

RAPPORT

SL 2011/40



RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE 20. JUNI 2008
I HAVET VEST AV SOTRA, HORDALAND MED
FAIRCHILD SA226-T(B) MERLIN, LN-SFT OPERERT
AV HELITRANS AS

 English summary included

Statens havarikommisjon for transport (SHT) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre flysikkerheten. Formålet med undersøkelsene er å identifisere feil og mangler som kan svekke flysikkerheten, enten de er årsaksfaktorer eller ikke, og fremme tilrådinger. Det er ikke havarikommisjonens oppgave å ta stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar. Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende sikkerhetsarbeid bør unngås.

INNHOLDSFORTEGNELSE

MELDING OM HAVARIET	3
SAMMENDRAG.....	3
ENGLISH SUMMARY	4
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	5
1.1 Hendelsesforløp.....	5
1.2 Personskader.....	9
1.3 Skader på luftfartøy	9
1.4 Andre skader.....	9
1.5 Personellinformasjon.....	9
1.6 Luftfartøy.....	14
1.7 Været	19
1.8 Navigasjonshjelpemidler	21
1.9 Samband	21
1.10 Flyplasser og hjelpemidler	21
1.11 Flyregistratorer	21
1.12 Havaristedet og flyvraket	22
1.13 Medisinske og patologiske forhold	27
1.14 Brann	27
1.15 Overlevelsesaspekter	27
1.16 Spesielle undersøkelser	27
1.17 Organisasjon og ledelse	27
1.18 Andre opplysninger	40
1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder	42
2. ANALYSE.....	47
2.1 Innledning.....	47
2.2 Analyse av hendelsesforløpet	47
2.3 Foranledningene til ferdighetsprøven.....	55
2.4 Luftfartøyet.....	62
2.5 Overlevelsesaspekter	62
3. KONKLUSJON	63
3.1 Undersøkelsesresultater	63
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER	67
REFERANSER	68
VEDLEGG.....	69

RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE

Luftfartøy:	Fairchild Aircraft Corporation SA226-T(B) Merlin
Nasjonalitet og registrering:	Norsk, LN-SFT
Eier:	Helitrans AS, Stjørdal
Bruker:	Samme som eier
Besetning:	Fartøysjef, kandidat og kontrollant, alle omkommet
Passasjerer:	Ingen
Havaristed:	I sjøen 18 NM vest for Bergen lufthavn Flesland (ENBR) (060°16,1374N 004°40,4879E)
Havaritidspunkt:	Fredag 20. juni 2008 kl. 1026

Alle tidsangivelser i denne rapport er lokal tid (UTC + 2 timer) hvis ikke annet er angitt.

MELDING OM HAVARIET

Havarikommisjonens beredskapsvakt mottok fredag 20. juni 2008 kl. 1040 varsel fra Hovedredningssentralen for Sør-Norge (HRS-S) om at LN-SFT hadde forsvunnet fra radaren ca. 15 NM sydvest for Flesland. Det var tre personer om bord og det hadde ikke blitt sendt ut nødmelding. Søk var satt i gang og det var registrert olje og vrakdeler på havoverflaten. En stund senere ble varselet bekreftet av lufttrafikkjentesten på Flesland som sendte over radarbilder som viste hvor flyet forsvant. Det ble umiddelbart satt i gang forberedelser til en søk- og heveoperasjon. To havariinspektører fra havarikommisjonen reiste til Bergen neste dag og deltok i søket og hevingen.

I henhold til ICAO Annex 13, "Aircraft Accident and Incident Investigation" underrettet havarikommisjonen myndigheten i produsentlandet (USA) om ulykken. Den amerikanske havarikommisjonen (National Transportation Safety Board) utnevnte en akkreditert representant som bisto ved undersøkelsen.

SAMMENDRAG

Den aktuelle flygingen var en ferdighetsprøve for en nylig ansatt styrmann i selskapet Helitrans. Foruten kandidaten var det en fartøysjef/instruktør og en av Luftfartstilsynets kontrollanter om bord. Tidlig under prøven ba kontrollanten om at det ble gjennomført en demonstrasjon på inngang til steiling. Under øvelsen steilet flyet og kom inn i en "deep stall" som det ikke lyktes å komme ut av. Flyet falt ca. 6 200 ft på 37 sekunder og traff sjøen med stor kraft 10 NM vest for Sotra. Det var ikke mulig å overleve ulykken.

Det ble dagen før ulykken gjennomført en lignende ferdighetsprøve for en annen styrmann i selskapet. Begge dager ble det fløyet under værforhold som ikke var egnet for ferdighetsprøver. Turbulens førte til at et viktig sikkerhetssystem (SAS²) aktiverte under demonstrasjon av sakteflyging, og fartøysjefen satte systemet ut av funksjon allerede under den første ferdighetsprøven. Dette systemet skulle forhindre at flyet steilet. Selv om flyet sannsynlig vis var

nær ved å komme ut av kontroll under den første ferdighetsprøven, ble ikke opplegget vesentlig endret under den neste prøven.

Undersøkelsen har vist at mange faktorer, både i tiden før selve ulykken og under de to ferdighetsprøvene, til sammen la grunnlaget for at ulykken kunne skje. Sertifikatforskriftene er kompliserte, og det kan blant annet stilles spørsmål ved hvordan opplæringen på typen skulle ha vært gjennomført. Eksempelvis ble sertifikatkravene tolket forskjellig hos luftfartsmyndighetene i Sverige og Norge. Luftfartstilsynet var tilsynelatende ikke koordinert i behandlingen av henvendelser fra selskapet, blant annet i spørsmålet om bruk av simulator. Det oppstod etter hvert et betydelig tidspress og selskapets håndtering av saken bar preg av prøving og feiling. Videre var luftfartøyet modifisert og hadde reduserte ytelser i forhold til det opprinnelige.

