



Slutrapport RL 2021:06

**Olycka på Linköping/Saab flygplats,
Östergötlands län, den 26 september 2020
med flygplanet SE-CXN av modellen
Cessna-180D, opererat av en privatperson**

Diariernr L-83/20

2021-06-10

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 Sjäden/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
1.2 Personskador.....	10
1.3 Skador på luftfartyget	10
1.4 Andra skador.....	10
1.5 Besättningen.....	10
1.5.1 Pilotens kvalifikationer och tjänstgöring.....	10
1.6 Luftfartyget	10
1.6.1 Flygplanet	11
1.6.2 Flyghandboken	12
1.6.3 Huvudlandstället.....	12
1.6.4 Flygplanets underhåll	14
1.7 Meteorologisk information	15
1.8 Navigationshjälpmedel	15
1.9 Radiokommunikationer.....	15
1.10 Flygfältsdata.....	16
1.11 Färd- och ljudregistratorer	17
1.11.1 Registrering från läsplatta.....	17
1.11.2 Videoupptagning från flygtrafikledningen	18
1.12 Olycksplats och luftfartygsvrak	19
1.12.1 Olycksplatsen	19
1.12.2 Luftfartygsvraket	21
1.13 Medicinsk information.....	23
1.14 Brand.....	24
1.15 Överlevnadsaspekter.....	24
1.15.1 Räddningsinsatsen	24
1.15.2 Ombordvarandes placering och skador samt användning av bälten....	24
1.16 Särskilda prov och undersökningar.....	25
1.16.1 Undersökning av skruv till landstället	25
1.16.2 Undersökning av skruvförbandet för vänster landställ	27
1.16.3 Referensprov av skruv och mutter.....	27
1.16.4 Beräkning av krafter på landstället vid en ground loop.....	28
1.16.5 Beräkning av flygplanets fart över tröskeln.....	29
1.17 Berörda aktörers organisation och ledning	30
1.18 Övrigt.....	30
1.18.1 Vad är en ground loop?	30
1.18.2 Tidigare händelser med flygplanstypen.....	32
1.18.3 Vidtagna åtgärder	33
1.19 Särskilda utredningsmetoder.....	33
2. ANALYS	34
2.1.1 Förutsättningar.....	34
2.1.2 Händelseförloppet.....	34
2.2 Överlevnadsaspekter.....	35

2.2.1	Räddningsinsatsen.....	35
2.3	Tekniska undersökningar.....	35
3.	UTLÅTANDE.....	37
3.1	Utredningsresultat.....	37
3.2	Orsaker till olyckan	38
4.	SÄKERHETSREKOMMENDATIONER	38

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 26 september 2020 om att en olycka med ett flygplan med registreringsbeteckningen SE-CXN inträffat på Linköping/Saab flygplats, Östergötlands län, den 26 september 2020 klockan 15.05.

Olyckan har utretts av SHK som företrätts av John Ahlberk, ordförande, Gideon Singer, utredningsledare, och Ola Olsson, teknisk utredare.

Som rådgivare för Transportstyrelsen har Magnus Axelsson och Johan Nordström deltagit och för Europeiska byrån för luftfartssäkerhet (EASA) har Alessandro Cometa deltagit.

Haverikommissionen har biträtts av Magnic AB som expert inom ljud- och bildanalys och av Element Materials Technology AB för materialanalys.

EASA, EU-kommissionen, den amerikanska haveriutredningsmyndigheten (NTSB) och Transportstyrelsen har notifierats om utredningen.

Utredningsmaterialet

Intervjuer har genomförts med piloten, passageraren, flygtrafikledaren, insatsledaren och flygplatschefen. Flygplanet och haveriplatsen har undersökts. En videoinspelning av händelsen från den fjärrstyrda trafikledningen RTS (Remote Tower Services) har analyserats. Skruvförbandets hållfasthet och mutterns metallrester har undersökts och analyserats.

Ett haverisammanträde hölls den 1 december 2020. Vid mötet presenterade haverikommissionen det faktaunderlag som förelåg vid tidpunkten.

Slutrapport RL 2021:06

Luffartyg:	
Registrering, typ	SE-CXN, Cessna 180
Modell	180D
Klass, luftvärdighet	Normal, luftvärdighetsbevis och gällande granskningsbevis (ARC) ¹
Serienummer	18050969
Ägare	Privat
Tidpunkt för händelsen	26 september 2020, klockan 15.05 i dagsljus
	Anmärkning: all tidsangivelse avser svensk sommartid (UTC ² + 2 timmar)
Plats	Bana 11, Linköping/Saab flygplats, Östergötlands län (position 5840N 1567E, 50 meter över havet)
Typ av flygning	Privat
Väder	Enligt SMHI:s analys: Nordostlig Vind 5–10 knop, sikt > 10 km, moln 5–8/8 på 1 000–1 500 fot, temperatur/daggpunkt +17/+15°C, QNH ³ 1002 hPa
Antal ombord:	2
Besättning inklusive kabin	1
Passagerare	1
Personskador	Inga
Skador på luftfartyget	Betydande
Andra skador	Inga
Piloten:	
Ålder, certifikat	54 år, PPL ⁴
Behörighet	SEP ⁵ (land)
Total flygtid	440 timmar*, varav 1,6 timmar på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	1,6 timmar, alla på typen
Antal landningar senaste 90 dagarna	5
	* Med sporrhjulflygplan 348 timmar och 506 landningar
	Skilnadsutbildning för sporrhjulflygplan utförd september 2002

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

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

³ QNH – anger det atmosfäriska trycket reducerat till havsytans medelnivå.

⁴ PPL (Private Pilot License) – privatflygcertifikat.

⁵ SEP(land) (Singel Engine Piston Land) – klassbehörighet för enmotorigt kolvmotorflygplan som startas och landas på land.

SAMMANFATTNING

Händelsen inträffade i samband med en kort lokal flygning från Linköping/Saab flygplats (ESSL) där även landningen planerades ske. Ombord fanns piloten och en passagerare.

Inflygningen till bana 11 följde en normal glidbana och sättningspunkt ca 300 meter in på banan. Efter en kort rullning på banan började flygplanet gira åt vänster och rolla åt höger. Härigenom hamnade flygplanet i en okontrollerad gir, s.k. *ground loop*, och åkte av banan med brutet höger landställ och skadad högervinge som följd.

Momentanvinden vid bana 11 vid tiden för olyckan var från nordost 5–8 knop och utan några vindbyar som avvek markant från medelvinden.

Vid olyckan slets höger landställ ut ur sina infästningar i flygplanets struktur och vek sig under flygkroppen. Skruven för landställets inre infästning var böjd och delar av gängorna var skadade. Muttern till skruven saknades och har inte kunnat återfinnas. Den samlade bilden av skadeförloppet tyder på att mutterns gängor har brutit till följd av momentan överbelastning i skruvens längsriktning. Eventuella brister i skruvförbandet med avseende på åtdragning eller slitna gängor i muttern kan ha försvagat förbandet.

Olyckan orsakades av att landningsförsöket fortsattes trots att ett flertal studsar uppstod.

Bidragande orsak till olyckan var pilotens begränsade erfarenhet av flygplans-typen och att sättningen oavsiktligt skedde på huvudlandställen i stället för den planerade trepunktslandningen.

Skadorna orsakades av de stora sidokrafterna på hjulet som ledde till att höger landställets inre skruvförband överbelastades. Landstället vek sig och bröts av, varpå högervingen träffade marken och fick strukturella skador.

Det kan inte uteslutas att det fanns svagheter i skruvförbandet orsakat av ett otillräckligt åtdragningsmoment eller slitage av muttern.

