



Slutrapport RL 2020:11

**Olycka på Malmö flygplats den
17 november 2019 med flygplanet
SE-LUX, av typen Beechcraft 95, opererat
av South Sweden Flight Academy AB.**

Diariernr L-164/19

2020-11-17

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

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

ISSN 1400-5719

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

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



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

Omslagets bild tre – Foto: Anders Sjödén/Försvarmakten.

Innehåll

Allmänna utgångspunkter och avgränsningar	5
Utredningen.....	5
SAMMANFATTNING	8
1. FAKTAREDOVISNING	9
1.1 Redogörelse för händelseförloppet	9
1.1.1 Förutsättningar.....	9
1.1.2 Händelseförlopp	9
1.1.3 Iakttagelser från lärare och elever	11
1.2 Personskador.....	11
1.3 Skador på luftfartyget	11
1.4 Andra skador.....	11
1.4.1 Miljöpåverkan.....	11
1.5 Besättningen/personalinformation	12
1.5.1 Piloternas kvalifikationer och tjänstgöring	12
1.5.2 Övrig berörd personal.....	12
1.6 Luftfartyget	13
1.6.1 Flygplanet	14
1.6.2 Landstället	15
1.6.3 Installerade speglar	16
1.6.4 Elsystemet.....	16
1.6.5 Procedurer i flygplanets flyghandbok (POH).....	19
1.7 Meteorologisk information	22
1.8 Navigationshjälpmedel	22
1.9 Radiokommunikationer.....	22
1.10 Flygfältsdata.....	23
1.11 Färd- och ljudregistratorer	23
1.11.1 Färdregistrator (Färdplaneringsapplikation).....	24
1.12 Olycksplats och luftfartygsvrak	24
1.12.1 Olycksplatsen	25
1.12.2 Luftfartygsvraket	26
1.12.3 Teknisk undersökning av flygplanet.....	26
1.13 Medicinsk information.....	27
1.14 Brand.....	27
1.15 Överlevnadsaspekter	27
1.15.1 Räddningsinsatsen	27
1.15.2 Ombordvarandes placering och skador samt användning av bälten....	28
1.16 Särskilda prov och undersökningar.....	28
1.16.1 Landställ	28
1.16.2 Elsystemet.....	28
1.16.3 Belastningsberäkning.....	29
1.17 Operatörens organisation och ledning.....	30
1.17.1 Generellt	30
1.17.2 Skolans ledningssystem.....	31
1.17.3 Skolans standardrutiner (SOP) och checklistor	35
1.17.4 Skolans träning för flygplanet	36
1.17.5 Föreskrifter för verksamheten	37
1.18 Övrigt.....	38
1.18.1 Tidigare rapporterade landställsproblem med SE-LUX	38
1.18.2 Lågvoltsvarning.....	39

1.18.3	Vidtagna åtgärder	40
1.18.4	Liknande händelser	40
1.19	Särskilda utredningsmetoder	40
2.	ANALYS	41
2.1	Inledande utgångspunkter	41
2.2	Varför slutade elsystemet att fungera?	41
2.3	Varför upptäckte besättningen inte att batterierna var enda spänningskällan?	42
2.4	Varför lyckades man inte manuellt fälla ut landstället till fullt utfällt läge? ...	42
2.5	Utbildningen på flygplanet	43
2.6	Säkerhetsledningssystemet	44
2.7	Räddningsinsatsen	45
3.	UTLÅTANDE	46
3.1	Utredningsresultat	46
3.2	Orsaker till olyckan	47
4.	SÄKERHETSREKOMMENDATIONER	48

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 17 november 2019 om att en olycka med ett flygplan med registreringsbeteckningen SE-LUX inträffat på Malmö flygplats, Skåne län, samma dag klockan 16.30.

Olyckan har utretts av SHK som företrätts av Mikael Karanikas, ordförande, Johan Nikolaou, utredningsledare, Tony Arvidsson, teknisk utredare, Mats Trense, operativ utredare och Tomas Ojala, utredare räddningstjänst.

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

Som rådgivare för Europeiska unionens byrå för luftfartssäkerhet (EASA) har Virpi Mikkonen deltagit fram till den 25 september och därefter Alvaro Neves.

Som rådgivare för Transportstyrelsen har Magnus Axelsson och Daniel Wastesson deltagit.

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

Utredningsmaterialet

Flygplanet och relevanta komponenter har undersökts. Intervjuer har hållits med besättningen samt elever och personal från flygskolan, räddningstjänsten och flygtrafikledningen. Dokument från bland annat flygskolan och räddningstjänsten har inhämtats och granskats.

Ett haverisammanträde hölls den 26 maj 2020. Vid mötet presenterade haverikommissionen det faktaunderlag som förelåg vid den tidpunkten.

Slutrapport RL 2020:11

Luffartyg:	
Registrering, typ	SE-LUX, Beechcraft 95
Modell	95-B55
Klass, luftvärdighet	Normal, luftvärdighetsbevis och gällande granskningsbevis (ARC) ¹
Serienummer	TC-1269
Operatör	South Sweden Flight Academy AB
Tidpunkt för händelsen	2019-11-17, klockan 16.30 under mörker Anmärkning: all tidsangivelse avser svensk normaltid (UTC ² + 1 timme)
Plats	Malmö flygplats, Skåne län, (position 5532N 01322E, 66 meter över havet)
Typ av flygning	Skolflygning
Väder	Enligt Metar: vind 080 grader 6 knop, CAVOK ³ , temperatur/daggpunkt +7/+5°C, QNH ⁴ 1016 hPa ⁵
Antal ombord:	2
Besättning inklusive kabin	2
Passagerare	0
Personskador	Inga
Skador på luftfartyget	Betydande
Andra skador	Inga
Instruktören:	
Ålder, certifikat	59 år, CPL ⁶
Total flygtid	2 490 timmar, varav 14 timmar på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	33 timmar, varav 4 timmar på typen
Antal landningar senaste 90 dagarna	4, varav 3 på typen
Eleven:	
Ålder, certifikat	40 år, PPL ⁷
Total flygtid	3 166 timmar, varav 5 timmar på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	45 timmar, varav 5 timmar på typen
Antal landningar senaste 90 dagarna	65, varav 26 på typen

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

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

³ CAVOK (Ceiling And Visibility OK) – sikt, moln och rådande väder bättre än föreskrivna värden eller förhållanden.

⁴ QNH – anger det atmosfäriska trycket reducerat till havsytans medelnivå.

⁵ hPa – hektopascal.

⁶ CPL (Commercial Pilot License) – trafikflygarcertifikat.

⁷ PPL (Private Pilot License) – privatflygarcertifikat.

SAMMANFATTNING

Avsikten var att genomföra flygövningar sydost om Malmö flygplats med flygplanet, för att sedan återvända och träna instrumentinflygningar. Efter omkring sexton minuters flygning påbörjades radarledning till bana 17. Samtidigt blev flygplanet strömlöst, vilket bland annat medförde att all installerad navigerings- och radiokommunikationsutrustning upphörde att fungera. Det var mörkt ute och flygningen genomfördes under visuella flygförhållanden.

För att hitta tillbaka till flygplatsen använde piloterna yttre referenser och en läsplatta med ett installerat navigationsprogram. Efter strömbortfallet utförde besättningen, i en bullrig miljö, en procedur för manuell utfällning av landstället som varken eleven eller instruktören tidigare utfört.

Besättningen försökte därefter kontrollera, med hjälp av sina ljuskällor via speglar på motorgondolerna, om noslandstället var utfällt. Ingen av piloterna kunde dock se någonting och besättningen beslöt sig för att fortsätta inflygningen.

I samband med sättningen vek sig landstället. Flygplanet kanade på buken, drygt 300 meter, innan det stannade.

Det har inte med säkerhet gått att fastställa varför elbortfallet skedde.

Olyckan orsakades av att piloterna saknade tillräcklig kunskap om landställets manuella utfällningsfunktion, vilket ledde till att landstället inte var ute och låst före landningen.

Bidragande har varit att instruktionen i flygplanets flyghandbok för det elektriska systemet inte stämde överens med hur det installerade systemet fungerade, kunskapsbrist gällande elsystem och avsaknad av ett varningssystem som tydligt ger indikering på att batteriet inte laddas av alternatorerna och otydligheter i utbildningsorganisationens instruktioner för operationen, riskhanteringsarbete och utbildning.

Säkerhetsrekommendationer

EASA rekommenderas att:

- Utvärdera och ta ställning till om ett varningssystem som tydligt ger indikering på att batteriet inte laddas av alternatorerna kan införas som operationellt krav på luftfartyg som opereras under instrumentflygreglerna eller mörker. (RL 2020:11 R1)

Typcertifikatinnehavaren Textron Aviation Inc. rekommenderas att:

- Uppdatera POH så att funktionen av ALT OUT varningen överensstämmer med rätt serienummer för flygplanet. (RL 2020:11 R2)

Transportstyrelsen rekommenderas att:

- Informera operatörer som flyger under instrumentflygreglerna eller mörker om riskerna med flygplanstyper som inte har lågvoltvarning installerad. (RL 2020:11 R3)

1. FAKTAREDOVISNING

1.1 Redogörelse för händelseförloppet

1.1.1 Förutsättningar

Avsikten var att genomföra flygövningar sydost om Malmö flygplats med flygplanet, för att sedan återvända och träna instrumentinflygningar.

Eleven hade tidigare flugit fyra timmar med flygplanstypen och det var elevens första pass med instrumentinflygningar.

Flygplanets checklista användes som stöd för att förbereda flygplanet för flygning. Checklistans punkter kontrollerades inklusive säkringar och varningslampor.

1.1.2 Händelseförlopp

Vid uppstart av motorerna, startade vänster motor på första försöket. För höger motor krävdes flera startförsök inklusive en viloperiod på fyra minuter innan motorn startade. Belastningsmätarna kontrollerades därefter enligt checklistan. Det var svårt att se någon förändring alls, endast någon millimeter.

Flygplanet startade från bana 17 kl. 16.07. Stigningen till 3 000 fot utfördes mot brytpunkten TIDVU och därefter utfördes flygövningar sydost om flygplatsen. När flygövningarna var klara fick de radarledning av flygledaren på kurs 020 grader, med avsikt att genomföra en instrumentinflygning till bana 17.

Kort därefter meddelade flygledaren besättningen att det var avbrott i flygplanets transpondersvar. Besättningen kunde konstatera att transpondern inte hade normala indikationer. Strax därefter uppstod gradvis ett totalt elbortfall, varvid det sista instrumentet som slutade att fungera var flygplanets avståndsmätare DME⁸. Piloterna hade inte observerat någon varningslampa för alternatorbortfall. Någon ytterligare radiokommunikation skedde inte. Flygledningen kunde dock se flygplanet på sin primärradar under vissa delar av den fortsatta flygningen.

Någon checklista eller felsökning för elbortfallet utfördes inte, vilket förklarades av besättningen med att det inte fanns någon publicerad procedur för felet. Inte heller kontrollerades belastningsmätarna eller voltmätaren under någon del av flygningen. Besättningen observerade inte om några säkringar utlöst.

Det var mörkt med god sikt utan några moln. Besättningen använde en mobiltelefon och en läsplatta som ljuskällor för att belysa checklistor och instrumentering i mörkret.

⁸ DME (Distance Measuring Equipment) – avståndsmätarutrustning.

Eleven fortsatte att flyga och instruktören använde läsplattan för att navigera. Besättningen fick visuell kontakt med flygplatsen och kunde därefter navigera med yttre referenser.

På grund av elbortfallet slutade interkomsystemet att fungera och instruktören och eleven fick ta av sig hörselkåporna för att kommunicera genom att skrika till varandra. Det var svårt att kommunicera i miljön som uppstått.

Besättningen valde att göra två svängar norr om flygplatsen för att utföra en manuell utfällning av landstället, en procedur som ingen av dem tidigare utfört. Positionen av den manuella utfällningsveven gjorde det lättare att utföra utfällningen från elevens position i vänsterstol. Vid detta tillfälle beslöt instruktören att ta över kontrollen av flygplanet för att eleven skulle utföra manuell utfällning av landstället.

