Statens haverikommission
Swedish Accident Investigation Authority

Slutrapport RL 2017:04

Olycka på Ängsö, Västmanlands län, den 22 januari 2016 med flygplanet SE-LVR av modellen Diamond DA 42, opererat av Airways Flygutbildning Svenska AB.

Diarienr L-06/16

2017-03-21

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

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

ISSN 1400-5719

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

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

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

Omslagets bild tre - Foto: Anders Sjödén/Försvarsmakten.

Postadress/Postal address
P.O. Box 12538
SE-102 29 Stockholm
Sweden

Besöksadress/Visitors
Sveavägen 151
Stockholm

Telefon/Phone
+46 8 508 862 00

Fax/Facsimile
+46 8 508 862 90

E-post/E-mail
info@havkom.se

Internet
www.havkom.se

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 11
1.1.3 Haveriet 12
1.1.4 Intervjuer med de ombordvarande 13
1.2 Personskador 14
1.2.1 Generellt 14
1.2.2 De ombordvarandes skador 15
1.3 Skador på luftfartyget 15
1.4 Andra skador 15
1.4.1 Miljöpåverkan 15
1.5 Besättningen 15
1.5.2 Förarnas tjänstgöring 16
1.6 Luftfartyget 16
1.6.1 Generellt 16
1.6.2 Prestanda 17
1.6.3 Typcertifikatinnehavarens bedömning av manövern 20
1.6.4 Undersökning av FADEC 20
1.7 Meteorologisk information 23
1.8 Navigationshjälpmedel 23
1.9 Radiokommunikationer 23
1.10 Flygfältsdata 24
1.11 Färd- och ljudregistratorer 24
1.11.1 FDR/CVR 24
1.11.2 Garmin 1000 24
1.11.3 Autopilotens minnesenhet 24
1.11.4 Radarbilder över händelseförloppet 24
1.12 Olycksplats och luftfartygsvrak 25
1.12.1 Olycksplatsen 25
1.12.2 Luftfartygsvraket 26
1.13 Medicinsk information 28
1.14 Brand 28
1.15 Överlevnadsaspekter 28
1.16 Räddningsinsatsen 29
1.16.1 Ombordvarandes användning av bälten 30
1.17 Särskilda prov och undersökningar 31
1.17.1 Beräkning av höjdkurvor 31
1.17.2 Beräkning av motoreffekt 31
1.17.3 Beräkning av flygplanets attityd 31
1.17.4 Undersökning av ELT 32
1.17.5 Stall och spinn generellt 32
1.17.6 Avancerad flygning 33
1.17.7 Provflygning för utredningsändamål 34
1.18 Operatörens organisation och ledning 34
1.18.1 Generellt 34

1.18.2 Skolans tränings- och utbildningsprogram ... 35
1.18.3 UPRT ... 36
1.18.4 Föreskrifter för verksamheten ... 36
1.18.5 Godkännande av skolans verksamhet ... 38
1.18.6 Tillsyn under drift ... 39
1.18.7 Vidtagna åtgärder ... 39

2. ANALYS ... 41

2.1 Förutsättningar ... 41
2.1.1 Övningen ... 41
2.1.2 Flygplanet ... 41
2.1.3 Instruktören ... 42
2.1.4 Förberedelser ... 42
2.1.5 Det rådande vädret ... 43
2.1.6 Skolflygning ... 43
2.2 Händelsen ... 44
2.2.1 Inledningen ... 44
2.2.2 Spinnrörelsen ... 45
2.2.3 Nedslaget ... 46
2.3 Överlevnadsaspekter ... 47
2.4 Räddningsinsatsen ... 48
2.5 Skolans kvalitets- och säkerhetsledningssystem (SMS och CMS) ... 48
2.6 Vikningar som ingående del i trafikflygarutbildning ... 50
2.7 Tillsyn ... 51
2.7.1 EASA ... 51
2.7.2 Transportstyrelsens tillsyn ... 52
2.8 Sammantagen bild ... 52

3. UTLÅTANDE ... 54

3.1 Utredningsresultat ... 54
3.2 Orsaker till olyckan ... 55

4. SÄKERHETSREKOMMENDATIONER ... 55

Bilagor - Analys av FADEC ... 55

Bilaga 1: Beräkning av höjdkurvor, motoreffekt samt flygplansattityd.

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 22 januari 2016 om att en olycka med ett flygplan med registreringsbeteckningen SE-LVR inträffat på Ängsö, Västmanlands län, samma dag klockan 19.04.

Olyckan har utretts av SHK som företrätts av Mikael Karanikas, ordförande, Stefan Christensen, utredningsledare, Johan Nikolaou, operativ utredare, Ola Olsson, teknisk utredare, samt Jens Hjortensjö, utredare beteendevetenskap fram till den 23 september 2016.

Haverikommissionen har biträtts av Kristoffer Danèl som teknisk expert och Lena Bergön som expert i räddningstjänst.

Som ackrediterad representant för Österrike har Johannes Woldrich från VERSA[1] deltagit.

Som ackrediterad representant för Tyskland har Thomas Karge från BFU[2] deltagit.

[1] VERSA (Bundesanstalt für Verkehr - Luftfahrt) – Österrikiska myndigheten för flygolycksutredning.
[2] BFU (Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung) – Tyska myndigheten för flygolycksutredning.

Som rådgivare för Transportstyrelsen har Hans Hermansson deltagit.

Följande organisationer har notifierats: EU-kommissionen EASA[3], Transportstyrelsen, Versa, BFU, samt SHT[4].

Utredningsmaterialet
Intervjuer har genomförts med instruktören, eleven, passageraren samt representanter för operatören och Transportstyrelsen.

Följande externa undersökningar har utförts i samband med utredningen:

- Nödsändaren (ELT) har undersökts vid Bromma Air Maintenance (BAM).
- Minneskortet till autopiloten har undersökts av Honeywell i USA.
- Flygplanets FADEC-enheter (se avsnitt 1.6.4) har undersökts vid Technify Motors GmbH i Tyskland.

Ett haverisammanträde hölls den 25 oktober 2016. Vid mötet presenterade haverikommissionen det faktaunderlag som förelåg vid tidpunkten.

[3] EASA (European Aviation Safety Agency) – Europeiska byrån för flygsäkerhet.
[4] SHT (Statens Havarikommisjon for Transport) – Norska myndigheten för flygolycksutredning.

Slutrapport RL 2017:04

Luftfartyg:	
Registrering, typ	SE-LVR, Diamond
Modell	DA 42
Klass, luftvärdighet	Normal, luftvärdighetsbevis och gällande granskningsbevis (ARC)[5]
Serienummer	42 127
Operatör	Airways flygutbildning Svenska AB
Tidpunkt för händelsen	2016-01-22, klockan 19.04 Anmärkning: all tidsangivelse avser svensk normaltid (UTC[6] + 1 timme)
Plats	(Position 59°32N, 016°51E, 4 meter över havet)
Typ av flygning	Skolflygning
Väder	Vind omkring syd 05 knop , sikt 10-15 km, moln 6-8/8 med bas 300 - 400 fot, temperatur/daggpunkt -7/-8° C, QNH[7] 1027 hPa
Antal ombord:	3
Besättning	2
Passagerare	1
Personskador	3 allvarligt skadade
Skador på luftfartyget	Totalhaveri
Andra skador	Skador på vegetation
Instruktören:	
Ålder, certifikat	53 år, CPL[8]
Total flygtid	7 500 timmar, varav 1 500 timmar på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	130 timmar, varav 105 timmar på typen
Antal landningar senaste 90 dagarna	175
Eleven:	
Ålder, certifikat	25 år, CPL (FAA[9])
Total flygtid	945 timmar, varav 200 timmar på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	3 timmar
Antal landningar senaste 90 dagarna	20

[5] ARC (Airworthiness Review Certificate) - granskningsbevis avseende luftvärdighet.
[6] UTC (Coordinated Universal Time) - referens för angivelse av tid världen över.
[7] QNH anger det atmosfäriska trycket vid havsytans medelnivå.
[8] CPL (Commercial Pilot License) - trafikflygarcertifikat.
[9] FAA (Federal Aviation Administration) – Luftfartsmyndigheten i USA.

SAMMANFATTNING

En skolflygning med ett flygplan av modellen Diamond DA 42 skulle utföras vid Västerås flygplats. Ombord fanns en instruktör och en elev i framsits samt ytterligare en elev i baksits. Under skolpasset – som var planerat att omfatta bl.a. inflygningar och flygning på en motor – skulle instruktören demonstrera en manöver kallad ”deep stall”. Mörker rådde under flygningen, som genomfördes under delvis instrumentflygförhållanden med ett molntäcke med undersida 300 – 400 fot och en översida på ca 2 000 fot med prognostiserad isbildning i moln.

Enligt instruktören så utfördes övningen på följande sätt: Flygplanet bringades i en brant stigning med en attityd på ca 25º-30º samtidigt som ca 30º bankning åt vänster ansattes. Under fartminskningen sattes sedan full effekt på båda motorerna och när flygplanet närmade sig stallfart drogs spaken fullt bakåt. Intervjuuppgifter från eleverna vittnade dock om att attityden under stigningen varit minst 50º nosupp. Dessa uppgifter styrks även av de analyser haverikommissionen utfört av data som registrerats av tillvaratagna enheter i flygplanet.

På toppen av den utförda manövern rollade flygplanet över åt vänster och gick in i en spinn från ca 4 500 fot. Instruktören försökte – bl.a. med varierad motoreffekt – att häva spinnrörelsen. Flygplanet fortsatte dock att spinna och slog efter ett förlopp på drygt 30 sekunder ner i ett skogsparti nära Ängsö kyrka. Enligt registrerade data från enheter ombord samt de radardata som tillvaratagits, kunde sjunkhastigheten i det inledande skedet fastställas till maximalt ca 52 m/s (ca 10 200 fot/min), vilken sedan gradvis minskade till ca 19 m/s (ca 3 700 fot/min) före nedslaget.

Under nedslagsförloppet i skogen trängde en trädstam in i flygkroppen varvid eleven i baksits kastades ut ur flygplanet. Under minskande sjunkhastighet och rotation – där delar av flygplanet återfanns i de omgivande träden – slog flygplansvraket slutligen ner i skogspartiet och blev fullständigt demolerat. De två i framsits överlevde men blev allvarligt skadade. Eleven i baksits, som även han erhöll allvarliga skador, kom till sans stående framför flygplansvraket.

Såväl haverikommissionen som typcertifikatinnehavaren Diamond har gjort bedömningen att den utförda manövern kan klassificeras som en typ av avancerad flygning som inte är tillåten enligt flygplanets godkända flyghandbok.

Enligt gällande föreskrifter ska verksamhetsutövare inom skolflygning ha ett utarbetat och fungerande kvalitets- och säkerhetsledningssystem för identifiering och minimering av eventuella risker i verksamheten. Vid Transportstyrelsens tillträdes- och verksamhetskontroller granskas dessa system.

Kontrollerna omfattar dock inte någon detaljgranskning av praktiskt utförande – eller risknivåer – beträffande de avsnitt i den praktiska flygutbildningen som kan vara behäftade med förhöjda risknivåer. Det saknas även vägledning i gällande regelverk avseende praktiskt utförande av sådana övningar.

Sammantaget anser haverikommissionen att elever vid flygskolor ska kunna garanteras samma flygsäkerhet som passagerare i den kommersiella luftfarten. Den nu inträffade olyckan visar att såväl föreskrifter som tillsyn uppvisar brister avseende identifiering av riskområden och farliga förhållanden i samband med flygutbildning.

Olyckan orsakades av följande faktorer:

- Övningens höga riskfaktor.
- Bristande planering av skolpasset avseende alternativ för hantering av riskfyllda situationer.
- Avsaknad av vägledning från berörda myndigheter beträffande praktiskt utförande av vissa övningar inom flygutbildning.

Säkerhetsrekommendationer

EASA rekommenderas att:

- Identifiera övningar inom flygutbildning som kan innebära en förhöjd riskfaktor och utfärda vägledande material (Guidance Material - GM) för hur dessa bör genomföras praktiskt. *(RL 2017:04 R1)*

1. FAKTAREDOVISNING

1.1 Redogörelse för händelseförloppet

1.1.1 Förutsättningar

En skolflygning skulle genomföras från Västerås flygplats med ett flygplan av modellen Diamond DA 42, se figur 1. Ombord fanns tre personer: en instruktör, en flygelev samt ytterligare en flygelev i baksits som medföljande observatör.

Det aktuella skolpasset ingick i en utbildning som syftade till att konvertera elevernas CPL/FAA trafikflygcertifikat till motsvarande certifikat inom Europa. Utbildningen var sammansatt av flygskolan och följde i huvudsak den syllabus som finns fastställd för IR/ME[10]-utbildning

Vissa av de övningar som skulle ingå i flygpasset hade först övats i simulator tidigare under dagen. Avsikten var att två flygpass skulle genomföras, där eleverna omväxlande skulle flyga respektive medfölja som observatör i baksits när kollegan flög.

Figur 1. Det aktuella flygplanet SE-LVR. Foto: Carl von Rosen Johansson.

Förberedelser inför flygpassen utfördes enligt skolans normala rutiner med bl.a. upprättande av driftfärdplaner. ATC[11]-färdplan var inlämnad och luftrum för övningarna hade blockats i en sektor utanför Västerås upp till 5 000 fot.

Flygplanet hade inga tekniska anmärkningar och enligt uppgift fanns inga övriga kända problem inför flygningarna. Det första flygpasset utfördes under eftermiddagen med den ena eleven i vänstersits och instruktören i höger framsits. Vädret var under flygningarna helmulet med en molnundersida på ca 300 - 400 fot, sikt 10-15 km och skiktade moln i högre nivåer. Vid den första flygningen rådde dagsljus.

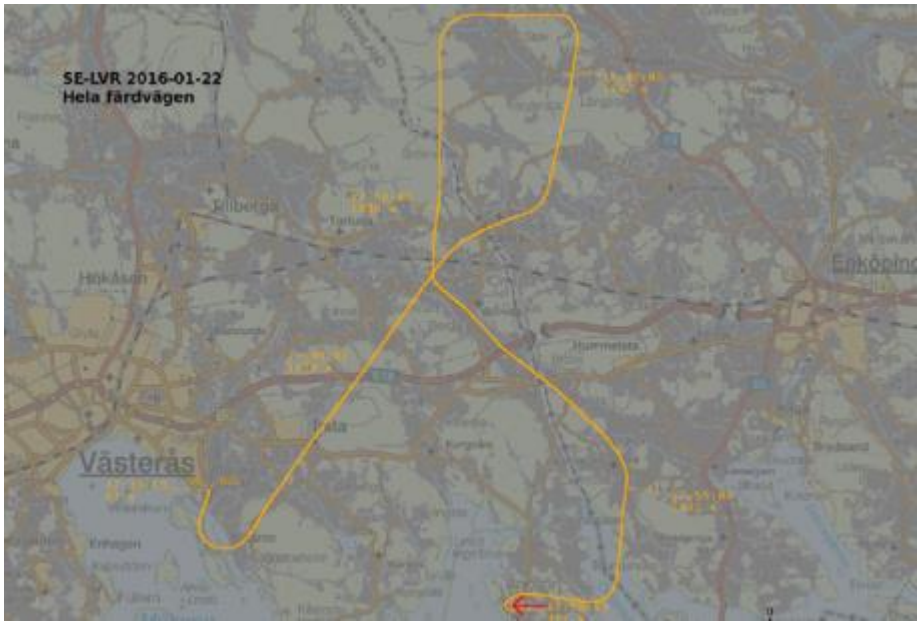
[10] IR/ME (Instrument Rating/Multi Engine) – Instrumentflygutbildning flermotoriga flygplan.
[11] ATC (Air Traffic Control) - Flygtrafikledning

1.1.2 Händelseförlopp

Under den första flygningen utfördes vissa överenskomna övningar, bl.a. inflygningar och träning av flygning på en motor. Instruktören tog sedan över kontrollen av flygplanet för att demonstrera ett moment kallat ”deep stall”. Enligt instruktören anbringades vid denna demonstration en hög nosupp-attityd samtidigt som ca 30° bankning[12] ansattes. Under fartminskningen sattes sedan full effekt på båda motorerna. När flygplanet närmade sig stallfart drogs spaken helt tillbaka.

Vid det första flygpasset ansattes bankning åt höger vid övningen. På toppen av rörelsen vek sig flygplanet åt vänster. Rörelsen hävdes och normalt flygläge kunde återtas. Eleven avslutade sitt flygpass och flygplanet landade åter på Västerås flygplats för att eleverna skulle byta plats. När nästa flygpass påbörjades kom flygningen att utföras under mörker och delvis IMC[13]. Flygningen utfördes enligt det radarspår som framgår av figur 2. Den aktuella stallövningen inleddes på ca 4 500 fot genom att en kraftig stigning inleddes. Instruktören valde vid detta tillfälle att utföra bankning åt vänster.

