

Slutrapport RL 2016:07

Allvarligt tillbud under inflygning till Visby flygplats den 30 november 2014 med flygplanet SE-MDB av modellen ATR-72-212A, opererat av Braathens Regional AB.

Diariernr L-148/14

2016-10-19

SHK undersöker olyckor och tillbud från säkerhetssynpunkt: Syftet med undersökningarna är att liknande händelser ska undvikas i framtiden. SHK:s undersökningar 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 Sjöden/Försvarmakten.

Innehåll

Allmänna utgångspunkter och avgränsningar	5
Utredningen.....	5
SAMMANFATTNING	8
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.....	12
1.6 Luftfartyget	12
1.6.1 Flygplanet.....	12
1.6.2 Beskrivning av delar eller system av betydelse för händelsen	13
1.7 Meteorologisk information	17
1.8 Navigationshjälpmedel	17
1.9 Radiokommunikationer.....	17
1.10 Flygfältsdata.....	17
1.11 Färd- och ljudregistratorer	17
1.11.1 Färdregistratorer (FDR).....	17
1.11.2 Ljudregistrator (CVR)	18
1.12 Plats för händelsen och luftfartyget efter händelsen	18
1.12.1 Plats för händelsen.....	18
1.12.2 Luftfartyget efter händelsen.....	18
1.13 Medicinsk information.....	20
1.14 Brand.....	20
1.15 Överlevnadsaspekter	20
1.15.1 Räddningsinsatsen	20
1.15.2 Ombordvarandes placering och skador samt användning av bälten....	20
1.16 Särskilda prov och undersökningar.....	20
1.16.1 Propellerundersökningen.....	20
1.16.2 Motorundersökningen.....	20
1.16.3 Hållfasthetsberäkning av medbringare och omställningstapp	21
1.16.4 Undersökning av medbringare.....	21
1.16.5 Analys av FDR- och CVR-data.....	21
1.16.6 Analys av bakgrundsljud från CVR.....	23
1.16.7 Simulatorprov	24
1.16.8 Tillverkarnas flygprov	24
1.17 Operatörens organisation och ledning.....	24
1.18 Övrigt.....	24
1.18.1 Tidigare liknande händelser.....	25
1.18.2 Händelsen med SE-MDC	25
1.18.3 Grundläggande principer för aeroelastiska svängningar	25
1.18.4 Vidtagna åtgärder	26
1.19 Särskilda utredningsmetoder.....	27
2. ANALYS	27
2.1 Flygningen	28

2.2	Skadorna i propellermekanismen	28
2.3	Skadorna på motorn m.m.	29
2.4	Propellertypcertifikatsinnehavarens åtgärder	29
2.5	Flygplanstypcertifikatsinnehavarens åtgärder	29
2.6	Samlad bedömning	29
2.7	Flygäkerhetsbedömning	30
3.	UTLÅTANDE.....	31
3.1	Undersökningsresultat	31
3.2	Orsaker till det allvarliga tillbudet.....	31
4.	SÄKERHETSREKOMMENDATIONER	31
	Bilaga- BEA:s tillägg till rapport (Engelsk).....	33

Allmänna utgångspunkter och avgränsningar

Statens haverikommission (SHK) är en statlig myndighet som har till uppgift att undersöka olyckor och tillbud till olyckor i syfte att förbättra säkerheten. SHK:s olycksundersökningar syftar till att så långt som möjligt klarlägga såväl händelseförlopp och orsak till händelsen som skador och effekter i övrigt. En undersökning ska ge underlag för beslut som har som mål att förebygga att en liknande händelse inträffar igen eller att begränsa effekten av en sådan händelse. Samtidigt ska undersökningen 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 olycksundersökningar 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 undersökning. 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 undersökningen 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 2 december 2014 om att ett allvarligt tillbud med ett flygplan med registreringsbeteckningen SE-MDB inträffat under inflygning till Visby flygplats, Gotlands län, den 30 november 2014 klockan 12.20.

Tillbudet har undersökts av SHK som företrätts av Jonas Bäckstrand, ordförande, Sakari Havbrandt, utredningsledare och teknisk utredare samt Nicolas Seger, operativ utredare.

Haverikommissionen har biträtts av Ulf Ringertz och Kristoffer Danèl som tekniska experter.

Som ackrediterad representant för Frankrike, konstruktionsstat för flygplanet, har Arnaud Toupet deltagit från BEA¹ och som ackrediterad representant för USA, konstruktionsstat för propellern, har Carol Horgan från NTSB² deltagit.

¹ BEA (Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile) – Frankrikes myndighet för säkerhetsutredning inom civil luftfart.

² NTSB (National Transportation Safety Board) – USA:s myndighet för säkerhetsutredning inom civil luftfart.

Som rådgivare för Transportstyrelsen har Björn Pettersson deltagit och som rådgivare för Europeiska byrån för luftfartsäkerhet (EASA) har Alexandre Peytouraux deltagit.

Följande organisationer har notifierats: Internationella civila luftfartsorganisationen (ICAO), EASA, EU-kommissionen, BEA (Frankrike), NTSB (USA), TSB³ (Kanada) och Transportstyrelsen.

Utredningsmaterialet

En första teknisk undersökning genomfördes av haverikommissionen i Visby den 2 december 2014.

Intervjuer har genomförts med befälhavaren.

Ljud- och färdregistratorer har analyserats.

Teknisk undersökning av propellermekanismen har utförts.

Haverisammanträden hölls den 11 november och den 1 december 2015. Vid mötena presenterade haverikommissionen det faktaunderlag som förelåg vid tidpunkterna.

³ TSB (Transportation Safety Board of Canada) – Kanadas myndighet för säkerhetsutredning inom civil luftfart.

Slutrapport RL 2016:07

Luffartyg:	
Registrering, typ	SE-MDB, ATR72
Modell	ATR-72-212 A
Klass, luftvärdighet	Normal, luftvärdighetsbevis och gällande granskningsbevis (ARC) ⁴
Serienummer	822
Operatör	Braathens Regional AB
Tidpunkt för händelsen	2014-11-30, klockan 12.20 i dagsljus Anmärkning: all tidsangivelse avser svensk normaltid (UTC ⁵ + 1 timme)
Plats	Visby, Gotlands län, (position 5753N 01816 E, 2 100 meter över havet)
Typ av flygning	Kommersiell lufttransport
Väder	Enligt SMHI:s analys: vind ost till sydost 5-8 knop, sikt >10 km, varierande molnmängd med bas 1 500-1 800 fot, temperatur/daggpunkt 0/-1°C, QNH ⁶ 1030 hPa
Antal ombord:	55
Besättning inklusive kabin	4
Passagerare	51
Personskador	Inga
Skador på luftfartyget	Begränsade
Andra skador	Inga
Befälhavaren:	
Ålder, certifikat	50 år, ATPL(A) ⁷
Total flygtid	7 074 timmar, varav 2 920 timmar på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	152 timmar, varav 144 timmar på typen
Antal landningar senaste 90 dagarna	104 på typen
Biträdande piloten:	
Ålder, certifikat	36 år, CPL (A) ⁸
Total flygtid	2 381 timmar, varav 2 162 timmar på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	97 timmar, allt på typen
Antal landningar senaste 90 dagarna	59

⁴ ARC (Airworthiness Review Certificate) – granskningsbevis avseende luftvärdighet.

⁵ UTC (Coordinated Universal Time) – referens för angivelse av tid världen över.

⁶ QNH – anger det atmosfäriska trycket vid havsytans medelnivå.

⁷ ATPL(A) (Airline Transport Pilot License Aeroplane) – trafikflygarcertifikat med befälhavarbehörighet för stora luftfartyg.

⁸ CPL (A) (Commercial Pilot License Aeroplane) – trafikflygarcertifikat.

SAMMANFATTNING

Tillbudet inträffade under en reguljärflygning från Bromma till Visby.