Säkerhetsrekommendationer

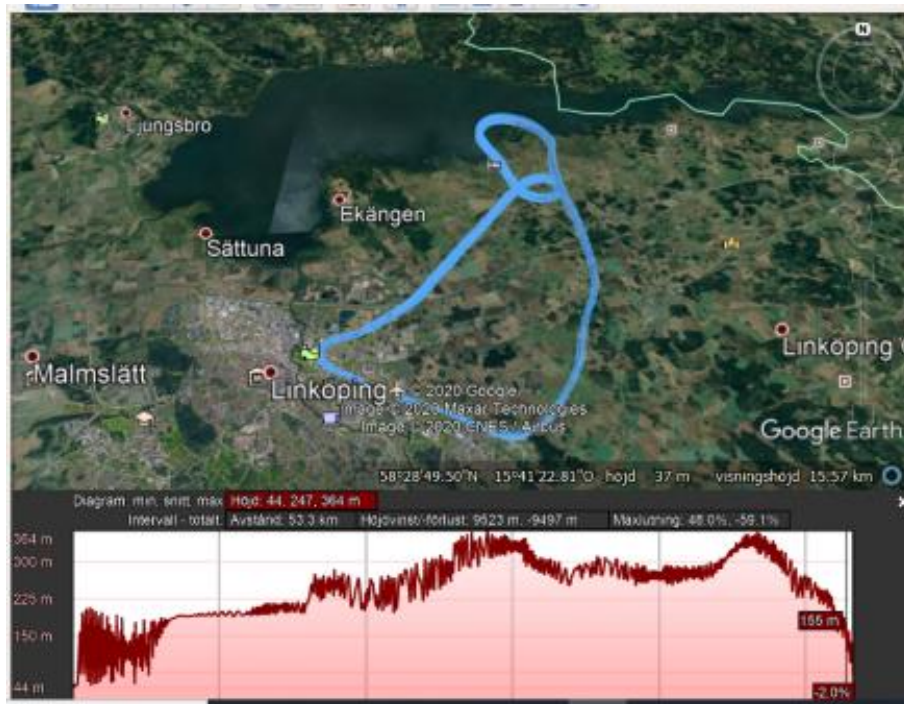
Inga.

1. FAKTAREDOVISNING

1.1 Redogörelse för händelseförloppet

1.1.1 Förutsättningar

Flygningen var en kort lokal flygning från Linköping/Saab flygplats (ESSL) enligt de visuella flygreglerna. Piloten hade god kännedom om flygområdet och hade vana av flygning med sporrhjulsflygplan⁶. Pilotens flygtid på typen var 1,6 flygtimmar.



Figur 1. Flygningens bana från start till landning enligt registrering i passagerarens läsplatta.

1.1.2 Händelseförlopp

Av filmmaterial från den fjärrstyrda trafikledningen RTS (Remote Tower Services) framgår att inflygningen till bana 11 följde en normal glidbana och sättningspunkten var ca 300 meter in på banan. Efter en kort rullning på banan började flygplanet gira åt vänster och rolla åt höger (vänster vinge lyftes upp) varpå flygplanet åkte av till vänster om den belagda ytan av landningsbanan.

Enligt piloten var landningen planerad som en trepunktslandning, dvs. att samtliga tre hjul tar i mark samtidigt, vilket är rekommendationen i flyghandboken. Enligt piloten skedde emellertid sättningen på huvudhjulen först och med en något högre fart än planerat vilket ledde till några studsar på banan. Flygplanet började gira åt vänster och piloten kunde inte hejda girrörelsen med sidroder eller broms. Härigenom

⁶ Sporrhjulsflygplan – ett flygplan som har sina huvudhjul fram och ett litet hjul bak. Landställskonfigurationen kräver en speciell teknik för taxning, start och landning.

hamnade flygplanet i en okontrollerad gir, s.k. *ground loop*⁷, och åkte av banan med brutet höger landställ och skadad högervinge som följd.

Flygplanet transporterades till en hangar och banan sopades ren för att möjliggöra landning av inkommande linjetrafik. På banan fanns tydliga spår av däck och metall som slutade med spår i gräset.

Olyckan inträffade i dagsljus i position 5840N 1567E, 50 meter över havet.

1.2 Personskador

Inga.

1.3 Skador på luftfartyget

Betydande. Se närmare i avsnitt 1.12.2.

1.4 Andra skador

Inga.

1.5 Besättningen

1.5.1 Pilotens kvalifikationer och tjänstgöring

Befälhavaren

Piloten, 54 år, hade privatflygcertifikat, PPL med gällande operativ och medicinsk behörighet.

Flygtid (timmar)				
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	0,2	1,0	1,6	440
Aktuell typ	0,2	1,0	1,6	1,6

Antal landningar aktuell typ senaste 90 dagarna: 5.

Familjaritetsutbildning på typ gjordes den 13 juli 2020.

Senaste, PC⁸ på klassen SEP(land) genomfördes den 29 oktober 2019.

Piloten genomgick en skillnadsutbildning för sporrhjulflygning på Linköpings Flygklubb år 2002. Kursen inkluderade teori och praktiska övningar på Piper PA-18 (Super-Cub).

1.6 Luftfartyget

Cessna 180D är ett fyrsitsigt enmotorigt högvingat flygplan (se figur 2). Det aktuella flygplanet var konfigurerat i en sporrhjulskonfiguration men kan också användas som ett sjöflygplan genom montering av flottörer i stället för huvudlandstället.

⁷ Se avsnitt 1.18.1 för beskrivning av *ground loop*.

⁸ PC (Proficiency Check) – kontroll av flygkompetens.



Figur 2. Flygplanet SE-CXN. Foto: Privat.

1.6.1 Flygplanet

Typcertifikatinnehavare	Textron Aviation Inc.
Modell	Cessna C-180D
Serienummer	18050969
Tillverkningsår	1960
Flygmassa, kg	Max tillåten 1 200 aktuell 1020
Masscentrumläge	Inom tillåtna gränser
Total gångtid, timmar	5 592
Gångtid efter senaste periodiska tillsyn, timmar	7
Antal cykler	N/A
Typ av bränsle som tankats före händelsen	91/96
Motor	
Typcertifikatinnehavare	Continental Aerospace Technologies, Inc
Motortyp	O-470-L
Antal motorer	1
Serienummer	82262-6-L4
Total gångtid, timmar	1479
Gångtid efter senaste periodiska tillsyn, timmar	7
Propeller	
Typcertifikatinnehavare	McCaughey Propeller Systems
Typ	2A34C203
Serienummer	061411
Total gångtid, timmar	314
Gångtid efter översyn, timmar	6
Kvarstående anmärkningar	
Inga	

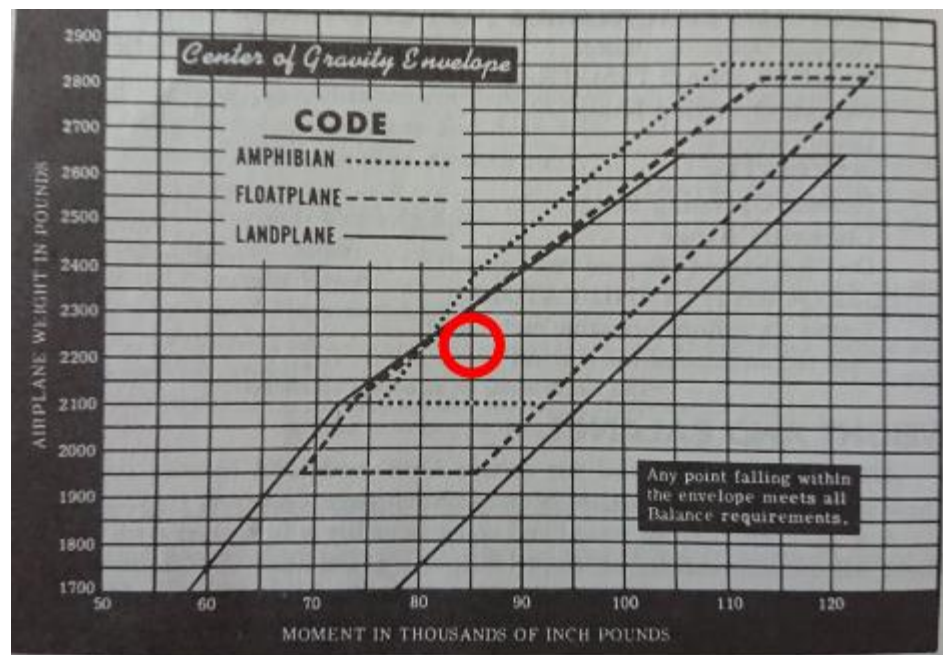
Luftfartyget hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis (ARC).

1.6.2 Flyghandboken

Enligt flyghandboken (*Owners Manual*) får en normal landning ske med valfritt klaffläge men klaffläge 3 och 4 anges specifikt för landning. Flyghandbokens checklista betonar särskilt vikten av att vara i trimmat läge (stabilisatortrim) inför en trepunktslandning. I övrigt beskrivs landningstekniken som konventionell för alla klafflägen.