På toppen av manövern vek sig flygplanet, rollade över åt vänster och gick därefter in i en spinn. Instruktören försökte – bland annat med varierad motoreffekt – att häva spinnrörelsen. Rörelsen förblev dock okontrollerad och flygplanet fortsatte spinna med hög sjunkhastighet.


SE-LVR 2016-01-22
Hela färdvägen
Enköping
Hjulsta
Hjulsta
Hjulsta

Med ledning av höjduppgifter från radarspår samt data från registreringsutrustning ombord kan konstateras att den genomsnittliga sjunkhastigheten under spinnrörelsen var ca 50 m/s (ca 9 800 fot/minut). Detta visar på en ungefärlig tid för händelseförloppet under den okontrollerade spinnrörelsen – från toppen av den demonstrerade manövern till nedslaget i skogen – om drygt en halv minut (se även avsnitt 1.11.2).

1.1.3 Haveriet

På ca 2 000 fot gick flygplanet in i det underliggande molntäcket och slog ett antal sekunder senare ner i ett skogsområde. Vid nedslaget slog flygplanet under rotation i de omgivande träden. Delar av vingarna återfanns i träden på upp till ca 10 meters höjd vid haveriplatsen. Flygplanet vred sig därefter runt en tall som trängde in i flygkroppen och som flygplanet sedan roterade runt på väg mot den slutliga nedslagsplatsen. Vid nedslaget förstördes kvarvarande delar av flygplanet helt, se figur 3, men ingen brand uppstod.

Figur 3. Flygplansvraket. Foto: Mälardalens Brand- och Räddningsförbund.

De två piloterna som satt i framsits blev kvar ombord och erhöll allvarliga skador när flygplanet slog ner. Den tredje ombordvarande – som suttit i höger baksits – hade kastats ut ur flygplanet under någon del av förloppet när trädet trängde in i flygkroppen. Vid sätet där den tredje personen hade suttit återfanns rotänden av tallen som flygplanet träffat under nedslagsförloppet.

Olyckan inträffade i position 59°32N, 016°51E, 4 meter över havet.

1.1.4 Intervjuer med de ombordvarande

Instruktören

Minnesbilden av händelserna under olycksdagen är svaga hos instruktören. Han minns att man gjort vissa övningar, bl. a. branta svängar och väntlägen. Från molngenomgången kunde han inte erinra sig att det bildats någon is på vingarna, men uppgav att checklistan efter start (climb checklist) innehåller en punkt där vingarna ska kontrolleras.

Av övningen som skulle demonsteras – ”deep stall” – kommer han endast ihåg att planet snabbt kom i rotation och att det inte var någon respons i rodren, samtidigt som han möjligen hade gjort ett kort ”av- och pådrag” på motorerna för att se om det blev någon förändring.

Han kunde inte erinra sig om någon stallvarningssignal hade aktiverats under förloppet, men berättade att stallvarningen aktiverats under liknande övningar tidigare. Instruktören har därefter ingen minnesbild av det fortsatta händelseförloppet utan kommer endast ihåg att han blev utdragen ur vraket av räddningspersonal.

Instruktören berättade även att han utfört övningen tidigare och att resultatet då blivit att flygplanet vek sig över vingen. Han hade ingen särskild utbildning i avancerad flygning, men hade provat spinn med enmotoriga flygplan under sin egen grundutbildning.

Instruktören har senare uppgett att den rörelse som utförts på toppen av manövern – att spaken dragits fullt bakåt – inte har utförts på ett bryskt sätt, utan utgjorts av en ”mjuk och försiktig bakåtrörelse på stickan” i avsikt att få fram en vikning av flygplanet.

Eleven i framsits

Vid det tidigare flygpasset hade eleven suttit i baksits när den aktuella övningen demonstrerades. När elevbyte hade utförts och det andra passet hade påbörjats frågade instruktören om eleven hade tränat branta vikningar tidigare. Detta hade dock eleven endast provat i enmotoriga flygplan, godkända för avancerad flygning.

Eleven tyckte emellertid att detta var roligt att få vara med om. Vid det förra passet hade han upplevt en känsla av berg- och dalbana och tyckte att manövern gav en ”aerobatisk känsla” med en nos-upp attityd på ca 50°.

När eleven nu satt i framsits inleddes övningen enligt intervjun med att instruktören tog över kontrollen av flygplanet och eleven följde med i rodren. Instruktören höjde inledningsvis nosen till ca 40° - 50° nos-upp attityd med bankning åt vänster och effekt på motorerna.

Han vet inte riktigt vad som hände därefter men minns att flygplanet ”rollade över” och gick i full spinn till vänster. Attityden var svår att

bedöma, men elevens minnesbild var att nosen hade varit under horisonten. Instruktören hade dragit av och på gasen under förloppet. Eleven ropade ”power to idle” (gasen till tomgång). Eleven i baksits ropade opposite rudder (motsatt sidroder). Han kunde inte dra sig till minnes att instruktören hade fört fram spaken under förloppet.

Eleven uppgav att flygplanets rotation stoppade för någon sekund för att sedan åter börja rotera med full kraft. När flygplanet sedan gick in i moln på ca 2 000 fot minns han att han tänkte: ”Nu är vi färdiga”. Eleven kommer sedan ihåg ett brakande ljud men har ingen minnesbild av själva nedslaget. Han vaknade upp sittande fastklämd i cockpit och såg då sin kollega stå utanför vraket.

Eleven i baksits

Efter sitt flygpass bytte eleven till en observatörsposition i det högra baksätet när det var kollegans tur att flyga. Efter några standard-övningar skulle ”deep stall” demonstreras. Eleven uppgav att instruktören höjde nosen på flygplanet till ca 50°. Han upplevde attityden så brant att känslan var att de ”stod rätt upp”

På toppen av manövern vred sig flygplanet runt och gick in i en spinn åt vänster. Eleven uppfattade att de befann sig i en flatspinn med nosen i en begränsad nos-ner attityd. Han kommer även ihåg att han ropade ”opposite rudder” till piloterna i förarposition. Det gick dock inte från baksits att med säkerhet följa vilka roderutslag som gavs. Han minns att instruktören ändrade gaspådraget på motorerna samt att flygplanets rotation tillfälligt upphörde under ett kort tidsmoment.

Minnesbilden av nedslaget inskränker sig till ljudet från de träd och grenar som flygplanet passerade igenom. Eleven minns sedan att han fann sig själv stående utanför vraket. Han fick muntlig kontakt med den andra eleven och efter en tid även med instruktören, som båda satt kvar i främre delen av flygplansvraket.

1.2 Personskador

1.2.1 Generellt

	Besättning	Passagerare	Ombord-varande totalt	Övriga
Omkomna	-	-	-	-
Allvarligt skadade	2	1	3	-
Lindrigt skadade	-	-	0	Ej tillämpligt
Inga skador	-	-	0	Ej tillämpligt
Totalt	2	1	3	-

1.2.2 De ombordvarandes skador

Instruktören ådrog sig allvarliga men inte livshotande skador. Skadorna bestod av ett flertal frakturer på bröstben, kotutskott, höftled och ena foten. Piloten ådrog sig även lungskador samt sårskador. Skadorna krävde lång sjukhusvistelse efter olyckan.

Eleven i framsätet blev allvarligt men inte livshotande skadad och tog sig själv ut ur flygplanet. Eleven slog i vänster sida av ansiktet, ådrog sig brott på båda fötterna och fotlederna samt lungskador. Skadorna krävde lång sjukhusvistelse efter olyckan.

Passageraren i baksätet ådrog sig allvarliga men inte livshotande skador i form av näsfraktur, kotfrakturer i ländryggen samt skador på lungorna.

1.3 Skador på luftfartyget

Totalhaveri.

1.4 Andra skador

Skador på omgivande träd och vegetation på haveriplatsen.

1.4.1 Miljöpåverkan

Mindre spill av oljor och drivmedel. Haveriplatsen sanerades av räddningstjänsten efter olyckan.

1.5 Besättningen

Instruktören

Instruktören, 53 år, hade CPL med gällande operativ och medicinsk behörighet. Vid den aktuella övningen var instruktören PF[14].

Flygtid (timmar)				
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	3,5	i.u.	130	7 500
Aktuell typ	2	i.u.	105	1 500

Antal landningar aktuell typ senaste 90 dagarna: 175.
Inflygning på typ gjordes den 2007.
Senaste PC[15] genomfördes den 22 april 2015.

[14] PF (Pilot Flying) - pilot som manövrerar luftfartyget.
[15] PC (Proficiency Check) - kontroll av flygkompetens.

Eleven

Eleven, 25 år, hade FAA CPL med gällande operativ och medicinsk behörighet. Vid den aktuella övningen var eleven PM[16].

Flygtid (timmar)				
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	3	3	3	945
Aktuell typ	3	3	3	200

Antal landningar aktuell typ senaste 90 dagarna: 20.
Inflygning på typ för konvertering var pågående.
Senaste PC: Inte aktuellt

1.5.2 Förarnas tjänstgöring

Instruktören hade tjänstgjort fyra arbetsdagar under den senaste 7-dygnsperioden. Den aktuella dagen innehöll två simulatorpass och två pass i flygplan.

Eleven hade deltagit i utbildning fem dagar under den senaste 7-dygnsperioden. Den aktuella dagen innehöll ett simulatorpass, ett flygpass som observatör samt ett flygpass som aktiv pilot (olycks-flygningen).

1.6 Luftfartyget

1.6.1 Generellt

Diamond DA42 (Twin Star) är ett lätt tvåmotorigt flygplan som drivs av två fyrcylindriga dieselmotorer försedda med omställbara höger-roterande propellrar. Flygplanet har sitt största användningsområde inom privatflyg samt flygskolningsverksamhet för utbildning av piloter på tvåmotoriga flygplan.

Flygplanet är till största delen konstruerat av glasfiber/kolfiber-komposit och har fyra sittplatser. DA 42 certifierades i Europa 2004 i enlighet med konstruktionsstandarden JAR-23, vilket var den i Europa gällande standarden vid tidpunkten när certifieringsarbetet startade. Senare införde EASA den nu gällande konstruktionsstandarden CS-23 för nya konstruktioner.

Typcertifikatinnehavare	Diamond Aircraft Industries GmbH
Modell	DA 42
Serienummer	42 127
Tillverkningsår	2006
Flygmassa, kg	Max tillåten start-/landningsmassa 1 785 aktuell 1 682
Masscentrumläge	Inom tillåtna gränser.
Total gångtid, timmar	3 904

[16] PM (Pilot Monitoring) – pilot som assisterar PF.

Gångtid efter senaste periodiska tillsyn, timmar	2	
Antal cykler	N/A	
Typ av bränsle som tankats före händelsen	Jet-A1	
Motor		
Typcertifikatinnehavare	Technify Motors GmbH	
Motortyp	CD-135	
Antal motorer	2	
Motor	Nr 1	Nr 2
Serienummer	02-02-02996	02-02-02995
Total gångtid, timmar	1 504	1 504
Gångtid efter senaste periodiska tillsyn, timmar	2	2
Gångtid efter senaste översyn, timmar	N/A	N/A
Propeller		
Typcertifikatinnehavare	MT-Propeller Entwicklung GmbH	
Typ	MTV-6-A-C-F	
Propeller	Nr 1	Nr 2
Serienummer	06747	06133
Total gångtid, timmar	Okänt	Okänt
Gångtid efter översyn, timmar	1 469	1 390
Gångtidsbegränsningar, timmar/cykler	2 400	2 400
Inga kvarstående anmärkningar		

Luftfartyget hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis (ARC).

1.6.2 Prestanda

Generellt

Flygplanet har en modern aerodynamisk formgivning och en s.k. laminarprofil på vingen. Luftmotståndet är betydligt lägre än på äldre traditionellt konstruerade flygplan i den lätta tvåmotorklassen. Detta gör det möjligt att använda motorer med jämförelsevis låg motor-effekt.

Konstruktionen är huvudsakligen utförd i kolfibermaterial. Samtliga säten har kevlarförstärkning och är försedda med stötabsorberande element (crash elements) som består av styvt plastskum med förstärk-

ningar av kolfiber. Elementen komprimeras vid höga vertikala krafter och är avsedda att skydda de ombordvarande från skador.

Modellen är godkänd för flygning under isbildningsförhållanden och är utrustat med ett avisningssystem där en tunn film av avisningsvätska kan anbringas på kritiska delar av flygplanet.

Massa och balans

SE-LVR hade en maximal tillåten strukturell startmassa på 1 785 kilo. Det finns även en begränsning på maximal massa utan bränsle (zero fuel mass) som är 1 650 kilo.

Den aktuella flygmassan vid starten på den första flygningen var 1 682 kilo och masscentrumläget var 2,45 meter bakom referensplanet vilket innebär att flygplanets tyngdpunkt var centrerad i det tillåtna balansområdet.

Begränsningar

DA42 är tillåten för flygning i normalkategorin enligt då gällande certifieringsregler i JAR 23. Detta innebär att flygplanet är godkänt för följande:

- Alla normala flygmanövrar,
- Stall (med undantag för dynamisk stall)[17]
- Lazy eights, Chandelles[18], samt branta svängar och liknande manövrar där bankningsvinkeln inte överstiger 60°.

Enligt flyghandboken är alla andra former av avancerad flygning otillåten, inkluderande spinn eller manövrar med bankning överstigande 60°. Stall med asymmetrisk motoreffekt eller med en motor avstängd, samt avsiktliga manövrar som medför negativa g-krafter är heller inte tillåtna.

I flyghandbokens nödprocedurer finns åtgärder beskrivna för att komma ur en oavsiktlig spinn. Dessa överensstämmer i allt väsentligt med de åtgärder som beskrivs i avsnitt 1.17.5.

Stallegenskaper

Flygplanet har testats i enlighet med kraven i JAR23/CS23. Stalltester, i den certifieringskategori av flygplan där DA42 ingår, utgörs av prov med olika konfigurationer (klaff/landställ) med motoreffekter från tomgång upp till 75% under planflykt och 30° bankning.

Närmande till stall med 1 knop/sekund deceleration och upp till 5 knop/sekund deceleration testas vid flygproven. Inga spinntester har utförts och sådana är heller inte ett krav i denna kategori av flygplan.

[17] Dynamisk stall är ett resultat av en snabb och kraftig förändring av vingens anfallsvinkel.
[18] Lazy eight och Chandelles utgörs av kombinerade stig- och svängmanövrar.

Tillverkaren har även uppgivit att möjliga tendenser till spinn har utvärderats vid samtliga stalltester, dock med negativt resultat.

Som tidigare nämnts har vingen på DA42 en laminarprofil. Profilen är uppbyggd så att den tjockaste delen av vingen finns ungefär på vingens mitt och buktningen är likartad på över- och undersida. Detta innebär – kort sagt – att den del av luftströmmen som är närmast vingen, det s.k. gränsskiktet, är laminärt och inte turbulent.

Flygplanet har dock nackdelen att vara känsligt för störningar. Skador, smuts (till exempel insektsrester på framkanten), vatten, is eller frost kan påverka profilen negativt så att flygplanets normala prestanda förändras. Stall och spinn kan exempelvis inträffa vid högre farter och i andra flyglägen och konfigurationer än vad som annars kan förväntas.

Spinnegenskaper

Diamond Aircraft har efter förfrågan från haverikommissionen kommenterat vissa av flygplanets egenskaper. Eftersom inga spinn-tester ingår i certifieringskraven är inga sådana flygprov utförda. De förutsättningar där tillverkaren bedömer att störst risk föreligger för att flygplanet ska gå i spinn är:

- Baktungt flygplan,
- 75% motoreffekt[19],
- klaff i infällt läge,
- vågrätt på vingarna eller i sväng, och
- maximalt sidroderutslag när stallen inträffar.

Ovanstående gäller för modellen DA 42 NG. Tillverkaren har dock förklarat att detta sannolikt gäller även för den aktuella modellen DA 42, med reservation för att massa och balans skiljer sig mellan modellerna. Det påpekas även att flygplanet kommer att uppvisa en ökande girtendens i lägen då motoreffekten ökas och farten minskas.

Motorerna på flygplansmodellen är högerroterande, vilket innebär att propellerbladen går nedåt på höger sida. Om flygplanet har hög anfallsvinkel kommer de nedåtgående bladen få mer dragkraft än de uppåtgående, vilket resulterar i ett vridmoment åt vänster. Fenomenet kallas normalt P-faktorn.

Om en gir åt vänster uppstår kommer ett noshöjande gyroskopiskt moment att uppstå på grund av att propellerns roterande delar har ett massströghetsmoment. Detta tillsammans med P-faktorn medför att ett noshöjande moment och ett girmoment uppstår som kan bidra till att flygplanet går in i en spinn i samband med stall och hög motoreffekt.