Befälhavaren har uppgett att små vibrationer började kännas under plané på ungefär 7 000 fot. Den indikerade farten var 250 knop och gasreglagen stod på tomgång.

Vibrationerna tilltog och befälhavaren reducerade sjunkhastigheten till 2 500 fot per minut.

Vibrationerna blev så kraftiga att kabinpersonalen hade svårt att röra sig i kabinen och det var svårt att läsa av instrumenten i cockpit.

Information från färdregistratorerna visar att vänster propeller först flöjlades momentant. Därefter flöjlades höger propeller, varefter höger motor stängdes av. Flygningen fortsatte med vänster motor i drift. Informationen visar även att kommunikationen mellan piloterna inte omfattade bekräftelse av vilka motorreglage som manövrerades. Ett flertal varningssignaler aktiverades under förloppet. Signalerna återställdes inte under händelseförloppets akuta skede.

När befälhavaren förde det högra propellerreglaget till flöjlat (feather) läge kunde han inte komma vidare till avstängt (fuel shut-off) läge. Reglaget fördes därför åter till "auto" läget och återigen via flöjlingsläget till avstängt läge, varvid vibrationerna avtog.

Den biträdande piloten förklarade situationen för flygledaren i Visbytornet och deklarerade nödläge. Flygledaren utlöste varningslarm.

Inflygning och landning utfördes utan problem.

Följande skador konstaterades:

- Omställningstappen på blad nr. 2 var brusten (se figur 3).
- Den främre medbringarpattan var kraftigt böjd på alla sex positioner (se figur 4).
- Motorfästena hade skador efter metallisk kontakt.
- Motorns kompressorhus var sprucket runt halva omkretsen
- Axeln till AC-generatorn var brusten.

Haverikommissionen har inte kunnat fastställa orsaken till det allvarliga tillbudet.

Säkerhetsrekommendationer

Haverikommissionen bedömer att det krävs ytterligare omfattande ingenjörinsatser för att finna orsaken till tillbudet och att sådana insatser bör ankomma på flygplanets och propellerns typcertifikatinnehavare under tillsyn av de certifierande myndigheterna. Vidare har det kunnat konstateras att de kända tillbud som inträffat har skett under likartade förhållanden. Mot den bakgrunden rekommenderas

EASA att:

- Överväga att införa tillfälliga begränsningar i manöverenveloppen eller begränsningar av effektområden i densamma tills problematiken är löst och åtgärdad. *(RL 2016:07 R1)*

1. FAKTAREDOVISNING

1.1 Redogörelse för händelseförloppet

1.1.1 Förutsättningar

Tillbudet inträffade under en reguljärflygning från Bromma till Visby. Flygningen som utfördes med ett flygplan av modellen ATR-72-212A hade linjenummer DC929 och opererades av Braathens Regional AB.

Ombord fanns fyra besättningsmedlemmar samt 51 passagerare.

Förberedelser och planering utfördes enligt normala rutiner.

1.1.2 Händelseförlopp

Marschhöjden för flygningen var flygnivå 140, motsvarande ungefär 4 300 meter. På denna höjd fanns det moln och temperaturen var -7°C . Piloterna konstaterade att det bildades is på flygplanet och aktiverade avisningssystemen. Systemen hade avsedd verkan och man kunde konstatera att is som hade bildats på vingarnas framkant försvann.

Befälhavaren har uppgett att små vibrationer började kännas under plané på ungefär 7 000 fot. Sjunkhastigheten var då 3 200 fot per minut, den indikerade farten 250 knop och gasreglagen stod på tomgång. Befälhavaren förde fram först vänster och sedan höger gasreglage, eftersom han hade tidigare erfarenhet av att vibrationerna brukade försvinna när man ökade gasreglagen från tomgångsläget. Åtgärden hade dock ingen effekt på vibrationsnivån.

Vibrationerna tilltog och ”PEC⁹ fault” indikerades genom flygplanets varningssystem. Befälhavaren reducerade sjunkhastigheten till 2 500 fot per minut.

Vibrationerna blev kraftiga och den röda varningslampan ”master warning” uppmärksammades. Befälhavaren förde det högra propellerreglaget till flöjlät (feather) läge men kunde inte komma vidare till avstängt (fuel shut-off) läge. Reglaget fördes därför åter till ”auto” läget och återigen via flöjlingsläget till avstängt läge, varvid vibrationerna avtog.

Information från färdregistratorerna visar att vänster propeller först flöjlades momentant. Därefter flöjlades höger propeller, varefter höger motor stängdes av. Flygningen fortsatte med vänster motor i drift. Informationen visar även att kommunikationen mellan piloterna inte omfattade bekräftelse av vilka motorreglage som manövrerades. Ett flertal varningssignaler aktiverades under förloppet. Signalerna återställdes inte under händelseförloppets akuta skede.

⁹ PEC – Propeller Electronic Control.

Befälhavaren informerade kabinpersonalen om att en motor hade stängts av samt att det skulle bli en normal landning. Den biträdande piloten förklarade situationen för flygledaren i Visbytornet och deklarerade nödläge. Flygledaren utlöste varningslarm.

Inflygning och landning utfördes utan problem. Utrullningen genomfördes utan reversering. Efter att flygplanet parkerats informerade befälhavaren passagerarna om händelsen. Därefter genomförde han en debriefing med besättningen.

Räddningstjänsten på Visby flygplats ryckte ut med tre fordon men behövde inte genomföra någon insats.

Befälhavaren har efter händelsen lämnat in en händelserapport i vilken han förklarar att vibrationerna var så kraftiga att kabinpersonalen hade svårigheter att förflytta sig i kabinen samt att det var problem att läsa av instrumenten i cockpit. Han nämner också att landningen, som utfördes med visuella referenser, prioriterades före läsningen av checklistor för onormala procedurer.

Tillbudet inträffade klockan 12.20 lokal tid i dagsljus vid position 5753N 01816E, 2 100 meter över havet.

1.2 Personskador

	Besättning	Passagerare	Ombord- varande totalt	Övriga
Omkomna	-	-	0	-
Allvarligt skadade	-	-	0	-
Lindrigt skadade	-	-	0	Ej tillämpligt
Inga skador	4	51	55	Ej tillämpligt
Totalt	4	51	55	-

1.3 Skador på luftfartyget

Begränsade.

1.4 Andra skador

Inga.

1.4.1 Miljöpåverkan

Ingen.

1.5 Besättningen

Befälhavaren

Befälhavaren, 50 år, hade ATPL(A) med gällande operativ och medicinsk behörighet. Vid tillfället var befälhavaren PF¹⁰.

Flygtid (timmar)				
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	0,6	5	152	7 074
Aktuell typ	0,6	5	144	2 920

Antal landningar aktuell typ senaste 90 dagarna: 104.

Inflygning på typ gjordes den 8 december 2008.

Senaste PC¹¹ genomfördes den 28 november 2014 på aktuell typ.

Biträdande piloten

Biträdande piloten, 36 år, hade CPL(A) med gällande operativ och medicinsk behörighet. Vid tillfället var piloten PM¹².

Flygtid (timmar)				
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	0,6	12	97	2 381
Aktuell typ	0,6	12	97	2 162

Antal landningar aktuell typ senaste 90 dagarna: 59.

Inflygning på typ gjordes den 31 augusti 2010.

Senaste PC genomfördes den 28 augusti 2014 på aktuell typ.

Kabinbesättning

Kabinbesättningen bestod av två personer.

1.6 Luftfartyget

Luftfartyget är ett tvåmotorigt högvingat turbopropflygplan med kort räckvidd. Flygplanet är utrustat med två omställbara sexbladiga propellrar.