Eleven använde flygplanets flyghandbok (POH⁹) som referens för att utföra utfällningen. Eleven roterade utfällningsveven motsols till dess att ett motstånd kändes i veven. Läraren frågade eleven minst tre gånger om checklisten var helt utförd, vilket eleven bekräftade.

Besättningen försökte därefter kontrollera, med hjälp av sina ljuskällor via speglar på motorgondolerna, om noslandstället var utfällt. Ingen av piloterna kunde dock se landstället i mörkret och besättningen beslöt sig för att fortsätta inflygningen. Piloterna kände inte till att det fanns en mekanisk indikering för landstället nedanför mittpiedestalen.

Flygledaren, som hade tappat radio och radarkontakt med flygplanet återfann flygplanets position med hjälp av primärradar när flygplanet befann sig på fyra nautiska mils final till banan. Besättningen fick då klart landa genom en grön ljussignal från tornet.

I samband med sättningen vek sig landstället. Flygplanet kanade på buken, drygt 300 meter, innan det stannade. Besättningen observerade rökutveckling och evakuerade flygplanet omedelbart utan att stänga av några strömställare eller utföra åtgärder enligt någon checklista.

En person från räddningstjänsten tog sig därefter in i flygplanet och stängde av strömbrytarna för batteriet och de två alternatorerna.

Olyckan inträffade i position 5532N 01322E, 66 meter över havet.

⁹ POH (Pilot Operating Handbook) – flyghandbok.

1.1.3 *Iakttagelser från lärare och elever*

Elever och lärare på skolan hade reagerat att startförsöket av den andra motorn pågick under ett långt tidsförlopp och nämnt det för den verksamhetsansvarige chefen (AM¹⁰). För att försöka få en uppfattning om startförloppets tidsåtgång och eventuell annan information kontaktade haverikommissionen lärare och elever som var i skolans lokaler dagen för händelsen genom e-post. Kontaktuppgifterna tillhandahölls av skolan.

Svaren ger ingen enhetlig uppfattning om tidsåtgången för start av den andra motorn. Att det tagit längre tid än normalt är dock de flesta eniga om. Tidsuppfattningen är från 5 minuter till 1 timme för start av den andra motorn och antal startförsök uppskattas av de flesta till minst 3 till 5 stycken.

1.2 **Personskador**

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

1.3 **Skador på luftfartyget**

Betydande.

1.4 **Andra skador**

1.4.1 *Miljöpåverkan*

En liten mängd bränsle läckte ut på banan. Räddningstjänsten skummade banan.

¹⁰ AM – Accountable Manager.

1.5 Besättningen/personalinformation

1.5.1 Piloternas kvalifikationer och tjänstgöring

Instruktören

Instruktören var 59 år, hade CPL¹¹ med gällande operativ behörighet och medicinskt intyg. Vid tillfället var instruktören PM¹² fram till strax innan den manuella utfällningsproceduren av landstället initierades och därefter var instruktören PF¹³.

Flygtid (timmar)				
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	1	1	33	2490
Aktuell typ	1	1	2	14

Antal landningar på klassen MEP (land) de senaste 90 dagarna: 33.

Inflygning på typ gjordes den 18 juli 2018.

Senaste PC¹⁴ genomfördes den 16 september 2019 på typen.

Eleven

Eleven var 40 år, hade PPL¹⁵ och var under utbildning till CPL på klassen MEP (land) med gällande medicinskt intyg. Vid tillfället var eleven PF fram till strax innan den manuella utfällningsproceduren av landstället initierades och därefter var eleven PM.

Eleven hade ett förfallet tredjelands ATPL¹⁶.

Flygtid (timmar)				
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	1	5	45	3166
Aktuell typ	1	5	5	5

Antal landningar på klassen MEP (land) de senaste 90 dagarna: 26.

Eleven var under inskolning på typen.

Senaste PC genomfördes den 31 oktober 2019 på PA-28R.

1.5.2 Övrig berörd personal

Inga.

¹¹ CPL (Commercial Pilot License) – trafikflygarcertifikat.

¹² PM (Pilot Monitoring) – pilot som assisterar PF.

¹³ PF (Pilot Flying) – pilot som flyger flygplanet.

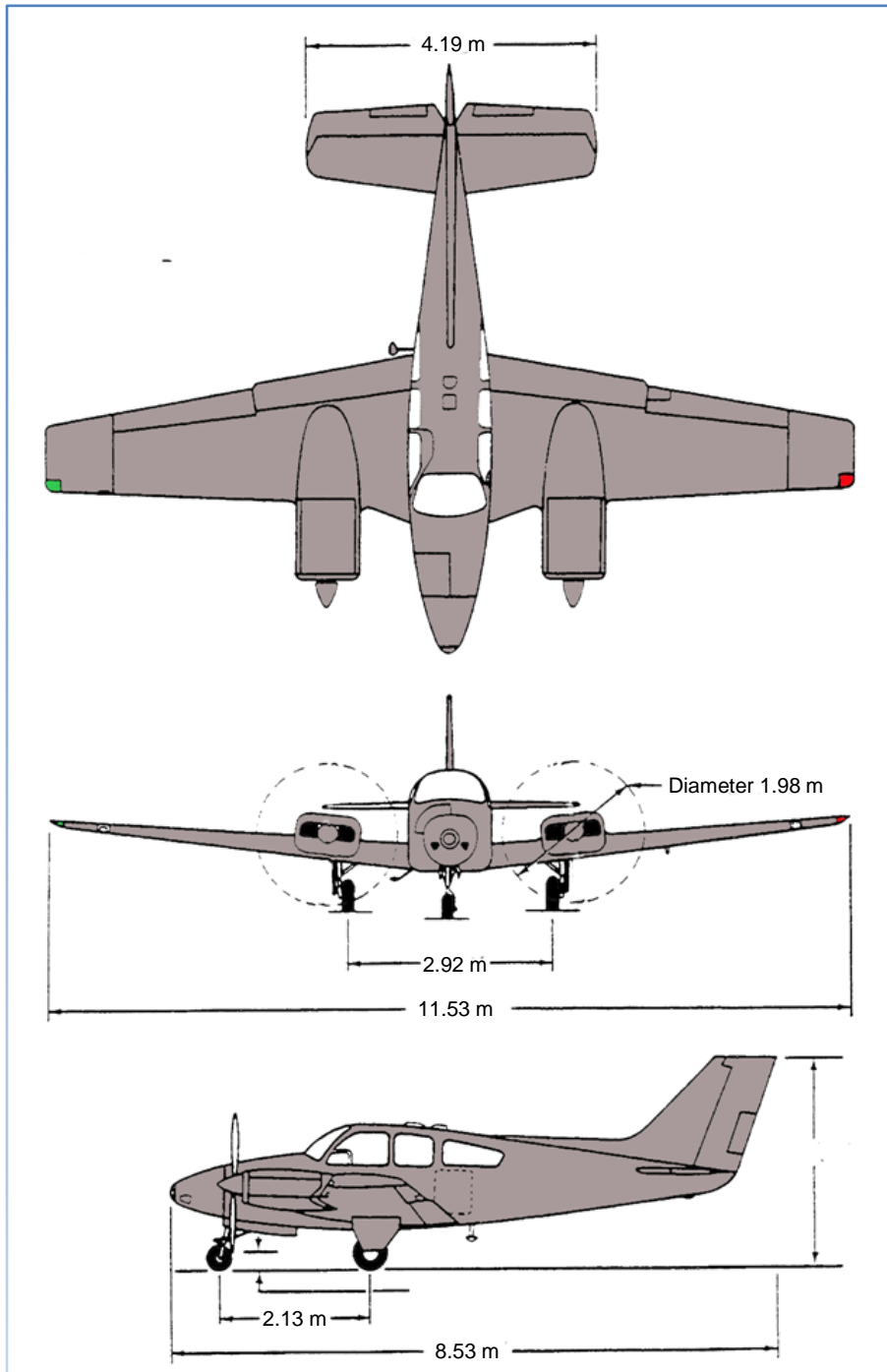
¹⁴ PC (Proficiency Check) – kontroll av flygkompetens.

¹⁵ PPL (Private Pilot License) – privatflygarcertifikat.

¹⁶ ATPL (Airline Transport Pilot License) – trafikflygarcertifikat med befälhavarbehörighet för stora luftfartyg.

1.6 Luftfartyget

Beechcraft 95 (modell 95-B55) är ett sexsitsigt, lågvingat tvåmotorigt kolvmotorflygplan. Flygplanet är drygt åtta och en halv meter långt och har en spännvidd på drygt elva och en halv meter.



Figur 1. Treplansskiss på flygplanstypen. Bild: Baron 95 Pilot's Operating Handbook.

1.6.1 Flygplanet

Typcertifikatinnehavare	Textron Aviation Inc
Modell	95-B55
Serienummer	TC-1269
Tillverkningsår	1969
Flygmassa, kg	Max tillåten 2 310 aktuell 2 050
Masscentrumläge	Inom tillåtna gränser.
Total gångtid, timmar	5537
Gångtid efter senaste periodiska tillsyn, timmar	46
Antal cykler	851
Typ av bränsle som tankats före händelsen	100LL

Motor	
Typcertifikatinnehavare	Continental Motors
Motortyp	IO-470-L
Antal motorer	2

Propeller	
Typcertifikatinnehavare	Hartzell Propeller Inc
Typ	PHC-C3YF-2UF
Antal propellrar	2

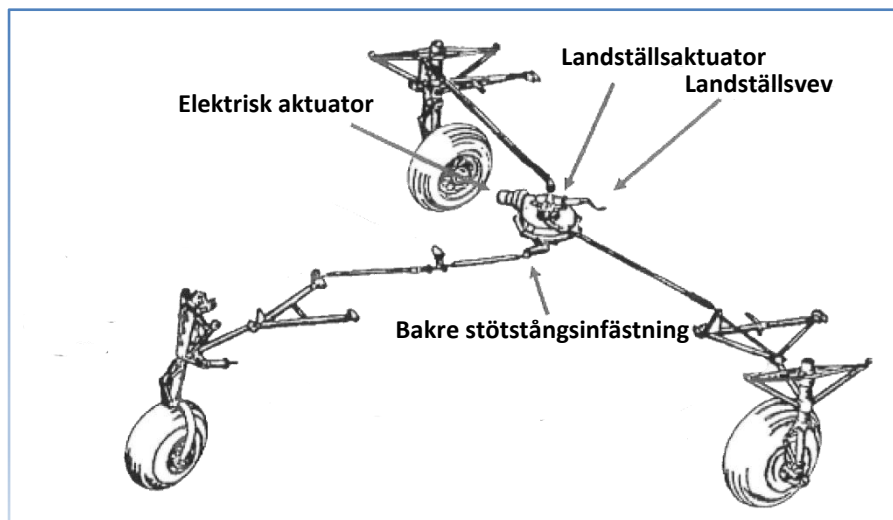
Kvarstående anmärkningar	Inga
--------------------------	------

Luftfartyget hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis (ARC).

1.6.2 Landstället

Flygplanstypen är utrustad med ett infällbart landställ. Landställsbena manövreras med hjälp av ett mekaniskt länksystem och drivs av en elektrisk motor och en landställsaktuator placerad under framsätena. Länkaget är fjäderbelastat till en överknäkningsposition.

Den elektriska aktuatoren kontrolleras av ett landställsreglage med två lägen, placerad på höger sida av centrumkonsolen. Landställsaktuatoren har en utfällbar vev, placerad bakom höger förarstol, med vilken man manuellt kan fälla ut landstället om ett elektriskt fel skulle uppstå. Vid utfällning av landstället ska veven vevas moturs ungefär 50 varv.



Figur 2. Landställsmekanismen. Bild: Beechcraft Baron 55 Shop manual.