Havarikommisjonen fremmer i forbindelse med undersøkelsen to sikkerhetstilrådinger.

ENGLISH SUMMARY

The flight was a skill-test for a candidate that was hired as a first officer on SA226-T(B) Merlins for the operator Helitrans. He was one of two candidates that were employed by the company in early 2008. They underwent ground school and flight training in co-operation with the Swedish Type Rating Training Organisation (TRTO) Trafikkhögskolan. Later it became clear that the Swedish Civil Aviation Authority (CAA) did not accept skill-tests limited to first officer duties on a single pilot certified airplane, as the Norwegian CAA did. The candidates did not possess the skills to act as commanders on the Merlin, and there was a period of uncertainty while the operator and the Norwegian CAA discussed how to conduct the skill-tests, in particular whether to use a simulator or an actual airplane. After several months the issues were resolved and an examiner was appointed. There was a limited slot on a Thursday and a Friday where the examiner, the instructor/commander and the aircraft was available at Bergen Airport Flesland.

The first candidate performed the skill-test on Thursday. The weather was not suited for flying skill-tests. It was low ceiling, rain showers and winds up to 40 kt and turbulence. Turbulence caused the stick pusher to activate during the demonstration of slow flight. The commander decided to pull the circuit breaker for the Stall Avoidance and Stability Augmentation System (SAS²) presumably to avoid nuisance activations of the stick pusher. After the slow flight demonstration, the examiner asked the candidate to demonstrate a stall. The candidate found this exercise frightening as she experienced great difficulties, having to use all her available physical strength to regain normal flight with the engines on full power and in IMC conditions.

The weather was similar on Friday with even stronger winds. The SAS² circuit breaker was not reset. This was confirmed during the start-up check. The examiner requested a similar program during this skill-test as he did the day before. However, when it came to demonstrating stalls, the examiner asked for a slow flight up to first indication of stall, and not an actual stall. He asked for call outs and a minimum loss of altitude recovery. The commander undertook the tasks of adding power and retracting gear and flaps on the candidate's request. It was IMC. During this exercise the crew lost control of attitude and airspeed. The stall warning came on, but the airspeed decreased, even with full power applied. Radar data show that the altitude increased 200 – 400 ft during the period where control was lost. Airspeed decreased to about 30 kt and a sink rate of about 10 000 ft/min eventually developed. The airplane hit the sea in a near horizontal attitude about 37 sec. after control was lost. All three on board were fatally injured.

The accident aircraft was used for coastguard duties and was modified with external sensors and antennas. The AIBN made a Computational Fluid Dynamics analysis in order to determine whether these installations influenced on stability and flight characteristics in the slow flight and pre-stall regime. It was found that the modifications reduced the overall performance, but did not result in any significant degradation of stability and control in this regime. There was no investigation as to any influence on the characteristics of a fully developed stall.

The AIBN is of the opinion that this accident highlights the need for a change in the current training on initial stall recovery techniques, especially the focus on minimum loss of altitude at the expense of breaking the stall by lowering the nose and thus reducing the angle of attack.

The AIBN has issued two safety recommendations to the Norwegian CAA; one regarding the conduct of skill-tests for pilots in a multi crew concept on single pilot airplanes, and one suggesting increased focus on flight examiners tasks.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Hendelsesforløp

- 1.1.1 To nyansatte flygere i selskapet Helitrans AS hadde i løpet av 2008 gjennomført teoretisk og praktisk opplæring på SA226 Merlin for å få rettigheter til å fly flytypen som styrmenn. Etter en del venting ble det onsdag 18. juni klart at en kontrollant kunne gjennomføre de påkrevde ferdighetsprøvene de to påfølgende dagene. Det ble besluttet at prøvene skulle gjennomføres på Flesland med LN-SFT. Følgelig ble flyet fløyet fra Værnes til Flesland torsdag 19. juni. Instruktøren fra den tidligere praktiske opplæringen var fartøysjef. Den første av de to kandidatene (styrmennene), heretter omtalt som kandidat 1, var med og trente under posisjonsflygingen fra Værnes.
- 1.1.2 Om ettermiddagen møtte de kontrollanten på Flesland. Det ble da noe diskusjon mellom fartøysjefen og kontrollanten om når og hvordan ferdighetsprøvene skulle gjennomføres. Kandidat 1 ble overrasket fordi hun først måtte gjøre en skriftlig prøve. Resultatet ble gjennomgått umiddelbart etterpå. Kontrollanten hadde begrenset tid til rådighet fordi han skulle rekke et arrangement senere på ettermiddagen. Det ble følgelig lite tid til videre planlegging. Under den påfølgende praktiske prøven satt fartøysjefen i venstre sete og kandidat 1 i høyre sete. Kontrollanten satt på systemoperatørens plass i kabinen rett bak fartøysjefen. LN-SFT tok av kl. 1338 og steg til 5 000 – 6 000 ft for å gjøre ”air work”. De kom da inn i skyer (Instrument Meteorological Conditions – IMC). Utenom landingsrundene foregikk all flyging i skyer.
- 1.1.3 Kandidat 1 har fortalt til havarikommisjonen at det var flere forhold som stresset henne under ferdighetsprøven. Været var ruskete med regnbyger, kraftig vind og turbulens. I følge vindkart blåste det 175° 40 kt i 5 000 ft. Flygingen ble opplevd som krevende og situasjonen ble forverret av at kontrollanten og fartøysjefen kommuniserte dårlig. Kandidat 1 beskrev stemningen i cockpit som dårlig. Under flyging med simulert motorbortfall kom varselet for overoppheting av batteriet på. Fordi kandidat 1 hadde nok med å kontrollere flyet, overlot hun til fartøysjefen å løse problemet med varselet. På ett tidspunkt begynte fartøysjefens høydemåler (venstre side) å indikere plutselige variasjoner på ca. 1 000 ft. Fartøysjefen var en stund stemt for å avslutte flygingen grunnet dette, men problemet opphørte da ”pitot heat” ble satt på, og det ble antatt at høydemålerproblemet skyldtes fuktighet i systemet.