[19] 75% är maximal tillåten motoreffekt vid utprovning av stall.

Det är på grund av detta som standardmetoden för urgång ur spinn har gasavdrag som första punkt. Gaspådrag under en vänsterspinn med högerroterande motorer kan försvåra eller omöjliggöra urgång ur spinn. Typcertifikatinnehavaren har efter förfrågan från haverikommissionen meddelat att man inte har för avsikt att utföra några flygprov med anledning av olyckan, se avsnitt 1.17.7.

1.6.3 Typcertifikatinnehavarens bedömning av manövern

Beträffande den specifika övning som genomfördes har tillverkaren lämnat följande kommentarer:

- Abrupt förändring av attityd, onormal attityd eller onormala förändringar av flygplanets fart är att betrakta som avancerad flygning.
- En nos-upp attityd på 40° - 50° är att betrakta som onormal.
- En ingång i stall med en hög attityd, eller stor deceleration, är att betrakta som en dynamisk stall och är i enlighet med flygplanets AFM[20] därmed inte tillåten.

Vittnesuppgifter från båda flygeleverna indikerar att flygplanets attityd under upptagningen i manövern var minst 50°. Även de beräkningar som haverikommissionen låtit utföra visar att attityden sannolikt överstigit 50°, se avsnitt 1.17.3.

TC-innehavaren anser sammantaget att begreppet dynamisk stall bäst beskriver den manöver som utfördes vid händelseförloppet.

1.6.4 Undersökning av FADEC

I samband med undersökningen av vraket kunde motorernas datoriserade kontrollenheter FADEC (Full Authority Digital Engine Control) tillvaratas. Båda enheterna hade mindre yttre skador men föreföll allmänt vara i bra kondition. FADEC är en enhet som bl.a. elektroniskt omvandlar förarens reglering av effekt och andra motorparametrar till mekaniska omställningar av motorvärden. Båda FADEC-enheterna har även minnesfunktioner där viss information lagras. Följande parametrar registreras i denna minnesenhet:

- Motorns varvtal
- Motorns effekt
- Lufttryck
- Kylvattentemperatur
- Lufttemperatur
- Oljetemperatur
- Oljetryck
- Bränsletryck
- Oljetemperatur i växellådan

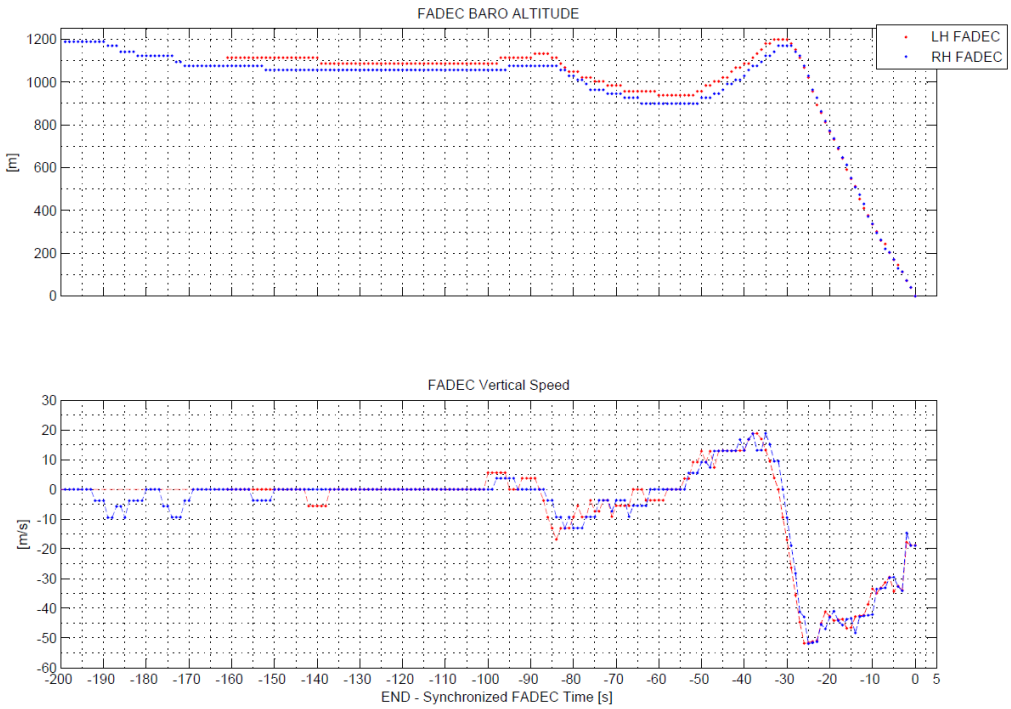
[20] AFM (Aeroplane Flight Manual) – godkänd flyghandbok.

- Elektrisk spänning till FADEC

När enheterna hade monterats ur vraket transporterades dessa till motortillverkarens laboratorium i Hamburg, se figur 4. I närvaro av haverikommissionens representanter anslöts enheterna och minnesfunktionen kunde utvärderas. De skador som uppkommit vid haveriet hade inte påverkat enheternas registreringsfunktioner. Samtliga parametrar kunde läsas av för analys.

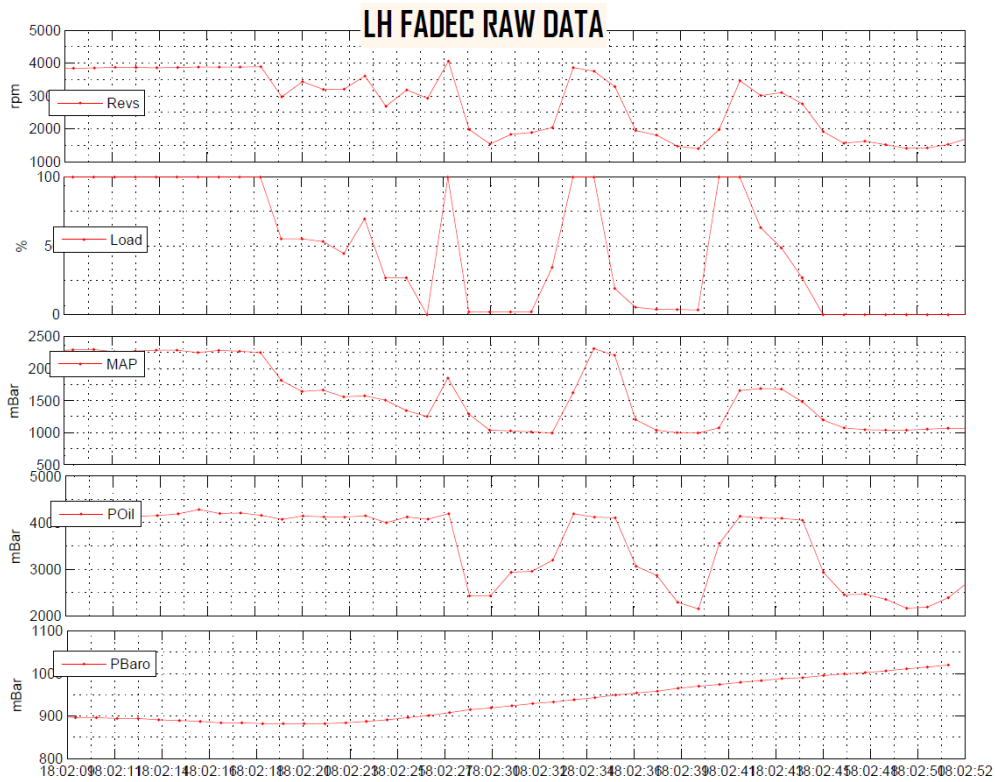
Figur 4. Undersökning av FADEC-enheter i Hamburg.

De parametrar som var av störst intresse för den fortsatta utredningen var motorvärden för utvärdering av motoreffekt under delar av händelseförloppet, samt det barometriska lufttrycket för omvandling till värden utvisande flygplanets höjd, se figur 5.

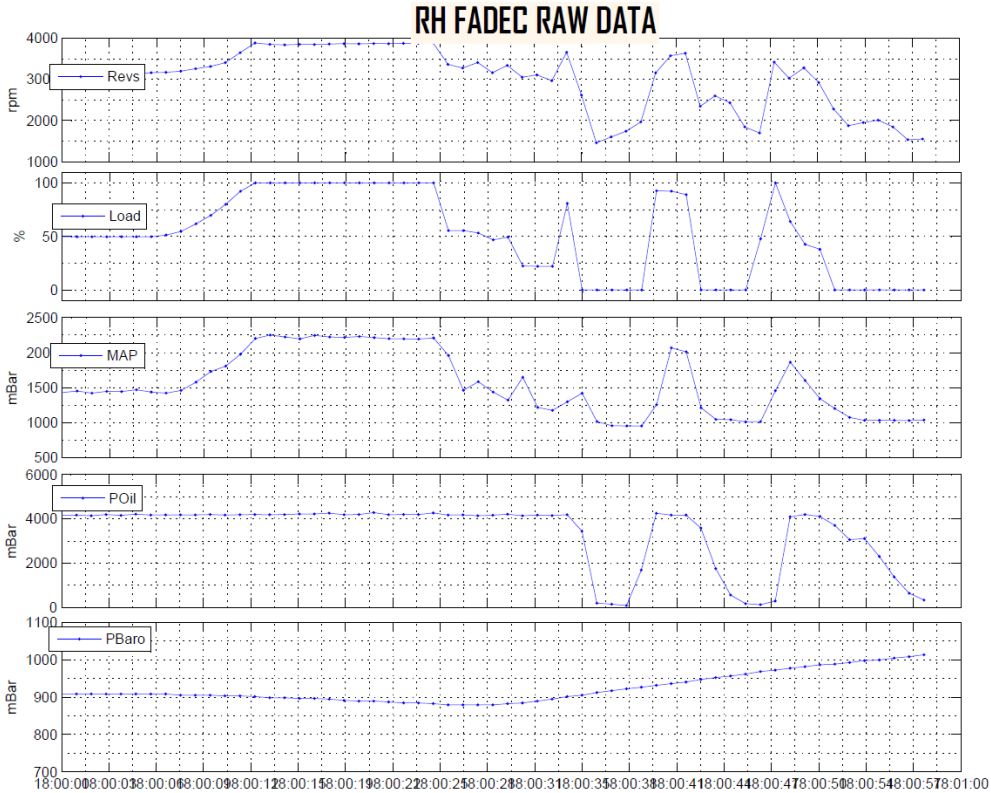


Figur 5. Grafik över data från FADEC avseende höjd respektive sjunkhastighet.

Samtliga registrerade värden presenteras i tabellform, men vissa värden har via ett speciellt program överförts till grafik. Parametrar avseende motordata presenteras i diagramform i figurerna 6 och 7.



Figur 6. Grafik över motordata sista 60 sekunderna från FADEC på vänster motor.



Figur 7. Grafik över motordata under de sista 60 sekunderna från FADEC på höger motor.

De värden som utlästs från FADEC-data och som närmare analyserats beskrivs i avsnitt 1.17.

1.7 Meteorologisk information

Enligt analys från SMHI för det aktuella området vid Ängsö kyrka kl.19.07: Vind omkring syd 05 knop knop, sikt 10-15 km, moln 6-8/8 med bas 300-400 fot, temperatur/daggpunkt -7/-8 °C, QNH 1027 hPa.

Molnen var skiktade med en första översida på 2 000 fot. Däröver ytterligare skikt i varierande nivåer. Isbildning i moln.

Mörker rådde under flygningen.

1.8 Navigationshjälpmedel

Inte aktuellt.

1.9 Radiokommunikationer

Kommunikationen mellan flygplanet och flygledningen på Västerås flygplats har tagits tillvara av haverikommissionen men har inte tillfört några fakta som använts i utredningen.

1.10 Flygfältsdata

Västerås flygplats hade status enligt AIP[21] Sverige.

1.11 Färd- och ljudregistratorer

1.11.1 FDR/CVR

Färd- och ljudregistrator fanns inte och är heller inte ett krav på denna typ av luftfartyg.

1.11.2 Garmin 1000

Flygplanet var utrustat med multifunktionssystemet Garmin G 1000. Minneskortet till detta system monterades ur vraket av haverikommissionen för analys. Kortet var dock inte av den typen som lagrar information varför det inte har kunnat användas i utredningen.

1.11.3 Autopilotens minnesenhet

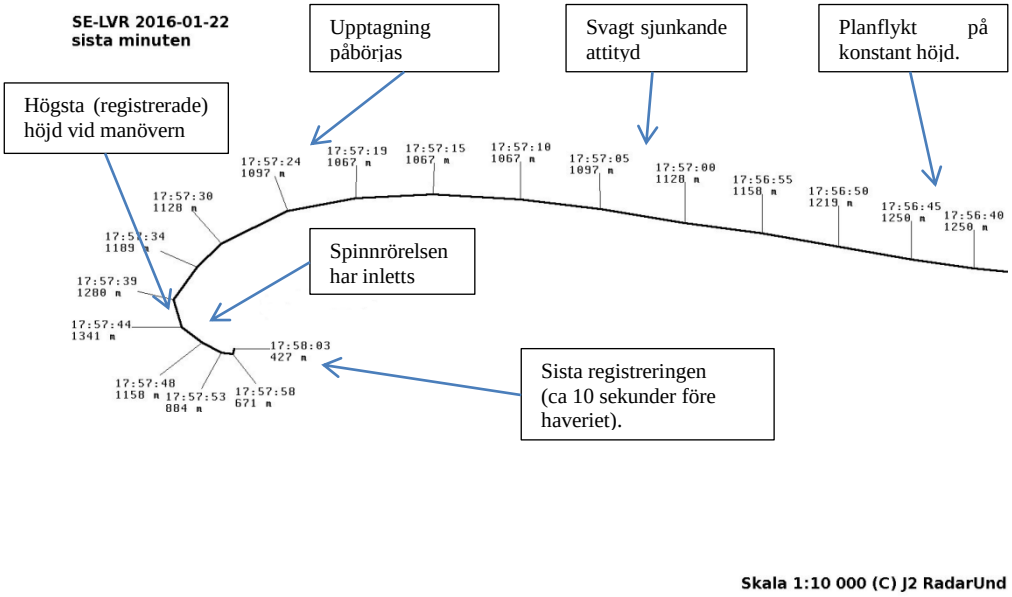
DA 42 är utrustad med en autopilot av typen KCM 100. Enheten monterades ur vraket och sändes till Honeywell i USA för undersökning och analys. Inga data som var relevanta för den aktuella flygningen kunde återfinnas i enheten.

1.11.4 Radarbilder över händelseförloppet

I utredningen har haverikommissionen använt radarbilder från svenska militära och civila stationer för att få en bild över händelseförloppet. Bilden i figur 8 nedan har erhållits från Försvarsmakten och visar de sista 60 sekunderna av olycksflygningen.

Informationen bygger på radarbilder med 5 sekunders samplingtid mellan varje eko. Det kan därför inte med exakthet fastslås vid vilken tid – eller på vilken höjd – som den demonstrerade manövern ”toppade” och flygplanet övergick i den okontrollerade spinnrörelsen.

[21] AIP (Aeronautical Information Publication) - luftfartsinformation av varaktig natur.



Figur 8. Grafik baserat på radardata från Försvarsmakten.

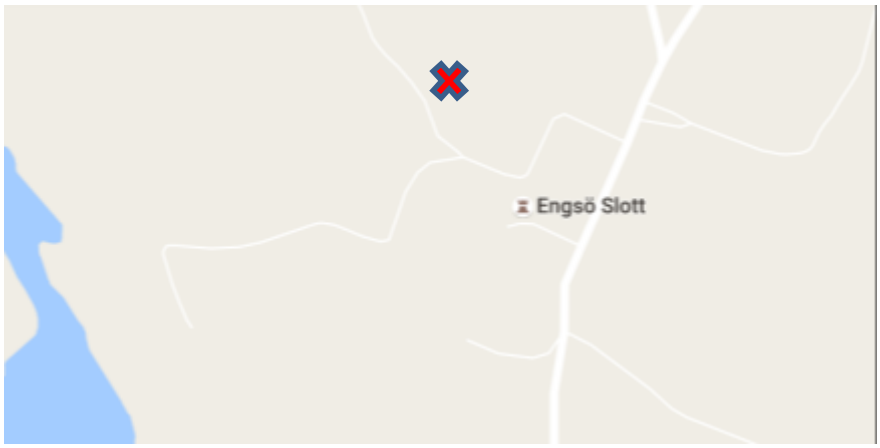
I grafiken i figur 8 kan utläsas att flygplanet haft en i stort sett konstant höjd och sedan påbörjat en svag nedgång. Upptagning har därefter påbörjats för utförande av den tidigare beskrivna manövern med demonstration av deep stall.