En visuell mekanisk indikator finns längst ner på mittkonsolen (se figur 3). Denna indikator är kopplad till noslandställets manövreringsmekanism och visar positionen för noslandstället oavsett om det finns ström eller inte. Denna indikator indikerar inte den direkta positionen för något av huvudlandställena, men i avsaknad av ett brott i den mekaniska kopplingen mellan växellådan och landställena måste alla tre landställ vara i samma läge.



Figur 3. Mekanisk visuell indikering för landstället.

1.6.3 *Installerade speglar*

Flygplanet hade en installerad spegel på vänster motorgondol som inte fanns beskriven i flygplanets handbok eller dess supplement (se figur 4). Skolan hade även installerat en spegel på höger motorgondol för att instruktören också skulle kunna visuellt kontrollera landställets position. Spegeln på höger motorgondol fanns inte kvar på flygplanet då haverikommissionen undersökte flygplanet.

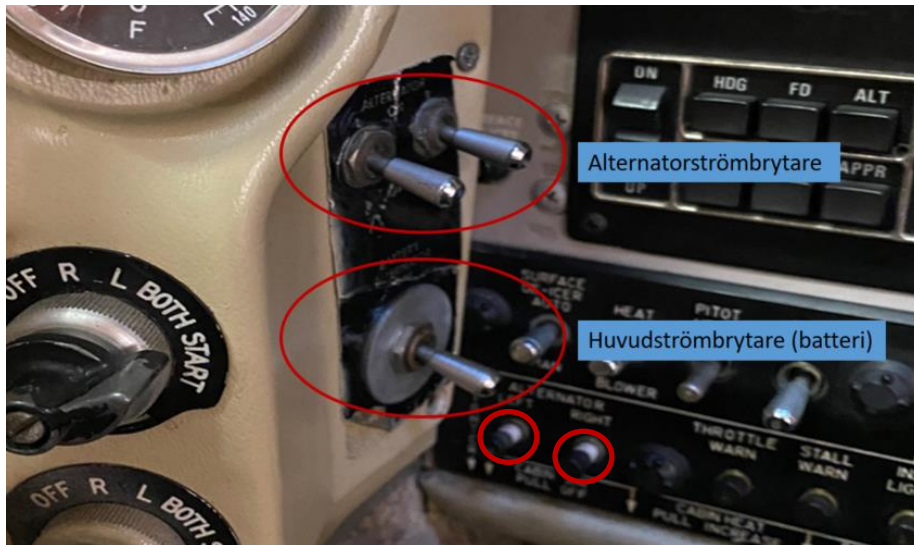


Figur 4. Installerad spegel på vänster motorgondol för att se noshjulets position.

1.6.4 *Elsystemet*

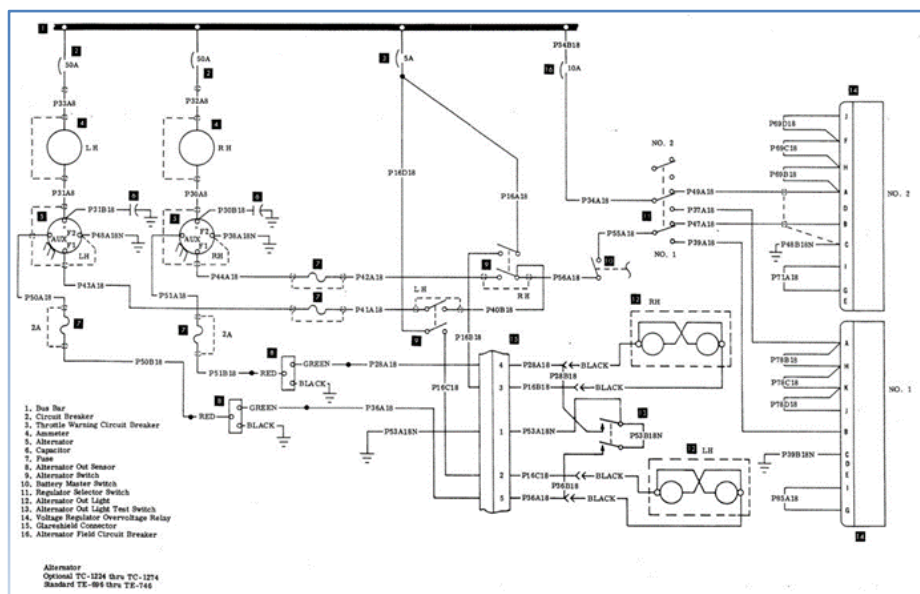
Flygplanets elektriska system är ett 24/28 volt likströmssystem. Det finns två 50 ampere alternatorer och två 12 volts batterier kopplade i serie för att fungera som ett 24 volts batteri med 20 amperetimmar. Alternatorerna är monterade på respektive motor och drivs via remmar. En voltregulator styr fältspänningen för båda alternatorerna och upprätthåller spänning i systemet. Systemet är utrustat med två voltregulatorer och piloten kan välja vilken voltregulator som är aktiv, detta genom en strömbrytare på pilotens underpanel.

Batterierna är anslutna till huvudströmskenan via ett relä som manövreras med en huvudströmbrytare. Alternatorerna aktiveras med strömbrytare för vänster respektive höger alternator. Alla strömbrytare är positionerade vid underpanelen.



Figur 5. Huvudströmbrytare, alternatorbrytare och utlösta säkringar för vänster och höger alternator.

Varje alternator har en kapacitet att förse systemet med 50 ampere strömstyrka. Alternatorerna levererar spänning till huvudströmskenan via två säkringar som är benämnda, vänster respektive höger alternator.



Figur 6. Schematiskt diagram för alternatorsystemet. Bild: Beechcraft Baron 55 Shop manual.

Voltregulatorerna förses med spänning från den gemensamma strömskenan via säkringen för fältspänning, benämnd ”alternator field”.

Voltregulatorerna har ett inbyggt överspänningsskydd. Vid överspänning stoppas ytterligare matning från regulatorn och därmed stängs alternatorerna av vilket indikeras av att båda ”ALT OUT” varningslamporna tänds. Det finns ingen särskild varningslampa för överspänning i det elektriska systemet.

Systemet har ingen distinkt indikering om att alternatorsystemet inte förmår ladda batterierna.

Flygplanet är utrustat med två ”ALT OUT” lampor som aktiveras av två reläer, en för varje alternator. Reläerna stänger automatiskt när respektive alternatorproduktion är under en viss spänning. Spänningen för att tända varningslamporna kommer genom alternatorströmställarna, följaktligen kommer endast varningslamporna fungera om alternatorströmställarna är på. Alternatorvarningssystemet har en testknapp.

Följande text är tagen ur handboken för SE-LUX översatt från engelska:

För serie nr TC-1043 till och med TC-1607 finns två ALT OUT-lampor på instrumentpanelen. De tänds när dess respektive växelströmsgenerator kopplas bort från bussen genom lågspänning eller överspänning eller med strömbrytaren i läge OFF. När ett fel upptäcks bör lämplig strömställare stängas av.

Enligt handboken ska varningslamporna för alternatorerna tändas när strömställarna för alternatorerna är i läge ”OFF”. Vid SHK:s test av systemet tändes inte varningslamporna när strömställarna för alternatorerna var i läge OFF med huvudströmmen på (se figur 7).



Figur 7. Bilden visar att vänster ”ALT OUT” släcks då strömställaren för vänster alternator är i läge OFF.

Alternatorernas strömproduktion indikeras på två belastningsmätare på instrumentpanelen (se figur 8). Mätarna visar belastningen på systemet.



Figur 8. Belastningsmätarna i SE-LUX. Höger mätare visar 0 ampere.

I systemet fanns det även en voltmätare, placerad längst upp till höger på instrumentpanelen. Graderingen är mellan 24 och 29 volt, med en extra markering för 28,5 volt, vilket är markering för normal laddspänning.



Figur 9. Voltmätaren i SE-LUX.

1.6.5 *Procedurer i flygplanets flyghandbok (POH)*

Enligt flygplanets flyghandbok ska flygplanet opereras enligt handboken. Nedan redovisas relevanta procedurer.

Motorstart

Följande procedur beskrivs i flygplanets handbok efter motorstart:

"VARNING"

Om summan av båda ampermetarna överstiger .2 efter två minuter vid 1000-1200 rpm, utan ytterligare elektrisk utrustning på, och indikationen inte visar tecken på minskning, indikerar detta ett elektriskt fel. Batteriomställaren och båda alternatorströmbrytare bör placeras i OFF-läge. "Starta inte".

Proceduren går inte att kontrollera på de installerade belastningsmätarna med en skala upp till 50 ampere (se figur 10).



Figur 10. Belastningsmätarna i flygplanet SE-LUX.

För att kunna kontrollera värdet ner till 0.2 behövs en belastningsmätare med gradering enligt figur 11.



Figur 11. Belastningsmätare som flyghandboken hänvisar till (inte installerad i SE-LUX).

Elektriskt fel

LJUSINDIKERING AV ÖVERSPÄNNING ELLER "ALT OUT" INDIKERING

I händelse av belysningen av en ALTERNATOR OUT-indikering:

- 1. Kontrollera respektive belastningsmätare för lastindikering.*
 - a. Ingen belastning - Stäng av den påverkade alternatorn*
 - b. Reglera belastning*

I händelse av att överspänningslampan eller båda ALTERNATOR OUT lamporna tänds:

- 1. Kontrollera belastningsmätare för lastindikering*
 - a. Ingen belastning indikerar fel på regulator*
 - (1) Växla regulator*
 - (2) Systemet bör indikera normalt*
 - b. Om tillståndet återkommer*
 - (1) Byt till föregående regulator*
 - (2) Om systemet återgår till normalt, indikerar detta ett överbelastningstillstånd som orsakar funktionsfelet*
 - (3) Minska belastningen*
 - c. Om tillståndet indikerar att båda alternatorkretsarna inte fungerar*
 - (1) Båda ALT-strömbrytarna - AV*
 - (2) Minimera den elektriska belastningen eftersom endast batterikraft är tillgängligt*

Manuell utfällning av landställ

Minska farten innan du manuellt försöker fälla ut landstället.

- 1. LDG GR MOTOR säkring – drag ut*
- 2. Landställsspak - ned*
- 3. Ta bort skyddet från landställsvredet bakom framsätena. Fäll ut landställsvredet och vrid moturs så långt som möjligt (cirka 50 varv). Återställ landställsvredet.*
- 4. Kontrollera den mekaniska indikatorn för att säkerställa att landstället är nere.*
- 5. Om det elektriska systemet är i drift, kontrollera landställets positionsljus och varningshorn (kontrollera att LDG GR RELAY - säkring är intryckt.)”*

1.7 Meteorologisk information

Enligt Metar: Vind 080 grader 6 knop, CAVOK, temperatur/daggpunkt +7/+5°C, QNH 1016 hPa.

Olyckan skedde under mörker.

1.8 Navigationshjälpmedel

Flygplanet var utrustat för instrumentflygning. Samtliga fast installerade elektriska navigationsinstrument upphörde att fungera vid strömavbrottet. Instruktören medförde en handburen läsplatta (iPad) med kartfunktion som användes för navigering.

Samtliga flyginstrument fungerade efter elbortfallet förutom girindikatorn.

1.9 Radiokommunikationer

Normal radiokommunikation förekom mellan flygplanet och flygtrafikledningen under den inledande fasen av flygningen och fram till strömavbrottet. När strömförsörjningen till radioutrustningen förlorades kunde kommunikation inte längre upprätthållas från flygplanet. Blindsändningar skedde emellertid från flygtrafikledningen.