1.6.1 Flygplanet

Typcertifikatinnehavare	ATR-GIE Avions de Transport Régional
Modell	ATR 72-212 A
Serienummer	822
Tillverkningsår	2008
Flygmassa, kg	Max tillåten start-/landningsmassa 22 800/22 350, aktuell 20 238/19 822

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

¹¹ PC (Proficiency Check) – kontroll av flygkompetens.

¹² PM (Pilot Monitoring) – pilot som övervakar flygningen.

Masscentrumläge	Inom tillåtna gränser. CG -1,0 Aircraft Nose Up (27% MAC)
Total gångtid, timmar	10 036,8
Gångtid efter senaste periodiska tillsyn, timmar	68
Antal cykler	99
Typ av bränsle som tankats före händelsen	JET A-1

Motor	
Typcertifikatinnehavare	Pratt and Whitney Canada Corp
Motortyp	PW127M
Antal motorer	2
Motor	Nr 2
Serienummer	FR2008755
Total gångtid, timmar	8 615,9
Gångtid efter senaste periodiska tillsyn, timmar	8 615,9

Propeller	
Typcertifikatinnehavare	Hamilton Sundstrand
Typ	568F-1
Propeller	Nr 2
Serienummer	FR20080
Total gångtid, timmar	10 036
Gångtidsbegränsningar, timmar/cykler	10 500

Kvarstående anmärkningar	Inga som har påverkat händelsen
--------------------------	---------------------------------

Luftfartyget hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis (ARC).

1.6.2 *Beskrivning av delar eller system av betydelse för händelsen*

Propellersystemet

Propellerbladens balk består av kolfiber och dess skal av aramidfiber. Bladroten består av stål och har två lagerbanor samt en excentrisk omställningstapp. Ett glidlager är monterat på tappen.

I propellernavet som består av stål finns sex propellerbladssäten. Varje säte har två lagerbanor. Mellan navets och propellerbladens lagerbanor finns kulor av stål som separeras av kulhållare. Den färdigmonterade enheten bildar två vinkelkontaktkullager som möjliggör vinkelförändringar och tar upp radiella och axiella krafter när propellern roterar.

I propellernavet finns en hydraulisk dubbelverkande medbringare som består av en främre och en bakre stålplatta. Propellerbladens omställningstappar ligger mellan stålplattorna. När medbringaren rör sig framåt eller bakåt påverkas bladens vinkel.

Medbringaren är mekaniskt och hydrauliskt kopplad till en propellerventilmodul (PVM, Propeller Valve Module) via ett rör som kallas transfer tube.

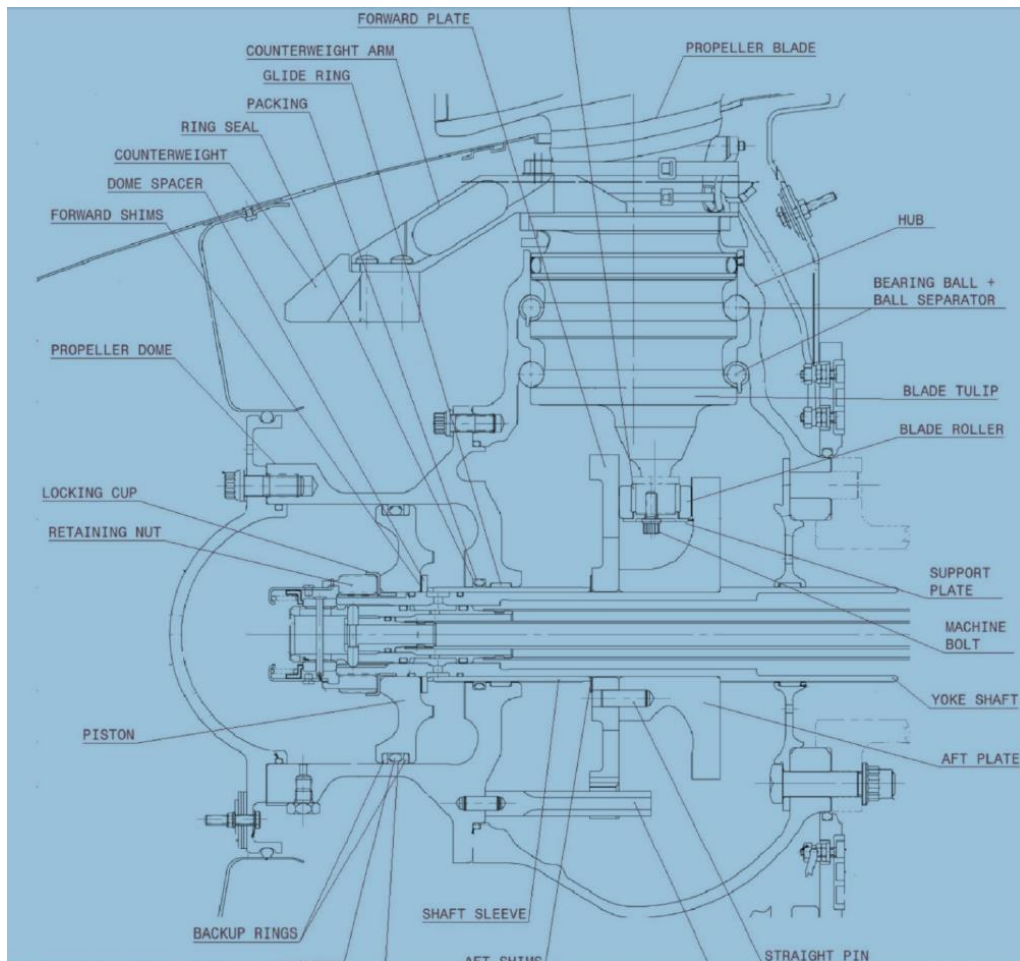
Propellrarnas bladvinkel styrs hydromekaniskt av PVM som i sin tur styrs av en elektronisk propellerstyrningsenhet (PEC – Propeller Electronic Control). PEC står i förbindelse med propellerreglagen i cockpit genom en gränssnitts-enhet (PIU – Propeller Interface Unit).

PVM är monterad på motorns reduktionsväxel och möjliggör:

- Inställning av propellervarvtal
- Betareglering¹³
- Reversering
- Synkronisering
- Flöjling
- Skydd mot låg bladvinkel

PEC är en elektronisk enhet med två kanaler som genom en sluten krets kontrollerar förändringar i propellrarnas bladvinkel. Enheten registrerar också systemets funktion. Vid onormal funktion aktiveras varningen ”PEC fault”.

¹³ Beta – bladvinkel som understiger lägsta stigning under flygning.