Den rekommenderade farten inför landning med klaff är enligt flyghandboken mellan 70–80 mph (61–70 knop).

SHK har med uppskattning av förhållandena vid landningen av erhållna uppgifter beräknat flygmassan och masscentrumläget. I figur 3 visas de tillåtna mass- och balanslägena enligt flyghandboken.

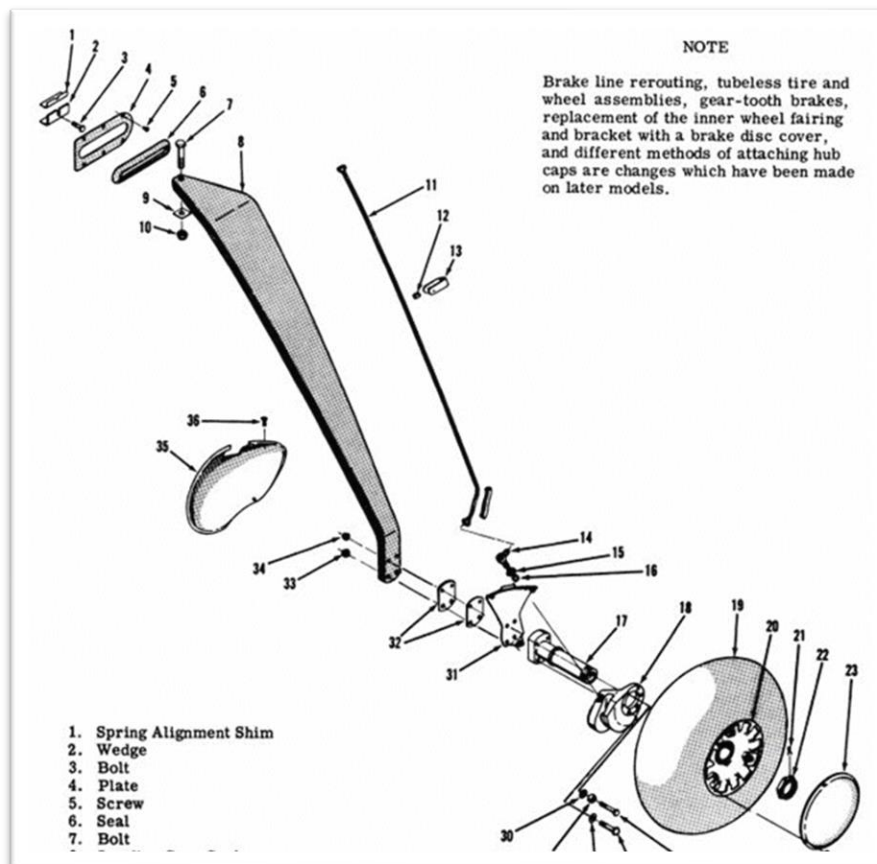


Figur 3. Mass- och balansläget vid olyckstillfället (röd ring markerar beräkning utförd av haverikommissionen).

1.6.3 Huvudlandstället

Flygplansmodellen är utrustad med huvudlandställ fram och ett sporrhjul bak. Den här modellen inte är utrustad med sporrhjulslåsning.

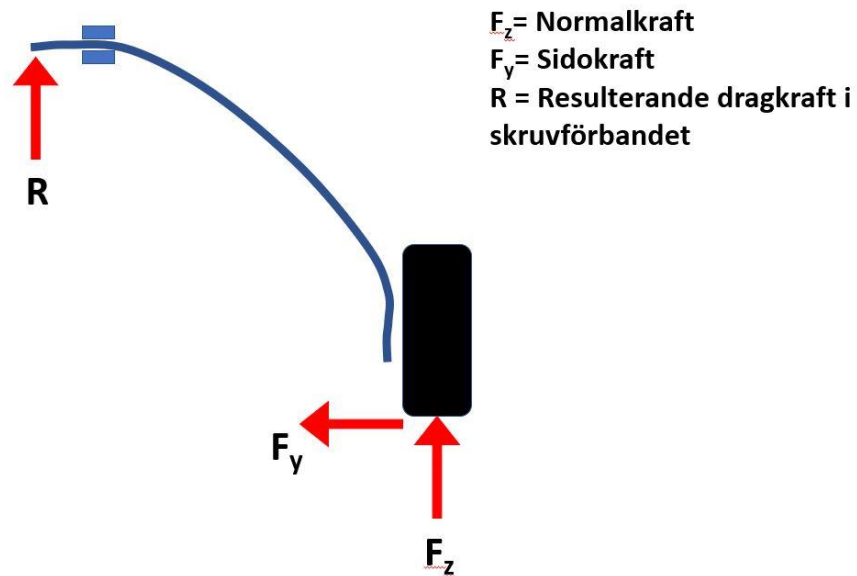
Huvudlandstället består av ett stålfjäderblad som dels är infäst i ett yttre stödfäste vid flygkroppens yttre struktur med distansplattor och, dels är monterad i den inre strukturen med ett skruvförband genom ett hål vid den inre delen av fjäderbladet. Flygplanets hjul är monterat på den nedre delen av fjäderbladet och består av en fälg i lättmetall och ett slanglöst däck (se figur 4).



Figur 4. Schematisk beskrivning av komponenterna till huvudlandstället. Källa: Textron IPC.

I normala fall finns inga större dragbelastningar på skruvförbandet under start och landning. Men vid en *ground loop* uppstår en sidobelastning på landstället som ger upphov till en dragkraft i skruvförbandet, dvs. i en riktning motsatt den som konstruktionen är avsedd att utsättas för vid normal användning (se figur 5). Se vidare avsnitt 1.16.4 för beräkningar av krafterna vid en *ground loop*.

Enligt typcertifikatinnehavaren kan en *ground loop* som är intensiv eller som sker i hög hastighet eller på ett ojämnt underlag orsaka att landningsstället kollapsar på grund av sidobelastningen.



Figur 5. Principiell bild som visar krafterna på landstället vid en *ground loop*.

1.6.4 Flygplanets underhåll

Enligt flygplanets tekniska journal utfördes den senaste periodiska tillsynen den 7 maj 2019 vid flygtiden 5 585 timmar. Vid tillsynen ingick underhållsuppgifter enligt Cessna SID (*Supplemental Inspection Document*) med bl.a. inspektioner av huvudlandstället och dess infästningar avseende korrosion, sprickbildning och strukturell integritet. Vid inspektionerna ingick inte någon kontroll av åtdragningsmoment av fästförbanden för landställ. Det framkom inga anmärkningar eller brister avseende landställ vid inspektionerna.

Enligt flygplanets underhållsprogram, vilket innehåller underhållsåtgärder och -intervaller baserade på typcertifikatinnehavarens anvisningar, ska den periodiska tillsynen utföras årligen eller var 100:e flygtimme, beroende på vilket som inträffar först. Tillsynens skulle därför ha genomförts senast i maj 2020. Därmed hade senaste tidpunkt för den periodiska tillsynen överskridits.

Flygplanet har under sin livstid växlat mellan att vara försett med hjul eller med flottörer för användning som sjöflygplan.

Haverikommissionen har inte funnit något underhållsintyg från senaste bytet från flottörer till landställ.

Senaste bytet från flottörer till landställ kan dock med hjälp av flygplanets resedagbok beräknas ha utförts i augusti 2018 vid flygtiden 5 581 timmar.

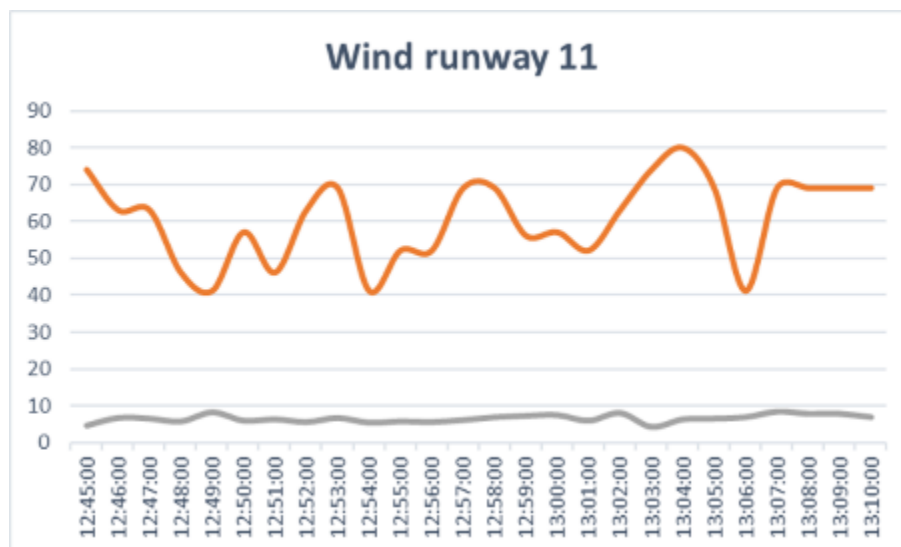
1.7 Meteorologisk information

Enligt SMHI:s analys:

Nordostlig vind 5–10 knop, sikt över 10 km, 5–8/8 moln på 1 000–1 500 fot, temperatur/daggpunkt +17/+15°C och QNH 1002 hPa.