Någonstans runt den registrerade höjden 1 341 meter (ca 4 500 fot) har sedan spinnrörelsen inletts. Tiden från denna punkt fram till nedslaget i skogen kan beräknas till drygt 30 sekunder, vilket innebar en genomsnittlig sjunkhastighet under förloppet på ca 50 m/s (ca 9 800 fot/minut).

1.12 Olycksplats och luftfartygsvrak

1.12.1 Olycksplatsen

Olycksplatsen lokaliserades till Ängsö, ca 20 km sydost om Västerås. Ängsö är en ö i Mälaren och utgör en del av Ängsö naturreservat.



Figur 9. Karta över området med olycksplatsen markerad. Källa: Google.

Olyckan inträffade i ett skogsområde ca 300 meter nordost om Ängsö slott, se figur 9. Skogsområdet består av blandskog med varierad täthet och trädstorlek. Platsen för nedslaget bestod till viss del av en mindre öppen yta, omgiven av höga träd av skiftande slag.

Figur 10. Olycksplatsen i skogspartiet.

1.12.2 Luftfartygsvraket

Flygplanet gick ner i skogspartiet under vänsterrotation. Ett flertal större delar av flygplanet återfanns i de omgivande träden på höjder upp till 10 meter, se figurerna 11 och 12. Vid kontakten med träden inleddes flygplanets sönderdelning. På den underliggande marken var ett stort antal vrakdelar utspridda som sannolikt härrörde från rotationsislagen.

Figur 11 och 12. Delar av flygplanet, sektion av flygkroppen respektive vänster winglet.

Flygplanet har under den inledande delen av nedslagsfasen även träffat en tall på sådant sätt att stammen på trädet trängt in i flygkroppen, se figur 13. Flygplanet har sedan – sannolikt under minskande rotation – hasat ner längs trädstammen. Vid det slutliga

nedslaget knäcktes trädstammen nära roten och återfanns på den plats där höger baksits funnits.

Figur 13. Flygplansvraket.

Haverikommissionen gjorde en första undersökning och dokumentation på haveriplatsen. Vrak och vrakdelar var lokaliserade till ett begränsat område vid olycksplatsen. Det som återstod av flygplanet hade träffat den underliggande terrängen i stort sett horisontellt med sannolikt mycket begränsad framåtrörelse. Flygplanet blev helt demolerat vid haveriet.

Flygkropp och vingar

Resterna av flygkroppen var uppdelade på ett stort antal delar. Bakpartiet med stabilisator och höjdroder hade vridits ut och återfanns huvudsakligen vid vrakets vänstra sida, men delvis även i omgivande träd.

Flygkroppen bakom kabinen var till större delen krossad av den tall som flygplanet hasat nedför under sista delen av händelseförloppet.

Båda vingarna återfanns invid flygkroppen men hade lossnat från sina infästningar. Vingarna var böjda i olika vinklar och brutna på ett flertal ställen. Delar av vänster vinge – den uppvinklade yttersta delen (winglet) – återfanns i ett träd på ca 10 meters höjd. En viss mängd flygfotogen fanns kvar i vingtankarna och kunde pumpas ur av saneringspersonal.

Motorer och propellrar

Motorerna, med hjälpapparater och komponenter, återfanns i stort sett i sina lägen vid respektive vinge. Enheterna befanns i rättvänt läge och uppvisade stora skador. Delar av propellrarna återfanns utspridda runt haveriplatsen. De propellerbitar som kunde tillvaratas uppvisade en skadebild som tyder på rotation vid nedslagstillfället.

Kabinen

Vid olyckan förstördes större delen av flygplanets kabin. Den främre delen var kraftigt sönderslagen och ihoptryckt. Pilotsätena var dock förhållandevis hela och var till största delen kvar i sina fästen. Instrumentpanelen – som delvis var oskadad – hade tillsammans med underrede och pedalställ tryckts in mot de främre sätena vilket orsakade svåra personskador. Flygplanets nossektion var helt demolerad.

Den bakre delen av kabinen hade knäckts vid skarven mellan den främre och bakre delen av kabinsektionen. Vänster baksäte var hopklämt mot den främre stolen. På platsen där passageraren i baksätet hade suttit – det bakre högra sätet – återfanns rotdelen av den tall som trängt in i flygplanet. Kablage till bland annat nödsändare var avslitet eller skadat.

Reglage och styrorgan

De delar av flygplanets kontroll- och reglagefunktioner samt roder och styrsystem som kunde identifieras undersöktes så långt det var praktiskt möjligt på olycksplatsen. Undersökningen visade inga spår av skador som kunnat inträffa före nedslaget eller islaget i träden.

1.13 Medicinsk information

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

Samtliga tre ombordvarande hade giltiga medicinska intyg. Flygläkarundersökningarna hade genomförts i maj 2015, januari 2016 respektive november 2015.

Eleven och passagerarens hälsotillstånd hade, enligt egen utsago, inte försämrats efter den senaste flygläkarundersökningen utan de var friska, fysiskt aktiva och hade sovit normalt dygnen före olyckan.

Instruktören, hade vid tidpunkten för intervjun vissa minnesluckor för tiden före och i samband med olyckan. Det har dock inte framkommit något som tyder på att hälsotillståndet hade försämrats sedan den senaste flygläkarundersökningen eller att nattsömnen hade varit dålig dygnen före olyckan.

1.14 Brand

Brand uppstod inte.

1.15 Överlevnadsaspekter

Flygplanets sjunkhastighet minskade gradvis under haveriförloppet, från maximalt ca 52 m/s (ca 10 200 fot/min) till ca 19 m/s (ca 3 700 fot/min) vid nedslaget, vilket sannolikt bidrog till att olyckan blev

överlevnadsbar. Trädstammen som trängde in i flygkroppen minskade hastigheten ytterligare och reducerade därigenom nedslagskrafterna.

Figur 14. Tallstammen i höger baksits.

De två i flygplanets framsits blev kvar i flygplanet vid nedslaget. Haverikommissionen har inte funnit det meningsfullt att försöka beräkna nedslagskrafterna på grund av de speciella omständigheterna i slutskedet av förloppet. Framåtfarten har dock troligen varit nära noll, men de vertikala krafterna, tillsammans med den nos-ner attityd som konstaterats vid nedslaget, medförde att nossektionen – med instrumentpanel och pedalställ – till stor del trängde in i kabinen och orsakade svåra personskador.

Förutom den inträngande delen av nossektionen klarade sig den främre kabindelen av flygplanet förhållandevis bra. Stolarna i framsits var relativt hela och kvar i sina fästen. Nedslagskrafterna var dock relativt stora, vilket framgår av att säkerhetsbältena separerat från sina respektive infästningar i flygkroppen.

1.16 Räddningsinsatsen

Bestämmelser om räddningstjänst finns framför allt i lagen (2003:778) om skydd mot olyckor (LSO) och förordningen (2003:789) om skydd mot olyckor (FSO).

Med räddningstjänst avses, enligt 1 kap. 2 § första stycket LSO, de räddningsinsatser som staten eller kommunerna ska ansvara för vid olyckor och överhängande fara för olyckor för att hindra och begränsa skador på människor, egendom eller miljön. Staten ansvarar för fjällräddningstjänst, flygräddningstjänst, sjöräddningstjänst, miljöräddningstjänst till sjöss, räddningstjänst vid utsläpp av radioaktiva ämnen samt efterforskning av försvunna personer i vissa fall. I andra fall ansvarar respektive kommun för räddningstjänst (3 kap. 7 § LSO).

Klockan 19.04 larmade flygledartornet i Västerås flyg- och sjöräddningscentralen (JRCC) om att flygplanet hade försvunnit från radarn. Under samtalet kom ett telefonsamtal in från en av de ombordvarande på flygplanet som rapporterade att de hade havererat i skogen och att alla hade överlevt olyckan. Haveristen som ringde visste inte sin position varför operatören på JRCC efterfrågade om han kunde se koordinaterna på mobiltelefonen. I samtalets bakgrund kunde signalerna från flygplanets nödsändare (ELT)[22] tydligt höras.

Under de följande minuterna larmades helikopter samtidigt som det konstaterades att signalerna från ELT inte kunde uppfattas av någon station. De WGS[23]-koordinater som angivits av haveristen visade sig dock leda till en position ute i Mälaren, varför JRCC kl. 19.14 frågade haveristen om nya koordinater.

Med hjälp av radarbilder från flygkontrollcentralen Stockholm ATCC kunde sökområdet begränsas till området sydost om Västerås. Väderstrecket hade inledningsvis felaktigt angivits till sydväst. De nya koordinaterna från haveristens mobil tillsammans med informationen från radarn ledde till att haveriplatsen kl. 19.28 kunde fastställas till Ängsö. En räddningshelikopter, Lifeguard 001, dirigerades i detta läge mot den förmodade haveriplatsen. På grund av det dåliga vädret kunde varken ambulanshelikopter eller polishelikopter starta.

Klockan 19.48 ringde JRCC haveristen och meddelade att helikoptern skulle vara framme om ca fem minuter och att även markbunden räddningstjänst var på väg mot platsen. Efter att ha lokaliserat flygplansvraket och valt en säker landningsplats kunde räddningshelikoptern landa kl. 20.04. Den markbundna räddningstjänsten anlände till olycksplatsen kl. 20.08. Vid denna tidpunkt hade eleven i vänster framsits själv tagit sig ur vraket.

Efter att instruktören, som var fastklämd i vraket, hade tagits loss och samtliga skadade transporterats till sjukhus, utfördes även en miljöräddningsinsats genom att platsen sanerades från ca 100 liter flygbränsle. Räddningstjänstinsatsen avslutades kl. 22.20.

Nödsändaren (ELT) av typ Artex ME406 aktiverades vid händelsen och stängdes av av räddningspersonal.

1.16.1 Ombordvarandes användning av bälten

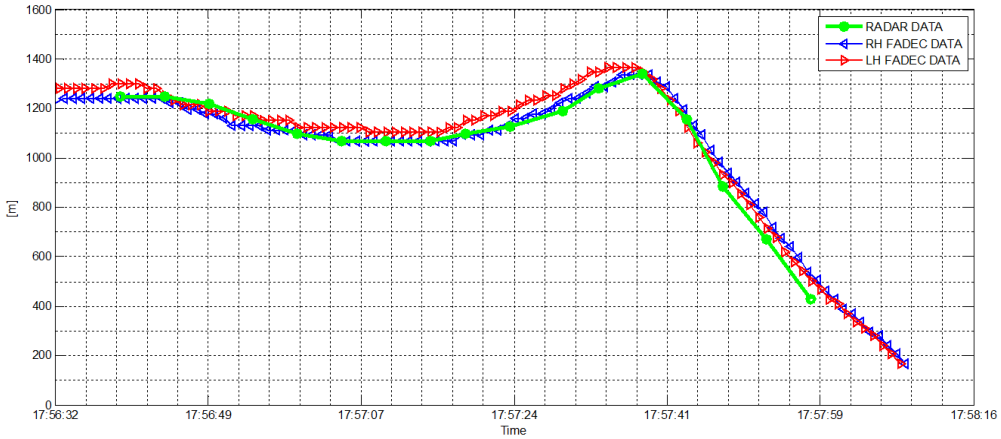
Samtliga ombordvarande använde bälten under flygningen. Den undersökning som haverikommissionen företagit visar att samtliga bälten var hela efter haveriet. Fästena till de främre bältena hade dock slitits loss vid sina infästningar i flygkroppen, se avsnitt 1.15.

[22] ELT (Emergency Locator Transmitter) – nödsändare.
[23] WGS (World Geodetic System) är ett globalt referenssystem för positionsbestämning med hjälp av koordinater.

1.17 Särskilda prov och undersökningar

1.17.1 Beräkning av höjdkurvor

Baserat på lufttrycksdata från respektive motors FADEC kan tryckhöjden under flygningen slutskede beräknas. Sammanfogat med de radardata som registrerats kan en höjdkurva fastställas som med hög sannolikhet utvisar flygplanets vertikalrörelse under förloppet, se figur 15.



Figur 15. Sammanfogade data från radar och höger respektive vänster FADEC.

Som tidigare nämnts, se grafiken i figur 5, uppgick sjunkhastigheten maximalt till 52 m/s (ca 10 200 fot/min) under det inledande skedet av spinnrörelsen. I diagrammet kan även konstateras en gradvis minskning av sjunkhastigheten, som vid nedslaget i träden kan beräknas till ca 19 m/s (ca 3 700 fot/min). För detaljer om dessa beräkningar, se bilaga 1 till rapporten.

1.17.2 Beräkning av motoreffekt

Enligt data från FADEC varierades motoreffekten under de drygt 30 sekunder som förloppet varade. Av grafiken i figurerna 6 och 7 kan utläsas de parametrar som analyserats.

Tre motorpådrag med hög effekt har registrerats under förloppet. Dessa har haft en varaktighet om ca 3 sekunder vardera, varefter sekvenser om ca 7 sekunder med låg motoreffekt registrerats. Motorpådragen har varit synkrona, dvs. ingen differens mellan vänster och höger motor har konstaterats. För detaljer om dessa beräkningar, se bilaga 1 till rapporten.

1.17.3 Beräkning av flygplanets attityd

Med ledning av flygplanets prestanda från AFM, aktuell massa, tyngdpunktsläge och konfiguration samt data enligt punkt 1.17.1 ovan kan flygplanets attityd vid olika skeden av förloppet beräknas. Med anledning av att vissa antaganden måste göras kan dessa beräkningar inte göra anspråk på att vara helt exakta. De basvärden som finns tillgängliga kan emellertid anses vara helt tillförlitliga varför de

beräknade värdena för flygplanets attityd sannolikt ligger mycket nära de i verkligheten inträffade.

I den sista stigningen före manövern kan stighastigheten beräknas till ca 9 m/s med en stigattityd på ca 16° nos upp. Vid upptagningen när deep stall manövern inleddes kan stighastigheten beräknas till ca 18 m/s med en stigattityd på ca 52° nos upp. För detaljer om dessa beräkningar se bilaga 1 till rapporten.

1.17.4 Undersökning av ELT

Med anledning av att ELT-signalerna inte uppfattats av några stationer har haverikommissionen låtit undersöka ELT-enheten hos en underhållsorganisation. Undersökningen visade att enheten fungerade men att utsignalerna till antennen var svaga, vilket sannolikt orsakades av att batteriet var svagt vid testtillfället.

1.17.5 Stall och spinn generellt

Ett flygplans – eller en vinges – lyftkraft alstras av den luft som pressas nedåt när vingen möter den omgivande luftströmmen vid en viss fart och anfallsvinkel. Om farten minskar måste anfallsvinkeln öka för att lyftkraften ska kunna bibehållas. Vid ökad anfallsvinkel ökar även vingens motstånd. När en viss kritisk anfallsvinkel uppnås minskar lyftkraften och vingens bärande förmåga upphör och vingen stallar.

Vid träning av stall under utbildning minskas normalt flygplanets fart tills man uppnår ett kritiskt fartområde där stall kan inträffa. Beroende på en rad faktorer som bankning, konfiguration, massa, tyngdpunkt etc. kan en stall resultera i olika rörelsemönster hos det aktuella flygplanet när stallen inträffar. Vid det vanligaste fallet – stall rakt fram – blir följden oftast en sänkning av nosen tillsammans med en ökad sjunkhastighet. Beroende på flygplanstyp kan i detta skede vibrationer eller skakningar uppstå.

Avsikten med dessa övningar är att en flygelev ska lära sig att känna igen och identifiera tecken på när flygplanet stallar eller närmar sig stall och lära sig hur man på ett säkert sätt tar sig ur dessa potentiellt farliga situationer.

Stall kan även inträffa på andra sätt. Om en snabb förändring av flygplanets attityd initieras, eller om hög anfallsvinkel uppstår på annat sätt, inträffar en dynamisk stall. Den snabba förlusten av lyftkraft vid en sådan manöver resultaterar oftast i en vikning där nosen på flygplanet abrupt vänds nedåt. Exakt hur en viss flygplanstyp beter sig vid en sådan manöver är beroende på en rad faktorer och provas normalt ut vid typens certifiering. DA 42 är inte godkänd för någon typ av dynamisk stall och har därför inte genomgått några flygprov avseende detta.

Om flygplanet får en girtendens under stallen – pilotinducerad eller orsakad av yttre girkrafter – kan en asymmetrisk förlust av vingarnas lyftkraft inträffa. I ett sådant läge, där innervingen normalt har förlorat merparten av sin lyftkraft samtidigt som motståndet ökat, vrids flygplanet längs sin egen längdaxel och det stallande flygplanet inleder en rotation. Denna spinnrörelse sker med helt eller delvis utstallade vingar där nosläge och rotationshastighet kan variera starkt mellan olika flygplanstyper. Vid ett lågt nosläge är ofta sjunkhastigheten hög, samtidigt som ett högre nosläge (flatspinn) normalt medför en lägre sjunkhastighet.

