



Slutrapport RL 2021:03

**Olycka på Stockholm/Skavsta flygplats,
Södermanlands län, den 6 april 2020 med
flygplanet SE-MKV av modellen TB 9,
opererat av Skies Airline Training AB.**

Diarienummer L-27/20

2021-03-30

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 anges ”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/Försvarmakten.

Innehåll

ALLMÄNNA UTGÅNGSPUNKTER OCH AVGRÄNSNINGAR	5
UTREDNINGEN	5
SAMMANFATTNING	8
1. FAKTAREDOVISNING	9
1.1 Redogörelse för händelseförloppet	9
1.1.1 Förutsättningar	9
1.1.2 Händelseförlopp	9
1.1.3 Övrigt	10
1.2 Personskador	12
1.3 Skador på luftfartyget	12
1.4 Andra skador	12
1.4.1 Miljöpåverkan	12
1.5 Besättningen/personalinformation	12
1.5.1 Piloternas kvalifikationer och tjänstgöring	12
1.6 Luftfartyget	13
1.6.1 Flygplanet	14
1.6.2 Beskrivning av delar eller system av betydelse för händelsen	14
1.7 Meteorologisk information	16
1.8 Navigationshjälpmedel	16
1.9 Radiokommunikationer	17
1.10 Flygfältsdata	18
1.11 Färd- och ljudregistratorer	19
1.11.1 Radardata	19
1.12 Olycksplats och luftfartygsvrak	20
1.12.1 Olycksplatsen	20
1.12.2 Luftfartygsvraket	21
1.12.3 Teknisk undersökning av flygplanet	21
1.13 Medicinsk information	22
1.14 Brand	22
1.15 Överlevnadsaspekter	22
1.15.1 Räddningsinsatsen	22
1.15.2 Ombordvarandes placering och skador samt användning av bälten	22
1.15.3 NTSB:s kollisionssäkerhetsprojekt för allmänflyget (1985)	23
1.16 Särskilda prov och undersökningar	23
1.16.1 Undersökning av bränslet	23
1.16.2 Undersökning av förgasare	24
1.16.3 Undersökning av avslagen nippel på elbränslepumpen	25
1.16.4 Undersökning av hållfasthet för bältesinfästning	25
1.16.5 Referensflygning	26
1.16.6 Sammanfogad data	28
1.17 Berörda aktörers organisation och ledning	29
1.17.1 Generellt	29
1.17.2 Flygskolans ledningssystem	29
1.17.3 Föreskrifter för verksamheten	31
1.17.4 Tillsyn under drift	32
1.17.5 Flygskolans standardrutiner (SOP)	32
1.18 Övrigt	34
1.18.1 ”Den omöjliga svängen”	34
1.18.2 Beslutsfattande	35

1.18.3	Överraskande och plötsliga händelser.....	36
1.18.4	Vidtagna åtgärder	36
1.18.5	Liknande händelser	36
1.18.6	Särskilda utredningsmetoder	37
2.	ANALYS.....	38
2.1	Inledande utgångspunkter.....	38
2.2	Varför stannade motorn?	39
2.3	Vilka åtgärder vidtogs strax före och vid motorbortfallet?	40
2.4	Hur hanterades den uppkomna situationen?	41
2.4.1	”Den omöjliga svängen”	43
2.5	Utbildningen	44
2.5.1	Flyglärarens utbildning	44
2.5.2	Regelverket	44
2.6	Skolans säkerhetsledningssystem	44
2.6.1	Säkerhetsledningssystem.....	46
2.7	Räddningsinsatsen	47
2.8	Överlevnadsaspekter.....	47
2.8.1	Undersökning av hållfasthet för bältesinfästning.....	48
3.	UTLÅTANDE.....	49
3.1	Utredningsresultat.....	49
3.2	Orsaker till olyckan	49
4.	SÄKERHETSREKOMMENDATIONER	50

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 april 2020 om att en olycka med ett flygplan med registreringsbeteckningen SE-MKV inträffat på Stockholm/Skavsta flygplats, Södermanlands län, samma dag klockan 16.01.

Olyckan har utretts av SHK som företrätts av Helene Arango Magnusson, ordförande fram till den 16 oktober 2020 därefter John Ahlberk, Johan Nikolaou, utredningsledare, Mats Trense, operativ utredare, Tony Arvidsson, teknisk utredare och Alexander Hurtig, utredare beteendevetenskap.

Som ackrediterad representant för Frankrike har Richard Trobrillant från utredningsmyndigheten BEA (Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile) deltagit.

Som ackrediterad representant för USA har Courtney Liedler från utredningsmyndigheten NTSB (National Transportation Safety Board) deltagit.

Som ackrediterad representant för Spanien har Manuel Fernandez Fdez från CIAIAC (Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil) deltagit.

Som ackrediterad representant för Ungern har János Eszes från utredningsmyndigheten TSB (Transportation Safety Bureau) deltagit.

Som rådgivare för EASA (Europeiska byrån för luftfartssäkerhet) har Ourania Chatzialekou deltagit.

Som rådgivare för Transportstyrelsen har Magnus Axelsson och Hans Hermansson deltagit.

Följande organisationer har notifierats: EASA, EU-kommissionen och Transportstyrelsen.

Utredningsmaterialet

- Intervjuer har genomförts med instruktören, eleven, två flygledare, flygskolans ledningspersonal och två vittnen.
- Bränsle från bränsletanken på flygplatsen har undersökts och analyserats.
- Bränslet i flygplanets tankar har undersökts och analyserats.
- Flygplanets relevanta system har undersökts.
- Flygskolans utbildningsmaterial har granskats.
- Inspelning av radiokommunikation med flygtrafikledningen har granskats.
- Radardata från LFV har inhämtats och analyserats.
- Bilder från olycksplatsen har dokumenterats med drönare.
- Referensflygningar har utförts med ett flygplan av samma typ.

Ett haverisammanträde hölls den 14 november 2020. Vid mötet presenterade haverikommissionen det faktaunderlag som förelåg vid den tidpunkten.

Slutrapport RL 2021:03

Lufffartyg:	
Registrering, typ	SE-MKV, TB Series
Modell	TB 9
Klass, luftvärdighet	Normal, luftvärdighetsbevis och gällande granskningsbevis (ARC) ¹
Serienummer	1535
Operatör	Skies Airline Training AB
Tidpunkt för händelsen	2020-04-06, klockan 16.01 i dagsljus Anmärkning: all tidsangivelse avser svensk sommartid (UTC ² + 2 timmar)
Plats	Stockholm/Skavsta flygplats, Södermanlands län, (position 5847N 01654E, 43 meter över havet)
Typ av flygning	Skolflygning
Väder	Enligt Metar: vind 170 grader 13 knop, CAVOK ³ , temperatur/daggpunkt +12/+01°C, QNH ⁴ 1024 hPa
Antal ombord:	2
Besättning inklusive kabin	2
Passagerare	0
Personskador	Lindriga
Skador på luftfartyget	Totalhaveri
Andra skador	Vissa markskador
Instruktören:	
Ålder, certifikat	31 år, CPL ⁵ (A) FI ⁶ (A) ⁷ R ⁸
Total flygtid	393 timmar, varav 142 timmar på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	36 timmar, allt på typen
Antal landningar senaste 90 dagarna	57
Eleven:	
Ålder, certifikat	33 år, under utbildning till CPL(A)
Total flygtid	55 timmar, allt på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	50 timmar
Antal landningar senaste 90 dagarna	41

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

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

³ CAVOK (Ceiling and Visibility Ok) – internationell förkortning som under goda väderförhållanden ersätter uppgifter om molnbas, sikt, och väder.

⁴ QNH – höjdmätaren inställd så att höjden över havsytans medelnivå erhålls när man befinner sig på marken.

⁵ CPL (Commercial Pilot License) – trafikflygarcertifikat.

⁶ FI (Flight Instructor) – flyginstruktör.

⁷ A (Aeroplane) – flygplan.

⁸ R (Restricted) – befogenheterna är begränsade till att leda flygutbildning under övervakning av en FI för samma kategori av luftfartyg.

Sammanfattning

Avsikten var att utföra skolflygning enligt de visuella flygreglerna (VFR). Bana 16, som var i användning bedömdes av instruktören som den mest kritiska banan på Stockholm/Skavsta flygplats om ett motorbortfall skulle inträffa eftersom det fanns hinder i utflygningsriktningen.

Under startskedet och upp till 500 fots höjd var allt normalt. Strax därefter började motorn tappa effekt för att slutligen stanna. Instruktören tog över kontrollen av flygplanet, utropade "returning" på tornfrekvensen och försökte återvända till banan i motsatt riktning. Under svängen i låg fart fick vänster vinge markkontakt. Flygplanet slog därefter ned med buken och höger vinge. Därefter roterade flygplanet runt rollaxeln för att slutligen stanna med vänster vinge invikt under flygplanskroppen med avbrutet stjärtparti. Motorn slets av och hamnade bortom flygplanskroppen.

Instruktören och eleven kunde oskadda själva ta sig ut ur flygplanet. Ett vittne var omedelbart på plats för att assistera efter olyckan.

Olyckan orsakades av att motorn stannade i ett läge där möjligheterna till en säker landning var begränsade. Avsaknad av tillräcklig kunskap om och erfarenhet av de svårigheter det innebär att efter motorbortfall genomföra en 180-graders sväng på låg höjd tillbaka till banan ledde till ett okontrollerat nedslag.

En bidragande orsak har varit att flygskolan genom säkerhetsledningssystemet inte identifierat riskerna som kan uppstå vid motorbortfall på låg höjd.

En bakomliggande orsak har varit att EASA:s regelverk för motorbortfall efter start inte beskriver hur träningen bör utföras.

Säkerhetsrekommendationer

EASA rekommenderas att:

- Utvärdera och ta ställning till om och vilka riskfyllda manövrar som ska ingå vid utbildning och beskrivas i ett vägledande dokument. En sådan riskfylld manöver skulle kunna vara momentet för hur man bedömer när en sväng tillbaka till fältet är säkert. (RL 2021:03 R1)
- Ta fram och genom de nationella tillsynsmyndigheterna distribuera en säkerhetsbulletin för att öka kunskapen om den omöjliga svängen. (RL 2021:03 R2)

Transportstyrelsen rekommenderas att:

- I sin roll som tillsynsmyndighet se över utbildningsorganisationernas säkerhetsledningssystem vad det gäller hantering av nödförfaranden på låg höjd efter start. (RL 2021:03 R3)

Ungerska tillsynsmyndigheten rekommenderas att:

- Se över och bekräfta att utbildningsorganisationerna även praktiskt uppfyller utbildningskravet för AMC1 FCL.930.FI. (RL 2021:03 R4)

1. FAKTAREDOVISNING

1.1 Redogörelse för händelseförloppet

1.1.1 Förutsättningar

Instruktören, som var under slutskedet av övervakning som instruktör, skulle utföra en skolflygning med en elev som genomgick en integrerad flygutbildning för ett trafikflygarcertifikat CPL(A).

Avsikten var att utföra skolflygning enligt de visuella flygreglerna (VFR). Bana 16, som var i användning bedömdes av instruktören som den mest kritiska banan på Stockholm/Skavsta flygplats om ett motorbortfall skulle inträffa eftersom det fanns hinder i utflygningsriktningen.

Före flygningen hade tekniker åtgärdat en anmärkning som innebar att motorn inte gick att stänga av med blandningsreglaget.

Flygplanet hade tidigare under dagen använts för flygning vid tre skolpass. Inför passet närmast före olycksflygningen tankades flygplanet fullt och utförde därefter en 40 minuters flygning. Flygplanet hade därför inte tankats inför den aktuella flygningen då bränslet överskred minimibränslekravet.

Motoruppkörning och kontroll utfördes enligt flygplanets checklista utan anmärkning. Bränslekranen ställdes på vänster tank som också var den som var full.

Besättningen valde att starta vid taxibana F, vilket medförde att tillgänglig banlängd blev omkring 1 800 meter av den 2 043 meter långa banan.

1.1.2 Händelseförlopp

Under startskedet och upp till 500 fots höjd förflöt enligt piloterna allt normalt. Därefter började motorn tappa effekt för att slutligen stanna. Instruktionen, som satt till höger, tog över kontrollen av flygplanet och kontrollerade motorreglagen. Han utropade ”*returning*” (återvänd) på tornfrekvensen och avsåg att återvända till banan i motsatt riktning (bana 34) i en vänstersväng.

Stallvarningen⁹ ljöd vid flera tillfällen. Under svängen upplevde instruktören att flygplanet var på kollisionskurs med bränslecisterner på plattan varför han svängde ytterligare vänster för att undvika en kollision.

⁹ Stall – ett flygtillstånd med så hög anfallsvinkel att luftströmmen separerar från vingen, vilket medför att lyftkraften minskar drastiskt.

Under svängen, som skedde i låg fart, fick vänster vinge markkontakt. Flygplanet slog därefter ned med buken och höger vinge. Därefter roterade flygplanet runt rollaxeln för att slutligen stanna med vänster vinge invikt under flygplanskroppen med avbrutet stjärtparti. Motorn slets av och hamnade bortom flygplanskroppen.

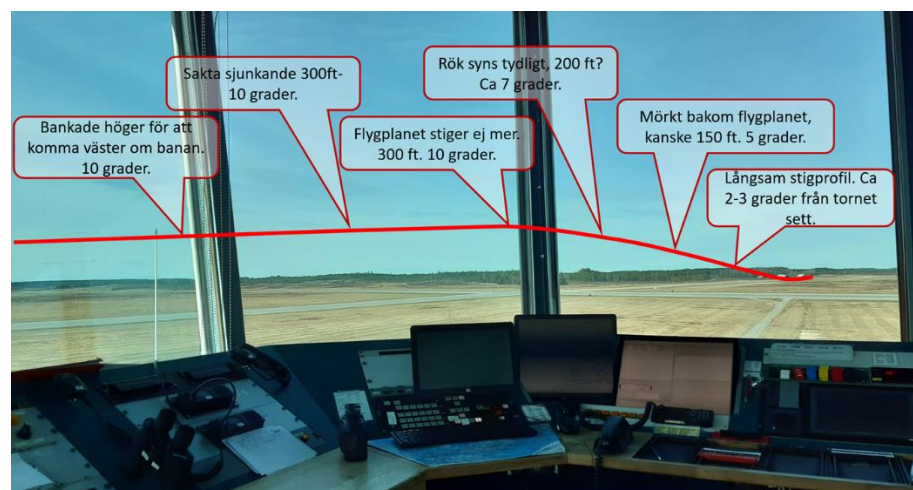
Instruktören och eleven kunde oskadda själva ta sig ut ur flygplanet. Ett vittne var snabbt på plats för att assistera och räddningstjänsten var på plats inom 90 sekunder efter olyckan. Eftersom flygplanet läckte bränsle från höger vinge la räddningstjänsten släckningsmedel över området kring flygplanet. En pall placerades under flygplanskroppen för att däri-genom få bränsleläckaget att upphöra.