Vädret vid händelsen var klart under molnskiktet och banan var torr. Medelvinden inför landningen rapporterades från 060 grader med en styrka på 7 knop.

Av momentanvindregistreringen (minutvinden) vid bana 11 var vinden mellan kl. 12.45–13.10 UTC 040–080 grader 5–8 knop och utan några vindbyar som avviker markant från medelvinden (se figur 6).



Figur 6. Registrering av den momentana vinden (minutvind) vid banbörjan. Den övre kurvan representerar vindriktningen i grader och den nedre kurvan vindstyrkan i knop. SHK grafik.

1.8 Navigationshjälpmedel

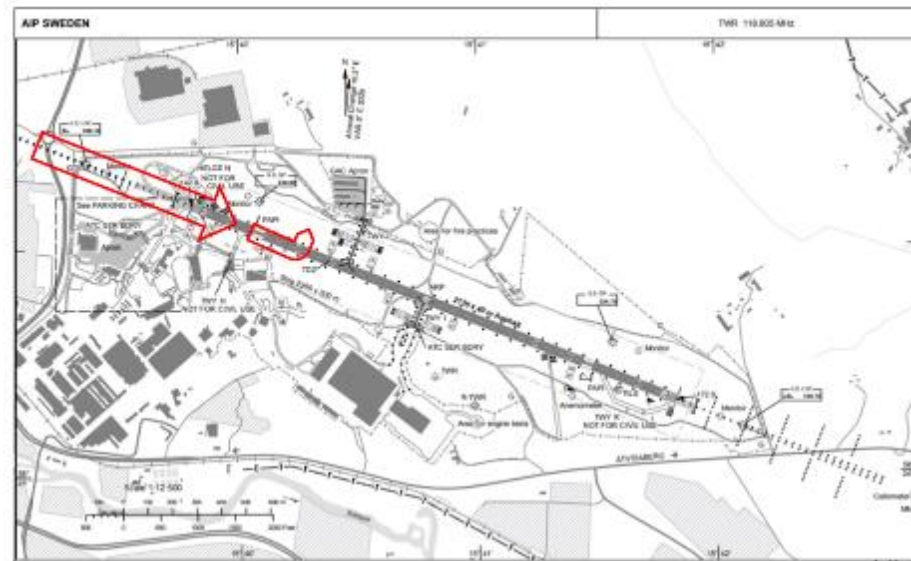
Inga navigationshjälpmedel användes vid flygningen. Flygningen genomfördes enligt visuella flygregler (VFR) och endast visuell orientering var aktuell.

1.9 Radiokommunikationer

Flygtrafikledningen var i drift och tillstånd för landning begärdes och erhöles. Radiokommunikationen mellan flygtrafikledaren och markenheterna registrerades och kommunikationen har analyserats av haverikommissionen.

1.10 Flygfältsdata

Linköping/Saab flygplats (ESSL) hade status enligt AIP⁹ Sverige.



Figur 7. Kartan tagen från AIP med av SHK tillagda röda pilar som visar landningsriktningen. Källa: AIP Sverige.

Flygtrafikledningstjänsten och väderobservationstjänsten vid flygplatsen sköts från en central i Sundsvall (RTC¹⁰). Den traditionella visuella observationen från tornet ersätts av bl.a. 14 kameror som täcker ett synfält av 360 grader runt masten. Vidare har trafikledaren möjlighet att genom en zoom-funktion förstora specifika delar av synfältet.



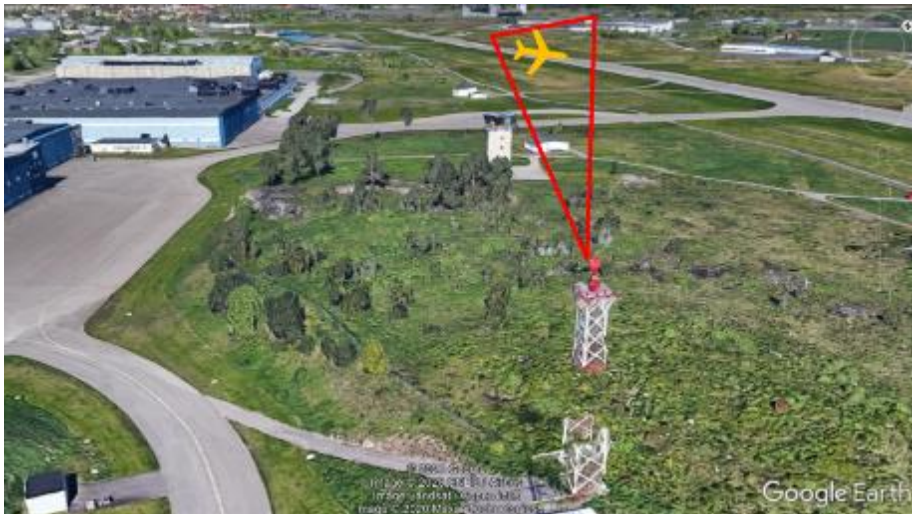
Figur 8. Flygtrafikledarens position i RTC-centralen i Sundsvall (konceptbild). Källa: Saab AB.

⁹ AIP (Aeronautical Information Publication) – luftfartsinformation av varaktig natur.

¹⁰ RTC (Remote Tower Centre) – central för flygtrafikledning på distans.



Figur 9. Kameratornet på Linköping/Saab flygplats.



Figur 10. Kameravinkeln vid händelsen. Källa. Google Earth (med grafik infogad av haverikommissionen).

1.11 Färd- och ljudregistratorer

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

1.11.1 Registrering från läsplatta

Flygningen (GPS-positionen) registrerades i passagerarens medhavda läsplatta. Registrerade data fanns endast fram till passage av banbörjan inför landning.

1.11.2 Videoupptagning från flygtrafikledningen

Flyg- och markradiotrafiken före och efter händelsen har analyserats och visar inga avvikelser eller otydligheter i kommunikationen.

Kamerasekvenser från landningen visar att flygplanet satte sig i början av banan med huvudhjulen först, studsar två eller tre gånger och börjar därefter rolla till höger (vänster vinge lyfts upp). Strax därefter börjar flygplanet gira kraftig mot vänster och passerar bankanten med vänster vinge upphöjd. När huvudhjulen närmar sig bankanten sjunker flygplanet markant i två steg för att sedan stanna.

Bildmaterialet nedan är av låg pixeltäthet på grund av en stor digital inzoomning. Flygplanets position och rörelsetendenserna är emellertid urskiljbara och några karaktäristiska sekvenser presenteras nedan (se figur 11–14).



Figur 11. Flygplanets uppskattade initiala sättningspunkt. Mittlinjen och cirkeln infogade av haverikommissionen. Källa: Sundsvall RTC.



Figur 12. Vänster vingen lyfts och ground-loop förloppet börjar. Källa: Sundsvall RTC.



Figur 13. Flygplanet lämnar den belagda ytan. Källa: Sundsvall RTC.



Figur 14. Flygplanet stannar med huvudhjulen utanför den belagda ytan och högervingen har kontakt med marken. Källa: Sundsvall RTC.

1.12 Olycksplats och luftfartygsvrak

1.12.1 Olycksplatsen

Haverikommissionen besökte olycksplatsen den 29 september 2020 och undersökte spåren som flygplanet lämnade på banan och på gräset bredvid. Flygplanet förvarades vid tidpunkten för haverikommissionens besök i en närliggande hangar.

På banan fanns tydliga spår av däck och metall som slutade med spår i gräset (se figur 15, 16 och 17). Spåren var av gummi- och metallkaraktär och var totalt 50 meter långa.