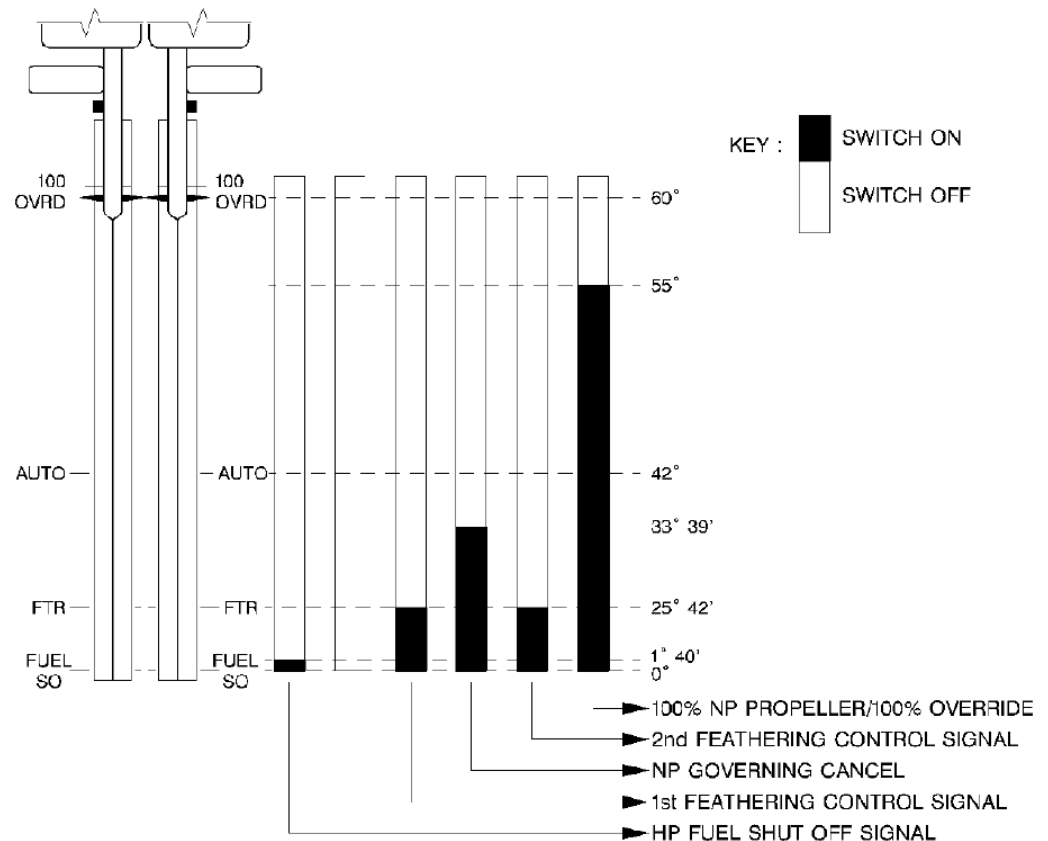
Figur 1. Sprängskiss över propellernavet. Källa: Propellertypcertifikatinnehavaren (HS).

Propellerreglagen

Två propellerreglage (se figur 2), ett för varje motor, finns på mittpedestalen mellan piloterna. Reglagen har fyra lägen: 100 OVRD (100% override), AUTO, FTR (Feather) och FUEL SO (Fuel shut-off).

OVRD används för att öka propellervarvtalet till 100 %, motsvarande 1 200 rpm vid start och vid pådrag i samband med en avbruten landning samt vid vissa felfunktioner. AUTO används vid normal flygning. Propellervarvtalet är 82 %, motsvarande 984 rpm under stigning, planflykt och plané. FTR används för att flöjla propellern. FUEL SO-läget används för att stänga av motorn.

För att kunna föra reglaget från AUTO till FTR samt från FTR till FUEL SO och omvänt ska ett spärrhandtag användas. Spärrhandtaget är placerat på sidan av reglagets skaft.



Figur 2. Propellerreglagen.

Varningssystem

Nedanstående beskrivning är avgränsad och berör endast varningarna under den aktuella händelsen.

Flygplanet är utrustat med ett centralt varningssystem kallat CCAS (Centralized Crew Alerting System). Systemet använder en typ av audiovisuell varning och tre typer av visuella varningar:

- Master Warning (MW) och Master Caution (MC) består av en blinkande röd respektive orange lampa framför varje pilot. Den audiella signalen är en kontinuerlig repetitiv signal (CRC – Continuous Repetitive Chime) för MW och en enkel signal (SC – Single Chime) för MC.
- Crew Alerting Panel (CAP) består av ett antal lampor som används för att identifiera ursprunget till en felfunktion.
- Lokala varningslampor som är placerade i anslutning till tillhörande återställningsfunktion.

Det finns även specifika audiella varningar, bland annat:

- Overspeed (clacker) när farten överstiger den högsta tillåtna.
- AP disconnection (cavalry charge) när autopiloten kopplas ur.

AC-generator

Varje motor är försedd med en AC-generator som används för att försörja propellrarnas elektriska avisningssystem och andra växelströmssystem i flygplanet.

1.7 Meteorologisk information

Enligt SMHI:s analys: Vind 5-8 knop, sikt >10 km, varierande molnmängd med bas 1 500-1 800 fot, temperatur/daggpunkt 0/-1°C, QNH 1030 hPa.

1.8 Navigationshjälpmedel

Inte aktuellt.

1.9 Radiokommunikationer

Besättningen kommunicerade med flygledningen i Visbytornet under händelseförloppet, meddelade nödläge och informerade om att höger motor var avstängd.

1.10 Flygfältsdata

Visby flygplats är en godkänd instrumentflygplats. Flygplatsen hade status enligt AIP¹⁴ Sverige.

1.11 Färd- och ljudregistratorer

Flygplanet var utrustat med färd- och ljudregistrator som haverikommissionen har tagit tillvara för utläsning och analys. Enheterna har därefter återlämnats till operatören.

1.11.1 Färdregistratorer (FDR¹⁵)

FDR var av modellen FA2100 från L3 Communications med serienumret 000550028. Enheten är digital och kan lagra data under minst 25 timmar.

FDR har transporterats till SAAB AB i Linköping där utläsning av data har genomförts.

Binära data har sedan omvandlats hos den franska haverikommissionen BEA med hjälp av den franska tillverkarens parameterlista till s.k. engineering units (ingenjörsenheter). Konverterade data har sedan presenterats i form av siffervärden i tabelldata och plottar som beskrivs närmare i avsnitt 1.16.5.

¹⁴ AIP (Aeronautical Information Publication) – luftfartsinformation av varaktig natur.

¹⁵ FDR (Flight Data Recorder) – färdregistrator.

1.11.2 Ljudregistrator (CVR¹⁶)

CVR var av modellen FA2100 från L3 Communications med serie-numret 000547158. Enheten är digital och har en inspelningstid på upp till två timmar.

CVR har transporterats till SAAB AB där utläsning av data har skett under överinseende av haverikommissionens utredningsledare. Ljuddata har sedan förts över till digitalt medium och transkriberats.

Informationen från ljudregistratorn återges i avsnitt 1.1.2 i de delar som berör händelseförloppet samt i avsnitt 1.16.6 i de delar som berör bakgrundsljud från CAM¹⁷.

1.12 Plats för händelsen och luftfartyget efter händelsen

1.12.1 Plats för händelsen

Händelsen inträffade ungefär 30 km norr om Visby flygplats på 7 000 fots höjd.

1.12.2 Luftfartyget efter händelsen

Initialt bedömdes inte händelsen som ett allvarligt tillbud. Med anledning av detta påbörjade operatörens underhållsorganisation felsökning och demontering av den högra propellern. Detta arbete avbröts när SHK beslutat att utreda händelsen.

Demonteringen och undersökningen fortsatte när haverikommissionen och representanter för BEA, UTAS¹⁸ och ATR¹⁹ var närvarande.

Följande skador konstaterades:

- Omställningstappen på blad nr. 2 var brusten (se figur 3).
- Den främre medbringarpattan var kraftigt böjd på alla sex positioner (se figur 4).
- Motorfästena hade skador efter metallisk kontakt.
- Motorns kompressorhus var sprucket runt halva omkretsen
- Axeln till AC-generatorn var brusten.

¹⁶ CVR (Cockpit Voice Recorder) – ljudregistrator.