Olyckan inträffade i position 5847N 01654E, 43 meter över havet.

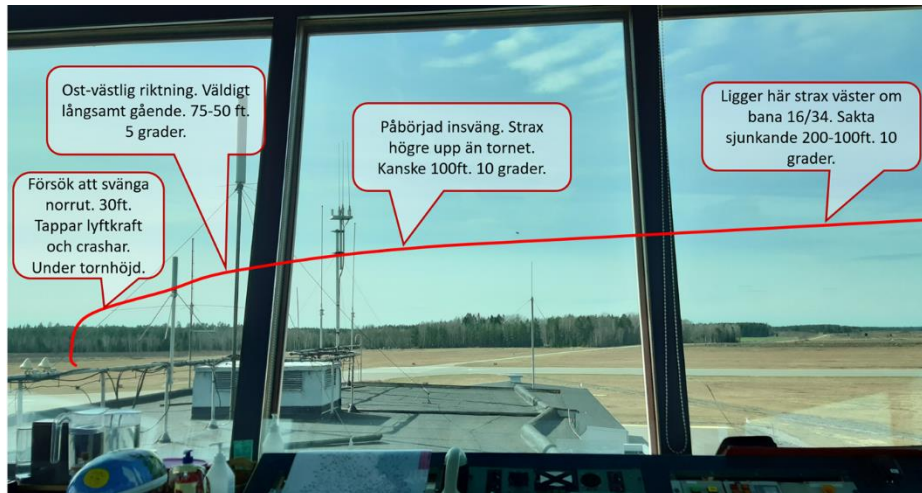
1.1.3 Övrigt

Intervjuer med flygledningen i tornet

En flygledare och en flygledarassistent som följde flygningen har berättat att de uppfattade att flygplanet steg långsamt och att det uppstod dis bakom flygplanet under det initiala skedet. Vid korsningen för bana 08/26 tycktes flygplanet inte längre stiga för att sedan börja sjunka. Därefter såg det ut som flygplanet påbörjade en högersväng och kom således väster om banan. När flygplanet sjunkit och passerat bantröskeln påbörjades en vänstersväng på en höjd som uppfattades var ungefär den samma som tornets. Under den svängen uppfattades det som att flygplanet i låg fart tappade höjd och kolliderade med marken. Figur 1 och 2 visar en bildbeskrivning av hur händelsen upplevdes av flygledaren från positionen i tornet.



Figur 1. Flygledarens beskrivning av händelseförloppet (del 1). Bild: Flygledaren, Skavsta tornet.



Figur 2. Flygledarens beskrivning av händelseförloppet (del 2). Bild: Flygledaren, Skavsta tornet.

Flygledarassistenten upplevde en sorts dis efter flygplanet som påminde om hur ett bränsleläckage ser ut.

Intervju med ett vittne på marken

Ett vittne som stod på plattan söder om tornet iakttog flygplanet i luften efter det att motorn stannat. Vittnet såg flygplanet först sjunka och svänga något åt höger för att därefter stiga och tappa fart. Flygplanet förlorade snabbt höjd, svängde vänster och kolliderade först med vänster vinge i marken för att sedan snurra runt. Motorn kastades över flygplanskroppen och hamnade bortom flygplanet.

Vittnet tog sig snabbt till olycksplatsen för att assistera besättningen. De två i besättningen tog sig själva ur flygplanet utan synliga skador. Räddningstjänsten var på plats kort därefter.

Intervju med instruktören

Intervjuuppgifter har huvudsakligen beskrivits i avsnitt 1.1.2. Utöver detta har följande framkommit i intervju med instruktören.

Instruktören har uppgett att proceduren för motorbortfall efter start på låg höjd repeteras inför varje flygning. Proceduren innebär att landning efter motorbortfall ska ske rakt fram eller högst avvika 30 grader från utflygningsriktningen. Även om detta repeteras inför start uttryckte instruktören att detta inte var något alternativ för den aktuella banan då det fanns hinder i utflygningsriktningen. Instruktören var övertygad om att utgången av olyckan inte hade varit överlevnadsbar om proceduren följts.

1.2 Personskador

Instruktören och eleven erbjöds medicinsk undersökning av ambulanspersonalen vilket avböjdes. Båda upplevde nacksmärtor dagen efter olyckan och skickades av flygskolan till sjukhus för undersökning.

	Besättning	Passagerare	Ombord varande totalt	Övriga
Omkomna	-	-	0	-
Allvarligt skadade	-	-	0	-
Lindrigt skadade	2	-	2	Ej tillämpligt
Inga skador	-	-	-	Ej tillämpligt
Totalt	2	0	2	-

1.3 Skador på luftfartyget

Totalhaveri.

1.4 Andra skador

1.4.1 Miljöpåverkan

Omkring 20 liter bränsle läckte ut på marken.

1.5 Besättningen/personalinformation

1.5.1 Piloternas kvalifikationer och tjänstgöring

Instruktören

Instruktören, 31 år, hade ett CPL(A), FI(A)R med gällande behörighet på klassen och medicinskt intyg. Under start och fram till motorbortfallet övervakade instruktören flygningen, därefter tog han över kontrollen.

Flygtid (timmar)	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	1	3	36	393
Aktuell typ	1	3	36	142
Flygtid som FI	1	3	36	118

Antal landningar aktuell typ senaste 90 dagarna: 57.

Flygprov för SEP (land) genomfördes den 25 mars 2019 på typen.

Kompetensbedömning för första utfärdande av FI-behörigheten genomfördes den 24 maj 2019.

Engelska språkbehörighet nivå 6.

Eleven

Eleven, 33 år, var under utbildning till ett CPL med medicinskt intyg. Under starten fram till motorbortfallet förde eleven flygplanet, därefter tog instruktören över kontrollen.

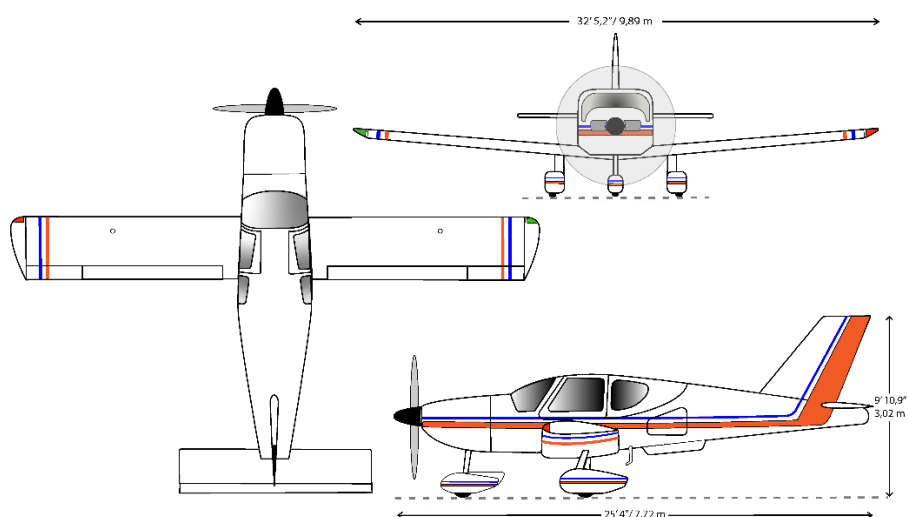
Flygtid (timmar)				
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	0	2	14	55
Aktuell typ	0	2	14	50

Antal landningar aktuell typ senaste 90 dagarna: 41.

Engelska språkbehörighet nivå 6.

1.6 Luftfartyget

Luftfartyget av modellen TB 9 är ett fyrsitsigt, lågvingat enmotorigt flygplan. Det är drygt 7 meter långt och har en spännvidd på knappt 10 meter.



Figur 3. Treplansskiss av flygplansmodellen.

1.6.1 *Flygplanet*

Typcertifikatinnehavare	DAHER AEROSPACE
Modell	TB 9
Serienummer	1535
Tillverkningsår	1993
Flygmassa, kg	Max tillåten 1 060kg, aktuell 958 kg
Masscentrumläge	I framkant inom tillåtna gränser
Total gångtid, timmar	4 042
Gångtid efter senaste periodiska tillsyn, timmar	2
Typ av bränsle som tankats före händelsen	100LL
Motor	
Typcertifikatinnehavare	LYCOMING ENGINES
Motortyp	O-320-D2A
Serienummer	L-17607-39A
Gångtid efter senaste periodiska tillsyn, timmar	370
Gångtid efter senaste över-syn, timmar	2
Propeller	
Typcertifikatinnehavare	SENSENICH PROPELLER MANUF.
Typ	74DM6S8-0-54
Serienummer	A54740
Total gångtid, timmar	370
Gångtid efter tillsyn, timmar	2
Kvarstående anmärkningar	Inga

Luftfartyget hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis (ARC).

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

Motor

Flygplanet drivs av en fyrcylindrig, horisontellt motsatt, direktdrivande LYCOMING 0-320-D2A-motor med en effekt på 160 hästkrafter vid 2700 varv. Den är försedd med en startmotor, en 24-volt/70-amp-växelsströmgenerator, isolerade tändkablar, två magneter, drivning till vakuumpump, en bränslepump och ett ingasluftfilter.

Motorfundamentet är tillverkat av stålrör, fast monterat på brandväggen.

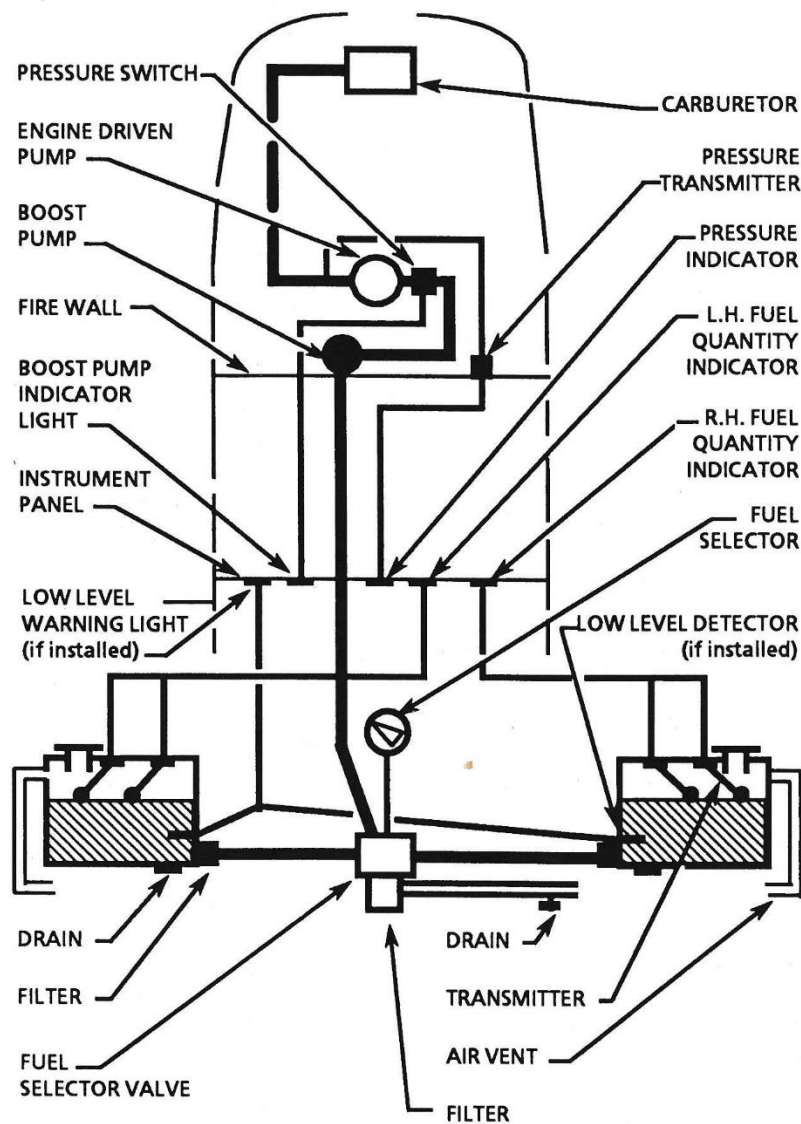
Motorns ingassluft tas in genom ett luftintag på vänster sida av den nedre motorkåpan och går genom ett filter, innan den kommer till förgasaren. Luftkanalen har ett alternativt luftintag med mekanisk stängning, vars syfte är att förse förgasaren med uppvärmd luft för att motverka isbildning i förgasaren.

Bränslesystem

Bränslesystemet (figur 4) består av två ventilerade, integrerade bränsletankar (en i varje vinge), bränsleväljare, filter, elbränslepump (*boost pump*) samt en motordriven bränslepump och en förgasare.

Den motordrivna bränslepumpen suger bränsle från vänster eller höger tank genom en trepositions bränsleväljarventil och ett filter. Bränslet leds sen vidare genom elbränslepumpen till motorns mekaniska bränslepump. Den mekaniska bränslepumpen levererar bränsle under tryck till förgasaren.

Bränsleväljarventilen styrs genom ett vred märkt "FUEL SELECTOR". Vredet har tre positioner märkta: "CLOSED", "LEFT" eller "RIGHT".



Figur 4. Bränslesystemet för flygplanstypen. Bild: Socata TB9 Aircraft Flight Manual.