Den generella metod för att komma ur en spinn som rekommenderas i EASA:s certifieringsbestämmelser CS 23 är :

- Motoreffekt till tomgång
- Neutrala skevroder
- Motsatt sidroder
- Spaken framåt – tills rotationen upphör
- Återta normalt flygläge

Det svenska begreppet vikning har ingen motsvarighet i den engelska referenslitteraturen. Där används uttrycket full stall, med en påföljande okontrollerad nosrörelse nedåt, som beskrivning av rörelsen.

En dynamisk stall, där attityden abrupt förändras mot höga anfalls-vinklar, kan resultera i en ”deep stall”, där exempelvis ett flygplan med högt placerad stabilisator kan hamna i ett läge där stabilisatorn skuggas och därmed förlorar största delen av sin lyftkraft.

1.17.6 Avancerad flygning

Enligt Luftfartsstyrelsens föreskrifter (LFS 2007:45) om avancerad flygning avses med avancerad flygning avsiktligt utförda manövrer, som innebär en plötslig förändring av luftfartygets läge eller en plötslig förändring av hastigheten; manövrar med en sidlutning av 60° eller mer eller en längdlutning av 30° eller mer är alltid avancerad flygning.

I föreskriften finns även begreppet ”begränsad avancerad flygning” definierat. I detta begrepp innefattas bl.a. stall och vikning. Övningar i denna kategori får utföras under skolning och med instruktörer utan särskild utbildning i avancerad flygning.

För båda kategorierna avancerad flygning gäller att:

- Flygplanet ska vara godkänt för den manöver som ska utföras,
- flygningarna får endast utföras under dager,

- alla manövrar ska vara avslutade på lägst 1 500 fot över mark eller molnöversida,
- om passagerare medföljer ska före flygning utförlig information ges om de manövrar som avses genomföras.

1.17.7 Provflygning för utredningsändamål

Typcertifikatinnehavaren Diamond Aircraft har på förfrågan från haverikommissionen uppgett att man inte har för avsikt att utföra några flygprov för att försöka återskapa förloppet vid olyckan.

Haverikommissionen har också övervägt möjligheten att utföra sådana flygprov, men avfärdat den möjligheten, dels på grund av de uppenbart höga risker som skulle följa med sådana prov, dels för att detta skulle innebära flygning utanför flygplanets godkända operationsområde.

1.18 Operatörens organisation och ledning

1.18.1 Generellt

Airways Flygutbildning Svenska AB var vid tillfället en godkänd flygutbildningsorganisation – ATO (Approved Training Organization) som innehade ett giltigt utbildningstillstånd med nummer SE-ATO-012 utfärdat av Transportstyrelsen. Senaste verksamhetskontroll utfördes under fjärde kvartalet 2015.

Flygskolan hade tillstånd att bedriva den skolflygverksamhet som utfördes vid den aktuella flygningen. Skolan bedriver i huvudsak praktisk flygskolning. Den utbildning som utfördes vid tillfället, konvertering av amerikanska FAA-certifikat till europeiska EASA-certifikat, saknar av EASA fastställd syllabus avseende innehåll och omfattning. Programmet för denna utbildning har därför satts samman av skolan själv – med den fastställda utbildningsplanen för IR/ME-utbildning som grund – och innehåller bland annat 15 timmars flygskolning och två uppflygningar (skill tests).

Skolan hade på sitt program ett flertal utbildningar för såväl privat- som trafikflygarcertifikat samt andra specialinriktade vidareutbildningar. Enligt uppgift utgör utbildning till trafikflygarcertifikat den största delen av skolans verksamhet. Den praktiska utbildningsverksamheten bedrevs i huvudsak med tre enmotoriga flygplan av typen DA 40 samt det tvåmotoriga flygplan, DA 42, som nu havererade.

Airways Flygutbildning har ca 25 års erfarenhet av flygutbildning och har ett antal instruktörer knutna till företaget, varav några är fast anställda och vissa tjänstgör tillfälligt vid skolan. Skolans ägare – tillika skolchef (Head of Training) - tjänstgör även som instruktör i flygverksamheten. Sedan 2012 har företaget sin verksamhet på Västerås flygplats.

1.18.2 Skolans tränings- och utbildningsprogram

Allmänt

Enligt skolans egen marknadsföring har trafikflygarutbildningen som målsättning att eleverna efter avslutad utbildning ska vara redo för inflygning på tunga luftfartyg. Vid intervjuer med skolans företrädare har uppgetts att målsättningen med skolans trafikflygarutbildning är att eleverna efter avslutad utbildning ska kunna söka tjänster som flygstyrmän inom den kommersiella luftfarten.

Flygplantypen DA 42 är vanligt förekommande i samband med utbildning och träning av flygning med flermotoriga flygplan. Typen har dubbelkommando för manövrering från såväl vänster som höger förarsits. En betydande del av utbildningsprogrammet vid tvåmotorskolning utgörs av träning på enmotorflygning, inflygningar samt stall och närmande till stall.

I det aktuella regelverket från EASA (Part FCL) föreskrivs att denna del av utbildningen för IR/ME ska omfatta igenkännande av – och urgång ur – situationer med begynnande stall eller full stall. (*Recognition of, and recovery from, incipient and full stalls*).

Enligt skolan utförs samtliga flygövningar som finns beskrivna i utbildningshandböckerna inom ramen för flygplanets godkända operationsområde (envelope).

Övningarnas lämplighet och riskfaktor har enligt uppgift från skolan inte tagits upp av Transportstyrelsens inspektör – PI[24] – i samband med myndighetens tillsyn av verksamheten.

Övningsbeskrivning stall

Efter olyckan har flygskolans skolchef (Head of Training) beskrivit övningen under rubriken: *Stall/ recovery procedures used at AW – TM (Training Manual) för IR/ME* – där följande övningsbeskrivning avseende ”deep stall” återfinns:

> *Deep stall / clean configuration: Moderate to full power, nose up approx 30°, bank approx. 30°.*
>
> *Åtgärd: Reduce power during deep stall (vikning), follow the a/c with neutral rudders and when nose under the horizon adjust power, wings level and nose up.*

Övningen är beskriven på sådant sätt att eleven ska utföra den. Någon detaljerad beskrivning av övningen – eller dess utförande – har emellertid inte funnits i skolans manualer före olyckan.

Det normala utförandet av manövern – enligt skolan – är endast 15-20° nos-upp attityd och 20° lutning varvid flygplanet stallar och en

[24] PI (Principal Inspector) – Inspektör från Transportstyrelsen som hanterar tillsynen under drift.

kontrollerad urgång kan utföras. Anledningen till att flygskolan har valt att benämna övningen ”deep stall” är enligt uppgift för att utländska elever inte känner till uttrycket vikning.

Enligt uppgifter från skolans företrädare har övningstypen alltid ingått i skolans utbildningsprogram. Skolans syfte med dessa övningar är att eleven ska känna igen och kunna gå ur onormala lägen och därmed uppfylla utbildningsplanen för övningar som stall och vikning. Enligt skolan kan den beskrivna manövern inte i något avseende liknas vid en dynamisk stall. Om stall, gir eller vingdropp inträffar inleds, enligt skolan, en urgång.

Övningsbeskrivning $VMC_{(A)}$

Den nästkommande övningen i avsnittet *stall/stall recovery procedures* beskrivs enligt följande:

> *Demo VMCA clean configuration fram till vikning/roll.*
>
> *Åtgärd: Power off, follow the a/c below horizon increase power when VMCA+, wings level, pick up blue line speed with full power on active engine.*

$VMC_{(A)}$ är den lägsta fart där flygplanet under flygning kan kontrolleras med hjälp av roder med en motor ur funktion. Flygplanet är, som nämnts i avsnitt 1.6.2, enligt AFM inte godkänt för stall med asymmetrisk motoreffekt eller med avstängd motor.

1.18.3 UPRT

EASA har skärpt kraven avseende träningsprogram inom området förebyggande av onormala flyglägen – och återtagande av kontrollen vid sådana –, s.k. Upset Prevention and Recovery Training (UPRT). Kraven beskrivs i föreskrifterna i ED-Decision[25] 2015/012/R där de utökade träningsprogrammen finns redovisade i ORO.FC 220 och 230, och gäller fr.o.m. den 4 maj 2016.

Kraven omfattar dock endast operatörer och avser träning i simulator. Arbete med att ta fram genomföranderegler för UPRT även för grundutbildning av piloter pågår för närvarande inom EASA och beräknas vara färdigställt under 2018. Träning av UPRT vid ATO:er ska inte förekomma innan dessa regler är beslutade av EU-kommissionen.

1.18.4 Föreskrifter för verksamheten

Flygverksamhet som ska bedrivas inom EU lyder bl.a. under de gemensamma luftfartsbestämmelser som finns i Europaparlamentets och Rådets förordning (EG) nr 216/2008 om fastställande av gemensamma bestämmelser på det civila luftfartsområdet och inrättande av en europeisk byrå för luftfartssäkerhet. Efterlevnaden av bestämmel-

[25] ED-Decision (Executive Director Decision) – EASA-beslut.

serna kontrolleras på EU-nivå av den Europeiska byrån för luftfartssäkerhet, EASA, som även utövar tillsyn över medlemsländernas nationella luftfartsorganisationer och tillsynsmyndigheter.

Skolverksamhet av den typ som bedrevs vid den aktuella skolan, regleras av kommissionens förordning (EU) 1178/2011, Annex VII, Part ORA, Subpart ATO. Här föreskrivs de krav som en godkänd flygutbildningsorganisation (ATO) måste uppfylla för att få tillstånd att bedriva flygutbildning. Kraven gäller bl.a. ekonomi, personal, utbildningsmanualer, operationsmanualer, lokaler, flygplan utrustade med dubbelkommando m.m. I kraven ingår även att den aktuella verksamheten har upprättat ett kvalitets- och säkerhetsledningssystem, SMS (Safety Management System) och CMS (Compliance Monitoring System).

Den nationella tillsynsmyndigheten för luftfart, dvs. Transportstyrelsen i Sverige, ska godkänna den planerade verksamheten och även utöva tillsyn under drift.

På fråga från haverikommissionen har EASA uppgett att skolflygsverksamhet inte anses som kommersiell flygtransport (Commercial Air Transport – CAT), dvs. transport av passagerare, gods eller post mot ersättning, men att en flygskola bör ha som mål att uppfylla samma flygsäkerhetsnivå som gäller för operatörer som flyger enligt bestämmelserna för CAT.

Enligt artikel 18 c) Europaparlamentets och Rådets förordning (EG) nr 216/2008 om bl.a. gemensamma bestämmelser inom det civila luftfartsområdet ska EASA vid behov utfärda föreskrifter om godtagbara sätt att uppfylla förordningens krav liksom vägledande material för tillämpningen av dessa. Något vägledande material har dock inte tagits fram för praktiskt utförande av flygutbildning vid godkända flygutbildningsorganisationer.

I samband med utredningen av den inträffade olyckan sände haverikommissionen ett brev till EASA innehållande vissa av de fakta som inhämtats under utredningen.

Förutom påpekande om det ansvar som den aktuella utbildningsorganisationen har beträffande identifiering och förebyggande av riskmoment i verksamheten, har EASA i sitt svar bland annat framfört följande synpunkter och frågeställningar:

- Deep stall finns inte definierat i förordningen (EU) 1178/2011 eftersom övningen inte har någon relevans avseende trafikflygarutbildning.
- Hur har momentet kallat ”deep stall” godkänts i den aktuella utbildningen?

- Har utbildningsorganisationen varit medveten om begränsningarna i flygplanets operationsområde (envelope) enligt AFM?
- Har utbildningsorganisationen varit medveten om certifieringskraven enligt CS 23 för denna klass av flygplan?
- Hur har den kontinuerliga tillsynen av verksamheten utförts, med avseende på flygsäkerhet och riskevaluering?

1.18.5 Godkännande av skolans verksamhet

Före uppstart av en verksamhet utförs en granskning av företaget. Denna tillträdeskontroll utförs av Transportstyrelsen i enlighet med den kravbild som föreskrivs i kommissionens förordning (EU) 1178/2011, Annex VII, Part ORA, Subpart ATO. Bland de inspektörer som utför tillträdeskontrollen deltar även PI.

Vid en tillträdeskontroll granskas även verksamhetens säkerhets- och kvalitetsledningssystem (SMS och CMS). Enligt gällande föreskrifter ska verksamhetsutövaren i sitt SMS visa hur organisationen bedömer och hanterar de eventuella flygsäkerhetsrisker som kan uppstå i verksamheten.

CMS är avsett att säkerställa att verksamhetsutövaren har en plan för ett systematiskt säkerhetsarbete, där verksamheten kontinuerligt övervakas och avvikelser och risker kan fångas upp. Systemet ska övervaka verksamheten och även åtgärda de säkerhetsbrister som konstateras.

Även skolans utbildningshandbok (Training Manual), med den syllabus för de olika utbildningarna som ska tillämpas, granskas vid tillträdeskontrollen. I de gällande föreskrifterna fastställs *vilka moment* som ska ingå i olika slag av flygutbildningar. Det finns dock inget regelverk som beskriver *hur* övningen av dessa moment ska utföras.

Den praktiska tillämpningen, dvs. utförandet av skolflyglektionerna, blir därför inte föremål för granskning vid tillträdeskontrollen utan förutsätts kunna hanteras av skolans kvalitets- och säkerhetsledningssystem. Den övning som praktiserades när olyckan inträffade fanns inte beskriven i skolans utbildningsmanual. I manualen framgår heller inte under vilka förutsättningar, t.ex. när det gäller ingångshöjd och väderminima, som stallövningarna får utföras.

Efter tillträdeskontrollen sker ett samråd med deltagande inspektörer från Transportstyrelsen då den samlade bilden av flygskolan bedöms för ett eventuellt godkännande av verksamheten. Vid detta tillfälle åsätts även verksamheten en risknivå som ska ligga till grund för den kommande tillsynen under drift.

1.18.6 Tillsyn under drift

Enligt föreskrifterna i kommissionens förordning (EU) 1178/2011, Annex VI, part ARA, subpart ATO ska den nationella tillsynsmyndigheten utöva regelbunden tillsyn av skolflygverksamheten. I Sverige utförs tillsynen genom återkommande verksamhetskontroller, VK1 och VK2 av Transportstyrelsen. Den stora tillsynen, VK1, innebär att hela företagets verksamhet gås igenom. Kontrollen utförs med 12 – 24 månaders intervall, beroende på den fastställda risknivån hos verksamheten. Den mindre tillsynen, VK2, är en mellanliggande, mindre omfattande tillsyn, som normalt utförs var 12:e månad.

Verksamhetskontrollerna utförs i enlighet med en enligt part ARA fastställd checklista. Huvudsyftet är att kontrollera verksamhetens efterlevnad gentemot såväl regelverk som de procedurer och system som verksamheten beskrivit i sina egna handböcker. Vid genomförande av VK1 ingår ett praktiskt moment då Transportstyrelsens inspektör – normalt PI – medföljer som observatör vid minst ett skolflygpass.

Enligt uppgift från Transportstyrelsen har det endast noterats mindre anmärkningar och avvikelser vid de verksamhetskontroller som utförts vid skolan, främst avseende kvalitets- och säkerhetsledningssystemets SMS och CMS.

1.18.7 Vidtagna åtgärder

Haverikommissionen -Transportstyrelsen

Efter det inträffade haveriet har haverikommissionen skickat en skrivelse till Transportstyrelsen angående de iakttagelser som gjorts i samband med den inträffade olyckan, samt information om att den vid olyckan utförda övningen fortfarande ingår i skolans utbildningsprogram.

Transportstyrelsen har inkommit med svar på den rekommendation som utfärdades i rapport RL 2016:05, olycka med SE-GIC på Malmö/ Sturup flygplats, där Transportstyrelsen rekommenderades att:

> *Vid tillträdes- och verksamhetskontroller av flygutbildningsorganisationer skärpa tillsynen avseende identifiering av utbild-ningsmoment som kan innebära förhöjda flygsäkerhetsrisker. (RL 2016:05 R3).*

I sitt svar till SHK har Transportstyrelsen även inkluderat åtgärder som avser den nu inträffade olyckan med SE-LVR och har informerat att bl.a. följande åtgärder kommer att vidtas:

Vid verksamhetskontroller kommer följande nya frågor till verksamhetsutövaren att ställas:

- På vilket sätt säkerställer organisationen att de av flyghandboken angivna begränsningarna inte överstigs eller understigs vid flygning, speciellt i övningar som inkluderar onormala lägen?
- Vilka risker har flygskolan fastställt rörande övning av onormala lägen?
- Vilka åtgärder har flygskolan fastställt för att minska risken vid flygövning rörande övning av onormala lägen?

