höjdrodertrimmen.

Inflygningen avbröts eftersom det krävdes en relativt stor kraft bakåt på styrkolumnen från besättningens sida för att styra flygplanet i tipped. På grund av vädersituationen och den relativt korta landningsbanan i Vilhelmina beslutade besättningen att i stället flyga till Umeå flygplats. Efter önskemål från trafikledningen i Umeå kom destinationen därefter att ändras till Skellefteå flygplats. Vid detta läge hade trimfunktionen återkommit och autopiloten kopplats in igen.

Flygningen till Skellefteå genomfördes på FL⁷ 100. Vid påbörjad plané kopplades autopiloten ur manuellt. Även denna gång var trimfunktionen fast i läget 1,5 nos ned. Besättningen hittade inte någon specifik checklista för denna situation. De enda checklistor som fanns rörande höjdrodersystem behandlade ”Pitch trim light on” samt ”Elevator jammed” vilka inte beskrev den faktiska situationen. Mot den bakgrunden samt osäkerheten om hur ett omdrag skulle påverka balansen i tipped beslutade de att landa med klaffarna infällda. Med relativt stor kraft höll en av piloterna upp nosen under inflygningen medan den andra var redo att hjälpa till vid behov. En normal landning utfördes och besättningen taxade flygplanet till uppställningsplatsen.

⁶ EADI - (Electronic Attitude Direction Indicator) - Visar huvudsakligen flygplanets aktuella roll- och tippvinklar.

⁷ FL – (Flight Level)- Flygnivå anger ett flygplans tryckhöjd i förhållande till ett specifikt referenstryck.

1.2 Personskador

Inga.

1.3 Skador på luftfartyget

Inga.

1.4 Andra skador

Inga.

1.4.1 Miljöpåverkan

Ingen.

1.5 Besättningen*Befälhavaren*

Befälhavaren, 34 år, hade ATPL med gällande operativ och medicinsk behörighet. Vid tillfället var befälhavaren PM⁸.

Flygtid (timmar)				
	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	4	10	80	3 146
Aktuell typ	4	10	80	2 884

Antal landningar på aktuell typ senaste 90 dagarna: 84.

Inflygning på typen gjordes 2008.

Senaste PC⁹ genomfördes den 25 juni 2015.

Biträdande piloten

Biträdande piloten, 31 år, hade CPL med gällande operativ och medicinsk behörighet. Vid tillfället var biträdande piloten PF¹⁰.

Flygtid (timmar)				
	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	6	6	86	4 000
Aktuell typ	6	6	86	1 700

Antal landningar på aktuell typ senaste 90 dagarna: 113.

Inflygning på typen gjordes 2012.

Senaste PC genomfördes den 7 september 2015.

1.5.1 Piloternas tjänstgöring

För befälhavaren var detta första arbetsdagen efter en ledighet och han hade påbörjat tjänstgöringen kl. 13.55.

⁸ PM (Pilot Monitoring) – pilot som assisterar PF.

⁹ PC (Proficiency Check) - kontroll av flygkompetens.

¹⁰ PF (Pilot Flying) – pilot som manövrerar luftfartyget.

Den biträdande piloten hade varit i beredskap under de två föregående dagarna och hade påbörjat dagens tjänstgöring kl. 12.55.

1.5.2 Övrig berörd personal

Inte aktuellt.

1.6 Luftfartyget



Photo Copyright © Jan Seba

PLANESPOTTERS.NET

Figur 1. SE-LJM. Foto: Jan Seba.

SAAB SF340A blev ursprungligen certifierad i Sverige den 30 maj 1984. Det är ett tvåmotorigt turbopropflygplan av transportkategori. Flygplanet är certifierat för upp till 37 passagerare. Kabinen är trycksatt och av cirkulärt tvärsnitt, vingarna är lågt monterade. Maximal operativ flyghöjd är 25 000 fot. Hydraulsystemet betjänar landställen, hjulbromsarna, noshjulsstyrningen och klaffarna. Rodersystemen har en mekanisk konstruktion.

Typcertifikatinnehavare	SAAB AB Aeronautics
Modell	SF340A
Serienummer	112
Tillverkningsår	1987
Flygmassa, kg	Max tillåten start-/landningsmassa 12 700/12 340, aktuell 12 690/11 660
Masscentrumläge	Inom tillåtna gränser.
Total gångtid, timmar	36 507
Gångtid efter senaste periodiska tillsyn, timmar	24
Antal cykler	42 083
Typ av bränsle som tankats före händelsen	Jet A1

Kvarstående anmärkningar.

Inga kvarstående anmärkningar med inverkan på denna händelse.

Luftfartyget hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis (ARC).

Luftvärdighetskrav

SAAB SF 340A certifierades enligt kraven i JAR¹¹ 25 revision 7 och, i mindre utsträckning, revision 8. Kraven i FAR¹² 25 revision 25-1 till 25-51 beaktades vid certifieringen.

Kommissionens förordning (EU) 1321/2014 Bilaga I, Del M avdelning D, M.A. 403 Fel på luftfartyg anger bl.a. att: ”Enbart behörig certifierande personal enligt bilaga II kan besluta huruvida ett fel på ett luftfartyg utgör en allvarlig fara för flygsäkerheten och mot denna bakgrund besluta om när en korrigeringsåtgärd bör vidtas och i så fall vilken innan ytterligare flygningar genomförs och vilka åtgärder som kan senareläggas. Detta är dock inte tillämpligt om minimiutrustningslista används av piloten eller av behörig certifierande personal.”

Enligt flygbolagets minimiutrustningslista (MEL¹³) får en flygning påbörjas endast då två oberoende fungerande höjdrimfunktioner finns tillgängliga.

1.6.1 Höjdrodersystem

Höjdrodersystemet används för att styra flygplanet i tipped. Därigenom kan piloterna hålla önskad fart genom luften eller önskad vertikalhastighet. Då vertikalhastigheten är noll håller flygplanet konstant höjd.