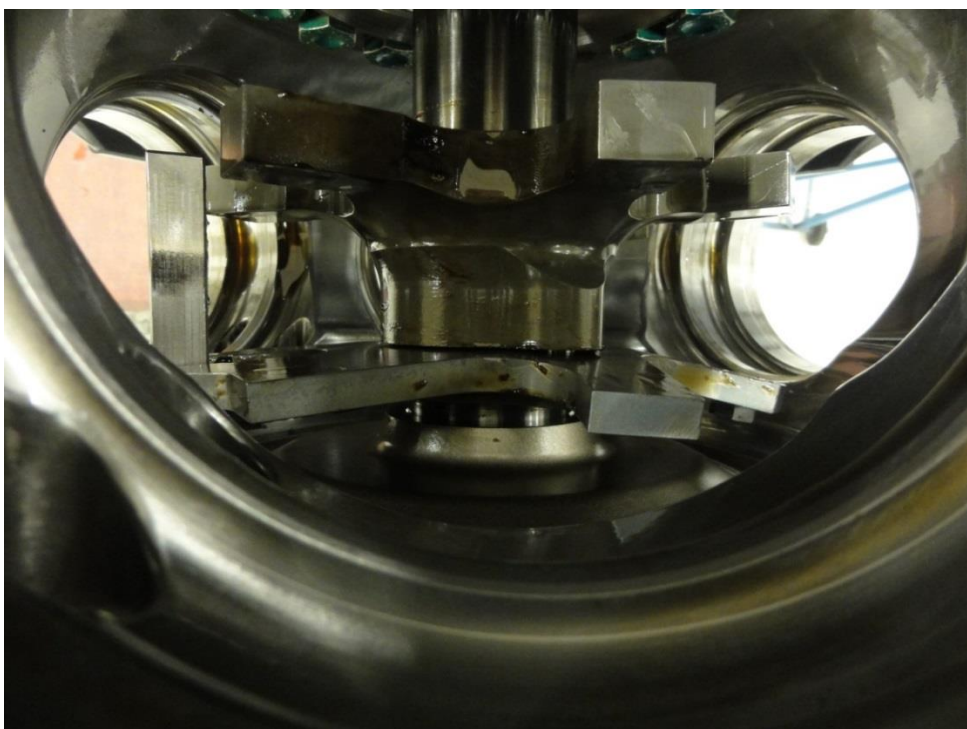
¹⁷ CAM (Cockpit Area Mike) – cockpitområdesmikrofon.

¹⁸ UTAS – typcertifikatinnehavare för propellern

¹⁹ ATR – typcertifikatinnehavare för flygplanet



Figur 3. Den brustna omställningstappen.



Figur 4. Den böjda medbringarplattan nederst i bilden är den främre plattan.

1.13 Medicinsk information

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

1.14 Brand

Brand uppstod inte.

1.15 Överlevnadsaspekter

1.15.1 Räddningsinsatsen

Flygplatsens räddningstjänst larmades och sattes i beredskap, men behövde inte göra någon reell insats då landningen blev normal.

Nödsändaren (ELT²⁰) aktiverades inte.

1.15.2 Ombordvarandes placering och skador samt användning av bälten

Inte aktuellt.

1.16 Särskilda prov och undersökningar

1.16.1 Propellerundersökningen

Efter den initiala undersökningen på plats demonterades propellern och skickades till produktionscertifikatsinnehavarens verkstad i Figeac, Frankrike. Den tekniska undersökningen genomfördes under ledning och övervakning av den franska säkerhetsutredningsmyndigheten (BEA). Personal från haverikommissionen närvarade.

Utöver de skador som redovisats under 1.12.2 ovan visade icke förstörande provning att de övriga fem omställningstapparna hade indikationer på dubbelsidiga sprickor.

Den avbrutna omställartappen hade tecken på multipla överbelastningar åt bägge håll.

Spelet på de sex omställningstapparnas lager uppmättes av SHK och varierade mellan 0,4 och 0,8 mm.

Kulorna och kulseparatorerna från propellerrotens lager undersöktes av UTAS i USA under övervakning av NTSB och konstaterades vara, ur praktisk synpunkt, i luftvärdigt skick.

1.16.2 Motorundersökningen

Motorn undersöktes av en auktoriserad underhållsinstans under övervakning av BEA. Kompressorhusets spricka bedömdes ha uppstått av överbelastning orsakad av propellern under händelsen.

²⁰ ELT (Emergency Locator Transmitter) – nödsändare.

1.16.3 Hållfasthetsberäkning av medbringare och omställningstapp

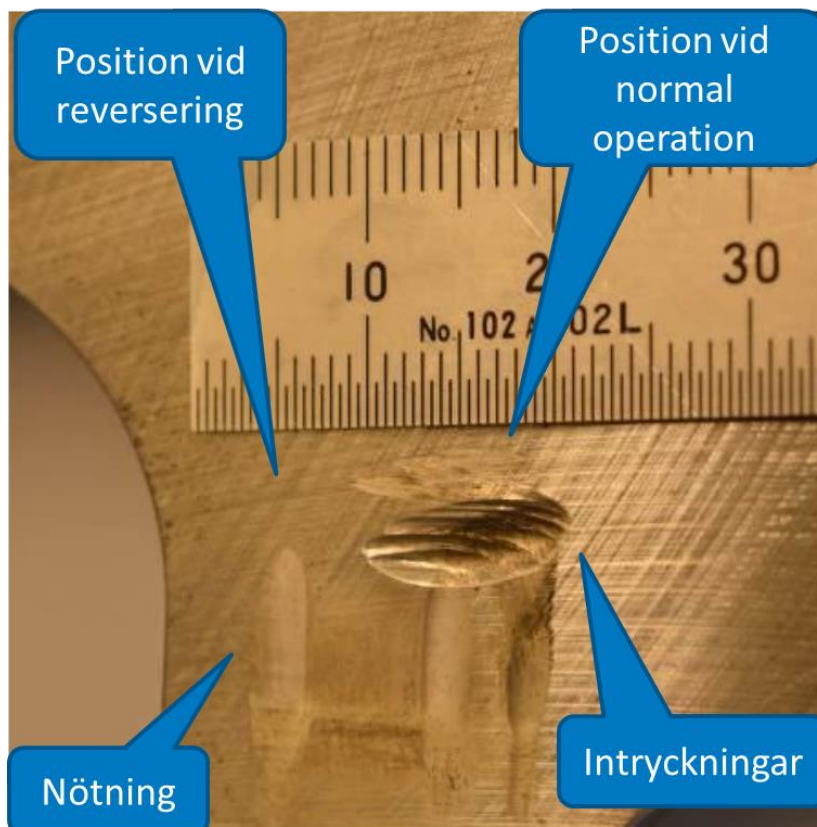
Tillverkarens FEM²¹-analys visar att omställningstappen uppnår sin sträckgräns vid 2 500 – 3 000 daN och att den främre medbringarplattans utskott uppnår sträckgränsen vid 3 000 daN.

Haverikommissionens hållfasthetsberäkningar har visat i stort sett identiska värden.

1.16.4 Undersökning av medbringare

Haverikommissionen har med hjälp av ett materiallaboratorium undersökt de mekaniska skadorna på medbringarplattornas kontaktyta med omställartappens lager.

Det finns två typer av skador (se figur 5). Den ena skadetyper är en mjuk nötning, utan deformation av materialet, som skett över tid. Den andra är en plastisk deformation orsakad av slag eller intryckningar.



Figur 5. Bilden visar de två typerna av ytskador och kontaktpunkten vid reversering respektive normal drift på ett av utskotten på den främre medbringarplattan.