- 1.1.4 Under ferdighetsprøven ble det gjennomført sakteflyging og en steileøvelse. Kandidat 1 har forklart at de først fløy sakteflyging. Det første forsøket ble avbrutt fordi flyets ”stick pusher”¹ skjøv stikka forover. Fartøysjefen bøyd seg da ned og trakk ut automat-sikringen² som forsyner systemet med strøm. Øvelsen gikk deretter greit. I følge kandidat 1 ønsket så kontrollanten at hun skulle gjennomføre en full steiling. Fartøysjefen ga da uttrykk for at han mislikte situasjonen, blant annet fordi de var i skyer. Han spurte derfor kontrollanten om det virkelig var steiling han mente. Dette ble bekreftet.
- 1.1.5 Kandidat 1 beskrev den påfølgende steileøvelsen som ubehagelig og skremmende. Fordi kontrollene ble veldig tungt ved sakteflyging, ba hun fartøysjefen ta hånd om throttlene (motorkontrollene). Da de steilet, fikk kandidat 1 følelsen av at flyet ble hengende med høy nese, lav flygefart og høy gjennomsynking på tross av at stikka ble skjøvet framover med full kraft og motorene leverte full effekt. Det virket som om høyre vinge ville ned. For at flyet ikke skulle gå i spinn, holdt hun balanserorene nøytrale og sparket fult venstre ror. Den laveste hastigheten hun så indikert var 85 – 90 kt. Etter noe som hun beskrev som en evighet la flyet seg svakt over til høyre, senket nesen og akselererte ut av situasjonen. Kandidat 1 ble i ettertid overrasket over at radardata viste at situasjonen bare hadde vart i 15 – 20 sekunder, og at høydetapet var i størrelsesorden 300 ft.
- 1.1.6 Da de landet etter en time hadde kontrollanten ikke tid til å gå igjennom flygingen. Han gratulerte imidlertid kandidat 1 med at hun hadde bestått, og sa at de skulle snakke mer om flyturen neste morgen. Det siste kontrollanten sa før strømmen til taleregistratoren ble brutt var: *”Tror jeg må fylle ut et nytt skjema for dette er et single pilot aeroplane.”* (se punkt 1.17.6.8 for informasjon om skjemaer).
- 1.1.7 Fartøysjefen og kandidat 1 snakket sammen om flygingen da de om ettermiddagen kom til innkvarteringen sin på Haakonsværn orlogsstasjon. Fartøysjefen ga uttrykk for at kontrollanten ikke tidligere hadde ”kjørt” kandidater så hardt under ferdighetsprøver. Han var litt i tvil om kandidat 2 ville bestå hvis kontrollanten fortsatte på samme måte neste dag. Fartøysjefen ba derfor kandidat 1 om å varsle kandidat 2, slik at han var forberedt.
- 1.1.8 Kandidat 2 ankom Bergen senere på kvelden og møtte kandidat 1. De snakket da sammen om erfaringene fra flygingen. Kandidat 2 uttrykte bekymring for at han i det siste hadde lest mest om en annen flytype, Cessna C525. Han gikk derfor tidlig om kvelden på rommet for å ta en siste gjennomgang før prøven neste dag.
- 1.1.9 De to kandidatene og fartøysjefen forlot Haakonsværn kl. 0645 neste morgen og kjørte til Flesland. I følge kandidat 1 hadde fartøysjefen allerede sjekket været og kommenterte dette med å si at kandidat 2 *”kunne glemme å fly den prøven”*. Avtalen var at kontrollanten skulle komme kl. 0800. De begynte dagen med å trekke flyet ut av hangaren og gjøre det klart. Kontrollanten kom noe forsinket og startet med å gå igjennom detaljer fra flygingen dagen før med kandidat 1. Parallelt med dette gjorde kandidat 2 den skriftlige teoretiske prøven. I følge kandidat 1 var fartøysjefen lite fornøyd med været og lyttet flere ganger til lufthavnens utsendelser av værdata (Automatic Terminal Information Service – ATIS) via en bærbar flyradio. Været var dårlig, særlig med hensyn til vinden, og kandidat 1 hørte at fartøysjefen og kontrollanten diskuterte dette.

¹ Automatisk system som skal forhindre at flyet steiler (SAS²), se punkt 1.6.6 for nærmere forklaring.