Meteorologisk information

Enligt SMHI:s analys: Vind, syd till sydost 12 till 15 knop, sikt mer än 10 km, molnfritt, temperatur/daggpunkt +12/+01°C, QNH 1024 hPa.

Höjdvindar och temperatur:

- 500 fot: 160 grader 20 knop, 8°C.
- 1000 fot: 170 grader 25 knop, 8°C.

Olyckan skedde under dagsljus.

1.8 Navigationshjälpmedel

Inga.

1.9 Radiokommunikationer

Relevant radiokommunikation mellan piloterna i flygplanet och flygledaren i Skavsta tornet har registrerats och presenteras i tabell 1. I tabell 2 visas relevant telefonkonversation.

Samtidigt med den aktuella flygningen låg ett annat enmotorigt flygplan i trafikvarvet som ombads avbryta inflygningen.

Tid (Z)	Skavsta Tornet	Internt tal	SE-MKV
13:59:01	S-KV, wind 170 degrees 14 knots runway 16 cleared for take-off		
13:59:06			Runway 16 cleared for take-off S-KV
14:00:00		Oj, vad han va....	
14:00:02		Ja, vad xx har han...aaah	
14:00:06		Har han bränsle, ehhh, har han läck....	
14:00:11			S-KV returning
	S-KV Roger, S-HT avbryt och dra på, sväng fortsatt österut		
14:00:22		Jag tror han att han har, hel.....	
14:00:26	All runways available		
14:00:28		Jag trycker direkt (larm går)	
14:00:46	?		
14:00:52		En som kliver ur planet nu	

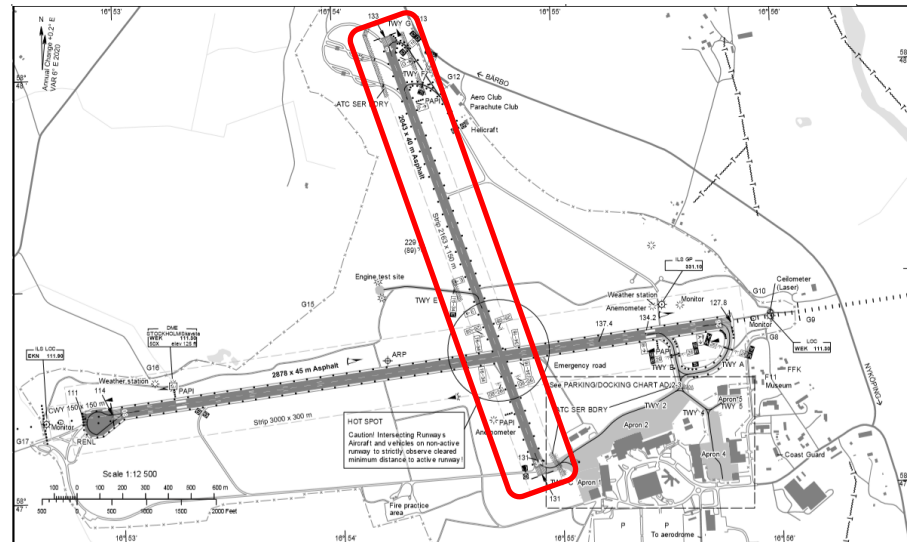
Tabell 1. Transkriberad radiokommunikation från händelsen.

Tid (Z)	Flygtrafikledning	Instruktör SE-MKV
14:02:00	Skavsta Tornet, det är XXX	Hi XXX, it's XXX I'm the pilot in command for this airplane. But it was falling down, I could not control it
14:02:04		
14:02:30	No, I can see that, there was something coming out of it to so I don't know	is it?
14:02:34		
14:02:35	Fuel or something	I don't know to be honest, it was everything fine with the checks. So there's the thing I just checked it now.....
14:02:37		

Tabell 2. Transkriberad telefonkonversation från händelsen.

1.10 Flygfältsdata

Stockholm/Skavsta flygplats är en godkänd instrumentflygplats enligt AIP¹⁰ Sverige. Flygplatsen har två korsande asfaltsbelagda banor med beteckningarna 08/26 och 16/34. Vid tillfället användes bana 16 som är 2 043 meter lång och 40 meter bred. Banan var vid tillfället torr.



Figur 5. Översiktsbild över Stockholm/Skavsta flygplats med markering för bana i användning. Bild: AIP Sweden med röd markering av SHK.

Efter banans slut fanns ett 167 meter långt stråk fram till en korsande väg och därefter ytterligare 30 meter fri yta som avslutas med ett staket. Efter staketet fanns ett område med högvuxen vegetation och därefter ungskog. Figur 6 visar en drönbild tagen från 37 meters höjd (120 fot) över bantröskeln.



Figur 6. Drönbild som visar beskaffenheten efter banlutet med markering för olycksplatsen.

Flygplatsens referenspunkt är belägen 43 meter (142 fot) över havsytans medelnivå.

Flygplatsen hade vid tillfället brandkategori 7.

¹⁰ AIP (Aeronautical Information Publication) – luftfartsinformation av varaktig natur.

1.11 Färd- och ljudregistratorer

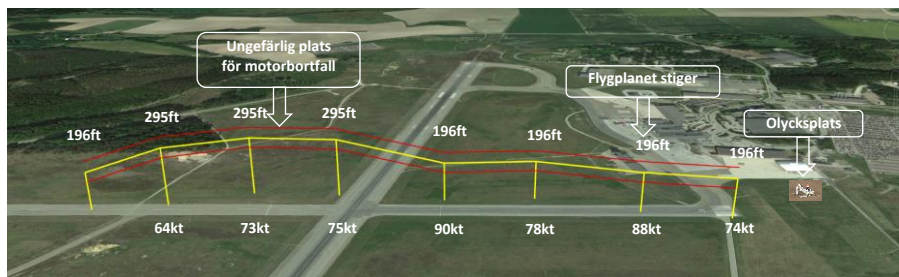
Färd- och ljudregistratorer krävdes inte för flygplanstypen och fanns heller inte.

1.11.1 Radardata

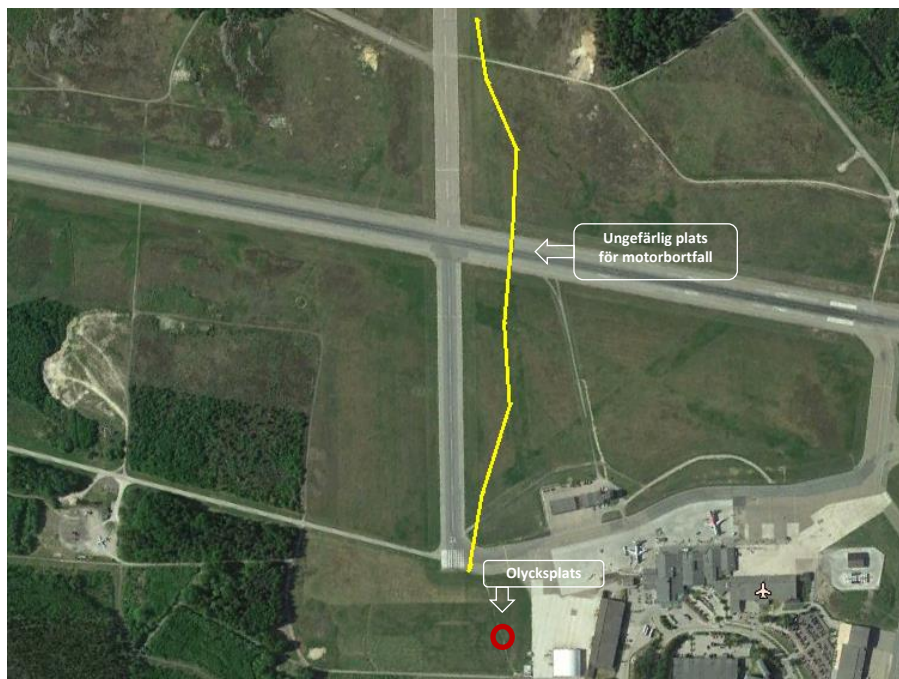
Haverikommissionen har hämtat in radarspår från Luftfartsverket (LFV). Med stöd av LFV:s data har nedanstående bilder tagits fram som visar flygplanets färdspår.

Höjderna i figur 7 följer den gula linjen och kan avvika med plus/minus 50 fot. Avvikelsen beror på att en radarhöjd avrundas till närmaste hundratal vilket medför att den verkliga profilen kan variera inom ramen för de röda linjerna. Radardata för lägre höjder har inte registrerats. Alla höjder är justerade från QNH till tröskelns höjd för banan och visar höjd över marken.

Fartmarkeringarna under profillinjerna avser ungefärligt uträknad indikerad fart. Vid beräkningen har haverikommissionen tagit hänsyn till den rapporterade vinden vid startögonblicket.



Figur 7. Radardata från LFV (gul linje) visar färdvägen ungefärlig fart och höjd med ± 50 fots marginal (röd linje). Bild: Google Earth med inklippt färdväg och text av SHK.

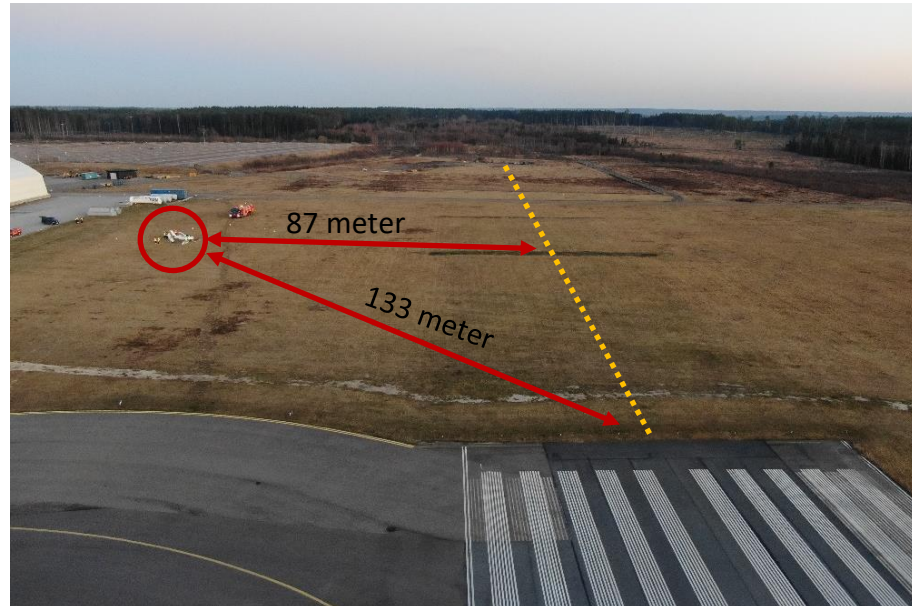


Figur 8. Färdvägen enligt radardata från LFV (gul linje). Bild: Google Earth med inklippt färdväg och text av SHK.

1.12 Olycksplats och luftfartygsvrak

1.12.1 Olycksplatsen

Den slutliga positionen var 87 meter från banans centrumlinje och 133 meter från banänden. Avståndet till skogspartiet från banänden var 380 meter.



Figur 9. Flygplanet på olycksplatsen i förhållande till banslutet för bana 16.



Figur 10. Vinkel mellan startriktning bana 16 och nedslagsriktning vid olyckan.

1.12.2 *Luftfartygsvraket*

Flygplanets vänstra vinge var avbruten vid vingroten och hamnade under flygplanskroppen. Höger vinge hade stora skador på framkanten. Vid nedslaget slets motorn av vid motorfästets infästning till brandskotet för att fortsätta i färdriktningen och slutligen hamna bakom flygplanet. Stabilisatorn och dess infästningar hade delvis slitits loss från strukturen. Kabinen var till största delen intakt.

I kabinen hade paneler från bagageutrymmet lossnat. Vänster axelremsbälte med dess övre infästning hade slitits loss tillsammans med omkringliggande struktur.



Figur 11. Flygplansvraket vid olycksplatsen.

1.12.3 *Teknisk undersökning av flygplanet*

Den första tekniska undersökningen på olycksplatsen gjordes den 6–7 april 2020. Vid undersökningen konstaterades att reglagen till elbränslepumpen, navigationsljusen, landning- samt taxiljusen var i avstängda lägen. Huvudströmmen och alternatorn var i läget "ON". Magnetnyckeln var i läget "båda" (*Both*). Bränsleväljaren stod i läget vänster tank och klaffen för höger vinge var delvis utfälld. Propellern kunde vridas utan onormalt motstånd. Innan flygplanet bärgades och transporterades till haverikommissionens undersökningslokal för fortsatta tekniska undersökningar, tömdes och mättes det kvarvarande bränslet i flygplanet. I höger vingtank fanns 36 liter och i vänster vingtank 64 liter.

Vid de undersökningar som utfördes på olycksplatsen upptäcktes inga fel som kan ha påverkat motoreffekten negativt.

Vid de efterföljande undersökningarna av vingtankar, bränslesystem, tändsystem, motor, förgasare och bränslefilter kunde det konstateras att de flesta tändstiften hade en svart sotbeläggning. Inuti förgasarens flottörhus kunde små blå färgmärken tydas på ytterväggen, färgen var av samma nyans som flottören. Utöver detta har inga fel eller avvikelser identifierats som bedöms ha kunnat påverka motoreffekten negativt.

1.13 Medicinsk information

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

1.14 Brand

Brand uppstod inte.

1.15 Överlevnadsaspekter

1.15.1 Räddningsinsatsen

När flygledaren tryckte på larmknappen aktiverades räddningstjänsten och SOS Alarm. Inom 90 sekunder från att larmet aktiverats hade flygplatsens räddningstjänst anlänt till olycksplatsen. Besättningen hade då själva tagit sig ur flygplanet, tillsynes fysiskt oskadda. Räddningspersonalen tog hand om besättningen och erbjöd ambulanstransport till sjukhus för undersökning, vilket emellertid avböjdes av besättningen.

Då bränsle hade läckt ut från tankarna lades släckmedel ut för att minska risken för brand.

Nödsändaren (ELT¹¹) av typ Kannad 406 AF-Compact aktiverades vid händelsen.