Höjdrodersystemet är mekaniskt manövrerat. Det innebär att styrutslag från styrkolumnerna överförs med linor till respektive roder.

Höjdroderhalvorna påverkas av respektive styrkolumn i cockpit genom ett system av individuella bryttrissor och linor. Autopilotens höjdstyrervo är ansluten till det vänstra systemet. Höjdroderhalvorna är mekaniskt anslutna till varandra genom en lastkännande mekanism. Om någon av sidorna skulle kärva frikopplas mekanismen, antingen genom frikopplingshandtaget eller genom att en av piloterna anlägger en större kraft på höjdroderspaken. Efter frikoppling manövreras halvorna av respektive styrkolumn.

¹¹ JAR (Joint Aviation Requirements) – Gemensamma krav för luftfarten (som är ersatta av EU-krav).

¹² FAR (Federal Aviation Requirements) – Krav för luftfarten inom USA.

¹³ MEL (Minimum Equipment List) - En förteckning av system och delsystem som får vara tidsbegränsat obrukbara med bibehållen flygsäkerhetsnivå.

1.6.2 Höjdrimsystem

Allmänt

Trimning är den procedur genom vilken piloten kan finjustera lyftkraftcentrum för att uppnå balans med aktuellt masscentrum och därmed minska krafterna i styrkolumnen. Vid trimningen strävar man efter att krafterna i styrreglagen ska bli så små som möjligt. Under flygning varierar lyftkraften i storlek och angreppspunkt och för varje situation får piloten söka ett läge på trimrodret som ger flygplanet balans.

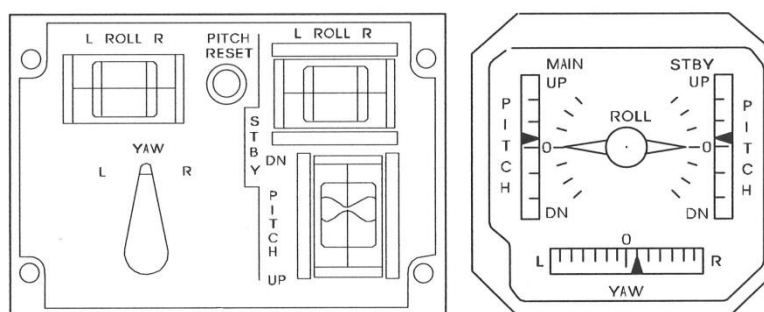
Höjdrimsystemet i SAAB 340

De schematiska skisserna i figur 3 och 4 beskriver något förenklat huvudkomponenterna i höjdrimsystemet och deras funktion.

Höjdrimsystemet består av två elektriskt manövrerade trimdomkrafter. Dessa domkrafter påverkar var sitt trimrodret genom stötstänger. Trimrodrets läge påverkar höjdrodret så att flygplanets lyftkraft kan balanseras i förhållande till aktuellt masscentrum (CM¹⁴). Trimrodrets läge förändras inte i förhållande till höjdrodret när höjdrodret manövreras. Trimning av höjdrodret kan utföras på fyra olika sätt:

- 1) Genom trimreglage på befälhavarens styrkolumn.
- 2) Genom trimreglage på biträdande pilotens styrkolumn.
- 3) Genom standby-trimreglaget på piedestalen.
- 4) Automatiskt då autopiloten är inkopplad.

På höger sida av den centrala instrumentpanelen finns en trimindikator för båda höjdrimrodren och även för gir- och rolltrim (se figur 2).



Figur 2. Trimpanel och trimindikator.

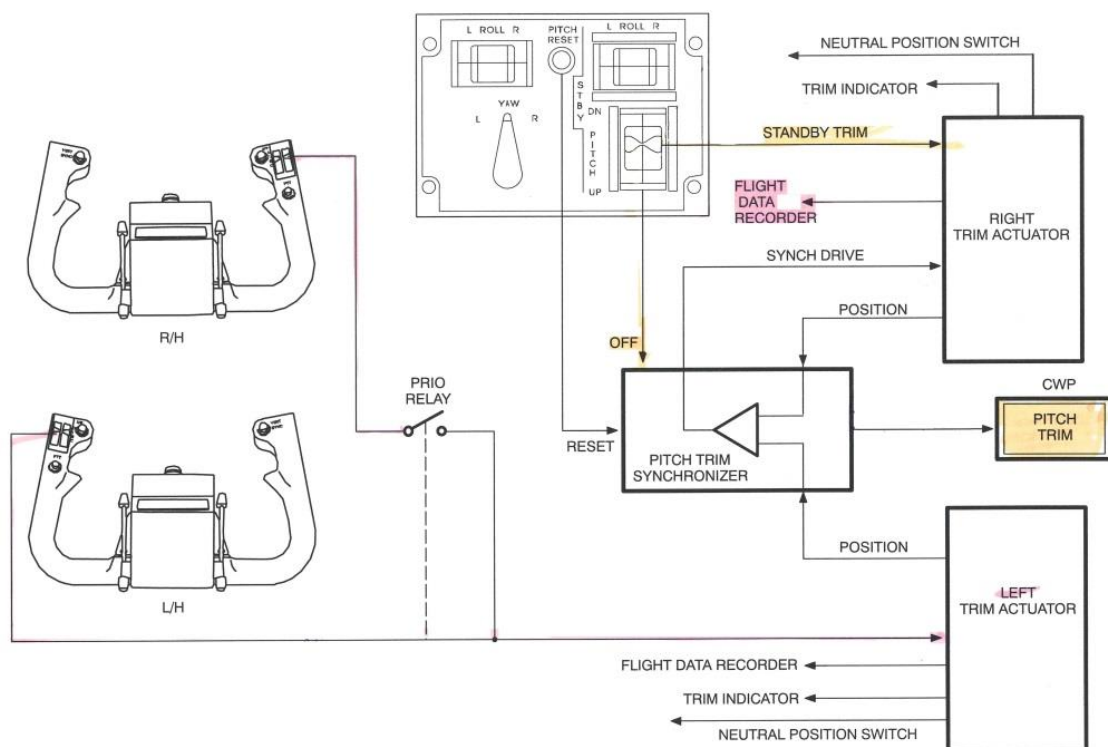
Vänster trimdomkraft opereras manuellt av piloterna. Synkroniseringsboxen driver höger domkraft att följa efter. Detta benämns automatikläge. Domkrafterna har positionsgivare som även registreras av färdregistratorn. Konstruktionen medger maximala utslag av trimrodren på 7,5 grader åt respektive håll. Två grader trimroderutslag motsvaras av ett ”streck” på trimindikatorn i cockpit.