Transportstyrelsen har dock inte aviserat några åtgärder gentemot flygskolan med anledning av att den aktuella manövern fortfarande ingår i utbildningen.

Haverikommissionen - EASA

Haverikommissionen har även ställt vissa frågor till EASA i anledning av de iakttagelser som gjorts i samband med utredningen av olyckan. EASA har i samband med detta även inkommit med svar på den rekommendation som utfärdades i rapport RL 2016:05, olycka med SE-GIC på Malmö/Sturup flygplats, där EASA rekommenderas att:

> *Identifiera övningar inom flygutbildning som kan innebära en förhöjd riskfaktor och utfärda vägledande material (Guidance Material - GM) för hur dessa bör genomföras praktiskt. (RL 2016:05 R1).*

EASA har i sitt svar till SHK meddelat att utfärdande av vägledande material inte är lämpligt eftersom risknivåerna varierar beroende på typ av verksamhet. Dessa risker ska enligt EASA utvärderas och minimeras av de enskilda verksamhetsutövarna själva, med hänsyn taget till verksamhetens art och de flygplanstyper som används för flygträningen. Med hänvisning till de allvarliga olyckor som nu inträffat anser emellertid haverikommissionen att EASA:s svar inte är tillfredsställande. Se avsnitt 2.8

Airways Flygutbildning

Efter det inträffade haveriet har den aktuella skolan beslutat att den utförda övningen inte längre ska genomföras under mörker och IMC.

Skolan hävdar även att utförandet av övningen i samband med olyckan avvek från skolans beskrivning av hur övningen ska utföras. Övningen utfördes med för hög attityd och under mörker och delvis IMC.

Enligt skolan orsakades olyckan av att instruktören vid olycksflygningen överdrev vissa roderrörelser – bl.a. flygplanets nos-upp attityd – som ett resultat av mörker och svaga yttre referenser och att detta resulterade i att den ökande risken i situationen inte noterades.

2. ANALYS

2.1 Förutsättningar

2.1.1 Övningen

Den övning – kallad ”deep stall” – som skulle utföras fanns inte närmare beskriven i skolans utbildningsplan för IR/ME. Skolan har efter olyckan beskrivit övningen i utdraget: *Stall/stall recovery procedures used at AW*. Haverikommissionen utgår från att den beskrivningen var utgångspunkten för övningen vid det aktuella tillfället.

Några närmare beskrivningar för hur stall och stall recovery ska utföras enligt EASA:s utbildningsplan finns inte. Avsaknaden av närmare anvisningar medför att det lämnas ett stort utrymme för den enskilda flygskolan att själva bestämma hur övningen ska utföras. Begränsande är i princip endast flygplanets operationsområde och instruktörens utbildning och erfarenhet samt resultatet från flygskolans riskbedömningar.

2.1.2 Flygplanet

Diamond DA 42 är certifierat enligt bestämmelserna i JAR23/CS23. I detta regelverk ingår bland annat utprovning av flygplanets egenskaper och beteende vid stall. De prov som utförs omfattar dock inte den form av avancerade stall- och vikningsövningar som har utförts vid skolan.

Resultatet av typcertifikatinnehavarens flygprov utgör grunden för de begränsningar som beskrivs i flygplansmodellens flyghandbok (AFM) och som godkänns i samband med certifieringen. Med stöd av utlåtande från typcertifikatinnehavaren kan haverikommissionen konstatera att de övningar som utförs av skolan ligger på gränsen till flygplanets tillåtna operationsområde (envelope) eftersom det finns en risk att flygplanet hamnar i en dynamisk stall om det vid utförandet av övningen sker en snabb och kraftig förändring av vingens anfallsvinkel.

Risker att komma in i situationer med okontrollerad stall eller spinn ökar även vid de mycket branta (30° - 50°) nos-upp attityder som har ansatts vid övningarna. Enligt skolans egna uppgifter ska en urgång företas om stall, gir eller vingdropp skulle inträffa. Enligt SHK:s mening har dock dessa instruktioner ringa betydelse eftersom flygplanet – när något av ovanstående inträffar - då redan manövrerats in i en potentiellt riskfylld situation.

Detsamma gäller även den övning som enligt skolans utbildningsprogram utförs i samband med demonstration av $VMC_{(A)}$ fram till vikning/roll. Vi ett sådant tillfälle är emellertid flygplanet redan på gränsen till det tillåtna operationsområdet eftersom det med DA 42 inte är tillåtet att utföra stall med asymmetrisk motoreffekt.

2.1.3 Instruktören

Instruktören hade ingen särskild utbildning i avancerad flygning. Hans erfarenheter av övningar innehållande exempelvis spinn inskränkte sig till de demonstrationer och övningar han utfört på enmotoriga flygplan i samband med grundutbildningen.

Enligt haverikommissionens mening är den manöver som utfördes vid tillfället att betrakta som avancerad flygning. En manöver med en attityd på ca 50°, bankning 30°, full effekt på båda motorerna samt en avslutning där spaken dras fullt tillbaka, kan rimligen inte anses vara den typ av vikning som avses i LFS 2007:45 avseende begränsad avancerad flygning.

Med hänvisning till graden av avancerad flygning som ingick i den nu utförda övningen kan instruktören inte till alla delar sägas vara kvalificerad för att utföra – eller att lära ut – manövrar av denna typ. För att kunna hantera och bemästra alla situationer som kan uppstå vid genomförandet av en så avancerad manöver som den nu genomförda ”deep stall” demonstrationen, krävs – förutom ett flygplan godkänt för manövern – såväl utbildning som erfarenhet hos den som ska utföra den.

Instruktören vid flygningen hade ingen erfarenhet av de följdkonsekvenser – spinn – som under vissa förutsättningar kan uppstå när ett flygplan avsiktligt tvingas till en vikning med hög attityd och under bankning. Olyckan kan tjäna som exempel på brister i förmågan att bedöma en manövers risknivå.

2.1.4 Förberedelser

De rådande förhållandena den aktuella dagen var goda för träning av flygning under instrumentflygförhållanden med ett lågt molntäcke i området runt Västerås. Inga operationella eller tekniska problem var kända inför de planerade skolflygpassen. Enligt vad som framkommit under intervjuerna hade ingen särskild briefing med eleverna företagits före det första flygpasset avseende den demonstration av deep stall som instruktören hade planerat, annat än att instruktören frågat eleverna om de varit med om ”deep stall” tidigare.

De flygskolningspass som skulle utföras förväntades av eleverna innehålla standardövningar innehållande bl.a. väntlägen och instrumentinflygningar. Eleverna var därför inte – åtminstone under det första passet – särskilt förberedda på den manöver som kom att utföras.

Vid skolflygningar av detta slag är alltid instruktören befälhavare. Flygningens upplägg och de övningar som ska utföras, ska – förutom det pedagogiska innehållet – av denne planeras på ett sådant sätt att flygsäkerheten kan upprätthållas under alla faser av flygningen.

Instruktören hade emellertid, som nämnts ovan, endast ringa erfarenhet av övningar med spinn och hade bara begränsad kunskap om hur man på ett säkert sätt kan ta sig ur en sådan situation. Ingen av eleverna hade heller någon särskild utbildning i avancerad flygning. Deras erfarenheter av stall och spinn inskränkte sig till demonstrerade övningar under grundutbildningen utförda i enmotoriga flygplan godkända för avancerad flygning.

Ingen av de ombordvarande vid den aktuella flygningen kan därför sägas ha varit insatta i utförande och hantering av manövrar av det slag som den som kom att ingå i övningen, speciellt inte med avseende på riskfyllda sekundäreffekter.

2.1.5 Det rådande vädret

Som tidigare nämnts kan vädret anses ha varit lämpligt för de standardmässiga övningar med bl.a. instrumentinflygningar som var planerade under skolpasset. För demonstration av så avancerade övningar som branta vikningar kan de rådande väderförhållandena inte bedömas på annat sätt än starkt olämpliga.

Det höjdskikt med relativt klar luft som var tillgängligt – räknat från toppen av den utförda manövern på ca 4 500 fot ner till molnöversidan på ca 2 000 fot – var således endast 2 500 fot. Enligt gällande föreskrifter i LFS 2007:45 ska alla avancerade manövrar vara avslutade på lägst 1 500 fot över mark eller molnöversida. I det aktuella fallet var marginalen följaktligen 1 000 fot, vilket inte kan anses vara en säkerhetsmässigt god marginal för att utföra en så avancerad och riskfylld manöver.

Till den snäva höjdmarginalen ska även läggas att mörker rådde vid tidpunkten samt att luften var disig med en sikt på 10 – 15 km. Avsaknad av månljus p.g.a. skiktade moln ovanför medförde att närmast totalt mörker rådde vid övningen. Det underliggande molntäcket innebar även att möjligheterna för visuella referenser från en ljusfylld horisontlinje var minimala.

Sammantaget kan konstateras att den utförda manövern kom att utföras med begränsad höjdmarginal under mörker och närmast under instrumentflygförhållanden (IMC). Oavsett den nu inträffade spinnen anser haverikommissionen att med en korrekt riskbedömning före flygning skulle manövern sannolikt inte ha genomförts.

2.1.6 Skolflygning

Hantering av oväntade och oplanerade situationer under flygning utgör ett normalt inslag under flygutbildning och ska ingå in en flyginstruktörs mentala förberedelse inför varje flyglektion. Flygelever gör misstag och kan stundtals hantera uppkomna situationer på ett sätt som inte förväntats, samtidigt som en av instruktören demonstrerad manöver kan få en oförutsedd utveckling. Detta kan dock sägas vara

normala inslag i en flygutbildning och förutsätter att instruktören alltid har beredskap för oplanerade situationer.

Det är därför av yttersta vikt att en instruktör alltid har en alternativ handlingsplan och handlingsberedskap för de fall en övning eller demonstration inte går som planerat. Vid den nu inträffade olyckan har inte framkommit något som visar att instruktören hade beredskap – eller kunskap – beträffande de aerodynamiska fenomen som kan bli följden av den riskfyllda manöver som utfördes.

Att lära känna sitt flygplan och kunna bemästra det under skilda förhållanden utgör kärnan i all flygutbildning. I denna utbildning ingår även träning av simulerade nödsituationer – exempelvis stall – där flygning stundtals sker i utkanterna av flygplanets godkända operationsområde. Träning av sådana situationer ska alltid ske under säkra förhållanden med goda marginaler om en elev inte kan ta sig ur en situation eller om en övning misslyckas.

Utredningen av denna olycka har visat att den aktuella skolan regelbundet har utfört övningar av den typ som orsakade olyckan. Övningarna har utförts som ett återkommande inslag i trafikflygarutbildning med stundtals oförberedda elever under förhållanden som medfört en förhöjd riskfaktor. Träning av stall är ett viktigt inslag i utbildningsplanen för blivande trafikflygare, dock inte av det slag som utfördes vid den aktuella skolan.

2.2 Händelsen

2.2.1 Inledningen

När instruktören skulle demonstrera vikningsmanövern – ”deep stall” – var det sannolikt med förvissningen att allt skulle gå bra. Övningen hade ju genomförts tidigare utan andra konsekvenser än att flygplanet hade vikt sig. Instruktören hade, såvitt framkommit under intervjuerna, inte någon beredskap för att något annat riskfyllt kunde inträffa. En analys av de operativa förutsättningarna när manövern skulle genomföras den aktuella kvällen kan sammanfattas enligt följande:

- Ingen ombord på flygplanet var utbildad i avancerad flygning.
- Ingen ombord på flygplanet hade någon noterbar erfarenhet av spinn – eller rekommenderade tekniker för att komma ur dessa situationer.
- Instruktören var inte till fullo medveten om flygplanets operationella begränsningar enligt AFM.
- Flygningen var inte planerad att utföras i enlighet med föreskrifterna i LFS 2007:45 avseende avancerad flygning.

Ingången i manövern uppfyllde sannolikt förutsättningarna för att definieras som en dynamisk stall. Flygplanet bringades hastigt i en

brant stigning där attityden var minst 50° nos upp, samtidigt som lutning ansattes. Med denna attityd – och full effekt på motorerna – togs slutligen spaken fullt bakåt när flygplanet tenderade att stalla.

Enligt haverikommissionens mening var denna manöver inte bara avancerad, den var närmast ett skolexempel på en högriskmanöver med avseende på risken att gå i spinn. Anledningen till att flygplanet denna gång verkligen gick in i spinn när det tidigare endast vikt sig har inte gått att fastställa. Ett flertal orsaker är dock tänkbara:

Manövern kan exempelvis denna gång ha utförts brantare och mer bryskt. Ett mindre – eventuellt korrigerande – sidroderutslag kan också ha orsakat en sidorörelse, samtidigt som flygplanets mekaniska girtendens, se avsnitt 1.6.3, sannolikt förstärkte sidorörelsen och därigenom initierade spinnen. En orsaksanalys till att flygplanet gick i spinn blir dock enbart teoretisk eftersom detta inte är utprovat i enlighet med de certifieringskrav som är fastställda för denna kategori av flygplan.

Det finns även en möjlighet för att viss isbeläggning fanns på flygplanets vingar och stabilisator efter molngenomgången. Beläggning av något slag degraderar flygplanets prestanda och kan bland annat innebära att flygplanets stallegenskaper påverkas negativt.

Skolan har presenterat en uppfattning att olyckan var ett resultat av att instruktören vid olyckstillfället överdrev roderrörelserna med bl.a. för hög nos-upp attityd. Det rådande mörkret och den nedsatta sikten skulle ha inneburit att instruktören haft svårt att bedöma situationen och de eventuella risker den kunde medföra.

Haverikommissionen kan dock konstatera att instruktören tidigare den aktuella dagen genomförde samma övning – som enligt intervjuerna utfördes med samma branta attityd – med den andra eleven. Enligt vittnesmålen hade eleven då upplevt en ”berg- och dalbanekänsla” och att manövern var aerobatisk. Denna övning genomfördes under goda ljus- och siktförhållanden. Detta tyder på att den höga attityden under det andra flygpasset inte avvek från hur instruktören normalt utförde övningen.

2.2.2 Spinnrörelsen

När flygplanet ”rollade över” på toppen av manövern gick det mycket snabbt in i en spinn åt vänster. Enligt intervjuuppgifterna upplevdes rörelsen som en flatspinn med nosläget något under horisonten och hög rotationshastighet. Haverikommissionen kan inte närmare verifiera eller analysera de upplevda flyglägena eftersom inga spinntester har utförts med DA 42 och att det därför saknas referensmaterial att jämföra med.

Det som däremot kan konstateras är att sjunkhastigheten under den inledande delen av förloppet var ca 52 m/s (ca 10 200 fot/min), varför

de ombordvarande sannolikt upplevde denna del av händelseförloppet inte bara som överraskande utan även dramatisk och skrämmande.

Vilka roderrörelser som sedan utfördes under förloppet har inte kunnat fastställas. Ingen av eleverna kunde dock minnas att spaken skulle ha förts framåt under något moment. Sidroderpedalerna var inte synliga från elevernas positioner, men eftersom eleven i baksits ropade ”opposite rudder” är det sannolikt att han i det läget uppfattade att instruktören inte hade ansatt motsatt (höger) sidroder. Eleven fram minns att han ropat ”power to idle”- men inte när under förloppet.

Sammantaget skapar detta en bild av att de åtgärder som vidtogs och de roderrörelser som utfördes, inte var ett resultat av rationellt och medvetet tänkande, utan visar snarare på ett handlingsmönster som präglades av förvirring. De korrekta primäråtgärder som krävs för att gå ur en spinn – tomgång, motsatt sidroder, spaken framåt, – kom sannolikt aldrig att utföras under händelseförloppet.

Instruktören försökte i stället häva spinnen genom att vid tre tillfällen öka motoreffekten. Detta resulterade sannolikt i att en viss noshöjning initierades men hade ingen positiv effekt på spinnrörelsen. Anledningen till den minskade rotationen under ett kort moment har inte kunnat fastställas, men det är inte uteslutet att ett isolerat sidroderutslag åt höger – eventuellt i samband med ett effektavdrag – tillfälligt kan ha minskat rotationen.

2.2.3 Nedslaget

Som tidigare nämnts inleddes spinnrörelsen med ett lågt nosläge på flygplanet. I avsnitt 1.6.8 beskrivs hur ökad motoreffekt under en spinn får en noshöjande effekt. Detta förstärks vid ett förhållande med en vänsterspinn och högerroterande propellrar – som är fallet på DA 42. De tre cykliska motorpådrag som utfördes under förloppet kom därför att resultera i att nosen på flygplanet gradvis höjdes.

Noshöjningen kom att medföra att sjunkhastigheten successivt minskade under de drygt 30 sekunder som händelseförloppet varade. När flygplanet träffade de första trädkronorna hade sjunkhastigheten minskat till ca 19 m/s (ca 3 700 fot/min) – vilket i hög grad medförde att olyckan blev överlevnadsbar för de tre ombordvarande.