² ”Servo PWR Circuit breaker”, se punkt 1.6.6.5 for nærmere forklaring

- 1.1.10 Fartøysjefen leverte flygeplanen til lufttrafikktenesten via telefon. Avgangstidspunkt ble satt til kl. 1000. Det tok lengre tid enn beregnet å fylle drivstoff, og dette medførte noe stress før avgangen. Kandidat 1 hadde opprinnelig tenkt å bli med på flygingen, men med tanke på været og den skremmende opplevelsen under steileøvelsen dagen før, bestemte hun seg for å bli igjen på bakken.
- 1.1.11 Havarikommisjonen har opptak fra taleregistratoren som dekker hele flygingen. Generelt kan det sies at dialogen mellom de tre om bord var kortfattet og presis. Det var ingen tegn til uoverensstemmelser mellom fartøysjefen og kontrollanten. Innledningsvis kan fartøysjefen, kontrollanten og kandidat 2 høres mens de gjør seg klar til flygingen. Noe av det første fartøysjefen sa til kandidat 2 var *"Jeg har pulla³ den derre der jeg"* hvorpå kandidat 2 svarte *"SAS-en ja"*. Noe senere gikk de igjennom de forskjellige sjekklistene. Etter at motorene var startet, gikk fartøysjefen og kandidat 2 igjennom *"After start checklist"*. Kandidat 2 leste da opp *"SAS Clutch"* hvorpå fartøysjefen svarte *"den er ON"*. Neste punkt på listen, som gjaldt generatorene, ble nevnt umiddelbart og det hørtes ikke på noe tidspunkt at SAS²-systemet ble testet eksempelvis ved at steilevarselet kom på.
- 1.1.12 LN-SFT tok av fra rullebane 17 kl. 1009. I det avgangen ble påbegynt, kommenterte kandidat 2 at det var mye vind. Da flyet ble løftet av rullebanen (roterte) kom steilevarselet på, og fartøysjefen kommenterte at kandidat 2 var litt for brå med stikka. Etter avgang steg LN-SFT rett fram til 4 000 ft før det dreide til høyre og fortsatte stigningen vestover. LN-SFT ble gitt klarering til å operere i 6 000 ft, 10 – 20 NM vest for lufthavnen. Hele flygingen ble registrert av radar. En høyde på 5 900 ft ble nådd kl. 10:13:40. Flyet var da i ferd med å passere kystlinjen på vei vestover.
- 1.1.13 Ca. 12 NM vest for Flesland fløy LN-SFT først en 360° sving (steep turn)⁴ til venstre. I svingen kommenterte fartøysjefen høyden hvorpå kandidat 2 svarte: *"Correcting. Oi correcting. Det var voldsomt. Correcting."* Til dette kommenterte fartøysjefen: *"Den er ikke enkel å fly den her, han er så kort"* og la til at den var krevende i pitch-planet. Lignende variasjoner i høyden ble kommentert i den påfølgende svingen 360° til høyre. Kontrollanten var imidlertid fornøyd med resultatet og ba om at kandidaten gikk over til å demonstrere sakteflyging på 125 kt videre vestover. Da hastigheten var stabilisert på 125 kt ba kontrollanten om at hastigheten skulle reduseres til 115 kt og at flaps og understellet skulle senkes. Fartøysjefen sa at han skulle ta hånd om flaps og understellet. Flyet startet så på en slak sving til venstre. I løpet av svingen kommenterte fartøysjefen og kandidaten mindre korreksjoner for høyde og hastighet. Kort tid før flyet igjen var på en østlig kurs sa kontrollanten:

"Når du kommer på 090 da – hvis du da har høyden og 115 kt så tar du han frem til stall, first indication – og så med recovery og rette call-outs i forbindelse med det."

Til dette sa fartøysjefen:

"Da kan jeg ta throtlla så du ikke overtorquer motorn, du bare sier til meg max power ikke sant – også gear up, flap up."

³ Med dette utsagnet menes mest sannsynlig at automatsikringen er trukket (koblet ut).

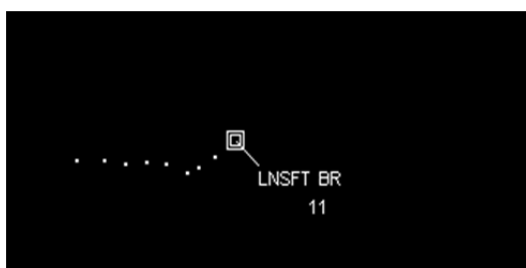
⁴ I følge kommentarer i cockpit ble svingene fløyet med 45° krenging.

Kandidat 2 summerte dette opp med å si at han skulle ta en stall på 90. Fartøysjefen bekreftet dette, men la til:

”Altså bare til stall warning. Du behøver ikke å stalle ut. Bare si max power, gear up, flaps up”

Kandidat 2 trodde et øyeblikk at øvelsen skulle gjøres på kurs 190°, men denne misforståelse ble rettet og flyet fortsatte til kurs 90°.