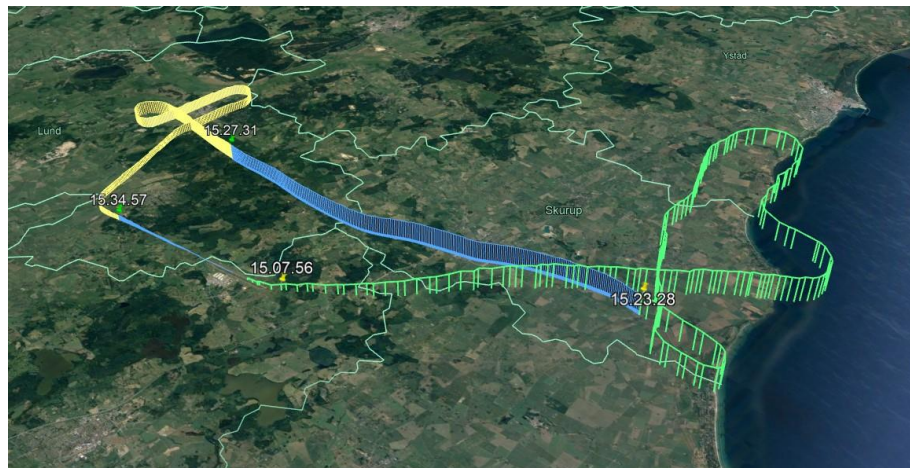
Flygplatskontrollen och områdeskontrollen utbytte information och samordnade flygplanets färdväg under händelseförloppet.

1.11.1 Färdregistrator (Färdplaneringsapplikation)

Data togs tillvara för analys tillsammans med primär och sekundär-radardata.

I figur 13 visas färdvägen som flygplanet flög samt vilken radardata som var tillgänglig under olika segment av flygningen. Data från färdplaneringsapplikationen var tillgänglig under hela flygningen och fyller bara i där annan data saknas.

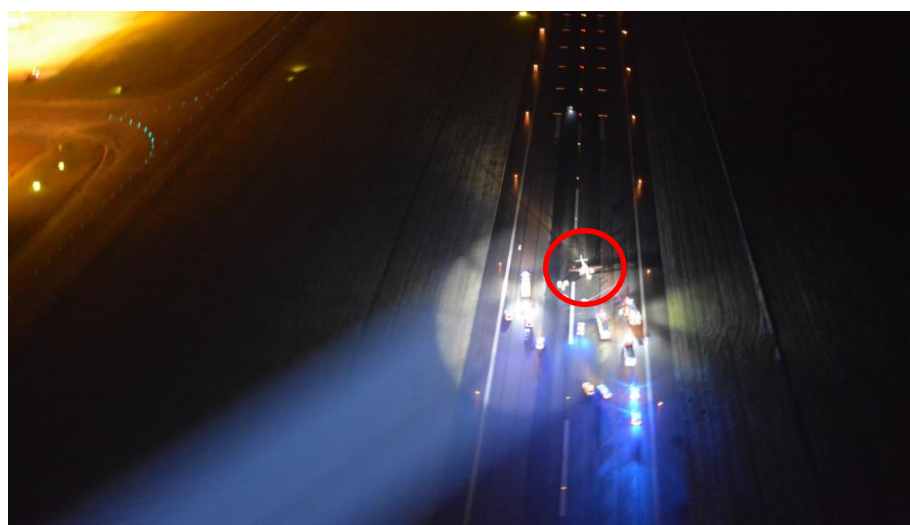
15:23:28 (UTC) upphörde de sekundära transpondersvaren vilket sammanföll med att flygplanet blev strömlöst (se figur 13).



Figur 13. SSR²⁰ i grönt, PSR²¹ i blått och iPad GPS-data i gult inlagd av SHK. Bild: Google Earth.

1.12 Olycksplats och luftfartygsvrak

Olyckan inträffade på Malmö flygplats, bana 17. Efter landningen blev flygplanet liggande på buken ungefär 1 000 meter in på banan.



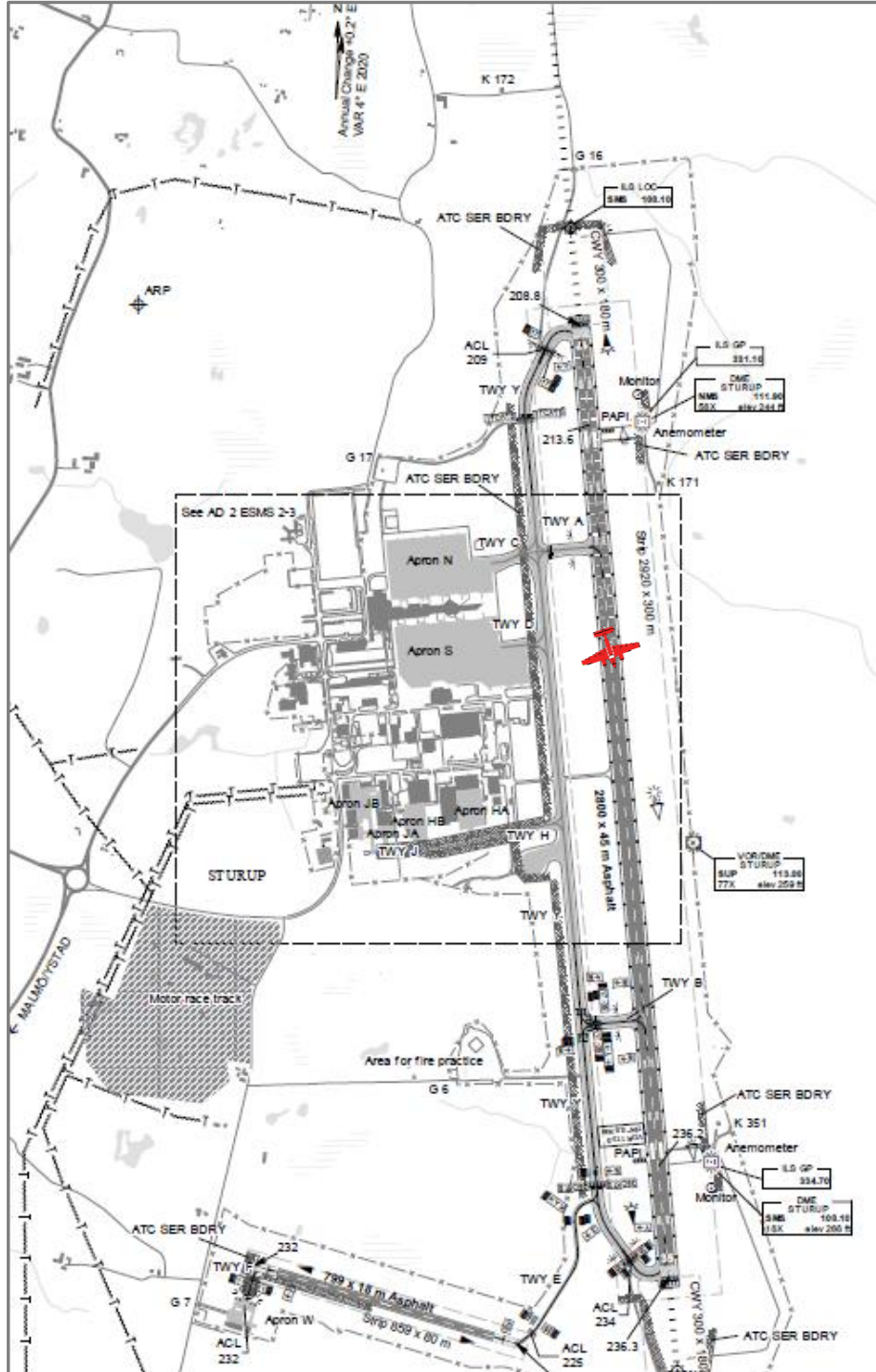
Figur 14. Flygplanet på banan tillsammans med Sturups räddningstjänst. Markering infogad av SHK. Foto: Polisen.

²⁰ SSR (Secondary surveillance radar) – sekundärradar.

²¹ PSR (Primary surveillance radar) – primärradar.

1.12.1 Olycksplatsen

Skrapmärken från flygplanet kunde skönjas från 700 meter in på banan och fortsatte sedan ytterligare 300 meter. Översigtsbilden av flygplatsen nedan visar med en markering flygplanets slutliga position.



Figur 15. Flygplanssymbolen (inritad av SHK) visar flygplanets slutliga position. Bild: AIP Sverige.

1.12.2 Luftfartygsvraket

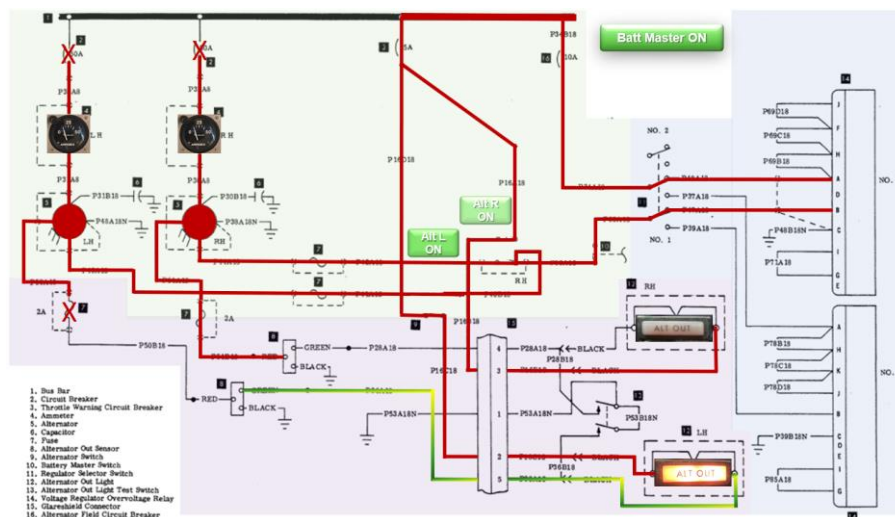
Skador uppstod på båda propellrarna, samtliga landställsluckor och på infästningarna till dessa. Skalpåt och spant på kroppens undersida, däck, fälgar, bromsar och landställsben hade skrapskador.

1.12.3 Teknisk undersökning av flygplanet

Haverikommissionen utförde en första inledande undersökning av flygplanet den 22 november 2019 i en hangar på flygplatsen, dit flygplanet hade transporterats efter händelsen. Flygplanet hade lyfts upp på domkrafter och batterierna hade tagits ur för att kontrollmätas och laddas. Efter laddning var spänningen normal och kapaciteten 89 % respektive 95 %.

Vid den inledande undersökningen av flygplanet framkom bland annat följande. Säkringarna till vänster och höger alternator var i utlöst läge. Strömbrytarna till båda alternatorerna var i avstängt läge. Huvudströmbrytaren till batteri/alternator var i avstängt läge. En säkring mellan alternatorutgången "AUX" och sensorn för vänster felindikering "ALT OUT" hade smält (se figur 16).

Med huvudströmbrytaren och båda alternatorströmbrytarna i läge "ON" tändes båda alternatorvarningarna "ALT OUT". Dock var en av två glödlampor i höger varningslampa trasig.



Figur 16. Elsystemets konfiguration vid den tekniska undersökningen. Röd markering illustrerar strömsatta ledningar och komponenter. Gulgrön illustrerar ledning som ansluter till jord.

Vidare kunde det konstateras att huvudlandställen inte var i fullt utfällt, låst läge. Båda stötstängerna mellan huvudlandställen och landställets växellåda var böjda. Stötstängens mellan noslandstället och landställsaktuatorn var avbruten.

Efter att flygplanet hade lyfts upp på domkrafter kunde noslandstället föras till fullt utfällt låst läge, utan att veva på fällningsveven. Den mekaniska landställsindikeringen visade emellertid inte utfällt läge, enligt indikatorskalan. Handtaget för veven till den manuella landställsutfällningen var i utfällt läge.

1.13 Medicinsk information

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

1.14 Brand

Brand uppstod inte. Dock uppstod gnistor under landningen och besättningen upplevde rök i kabinen efter landning.