1.15.2 Ombordvarandes placering och skador samt användning av bälten

Eleven satt i vänster pilotstol och instruktören i höger. Båda var fastspända med trepunktsbälten. Övre infästningen till elevens axelrem lossnade från strukturen vid nedslaget.

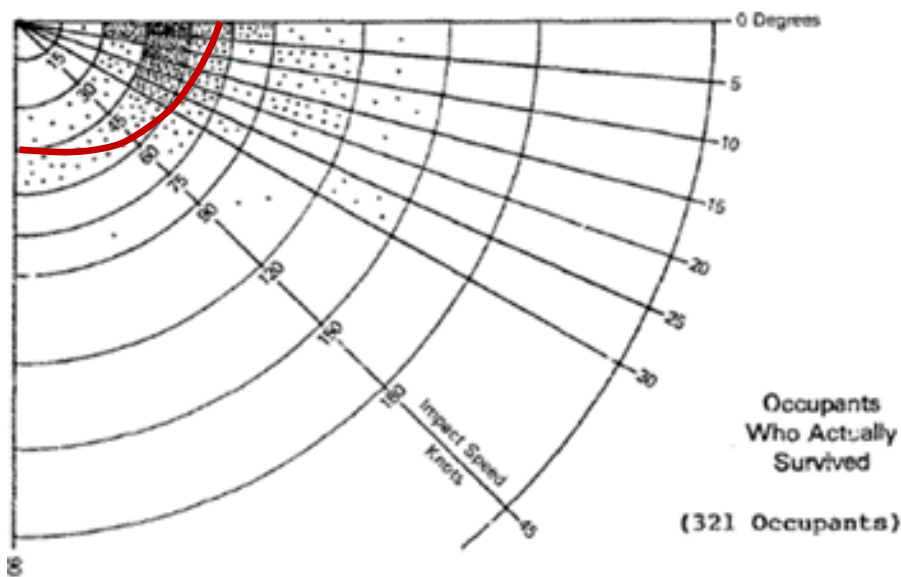
Ingen av de ombordvarande ådrog sig några allvarliga skador.

¹¹ ELT (Emergency Locator Transmitter) – nödsändare.

1.15.3 NTSB:s kollisionssäkerhetsprojekt för allmänflyget (1985)

År 1985 genomförde den amerikanska säkerhetsutredningsmyndigheten NTSB ett kollisionssäkerhetsprojekt för allmänflyget som resulterade i tio slutsatser. En av slutsatserna var att användning av axelbälte är den mest effektiva metoden för att minska dödliga och allvarliga skador vid flygolyckor inom allmänflyget.

Projektet visade att de olyckor som granskades i studien i allmänhet var överlevnadsbara inom området avgränsat av en linje genom en nedslagshastighet på 45 knop vid en nedslagsvinkel på 90 grader, 60 knop vid 45 grader och 75 knop vid noll grader.



Figur 12. Graf med överlevnadsbart område för allmänflyget markerat med röd linje. Nedslagsvinkel och nedslagshastighet. Bild NTSB.

1.16 Särskilda prov och undersökningar

1.16.1 Undersökning av bränslet

Haverikommissionen har låtit Element Materials Technology AB utföra en analys av bränslet från flygplanets vingtankar. Bränslet var av typen 100LL.

Resultatet av analysen visar på en god renhet och låg vattenhalt för höger vingtank. Resultat för den vänstra vingtanken visar på förekomst av fasta föroreningar i bränslet.

Uppmätta värden för destillation av provet från vänster bränsletank ligger inom kravgränserna enligt gällande specifikation¹². Provet från höger bränsletank uppfyller dock inte kravet för maxtemperatur vid tio procent destillat. Att destillationsprofilen skiljer sig åt mellan proven kan dock bero på att bränslet har exponerats för luft under en tid och att lättflyktiga fraktioner har avdunstat.

¹² ASTM D910 – standardspecifikation för flygbränsle.

Problem som kan upplevas till följd av detta är att kallstart kan försvåras. Detta gäller speciellt förgasarmotorer. På grund av bränslets låga flyktighet kan motorn också få ojämn gång innan den har blivit varm. Detta är dock inget som kan orsaka ett motorstopp och vid händelsen togs bränslet från vänster bränsletank.

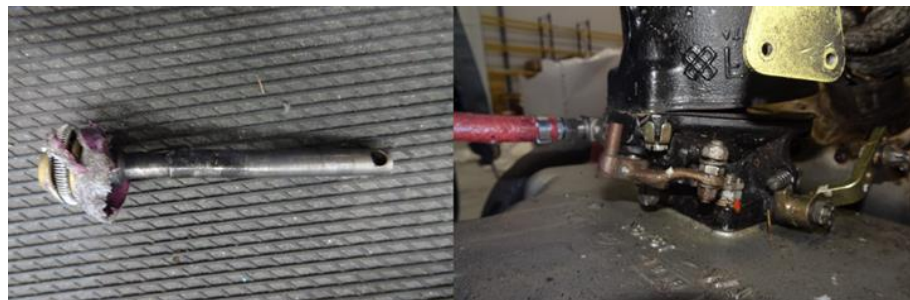
1.16.2 Undersökning av förgasare

Förgasaren har på haverikommissionens uppdrag testats och undersökts av Marvel-Schebler Carburetors, LLC i USA under överinseende av den amerikanska luftfartsmyndigheten FAA (Federal Aviation Administration).

Innan testerna genomfördes, byttes bultar till flottörhuset och kolven till accelerationspumpen, då ursprungliga bultar hade skadats vid olyckan, se figur 13.

Test och undersökning utfördes den 2 september 2020. Testerna visade inga anmärkningar.

Utvärderingen inkluderade inte tomgång, eftersom den slutliga fastställningen för denna inställning endast kan göras vid motorkörning.



Figur 13. Skadad kolv till accelerationspump (vänster) och del av förgasaren (höger).

1.16.3 Undersökning av avslagen nippel på elbränslepumpen

Haverikommissionen har låtit Element Materials Technology AB utföra en undersökning av den del av elbränslepumpen där en nippel slagits av. Syftet med undersökningen har varit att fastställa om nippeln har slagits av genom en kraft vid ett och samma tillfälle eller om det funnits brister eller sprickor i lödfogen som successivt lett till att nippeln lossnat.



Figur 14. Bilden till höger: Bränslepump och avskild nippel. Pilarna visar brottytorna i lödfogen. Övre höger bild: Brottytan på pumpen. Undre höger bild: SEM¹³ bild av brottytan på nippeln. Brottytan är interkristallin och uppvisar små kratrar (dimpel).

Undersökningen visade att brottet är ett segt överbelastningsbrott från en lutande dragbelastning, det är därmed mest troligt att nippeln har slagits av vid ett tillfälle. Mindre utmattningssprickor kan ha förekommit men har inte lett till brott. Brottytan som helhet, med hög deformation och små kratrar (dimpel), är inte förenlig med utmattning. Lödfogen består av koppar med relativt höga halter svavelföreningar.

1.16.4 Undersökning av hållfasthet för bältesinfästning

Fästet för vänster pilots axelrem hade slitits loss från dörrstolpen bakom piloten. Fästet var fastsatt i en glasfiberstruktur som bestod av ett laminat som var tunnare än en millimeter. Fästets utformning medför att laminatet utsätts för kombinerade drag-, böj- och skjuvkrafter.

Enligt konstruktionsbestämmelserna FAR¹⁴- 23.785 och 23.561 som var gällande vid certifieringen av flygplanet ska fastbindningsremmarna klara en last framåt på minst $9\text{ G} \times 86\text{ kg} = 774\text{ kP}$. Eftersom det var ett trepunktsbälte fördelas lasten på tre fästen, dvs. 258 kP per fäste.

¹³ SEM (Scanning Electron Microscope) – svepelektronmikroskop.

¹⁴ FAR (Federal Aviation Regulations) – regler för luftfart utgivna av den amerikanska luftfartsmyndigheten (FAA).

Vid belastning framåt får fästet en lika stor kraft nedåtriktad på grund av att fästet endast vidarebefordrar kraften till rullen för rullbältet som sitter fast i golvet. Detta medför att fästet utsätts för en belastning över 350kP.



Figur 15. Den avslitna bältesinfästningen på vänster sida.

1.16.5 Referensflygning

Haverikommissionen har utfört en referensflygning med ett flygplan av samma typ.

Syftet med referensflygningen var att förstå flygegenskaperna för flygplanstypen och situationen som besättningen befann sig i vid olyckstillfallet. Ett annat syfte var att få fram relevant flygdata under förutsättningar som så långt möjligt överensstämde med dem vid olyckstillfallet. Referensflygningen registrerades med Nano 3, Foreflight och GoPro.

Referensflygningen skedde på och i närhet av Malmö Airport.

Följande manövrar genomfördes:

- Normala start och landningar.
- Start med simulerade motorstopp från olika höjder (100, 200, 300 och 400 fot över marken) och därefter glidflygning till landning.
- 180 graders svängar med motorn i tomgång från 4 000 fots höjd med lutningsvinklar på 30 grader och 45 grader.

Start med simulerade motorstopp

Profilen nedan redovisar en flygning med liknande höjd som den vid olyckan, justerad i position till Stockholm/Skavsta flygplats.



Figur 16. GPS-Data över glidflygning från simulerat motorbortfall på 300 fot över banan.

180 graders svängar på 4 000 fot

Syftet med flygningen var att förstå hur höjdförlust och svängradie påverkades vid manövrar liknande olycksflygplanets sväng tillbaka till banan. Av säkerhetsskäl genomfördes flygningen på en höjd av 4 000 fot vilket innebär att höjdförlusten och svängradien sannolikt blev något större än vid olycksflygningen. Samtidigt stängdes inte motorn av helt vilket innebär att en viss dragkraft kan ha funnits från propellern.

Ingångsfarten vid svängen var antingen stallfart eller 5 knop över stallfart med klaff i startläge.

Minsta höjdförlust och svängradie för respektive lutningsvinkel presenteras i tabell 3.

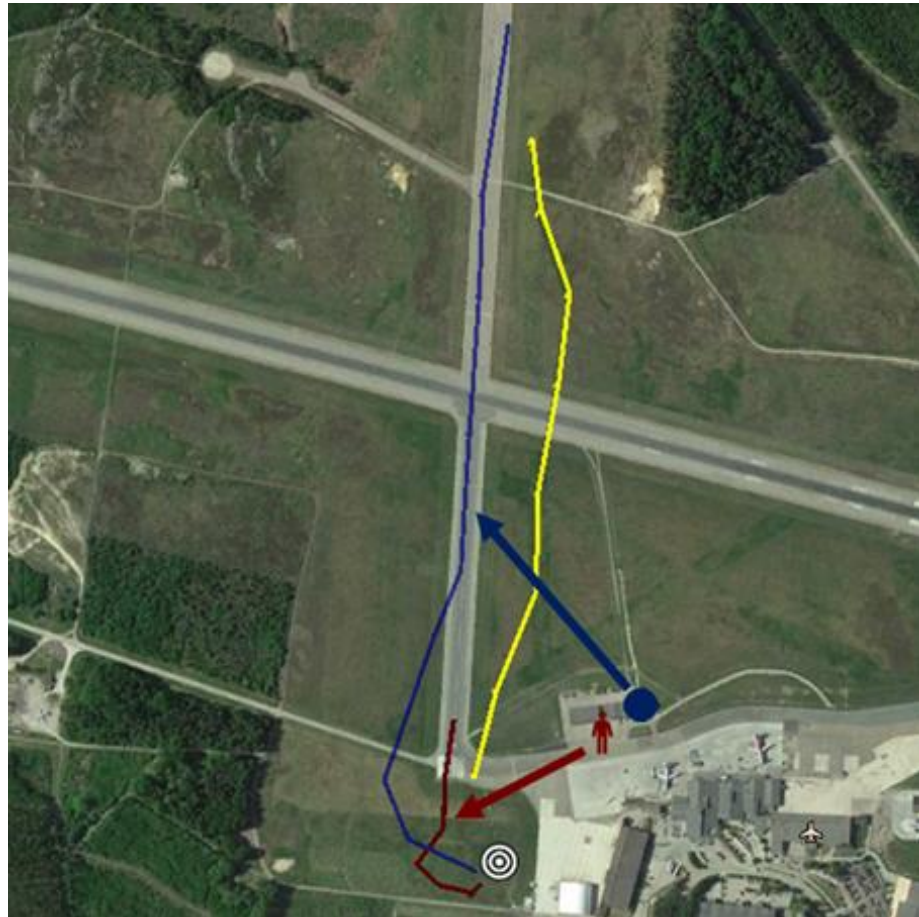
Lutning	Sväng i grader	Klaffläge	Höjdförlust (fot)	Svängradie (m.)	Tid (sek.)
30	180	1	230	512	23
30	143	1	177	441	17
45	180	1	210	263	13
45	141	1	135	243	10

Tabell 3. Minsta höjdförlust och svängradie för respektive bankningsvinkel och för ingångsfarten stall + 5 knop.

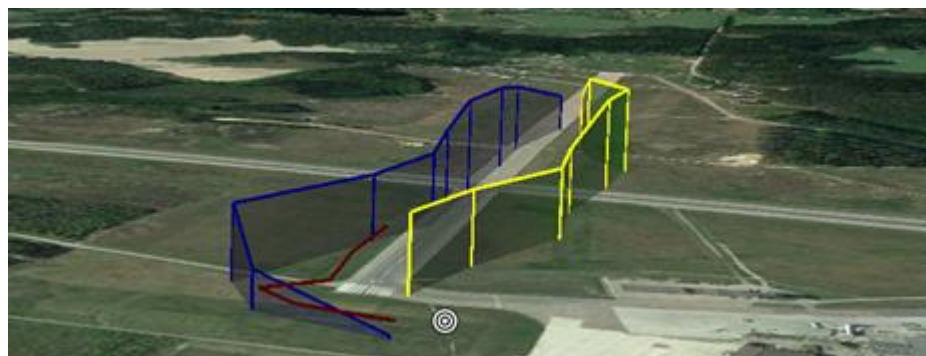
Vid sväng med 45 grader bankningsvinkel upplevdes flygplanet stabilt med ökande fart i svängen och inga tydliga tendenser till ingång till spinn.