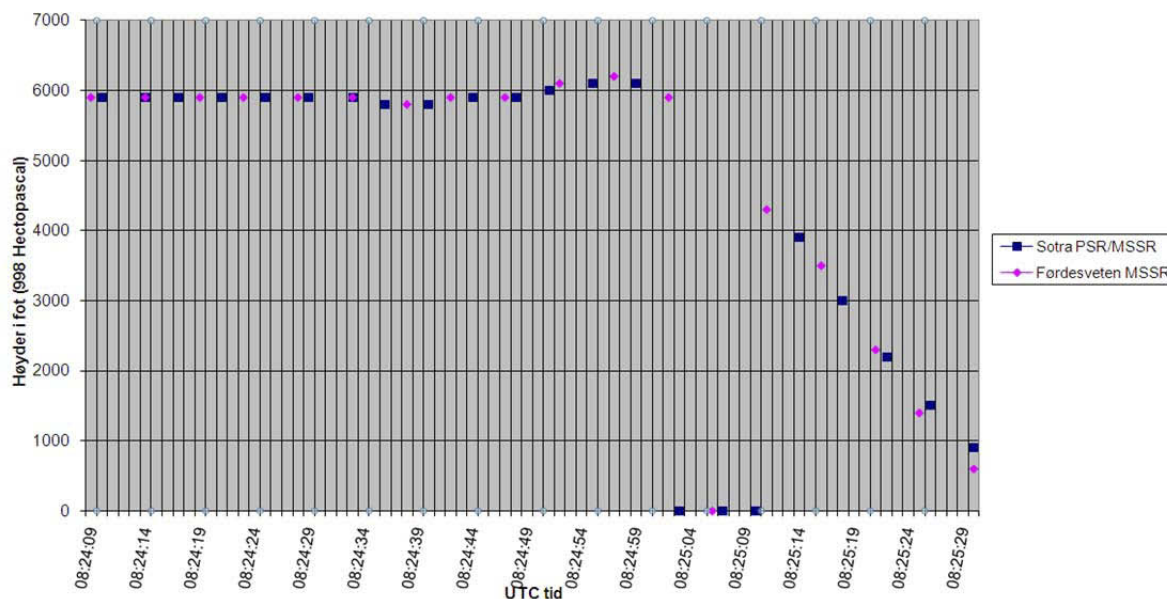
- 1.1.14 Ca. kl. 10:24:40 kommenterte fartøysjefen: *”OK, da får du stall – du har riktig høyde – minst mulig høydetap.”* Tre sekunder senere kom lyden av ”stall warning på” og kandidat 2 sa: *”OK, max power.”* 5 sekunder etter at ”stall warning” kom på høres en økning av motorlyden. 10 sekunder etter at ”stall warning” kom på ropte kontrollanten *”Sjekk speed! sjekk speed! sjekk speed – gear up!”* og noe senere *”Hva er det dere gjør på!”* og *”Få han ut av det!”* Til dette svarte fartøysjefen: *”Det er håpløst. Det går ikke.”*
- 1.1.15 ”Stall warning” høres sammenhengende i 51 sekunder før opptaket ble brutt i det flyet traff sjøen. I hele perioden høres jevn lyd fra begge motorene. 16 sekunder etter at lyden av ”stall warning” kom på, sa kandidat 2 *”gear up”* etterfulgt av lyden av et håndtak som ble betjent. Like etter kom lydsignalet ”gear warning” på, og denne høres resten av opptaket.
- 1.1.16 Radardata (se fig. 1, 2 og 3) viser at LN-SFT før havariet holdt en østlig kurs i ca. 5 800 ft høyde og med en bakkefart på 140 kt fram til kl. 10:24:40. Ca. 8 sekunder senere begynte flyet så å stige. Kl. 10:24:51 gjorde det en 25° dreining til høyre før det nådde en maksimal høyde på ca. 6 200 ft kl. 10:24:56. Deretter mistet flyet høyde og gjorde en 55° dreining til venstre. Fra flyet begynte å miste høyde, til det forsvant fra radaren i ca. 700 ft høyde, gikk det 33 sek. Ved å sammenholde radardata med informasjon fra taleregistratoren kommer det fram at det gikk ca. 14 sekunder fra steilevarselet kom på og til flyet begynte å miste høyde.
- 1.1.17 Etter den siste dreiningen til venstre fortsatte LN-SFT på en nordøstlig kurs på ca. 60°. Først var bakkefarten ca. 110 kt, men ganske hurtig gikk den ned til ca. 60 kt og videre til 50 kt. Flyet hadde en bakkefart på 50 kt da det forsvant fra radaren.



Figur 1: Sotra radar kl. 10:25:11. Symbol for LN-SFT. Angivelse av høyde forsvant i en periode på 10 – 15 sek. ca. 20 sek. etter at flyet gjorde en kursendring til venstre.



Figur 2: Sotra radar ca. 15 sek. senere. LN-SFT har en høyde på 1 500 ft på vei ned med en bakkefart på 60 kt.



Figur 3: Radarinformasjon fra radarene på Sotra og Førdesvetern. Høydeplott av LN-SFT som funksjon av tid. Manglende- /feilregistrerte data ligger nede på linjen.

1.1.18 Det har ikke meldt seg noen vitner til ulykken.

1.2 Personskader

Tabell 1: Personskader

Skader	Besetning	Passasjerer	Andre
Omkommet	3		
Alvorlig			
Lett/ingen			

1.3 Skader på luftfartøy

Luftfartøyet ble totalskadet (se kapittel 1.12 for detaljer)

1.4 Andre skader

Ingen

1.5 Personellinformasjon

1.5.1 Fartøysjef

1.5.1.1 Fartøysjef, mann 60 år, hadde sivil flygerutdannelse og fløy i mange år i Fjellanger Widerøe Aviation AS. Der fløy han bl.a. i en periode som fartøysjef på LN-SFT med den aktuelle kontrollanten som styrmann. I januar 2004 ble selskapet og flyene solgt til Helitrans AS. Fartøysjefen fulgte med over og fløy en kort tid i det nye selskapet før han fikk et besvimelsesanfall sommeren 2004 og ble fratatt legeattesten til flysertifikatet. Kort tid senere fikk han beskjed fra Helitrans om at han var oppsagt. Fartøysjefen ble svært deprimert av dette og begynte å arbeide for å komme tilbake til aktiv flyging. Han ble grundig undersøkt uten at det ble funnet noe galt, og etter hvert ble det klart at han kunne få tilbake gyldig legeattest. Etter at attesten ble utstedt i september 2005, fornyet han sine

rettigheter i regi av Rørosfly og fikk gjenutstedt sin ATPL(A) 8. mars 2006. Etter at papirene var i orden begynte han på ny å fly i Helitrans.