1.15 Överlevnadsaspekter

1.15.1 Räddningsinsatsen

När flygtrafikledningen vid Malmö ATCC²² förlorade radar- och radiokontakt med flygplanet påbörjade man larmhantering enligt Gröngul checklista²³. Checklistan gav stöd för hanteringen av varningslarm för förmodat haveri eller haveri med okänd haveriplats. JRCC (Sjöfartsverkets sjö- och flygräddningscentral) kontaktades kl. 16.32 och flygräddningsledaren där tog beslut om efterforskning av flygplanet varvid SAR-helikoptern i Kristianstad larmades. Flygräddningsledaren kunde dock avsluta räddningstjänsten när besked kom om att flygplanet landat på Malmö flygplats kl. 16.40, detta innan helikoptern lyft.

När Malmö ATCC tappade kontakten med flygplanet meddelade de också flygledarna i flygledartornet om detta. Flygplatsens räddningstjänst kontaktades från flygledartornet om att det fanns risk för en olycka, men ingen formell hantering enligt någon checklista startades.

När flygledarna i flygledartornet såg gnistor på landningsbanan startade de haverilarm enligt Röd checklista²⁴. Haverilarmet startades genom att flygledaren trycker på en speciell knapp varvid flygplatsens räddningstjänst och SOS Alarm larmades automatiskt. SOS Alarm kontaktade därvid flygledartornet för information om olyckan och larmade i sin tur ut räddningstjänsten i Svedala kommun.

Personalen från flygplatsens räddningstjänst hade initialt svårt att se flygplanet på landningsbanan eftersom gnistorna avtagit och flygplanet var helt nedsläckt. Flygledarna i flygledartornet kunde dock ge viss vägledning om var gnistorna uppkommit och sedan försvunnit, och räddningstjänsten lokaliserade kort därefter flygplanet.

När flygplatsens räddningstjänst var framme vid flygplanet stod besättningen utanför flygplanet, fysiskt oskadade. Räddningspersonalen tog hand om besättningen och bröt strömmen i flygplanet. Skumsläckmedel lades sedan ut för att minska risken för brand när flygplanet skulle flyttas.

²² ATCC (Air Traffic Control Centre) – flygtrafikledningscentral.

²³ Checklista för ”Varningslarm, förmodat haveri/haveri med okänd haveriplats” baserad på motsvarande checklista i Transportstyrelsens föreskrift TSFS 2015:51.

²⁴ Checklista för ”Haveri med känd haveriplats” baserad på motsvarande checklista i Transportstyrelsens föreskrift TSFS 2015:51.

Resurserna från Räddningstjänsten Svedala som larmats ut behövde inte genomföra någon insats.

Nödsändaren (ELT²⁵) av typ Artex ME406 ELT aktiverades inte.

1.15.2 Ombordvarandes placering och skador samt användning av bälten

De ombordvarande hade fyrpunktsbälten på sig vid landningen.

1.16 Särskilda prov och undersökningar

1.16.1 Landställ

I samband med landningen vek sig landstället varvid skador uppstod på landställsmekanismen. För att få huvudlandstället till utfällt och låst läge, vevades veven 24 varv motsols. Vid test kunde även huvudlandställen fällas in och ut med den elektriska aktuatoren. När noslandstället fördes till uppfällt läge indikerade den mekaniska indikatorn läget fullt upp. Förutom de skador som uppstod vid olyckan har inget tekniskt fel konstaterats på aktuatoren eller på landställsmekanismen.

1.16.2 Elsystemet

Vid inspektion och test av flygplanets elsystem samt komponenter, konstaterades följande:

- Utan belastning hade batterierna en spänning på 10 volt vardera.
- Belastningsmätarnas indikering kontrollerades utan anmärkning.
- Voltmätarens indikering kontrollerades utan anmärkning.
- Fysisk verifiering av ledningar bakom instrumentpanel, motorutrymmen och från batteriets positiva pol till huvudströmskenan utfördes utan anmärkning.
- Inga fel på alternatorerna har upptäckts.
- Vid funktionskontroll av elsystemet stängdes transpondern av när spänningen blev mindre än 9,5 volt och DME:n vid 7,2 volt.
- Vid funktionskontroll av batterireläet slöt kopplingen vid spänningen 12,9 volt och bröt vid spänningen 3,2 volt.
- Båda vltregulatorerna testades för funktion, utan anmärkning.

Test av alternatorsystemets felindikering "ALT OUT"

Förutsättningarna för testet var följande. Batteriet var fulladdat, batteri-strömställaren och strömställaren för respektive sidas alternator var i läge på. Båda alternatorsäkringarna var ute. Under testet reglerades spänningen med hjälp av en extern nätdel från respektive alternators "AUX" ledning.

²⁵ ELT (Emergency Locator Transmitter) – nödsändare.

På vänster sida där en säkring hade smält, kunde det konstateras att "ALT OUT" lampan förblev tänd upp till maximal spänning 14 volt.

Samma test utfördes för båda sidor men med en hel smältsäkring, vilket resulterade i att "ALT OUT" lampan för vänster sida slocknade vid en spänning av 9,8 volt och höger sida vid 9,0 volt.

Test av alternatorsäkringar

De två alternatorsäkringarna (50 ampere) som vid den tekniska undersökningen hittades i utlöst läge demonterades för att kunna testas.

Säkringarna belastades för att mäta spänningsdifferensen över säkringen, detta för att räkna ut resistansen genom säkringen vid olika belastningar.

Båda säkringarna hade minst dubbelt så hög resistans jämfört med specifikation för en likvärdig säkring. Den vänstra säkringen hade högst resistans av de båda. Vissa värden var mer än fyra gånger högre än specifikationen. Det var även stora variationer av resistansen efter att säkringarna hade löst ut och återstälts.

Funktionskontroll utfördes även för att se vid vilken ström respektive säkring löste ut.

Vid en belastning av 40 ampere löste vänster alternatorsäkring ut strax innan sju minuter hade gått. För att vänster säkring skulle lösa ut behövdes den utsättas för vibrationer.

Vid en belastning av 40 ampere under 20 minuter löste höger alternatorsäkring inte ut även när den utsattes för vibrationer. Strömmen ökades därefter till 45 ampere och då löste säkringen ut efter 40 sekunder.

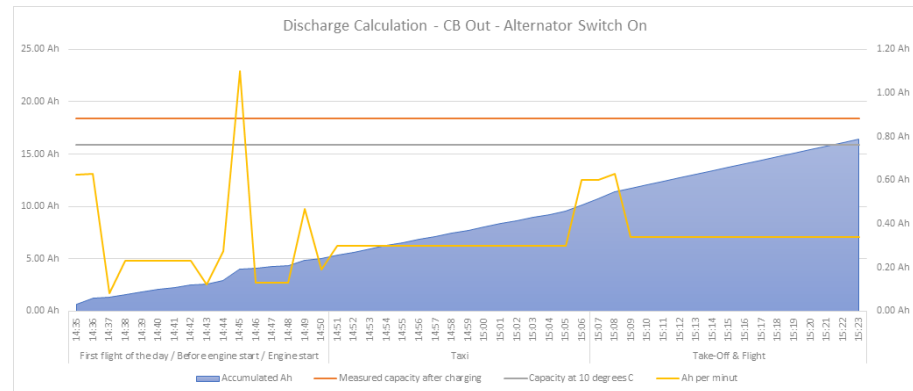
1.16.3 Belastningsberäkning

Hur mycket kapacitet ett batteri har påverkas av flera faktorer. En av faktorerna är den omgivande temperaturen, där en lägre temperatur minskar batteriets kapacitet. En annan faktor för batteriets kapacitet är hur stor belastning batteriet utsätts för. Vid höga belastningar, så som motorstarter, sjunker kapaciteten betydligt mer än vid låg belastning under lång tid. Enligt specifikation ska batteriernas högsta kapacitet klara en belastning av 20 ampere i en timme eller 32 ampere i en halvtimme. Vilken kapacitet batteriet hade innan flygning har inte kunnat fastställas.

Vid de tekniska undersökningarna av flygplanet uppmättes belastningen för olika elförbrukare i flygplanet. Utifrån dessa mätningar och uppgifter från manualen angående komponenters elförbrukning har beräkningar utförts för att ta reda på den totala elförbrukningen för den aktu-

ella flygningen, om endast batteriet har försett flygplanet med spänning. Beräkningen redovisas i nedanstående diagram och utgår från intervjuer, information från ATC-kommunikation och radarspår.

Att flygplanet stod inne i hangaren innebar att flygplanets batterier troligtvis hade några grader högre temperatur än utomhus vilket har tagits med i beräkningen.



Figur 17. Beräkning av urladdning för batteriet.

1.17 Operatörens organisation och ledning

1.17.1 Generellt

South Sweden Flight Academy AB (flygskolan) är en godkänd flygutbildningsorganisation med ett giltigt utbildningstillstånd, SE.ATO.0030.

Flygskolan hade tillstånd att bedriva den skolverksamhet som utfördes vid den aktuella flygningen. Den aktuella flygningen ingick i en utbildning för IR²⁶ MEP (land)²⁷.

På sitt program erbjöd skolan ett flertal utbildningar för såväl privat- som trafikflygarcertifikat samt andra specialinriktade vidareutbildningar för piloter.

Skolan bildades 2012. Nuvarande ägare tog över verksamheten 2017. Accountable Manager (AM) och Safety Manager (SM) hade inte tidigare arbetat inom ramen för ett säkerhetsledningssystem i flygbranschen.

Instruktören vid den aktuella flygningen var skolchef (HT) och flyginstruktörschef (CFI) vid intagande av SE-LUX i verksamheten. Befattningarna som HT och CFI ersattes med andra personer tidigare under 2019.

²⁶ IR (Instrument rating) – instrumentbehörighet.

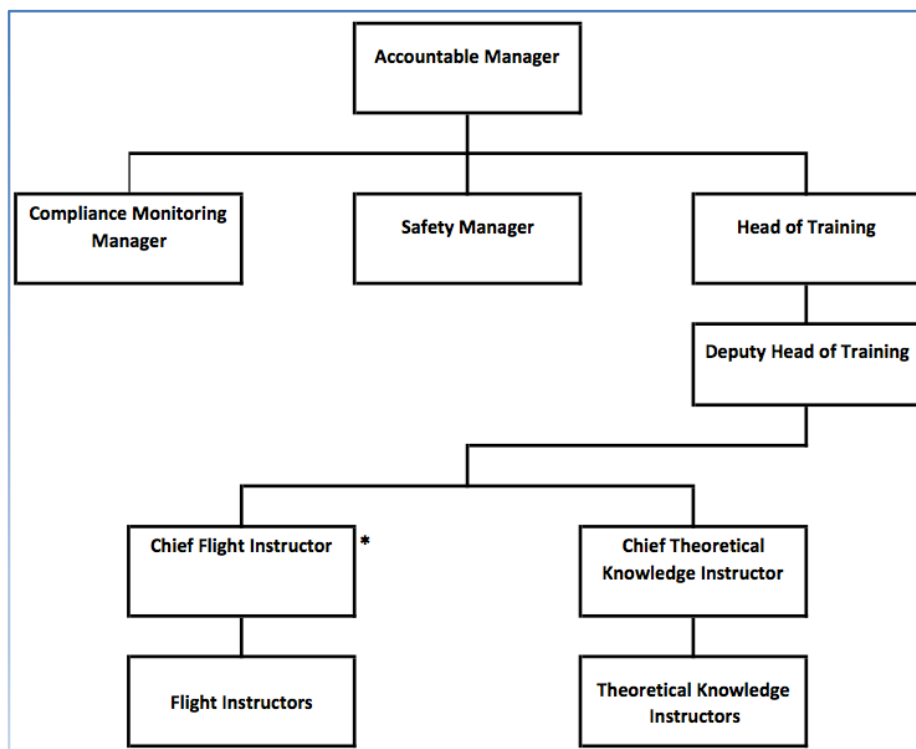
²⁷ MEP (land) – Multi Engine Piston (land) – flermotor, kolvmotor land.

1.17.2 Skolans ledningssystem

Skolans ledningssystem beskrevs i följande manualer:

- Operationell manual (OM), beskrev skolans verksamhet.
- Säkerhetsledningssystemmanualen (SMSM), beskrev skolans säkerhetsledningssystem.
- Ett antal utbildningshandböcker (TM) som beskrev träningens teoretiska och praktiska innehåll.