Figur 15. Tydliga vita spår av metall samt gummispår fram till avåkningspunkten.



Figur 16. Gummi- och metallmärken på banan.



Figur 17. Spår på banan från första märket till slutpositionen norr om banan (däck och metall). Haverikommissionens mätningar av banan överlagda på bild från Google Earth.

1.12.2 Luftfartygsvraket

Vid olyckan slets höger landställ ut ur sina infästningar i flygplanets struktur och vek sig under flygkroppen (se figur 18).



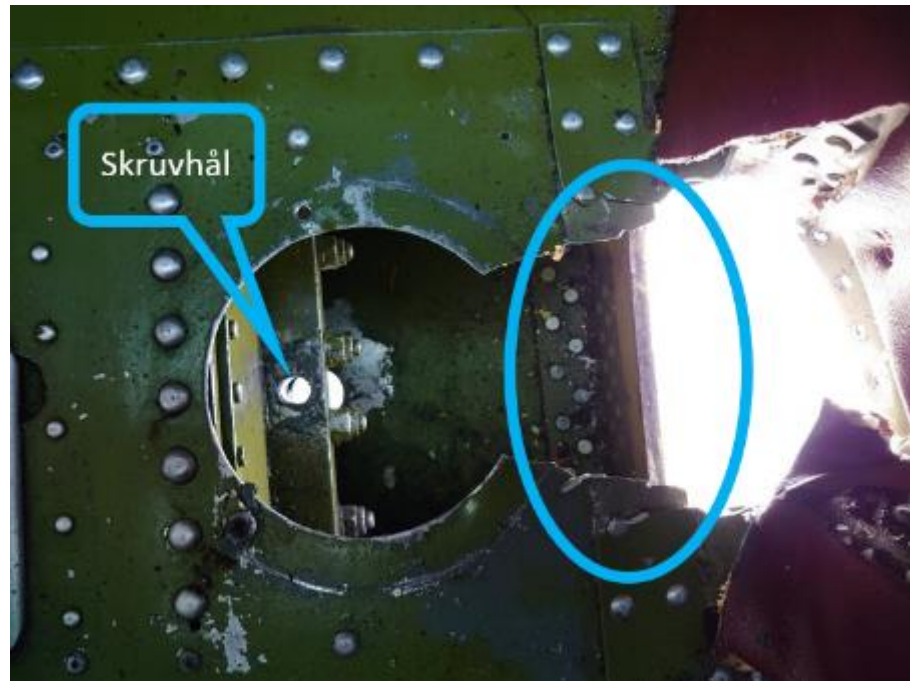
Figur 18. Höger landställ vikt under flygkroppen. Foto: Saab räddningstjänst.

Som en följd av detta uppstod skador på höger vinge och höger skevroder samt på propellern (se figur 18 och 19).



Figur 19. Skador på höger vinge och skevroder. Foto: Saab räddningstjänst.

Vid landställets infästning i flygkroppen fanns omfattande strukturella skador vid området för den yttre infästningen och på delar av förarkabinens golv (se figur 20). Den yttre infästningen som består av en konsol var sönderbruten i sin struktur.



Figur 20. Skador i flygkroppen vid området för infästning av höger landställ. Skruvhål för inre infästning och skador vid yttre infästningen är markerade.

Skraven för landställets inre infästning var böjda och delar av gängorna var skadade. Muttern till skruven saknades och har inte kunnat återfinnas.



Figur 21. Landställsben med skruv för infästning.

Ovansidan av höger landställ hade betydande skrapmärken som bedömdes överensstämma med vita märken på banan (se figur 22).



Figur 22. Ovansidan av höger landställ.

Höger hjul hade omfattande skador och delar av fälgens yttre del var bortslitet.



Figur 23. Höger hjul med skador.

1.13 Medicinsk information

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

1.14 Brand

Brand uppstod inte.

1.15 Överlevnadsaspekter

1.15.1 Räddningsinsatsen

När flygplanet åkte av banan aktiverade flygledaren haverilarmet och flygplatsens räddningstjänst larmades därmed ut. Även ambulans, SAR-helikopter och den kommunala räddningstjänsten larmades. Flygplatsens räddningstjänst var på plats inom någon minut (se figur 24). Ingen insats behövdes dock och övriga larmade resurser återkallades. Personerna i flygplanet hade tagit sig ut själva och ingen brand eller läckage av farliga ämnen hade uppstått.



Figur 24. Flygplatsens räddningstjänst på haveriplatsen. Foto: Saabs räddningstjänst.

Räddningsinsatsen avslutades kl. 15.35.

Nödsändaren (ELT¹¹) av typen EBC-102A aktiverades inte vid händelsen.

1.15.2 Ombordvarandes placering och skador samt användning av bälten

Piloten och passageraren var oskadda och kunde själva ta sig ur flygplanet. De satt på första stolsraden och använde de tillgängliga trepunktsbältena.

¹¹ ELT (Emergency Locator Transmitter) – nödsändare.

1.16 Särskilda prov och undersökningar

1.16.1 Undersökning av skruv till landstället

Enligt flygplanets reservdelskatalog (IPC – *Illustrated Parts Catalog*) ska skruvförbandet som tillhör landställets inre infästning bestå av en skruv med specifikation AN7-20A och en mutter enligt MS20365-720C. Skruvens märkning och mått överensstämmer med detta. Muttern saknas efter olyckan varför dess specifikation inte kan bekräftas.

En undersökning har utförts av skruven i syfte att fastställa typ av brott för skruvförbandet. Undersökningen har omfattat visuell undersökning, lågförstorande stereomikroskop samt svepelektronmikroskop (SEM) med energidispersiv röntgenspektrumanalys (EDS). Materialet bedöms vara härdat kol-manganstål med en mindre tillsats av krom vilket är en typisk sammansättning för en skruv i den här hållfasthetsklassen.

Hela skruven är böjd, vilket innebär att dess sträckgräns har överskridits (se figur 25).



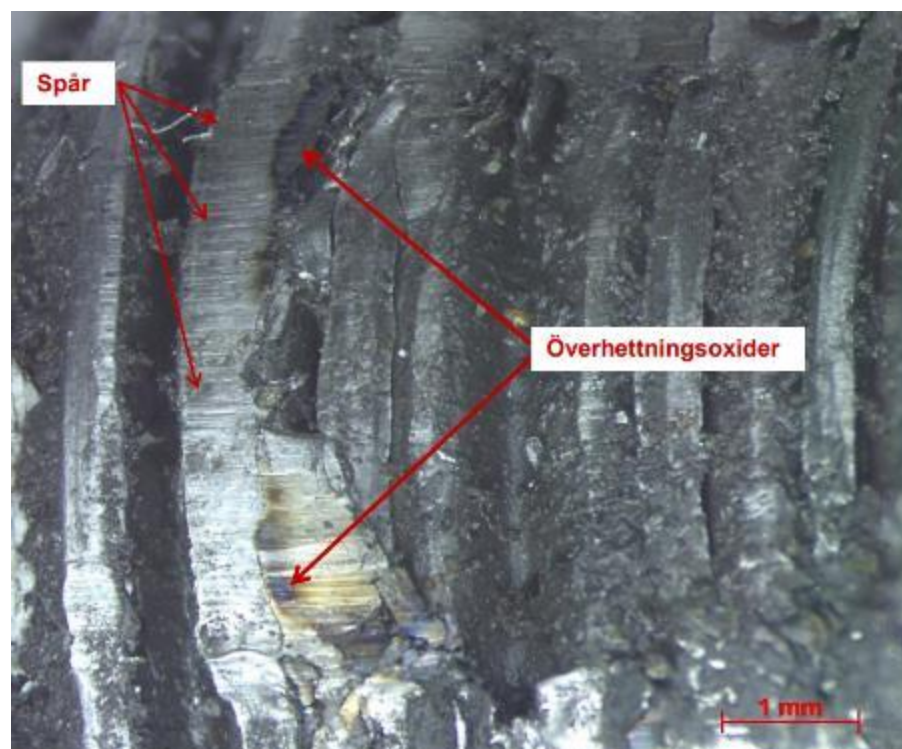
Figur 25. Skruv för infästning av landstället.

Skruvens gängor är på en sträcka av ca 7 millimeter kraftigt deformerade och gängorna är i detta område fyllda med metalliskt material (se figur 26).



Figur 26. Förstoring av skruven med deformerade gängor och metalliskt material i gängorna.