- 1.5.1.2 Fartøysjefen trivdes svært godt som flyger og satte pris på oppgaven med å fly SA226. Han var godt likt som instruktør og det var ikke uvanlig at han fløy instruksjon om kvelden etter først å ha fløyet kystovervåking tidligere på dagen. Av mange ble fartøysjefen karakterisert som et typisk "ja-menneske" som strakk seg langt for å tilfredsstille oppdragsgiver og arbeidsgiver.
- 1.5.1.3 Som godkjent instruktør på flytypen fløy fartøysjefen instruksjon med kandidat 1 og 2 i perioden 21. januar til 31. januar 2008. Han ble så påkjørt av en bil og skadet i kneet 23. februar. Dette medførte sykmelding og midlertidig stopp i all flyging fram til 2. juni. Etter dette var fartøysjefen på arbeid alle dager fram til ulykken skjedde.
- 1.5.1.4 Fartøysjefen var sist hjemme søndag 15. juni. Deretter tok han rutefly fra Gardermoen til selskapets base på Værnes hvor han hadde hybel. De påfølgende kveldene ringte han hjem til sin kone. På torsdag kveld nevnte han at kandidat 1 hadde bestått, men fortalte ikke noe om selve flygingen. Kandidat 1 har forklart at så langt hun kjente til gikk fartøysjefen tidlig til sengs torsdag kveld. Han var oppe igjen ca. kl. 0600 for å sjekke været. Det ble ikke servert frokost der de bodde på Haakonsvern. De måtte følgelig kjøpe inn egen mat og benytte stedets kjøkkenfasiliteter for å lage frokost. Det er ikke kjent hvorvidt fartøysjefen spiste frokost den aktuelle morgenen.
- 1.5.1.5 Fartøysjefen hadde ATPL(A) gyldig til 31. mars 2011, med rettigheter på SA226/227 og Rockwell MET. Han hadde instruktørrettigheter FI(A) gyldig til 28. februar 2010. Videre hadde han rettigheter som instruktør (CRI(A)) og var i den sammenheng godkjent som instruktør tilknyttet Trafikflyghögskolan (TFHS) i Sverige. En kombinert ferdighetskontroll (PC) og operatørens ferdighetskontroll (OPC) på SA226 ble gjennomført 29. august 2007. Siste OPC ble gjennomført 3. juni 2008. Disse ferdighetskontrollene ble gjennomført på LN-SFT. Kontrollant ved kontrollene var samme person som kontrollanten ved ulykken.
- 1.5.1.6 Fartøysjefen hadde gyldig legeattest klasse 1 med følgende begrensning: "*VML Shall wear multifocal spectacles and carry a spare set of spectacles*" og "*OML Valid only as or with a qualified co-pilot.*"⁵ Legeattesten var gyldig til 15. august 2008.

Tabell 2: Flygetid fartøysjef

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	2	2
Siste 3 dager	7:35	7:35
Siste 30 dager	45:40	45:40
Siste 90 dager	45:40	45:40
Totalt	15 750	12 000

1.5.2 Kontrollanten

- 1.5.2.1 Kontrollanten, mann 45 år, begynte å fly seilfly som 16-åring. Noe senere tok han sivilt helikoptersertifikat og flysertifikat. Etter en periode som flyger i selskapet Hangar 5 begynte han i Fjellanger Widerøe Aviation AS i 2000 og var med over til Helitrans AS i

⁵ Begrensningen henviser ikke til noe spesifikt medisinsk forhold, men den ble på den tiden påført alle legeattester til personer som hadde fylt 60 år.

2004. I denne perioden fløy han blant annet som styrmann på LN-SFT sammen med fartøysjefen som omkom i ulykken. I følge samboeren var kontrollanten ikke helt fornøyd med Helitrans. Han begynte derfor å fly i Coast Air i 2005, og var der helt til selskapet begjærte seg konkurs i januar 2008. Da fikk han tilbud om å begynne å fly i Lufttransport AS. I mai 2008 var følgelig kontrollanten i Tromsø under opplæring på Beech BE200⁶. I juni var han hos FlightSafety på Farnborough i England og trente ca. 30 timer i simulator. Kontrollanten gjennomførte ferdighetsprøve "Type Rating Multi-Pilot Airplane/Multi-crew in SPA" på Beech BE200 i simulator søndag 15. juni. I følge samboeren var planen at han skulle komme hjem til Bergen fredag 20. juni, og så reise til Tromsø mandag 23. juni. Det var derfor uventet at han ble ferdig tidligere enn antatt og kom hjem på onsdag. Da han kom hjem gjensto bare noen obligatoriske landinger i selve flyet, før han hadde fullført opplæringen på flytypen.

- 1.5.2.2 Kontrollanten ble beskrevet som svært interessert i luftfart. Han fløy også privat i fritiden og ønsket å holde seg oppdatert og være aktiv med både helikopter og fly. I tillegg hadde han interesse og utdanning innen meteorologi. Kontrollantvirksomheten betraktet han som en "ekstra fot å stå på" og som en måte å bygge kompetanse på. I følge registreringer hos Luftfartstilsynet, gjennomførte kontrollanten 88 prøver⁷ på til sammen åtte typer/klasser av fly og helikoptre i perioden 1. januar 2005 til 18. juni 2008. Av dette var 10 prøver på SA226/227, 6 prøver på Rockwell MET og 55 prøver på helikoptre av typen Robinson R44. Han hadde imidlertid ikke vært kontrollant under ferdighetsprøver⁸ på flerpilotfly⁹. En kamerat mente at kontrollanten ikke var autoritær i kontrollantrollen, og at han var flink til å få fram det beste i kandidatene. Han hadde også vektlagt at kontrollene ikke måtte bli en formalitet, men derimot en prøve på hva kandidaten virkelig kunne.
- 1.5.2.3 Da kontrollanten kom hjem fra Farnborough fortalte han til en kamerat at han hadde lært mye nyttig under kurset som han kunne dra nytte av som kontrollant. Etter den første ferdighetsprøven 19. juni hadde han på ny snakket i telefon med den samme kameraten. Han nevnte da ferdighetsprøven, men ikke at de hadde hatt ubehagelige opplevelser. I samtale med havarikommisjonen sa kameraten at de ofte snakket sammen om flyging, og at det ville vært naturlig at kontrollanten hadde fortalt om eventuelle ubehagelige opplevelser.
- 1.5.2.4 Samboeren har forklart til havarikommisjonen at kontrollanten var svært fornøyd da han kom hjem onsdag 18. juni. Hun husket ikke på hvilket tidspunkt det ble snakk om at han skulle være kontrollant under de to ferdighetsprøvene. Den første ferdighetsprøven måtte imidlertid bli ferdig i god tid før kl. 1630 på torsdag fordi han da skulle delta i et arrangement. Arrangementet sluttet ca. kl. 1900. Etter dette så han en fotballkamp på TV før han gikk tidlig og la seg. Planen var at han skulle i en begravelse til en slektning etter at den andre ferdighetsprøven var ferdig på fredag. Han ønsket derfor å gjennomføre prøven tidlig på dagen. I følge samboeren forlot kontrollanten boligen ca. kl. 0730 fredag morgen.