¹⁴ CM (Center of Mass) är den position där flygplanets tyngdkraft verkar.

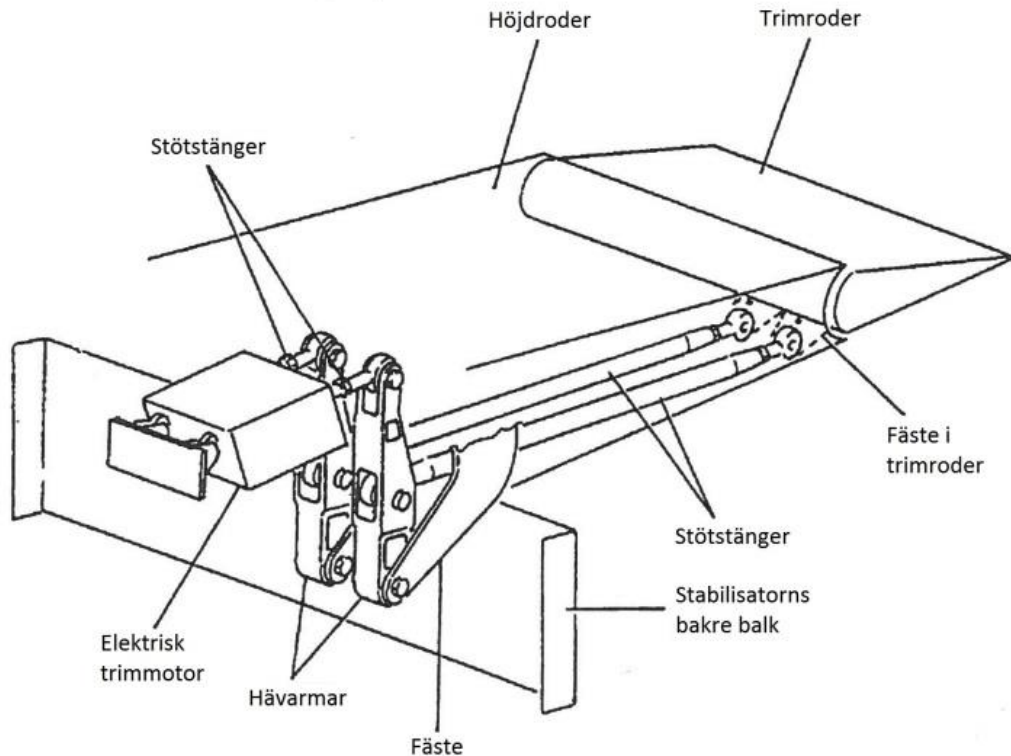
Om vänster domkraft av någon anledning inte kan opereras, används trimpanelen för att i stället operera höger domkraft från piedestalen (standby-systemet). Vid de tillfällen en för stor skillnad uppstår mellan vänster och höger domkraft tänds varningen "PITCH TRIM" på centrala varningspanelen. En ljudvarning, en s.k. single chime, ges också som måste kvitteras för att tystna.

En systemåterställning av synkroniseringsenheten sker genom strömställaren "PITCH RESET" varvid enheten återgår till automatikläge. En förutsättning för automatikläge är dock bl.a. att skillnaden mellan trimrodrens position är mindre än 0,5 enheter på trimindikatorn (se figur 3).

Vid de tillfällen autopilotsystemet är inkopplat sker automatisk trimning med vänster domkraft.



Figur 3. Förenklad beskrivning av höjdtrimsystemet.



Figur 4. Trimdomkraft för höjdtrimssystemet.

Följande varningar finns i systemet:

- ”PITCH TRIM” betyder att synkroniseringsenheten är i standby-läge beroende på ett internt fel i enheten eller att det finns en markant skillnad mellan vänster och höger trimroderpositioner.
- ”AUTO TRIM” innebär att autopilotens FCC¹⁵ har identifierat ett trimproblem.
- ”EL” (*Elevator* – höjdroder) på EADI visar att det finns ett höjdtrimbehov som inte har reglerats av autopilotsystemet.

1.6.3 Ändring av tippvinkelmoment p.g.a. klaffutfällning

Utfällning av vingklaffarna ger två motverkande moment. Ett noshänkande moment uppkommer av att vingens lyftkraftcentrum flyttas bakåt vid klaffutfällning. Ett noshöjande moment uppkommer av att vinkeln för nedsvepet bakom vingen ökar och stabilisatorn får mer luft upptrån.

Flygplanets aerodynamiska utformning är avgörande för vilket av ovanstående moment som blir störst. För konventionellt utformade flygplan med låg stabilisator, t.ex. SAAB 340, är det normalt det noshöjande momentet som blir störst.