I högre förstoring av området med deformerade gängor syns tydliga tecken på kraftig skjuvning mellan två metalliska material, med överhettningsoxider¹² och spår i skruvens längsriktning (se figur 27). Dessa skador tyder på hög momentan överbelastning i skruvens längsriktning.



Figur 27. Förstorad bild av gängorna.

¹² Överhettningsoxider kan uppstå när två metalliska material under stort tryck rör sig relativt varandra.

Skruven undersöktes med EDS för att fastställa sammansättningen på materialet som fyller skruvens gängor. Resultatet av undersökningen visade att materialet i skruvens gängor var ett kol-manganstål och högst sannolikt material från en monterad mutter vars gängor skjувats av och sitter kvar i gängvarven på skruven.

En visuell undersökning visar att längden av sträckan på skruven med kraftigt deformerade gängor stämmer relativt väl med antal gängvarv upp till låsningen hos en mutter med specifikation MS20365-720C.

Den samlade bilden på skadeförloppet av skruvförbandet tyder på att mutterns gängor har brustit till följd av momentan överbelastning i skruvens längdriktning. Den skadebild som uppstått på skruvens gängor visar att mutterns dimension varit enligt specifikationen i flygplanets reservdelskatalog.

1.16.2 Undersökning av skruvförbandet för vänster landställ

I syfte att ge en indikation om korrekt typ av skruv och mutter varit monterad på det skadade högra landstället har en jämförande undersökning gjorts av skruvförbandet för vänster landställ.

Märkning och dimension av skruven till vänster landställ överensstämde med en AN7-20A skruv enligt specifikationerna i flygplanets reservdelskatalog. Muttern lossades för undersökning. Den satt åtdragen, dock med ett moment som uppskattades vara lägre än det åtdragningsmoment som anges i flygplanets underhållsmanual. Bricka under muttern saknades. Mutterns låsning saknade till stor del sin funktion och det gick lätt att dra den för hand i gängorna. Mutterns utseende indikerar att den var väl använd, lossad och åtdragen många gånger. Mutterns dimension indikerar på att den var av rätt typ, MS20365-720C, i enlighet med specifikationerna i flygplanets reservdelskatalog (IPC).

1.16.3 Referensprov av skruv och mutter

Element Materials Technology AB har på uppdrag av haverikommissionen utfört referensprov av den typ av skruv och mutter som specificeras i flygplanets reservdelskatalog.

Dragning till brott av förband mellan mutter och skruv genomfördes. Provet innefattade även en mutter av lägre höjd (MS20364-720¹³), för att bedöma om en eventuell montering av fel typ av mutter har förekommit.

¹³ Mutter med lägre höjd för användning i skruvförband som endast är utsatt för skjувbelastning.

Enligt Cessnas servicemanual är åtdragningsmomentet för skruvförbandet 51–56 Nm. Vid provet överskreds den med god marginal utan att man lyckades dra sönder/riva gängorna, inte ens vid montage med mutter av lägre höjd. Detta visar att det är osannolikt att det vid montering går att överskrida åtdragningsmomentet så mycket att gängorna skjuvas sönder.

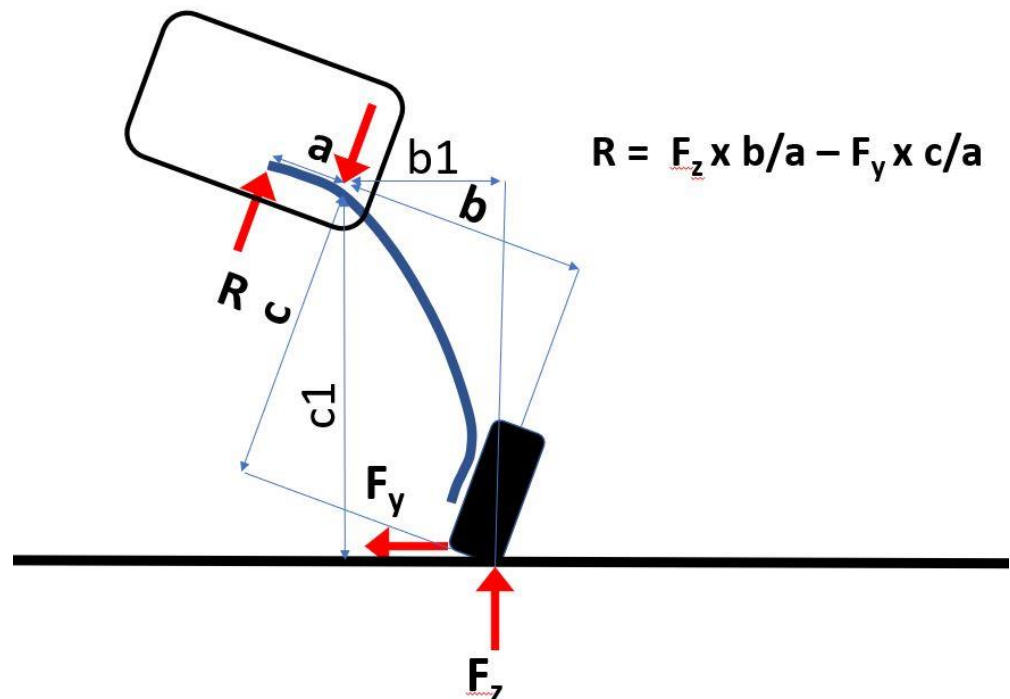
Dragprovning av skruvförband i dragprovmaskin genomfördes för att få den verkliga brottlasten. Provet visade att krafterna överstiger specifikationsvärden med marginal.

1.16.4 Beräkning av krafter på landstället vid en ground loop

Beräkningar har utförts för att få en uppskattning av de krafter som uppstår på landstället vid en *ground loop* som sker på ett underlag av torr asfalt (se figur 28).

Faktorer i beräkningarna har varit flygplanets massa, dimensionerna på landstället, friktionskoefficienten för torr asfalt och flygplanets lutning under förloppet. Beräkningarna visar att den resulterande dragkraften vid en *ground loop* uppgår till omkring hälften av brottgränsen i skruvförbandet enligt specifikationerna.

Det bör betonas att beräkningarna är principiella. De dynamiska effekter som uppstår under förloppet är svåra att bestämma. Det har heller inte tagits hänsyn till brister i förbandet med avseende av åtdragning eller om gängorna varit slitna.



Figur 28. Principiell beräkning av krafter på landstället i förloppet vid en *ground loop*. F_z är normalkraft, F_y är uppkommen sidokraft vid en *ground loop*, a , b och c är dimensioner på landstället. R är resulterande kraft i skruvförbandet.

1.16.5 Beräkning av flygplanets fart över tröskeln

Med hjälp av stillbilder från olika tidpunkter i videofilmen från kameratornet och med hjälp av konsulten Magnostic AB, har en uppskattning av farten under landningsfasen utförts (se figur 29).

Beräkningarna bygger på två fasta punkter i bilderna – vänster kant av banbörjan och den lampa i PAPI (*Precision Approach Path Indicator*) som var närmast banan. I ett CAD-program mättes avståndet i millimeter i bilden från flygplanet till en vertikal linje från banbörjan respektive PAPI-lampan för att få fram hur stor del av synfältet från kameratornet som respektive avstånd upptog.



Figur 29. Stödlinjer för beräkning av flygplanets fart över marken. Källa: Google Maps med infogade markeringar av haverikommissionen.

Den första sättningen bedöms ha skett strax efter bantröskeln 13.03.22. I tabellen (figur 30) presenteras sträcka och tid mellan olika mätta punkter ovan. När man räknar tiden mellan sekunderna 13,07 och 19,3 (grönmarkerade rader), dvs. före sättning, blir medelfarten 75 mph (34 m/s) och från strax före sättning 19,3 till 28,9 (blåmarkerade rader) blir medelfarten 61 mph (27 m/s).

Tid [s]	Tid diff [s]	Avstånd THR [m]	Avstånd diff [m]	Fart [m/s]	Fart [kt]	Fart [mph]
13,07		-203,00				
	1,36		47,00	34,6	67,2	77,3
14,43		-156,00				
	1,24		42,00	33,9	65,8	75,8
15,67		-114,00				
	3,63		122,00	33,6	65,3	75,2
19,30		8,00				
	2,90		86,00	29,7	57,6	66,3
22,20		94,00				
	1,83		48,00	26,2	51,0	58,7
24,03		142,00				
	4,87		127,00	26,1	50,7	58,3
28,90		269,00				
	2,20		50,00	22,7	44,2	50,8
31,10		319,00				

Figur 30. Tid och sträcka på banan beräknad till fart över marken.