1.16.6 Sammanfogad data

Som beskrivits i tidigare avsnitt har uppgifter om händelsen lämnats av ett vittne i tornet och ett vittne på marken. Vid intervjuerna genomfördes flygningar med drönare som referens för personerna att relatera sina minnesbilder till. Radaradata finns tillgänglig över den aktuella flygningen. Figur 17 och 18 visar vittnenas upplevelser av flygningen samt registrerade radardata.



Figur 17. Radardata i gult, vittnesuppgifter från tornet i blått och vittnesuppgifter från vittne på marken i mörkrött. Bild Google Earth med SHK:s markeringar infogade.



Figur 18. Radardata i gult, vittnesuppgifter från tornet i blått och vittnesuppgifter från vittne i mörkröd. Bild Google Earth med SHK:s markeringar infogade.

1.17 Berörda aktörers organisation och ledning

1.17.1 Generellt

Skies Airline Training AB (flygskolan) var en godkänd flygutbildningsorganisation med ett giltigt utbildningstillstånd, SE.ATO.0002.

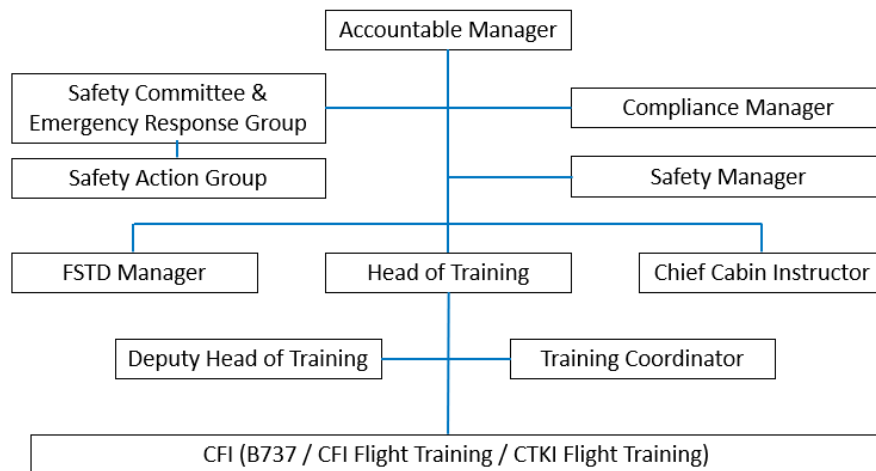
Flygskolan bildades 2012 och hade sitt säte på Stockholm/Skavsta flygplats.

Flygskolan hade tillstånd att bedriva den skolverksamhet som utfördes vid flygningen. Flygningen ingick i en integrerad ATPL- utbildning.

1.17.2 Flygskolans ledningssystem

Ledningssystemet var beskrivet i flygskolans operationella manual (OM), säkerhetsledningsmanualen (SMM) och ett antal utbildningshandböcker.

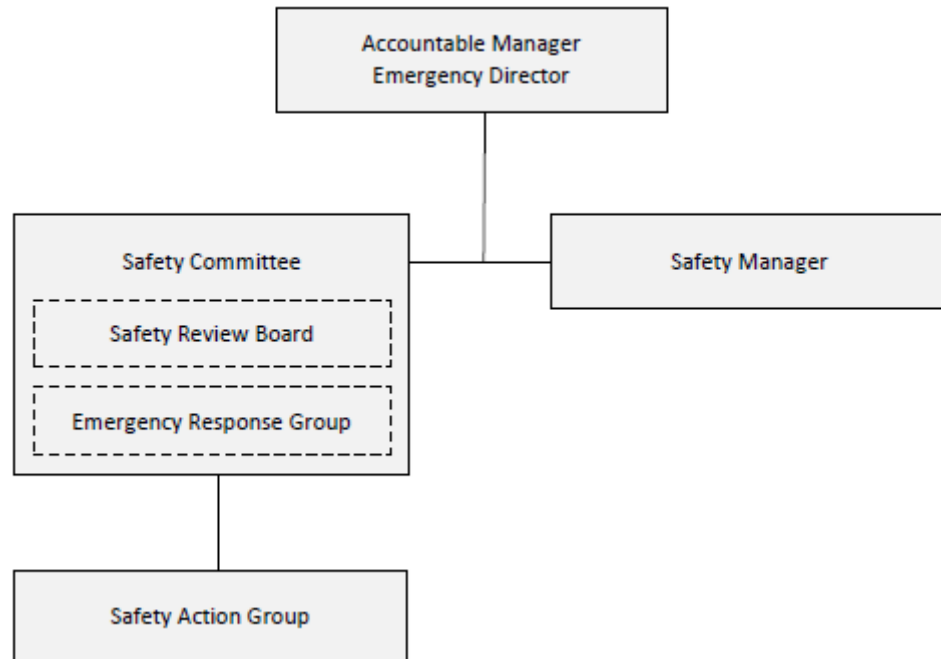
OM beskrev organisationens ledningssystem, standardiserade operativa processer och förfaranden som genomfördes av organisationen för att säkerställa överensstämmelse med tillämpliga nationella och internationella regler och förordningar.



Figur 19. Flygskolans funktion och ledningssystemstruktur.

Syftet med Säkerhetsledningsmanualen var att stödja och kontinuerligt förbättra säkerheten i flygskolan.

Säkerhetsledningssystemets organisation bestod av Accountable Manager (AM), Safety Manager (SM), Safety Review Board, Safety Action Group och Emergency Response Group.



Figur 20. Säkerhetsledningens organisation och struktur.

Kvartalsvisa möten i en *Safety Committee* var flygskolans högsta flygsäkerhetsledningsnivå. Vid dessa möten deltog *Safety Review Board* (SRB) och *Emergency Response Group*. Obligatoriska deltagare var *Accountable Manager*, *Head of Training*, *Compliance Manager* och *Safety Manager*.

SRB ansvarade för att säkerhetsledningssystemet granskades för att försäkra sig om en ständig förbättring. SRB behandlade vid varje möte inkomna rapporter, nya upptäckta risker, genomgång av riskloggen, godkännande av en ny version av riskloggen, genomgång av MOC¹⁵, delgiven säkerhetsinformation och säkerhetsledningssystemets uppfyllande av direktiv samt förfallodatum.

I SMM fanns en riskhanteringsprocess beskriven. Den bestod av riskidentifiering, riskbedömning och riskreducering. Det övergripande målet för riskhanteringen var att säkerställa en risknivå enligt ALARP¹⁶. En riskmatris användes för att definiera risken utifrån allvarlighet och sannolikhet.

För att dokumentera faror och risker använde sig skolan av en riskhanteringslogg. I loggen beskrevs varje identifierad risk varefter befintliga rutiner och barriärer med avseende på risken identifierades. Varje risk riskbedömdes innan en riskreducerande åtgärd utfördes. Därefter gjordes en ny riskbedömning varefter den slutliga risknivån fastställdes.

¹⁵ Management Of Change – förändringshantering.

¹⁶ ALARP (As Low as Reasonable Practicable) – så låg som det är praktiskt möjligt.

Riskloggen uppdaterades när en ny risk identifierades, en riskanalys var genomförd för en risk eller en ny riskreducerande åtgärd beslutades av SRB. En gång om året genomfördes en workshop för att gå igenom samtliga risker. Senaste workshopen genomfördes drygt ett år innan olyckan.

I flygskolans riskhanteringslogg fanns allmänt risken för motorbortfall upptagen vid olika flygfaser där bland annat motorbortfall efter start ingick. Risken innan riskreducerande åtgärder utförts för motorbortfall definierades såsom icke önskvärd, vilket innebär att risken borde reduceras till ALARP. För att reducera risken till en acceptabel nivå och i enlighet med ALARP definierades följande riskreducerande åtgärder: Flygskolans standardrutiner (Standard Operating Procedure, SOP) för varje flygplanstyp, TEM¹⁷ träning för SOP gällande motorbortfall, flyginstruktörsstandardisering för TEM-träning och SOP för tankning. Vid tidpunkten för olyckan var inte TEM implementerat i flygskolan som en riskreducerande åtgärd.

Träningsmanualen beskrev vad som skulle utföras i utbildningen. För att definiera hur övningarna skulle utföras använde sig flygskolan av *Air Pilot's Manual* som var ett hjälpmedel för att mer i detalj beskriva träningen.

1.17.3 Föreskrifter för verksamheten

Flygverksamhet som bedrivs inom EU lyder under de gemensamma luftfartsbestämmelser som anges i Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/1139 om fastställande av gemensamma bestämmelser på det civila luftfartsområdet m.m. och förordningar som sorterar under denna. Efterlevnaden av bestämmelserna kontrolleras på EU-nivå av EASA, som även utövar tillsyn över medlemsländernas nationella luftfartsorganisationer och tillsynsmyndigheter.

Skolverksamhet av den typ som bedrivs vid flygskolan, regleras av kommissionens förordning (EU) 1178/2011, Bilaga VII, Del ORA, Kapitel GEN och Kapitel ATO. I förordningen anges de krav som en godkänd flygutbildningsorganisation, ATO, måste uppfylla för att få tillstånd att bedriva flygutbildning. I kraven ingår att den aktuella verksamheten har upprättat ett övervakningssystem för efterlevnad av relevanta krav (CMS) och ett säkerhetsledningssystem (SMS).

Ledningssystemet ska vara anpassat till organisationens storlek och verksamhetens karaktär och komplexitet, med beaktande av faror och därmed förbundna med risker som denna verksamhet medför.

¹⁷ TEM (Threat and Error Management) – risk- och felhanteringssystem.

1.17.4 Tillsyn under drift

Enligt föreskrifterna i kommissionens förordning (EU) 1178/2011, bilaga VI, del ARA, kapitel ATO, ska den nationella tillsynsmyndigheten, som i Sverige är Transportstyrelsen, utöva regelbunden tillsyn av skolflygverksamheten. Huvudsyftet är att kontrollera verksamhetens efterlevnad av såväl regelverk som de procedurer och system som verksamheten beskrivit i sina handböcker.

Vid en verksamhetskontroll ingår en granskning av verksamhetens SMS och CMS. Verksamhetsutövaren ska visa hur organisationen bedömer och hanterar de eventuella flygsäkerhetsrisker som kan uppstå i verksamheten. Verksamhetsutövaren ska även påvisa en plan för ett systematiskt säkerhetsarbete, där verksamheten kontinuerligt övervakas och avvikelser och risker kan fångas upp. Systemet ska minimera riskerna i verksamheten och även åtgärda de säkerhetsbrister som konstateras.

Tillsynen genomförs på plats hos organisationen av minst två flyginspektörer varav den ena normalt deltagit vid genomförandet av föregående års tillsyn.

Vid verksamhetskontroller hos flygskolan 2019 noterades avvikelser för hur utbildningsorganisationen genomförde och utvärderar vidtagna åtgärders effektivitet. Vid granskning av organisationens riskregister framgick det inte att riskreducerande åtgärders effektivitet utvärderades.

1.17.5 Flygskolans standardrutiner (SOP)

Flygskolans ATO hade en SOP för Socata TB9. Manualen beskrev flygskolans rutiner och procedurer vid planering och genomförande av en flygning.

I kapitel 4 i manualen beskrevs de procedurer som skulle utföras före varje flygning. Flygskolan använde en *Flight Preparation Checklist* för att säkerställa att alla förberedelser var genomförda. Före varje flygning utfördes också en riskutvärdering genom en *Preflight Risk Matrix* (SPRAM). Olika förbestämda risker värderades av piloten mellan noll till fem där fem angav en hög risk. Därefter adderades alla riskvärden till en totalpoäng som angav den totala risken för flygningen. Ett högre värde angav en högre risk. Vid flygningen var totalpoängen 18 vilken enligt SPRAM innebar att det inte fanns några specifika faror. Enligt SPRAM skulle en normal planering och normala procedurer användas.

I kapitel 5.2 i manualen angavs en *”Departure briefing”* som skulle gås igenom inför varje start. Bland annat skulle risker och oväntade situationer efter start gås igenom. För situationer med motorbortfall efter att flygplanet lättat från marken, och där det bedöms inte finnas tillräcklig bana för att landa, anges bland annat att en landningsplats ska identifieras inom 30 grader vänster eller höger om ursprunglig kurs.

Enligt flyghandboken (POH) skulle farten ökas och klaffen tas upp på 300 fot och på 1 000 fot skulle elbränslepumpen stängas av. Enligt flygskolans SOP skulle klaff fällas in på 400 fot över marken och proceduren efter start utföras när genomgångshöjd¹⁸ passerats eller flygplanet lämnat flygplatsens kontrollområde.

Vid intervjuer med skolchef och piloter framgår att minnesåtgärder normalt utfördes på 400 fot, vilket innebar att klaffen ska tas upp samt bränslepump och landningsstrålkastare stängas av.

En checklista för hantering av motorbortfall fanns tillgänglig som överensstämde med flygplanets flyghandbok.

ENGINE FAILURE IMMEDIATELY AFTER TAKE-OFF	
AIRSPEED	70 KIAS
MIXTURE	FULL RICH
Fuel selector	SWITCH TANKS
Fuel pump	ON
If engine does not start :	
MIXTURE.....	IDLE CUT-OFF
Fuel selector	OFF
Fuel pump	OFF
LAND	
Magneto selector.....	STRAIGHT AHEAD
Main switch	OFF
WARNING	
LANDING STRAIGHT AHEAD IS USUALLY ADVISABLE	

Figur 21. Flygskolans checklista för hantering av motorbortfall efter start.

Flygläroartbildningen

Instruktören hade genomgått sin utbildning vid *CAVOK Aviation Training*, ett ATO i Ungern. Utbildningen bestod av sex veckors klassrumsträning och tre veckors träning i flygplan. Flygskolan utförde inte avancerade manövrar såsom spinn eftersom den inte hade godkända flygplan för avancerade manövrar. Enligt instruktören hade han aldrig under sin flygkarriär utfört eller varit med om avancerade manövrar såsom spinn.