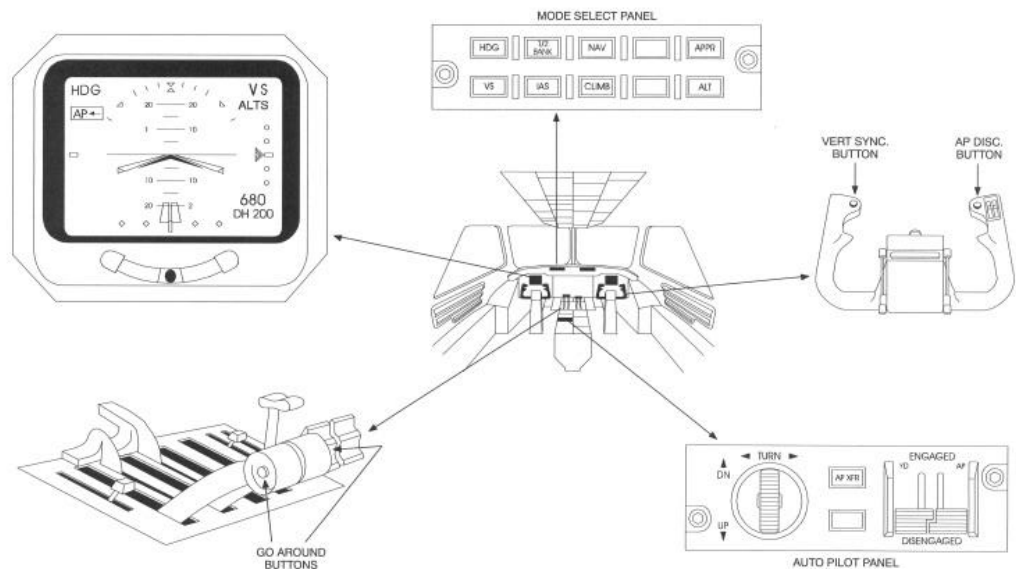
¹⁵ FCC (Flight Control Computer) - Centralenhet som tar emot data och sänder styr signaler till roder.

1.6.4 Autopilotssystem

Syftet med autopilotssystemet är att styra flygplanet runt de tre axlarna för att på så sätt avlasta piloterna.

Autopilotssystemet är integrerat med *Flight Director* (FD¹⁶) och består av följande huvudkomponenter: manöverpanel (APP¹⁷), väljarpanel (MSP¹⁸), styrdator (FCC) samt tre stycken elektromekaniska servomotorer, vilka är anslutna till flygplanets roderlinor.

Systemet ger följande funktioner: FD-funktion som visar styrkommandon på EFIS¹⁹, automatisk styrning av flygplanet runt dess tre axlar, girdämpare och automatisk reglering av höjd- och sidrodertrim. I denna utredning berörs främst funktionen att automatiskt operera höjdtrimdomkrafterna.



Figur 5. Förenklad beskrivning av autopilotssystemet.

¹⁶ FD (Flight Director) anger nödvändiga styrkommandon som piloterna eller autopiloten ska följa.

¹⁷ APP (Auto Pilot Panel) används för grundläggande funktioner samt in- och urkoppling av autopiloten.

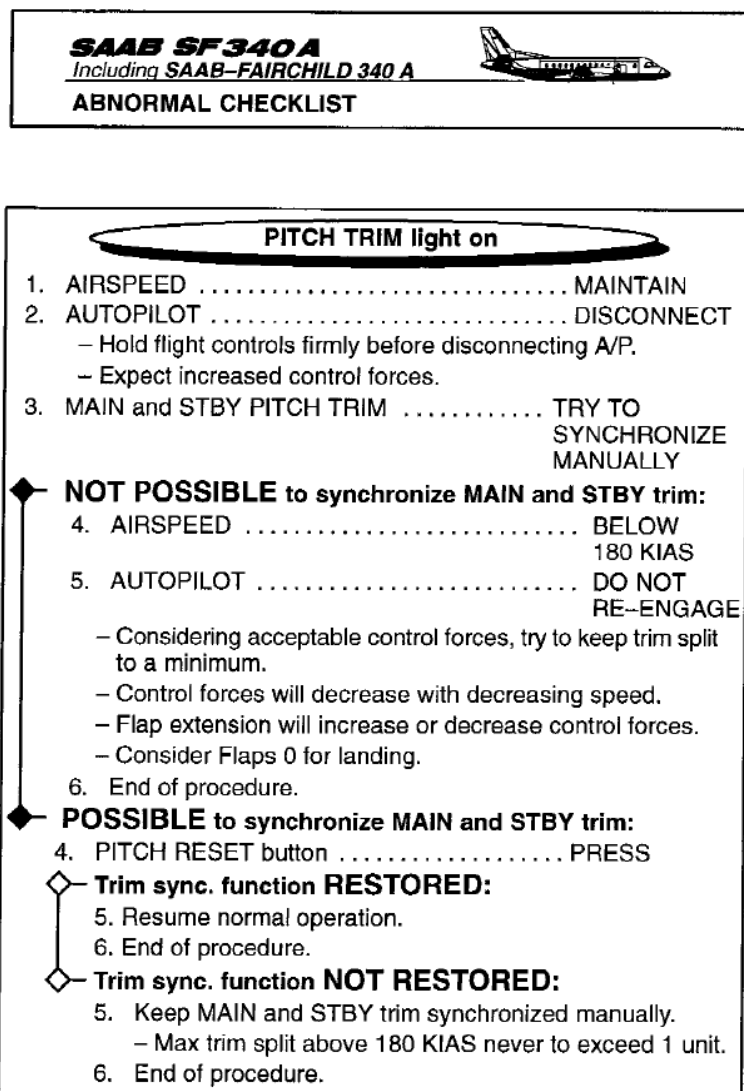
¹⁸ MSP (Mode Select Panel) används för att välja hur autopiloten ska styra i tipp- och rollplanet.

¹⁹ EFIS (Electronic Flight Information System) - huvudinstrument som använder skärmar istället för mekaniska instrument.


1.6.5 Nödchecklistor

En samling nödchecklistor (Emergency & abnormal procedures) fanns tillgänglig för besättningen. Den enda checklistan med bäring på fel i trimsystemet var ”Pitch trim light on” (se figur 6). Den ger dock ingen vägledning om både det ordinarie trimsystemet och stand-by-systemet slutar att fungera. Det finns dock en nödchecklista som avser åtgärder om höjdrodret har fastnat (se figur 7). Av denna checklista framgår att klaffutfällning ger ett noshöjande moment.

I manualen för manövrering av flygplanet (AOM) finns också en utvidgad checklista för ”Pitch trim light on” som anger att klaffutfällning ger ett nos-upp-moment. Denna manual förvarades dock inte tillsammans med nödchecklistorna.