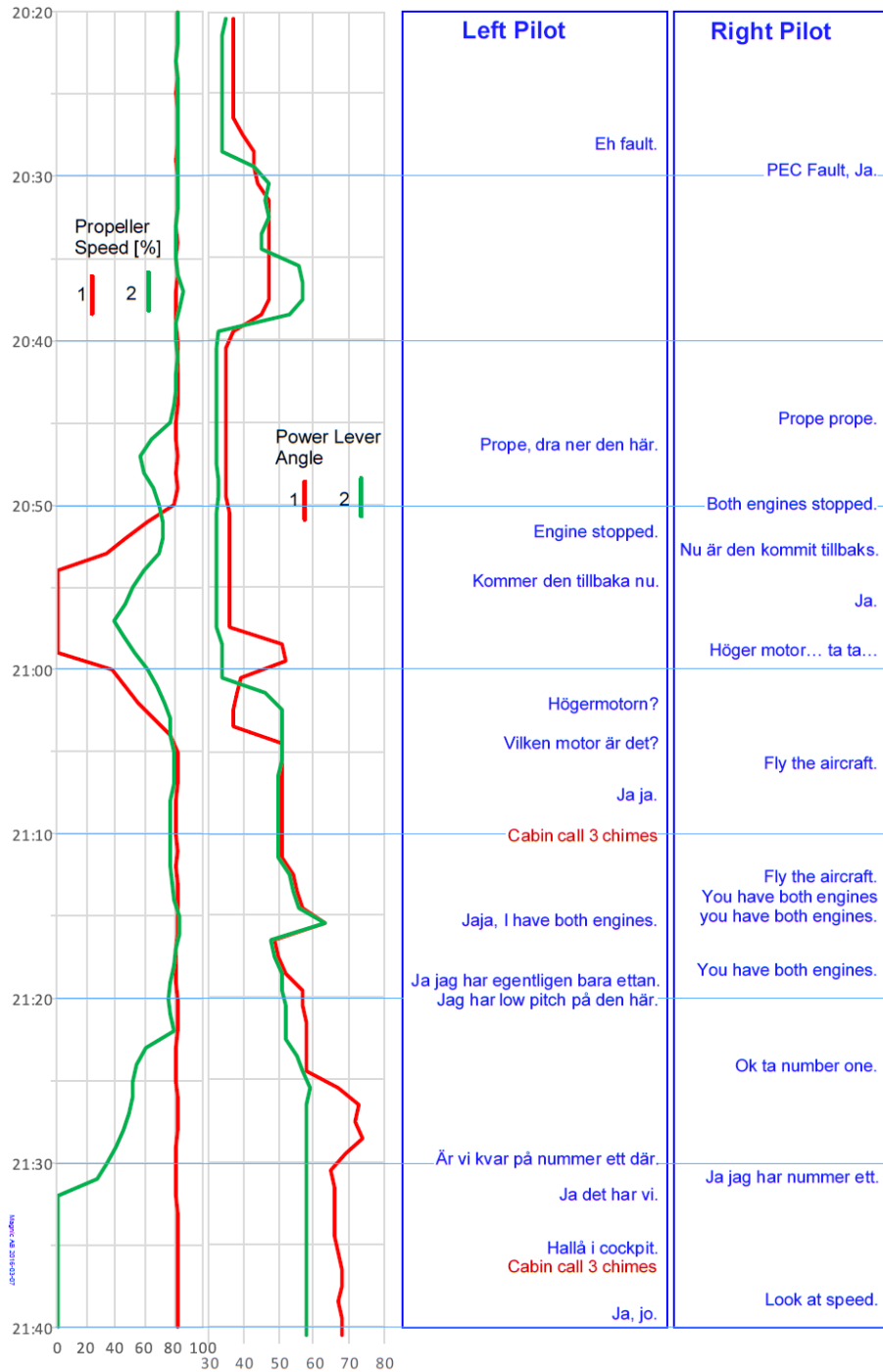
²¹ FEM (Finit Element Method) - Datorbaserad beräkning med en tredimensionell modell.

1.16.5 Analys av FDR- och CVR-data

FDR och CVR demonterades från flygplanet och kunde avläsas. Den franska utredningsmyndigheten BEA bistod med validering och analys av datan.

Analysen visar att händelseförloppet startade i samband med att gasreglagen drogs ner till flygtomgång samt att de kraftiga vibrationerna började en minut och 20 sekunder senare. Den indikerade flygfarten låg mellan 241 och 254 knop under händelseförloppet.

Tidsskalan i figur 6 nedan börjar tre sekunder innan de kraftiga vibrationerna uppstod.



Figur 6. Figuren visar CVR utskrift kombinerat med gasreglagens läge och propellervarvtal. Gasreglageläget 35 grader motsvarar flygtomgång. Tidsangivelsen till vänster är minuter och sekunder.

1.16.6 Analys av bakgrundsljud från CVR

Vid analys av bakgrundsljudet från CVR har tre ljud med olika frekvensfamiljer konstaterats. En frekvensfamilj på 16 Hz, som överensstämmer med propelleraxelns varvtal, en på 99 Hz, som överensstämmer med propelleraxelns varvtal multiplicerat med sex och en frekvens på 39 Hz som kommer från en källa som inte kunnat identifieras.

Ljudet med frekvensen på 99 Hz förekommer hela tiden. Ljudet med frekvensen på 16 Hz tillkommer när gasregalen dras ned till flygtomgång vid tiden 12.19.03. Ljudet med frekvensen på 39 Hz uppkommer samtidigt som de kraftiga vibrationerna börjar vid tiden 12.20.23 och upphör vid tiden 12.20.36. Vibrationerna och ljuden med frekvenserna 16 Hz och 39 Hz upphör när höger propeller flöjlas.

1.16.7 Simulatorprov

Haverikommissionen har deltagit i simulatorprov hos tillverkaren i Toulouse, Frankrike. Syftet med proven var dels att undersöka propellerregelagens funktion, dels att få en övergripande kunskap om olika metoder för att genomföra en plané.

Propellerreglagen manövrerades från AUTO-läget genom att lyfta upp spärrhandtaget och bibehålla det i upplyft läge samtidigt som det fördes mot FTR-läget. Reglaget stannade då några millimeter ovanför FTR-läget. Enda sättet att komma vidare till FTR-läget var att släppa ner spärrhandtaget och föra reglaget vidare bakåt.

Plané genomfördes med olika sjunkhastigheter och farter. Tillverkaren förklarade att en normal plané kunde utföras med antingen en bestämd sjunkhastighet på 1 500 fot per minut eller med en gradient på tre grader med en indikerad fart på 200, 220 eller 240 knop.

1.16.8 Tillverkarnas flygprov

Flygprov har utförts, med utrustning för att kunna mäta krafterna på omställartapparna, vid olika flygfaser.

Data har analyserats och det har konstaterats att vid en fart nära 250 knop och flygtomgång är krafterna på omställartapparna låga. Vidare kan tapparna ha kontakt med endera omställarplattan vid detta förhållande.

1.17 Operatörens organisation och ledning

Braathens Regional AB är ett kommersiellt flygföretag som huvudsakligen bedriver passagerarflygning inom Sverige.

Företaget har ett gällande operativt tillstånd utfärdat av Transportstyrelsen.

1.18 Övrigt

1.18.1 *Tidigare liknande händelser*

Sex andra liknande händelser har inträffat med flygplanstypen under perioden 2007 till 2014. Två av dessa är under utredning av utländska säkerhetsutredningsmyndigheter. De andra har inte utretts av någon myndighet. Händelserna har dock studerats av flygplans- och propellertypcertifikatinnehavarna.

1.18.2 *Händelsen med SE-MDC*

En utredare från haverikommissionen deltog som observatör på en flygning från Bromma till Visby flygplats. Flygningen utfördes med ett systerflygplan med registreringen SE-MDC. Syftet var att få kunskap om den flygoperativa miljön i cockpit.

Efter start från Bromma och under stigning till marschhöjd upplevdes svaga vibrationer som gav utslag i form av rörelser åt vänster och höger på båda styrspekarna. Under nedstigning mot Visby, med gasreglagen på tomgång, ökade vibrationerna i intensitet när farten närmade sig 245 knop. Vibrationerna kunde nu kännas i fötterna och på dörrpostens sidovägg. Vibrationerna upphörde när gasreglagen fördes fram något och motorens vridmoment (T_q) ökade till ett avläst värde omkring 7-8 %.

Operatören försökte lösa problemet genom att genomföra en dynamisk balansering av propellrarna. Detta lyckades dock inte. Propellerbladen demonterades i avsikt att väga dessa för att kontrollera en möjlig felkälla. I samband med detta upptäcktes spel i omställartapparnas lager.

Lagren byttes varefter propellrarna kunde balanseras med lyckat resultat med följden att vibrationerna inte återkom.