Operationell manual (OM)



Figur 18. Skolans, funktion och ledningssystemets struktur.

Vissa positioner i ledningssystemet var bemannade av samma person. Accountable Manager besatt även positionen Chief Flight Instructor med tillägg att han även var Deputy Head of Training. Safety Manager besatt även positionen som Compliance Monitoring Manager. Head of Training hade en tjänst på 50 procent där han arbetade tre veckor på skolan för att sedan vara frånvarande från skolan i tre veckor, då han flög kommersiellt för ett annat bolag. Detta var godkänt enligt gällande regelverk.

När det gäller befälhavarens ansvar, hanteringen av flygplanet samt nödprocedurer anges följande i den operationella manualen gällande checklistor.

OM A:8 Ansvarsområden för PIC²⁸

Vara ansvarig för normala operationer vid flygning, inkluderande normal hantering av flygplanet, läsande av checklistor, avlyssnande på radio och mer.

OM B:2 Hantering av flygplanet

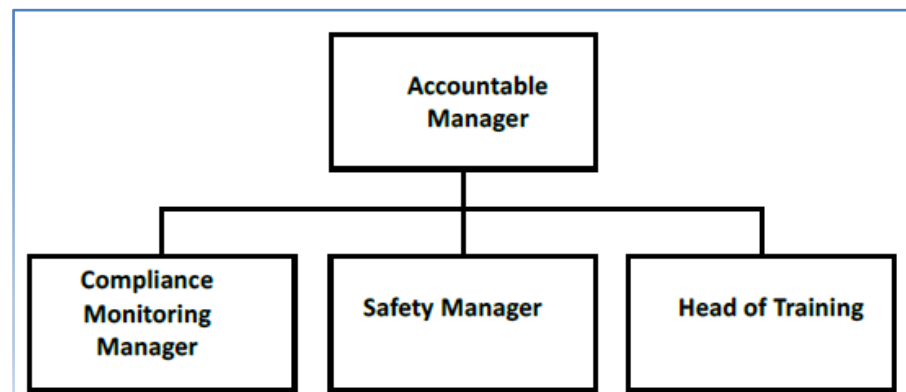
Innan några flygövningar, skall daglig tillsyn utföras. Varje pilot skall vara väl familjär med, och använda, specifik checklista. Respektive flygplans POH²⁹ skall användas.

OM B:3 Nödprocedurer

För praktisk flygplanshanteringsprocedur, se respektive flygplans POH.

Vid frågor från haverikommissionen har verksamhetsansvarig chef uppgett att flygplanets flyghandbok (POH) hade företräde före checklistor och SOP.

Säkerhetsledningssystemets manual (SMSM)



Figur 19. Säkerhetsavdelningen och säkerhetsavdelningsstrukturen.

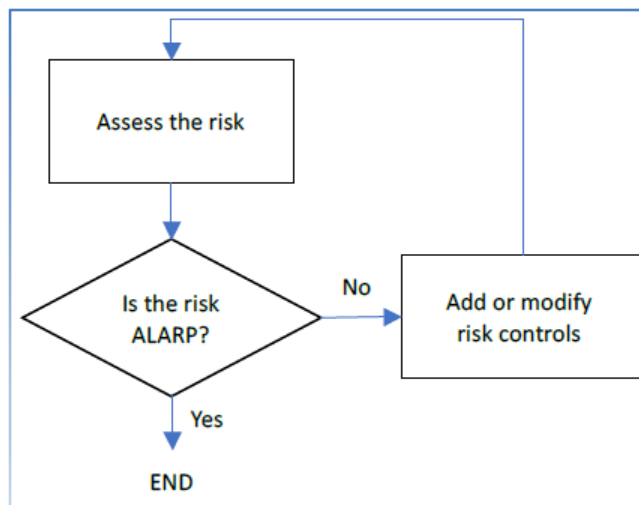
Safety Review Board (SRB) var skolans högsta styrande säkerhetsorgan och bestod av medlemmarna i säkerhetsavdelningen. SRB hade möten med 12 månaders intervall för att diskutera, utvärdera, bedöma och för att hitta och korrigera säkerhetsproblem som upptäckts under föregående period. Om behov uppstod kunde extra SRB-möten genomföras.

Safety Manager rapporterade direkt till Accountable Manager och var ansvarig för säkerhetsledningssystemets implementering, utförande och kontroll.

²⁸ PIC (Pilot in Command) – befälhavare.

²⁹ POH (Pilot Operating Handbook) – flyghandbok.

I SMSM fanns en riskhanteringsmodell beskriven som definierade och hanterade risker utifrån allvarlighet och sannolikhet med hjälp av en riskmatris. Hanteringen av risker skedde enligt metoden ALARP³⁰.



Figur 20. ALARP processen.

Nya risker som uppkom vid en implementering av riskreducerande åtgärder skulle också identifieras och hanteras.

Skolan använde sig av en riskhanteringslogg för att dokumentera faror och risker som SRB hanterade. I loggen beskrevs varje identifierad händelse eller fara varefter befintliga rutiner och barriärer som kontrollerade risken identifierades, dvs. en grundorsaksanalys. Slutligen bedömdes risken med hjälp av skolans riskhanteringsmodell. Ansågs risken vara så låg som praktiskt möjlig (ALARP) var risken acceptabel. Om risken däremot inte ansågs ALARP, dokumenterades en plan med åtgärder för att minska risken. När åtgärderna var genomförda dokumenterades detta och en ny bedömning av risken utfördes. Ansågs risken vara ALARP och accepterades kunde operationen fortsätta.

I skolans riskhanteringslogg fanns två punkter som beskriver händelser relaterade till landstället på aktuell flygplanstyp.

Den första händelsen gällde ett tillfälle där landstället inte kunde fällas ut med hjälp av normala procedurer. Befintliga rutiner och barriärer ansågs vara att följa nödprocedurer med hjälp av standardprocedurer (SOP) och flygplanets handbok (POH). Ingen grundorsak kunde identifieras och riskanalysens nivå var att ytterligare utvärdering skulle ske innan risken accepterades. Planen för att minska risken var att påpeka vikten av att följa nödprocedurer och läsa POH och checklistor innan flygning. I planen ingick även att lägga en separat nödchecklista i flygplanet och distribuera denna till lärare och elever via MyWeb log. Dessa åtgärder utfördes och risken ansågs vara ALARP.

³⁰ ALARP (As Low as Reasonable Practicable) – så låg som det är praktiskt möjligt.

Den andra händelsen handlade om en student som inte kunde se om noshjulet var nere i låst läge med hjälp av spegel på motorgondolen. Tillgängliga rutiner och barriärer ansågs vara att det fanns en spegel på vänster sida och att landstället var fullt fungerande. Som grundorsak angavs att eleven hade låg erfarenhet och flygningen genomfördes på natten så det var mörkt. Risken ansågs som acceptabel, men ytterligare riskreducerande åtgärder planerades genom att installera en till spegel på höger sida för instruktören samt att en konversation med instruktörerna skulle genomföras rörande beslut om lämpligheten att flyga nattkvalificering vid första flermotorflygningen. Dessa åtgärder utfördes och risken ansågs vara ALARP.

För att säkerställa säkerheten fanns några verktyg beskrivna i SMSM såsom indikatorer för säkerhetsprestanda (SPI)³¹, säkerhetsdata från olika källor, interna granskningar, hantering av förändring (MOC)³² och kontinuerlig förbättring.

Ingen dokumenterad riskanalys eller MOC har utförts vid införandet av det aktuella flygplanet i skolan. Flygplansindividen som skolan använde var från 1969 och hade haft en historik av problem med landställen. Skolan hade inte tidigare använt sig av flygplanstypen.

All personal inom organisationen fick säkerhetsutbildning relaterat till deras säkerhetsansvar. Säkerhetsinformation lämnades genom säkerhetsmöten, säkerhetsgenomgångar, nyhetsbrev och säkerhetsbulletiner. Nedan följer en sammanställning från de säkerhetsbulletiner som skickats ut till elever och lärare med händelser som historiskt handlat om problem med landstället för aktuellt flygplan i skolan före olyckan.

DATE	TITLE	INFORMATION
20180904	GEAR FAILURE LUX	During ME lesson landing gear refused to extend despite attempts to lower + shake it down. Gear extended manually. We wish to stress the importance of following emergency procedures and reading poh and checklists before flight. EMERGENCY CHECKLIST FOR GEAR FAILURE has been added to the checklist for the aircraft, put in plane and distributed to student and teachers via myweblog. Version 4.4 is now valid.
	NOSE GEAR LUX	During ME lesson a student had trouble seeing if the nose gear was down in the mirror, an extra mirror has been put on the instructors side for extra safety.

Figur 21. Skolans säkerhetsbulletin.

³¹ Safety Performance Indicator – säkerhetsprestandaindikatorer används för att utvärdera driftsäkerhetsprestanda genom övervakning.

³² Management of Change – förändringshantering.

1.17.3 Skolans standardrutiner (SOP) och checklistor

Skolan hade standardrutiner beskrivna i ett dokument som kallades "Standard Operating Procedures" (SOP). Detta dokument fanns inte beskrivet i skolans manualverk, men var accepterat som ett av skolans officiella dokument.

I SOP beskrevs i tillägg till Operationell manual (OM) hanteringen av checklistor.

- "Checklists for VFR flights are Read and Do and shall be done with list in hand."
- "All items with a "►" are by heart items and shall be performed without delay."
- "Checklists shall be read aloud, list in left hand, thumb in text."
- "Failures shall be remedied with checklist, no own procedures."
- "If no checklist exist, consult POH."

I flygplanet fanns en checklista utformad av skolan. Checklistan innehöll rutiner för både normal hantering av flygplanet och nödsituationer.

Checklistan "Before Engine Start" (se figur 22) tillämpades inför motorstart. Här kontrollerades flera punkter bland annat "Warning Lights" och "Fuse Panel".

Enligt skolan medförde punkten "Warning Lights" test av; "ALT OUT" lamporna i alternatorvarningsystemet, "Tank Selector Valve" lampa och "Cowl Flaps" lampa.

Testet för "ALT OUT" lamporna var i detta skede emellertid inte möjligt att genomföra eftersom alternatorströmställarna var i läge av (se avsnitt 1.6.4). Enligt checklistan sätts alternatorströmställarna på först efter motorstart.

<u>BEFORE ENGINE START</u>	
Documents	- ON BOARD
Gear	- DOWN
Battery Switch	- ON
Lights	- AS REQ
Pitot C & Rudder L	- ON BOARD
Instruments	- CHECKED
Warning Lights	- CHECKED
Radios & Autopilot	- SET & OFF
De-Ice Panel	- CHECKED
Fuse Panel	- CHECKED

Figur 22. Skolans checklista innan motorstart med två punkter rödmarkerade.

Skolans checklista som berörde nödprocedurer var markerade med röd ram. Figur 23 visar skolans nödchecklista för landställsfel. Checklistan överensstämmer inte med proceduren i flyghandboken (jfr avsnitt 1.6.5).

GEAR FAILURE CHECKLIST	
▶ LDG GR MTR CRCT BRKR	- PULL
▶ LDG GR HANDLE	- DOWN
▶ COVER OF HANDCRANK	- REMOVE
▶ MECHANICAL INDICATOR	- CHECK
▶ GEAR POSITION LIGHTS	- CHECK
▶ WARNING HORN	- CHECK
▶ LDG GR RELAY CRCT BRKR	- CHECK
▶ LDG GR RELAY CRCT BRKR	- CHECK

Figur 23. Flygskolans checklista för landställsfel.

1.17.4 Skolans träning för flygplanet

Skolan genomförde en teoretisk teknisk utbildning för flygplanet genom en lärarledd lektion med hjälp av en Power Point Presentation där även vissa operationella delar ingick.