Figur 6. Nödchecklista.

SAAB SF340A
Including SAAB-FAIRCHILD 340 A 
EMERGENCY CHECKLIST

ELEVATOR SYSTEM JAMMED

- *1. Autopilot DISENGAGE
– Be prepared for trim transients.
- *2. INTERCONNECT UNIT OVERPWR
– Both pilots shall act on the controls. The pilot on the side not failed can, by overpowering the interconnect unit, control the A/C.
- *3. PITCH DISCONNECT HANDLE PULL
– The pilot on the side not failed can control the A/C.
- 4. CONTROLLABILITY CHECK
– Check controllability at safe altitude in below recommended landing configuration and speed.
- 5. Keep airspeed within 160–200 KIAS for cruise and descent.
- 6. LANDING TECHNIQUE REVIEW

- ◆ **Elevator has jammed in UP position:**
 - The elevator effect may not be sufficient for high speed.
 - Flaps extended may require more elevator down than available.
 - Consider to move CG forward.
 - Use ZERO flaps for landing.
 - Increase V_{REF} by Malfunction Increment and ice i.a.
 - Consider increased landing distance.
 - GPWS FLAP/TAWS FLAP Switch OVRD.
- ◆ **Elevator has jammed in DOWN or NEAR NEUTRAL position:**
 - The elevator effect may not be sufficient for low speed.
 - Flaps extended will increase available nose up elevator power.
 - Consider to move CG aft.
 - Use FULL flaps for landing.
 - Increase V_{REF} by Malfunction Increment.
 - Consider increased landing distance.

Landing Flap	ICE ACC	ICE INCR F20 / 35	Mi F20 / 35	Mi / Wi	LDL F20 / 35
0	No	–	+20/ +25	+Wi	1.35 / 1.45
	Yes	+10	+20 / +25	+Wi	1.45 / 1.60
20	No	–	+15	Highest of Mi or Wi	1.20
	Yes	+10	+ 5		
35	No	–	+20	Highest of Mi or Wi	1.30
	Yes	+10	+10		

7. End of procedure.

Figur 7. Nödchecklista för höjdroderlåsning.

1.7 Meteorologisk information

Enligt Metar för Skellefteå: Vind 260 °/4 knop, sikt > 10 km, inga moln under 5 000 fot, temperatur/daggpunkt -15/-16 °C, QNH 1008 hPa.

1.8 Navigationshjälpmedel

Inte aktuellt.

1.9 Radiokommunikationer

Inte aktuellt.

1.10 Flygfältsdata

Skellefteå flygplats har en bana i riktning 10/28 med dimensionerna 2 100 x 45 m.

Flygplatsen hade status enligt AIP²⁰ Sverige/Sweden.

1.11 Färd- och ljudregistratorer

Både färd- och ljudregistratorer fanns ombord. Endast data från färdregistratorn har dock kunnat säkras.

1.11.1 Färdregistratorer (FDR²¹)

Flygplanet var utrustat med en färdregistrator av typen L3 Communications Modell FA 2100, P/N 2100-4043-00 och S/N 000103630. Den demonterades och avlästes på information som har använts som faktaunderlag.

Följande för tillbudet relevant information har kunnat utläsas ur färdregistratorn.

Under plané mot Vilhelmina flygplats var autopiloten inkopplad från 15 000 fot till ungefär 5 300 fot. Samtidigt varierade den indikerade farten mellan 200 och 240 knop. Under den perioden hade den automatiska höjdrimmen manövrerat trimrodret från -0,57 till -0,74 grader.

Då EL-indikeringen på EADI tändes kopplade besättningen ur autopiloten vid en tryckhöjd av 5 300 fot. Flygplanet behöll höjden men ändrade kurs mot ett så kallat väntläge. En minut efter urkoppling hade trimpositionen manuellt ändrats till 0,9 grader. Under den minuten varierade den barometriska höjden något. Ytterligare 3 minuter och 20 sekunder senare kopplades autopiloten in igen. Därefter höll flygplanet konstant tryckhöjd till dess att flygplanet steg för att gå mot Skellefteå flygplats. Trimsystemet arbetade aktivt i drygt 13 minuter. I samband med att flyghöjden ökade, återgick dock trimrodervinkeln till -0,7 grader. Denna vinkel kvarstod sedan under

²⁰ AIP (Aeronautical Information Publication) - luftfartsinformation av varaktig natur.

²¹ FDR (Flight Data Recorder) - färdregistrator.

den återstående delen av flygningen, vilket visar att varken autopiloten eller piloterna kunde manövrera systemet.

Autopiloten var inkopplad under inflygningen mot Skellefteå flygplats ner till en tryckhöjd av 7 600 fot. Den resterande delen, knappt 18 minuter, flögs manuellt.

1.11.2 Ljudregistrator (CVR²²)

En ljudregistrator fanns installerad men informationen hade spelats över innan haverikommissionen hade någon möjlighet att säkra innehållet.

1.12 Plats för händelsen och luftfartyget efter händelsen

1.12.1 Platsen för händelsen

Problemen började vid inflygningen till Vilhelmina flygplats. Flygningen avslutades sedermera på Skellefteå flygplats.

1.12.2 Luftfartyget efter händelsen

Dagen efter landningen utförde piloterna funktionsprov av höjdtrimssystemet och senare undersöktes flygplanet av operatörens underhållspersonal. Samtliga höjdtrimfunktioner befanns då fungera på ett korrekt sätt. Trots detta demonterades väsentliga delar i höjdtrimssystemet, se nedan avsnitt 1.16.1.

1.13 Medicinsk information

Ingenting har framkommit som tyder på att förarnas psykiska eller fysiska status varit nedsatt före eller under flygningen.

1.14 Brand

Inte aktuellt.

1.15 Överlevnadsaspekter

Inte aktuellt.

1.15.1 Räddningsinsatsen

Inte aktuellt.

²² CVR (Cockpit Voice Recorder) - ljudregistrator.