EASA:s utbildningskrav för flyginstruktörer

De obligatoriska flygövningarna för flyginstruktörskursen beskrivs i AMC1 FCL.930.FI. Bland annat ska stall och fullt utvecklad spinn utföras under utbildningen.

¹⁸ Genomgångshöjd – höjd där höjdmätaren ska ställas om till standardinställning (1013 hPa) vid stigning.

1.18 Övrigt

1.18.1 ”Den omöjliga svängen”

En sväng tillbaka till flygplatsen efter ett motorfel med ett enmotorigt flygplan har med goda skäl betecknats som ”*the impossible turn*”, dvs, den omöjliga svängen. Den kräver god höjd och innebär aggressiv manövrering. För ett flygplan som plötsligt tappat energin och redan flyger lågt och långsamt kan denna kombination av förlorad höjd och ett närmande stallfarten snabbt förvandla en svår situation till en mer tragisk händelse.

I publikationen ”*Sunny Swift*” som utgetts av EASA beskrivs manövern ”*the impossible turn*”. Här beskrivs att ett återvändande till startflygplatsen inte ska göras om det inte finns tillräckligt med höjdmarginal. Texten i publikationen refererar till ett FAA-dokument.

FAA har publicerat ett ”*Advisory Circular*”(FAA-P-8740-44) som beskriver hur instruktörer ska demonstrera och undervisa en säker 180-graders sväng tillbaka till fältet efter ett motorbortfall.

”Instruktörer bör också träna piloter på enmotoriga flygplan så att inte 180-graders svängar tillbaka till fältet utförs efter ett motorbortfall såvida inte höjd, bästa glidtal och pilotförmågan möjliggör ett säker förfarande. Denna nödprocedursträning bör ske på säker höjd och bör endast undervisas som ett simulerat motorbortfall. En kritisk del av att genomföra denna utbildning är att flyginstruktören är fullt medveten om behovet av träning, behovet av att utföra denna manöver ordentligt och behovet av att undvika risken för en stall i svängen. Flyginstruktören bör visa korrekt användning av attityd och lutning för att minimera belastningsfaktorn och sänka stallfarten under svängen. Efter att ha slutfört denna demonstration bör flyginstruktören tillåta eleven att öva proceduren under flyginstruktörens övervakning. Flyginstruktörer bör också lära ut vad höjdförlusten för den flygplansmodell och typ som flygs under en 180-graders sväng, samtidigt som de lär ut hur en säker, samordnad sväng med en tillräcklig lutning utförs. Dessa verktyg bör ge piloten möjlighet att snabbt avgöra om en sväng tillbaka kommer att få ett framgångsrikt resultat. Under kontrollen före start bör den förväntade höjdförlusten i svängen tillbaka till fältet plus en tillräcklig säkerhetsfaktor beslutas och relateras till höjden där denna manöver kan utföras säkert. Dessutom bör effekten av befintlig vind på den föredragna riktningen och energin för svängen betraktas som en del av genomgången”¹⁹.

¹⁹ Översättning från engelska av SHK.

Kungliga Svenska Aeroklubben (KSAK)

Privatflygarens drifthandbok är ett flygsäkerhetsprogram som tidigare kallats H50P.

Transportstyrelsen och KSAK har uppdaterat drifthandboken som är uppdelat i ett antal kompendier utifrån regelverk och statistik.

I drifthandboken beskrivs hantering av motorstörning under start enligt följande:

”Får du någon form av motorstörning i starten ska du avbryta omedelbart. Syftet är att stanna kvar på rullbanan/stråket eller i värsta fall ta utrullningsområdet i anspråk. Skulle störningen inträffa efter lättning och du inte har effekt nog att fortsätta stigningen eller flyga mot nödlandningsbart område så gäller samma åtgärder som om motorn stannar. Dessa är: För bestämt och omedelbart fram spaken; när flygplanet börjar få en positiv acceleration ta ut full klaff successivt och landa i stort sett rakt fram.

Vid brant stigning och därmed för låg fart räcker inte höjden till för att inta glidflykt i händelse av motorstopp.

Vid normal stigning och rätt fart kan glidflykt intas utan överhängande risk för stall och vikning. Höjdförlusten blir också mindre vid övergången.

Du ska inte försöka svänga tillbaka till fältet, även om du kommit upp på relativt hög höjd. Höjdförlusten med stoppad motor vid en 180-graders sväng är betydande”.

1.18.2 Beslutsfattande

Det finns fler modeller för att beskriva mänskligt beslutsfattande. Olika modeller kan på olika sätt beskriva varför ett beslut väljs framför ett annat. Det eftertänksamma beslutsfattandet används i situationer där det finns tid att utforska olika handlingsmöjligheter. När det finns tid kan olika utfall analyseras mot bakgrund av olika handlingsval.

I motsats till det eftertänksamma beslutsfattandet finns det situationer där beslut måste tas snabbt och där utgången inte alltid är lika tydlig. Sådant beslutsfattande brukar kategoriseras av att de beslut som tas inte är de mest optimala. En modell som beskriver en sådan process är *”Naturalistic Decision Making”* eller NDM. Modellen belyser den naturliga förmågan att snabbt kunna ta ett beslut. Människan kan på ett snabbt sätt analysera möjliga lösningar sekventiellt, dvs. en efter en, där den första identifierade relevanta och möjliga lösningen väljs. Det är alltså inte en beslutsprocess där fler olika möjliga lösningar vägs mot varandra.

1.18.3 Överraskande och plötsliga händelser

Det finns uppenbara svårigheter med att förutsäga hur en individ kommer att agera i en plötslig och oväntad situation. Ur ett teoretiskt perspektiv kan begreppet ”*surprise effect*” användas. Fenomenet har definierats som en kombination av en kognitiv och emotionell respons på ett plötsligt stimuli, dvs. både som en autonom reaktion (inte direkt viljestyrd) och känslomässig reaktion (t.ex. rädsla). Skillnaden mellan t.ex. nybörjare eller experter kan i allmänhet sägas vara omfattningen av erfarenhet och övning. Situationer som har övats in, eller som en individ har konkret erfarenhet av kan oftare sägas förbereda denne för sådana plötsliga och överraskande händelser. Det är emellertid så att även erfarna piloter/förare kan handla på ett oväntat sätt just eftersom responsen av ett plötsligt och överraskande stimuli inte är direkt viljestyrd och har en känslomässig komponent. Det som ofta karakteriserar en sådan respons är att handlingen är omedelbar och ämnar lösa det akuta aktuella läget, snarare än situationen i sin helhet. I efterhand kan sådana handlingar uppfattas som irrationella och det kan vara svårt att finna en tydlig logik bakom beslutsfattandet.

Det finns inget universellt tillvägagångsätt som kan förbereda en individ för alla möjliga eventualiteter. Men utgångspunkten bör vara att förbereda sig för och att träna på identifierbara och ovanliga situationer så att ett intränat beteendemönster i största möjliga mån kan ersätta de grundläggande autonoma reaktionerna. Detta är emellertid ingen garanti för att ett sådant beteendemönster faktiskt används.

1.18.4 Vidtagna åtgärder

Enligt skolan har följande åtgärder vidtagits efter olyckan:

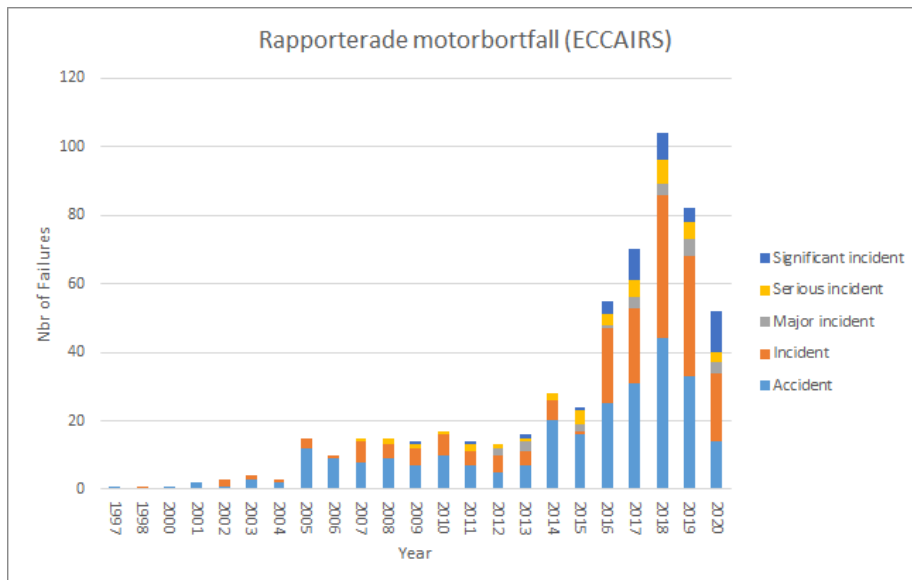
- TEM-utbildningsplanen har vidareutvecklats så att utbildningen kring nödförfaranden vid motorbortfall har kompletterats.
- Riskutvärdering av Stockholm/Skavsta flygplats. Åtgärder med anknytning till motorbortfall vid start såsom att full banlängd ska användas vid start för bana 16.
- Standardisering av FI har kompletterats med TEM-områden för utökad internkontroll.

1.18.5 Liknande händelser

Den 1 augusti 2014 inträffade en olycka med en Saab 91B Safir med registrering D-EBED på Bremens flygplats i Tyskland. Olyckan undersöktes av tyska utredningsmyndigheten BFU (Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung).

Flygplanet använde 1 140 meter av 2 040 meter tillgänglig bana för start från Bremens flygplats. Vid 300 fot rapporterade piloten motorproblem och att han behövde återvända omedelbart. Under svängen stallade flygplanet och slog i marken.

Haverikommissionen har inhämtat information från EU:s dataregister ECCAIRS (*European Co-ordination Centre for Accident and Incident Reporting Systems*). Registret tar upp ett antal incidenter och olyckor när piloter har försökt att svänga tillbaka till fältet vid motorbortfall efter start, däribland även vid flygträning. Det finns även olyckor när piloter har simulerat motorbortfall, på låg höjd, med en efterföljande sväng tillbaka till bana.



Figur 22. Antal motorbortfall vid start filtrerad efter motortyp (kolvmotor) och antal motorer (1).

1.18.6 Särskilda utredningsmetoder

Inga.

2. ANALYS

2.1 Inledande utgångspunkter

Genom de registreringar som har analyserats tillsammans med uppgifter från intervjuer med bland annat besättningen har händelseförloppet i stort kunnat fastställas. Det är klarlagt att motorn tappade effekt efter start för att slutligen stanna. Instruktören tog över kontrollen av flygplanet som därefter glidflög med vindmillande²⁰ propeller. En svag sväng till höger utfördes och flygplanet steg något. För att undvika den annalkande terrängen gjordes en vänstersväng tillbaka till banan för att försöka landa i motsatt riktning. Under svängen fortsatte flygplanet tappa höjd och slog ner på stråket sydost om banan.

Frågeställningar som uppstått att besvara är orsaken till motorbortfallet och varför instruktören inte valde att följa den procedur som flygskolan lärde ut vid motorbortfall på låg höjd. Som en del av förklaringen finns det även skäl att närmare analysera den utbildning som instruktören fått för att lära ut och hantera situationer som denna, regelsystemets uppbyggnad och funktion i kombination med säkerhetsledningssystemets rutiner för identifiering av faror och hur systemet tillgodogör sig gjorda erfarenheter.

Referensflygning och radardata

Som angetts i avsnitt 1.16.4 har haverikommissionen utfört referensflygningar för att förstå flygegenskaperna hos den aktuella typen och förstå den situation som besättningen befann sig i. Haverikommissionen har också tagit fram relevanta flygdata för utredningen för att skapa så lika förutsättningar som möjligt i förhållande till olycksflygningen.

Referensflygning utfördes på Malmö Airport under liknande väderförhållanden och med samma startvikt som vid den aktuella händelsen.

Vid det simulerade motorbortfallet från 300 fots höjd som beskrivits i avsnitt 1.16.4 hölls en indikerad fart av 70 knop som enligt flyghandboken är den fart som ska hållas om ett motorbortfall inträffar direkt efter start. När data från referensflygningen appliceras på Stockholm-/Skavsta flygplats visar detta att flygplanet skulle kunnat landa strax efter banan och stannat före staketet om ett motorbortfall inträffat strax före bankorset på Skavsta.

Enligt intervjuer stannade motorn på det olycksdrabbade flygplanet inte omedelbart efter effektförlusten utan några sekunder efter det att instruktören observerat varvtalsminskningen på varvräknaren. Analys av radardata visar att farten för olycksflygningen var något högre än referensflygningen vid både stigning och det efterföljande glidflygningsmomentet. Högre ingångsfart vid motorbortfallet samt att motorn

²⁰ Vindmillande propeller – drivs runt av luftmotståndet.

inte stannade direkt kan förklara skillnaden i glidvinkeln mellan olycksflygningen och referensflygningen. Till detta bör också reaktionstid, tid för kontrollbytet och felsökning tas hänsyn till.

Av den anledningen kan det inte uteslutas att en kontrollerad flygning rakt fram hade inneburit att olycksflygplanet landat i terrängen efter vägen och eventuellt nått fram till ungsbogen.

Under referensflygningen utfördes svängar med olika bankningsvinklar för att på så sätt skapa en uppfattning om höjdförlusten vid en sväng tillbaka till banan. I detta fall var ingångsfarten 5 knop över stallfarten. Den minsta höjdförlusten vid hög bankningsvinkel visade sig i förhållande till låg bankningsvinkel vara lägre eftersom tidsåtgången blir kortare vid en brant sväng. Den uträknade kursändringen innan vingen tog i marken var 140 grader. Haverikommissionen har därför använt detta värde för att på så sätt skapa en uppfattning om vilken höjd över marken som flygplanet befann sig på då svängen påbörjades. Det bästa värdet vid en kursavvikelse på 140 grader till vänster gav en höjdförlust på 135 fot. Utifrån detta kan ett antagande göras gällande den höjd olycksflygplanet befann sig på då svängen påbörjades.