När det gäller flermotoriga enpilotsluftfartyg ska teoriprovet vara skriftligt och antalet flervalfrågor ska avgöras av luftfartygets komplexitet enligt regelkravet i FCL.725. ATO:n är skyldig att visa att han/hon har den teoretiska kunskapsnivå som krävs för att framföra den tillämpliga klassen eller typen av luftfartyg på ett säkert sätt.

Teknisk utbildning på typen

I den teoretiska delen ingick information om den mekaniska landställsindikatorn. Däremot nämndes inte speglarna på motorgondolerna vilka var en del av skolans rutiner för att se noshjulets position.

Ett antal bilder i presentationen hanterade elsystemet. På en bild anges att flygplanet skulle ha två 25 a/h batterier i serie. Det aktuella flygplanet hade emellertid två 20 a/h batterier i serie. I samma bild anges "ON/OFF (Generator/Alternator still online)" bredvid ett fotografi med huvudströmställaren inringad. Är huvudströmställaren avslagen kan dock inte alternatorerna fungera.

På en annan bild i presentationen angavs att belastningsmätarna visade procent av belastning i systemet. Belastningsmätarna i flygplanet visade dock belastning i ampere (se avsnitt 1.6.4). Vidare angavs det att "ALT OUT" lamporna skulle lysa när alternatorströmställarna är av-

slagna eller att strömmen i systemet är låg, vilket inte heller överensstämmer med systemets funktion.

Efter utbildning följde ett tekniskt prov som fick utföras med stöd av manualerna. Provet innehöll 20 frågor och för att klara provet krävdes minst 75 procent rätt svar, elevens resultat var 100 procent.

Provet innehöll två frågor relaterade till elsystemet och inga frågor relaterade till landställssystemet. Enligt flygskolan var en av de två frågorna angående elsystemet medvetet utformad så att det inte fanns något rätt svar. Skolans tanke var att eleven skulle uppmärksamma att frågan inte gällde för det aktuella flygplanet och att det inte fanns ett korrekt svar. Endast om eleven uppmärksammade skolan på att inget korrekt svar fanns, fick eleven rätt på frågan.

Frågan gällde under vilka förutsättningar ”*yellow battery charge rate caution light*” var tänd, en varningslampa som inte fanns installerad i det aktuella flygplanet. Eleven valde ett av alternativen på flervalssfrågan.

Instruktören hade inte någon dokumenterad teknisk kurs för flygplans-typen. Det förklarades, av skolan, med att instruktören var skolchef (HT) och flyginstruktörschef (CFI) vid intagande av SE-LUX och delaktig i utformningen av utbildningsmaterialet.

Operationell utbildning på typen

Den operationella utbildningen var integrerad i briefingerna inför varje flygpass.

1.17.5 Föreskrifter för verksamheten

Flygverksamhet som bedrivs inom EU lyder under de gemensamma luftfartsbestämmelser som finns i Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/1139 om fastställande av gemensamma bestämmelser på det civila luftfartsområdet m.m. och förordningar som sorterar under denna. Efterlevnaden av bestämmelserna kontrolleras på EU-nivå av EASA³³, som även utövar tillsyn över medlemsländernas nationella luftfartsorganisationer och tillsynsmyndigheter.

Skolverksamhet av den typ som bedrivs vid den aktuella skolan, regleras av kommissionens förordning (EU) 1178/2011, Bilaga VII, Del ORA, Kapitel ATO. Här föreskrivs de krav som en godkänd flygutbildningsorganisation, ATO³⁴, måste uppfylla för att få tillstånd att bedriva flygutbildning. I kraven ingår att den aktuella verksamheten har upprättat ett kvalitets- och säkerhetsledningssystem, SMS³⁵ och CMS³⁶.

³³ EASA (European Aviation Safety Agency) – Europeiska unionens byrå för luftfartssäkerhet.

³⁴ ATO (Approved Training Organisations) – godkänd utbildningsorganisation.

³⁵ SMS (Safety Management System) – säkerhetsledningssystem.

³⁶ CMS (Compliance Monitoring System) – ledningssystem för regelefterlevnad.

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

Skolflygsverksamheten regleras av kommissionens förordning (EU) 965/2012, Bilaga VII, Del-NCO³⁷. Den nationella tillsynsmyndigheten för luftfart i Sverige dvs. Transportstyrelsen ska godkänna den planerade verksamheten och även utöva tillsyn under drift.

1.17.6 Tillsyn under drift

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

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

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

Vid verksamhetskontrollerna 2018 och 2019 noterades vissa avvikelser när det gäller riskhantering och riskreducering. Bland annat noterades att operativa risker inte omhändertogs vid införandet av ett nytt luftfartyg samt att beskrivna risker i riskhanteringslogg inte kunde påvisas som genomförda trots att risker dokumenterats som acceptabla. Dessa avvikelser var antecknade som åtgärdade.

1.18 Övrigt

1.18.1 Tidigare rapporterade landställsproblem med SE-LUX

Det har vid två tidigare tillfällen kommit in rapporter till Transportstyrelsen om tillbud vad det gäller landställsproblem med SE-LUX.

År 2014 buklandade flygplanet SE-LUX på Dala Järna flygplats. Vid det tillfället visades grön indikeringslampa och ljudvarning ljud under sättningen enligt piloten. SHK utredde inte tillbudet då det inte fanns tillräckliga skäl för utredning.

³⁷ Del-NCO – icke-kommersiell flygdrift med andra luftfartyg än komplexa motordrivna luftfartyg.

Den 26 augusti 2018 rapporterade piloten på SE-LUX att landstället inte gick att fälla ut i luften. Besättningen fick sedan ut landstället manuellt och kunde landa på Malmö flygplats utan vidare anmärkning.

1.18.2 Lågvoltsvarning

I Luftfartsstyrelsens föreskrifter (LFS 2007:58) och allmänna råd om privatflygning med flygplan fanns tidigare ett operationellt krav, vid flygning enligt IFR³⁸ eller i mörker, på en varningsanordning (ljus-, ljud- eller flaggvarning) för en distinkt indikering om generatorsystemet inte förmår ladda batteriet eller hålla det laddat. LFS 2007:58 upphävdes dock den 1 oktober 2019.

Under tiden detta krav var gällande i Sverige, installerades det ett enkelt lågvoltsvarningssystem för att detektera om spänningen understiger 13 volt för ett 14 volts system eller 25 volt för ett 28 volts system. Vid understigande av dessa värden tänds en varningslampa för att tydligt uppmärksamma piloten på att ett problem finns i systemet för batteriladdning.

Ett liknande krav finns inte med i EASA:s aktuella operationella regelverk.

Beechcraft 95 certifierades under CAR³⁹ 3, daterad 15 maj 1956, med USA som konstruktionsland. I elsystemets arkitektur fanns ingen distinkt indikering om alternatorsystemet inte förmår ladda batteriet eller hålla det laddat.

På nya konstruktioner, under certifieringsreglerna (CS-23⁴⁰) hade, enligt EASA, inte ett sådant elsystem blivit godkänt för certifiering.

I de gällande certifieringskraven CS23.1351, som är certifieringskraven för denna flygplanskategori, så står det bland annat följande angående alternatorsystemet.

Generatorsystem. Det måste finnas minst en generator/växelströmgenerator om det elektriska systemet levererar ström till lastkretsar som är nödvändiga för säker drift. Det måste finnas ett sätt att omedelbart ge varning till besättning vid ett fel i någon generator/alternator.

Varje generator/alternator måste ha ett överspänningskydd utformad och installerad för att förhindra skador på det elektriska systemet.

I händelse av en fullständig förlust av det primära elsystemet måste batteriet kunna tillhandahålla 30 minuters elektrisk kraft till de belastningar som är nödvändiga för fortsatt säker flygning och landning.

³⁸ IFR – instrumentflygregler.

³⁹ CAR (Civil Air Regulations) – certifieringsspecifikation, föregångare till FAR och CS.

⁴⁰ CS-23 – Normal, Category Aeroplanes – certifieringsspecifikation för normalklassad flygplanskategori.

Tidsperioden på 30 minuter inkluderar den tid som krävs för piloten(erna) att upptäcka förlusten av genererad kraft och vidta lämplig belastningsutjämning.

Dessa krav gäller för både för en och flermotoriga flygplan.

1.18.3 Vidtagna åtgärder

Inga.

1.18.4 Liknande händelser

Den 19 december 2002 återvände en finskregistrerad Beechcraft 55 tio minuter efter start från Stockholm/Bromma flygplats i mörker på grund av elektriskt fel och buklandade. Se haverirapport RL 2004:01.

1.19 Särskilda utredningsmetoder

Inga.

2. ANALYS

2.1 Inledande utgångspunkter

Genom de registreringar som har analyserats tillsammans med uppgifter från intervjuer med bland annat besättningen har händelseförloppet i stort kunnat fastställas. Det är således klarlagt att flygplanet fick ett totalt elbortfall under flygningen samt att flygplanet landade utan att landställen var fullt utfällda och i låst läge. De frågeställningar som haverikommissionen framför allt har att besvara är orsaken till elbortfallet och det förhållandet att landställen inte var fullt utfällda, samt varför detta inte uppmärksammades. Som en del av förklaringen finns det även skäl att närmare analysera den utbildning på flygplanet som besättningen hade erhållit från flygskolan samt säkerhetslednings-systemets förmåga att identifiera risker i verksamheten.

2.2 Varför slutade elsystemet att fungera?

Av de belastningsberäkningar som har gjorts (se avsnitt 1.16.3), framgår det att batterierna mest troligt varit den enda spänningskällan under flygningen.

Att batterierna inte har laddats under flygningen kan förklaras med att båda säkringarna för alternatorerna hade lösts ut, varvid strömskenan inte försågs med spänning från alternatorerna som skulle ha laddat batterierna. Efter att säkringarna löst ut har batterierna varit den enda strömkällan. När säkringarna har löst ut har inte gått att fastställa.

Haverikommissionens undersökningar (se avsnitt 1.16.2) visar att säkringarna inte uppfyllde specifikationen för en likvärdig säkring när det gällde resistansen genom säkringarna. Båda säkringarna löste dessutom ut innan den specificerade maximala belastningen uppnåddes. Detta beror mest troligt på att det bildats oxid på kontaktytorna inuti säkringarna som ger en högre resistans, vilket leder till att säkringen löser ut innan uppnådd specifikation. Att mätvärdena under testerna varierade beror också mest troligt på oxidbildningen.

Vid starten av höger motor gjordes flertalet försök innan motorn till slut startade. Dessa startförsök har sänkt kapaciteten på batterierna. Hur låg kapaciteten har varit efter dessa startförsök är dock svårt att fastställa. En låg kapacitet på batterierna vid inkoppling av alternatorerna kan medföra en hög belastning på elsystemet i form av hög strömstyrka. Detta kan leda till att en säkring som inte uppfyller specifikationen löser ut utan att det är något annat fel i systemet.

Det har inte med säkerhet gått att fastställa varför elbortfallet skedde.

2.3 Varför upptäckte besättningen inte att batterierna var enda spänningskällan?

Besättningen har under intervjuer berättat att de inte under någon del av flygningen noterat att någon av varningslamporna "ALT OUT" lyst. Det framstår som osannolikt att varningslampan lyst och att varken instruktören eller eleven uppmärksammade detta.

Under undersökning av elsystemet har haverikommissionen funnit att en säkring hade smält i systemet för alternatorernas felindikering "ALT OUT", vilket skulle medfört att vänster "ALT OUT" varningen tändes om strömställaren för vänster alternator varit på (se avsnitt 1.12.3).

Enligt haverikommissionens mening finns det två alternativ som skulle kunna förklara att varningslampan inte lös trots att alternatorerna inte bidrog till flygplanets strömförsörjning. Det ena är att strömställarna till alternatorerna har varit på och säkringarna för alternatorerna var utlösta samt att smältsäkringen hade smält i samband med elbortfallet. Det andra är att strömställaren till höger alternator var på och strömställaren till vänster alternator var av, samt att båda säkringarna för alternatorerna var utlösta. Haverikommissionen har emellertid inte kunnat fastställa vilket alternativ som förelåg vid tillfället.