1.16 Särskilda prov och undersökningar

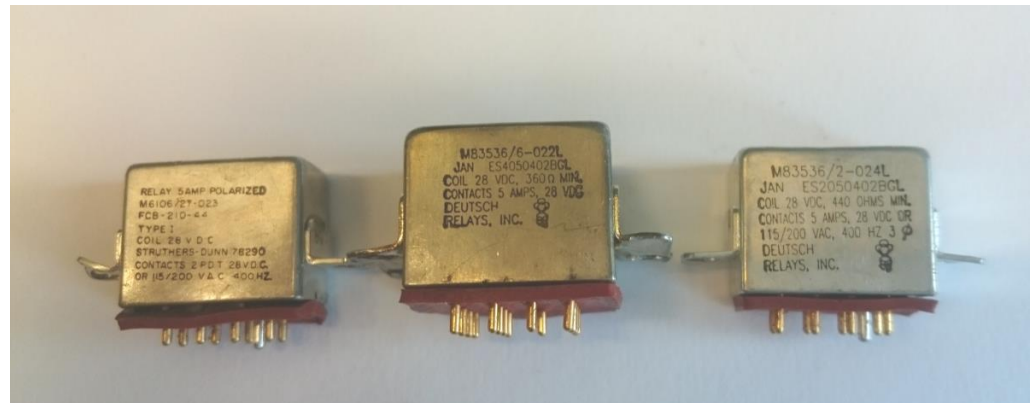
1.16.1 Komponentundersökningar

Efter tillbudet demonterades följande delar som har inverkan på höjdrimsystemet:

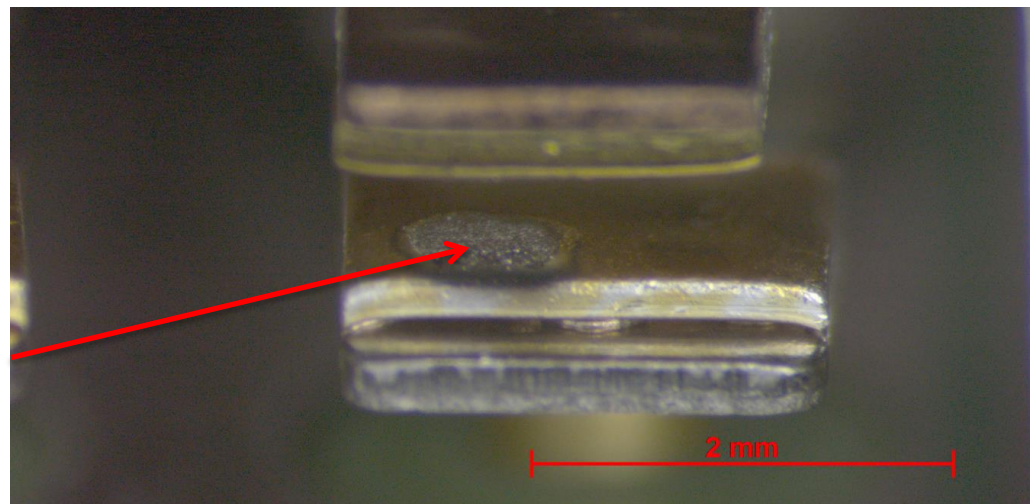
- De båda trimdomkrafterna
- Synkroniseringsenheten
- Trimpanelen för standby systemet
- Autopilotens centralenhet
- Tre reläer i systemet

Trimdomkrafterna har undersökts och funktionsprovats hos en auktoriserad flygverkstad under haverikommissionens överinseende. De befanns fungera tillfredställande enligt gällande krav.

Tre reläer som ingår i systemet har undersökts hos en extern expert. Tillverkaren av dessa reläer anger att de är konstruerade för 100 000 cykler. Drifftiden för de undersökta reläerna är okänd. Detta är inte heller något som behöver följas upp enligt gällande underhållskrav. Vid undersökningen konstaterades ett flertal tecken på allvarligt skadade kontaktytor i ett av dessa reläer (se figurerna 8 och 9).



Figur 8. Relän som ingår i höjdrimsystemet.



Figur 9. Skador på ett av reläernas kontaktytor.

Trimpanelen för standby-systemet har undersökts och testats hos en auktoriserad flygverkstad under haverikommissionens överinseende. ”Pitch Reset”-kontakten befanns ha ständigt avbrott, vilket motsvarar nedtryckt läge (se figur 3). Detta innebär att systemåterställningen var ständigt aktiverad. I övrigt fungerade trimpanelen korrekt enligt gällande krav för funktionsprov.

Den aktuella synkroniseringsenheten har inte undersökts. För att verifiera hur den felande systemåterställningen påverkade funktionen hos synkroniseringsenheten har dock detta testats på synkroniseringsenheter i andra SAAB 340-flygplan. Testerna visade att en pitch-reset-funktion med ständigt avbrott endast har försumbar påverkan på höjdrimsystemets funktion.

1.16.2 Simulatorprov

Haverikommissionen har utfört simulatorprov för att mäta styrkrafterna och bedöma svårigheten i att genomföra inflygning och landning med de trimlägen som enligt besättningen var aktuella vid händelsen. Vidare undersöktes hur styrkrafterna påverkas av om klaffarna fälls ut.

Innan proven genomfördes kontrollerades simulatorns kalibrering som visade sig ligga mycket nära de styrkrafter som uppmätts vid flygprov vid certifiering av flygplanstypen.

Krafterna mättes genom att en dynamometer anslöts till ratten. Kraften vid den aktuella massa- och balanssituationen och med föreskrivna farter för inflygning var:

- 25 daN (\approx 25 kP) med infälld klaff
- 11 daN med 20° klaff
- 7 daN med full klaff

Inflygning och landning i simulatorn genomfördes av två piloter, en från haverikommissionen, som inte hade tidigare erfarenhet av flygplanstypen, och en från typcertifikatinnehavaren med stor erfarenhet på typen. Slutsatsen var att det var tungt men hanterbart att landa med infälld klaff och att det krävdes betydligt mindre krafter för att landa med utfälld klaff.