2.2 Varför stannade motorn?

Som framgått kunde inga tekniska fel på flygplanet identifieras vid de undersökningar som utfördes på olycksplatsen. Haverikommissionen har därefter utfört undersökningar av relevanta system såsom vingtankar, bränslesystem, tändsystem, motor, förgasare, mekanisk bränslepump och bränslefilter. Den enda iakttagelse som kunde betraktas som avvikande var en beläggning av svart sot på flertalet av tändstiften. I förgasarens flottörhus kunde små blå färgmärken tydas på flottörhusets yttervägg, i samma blå nyans som flottören. Inga fel utöver detta har identifierats som bedömts ha kunnat påverka motoreffekten negativt. På grund av de skador som uppstod på motorn i samband med olyckan har denna inte kunnat testköras.

De tekniska undersökningar som haverikommissionen utfört tyder på att den tekniska åtgärden som utfördes före flygningen inte påverkade motoreffekten negativt. Med hänsyn till de skador som uppstod på och omkring motorn vid olyckan och att motorn inte kunnat testköras efteråt kan det emellertid inte helt uteslutas att en sådan negativ påverkan uppstått.

De särskilda undersökningar som utfördes på förgasaren av Marvel-Schebler Carburetors och elbränslepumpen med avslagen nippel av Element Materials Technology AB har inte visat på något som kunnat orsakat ett motorstopp.

Att det fanns fasta föroreningar i bränslet från den vänstra vingtanken kan förklaras med att vingtanken skadades vid nedslaget och att bränslet inuti tanken har exponerats för föroreningar från marken. Analysen av flygbensinen från flygplanets vingtankar visade inte heller på någon omständighet som kan ha orsakat motorstoppet.

Den svarta sotbeläggning som fanns på tändstiften kan tyda på att bränsleluftblandningen har varit alltför rik under en tid, vilket kan göra att den till slut inte antändes. De blå färgmärkena i flottörhuset tyder på att flottören varit i kontakt med flottörhuset. Det kan dock inte uteslutas att detta har skett vid nedslaget. I vittnesuppgifter har flygledare uppgett att de sett rök eller disliknande moln bakom flygplanet före motorstoppet och att besättningen inte uppfattat något annat än att motorns varvtal sjönk.

Utifrån detta bedömer haverikommissionen att en sannolik orsak kan ha varit att nålventilen för bränsletillförseln i förgasaren tillfälligt fastnat i öppet läge eller att flottören tillfälligt fastnat i ett läge så att nålventilen inte kunde stänga. Därigenom kan förgasaren under en tid ha försett motorn med en alltför rik bränsleluftblandning. Det kan i sin tur ha lett till att blandningen inte längre kunde antändas, vilket har lett till motorstoppet.

2.3 Vilka åtgärder vidtogs strax före och vid motorbortfallet?

Eleven manövrerade flygplanet under det initiala startförloppet fram till motorbortfallet.

Flygningen övades i så kallat en-pilotsystem. Med det menas att piloten utför alla uppgifter såsom manövrera flygplanet, navigera, utföra minnesåtgärder och kommunicera med flygtrafikledningen. Efter att minnesåtgärder har utförts läser piloten en checklista som kontroll över att alla åtgärder är utförda.

När motorstörningen och senare motorstoppet uppstår och instruktören tagit över kontrollen var flygplanet på eller strax över den höjd där minnesåtgärder normalt utförs. Enligt uppgifter från instruktören, eleven och flygskolans ledning utförs minnesåtgärder såsom att stänga av bränslepump och landningsstrålkastare samt fälla upp klaff vid 400 fot över marken (QFE). Vid intervju har instruktören uppgett att minnesåtgärder inte utfördes vid den aktuella flygningen. Vid haverikommissionens dokumentation av olycksplatsen kunde det dock konstateras att reglagen till bränslepump och landningsstrålkastare var i uttryckt läge och således avstängda. Övriga reglage var i läge på. Klaffen var i utfällt läge för start. Sannolikheten att endast bränslepumpen och landningsstrålkastarnas strömställare slagits av vid nedslaget och övriga strömställare behållit sitt ursprungliga läge är mycket liten.



Figur 23. Elektiska panelen för strömställare på SE-MKV vid haveritillfället. Observera att strömställare för minnesåtgärder är avstängda (uttryckt läge).

Av den anledningen är det troligt att motorstörningen skedde i samband med att eleven påbörjat minnesåtgärderna. Instruktören kan ha undgått att uppfatta detta eftersom han blev upptagen med den uppkomna situationen. Eleven blev sannolikt avbruten i sina minnesåtgärder eftersom klaffen var i delvis utfällt läge när haverikommissionen undersökte flygplanet efter olyckan. Ordningen för minnesåtgärderna är först bränslepump sedan landningsstrålkastare och sist infällning av klaff.

Enligt flygskolans procedur, som också repeterades inför starten, ska ett motorbortfall på låg höjd efterföljas av vissa ytterligare minnesåtgärder såsom att hålla farten av 70 knop och landa rakt fram. En tydlig varning på nödchecklistan beskriver att en landning rakt fram är att föredra. Vid intervjuerna framkom det att instruktören var medveten om att proceduren tillät en kursavvikelse på maximalt 30 grader vid motorbortfall av det aktuella slaget.

2.4 Hur hanterades den uppkomna situationen?

När en onormal händelse sker finns alltid en reaktionstid tillsammans med ett överraskningsmoment. Hur lång tid som denna process tar är olika, men vid motorbortfall på låg höjd kräver situationen ett omedelbart beslut. Det finns inget universellt tillvägagångssätt som kan förbereda en pilot för alla möjliga eventualiteter. Utgångspunkten bör vara att förbereda sig och träna identifierbara och ovanliga situationer så att ett intränat beteendemönster i största möjliga mån kan ersätta de grundläggande autonoma reaktionerna. Detta är emellertid ingen garanti för att ett sådant beteendemönster faktiskt används.

När motorn började att minska i varvtal befann sig flygplanet strax före bankörset för bana 16/34 och 09/27 kl. 14:00:00. Elva sekunder senare, kl. 14:00:11 rapporterade instruktören till tornet att han avsåg att återvända. Han uppgav inte i sak hur han avsåg att återvända. Dock kan konstateras att han vid denna tidpunkt tagit beslutet att återvända. Instruktören hade ingen tidigare flygerfarenhet innan utbildningen som elev och senare instruktör på den aktuella flygskolan. Vid ett sådant förhållande är det särskilt angeläget att flygskolans direktiv följs i linje med den träning för motorbortfall på låg höjd som instruktören dagligen

utförde i sin roll som instruktör. Av särskilt intresse för bedömningen av händelsen är därför vilka bevekelsegrunder instruktören hade för att välja ett alternativt förfaringsätt som dels avviker från en tydlig rutin, dels har små möjligheter att genomföras på den låga höjd som flygplanet befann sig på.

Elva sekunder kan uppfattas olika långt av olika individer. I det aktuella fallet är det också sannolikt att piloten och instruktören överraskades av det plötsliga motorbortfallet. En modell som beskriver beslutsfattande i sådana situationer är NDM (*"Naturalistic Decision Making"*) som innebär att möjliga lösningar analyseras sekventiellt där den första identifierade relevanta och möjliga lösningen väljs. Det är alltså av största vikt att den första identifierbara lösningen följer ett tillvägagångsätt eller rutin som har den största möjligheten att lösa situationen.

Instruktören har vid intervjutillfället efter händelsen uppgett att han inte såg någon överlevnadsbar möjlighet att landa rakt fram inom 30 grader från färdlinjen åt vardera håll och han ansåg att detta var ett känt faktum bland flera piloter i flygskolan. Instruktören betraktade därför detta alternativ som uteslutet. Det innebär att instruktören redan före olyckan var övertygad om att flygskolans rutin för motorbortfall på låg höjd inte var det bästa alternativet för denna bana. Detta har således fått instruktören att söka vidare efter andra lösningar, vilket i sin tur har begränsat tidsfönstret för att en handling ska identifieras, utföras och få ett lyckosamt utfall. När väl beslutet togs, dvs. när den skarpa svängen inleddes, var handlingen sannolikt inte direkt viljestyrd utan mer känslomässig utifrån rädslan för terrängens beskaffenhet omkring och efter banans slut.

Det var instruktörens uppfattning att om han hade följt flygskolans rutin hade händelsen med största säkerhet inneburit ett haveri med omfattande skador. Till skillnad från det alternativet så fanns det enligt hans mening en chans att landa flygplanet säkert om han bara lyckades med svängen och att undvika de olika objekten i området. Avvägningen mellan dessa två motstående alternativ avgjordes till det senare alternativets fördel. En förklaring kan vara att instruktören var motiverad att om möjligt undvika skador helt och hållet, vilket i viss mån sannolikt har varit en omedelbar reaktion snarare än en medveten analys av situationen.

Under de elva sekunder som förflöt från motorstoppet till beslutet att vända tillbaka har instruktören förutom att komma fram till ett beslut om att han avser att landa också tagit över kontrollerna av flygplanet. Han har även gjort andra överväganden såsom att det inte fanns tid för att utföra de enligt flyghandboken obligatoriska minnesåtgärderna vid motorbortfall på låg höjd. Grundläggande för nödsituationer är att prioritera att flyga flygplanet för att sedan navigera och kommunicera, vilket instruktören gjorde i den uppkomna situationen.

Instruktören har uppgett att han redan före den aktuella flygningen inte var övertygad om att skolans rutin för motorbortfall vid start på låg höjd var den bästa i alla situationer. Detta är lämpligen en fråga som borde ha lyfts till flygskolans säkerhetsorganisation så snart instruktören fick uppfattningen att rutinen inte var lämplig. Någon sådan fråga hade emellertid inte lyfts eller hanterats av skolans säkerhetsorganisation. Det kan finnas flera skäl för detta.

För att ha potential att hantera risker måste flygskolans säkerhetsledningssystem först och främst fånga upp en potentiell risk. Ett fungerande säkerhetsledningssystem innebär vidare inte bara att man följer rutiner beskrivna i manualer utan också att det praktiska vardagliga arbetet utförs på ett ändamålsenligt sätt och att uppkomna risker hanteras löpande. Detta område analyseras närmare i avsnitt 2.6.

Tidigare träning och tydligheten i träningen kan också påverka hur övertygad instruktören var i den befintliga rutinen. Skolan valde medvetet att inte träna piloter på att utföra en sväng tillbaka till banan vid ett motorbortfall. En sådan manöver kallas för ”den omöjliga svängen” och beskrivs vidare i avsnitt 2.4.1. Det fanns inte heller några riktlinjer för när det var möjligt att manövrera utanför rutinen. Avsaknaden av praktisk träning och riktlinjer kan ha inneburit att övertygelsen och acceptansen för rutinens legitimitet kunde ifrågasättas. När instruktören valde att svänga tillbaka gjorde han det med en övertygelse om att manövern var möjlig. Om träning och erfarenhet funnits om hur stor höjdförlust en sådan manöver medfört hade sannolikt inte beslutet tagits att återvända till banan.

Efter motorbortfallet glidflög flygplanet med bibehållen kurs i ungefär åtta sekunder innan svängen påbörjades. Det visar att förståelsen för beslutets konsekvenser saknades då situationen blev mer ohållbar med ytterligare höjdförlust innan svängen påbörjades.

Instruktören som satt i högerstol utförde en vänstersväng tillbaka mot banan. Att sitta i högerstol och utföra en vänstersväng innebär att det visuella fältet i riktningen för svängen är mindre än om en högersväng utförs. Detta kan vara en anledning till att instruktören i ett sent skede observerade bränslecisternerna och ökade på bankningsvinkeln.

2.4.1 ”Den omöjliga svängen”

Som nämnts i avsnitt 1.18.1 kan ett försök att återvända till banan från låg höjd vid motorbortfall förvandla en svår situation till en mer tragisk händelse. Lyckligtvis ådrog sig varken eleven eller instruktören någon allvarlig skada trots att flygplanet totalförstördes. Att utfallet kunde blivit mer gynnsamt om flygningen fortsatt rakt fram är omöjligt att säga. Förutsättningarna är dock bättre för att begränsa skador på flygplan och ombordvarande om kontrollen bibehålls under manövreringen, vilket generellt är fallet om flygningen fortsätter i färdriktningen.

Möjligheterna att på ett säkert sätt genomföra en 180-graders sväng efter motorbortfall är beroende av en rad faktorer. Utöver uppnådd höjd påverkar ingångsfart, fart under glidflygningen, om propellern vindmillar eller står stilla, vindstyrka och vindriktning. Det är även av betydelse när efter ett motorstopp svängen påbörjas samt bankningsvinkeln. I riskbedömningen innan start bör därför dessa faktorer utvärderas som underlag för en bedömning om hur tidigt en sväng tillbaka kan utföras. Det behöver därför säkerställas att piloten har god kännedom om det aktuella flygplanet och att proceduren tränas på hög höjd, vilket beskrivs i dokumentation framtagen av FAA. Liknande råd har utfärdats av KSAK och i EASA:s publikation *Sunny Swift*.

2.5 Utbildningen

2.5.1 Flyglärarens utbildning

Som anges i avsnitt 1.17.1 utbildades instruktören till flyglärare på ett ATO i Ungern. Utbildningen saknade avancerade manövrar då utbildningsinstansen inte hade godkända flygplan för att utföra träningen för detta, trots att det är ett krav enligt EASA:s beskrivning i AMC1 FCL.930. Att instruktören inte heller under sin karriär eller sin CPL-utbildning hade utfört detta medförde att han saknade en praktisk erfarenhet om hur ett flygplan beter sig i vissa okontrollerade lägen.

2.5.2 Regelverket

I kommissionens förordning (EU) No 1178/2011 Annex I (Part-FCL) beskrivs bland annat vad olika utbildningar ska innehålla. Utbildning till flyglärare (FI) finns beskrivet under AMC1 FCL.930.FI. Hur bland annat nödprocedurer ska utföras läggs över på typcertifikatinnehavaren och hur det ska tränas ligger helt på utbildningsorganisationen ATO (*Approved Training Organisation*).