1.18.3 *Grundläggande principer för aeroelastiska svängningar*

Alla flygplan är flexibla och ändrar form på grund av de luftkrafter som flygning ger upphov till. Långa och slanka flygplansvingar är mycket flexibla och den lyftkraft som vingarna skapar för att bära hela flygplanets vikt ger förhållandevis stora deformationer vid flygning. Vingarnas deformationer ändrar flygplanets form och därmed ändras luftkrafterna. Denna växelverkan benämns aeroelasticitet. Vingarnas deformationer och rörelse under flygning kan på olika sätt påverka både flygplanets manöverförmåga och flygsäkerheten.

Om vingarnas deformationer ändras snabbt blir denna aeroelastiska växelverkan dynamisk och även flygplanets massfördelning påverkar förloppet genom de tröghetskrafter som uppstår. Vid tillräckligt hög fart kan denna aeroelastiska växelverkan mellan flygplanets elastiska deformationer, luftkrafter och tröghetskrafter bli instabil så att svängningar eller vibrationer blir instabila och snabbt växer i storlek.

Denna form av aeroelastisk instabilitet benämns fladder och alla flygplan undersöks noga för att säkerställa att fladder inte kan uppstå i de farter som flygplanet är tänkt att flygas i.

Om farten är hög kan det räcka med att någon del av flygplanets struktur skadas, eller går sönder, för att fladder eller andra aeroelastiska vibrationer ska uppstå. Vissa väsentliga felfall analyseras när flygplanet konstrueras men långt ifrån alla möjliga felfall undersöks.

Flygplanets propellrar och motorer samverkar även de med flygplanets övriga delar och gör aeroelastiska fenomen än mer komplicerade. Rörliga delar på flygplanet som roder och propellrar kan inte monteras utan ett visst glapp. Glapp kan ge upphov till aeroelastiska svängningar som inte leder till att flygplanet går sönder men orsakar oönskade vibrationer som kan vara kraftiga.

Eftersom aeroelastiska fenomen påverkas av flygplanets styvhet, de aerodynamiska krafterna och flygplanets viktfordelning så innebär det att varje förändring av flygplanets form, styvhet eller viktfordelning kan påverka flygplanets aeroelastiska egenskaper. Även små förändringar kan leda till kraftiga vibrationer i flygplanet, vilka i sin tur kan leda till skador eller till och med haveri.

Tillverkarens utredning av flygplanets aeroelastiska egenskaper har begränsats till frekvenser under 30 Hertz, vilket gör det svårt att konstatera på vilket sätt flygplanet aeroelastiska egenskaper kan ha påverkat förloppet.

1.18.4 Vidtagna åtgärder

BEA

BEA har den 23 december 2014 lämnat fyra rekommendationer till EASA avseende information om problematiken till operatörerna.

EASA

EASA har den 30 januari 2015 publicerat en säkerhetsinformationsbulletin, SIB No.: 2015-03 med information om vibrationsproblematiken.

EASA fångar upp eventuella nya händelser genom ARS 61.0003 (Airworthiness Review Sheet) för att rätt åtgärder ska vidtas så att den berörda hårdvaran blir säkrad.

Den 19 januari 2016 reviderades bulletinen SIB No.: 2015-3R1.

Propellerns typcertifikatinnehavare

Typcertifikatinnehavaren har redan före den aktuella händelsen gett ut en servicebulletin (568F-61-67, daterad den 2 oktober 2014) med en instruktioner för mätning av spelet i omställningsmekanismen. Avsikten med bulletinen var att eventuellt böjda medbringarpplattor ska kunna upptäckas efter en händelse med vibrationer i samband med PEC indikering 67 eller 68 (anger bladvinkelfel på primär och sekundär kanal).

Typcertifikatinnehavaren är av uppfattningen att skadorna i propellermekanismen uppstått genom att friktionen i bladens lagring blivit för stor och att kraften från omställningshydrauliken orsakat skadorna. Storleken av friktionsökningen resulterar i höga omställningskrafter från aktuatoren till medbringarpplattorna och omställartappen.

De vibrationer som besättningarna rapporterat anses bero på att bladen fått olika vinklar beroende på deformationerna i mekanismen.

I enlighet med propellertypcertifikatinnehavarens teori har man konstruerat en förbättrad kulseparator, vilken införs på de propellrar som finns i drift och ny tillverkade propellerar.

Flygplanets typcertifikatinnehavare

Flygplanets typcertifikatinnehavare har publicerat en bulletin (OEB – Operations Engineering Bulletin) med anledning av den aktuella och tidigare händelser. Syftet med bulletinen är att informera och förse operatörer med flygoperativa rekommendationer angående händelser med plötsliga och kraftiga vibrationer på motorinstallationen vilka härrör från mekaniska skador på propellrarna.

Bulletinen beskriver att utredningar har visat att samtliga rapporterade händelser inträffat under följande förhållanden:

- På motor nr. 2 (höger motor)
- Under plané med en fart nära 250 knop
- När gasreglagen (PL) reduceras mot flygtomgång (FI)

Bulletinen innehåller en procedur för att identifiera och stänga av den berörda motorn.

1.19 Särskilda utredningsmetoder

Inga.

2. ANALYS

2.1 Flygningen

Haverikommissionen har konstaterat att förberedelser och planering för den aktuella flygningen följde normala rutiner.

Den isbildning som förekom på marschhöjd anses inte ha haft någon påverkan på händelsen eftersom avisningssystemet hade avsedd verkan.

Besättningen försökte åtgärda de initiala vibrationerna genom att manövrera gasreglagen vilket grundade sig på tidigare erfarenheter. Åtgärden hade dock ingen effekt. Haverikommissionen anser att det är naturligt att använda tidigare erfarenheter för att lösa en uppgift, särskilt då det inte fanns någon publicerad procedur för att hantera problemet.

Befälhavaren beslutade sig för att prioritera flygningen, som utfördes med visuella referenser, före läsningen av checklistor för onormala procedurer. Haverikommissionen anser att detta var en korrekt prioritering eftersom vibrationsnivån var så hög att det var problem att läsa av instrumenten i cockpit.

En tydligare kommunikation mellan piloterna, avseende vilka motorreglage som manövrerades, hade sannolikt bidragit till att lösa uppgiften ännu snabbare. Varningen ”PEC fault”, som indikerade från vilken sida vibrationerna härrörde, kom inte att användas som vägledning för de vidtagna åtgärderna.

Den högra motorns propellerreglage kunde initialt inte föras till avstängt läge vilket sannolikt berodde på att spärrhandtaget oavsiktligt var i sitt övre läge då reglaget nådde feather-läget.

2.2 Skadorna i propellermekanismen

Brottytan på den brustna styrtappen visar att det förekommit multipla överbelastningar, i bägge riktningarna, före det slutliga brottet.

Även skadorna på medbringarna visar att det skett multipla överbelastningar.

I figur 5 kan man se intryckningar som kommer från brickan på styrtappens lagring. Dessa intryckningar har uppstått när medbringarplattans utskott varit böjt. Vid området för reversering finns inga tecken på kontakt med brickan, vilket visar att utskottet inte var böjt vid den föregående landningen. Bilden visar också att det finns slitage på den främre medbringarplattan, vilket visar att omställningstappens lager har haft kontakt med den över tid.

Ovanstående visar att samtliga skador (utom förslitningarna på den främre medbringarplattan) skett under den aktuella flygningen.

I och med att besättningen inte upplevt några vibrationer innan gasen drogs av till flygtomgång är det sannolikt att alla skador, utom förslitningsskadorna, uppstod efter detta.

Logiken och mekaniken för skadornas uppkomst har inte kunnat fastställas, men det går inte att utesluta att de kan vara en följd av en aeroelastisk svängning.