Noggrannheten av beräkningen är begränsad med denna metod och är uppskattningsvis 5–10 mph (2–4 m/s). Orsaken är bl.a. att vinkeln mellan banan och linjen från kameratornet till banbörjan endast är 13 grader. Ju större vinkel, desto större noggrannhet. En annan faktor är den låga upplösningen som gör att flygplanet ses som en liten suddig fläck. Ytterligare en faktor som inverkar är om flygplanet inte ligger rakt över banans mittlinje.

1.17 Berörda aktörers organisation och ledning

Inte aktuellt.

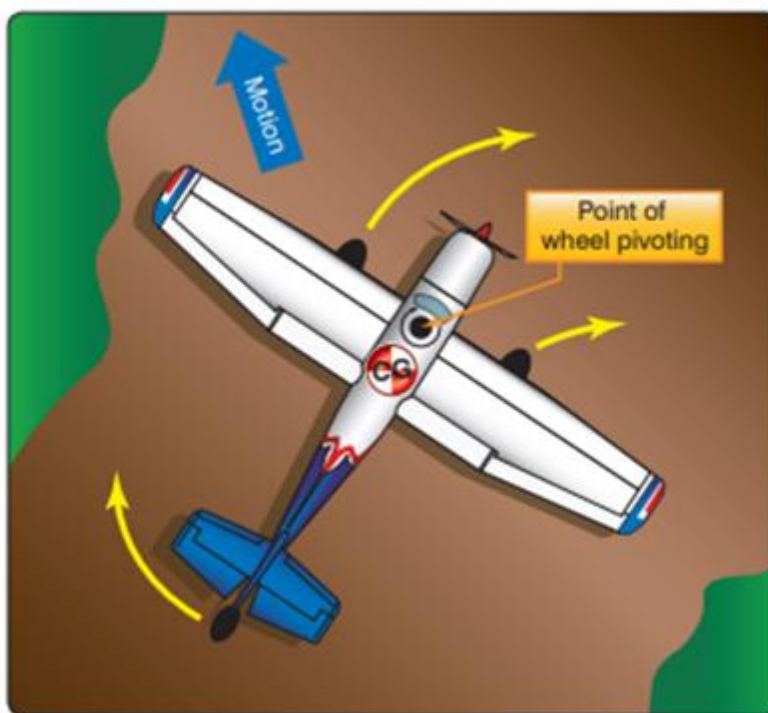
1.18 Övrigt

1.18.1 Vad är en *ground loop*?

En *ground loop* är en okontrollerad gir-rörelse på marken efter landning eller vid start där piloten tappar kontrollen över flygplanets egenrörelse i girled. Fenomenet är särskilt förekommande vid flygning med sporrhjulsflygplan där masscentrum ligger bakom huvudstället under markrullningsförloppet. När en girrörelse in mot vinden inte motverkas i tid med motsatta roderrörelser ökar girhastigheten snabbt till en punkt där det inte längre går att parera rörelsen. Girrörelsen övergår oftast i en rollrörelse där den inre vingen lyfts, det inre hjulet lättar och det yttre hjulet böjer sig inåt (se figur 31 och 32).

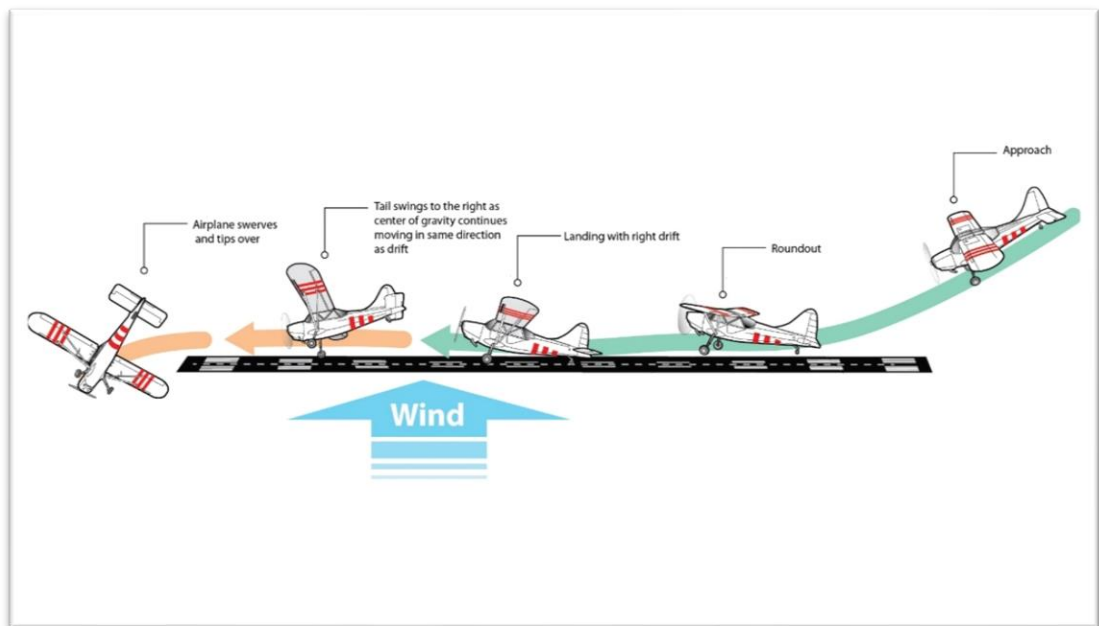


Figur 31. Ett exempel på en utvecklad *ground loop* med en Cessna 180 vid en händelse i USA 2017. Källa: YouTube. Santa Monica Airport Cessna crosswind groundloop – Birddog Austria.



Figur 32. Masscentrumslägeseffekten på girtendensen som kan öka risken för en *ground loop*. Källa: FAA Airplane Flying Handbook (FAA-H-8083-3B) Chapter 13.

Ground loop förekommer oftast vid landning i sidvind (se figur 33) och i kombination med att piloten har en begränsad erfarenhet på sporrhjulsflygplan. Cessna 180 är känd för att vara särskilt känslig för landning i sidvind och är överrepresenterad i statistiken för skador vid sådana förlopp.



Figur 33. Utveckling av en *ground loop* vid landning i sidvind. Figuren visar utvecklingen av en girrörelse följt av en roll och slutligen tippning framåt. Källa: www.aopa.org/news-and-media/all-news/2019.

1.18.2 Tidigare händelser med flygplanstypen

Samma flygplansindivid (SE-CXN) var involverat i ett landningshaveri på Svegs flygplats 15 maj 1986. Haveriet anmäldes till dåvarande Luftfartsinspektionen. Haverirapporten och den efterföljande tekniska undersökningen beskriver ett *ground loop*-förlopp efter sättningen med skadade hjul, landställ, vinge och höjdroder. Enligt rapporten skjuvades gängorna i skruven för huvudlandstället av och muttern sprack vilket ledde till att landstället bröts från flygplanet.

Haverikommissionen har gått igenom den amerikanska säkerhetsutredningsmyndighetens (NTSB) haverirapporter gällande flygplanstypen Cessna 180 under en tioårsperiod. Vid genomgången identifierades åtminstone ett tjugotal fall där landställsbenet (och ibland även vingen) skadades till följd av en okontrollerad *ground loop* vid landning. I inget av dessa fall kunde NTSB hitta några tekniska brister med landstället.

Enligt Aviation Safety Networks databas för 2019–2020, är en okontrollerad gir på marken vid start eller landning (*ground loop*) en vanlig olycksorsak för Cessna-180, med följskador på vinge och landställ. Samma tendens syns för tidigare år i databasen. Av de 37 Cessna-180 relaterade haverierna i databasen mellan januari 2019 och oktober 2020 avser 19 under start- eller landningsfasen med en *ground loop* som faktor.

En liknande händelse från september 2015 med en Cessna 180C, med registrering VH-FDH, där landstället och vingen gick av under en gir på banan utreddes av den australiska säkerhetsutredningsmyndigheten ATSB.

1.18.3 *Vidtagna åtgärder*

Inga.

1.19 **Särskilda utredningsmetoder**

Inte aktuellt.