Rotationen minskade och - sjunkhastigheten reducerades ytterligare – när flygplanet träffade de första trädkronorna. Flygplanets vingspetsar slog därefter i de omgivande träden vilket ytterligare minskade energin i rörelsen. I detta skede kom flygplanet även att träffa en tall som knäcktes på sådant sätt att stammen trängde in i flygkroppen. Under sista skedet av förloppet – när flygplanet vred sig runt stammen – kastades passageraren i baksits ut ur flygplanet. Med kraftigt reducerad sjunkhastighet och rotation träffade återstoden av flygplanet marken med en svag nos-ner attityd och minimal framåtfart, se figur 16.

Figur 16. Flygplansvraket.

De vertikala nedslagskrafterna har på grund av de speciella omständigheterna inte varit möjliga att beräkna. Det framstår dock som tydligt att kollisionen med träden, och i synnerhet rotationen runt den inträngda tallstammen, i väsentlig grad minskade flygplanets vertikala hastighet.

2.3 Överlevnadsaspekter

Passageraren som satt i baksits kastades ut under förloppet, vilket troligen inträffade under skedet när trädet trängde in i flygplanet. Att klara kollisionen med trädet, överleva ett fall från kanske 10 meter, och sedan undvika att träffas av flygplanet – som under förloppet sannolikt hade roterande propellrar – kan bara betecknas som en osannolik tur. Passageraren hade ingen minnesbild av nedslagsförloppet men kom till sans stående framför flygplansvraket med en lindrigare skadebild än sina fastklämda kollegor.

Rotdelen av den inträngande tallen tog upp i stort sett hela utrymmet där höger baksits fanns, se figur 14. Det kan konstateras att passagerarens överlevnadsmöjligheter varit i det närmaste obefintliga om han hade varit kvar i sitt säte vid nedslaget. De två i framsits följde med flygplanet ner och klämdes till viss del fast i främre delen av flygplanet mellan sitsarna och instrumentpanelen.

Anledningen till att denna del av flygplanet inte blev helt demolerad kan sannolikt tillskrivas de stötabsorberande element som tog upp en stor del av de vertikala nedslagskrafter som uppkom vid nedslaget. Säkerhetsbältenas infästningar hade dock inte klarat dessa krafter, utan konstaterades ha lossnat från sina infästningar i flygkroppen.

Enligt typcertifikatinnehavaren är dessa infästningar designade och konstruerade enligt rådande konstruktionsbestämmelser. Haverikom-

missionen är av den åsikten att dessa bestämmelser kan ses över, för att undersöka möjligheterna att höja kraven avseende infästning av säkerhetsbälten på denna klass av flygplan.

Kablaget från flygplanets ELT- enhet till antennen förstördes vid nedslaget. Även om enheten hördes sända efter nedslaget, har signalerna utan antennförstärkning varit för svaga för att uppfattas på längre avstånd. Vid ett annat förlopp – med de ombordvarande inkapaciterade – kunde frånvaron av ELT-signaler utgjort ett allvarligt hinder i eftersökningen av flygplansvraket.

Den sammantagna bilden av varför denna svåra olycka blev överlevnadsbar för de ombordvarande kan uttryckas som en kombination av tursamma omständigheter och den robusta konstruktionen av flygplanets kabindel med stötabsorberande element vid infästningen av stolarna.

2.4 Räddningsinsatsen

Med anledning av de omständigheter som var rådande, initialt felaktig positionsangivelse, ELT-signaler som inte registrerades samt väderförutsättningarna, får tidsspannet en timme från larm till dess att första räddningsteamet anlände till olycksplatsen anses vara rimlig. Anledningen till den felaktiga position som först angavs kan sannolikt sökas i att positionsangivningssystemet (WGS) hade olika alternativ för att ange koordinater.

En missuppfattning – eller ett utelämnande av – vilket WGS-alternativ som används för positionsbestämningen, grader eller decimaler, kan innebära en kraftig geografisk förskjutning av olycksplatsens position. Det är därför av vikt att mottagande larmoperatör försäkrar sig om vilket alternativ som den larmande använder sig av. I detta bör även vägas in att en överlevande från en flygolycka sannolikt befinner sig i chock eller är skadad och därför inte alltid kan förväntas lämna korrekta uppgifter.

Signalerna från den ELT som aktiverades av krafterna vid nedslaget har inte uppfattats av några mottagarstationer. Den undersökning av enheten som haverikommissionen låtit utföra har visat att utsignalerna från enheten varit svaga, där orsaken varit på grund av ett försvagat batteri. Anledningen till att några signaler inte kunnat uppfattas av några mottagarenheter var sannolikt att såväl kablage som antenn blev skadade av krafterna vid nedslaget.

2.5 Skolans kvalitets- och säkerhetsledningssystem (SMS och CMS)

Som tidigare nämnts ligger den aktuella övningen och även demonstrationen av $VMC_{(A)}$ i utkanten av flygplanets godkända operationsområde. Händelsen visar med all tydlighet risken för att oavsiktligt hamna utanför flygplanets godkända operationsområde och i en farlig situation som inte kan hävas. Flygning utanför det godkända operationsområdet innebär risker som är svåra att bedöma eller

klassificera eftersom referenser från prov och testflygningar helt saknas.

Att på detta sätt operera i gränszonen till det som kan betecknas som farliga förhållanden, där en oavsiktlig roderrörelse eller en yttre störning under vissa förhållanden kan vara tillräckligt för att flygplanet ska gå i spinn, tyder enligt haverikommissionens mening på brister i operatörens riskbedömning av skolflygverksamheten.

Enligt haverikommissionens mening finns det inget godtagbart skäl att under skolverksamhet med elever operera i denna gränszon. Det är inte nödvändigt att genomföra denna typ av vikningsövningar för att uppfylla EASA:s krav på stallträning.

Det får anses som en allvarlig brist i verksamhetens SMS att en utbildningsorganisation inte har förmåga att bedöma vilka övningar eller manövrar som ligger nära – eller utanför – flygplanets godkända operationsområde (envelope) och därmed eventuellt inte är tillåtna eller skulle kunna medföra förhöjda flygsäkerhetsrisker.

I praktiken har detta kommit att innebära att flygsäkerhetsnivån vid skolan uppvisat brister, vilket i förlängningen har lett till den nu inträffade olyckan. Grundtanken med SMS som en säkerhetsbarriär är att eventuella risker och säkerhetsbrister i verksamheten ska identifieras. Driften vid skolan måste därför på alla nivåer präglas av det säkerhetsmedvetande som är nödvändigt för att kunna garantera högsta möjliga flygsäkerhet.

Vid konstaterande av säkerhetsbrister under drift ska kontrollfunktionen CMS identifiera och åtgärda de avvikelser och brister gentemot SMS som eventuellt uppstår i verksamheten. Enligt haverikommissionen kan det knappast finnas en starkare varningssignal än ett haveri av den art som nu inträffade. Den enda åtgärd som har noterats från skolan efter haveriet är emellertid att den aktuella övningen inte längre utförs under mörker och IMC.

Haverikommissionen anser att den inträffade olyckan – där tre människor var nära att mista livet – rimligen borde ha resulterat i att den aktuella övningen ströks från skolans program, eftersom övningen dels gränsar till vad som är tillåtet att genomföra med den aktuella flygplanstypen, dels att övningen inte omfattas av EASA:s utbildningsprogram. Att så inte har skett visar på brister i skolans eget systematiska säkerhetsarbete.

Enligt EASA ska flygelever garanteras samma flygsäkerhetsnivå som passagerare i kategorin kommersiell luftfart (CAT). Det kan konstateras att verksamheten vid den aktuella skolan inte har förmått att leva upp till detta mål.

2.6 Vikningar som ingående del i trafikflygarutbildning

Förutom de uppenbara flygsäkerhetsrisker som finns med att demonstrera övningar med branta vikningar på det sätt som flygskolan gjorde kan även övningens lämplighet överhuvudtaget i samband med trafikflygarutbildning ifrågasättas.

Enligt de flesta flygskolor är målet med trafikflygarutbildning – eller som i det aktuella fallet konvertering av certifikat – att träna och förbereda eleverna för en kommande pilotkarriär i transportkategorin inom den kommersiella luftfarten.

Brant vikning är en manöver som inte på något sätt ingår i normala operationer av ett trafikflygplan. Manövern utgör en av skolan framtagen övning och kan betecknas som en avart av den träning av stall som normalt ingår i utbildningen. En pilot som exempelvis genomgår typutbildning på ett flygplan för att använda det privat, kan möjligen ha nytta av att träna – eller prova – vikningar under grundläggande praktisk skolning på flygplanet. För blivande trafikflygare kan denna övning dock svårligen anses nödvändig.

Haverikommissionen har dock inga åsikter om flygskolor väljer att erbjuda liknande övningar i någon form av tilläggskurser. Dessa ska i sådant fall utföras under säkra förhållanden med särskilt utbildad personal och i flygplan godkända för avancerad flygning.

Förhindrande av – och urgång ur – onormala flyglägen, UPRT, se avsnitt 1.18.3, utgör ett tillägg till den pilotträning som införts för operatörer. För den typ av skolning som utförs vid den aktuella skolan finns dock inga gällande regelverk avseende denna träning. Enligt haverikommissionen kan genomförandet av den aktuella övningen tyda på att skolan till viss del har föregått de nya träningsregler som nu gäller för operatörer och kommit att tillämpa dessa som en del av utbildningen.

Sammantaget anser haverikommissionen att det vid skolan utförda övningsmomentet ”deep stall” av följande skäl är högst olämpligt som del av skolans utbildningsprogram för trafikflygarutbildning:

- Övningen innebär en uppenbart förhöjd flygsäkerhetsrisk,
- Momentet utförs av instruktörer som inte är utbildade i avancerad flygning (stall och spinn),
- Övningen utförs med ett flygplan som inte är godkänt för avancerade manövrar eller dynamisk stall,
- Övningen utförs på eget initiativ av skolan och har i sitt rådande utförande inget stöd i kravbilden för trafikflygarutbildning.

2.7 Tillsyn

2.7.1 EASA

Om flygelever ska kunna utbildas ändamålsenligt för en karriär inom den kommersiella luftfarten krävs att flygsäkerheten ges högsta prioritet genom alla faser i utbildningsstadiet. De övningar som idag utförs vid vissa flygskolor uppfyller enligt haverikommissionens uppfattning inte det kravet fullt ut.

Grundutbildning av trafikpiloter ska inte inriktas på att få fram individer som snabbast och mest effektivt reder upp motorbortfall på lägsta höjd eller kommer ur en brant vikning på bästa sätt. Den ska inriktas på att utbilda individer som med omdöme – och med en från grunden inlärd flygsäkerhetskultur – kan ta sig an en ansvarskrävande framtid inom den kommersiella luftfarten.

EU har inrättat den gemensamma flygsäkerhetsmyndigheten EASA för att tillgodose kraven på hög flygsäkerhet inom unionen. Det arbetet kan inte bara inriktas på den befintliga kommersiella luftfarten, utan måste ta sikte även på utbildning av de individer som i framtiden ska förvalta och förbättra den gemensamma flygsäkerheten. Inom ramen för detta kan EASA spela en viktig roll för att förbättra säkerheten i skolverksamheten inom unionens medlemsstater.

Haverikommissionen har utrett två totalhaverier som inträffat under skolning på lätta tvåmotoriga flygplan vid svenska flygskolor, haveriet som beskrivs i denna rapport samt en olycka på Malmö/Sturup flygplats den 27 juni 2015. Båda olyckorna har medfört allvarliga personskador. De har vidare haft den gemensamma faktorn att de orsakats av bl.a. brister i *tillämpningen* av innehållet i vissa av kursplanernas utbildningsmoment.

Kommissionens förordning (EU) 1178/2011 ställer krav på miniminivåer beträffande vad som ska tränas inom olika kategorier av flygskolning. EASA har emellertid inte tagit fram något vägledande material för flygskolor hur dessa övningar ska utföras i praktiken eller vilka begränsningar som bör tillämpas vid träning av vissa moment. Enligt haverikommissionens mening skulle vägledande material av det slaget kunna bidra till en ökad säkerhet i de godkända utbildningsorganisationernas verksamhet. Det gäller även konvertering av trafikflygarcertifikat.

2.7.2 Transportstyrelsens tillsyn

Transportstyrelsen ansvarar för den nationella tillämpningen av de europeiska föreskrifterna inom luftfartsområdet och ska garantera att högsta möjliga flygsäkerhet upprätthålls hos de operatörer som omfattas av myndighetens tillsyn. Vid den tillträdeskontroll som utförs vid verksamheter som den nu aktuella, ska skolans förutsättningar att bedriva flygutbildning på ett ändamålsenligt och säkert sätt granskas.

Eftersom regelverket om godkännande av utbildningsorganisationer för civil luftfart (ORA) inte innehåller några föreskrifter angående flyglektionernas praktiska utförande är det förklarligt att övningarna med branta vikningar inte direkt berördes i samband med att skolan beviljades tillstånd för sin verksamhet.

Övningarna med ”deep stall” har – såvitt haverikommissionen kunnat utröna – inte kommit att diskuteras vid de återkommande verksamhetskontroller som företagits.

Det ingår dock i Transportstyrelsens ansvar att under kontinuerlig tillsyn kunna identifiera och bedöma övningar med en risknivå som av flera skäl inte uppfyller kraven på en rimlig flygsäkerhet. Enligt haverikommissionens mening skulle förekomsten av vägledande material underlätta myndighetens tillsyn avseende vissa delar i den praktiska skolflygverksamheten.

Huvudsyftet med övningar innehållande stall och närmande till stall är att en flygelev ska lära sig att identifiera och åtgärda flyglägen när flygplanet exempelvis närmar sig kritiska fartområden. Förutom att avancerad flygning av det nu utförda slaget är farligt, ökar det knappast elevens förmåga att på ett säkert sätt kunna hantera en uppkommen stallsituation.

Att utföra branta vikningar med full motoreffekt och simultan bankning med ett tvåmotorigt skolflygplan som inte är godkänt för avancerade manövrar utgör en kraftigt förhöjd riskfaktor. Kan en utbildningsorganisation själv inte identifiera sådana risker i sitt systematiska flygsäkerhetsarbete, måste Transportstyrelsen ha metoder för att fånga upp och förhindra dessa vid de regelbundna verksamhetskontroller som utförs.

2.8 Sammantagen bild

Enligt haverikommissionens mening ska elever på flygskolor kunna garanteras samma flygsäkerhet som passagerare i den kommersiella luftfarten. Den uppfattningen delas av EASA. De två olyckor med allvarliga personskador som följd som inträffat under trafikflygarutbildning i Sverige de senaste två åren visar dock att det finns brister i nuvarande system som behöver åtgärdas för att åstadkomma detta.

Dels lämnar det EU-rättsliga ramverket allt för stort utrymme för flygskolorna att bestämma innehållet och därmed risknivån i de enskilda övningarna, dels förmår inte Transportstyrelsens tillstånds-givning och tillsyn i tillräcklig grad att identifiera riskfyllda moment och därefter vidta adekvata tillsynsåtgärder. Samtidigt väcks frågor om mindre verksamhetsutövares möjlighet att skapa, vidmakthålla och utveckla säkerhetsledningssystem (SMS/CMS) som är tillförlitligt och fullt fungerande.

Det svar som SHK erhållit från EASA avseende rekommendationerna i rapport RL 2016:05 kan inte anses omhänderta de brister som redovisats. Enligt haverikommissionens mening har EASA för stor tillit till de enskilda flygskolornas säkerhetsledningssystem och deras förmåga att identifiera och hantera risker. Riskbedömning är inte någon exakt vetenskap och bedömningen av risknivån på en och samma övning kan variera mellan olika bedömare och det kan vara svårt att – innan en olycka inträffar – hävda att övningen är för riskfylld för att få genomföras.

Att en övning tidigare har genomförts utan konsekvenser eller tillbud tas inte sällan som intäkt för att den är säker. Så är alltså nödvändigtvis inte fallet, vilket denna utredning tydligt visar. Det finns därför skäl att ur ett säkerhetsperspektiv sätta ramarna för hur övningar vid skolning ska genomföras, dvs. på ett övergripande plan ange vilka risknivåer som är acceptabla och inte får överskridas.

Till skillnad från EASA anser haverikommissionen inte att grundläggande risker i övningsupplägg bör få variera mellan olika skolor. Däremot kan de enskilda övningarna – vid genomförandet och inom denna ram – behöva anpassas utifrån bl.a. aktuella väderförhållanden, luftfartygets prestanda samt instruktören och elevernas erfarenhet. Det vägledande materialet skulle således inte ersätta flygskolornas egna säkerhetsledningssystem, utan mer fungera som gränssättande för vilken verksamhet som bedrivs.