2.3 Skadorna på motorn m.m.

Skadorna på motorn och motorinfästningarna bedöms ha orsakats av den höga vibrationsnivån.

2.4 Propellertypcertifikatsinnehavarens åtgärder

Propellertypcertifikatinnehavaren har, som nämnts ovan, bedömt att tillbudet orsakats av alltför hög friktion i bladens lager och har konstruerat en förbättrad kulseparator.

Haverikommissionen konstaterar att omställningshydrauliken kan ge upp till 12 000 daN på den bakre plattan och 10 300 daN på den främre plattan. Det krävs 3 000 daN för att de främre medbringarnas utskott ska uppnå sträckgränsen. Detta medför att samtliga utskott inte kan böja sig samtidigt.

För att åstadkomma skadorna genom för hög friktion i bladrotslagringen krävs att samtliga följande faktorer finns eller inträffar inom loppet av någon minut:

- Ojämnt fördelade kulor och förhöjd friktion i alla sex bladrotter.
- Den förhöjda friktionen ska verka i bägge riktningarna.
- Högst tre blad får ha förhöjd friktion samtidigt.
- Hydrauliken ska göra ett 20-tal rörelser i bägge riktningarna.

Haverikommissionen ser det inte som sannolikt att detta kan ske under den korta tidsperioden.

2.5 Flygplanstypcertifikatsinnehavarens åtgärder

Flygplanstypcertifikatsinnehavarens åtgärder leder sannolikt till att piloter på ett mer systematiskt sätt kan identifiera och åtgärda kraftiga propellervibrationer.

2.6 Samlad bedömning

Haverikommissionen konstaterar att händelsen inträffade under plané med hög fart när gasreglagen reducerats mot flygtomgång och att endast höger motor (motor nr 2) påverkades. De utredningar som genomförts av andra säkerhetsutredningsmyndigheter av liknande tillbud visar att även de händelserna inträffat under liknande förhållanden. Genom de åtgärder som vidtagits av BEA, EASA och flygplanets typcertifikatinnehavare har operatörerna av flygplanstypen

informerats om detta och en procedur har tagits fram för att identifiera och stänga av den berörda motorn i liknande situationer.

Haverikommissionen delar inte propellerns typcertifikatinnehavares bedömning av vad som orsakat tillbudet. Enligt haverikommissionen är det inte sannolikt att de åtgärder som propellerns typcertifikatinnehavare vidtagit är sådana att de i tillräcklig mån förhindrar att liknande tillbud inträffar.

Haverikommissionen uppfattning är att det krävs ytterligare omfattande ingenjörsinsatser i form av beräkningar och prov för att finna orsaken till tillbudet.

Motiveringen till detta är exempelvis den registrerade och oidentifierade frekvensen på 39 Hz. Vidare har det konstaterats att omställningstapparnas lager kan ha kontakt med den främre medbringarpattan under normal drift.

Propellertypcertifikatinnehavaren har indikerat att styrtappen genom sin konstruktion normalt ska vara mot den bakre medbringarpattan under normal drift.

Den främre plattan ska normalt vara belastad under isolerade driftsförhållanden, såsom reversering.

Propellertypcertifikatinnehavaren har förklarat att slitaget som finns på den främre medbringarpattan beror på ökad friktion i lagringslager.

Haverikommissionen konstaterar att såväl flygplanstypen som propellertypen genomgått ett flertal mindre förändringar sedan den ursprungliga certifieringen skedde. Det finns inte något som tyder på att någon enskild förändring föranlett de tillbud som inträffat. Däremot vore det av värde att närmare undersöka om den samlade effekten av de förändringar som skett är sådan att den påverkar flygplanstypens egenskaper negativt.

Haverikommissionen anser att sådana ytterligare utredningsåtgärder är en uppgift för flygplanets och propellerns typcertifikatinnehavare under tillsyn av de certifierande myndigheterna.

2.7 Flygäkerhetsbedömning

Haverikommissionen har bedömt att händelsen var ett allvarligt tillbud, vilket innebär att det fanns en hög sannolikhet för att en olycka skulle inträffa.

Motiveringen till detta är att följdskadorna var av sådan art att de kunde ha utvecklats till strukturskador i motorinstallationen. Det faktum att händelsen inträffade under visuella väderförhållanden har sannolikt underlättat att kontrollen över flygplanet kunde bibehållas trots att piloterna hade svårigheter att läsa instrumenten.

3. UTLÅTANDE

3.1 Undersökningsresultat

- a) Besättningen hade behörighet att utföra flygningen.
- b) Flygplanet hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis.
- c) Planeringen och genomförandet av flygningen var normal tills tillbudet inträffade.
- d) Det fanns ingen särskild procedur för att hantera motorvibrationer.
- e) Det tog en dryg minut från det att vibrationerna startade till dess att propellern var flöjlad.
- f) Det har inträffat sex liknande tillbud, varav två är under utredning av utländska säkerhetsutredningsmyndigheter.
- g) Mekanismerna som orsakat propellerskadorna har inte kunnat fastställas.
- h) Information om i vilka situationer liknande tillbud kan uppstå och hur de ska hanteras har förmedlats till berörda operatörer.

3.2 Orsaker till det allvarliga tillbudet

Haverikommissionen har inte kunnat fastställa orsaken till det allvarliga tillbudet.

4. SÄKERHETSREKOMMENDATIONER

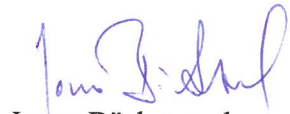
Haverikommissionen bedömer att det krävs ytterligare omfattande ingenjörsinsatser för att finna orsaken till tillbudet och att sådana insatser bör ankomma på flygplanets och propellerns typsertifikatinnehavare under tillsyn av de certifierande myndigheterna. Vidare har det kunnat konstateras att de kända tillbud som inträffat har skett under likartade förhållanden. Mot den bakgrunden rekommenderas följande.


EASA rekommenderas att:

- Överväga att införa tillfälliga begränsningar i manöverenveloppen eller begränsningar av effektområden i densamma tills problematiken är löst och åtgärdad. (RL 2016:07 R1)

SHK emotser besked senast den **20 januari 2017** om vilka åtgärder som har vidtagits med anledning av de säkerhetsrekommendationer som har lämnats i rapporten.

På haverikommissionens vägnar


Jonas Bäckstrand


Sakari Havbrandt

Bilagor

Tillägg till rapporten från BEA (Frankrikes myndighet för säkerhetsutredning inom civil luftfart).



BEA's submission to the final report – October 2016

Two previous similar incidents are still under investigation.

The first occurred on 18th September 2013, an ATR 72-212A registered PK-WFV that encountered severe vibrations on engine #2 propeller during descent at a speed of 251 kt as the crew was moving power levers to the Flight Idle position. Vibrations persisted until the engine #2 was shut down after landing. The blade angle actuator forward plate was found bent and one blade was turning freely as its trunnion pin was broken. Two engine fittings were found broken. The investigation is led by the Indonesian safety investigation authority – KNKT.

The second occurred on 4th May 2014, an ATR 72-212A registered 9Y-TTC that encountered severe vibrations on engine #2 propeller during descent at a speed of 246 kt as the crew was moving power levers to the Flight Idle position. Vibration ceased during the flight and on ground maintenance did not evidence anything abnormal. On 5th May 2014, right propeller vibrations were reported by the crew after landing. Propeller pitch change mechanism was found severely damaged after maintenance performed test runs on the ground. The blade angle actuator forward plate was found heavily bent and one blade was turning freely as its trunnion pin was broken.

Trinidad and Tobago authorities delegated the investigation on the second incident to the BEA. In the framework of the investigation, the manufacturers performed numerous tests and analysis including a flight test campaign. Full sampled relevant flight test data should be made available to BEA in the coming days. BEA considers that access to those data and their review are necessary to conclude the investigation and clarify the possible causes of the severe vibrations.