⁶ I henhold til vedlegg 1 til JAR-FCL 1.220 er BE200 kategorisert på samme måte som SA226 (dvs. Single pilot/High performance).

⁷ En blanding av prøver som tidligere ble omtalt som ferdighetsprøver (License Proficiency Test – LPT-1) og ferdighetskontroll (License Proficiency Test – LPT - 2).

⁸ Ferdighetsprøve i motsetning til ferdighetskontroll som gjelder demonstrasjon av ferdigheter ved forlengelse eller fornyelse av rettigheter.

⁹ Flerpilotfly i henhold til vedlegg 1 til JAR-FCL 1.220

- 1.5.2.5 Kontrollanten hadde ATPL(A) gyldig til 31. desember 2010 og CPL(H) gyldig til 31. januar 2010. Rettighetene på SA226/227 ble siste gang fornyet med PC 1. juli 2007 og var gyldige til 30. juni 2008. Kontrollanten hadde gyldige rettigheter på SEP og R44 og gyldig instruktørrettighet (FI). Han ble først oppnevnt som kontrollant (FE) 4. mars 1998, og autorisasjonen var gyldig til 30. september 2010. Kontrollanten hadde siste gang deltatt på kontrollantseminar i oktober 2005 (se for øvrig punkt 1.17.6.6).
- 1.5.2.6 Kontrollanten hadde legeattest klasse 1 gyldig til 10. september 2008 med følgende begrensning: *”VDL Shall wear corrective lenses and carry a spare set of spectacles.”*

Tabell 3: Flyetid kontrollanten

Flyetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	0	0
Siste 3 dager	0	0
Siste 30 dager	Ukjent	Ukjent
Siste 90 dager	Ukjent	Ukjent
Totalt	Ca. 6 310	Ukjent

15. juni 2008 hadde kontrollanten logget 4 713 timer som fartøysjef, hvorav 2 622 timer i et ”Multi Pilot” konsept.

1.5.3 Kandidat 2

- 1.5.3.1 Kandidat 2, mann 29 år, begynte å utdanne seg som flyger i USA i 2002. Etter å ha arbeidet en tid som flyinstruktør i USA kom han tilbake til Norge sent i 2004. De amerikanske sertifikatene ble sommeren 2006 konvertert til norsk CPL(A) hos Rørosfly. I 2007 begynte kandidat 2 å arbeide med IT hos Helitrans i påvente av at han skulle få typerettighet på SA226 Merlin. Sammen med kandidat 1 begynte han i januar 2008 med teoretisk opplæring (Ground School) på flytypen hos Helitrans, men i TFHS regi (se kapittel 1.17 for informasjon om organiseringen av opplæringen).
- 1.5.3.2 Typetrening på SA226 Merlin startet 21. januar 2008 med fartøysjefen på ulykkesturen som instruktør. Han var eneste godkjente instruktør på typen i Norge, og ble følgelig benyttet ved all typetrening for både kandidat 1 og 2. Kandidat 2 hadde åtte instruksjonsflyginger på til sammen 10:20 timer i en periode fram til 31. januar. LN-HTD, en annen SA226 tilhørende selskapet, ble benyttet under treningen. Grunnet uklarheter om hvordan selve ferdighetsprøven skulle gjennomføres, stoppet prosessen opp etter dette.
- 1.5.3.3 Kandidat 2 ble formelt ansatt i Helitrans 1. februar 2008 som styrmann på SA226 Merlin. Arbeidsplanen skulle være 7 dager arbeid og 7 dager fri. Kandidat 2 ønsket i friperiodene å arbeide som freelance flyger hos Flydirect.no som opererte et lite jettfly av typen Cessna C525 fra Moss lufthavn Rygge (ENRY). Han søkte derfor Helitrans om å få tillatelse til dette. Søknaden ble 23. mai 2008 godkjent av avdelingsdirektør for fly i Helitrans. I brevet ble blant annet følgende understreket:

- *”Ved evt pålegg fra Luftfartstilsynet/andre myndigheter som virker inn på dine muligheter for å operere flere enn den/de flytyper du er sjekket ut på i Helitrans regi, skal du med umiddelbar virkning avslutte dit arbeidsforhold hos biarbeidsgiver på en slik måte at Helitrans ikke blir skadelidende.*

- -----
- *Dersom du i arbeid hos din biarbeidsgiver blir sjekket ut/”rated” på en annen flytype enn hva du hadde ved starten på ditt ansettelsesforhold i Helitrans, kan Helitrans uten noen form for kompensasjon med unntak av evt konverteringskostnader, pålegge deg å gjøre tjeneste på tilsvarende flytyper i selskapet.”*

17. mai begynte kandidat 2 å lese teori for Cessna C525. Instruksjonsflyging, som foregikk i svensk regi, begynte 12. juni på Ängelholm (ESTA). LN-RYG, en Cessna C525 tilhørende Flydirect.no, ble benyttet. Kandidat 2 fløy totalt 10:35 timer inkludert selve ferdighetsprøven som ble avholdt tirsdag 17. juni. Ikke alle i den operative ledelsen i Helitrans var kjent med at dette skjedde.