2. ANALYS

2.1.1 *Förutsättningar*

Av utredningen framgår att piloten fram till 90 dagar före olyckan inte hade någon erfarenhet av den aktuella flygplanstypen. Den totala erfarenheten på flygplanstypen var endast 1,6 timmar och 5 landningar. Pilotens flygdagbok visade dock att piloten hade en stor erfarenhet av att flyga andra typer av sporrhjulsflygplan. Piloten hade genomgått skillnadsutbildning för sporrhjulflygplan år 2002 som är en formell utbildning.

Enligt NTSB och ASN-haveridatabaserna (se 1.18.2) är en *ground loop* en ofta förekommande faktor vid landningsolyckor med flygplanstypen. Av haveristatistiken framgår att flygplanstypen är känslig för en utveckling av *ground loop* vid landning.

Av utredningen framgår att piloten var medveten om risken för en *ground loop* vid landning med ett sporrhjulsflygplan men hade begränsad erfarenhet av Cessna 180. Piloten planerade att landa med en s.k. trepunktslandning.

Flygningen startade på Linköping/Saab flygplats och varade i ca 10 minuter vilket innebär att piloten var väl medveten om vindförhållanden över banan. I anslutning till landningsvarvet fick piloten information om vädret och fick klart att landa på bana 11 av flygtrafikledningen.

2.1.2 *Händelseförloppet*

Av filmsekvensen från trafikledningen framgår att landningen skedde på den avsedda delen av banan och i en normal inflygningsvinkel.

Av den momentana vinduppgiften (minutvinden kl.12.45–13.10) för bana 11 vid tiden för olyckan framgår att vindstyrkan aldrig var högre än 10 knop och att sidvindskomponenten inte var över 4 knop och med små variationer.

Den rekommenderade farten inför landning med klaff är enligt flyghandboken mellan 70–80 mph (61–70 knop). Med hänsyn till motvindskomponenten över tröskeln på 4–6 knop skulle den farten över marken varit mellan 55 och 66 knop. Av videomaterialet har haverikommissionen uppskattat farten över marken över tröskeln till 65 knop (75 mph) vilket är i enlighet med den rekommenderade i flyghandboken.

Av pilotintervjun och filmsekvensen framgår det att flygplanet studsade några gånger innan det slutligen satte sig på banan. Det framgår tydligt att flygplanet girade åt vänster med en rollattityd åt höger. Piloten har uppgett att rörelsen blev okontrollerbar innan flygplanet stannade utanför banan.

Utifrån en analys av filmsekvensen och märken på banan framstår det som högst sannolikt att flygplanet under förloppet kanade åt höger med nästan hela massan vilande på högerhjulet. Av skadorna på däcket syns tydliga märken som påvisar att den yttre däckytan skrapades mot banan och att de stora sidolasterna ledde till att höger landställsben kollapsade och flygplanet gled vidare på övre delen av fjäderbenet och yttre delen av hjulet.

Enligt haverikommissionens bedömning var det en kombination av en sidvindskomposant och en studs följd av att landningen skedde oavsiktligt endast på huvudhjulen som ledde till att en *ground loop* uppstod.

2.2 Överlevnadsaspekter

2.2.1 Räddningsinsatsen

Haverikommissionen konstaterar att räddningsresurser snabbt var på plats och att den samlade räddningsinsatsen förefaller ha fungerat väl.

2.3 Tekniska undersökningar

Enligt typcertifikatinnehavaren kan en *ground loop* orsaka att ett landställ kollapsar på grund av den sidobelastning som uppstår. Andra haverier med denna typ av flygplan visar att landstället kan brytas sönder vid en *ground loop* som följd av sidokrafter på landstället.

Haverikommissionen bedömer att så har förloppet även varit vid denna händelse. Materialundersökningen visar att skruvförbandet för landställets inre infästning fallerat på grund av att mutterns gängor brustit av momentan överbelastning. Som en följd av detta har den yttre infästningen brutits sönder varvid höger landställ vikit sig under flygkroppen.

Att muttern saknas kan förklaras av att den sannolikt fallit ut ur skador i strukturen som uppstod vid området för landställets infästning, och att den försvann när banan sopades efter bärgningen av flygplanet.

Undersökningen visade att mutter för vänster landställ saknade låsfunktion (utnött) och att en bricka under muttern saknades, vilket kan indikera att en liknande brist funnits hos muttern för höger landställ. En sådan brist av låsfunktion och avsaknad av bricka kan medföra att skruvförbandet förlorat sitt åtdragningsmoment vilket i sin tur kan ha lett till ett glapp och en försvagad infästning vid höga dragbelastningar.

Enligt materialundersökningen är det inte sannolikt att vid montering överskrida skruvförbandets åtdragningsmoment så mycket att gängorna skjuvas sönder.

Dragprov av skruvförbandet har visat att de nödvändiga krafterna överstiger specifikationsvärden med marginal och att de statiska krafterna på förbandet vid en *ground loop* normalt inte skulle leda till ett dragbrott. Dock är de krafter som uppstår av dynamiska effekter under förloppet svåra att beräkna. Eventuella brister i skruvförbandet med avseende på åtdragning eller om mutterns gängor varit slitna kan ha försvagat förbandet.

Kalendertidsintervallet för den årliga periodiska tillsynen var överskriden vid tidpunkten för händelsen. Då denna tillsyn inte innehåller någon detaljerad inspektion av infästningarna för huvudlandställen bedömer haverikommissionen emellertid att det överskridna intervallet inte varit någon bidragande orsak till olyckan.

Senaste bytet från flottörer till landställ beräknas ha utförts i augusti 2018 vid flygtiden 5 581 timmar, dock saknas underhållsintyg för denna åtgärd. Efter bytet har flygplanet opererats i 11 flygtimmar utan några för händelsen relevanta anmärkningar.

3. UTLÅTANDE

3.1 Utredningsresultat

- a) Piloten hade operativ behörighet och medicinskt intyg att utföra flygningen.
- b) Piloten var behörig att flyga sporrhjulflygplan av den aktuella klassen.
- c) Flygplanet hade inga kända tekniska brister som förhindrade flygningen.
- d) Flygplanet hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis.
- e) Kalendertidsintervallet för den periodiska tillsynen var överskriden.
- f) Senaste bytet mellan flottörer och landställ var inte dokumenterat i flygplanets tekniska dokumentation.
- g) Flygplatsen var EASA-certifierad och godkänd som instrument-flygplats.
- h) Flygtrafikledningen på flygplatsen var öppen och drevs från Sundsvall RTC.
- i) Flygplanet opererades enligt de visuella flygreglerna och skulle landa på bana 11 enligt flygtrafikledningens klarering.
- j) Sättningen skedde på huvudhjulen och följdes av ett par studsar innan flygplanet rullade på banan.
- k) Under markrullningen lyftes flygplanets vänstra vinge och en gir åt vänster utvecklades. Detta ledde till en okontrollerad *ground loop*.
- l) Höger landställ vek sig under flygkroppen.
- m) Flygplanet stannade med huvudhjulen utanför banan och med omfattande skador på landställ och vinge.
- n) Flygtrafikledaren upptäckte att flygplanet girade och hamnade utanför banan varefter flygtrafikledaren larmade.
- o) Pilot och passagerare var oskadda.
- p) Flygplatsens räddningstjänst var på plats en minut efter händelsen.
- q) Olyckan inträffade i dagsljus med visuella meteorologiska förhållanden och god sikt.
- r) Den samlade bilden av skadeförloppet hos skruvförbandet hos höger landställ tyder på att mutterns gängor har brustit till följd av momentan överbelastning i skruvens längdriktning.

3.2 Orsaker till olyckan

Olyckan orsakades av att landningsförsöket fortsattes trots att ett flertal studsar uppstod.

Bidragande orsak till olyckan var pilotens begränsade erfarenhet av flygplanstypen och att sättningen oavsiktligt skedde på huvudlandstället i stället för den planerade trepunktslandningen.

Skadorna orsakades av de stora sidokrafterna på hjulet som ledde till att höger landstalls inre skruvförband överbelastades. Landstället vek sig och bröts av, varpå högervingen träffade marken och fick strukturella skador.

Det kan inte uteslutas att det fanns svagheter i skruvförbandet orsakat av ett otillräckligt åtdragningsmoment eller slitage av muttern.

4. SÄKERHETSREKOMMENDATIONER

Inga.

På haverikommissionens vägnar

John Ahlberk

Gideon Singer