1.17 Luftvärdighetsorganisation och underhåll

Inom operatören finns en avdelning som ansvarar för den fortsatta luftvärdigheten för operatörens luftfartyg (CAMO)²³. Kraven på de procedurer och rutiner som beskriver hur ett kommersiellt flygbolag ska beställa och övervaka att nödvändigt underhåll utförs så att luftvärdigheten bibehålls, återfinns främst i Kommissionens förordning (EU) 1321/2014 Bilaga I, Del M avdelning G.

Inom flygbolagets organisation finns också en underhållsorganisation som har ett särskilt tillstånd att utföra underhåll på flygbolagets flygplan. Kraven på en sådan organisation finns främst i Kommissionens förordning (EU) 1321/2014 Bilaga II, (Part 145) samt Bilaga I, Del M avdelning D.

1.18 Övrigt

1.18.1 Underhållsåtgärder före och efter tillbudet

Flygplanet hade tidigare haft återkommande och intermittenta problem med höjdrimsystemet och ett stort antal underhållsåtgärder och komponentbyten hade därför föregått den aktuella flygningen.

Under perioden från den 29 september 2015 och fram till tillbudet hade operatören bytt sex trimdomkrafter, en synkroniseringsenhet och en trimmanöverpanel samt utfört vissa inspektioner, bl.a. av upphängningar och stötstänger för trimroder. De demonterade trimdomkrafterna sändes till en auktoriserad flygverkstad. Efter händelsen har det framkommit att samtliga blivit underkända vid funktionsprov.

Det framgår vidare av underhållsstatistiken från operatören att under drygt fyra månader före tillbudet har fem oplanerade byten av vänster trimdomkraft utförts efter korta drifttider.

Typcertifikatinnehavarens globala underhållsstatistik visar att det normalt är ungefär åttatusen flygtimmar mellan oplanerade byten av trimdomkrafter. I den statistiken framgår dock inte i vilken utsträckning de mer driftsäkra trimdomkrafterna är installerade eller inte, se avsnitt 1.18.2.

Den mängd intermittenta fel som uppstod i systemet under denna tid resulterade i flyganmärkningar som succesivt åtgärdades en efter en. CAMO och underhållsorganisationen beställde och utförde efter en tid mer grundliga felsökningar för att komma tillrätta med eventuell grundorsak till de återkommande felfunktionerna, men lyckades inte hitta någon sådan.

²³ CAMO – (Continued Airworthiness Management Organisation) - Organisation för den fortsatta luftvärdigheten.

Liknande problem med höjdrimsystemet har återkommit efter händelsen och har resulterat i fortsatt återkommande flyganmärkningar. Haverikommissionen saknar dock kännedom om något mer tillfälle då, i likhet med vid denna händelse, båda systemen har fallerat samtidigt.

Vid några senare tillfällen har ett mer omfattande felsökningsarbete genomförts och flygplanet tagits ur trafik för en tid.

1.18.2 Förbättringar av höjdrimsystemet

Typcertifikatinnehavaren SAAB publicerade en *Service Bulletin SB27-062* i mars 1991. Där rekommenderas operatörerna att byta trimdomkrafter till ett annat fabrikat. Bakgrunden uppges vara låg tillförlitlighet hos de ursprungliga trimdomkrafterna i höjdrimsystemet. De föreslagna domkrafterna ser likadana ut fysiskt men har funktionella skillnader, vilket gör att det finns begränsningar i hur det är tillåtet att blanda de två olika fabrikaten.

Operatören har valt att endast använda trimdomkrafter av det ursprungliga fabrikatet.

1.18.3 Liknande händelser

Haverikommission har inte funnit information om någon annan händelse med helt felaktig höjdrimfunktion hos SAAB eller i de europeiska databaserna.

1.19 Särskilda utredningsmetoder

Inte aktuellt.

2. ANALYS

2.1 Tillbudet ur flygoperativ synvinkel

Besättningens beslut att avbryta inflygningen till Vilhelmina och i stället flyga till Skellefteå, en flygplats med längre bana och bättre väder, får anses ha varit en adekvat även om det också innebar att flygtiden med det krånglande höjdrimsystemet blev längre.

Det har inte exakt kunnat fastställas vilka värden som visades på trimindikatorn vid urkopplingen av autopiloten vid Vilhelmina respektive Skellefteå flygplats. Besättningen har uppgett att, såvitt de kommer ihåg, var trimfunktionen vid båda tillfällena fast i ett läge som motsvarar 3 graders trimrodervinkel nos-ned. Enligt FDR-registreringen var trimrodervinkeln ungefär 0,7 grader nos-ned både vid inflygningen till både Vilhelmina och Skellefteå. Vid simulatorprovet har haverikommissionen, som framgått; utgått från den av besättningen uppgivna trimrodervinkeln på tre grader. Oavsett vilken trimrodervinkel som är den korrekta så kan styrkrafterna således inte ha varit större än vid simulatorprovet.

Simuleringen visar att styrkrafterna var stora, men hanterbara. Denna slutsats bekräftas av det faktum att den biträdande piloten inte behövde ta hjälp av befälhavaren för att hantera höjdroderkrafterna.

Simuleringen visar också att det hade krävts betydligt mindre krafter för att landa med utfälld klaff än med infälld klaff. Det kan dock konstateras att nödchecklistorna i detta fall inte gav piloterna någon direkt vägledning för hur flygplanet skulle konfigureras inför landning. Någon specifik checklista för det fall att båda trimsystemen slutar att fungera finns inte. Nödchecklistan för ”pitch trim light on”, som besättningen hade nära tillgänglig i cockpit, (se figur 6) anger dock att man ska överväga att landa med infälld klaff.