Mot den bakgrunden är haverikommissionen alltjämt av uppfattningen att vägledande material skulle underlätta för, framför allt, mindre flygskolor att genomföra korrekta riskbedömningar och utarbeta en syllabus som inte innehåller oacceptabla förhöjda risker för eleverna. Dessa frågor har EASA inte närmare har berört i sitt svar på den tidigare rekommendationen. Haverikommissionen ställer därför en förnyad rekommendation till EASA med samma innehåll som tidigare.

Transportstyrelsens tillståndsgivning och tillsyn har inte förmått att identifiera de riskfyllda övningarna, varken vid tillträdeskontrollen eller vid den löpande tillsynen. Såvitt haverikommissionen känner till har heller inga direkta tillsynsåtgärder vidtagits i anledning av olyckan. Även detta kan sannolikt till viss del förklaras av avsaknaden av vägledning från EASA och möjligen en allt för stor tilltro till

flygskolans egen förmåga att identifiera och hantera risker i verksamheten.

De åtgärder som redovisats av Transportstyrelsen med anledning av rekommendationerna i rapport RL 2016:05 visar att tillsynen planerar att förstärkas inom detta område och haverikommissionen kan konstatera att dessa åtgärder innebär ett steg i rätt riktning mot ökad flygsäkerhet.

3. UTLÅTANDE

3.1 Utredningsresultat

a) Instruktören hade formell behörighet att utföra skolflygningen.
b) Flygplanet hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis.
c) Den utförda manövern var enligt TC-innehavaren inte tillåten enligt flygplanets AFM.
d) DA 42 är inte certifierat – eller flygprovat – för dynamisk stall eller spinn.
e) Instruktören hade ingen specifik utbildning i avancerad flygning.
f) Manövern – såväl som den kom att utföras och som den beskrivits – har av haverikommissionen bedömts som avancerad flygning.
g) Sjunkhastigheten uppgick maximalt till ca 52 m/s (ca 10 200 fot/min).
h) Korrekta åtgärder för urgång ur spinn utfördes inte under haveriförloppet.
i) Motorpådrag registrerades under tre tillfällen vid haveriförloppet.
j) Säkerhetsbältena i framsits klarade inte krafterna vid nedslaget.
k) Det saknas en formell syllabus för konvertering av trafikflygarcertifikat.
l) Det saknas vägledande material för praktiskt utförande av flyglektioner.
m) Den utförda manövern ingår inte i EASA:s syllabus för trafikflygarutbildning.
n) Vid Transportstyrelsens tillträdeskontroll och kontinuerliga tillsyner ingår inte riskbedömning av enskilda moment vid flygskolning.
o) Enligt de föreskrifter som utges av EASA ska säkerhets- och riskbedömning hanteras av verksamhetens SMS och CMS.
p) Signaler från nödsändaren (ELT) kunde inte uppfattas p.g.a. skadat kablage till antennen.
q) Den första enheten från räddningstjänsten nådde olycksplatsen en timme efter olyckan.

3.2 Orsaker till olyckan

Olyckan orsakades av följande faktorer:

- Övningens höga riskfaktor.
- Bristande planering av skolpasset avseende alternativ för hantering av riskfyllda situationer.
- Avsaknad av vägledning från berörda myndigheter beträffande praktiskt utförande av vissa övningar inom flygutbildning.

4. SÄKERHETSREKOMMENDATIONER

EASA rekommenderas att:

- Identifiera övningar inom flygutbildning som kan innebära en förhöjd riskfaktor och utfärda vägledande material (Guidance Material - GM) för hur dessa bör genomföras praktiskt. *(RL 2017:04 R1)*

SHK emotser besked senast **den 21 juni 2017** om vilka åtgärder som har vidtagits med anledning av de säkerhetsrekommendationer som har lämnats i rapporten.

På haverikommissionens vägnar

Mikael Karanikas Stefan Christensen

Bilagor - Analys av FADEC

Uppdrag för statens haverikommission

Beräkning och analys av höjdkurvor, motoreffekt samt attityd i samband med olycka med flygplanet SE-LVR den 22 januari 2016 utanför Västerås.

Kristoffer Danèl

2016-11-26

Beräkning och analyser har huvudsakligen baserats på data från ombordburna enheter på flygplanet, erhållna radardata samt uppgifter från flygplanets godkända AFM.

Beräkning av höjdkurvor

En av de registrerade parametrarna i FADEC är barometertryck. I det aktuella fallet antas det att det registrerade barometertrycket motsvarar det statiska omgivningstrycket. Lufttrycket varierar med höjden dels p.g.a. av att mängden luft som finns ovanför minskar (hydrostatisk variation) och dels på att temperaturen varierar med höjden (termodynamisk variation) . Det finns ekvationer som väl beskriver dessa variationer, så kallade ekvationer för standardatmosfär. I standardatmosfären varierar temperaturen linjärt med höjden inom den så kallade troposfären, dvs. upp till 11000 meters höjd över medelvattenståndet och kan uttryckas med:

$$a = \frac{dT}{dh} = 0.0065 \ \ [{}^{K}/_{m}] \qquad (1)$$

det hydrostatiska sambandet i differentialform för trycket är :

$$dp = -\rho g_0 dh \qquad (2)$$

där dp är den infinitesimala förändringen av lufttrycket, ρ är luftens densitet , g_0 gravitationskonstanten (9,81 8 [m/s^2]) och dh är den infinitesimala förändringen av höjden. Termodynamiskt samband mellan lufttryck, temperatur och densitet beskrivs väl inom det aktuella temperaturområdet av den allmänna gaslagen:

$$p = \rho RT \qquad (3)$$

där R är den specifika gaskonstanten som för luft antar värdet 287 [J/(kg K)].

för att kunna beräkna aktuell höjdskillnad mellan två olika avlästa tryck , delas (2) med (3):

$$\frac{dp}{p} = \frac{-\rho g_0 dh}{\rho RT} = -\frac{g_0}{RT} dh \qquad (4)$$

enl (1) är $h = \frac{dT}{a}$ vilket sätts in i (4),

$$\frac{dp}{p} = \frac{-\rho g_0 dh}{\rho RT} = -\frac{g_0}{aR}\frac{dT}{T} \qquad (5)$$

och integreras :

$$\int_{p_1}^{p} \frac{dp}{p} = -\frac{g_0}{aR}\int_{T_1}^{T} \frac{dT}{T} \longrightarrow \frac{p}{p_1} = \left(\frac{T}{T_1}\right)^{-\frac{g_0}{aR}} \qquad (6)$$

efter algebraisk manipulation av utrycken ovan fås slutligen det sökta utrycket:

$$\underline{h - h_1 = \frac{\left(\left(\frac{p}{p_1}\right)^{-\left(\frac{aRT1}{g}\right)} - T_1\right)}{a}} \qquad (7)$$

Vid uträknandet har h_1 ansatts till nedslagsplatsens höjd , vilket inledningsvis inte var känt och därför sattes till 0 [m]. Temperaturen , T_1 på denna höjd sattes till 278.15 [K] vilket motsvarar 5 [°C].

När radardata med höjdinformation blev tillgängligt korrigerades dessa höjder.

När väl höjdvariationen med avseende på tid har beräknats kan vertikalhastigheten beräknas med $V_z = \frac{dh}{dt}$. (8)

Beräkning av motoreffekt och dragkraft

Flygplanets två FADEC-enheter registrerar även parametern "Load" vilket enklast kan beskrivas som det procentuella motoreffektuttaget av maximal tillgänglig motoreffekt. Den maximala tillgängliga motoreffekten beräknas i realtid och kan avvika från den nominellt uppgivna maximala effekten hos motorn, ($P_{NomMax} = 123.5$ [kW]). Den effekt en förbränningsmotor utvecklar beror på hur mycket bränsle som förbränns per tidsenhet och hur effektiv förbränningen är. De parametrar som registreras av FADEC, och som ger bäst information av aktuellt effekttuttag är: Motorvarvtalet (RPM), ingastrycket (MAP), insugsluftens temperatur (TAir), bränsleinsprutningstryck (PRail) samt duration för bränslespridarnas öppnande (valve duty cycle). I analysen gjordes endast en kvalitativ jämförelse mellan nyss nämnda parametrar och parametern Load. Jämförelserna gjordes mellan tillstånd vid tidigare flygningar och den aktuella flygningen. Baserat på dessa jämförelser bedöms det att i det aktuella fallet kan parametern Load approximeras som procentuell last i förhållande till nominell last.

Via propellern omvandlas motorns axeleffekt till dragkraft. Denna omvandling kan ske olika effektivt. Propellerns effektivitetsmått eller propellerverkningsgraden representeras av symbolen och kan beräknas enligt: $\eta_{prop} = \frac{T_a V_\infty}{P_{axel}}$, (9)

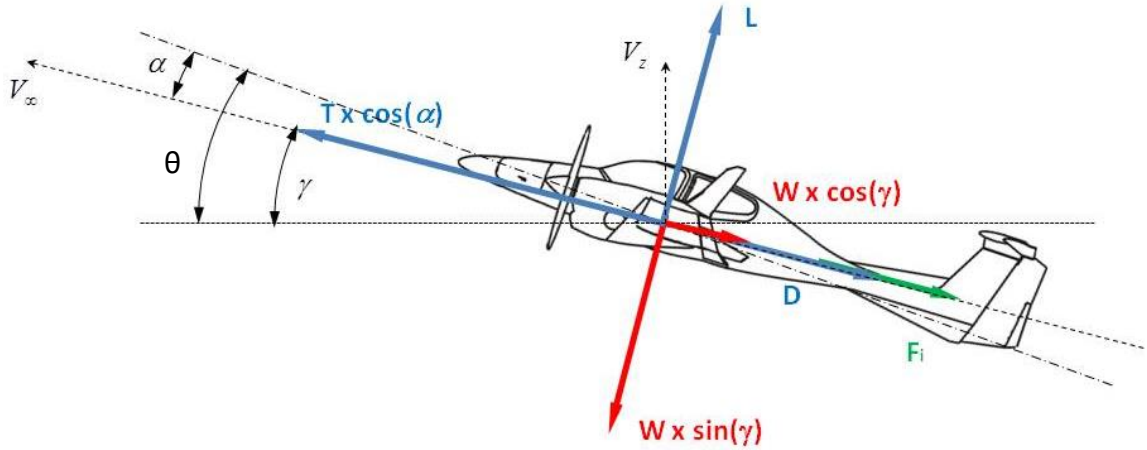
där T_a är aktuell dragkraft som propellern genererar, V_∞ är luftens friströmshastighet och P_{axel} är motorns aktuella axeleffekt. Dragkraften kommer i varje ögonblick att vara samma som luftmotståndet, kraft komposanten från flygplanets trajektoria gentemot horisontalplanet samt flygplanets acceleration i längdled. Enligt definition är effekt lika med dragkraft multiplicerat med framåtfart vilket benämns framdrivningseffekt. För att erhålla dragkraften blir utrycket således:

$$T_a = \frac{\eta_{prop} P_{axel}}{V_\infty} = \frac{\eta_{prop}\, Load\, P_{NomMax}}{V_\infty} \quad (10)$$

Propellerverkningsgraden varierar bland annat med varvtal , propellerbladsvinkel och framåtfart, där data vanligtvis återfinns presenterade av propellertillverkaren i så kallade "propeller performance chart". Dessa uppgifter fanns dock inte tillgängliga vid den aktuella analysen. Propellerverkningsgraden har istället uppskattats med ett iterativt förfarande med prestandadata från AFM som grund.

Beräkning av flygplanets attityd

En del i uppdraget var att beräkna flygplanets attityd vid den den konstanta stigningen samt under manöverns sista skede innan stallen inträffade. Figuren nedan visar vilka krafter som verkar på flygplanet under stigning.



Flygplanets attityd representeras av grekiska bokstaven θ. Det som är givet är flygplanets massa, motoreffekt samt stigfart. I det första fallet antas att flygplanet stiger med konstant framåtfart, dvs. termen **F_i** är 0. Detta antagande är rimligt då stigfarten V_z är konstant under denna fas. θ är summan av anfallsvinkel α och γ, vinkeln mellan horisontalplanet och flygplanets trajektoria.

Sambandet för γ är : $\gamma = asin\left(\frac{V_z}{V_\infty}\right)$ (11)

Flygplanets massa tilldelas bokstaven **W** (flygplanets massa multiplicerat med jordaccelerationen)

Flygplanets framåtfart kan erhållas genom kraftbalans av ekvation (10) och flygplanets samlade motstånd **D**, och kraftkomposanten från flygplanets aktuella massa och vinkeln γ , som tillsammans med utrycket för stigeffekt bildar ett ekvationssystem.

Ett flygplans motstånd **D** kan delas upp i ett sk nollmotstånd, bestående av friktion och tryckmotstånd från luftströmmen kring flygplanet, och ett lyftkraftsberoende motstånd så kallat inducerat motstånd. Det inducerade motståndet beror på flygplanets anfallsvinkel som i sin tur bland annat beror på flygplanets massa och framåtfart. Detta motstånd är ett mått på hur effektivt vingen (flygplanet) arbetar för att generera lyftkraft. Denna effektivitet beror på vingförhållndet, AR, och en konstant kallad Oswalds effektivetetetstal, e . Mer om detta kan läsas i [1]. För att underlätta jämförelser mellan olika flygfall delas lyftkraft och motstånd med det dynamisk trycket, q, och en referensyta, som i det aktuella fallet är flygplanets vingarea enligt AFM. På så sätt kan man enklare nyttja olika prestandadata, bl.a. från AFM, för analysen.

Följande ekvationer kan nu defineras :

$$q = \frac{1}{2}\rho V_\infty^2 \tag{12}$$

$$D = D_0 + D_i \tag{13}$$

$$CD = \frac{D}{qS} \tag{14}$$

$$CD_i = \frac{{C_L}^2}{\pi e\ AR} \tag{15}$$

$$CL = \frac{L}{qS} \tag{16}$$

Effektbalans ger att:

$$V_z W = (TV_\infty - DV_\infty) \tag{17}$$

$$\text{-->}\ V_z W = V_\infty \left(T - \left(CD_0 + \frac{{C_L}^2}{\pi e\ AR}\right)\right) \frac{1}{2}\rho V_\infty^2 \leftrightarrow V_\infty = \sqrt[3]{\frac{2V_z W}{\rho\left(T - \left(CD_0 + \frac{{C_L}^2}{\pi e\ AR}\right)\right)}} \tag{18}$$

De okända paramtrarna är CD_0, CL, e och η_{prop}

Från AFM fås att med flygmassan 1999 kg och på 600 meters höjd och 5°C,har flygplanet följande framåtfart vid oaccellererad flygning.

Tabell 1 Prestanda enl AFM

Effektuttag [%]	Framåtfart [knop]
92	164
75	148
60	131
45	106

Dessutom framgår i AFM att stallfarten vid flygmassan 1999 kg är 70 knop.

Lyftkraften är konstant i fallen ovan men CL kommer att variera. CL varierar med anfallsvinkel och denna varitaion kan approximeras med vingprofilens anfallsvinkelvariation. Enligt AFM är DA-42 vingprofil en modiferad Wortman FX 63-137 (Wortmann FX 63-137/20 - W4). Underlaget på profildata som användes för analysen har hämtats från [2].

Baserat på tabell 1, kan en approximativ motståndspolar erhållas, dvs. CL(CD), och via ett iterativt förfarande samt ansättning av e och η_{prop} , till e = 0.7och η_{prop} = 0.83 samt underlaget från [2], erhålles aproximativa värden för V_∞ och α för den aktella flygmassan och luftdensiteten.

$$\left.\begin{aligned} V_\infty &\approx 49\ [m/s] \\ \alpha &\approx 4\ [°] \end{aligned}\right\}$$

Ekvation (11) och anfallsvinkeln ger flygplanets attitydvinkel $\theta \approx 14°$

För att beräkna attitydvinkeln vid stall nyttjas värdena för CL och α vid stall :

CL_{stall} = 1.63 , $\alpha_{stall} \approx$ 14°.

Med insättning av den aktuella flygmassan och densiteten, erhålls framåtfarten V_∞ . V_z har beräknats från FADEC data, och med samma tillvägagångssätt som tidigare beräknas γ och slutligen θ.

$$\left.\begin{array}{r} \alpha \approx 14° \\ V_{stall} \approx 29\ [m/s] \\ \gamma = 38° \end{array}\right\} \text{-->}\ \theta = 52°$$

Flygplanets attityd under manöverns sista skede innan stallen inträffade kan således beräknas till 52°.

Referenser

[1] H. Schlichting, Aerodynamics of the Airplane, McGraw Hill, 1979.

[2] S. S. Michael och B. D. McGranahan, ”Wind Tunnel Aerodynamic of six airfoils for use on smallwind turbines,” National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, 2003.