Bestämmelserna innebär att varje utbildningsorganisation ska ha ett säkerhetsledningssystem där risker tas upp. Detta medför att olika utbildningsorganisationer kan komma att hantera utbildningen på olika sätt och att utbildningen således inte blir likvärdig mellan olika utbildningsorganisationer.

2.6 Skolans säkerhetsledningssystem

Flygskolan hade ett säkerhetsledningssystem som var dokumenterat i manualverket. Hur väl systemet fungerar beror inte bara på hur manualerna följs utan är också beroende av att information om risker rapporteras till organisationen och tas om hand inom systemet. På så sätt kan eventuella risker hanteras på ett systematiskt sätt. Som en del av systemet använde skolan en risklogg som uppdaterades när en ny risk identifierades, en riskanalys genomfördes eller en ny riskreducerande åtgärd infördes efter beslut från säkerhetskommittén. Riskloggen uppdaterades också efter en årlig workshop där samtliga identifierade risker hanterades. Senaste workshopen genomfördes drygt ett år före olyckan.

Vid workshopen deltog delar av skolans ledning och några av instruktörerna. Som ett resultat av mötet behandlades ett antal riskminimerande åtgärder avseende motorbortfall.

Vid starten använde inte instruktören hela banan för start även om han ansåg att konsekvenserna av ett motorbortfall efter start på bana 16 kan vara större jämfört med andra banor. Det påvisar således att de riskreducerande åtgärderna i riskloggen och flygskolans risk- och felhanteringssystem (TEM) inte var implementerade eftersom att använda hela banan hade varit ett typiskt sätt att hantera ett hot och minska risken.

Tanken med en risklogg är att uppgifter om alla risker är samlade på ett ställe så att det är möjligt att ha en övergripande översikt och kunna hantera riskerna så att de är acceptabla för att kunna genomföra flygoperationerna. Att alla riskreducerande åtgärder för motorbortfall inte var genomförda innebär att skolan inte hade den angivna risknivån som man angett i riskloggen.

Instruktören deltog inte i workshopen för riskloggen då han gick sin utbildning till flyginstruktör vid tillfället för senaste mötet. Det kan förklara varför instruktörens uppfattning om riskerna som fanns runt bana 16 inte var upptagna i riskloggen. Skolan hade emellertid möjligheter att fånga upp den uppfattade risken i andra system, t.ex. i skolans rapporteringssystem. Inga rapporter fanns dock som berörde risker vid motorbortfall på låg höjd efter start varken från instruktör eller någon annan.

Vid verksamhetskontrollen som utfördes av Transportstyrelsen innan olyckan fanns det dessutom en anmärkning som handlade om att det fanns tveksamheter om risker i riskloggen hade följts upp eller inte.

Vid flygskolan fanns ett dokument SPRAM (*"Skies Pre-flight Risk Assessment Matrix"*) som användes före varje flygning. Dokumentet tjänade som hjälpmedel och initiativ för att belysa vissa områden före flygning och bedöma om det fanns risker eller kombinationer av risker som kunde tydliggöras. I dokumentet, som hade formen av en blankett, fanns startflygplatsen upptagen för att riskutvärderas ur perspektivet om flygplatsen var familjär eller inte. SPRAM var ifyllt inför olycksflygningen av besättningen som hade satt ett lågt riskvärde. Detta kan tyckas vara normalt med tanke på att det var flygskolans hemmabas och de flesta riskerna borde vara kända. Skolan har dock inte kunnat presentera någon riskanalys för flygning på hemmabasen.

Standardiserade Operationella Procedurer (SOP) och flyghandbok

Vid intervjuer med flygskolans ledning, instruktören och eleven framkom att det fanns minnesåtgärder för att stänga av bränslepumpen, släcka landningsstrålkastaren och ta in klaffen vid 400 fot över marken (QFE). Denna rutin fanns inte dokumenterad i något av operatörens manualverk och följde heller inte flygplanets flyghandbok (POH). I operatörens SOP anges att klaffen ska tas in vid 400 fot och att övriga

åtgärder såsom att gå igenom checklistan ska utföras när flygplanet lämnar kontrollområdet eller passerar genomgångshöjden. Flygplanets handbok anger att klaffen ska tas in vid 300 fot och bränslepumpen stängas av vid 1 000 fot över marken.

Som framgått i det föregående är det sannolikt att eleven vid den aktuella flygningen påbörjade utförandet av minnesåtgärderna strax innan motorstörningen inleddes vilket innebar att bränslepumpen stängdes av. Flyghandboken anger att elbränslepumpen ska stängas av vid 1 000 fots passage. Om flyghandbokens rutin hade följts hade elbränslepumpen varit på vid tidpunkten för motorstörningen. Haverikommissionen anser att ett sådant avsteg från flyghandboken är att utsätta sig för en onödig risk och eftersom en orsak till varför motorn stannade inte helt har kunnat fastställas går det inte att utesluta att åtgärden kan ha påverkat händelseförloppet.

Rutinen för minnesåtgärder som användes (utan att vara dokumenterad) och rutinen i SOP som båda skiljer sig från flyghandboken har inte föregåtts av någon dokumenterad riskanalys. Säkerhetsledningssystemets rutiner har således inte använts för att identifiera möjliga risker med den avvikande rutinen. Personalen har inte heller observerat skillnader i rutinerna och uppmärksammat systemet på detta.

Det finns därför anledning med ovan information att ifrågasätta om riskmodellen i flygskolans manualer var en aktiv kontinuerlig del i den dagliga verksamheten.

2.6.1 Säkerhetsledningssystem

Enligt kraven ska organisationer i civil luftfart ha ett säkerhetsledningssystem. Det aktuella säkerhetsledningssystemet har ett regelverk som ger viss vägledning för säkerhetsarbetet. Det samma gäller regelverk som rör utbildning. Exempelvis anger regeltexten att motorbortfall ska tränas, men ger i övrigt ingen vägledning för hur en sådan träning ska gå till. Typcertifikatinnehavaren ger vägledning för hur proceduren för flygplanet och systemet ska hanteras, men varken EASA eller typcertifikatinnehavaren ger vägledning om hur träningen ska genomföras, så länge som man följer regelverket. Hur träningen utförs ska enligt EASA hanteras i varje organisations säkerhetsledningssystem där alla risker ska identifieras och hanteras. Det kan enligt haverikommissionen emellertid ifrågasättas om detta är grundtanken med systemet då resultatet kan bli att träningen inte blir likvärdig och att väsentliga moment uteblir trots att träningen uppfyller minimivån enligt regelverket.

I detta fall utförde skolan en träning för motorbortfall vid start som innebär en rutin som i sig själv var tydlig, men gav ingen vägledning för andra alternativ som kunde vara tillgängliga. EASA ger ingen vägledning för hur man skulle kunna få kunskap om andra alternativ förutom en tidning (*Sunny Swift*) utan officiellt värde. FAA har gett ut tydligare information i ett accepterat medium (*Advisory Circular*) om möjliga övningar för att belysa frågeställningarna med den omöjliga

svängen tillbaka till banan. Vid en sådan träning får eleven inte bara en uppfattning om effekterna av en sväng tillbaka till banan utan även en tydligare uppfattning vad som går eller inte går att genomföra.

För att alla piloter i systemet ska kunna tillgodoräkna sig kunskap och erfarenheter och möta hot i vardagen är det viktigt att alla har den bästa samlade informationen, kunskapen och utbildas för detta. I dagens system kommer detta att variera för skolorna beroende på hur väl deras säkerhetsledningssystem fungerar.

För att exemplifiera detta kan vi jämföra två olika piloter. Den ena piloten går på en flygskola som genomför en mer varierad träning utifrån risker i deras säkerhetsledningssystem och får träning i den omöjliga svängen och dess effekt. Den andra genomgår endast träning enligt regelverkets möjliga nivå. Förutsatt att båda piloterna klarar uppflygningen går det att ifrågasätta om de har samma förutsättningar att exempelvis möta ett motorbortfall på låg höjd i framtiden. För deras fortsatta flygning som privatpiloter är de helt beroende av det system respektive skola hade vid tidpunkten för utbildningen.

Om träningens utformning däremot var hanterat i grundsystemet för att påvisa ett acceptabelt sätt att uppfylla huvudregeln "*Acceptable means of compliance*" skulle det finnas en tydligare likformighet för hur skolorna lär ut. Om det sedan framkommer nya risker som behöver hanteras kan detta ändras i huvudsystemet (EASA:s övergripande system av regler och vägledning). Därmed åstadkoms en större likformighet för de som har att tillämpa regelverket.

Haverikommissionen anser att befintliga rutiner om hur träningen ska gå till bör vara lika för alla och att brister identifieras i säkerhetsledningssystemet.

2.7 Räddningsinsatsen

Vid undersökningen har det inte framkommit några indikationer på brister när det gäller räddningsinsatsens genomförande.

2.8 Överlevnadsaspekter

NTSB:s kollisionssäkerhetsprojekt som beskrivits i avsnitt 1.15.3. visar att de flesta flygplan med överlevande hade utsatts för en kollision med en nedslagsvinkel på mindre än 25 grader och en hastighet under 60 knop. Ju högre fart och nedslagsvinkel desto lägre chans att överleva. Av utredningsmaterialet kan det antas att olycksflygplanet träffade marken med en hastighet något under 60 knop och med en nedslagsvinkel mindre än 25 grader.

Det finns emellertid även andra aspekter än hastighet och nedslagsvinkel som påverkar möjligheter att överleva ett nedslag. Bland annat påverkas chanserna att överleva av hur energin absorberas av flygplanet vid nedslaget. Vid detta tillfälle tog flygplanets vinge första kontakt med marken och började ta upp energi. Detta initierade en rollrotation åt höger och en gir effekt åt vänster. Vid nedslaget av buken och motorn var nedslagsvinkeln relativt låg. Effekten av detta medförde att kraftriktningen inte tryckte motorn in i kabinen utan att motorn lossnade när flygplanet fortsatte att rotera runt sin egen axel. Under rotationen vek sig vänster vinge under flygplanskroppen och bröts av vid vingroten.

Att kabinen förblev förhållandevis intakt och att ingen skadades allvarligt berodde på omständigheter som till ringa del har varit påverkbara.

2.8.1 *Undersökning av hållfasthet för bältesinfästning*

Den komplexa kraftbilden i fästet till säkerhetsbältet medför att det är svårt att med någon exakthet beräkna hållfastheten för fästet vid händelsen. Några ytterligare analyser av hållfastheten på axelremsinfästningen har därför inte gjorts. Det faktum att piloten överlevde olyckan utan allvarliga personskador trots att axelremsinfästningen gick sönder, kan sannolikt förklaras av de närmare omständigheterna vid nedslaget som beskrivits i avsnitt 2.8

3. UTLÅTANDE

3.1 Utredningsresultat

- a) Instruktören hade behörighet att utföra flygningen.
- b) Flygplanet hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis.
- c) Flygskolan var en godkänd utbildningsorganisation (ATO).
- d) Flygningen vad den tredje för dagen.
- e) Flygplanet hade flugit i 40 minuter efter att det blivit fulltankat.
- f) Tekniker hade innan flygningen åtgärdat en anmärkning som innebar att motorn inte gick att stänga av med blandningsreglaget.
- g) Starten utfördes omkring 240 meter in på banan.
- h) Starten skedde med tankväljaren satt till vänster tank som var full.
- i) Starten upplevdes som normal till dess att motorn tappade effekt och slutligen stannade på låg höjd.
- j) Instruktören tog över kontrollen av flygplanet.
- k) Ett försök att svänga runt till motsatt riktning utfördes på låg höjd.
- l) Under svängen ljud stallvarningen.
- m) Instruktören ökade bankvinkeln då han ansåg att det förelåg risk för kollision med bränslecisterner.
- n) Instruktören tappade kontrollen över flygplanet som kolliderade med marken.
- o) Vid nedslaget slogs motorn av åt sidan och landade bortom flygplanet.
- p) Kabinen var förhållandevis intakt efter nedslaget.
- q) Fästet för vänster pilots axelrem hade slitits loss från dörrstolpen bakom piloten. Båda ombord steg ur flygplanet oskadda.
- r) Räddningstjänsten var snabbt på plats och lasläckningsmedel runt flygplanet.

3.2 Orsaker till olyckan

Olyckan orsakades av att motorn stannade i ett läge där möjligheterna till en säker landning var begränsade. Avsaknad av tillräcklig kunskap om och erfarenhet av de svårigheter det innebär att efter motorbortfall genomföra en 180-graders sväng på låg höjd tillbaka till banan ledde till ett okontrollerat nedslag.

En bidragande orsak har varit att flygskolan genom säkerhetslednings-systemet inte identifierat riskerna som kan uppstå vid motorbortfall på låg höjd.

En bakomliggande orsak har varit att EASA:s regelverk för motorbortfall efter start inte beskriver hur träningen bör utföras.

4. SÄKERHETSREKOMMENDATIONER

EASA rekommenderas att:

- Utvärdera och ta ställning till om och vilka riskfyllda manövrar som ska ingå vid utbildning och beskrivas i ett vägledande dokument. En sådan riskfylld manöver skulle kunna vara momentet för hur man bedömer när en sväng tillbaka till fältet är säker. Se avsnitt 2.4.1 och 2.5.1. (RL 2021:03 R1)
- Ta fram och genom de nationella tillsynsmyndigheterna distribuera en säkerhetsbulletin för att öka kunskapen om den omöjliga svängen. (RL 2021:03 R2)

Transportstyrelsen rekommenderas att:

- I sin roll som tillsynsmyndighet se över utbildningsorganisationernas säkerhetsledningssystem vad det gäller hantering av nödförfaranden på låg höjd efter start. (RL 2021:03 R3)

Ungerska tillsynsmyndigheten rekommenderas att:

- Se över och bekräfta att utbildningsorganisationerna även praktiskt uppfyller utbildningskravet för AMC1 FCL.930.FI. (RL 2021:03 R4)

SHK emotser besked **senast den 1 juli 2021** om vilka åtgärder som har vidtagits med anledning av de säkerhetsrekommendationer som har lämnats i rapporten.

På haverikommissionens vägnar

John Ahlberk

Johan Nikolaou