Den enda möjligheten för besättningen att se att alternatorsystemet inte förmådde att ladda batterierna var att regelbundet kontrollera belastningsmätarna och voltmätaren. Belastningsmätarnas utformning av skalan kan vara svåravläst, eftersom skalstrecket för 0, lätt skulle kunna misstas för 12,5 ampere (se figur 8 i avsnitt 1.6.4). Dessutom ingår inte belastningsmätare och voltmätare normalt i de instrument som piloten kontinuerligt övervakar vid instrumentflygning. Sammantaget kan detta förklara varför avsaknaden av laddning inte uppmärksammades.

Ett tydligt varningssystem för låg batterispänning skulle sannolikt medfört att piloterna observerat att laddningen inte fungerade.

Mot den bakgrunden bör EASA utvärdera och ta ställning till om ett varningssystem som tydligt visar att batteriet inte laddas, bör införas som operationellt krav på luftfartyg som opereras under instrumentflyg-reglerna eller mörker.

2.4 Varför lyckades man inte manuellt fälla ut landstället till fullt utfällt läge?

I och med strömbortfallet gick det inte längre att använda den elektriska landställsaktuatorn för att fälla ut landstället. I stället var besättningen tvungna att använda den manuella utfällbara veven.

Efter olyckan konstaterades att veven var 24 varv från fullt utfällt läge. Den tröghet som eleven kände och som han upplevde som ett ändläge, var sannolikt det naturliga mekaniska motståndet som uppstod i landställsmekanismen när man kommer till låsläget. Den utfällbara veven som används för att manuellt fälla ut landstället fälldes inte in när

eleven ansåg att landstället var fullt utfällt. Eftersom landstället inte var låst i fullt utfällt läge är det möjligt att veven roterade tillbaka ett antal varv när landstället belastades och trycktes ihop under landningen.

Landställets checklista utfördes inte fullt ut. De speglar som monterats för att visuellt kontrollera landställens förväxlades med den visuella mekaniska landställsindikatorn som checklistan syftade på och som besättningen inte var medvetna om.

Varför alla nödvändiga åtgärder inte utfördes kan bero på bristande kunskap om flygplanets system i kombination med en stressad situation i bullrig miljö i mörker.

2.5 Utbildningen på flygplanet

Som framgått ovan hade varken eleven eller instruktören tillräckliga eller korrekta kunskaper om hur el- och landställssystemen fungerade. Checklistan för manuell utfällning av landstället utfördes, dock förstod inte besättningen innebörden av alla punkter.

Det finns därför skäl att närmare analysera flygskolans utbildning av eleven och instruktören.

Flygskolan hade före påbörjad praktisk utbildning en teknisk utbildning på typen under en dag. Vid utbildningen, som var lärarledd med en Powerpointpresentation som underlag, presenterades tekniska delar av flygplanet och vissa operationella begränsningar. Den operativa delen, som beskriver hur flygplanet ska opereras och hantering av nödförfaranden, var en del av det som skulle gås igenom före varje flygpass. I efterhand kan det konstateras att hanteringen av den uppkomna nödsituationen hade brister. Hantering av flygplanet i normala och onormala operationer är en stor del av utbildningen. Instruktören kan missa väsentliga delar om denna del endast utförs i samband med flygpasset.

Den tekniska utbildningen som skolan bedrev hade flera uppgifter i utbildningsmaterialet som inte stämde överens med hur elsystemet fungerade (se avsnitt 1.17.4). Det fanns även uppgifter i flyghandboken som inte var korrekta beträffande elsystemet. Huruvida dessa avvikelser har påverkat besättningens hantering av elsystemet går emellertid inte att säga. Utifrån uppgifterna i utbildningen och flyghandboken är det dock rimligt att anta att besättningen förväntade sig att minst en av varningslamporna hade lyst när alternatorerna inte bidrog till strömförsörjningen, vilket kan förklara varför felet inte identifierades.

När det gäller instruktion och träning för manuell utfällning av landstället hade varken lärare eller elev utfört proceduren och hade inte heller kännedom om den mekaniska indikatorn som visade landställets position. I stället användes speglarna på motorgondolerna för att försöka se om landstället var fullt utfällt. Systemet med speglar är dock inte användbart under mörker och är heller inte något som typcertifikatinnehavaren rekommenderar. Den mekaniska indikeringen finns

med i dokumentationen för den tekniska kursen. Enligt intervjuuppgifter diskuterades dock framför allt speglarna på motorgondolerna som metoden för att se om landstället var utfällt, i enlighet med vad som framgår av flygskolans riskhanteringslogg och åtgärdsprogram. Det kan vara en förklaring till att besättningen inte hade kännedom om eller kom ihåg den mekaniska indikatorn.

2.6 Säkerhetsledningssystemet

Av det föregående avsnittet framgår att det fanns brister i utbildningen både när det gäller elsystemet och hanteringen av landstället vid en nödsituation. Grundtanken med ett säkerhetsledningssystem är att proaktivt identifiera risker i verksamheten och vidta riskreducerande åtgärder. Inträffar händelser ska åtgärder vidtas för att minimera risken för ett upprepande.

Att skapa ett fungerande säkerhetsledningssystem som är både dokumenterat och fungerande i praktiken kan vara svårt. Att det är få personer involverade är i sig inte unikt i små verksamheter, men erfarenheten och förståelsen för säkerhetsledningssystem kan underlättas av tidigare erfarenheter.

Ledningssystemets mognad kan avspeglas dels i verksamhetskontrollernas resultat, dels i den interna hanteringen av risker dokumenterade i bland annat flygskolans riskdokumentation riskhanteringslogg.

I riskhanteringsloggen fanns det två händelser upptagna som berör olyckan. De identifierade riskerna identifierades med anledning av inträffade händelser. Den ena händelsen rörde ett tillfälle där landstället inte kunde fällas ut med normala procedurer. Det andra rörde ett tillfälle när en elev inte kunde se om noshjulet var nere med hjälp av spegeln på motorgondolen.

Den första händelsen resulterade i att en checklista togs fram för att minska risker och öka tydligheten. Checklistan överensstämde emellertid inte med någon procedur i flyghandboken och saknade bland annat den väsentliga informationen i flyghandboken om hur veven skulle hanteras.

Det finns även en otydlighet om hur checklistorna ska hanteras och hur de förhåller sig till flyghandboken. I den operationella manualen anges att både flyghandboken och checklistorna ska användas. I SOP anges att checklisten har företräde och att om någon sådan inte finns så ska flyghandboken konsulteras.

Vid haverikommissionens frågor har flygskolans ledning uppgett att flyghandboken alltid ska användas oavsett om någon checklista finns. Enligt haverikommissionens mening är styrningen av verksamheten i denna del otydlig och kan förklara varför flyghandboken användes och inte den särskilda checklisten som tagits fram som en riskreducerande åtgärd.

I en nödsituation är det särskilt viktigt att det inte råder någon tveksamhet för piloten vilka instruktioner som ska användas och det finns sällan tid för att i en sådan situation konsultera och jämföra innehållet i check-listor och handböcker och utifrån detta fatta beslut om vilka åtgärder som ska vidtas.

Vid den andra händelsen låg fokus i riskhanteringsloggen på speglar på motorgondolerna som metod för att kontrollera att landstället var ute. Metoden och barriären som var angiven i flyghandboken, dvs. den manuella noslandställsindikeringen, berördes inte och var heller inte med i den Safety Bulletin som kommunicerades ut. Den manuella noslandställsindikeringen var inte heller justerad till att visa korrekt utfällt läge. Detta kan tyda på att noslandställsindikeringen antingen inte ansågs fungerande, eller att man inte var medveten om eller inte förstod dess funktion. Sammantaget kan detta förklara varför besättningen försökte kontrollera landställets läge med hjälp av speglarna. En metod som inte fungerade i mörker.

I sammanhanget finns det även skäl att notera att det inte fanns någon dokumenterad riskanalys från när flygplanet togs in i verksamheten. Mot bakgrund av det vid verksamhetskontrollerna har anmärkts på att ingen riskanalys genomförts vid införandet av en ny flygplanstyp, hade det varit lämpligt med en inventering rörande övriga flygplan vid skolan, inklusive SE-LUX. Samtidigt är det inte säkert att de operativa och tekniska risker som utredningen belyst hade hittats. Förutsättningarna för detta är dock större med ett systematiskt och strukturerat system med dokumentation över genomförandet.

2.7 Räddningsinsatsen

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

3. UTLÅTANDE

3.1 Utredningsresultat

- a) Instruktören hade behörighet att utföra flygningen.
- b) Flygplanet hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis.
- c) Flygskolan var en godkänd utbildningsorganisation (ATO).
- d) Flygpasset var det femte passet för eleven men det första under instrumentflygreglerna (IFR) på typen.
- e) Avsikten med flygpasset var att träna manövrar och därefter instrumentinflygningar.
- f) Under det att motorerna startades utfördes flera startförsök på höger motor innan den startade.
- g) Efter start blev det mörker.
- h) Omkring sexton minuter efter start blev flygplanet successivt strömlöst.
- i) Flygningen utfördes efter strömbortfallet endast med yttre referenser.
- j) Efter det att transpondersvaret upphört kunde flygtrafikledningen under fyra minuter se flygplanet via primärradar innan radarekot försvann.
- k) Ljudnivån blev hög efter strömbortfallet då inte intercomsystemet längre fungerade och det blev svårt att kommunicera.
- l) Instruktören tog över flygningen och beordrade eleven att utföra punkterna för manuell utfällning av landställ.
- m) Punkten på checklistan som hanterar den mekaniska indikeringen för kontroll av landställets läge var inte känd av instruktören eller eleven.
- n) Spegelarna som var monterade på motorgondolerna beskrevs inte i flygplanets handbok.
- o) Flygtrafikledningen fick åter upp flygplanet på primärradar då det befann sig på fyra nautiska mils final.
- p) Flygtrafikledningen gav klart landa i form av tänd grön lampa.
- q) Vid landning såg flygledaren i tornet att det slog gnistor från flygplanet och larmade räddningstjänsten.
- r) Instruktören och eleven lämnade flygplanet utan att stänga av några strömbrytare.
- s) Räddningstjänsten skummade banan.

3.2 Orsaker till olyckan

Olyckan orsakades av att piloterna saknade tillräcklig kunskap om landställets manuella utfällningsfunktion, vilket ledde till att landstället inte var ute och låst före landningen.

Bidragande har varit:

- Instruktionen i flygplanets flyghandbok för det elektriska systemet stämde inte överens med hur det installerade systemet fungerade.
- Bristande kunskap om elsystemet.
- Avsaknad av ett varningssystem som tydligt ger indikering på att batteriet inte laddas av alternatorerna.
- Otydligheter i utbildningsorganisationens instruktioner för operationen, riskhanteringsarbete och utbildning.

4. SÄKERHETSREKOMMENDATIONER

EASA rekommenderas att:

- Utvärdera och ta ställning till om ett varningssystem som tydligt ger indikering på att batteriet inte laddas av alternatorerna kan införas som operationellt krav på luftfartyg som opereras under instrumentflygreglerna eller mörker. (RL 2020:11 R1)

Typcertifikatinnehavaren Textron Aviation Inc. rekommenderas att:

- Uppdatera POH så att funktionen av ALT OUT varningen överensstämmer med rätt serienummer för flygplanet. (RL 2020:11 R2)

Transportstyrelsen rekommenderas att:

- Informera operatörer som flyger under instrumentflygreglerna eller mörker om riskerna med flygplanstyper som inte har lågvoltsvarning installerad. (RL 2020:11 R3)

SHK emotser besked **senast den 17 februari 2021** om vilka åtgärder som har vidtagits med anledning av de säkerhetsrekommendationer som har lämnats i rapporten.

På haverikommissionens vägnar


Mikael Karanikas

Johan Nikolaou