Typcertifikatinnehavaren har i denna del hänvisat till den utvidgade checklistan för ”Pitch trim light on”, som fanns i flygplanets AOM. Där anges att klaffutfällning ger ett noshöjande moment. Även av nödchecklistan för situationen att höjdrodret fastnat, ”Elevator jammed”, (se figur 7) hade det gått att dra slutsatser om vingklaffarnas inverkan på tippvinkelmomentet. Ingen av dessa checklistor behandlar dock exakt det problem som var aktuellt i detta fall. Det är därmed naturligt att piloterna inte konsulterade dessa checklistor i samband med tillbudet.

Besättningen beslutade sig för att landa med klaffarna infällda för att inte förändra flygplanets balans i tippled. Det är förklarligt att de ville undvika att ändra på de aerodynamiska förutsättningarna då de inte var säkra på vad detta skulle leda till.

En specifik checklista som ger ledning i det fall att båda trimsystemen slutar att fungera skulle naturligtvis kunna vara till hjälp för att planera en så säker landning som möjligt. Enligt tillgänglig statistik

från typcertifikatinnehavaren är det dock ytterst ovanligt att både det ordinarie trimsystemet och stand-by-systemet helt upphör att fungera. Mot den bakgrunden och då det handlar om ett fel som går att hantera och därför inte kan anses tillräckligt allvarligt ur säkerhetssynpunkt avstår dock haverikommissionen från att lämna någon säkerhetsrekommendation.

2.2 Tekniska felfunktioner

Orsakerna till det felande höjdtrimsystemet har inte med säkerhet kunnat fastställas. Det kan dock konstateras att inget isolerat fel kan orsaka en helt utebliven funktion i båda trimsystemen.

Under de fem månader som föregick tillbudet hade operatören bytt ut sex trimdomkrafter. Samtliga underkändes vid efterföljande funktionsprov, flera av dem efter att ha varit i bruk endast en mycket kort tid. De trimdomkrafter som var monterade i flygplanet vid det aktuella tillbudet, och som också har undersökts, har däremot befunnits vara funktionsdugliga vid tester. Det var dock inte möjligt att i testmiljön återskapa förutsättningar som var identiska med dem som rådde vid tillbudet. Sammantaget anser haverikommissionen därför att det ändå inte går att utesluta att trimdomkrafterna kan ha haft en del i orsaken till att trimsystemen inte fungerade som de skulle under delar av flygningen.

Tre reläer som ingår i systemet har också undersökts. Undersökningarna har visat på allvarliga skador på minst ett kontaktpar. Detta innebär en stor osäkerhet i reläets funktion att sluta strömkretsen. Enligt haverikommissionen har detta varit en bidragande orsak till de intermittenta felen i trimsystemet.

Att systemåterställningsfunktionen i synkroniseringsenheten var ständigt aktiverad har däremot konstaterats ha en försumbar effekt på höjdtrimsystemet. Den enda märkbara effekten var att ”Pitch trim”-varningen inte aktiverades.

2.3 Underhållsåtgärder fram till tillbudet

CAMO och underhållsorganisationen har under de ca fyra månader som närmast föregick tillbudet haft att hantera ett antal återkommande fel på höjdtrimsystemet, dvs. det system som varit i fokus för den här utredningen.

Problemen har varit svåra att felsöka, eftersom felen i de allra flesta fall inte längre var aktiva efter landning. De återkommande problemen har emellertid hanterats var för sig. Enligt haverikommissionens mening kan det diskuteras om det hade funnits anledning att i ett tidigare skede genomföra mer grundläggande undersökningar av flygplansindividen för att fastställa vilka korrigeringsåtgärder som behövde vidtas för att komma till rätta med de upprepade problemen med höjdtrimsystemet.

3. UTLÅTANDE

3.1 Utredningsresultat

- a) Besättningen hade behörighet att utföra flygningen.
- b) Flygplanet hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis.
- c) Besättningen upplevde en stor, men hanterbar, höjdroderkraft under inflygning och landning.
- d) Simulatorprov visar att styrkrafterna vid inflygning och landning med det aktuella trimläget är betydligt lägre med utfälld klaff än med infälld klaff.
- e) Checklista saknas för hantering av att båda trimsystemen slutar att fungera.
- f) Flygplanet hade även före tillbudet haft återkommande och intermittenta problem med höjdrimsystemet och ett stort antal underhållsåtgärder och komponentbyten hade föregått den aktuella flygningen.
- g) Samtliga demonterade trimdomkrafter som byttes ut före händelsen blev underkända vid funktionsprov.
- h) De trimdomkrafter som var monterade i flygplanet vid händelsen befanns vara funktionsdugliga.
- i) Undersökning av ett antal reläer har visat på allvarliga skador på minst ett kontaktpar.
- j) Systemåterställningsfunktionen i synkroniseringsenheten har befunnits ha varit ständigt aktiverad. Detta har dock konstaterats ha en försumbar effekt på höjdrimsystemets funktion.

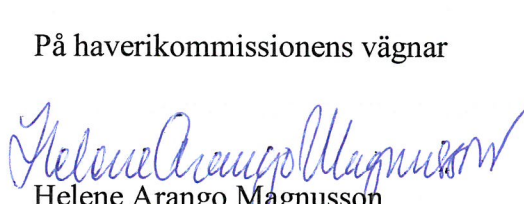
3.2 Orsaker till tillbudet

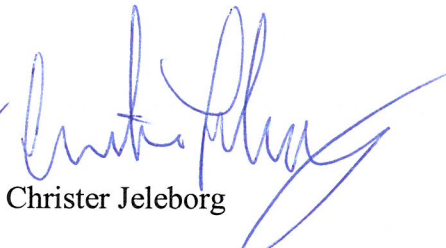
Orsakerna till det felande höjdrimsystemet har inte med säkerhet kunnat fastställas. Det har dock fastlagts att skadorna på ett relä har varit en bidragande orsak. Sannolikt har även bristande tillförlitlighet hos trimdomkrafterna varit en bidragande faktor.

4. SÄKERHETSREKOMMENDATIONER

Inga.

På haverikommissionens vägnar


Helene Arango Magnusson


Christer Jeleborg