- 1.5.3.4 Parallelt med at kandidat 2 gjennomgikk opplæring på Cessna 525, arbeidet Helitrans med å få på plass en godkjent ordning for opplæring på SA226 Merlin (se kapittel 1.17.7). Det ble etter hvert klart at ferdighetsprøve skulle gjennomføres på selskapets fly. Følgelig ble et oppfriskingsprogram med skolesjekk fløyet med LN-SFT i tidsrommet 6 – 8. juni. Selskapets instruktør gjennomførte dette. Resultatet av øvelsene under de til sammen fire flygingene ble gitt karakterer fra 1 – 4. Nær samtlige øvelser ble gitt karakter 3 (normal progress) med noen få øvelser som ble gitt karakter 4 (proficient). Det vil si at karakter 2 (additional training needed) ikke ble gitt.
- 1.5.3.5 Helitrans meldte de to kandidatene opp til praktisk prøve for Luftfartstilsynet i et brev datert 10. juni. ”Training records” for de to ble lagt ved. Helitrans var også i kontakt med kontrollanten, som var ledig i perioden 19. – 20. juni, og ba om at Luftfartstilsynet oppnevnte vedkommende som kontrollant snarest. Luftfartstilsynet oppnevnte kontrollanten i et brev datert 18. juni. Dette ble umiddelbart meddelt kandidatene. Kandidat 2 mente han trengte en oppfriskingstur og kontaktet derfor instruktøren for å få dette. Han fikk imidlertid beskjed om at dette var det ikke tid til.
- 1.5.3.6 Kandidat 2 hadde trafikkflygersertifikat CPL(A) gyldig til 30. juni 2011 og legeattest klasse 1 med følgende begrensning: *”VDL Shall wear corrective lenses and carry a spare set of spectacles.”*
- 1.5.3.7 I følge samboeren reiste kandidat 2 fra hjemmet ca. kl. 1715 torsdag kveld. Havarikommisjonen er ikke kjent med hva han spiste om kvelden og den påfølgende morgenen. Det ble ikke servert frokost der de bodde på Haakonsværn. De måtte følgelig kjøpe inn egen mat og benytte stedets kjøkkenfasiliteter for å lage frokost. Kandidat 1 har fortalt at han forsynte seg ivrig fra en pose “snop” som hun hadde. For øvrig er det ukjent hva han eventuelt spiste til frokost.

Tabell 4: Flygetid kandidat 2

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	0:25	0:25
Siste 3 dager	0:25	0:25
Siste 30 dager	15:10	4:35
Siste 90 dager	15:10	4:35
Totalt	1 617:25	14:55

1.5.4 Kandidat 1 (gjennomførte ferdighetsprøve dagen før ulykken)

1.5.4.1 Kvinne, 38 år, begynte å utdanne seg til privatflyger i 1987. Hun tok nasjonalt trafikkflygersertifikat CPL(A) i 2002, men fikk problemer med å få arbeid som flyger grunnet nedgang i markedene som følge av terroranslagene 11. september 2001. Hun fikk etter hvert arbeid med å fly aviser og senere tilbud om arbeid i Helitrans. Hun ble formelt ansatt 1. februar 2008. Siste PC ble gjennomført på flytypen Gulfstream American GA-7 15. januar 2008. Kandidat 1 hadde totalt fløyet ca. 1 350 timer da hun gjennomførte sin ferdighetsprøve.

1.6 **Luftfartøy**

1.6.1 Flytypen

1.6.1.1 Fairchild Aircraft Incorporated (Swearingen)¹⁰ SA226-T(B) "Merlin IIIB" er et to-motors turbopropfly med trykkabin. Flytypen har motorer av typen Garrett-AiResearch TPE331-10U-512G¹¹, som hver har en maksimal kontinuerlig effekt (Engine Rated Maximum Continuous) regulert til 671 kW (900 shp). Det er plass til to flygere i cockpit, og passasjerkabinen kan normalt utstyres med seks til ni passasjer seter. Flytypen er godkjent for flyging med én flyger (single pilot – SP). I vedlegg 1 til JAR-FCL 1.220 er flyet listet som "*Single-pilot aeroplanes Multi-engine turboprop aeroplane (land): single-pilot (SP)(A)*". Videre er flyet kategorisert som "*High Performance Aeroplane*" (HPA). Dette betyr at det stilles krav til ATPL(A) teori eller tilsvarende for å kunne føre flyet alene (single pilot). Sertifikatbenevnningen er SA226/227.

1.6.1.2 SA226-T(B) ble første gang typesertifisert 3. november 1978 av den amerikanske luftfartsmyndigheten, FAA¹². Den 29. juli 1980 ble denne typesertifiseringen utvidet til å omfatte en spesiell versjon beregnet til luftfotografering og overvåkingsflyging. Det medførte blant annet en økning av maksimalt tillatt startmasse fra 5 700 kg til 6 360 kg (14 021 lb). Denne versjonen har ikke ordinært luftdyktighetsbevis, men er plassert i såkalt "Restricted Category".

1.6.1.3 Helitrans opererte begge de to eksemplarene av flytypen som fantes på norsk register da ulykken skjedde, LN-SFT og LN-HTD. LN-HTD var i liten grad modifisert for oppgaver med kystovervåking.

1.6.2 LN-SFT

1.6.2.1 LN-SFT ble produsert i 1980 og hadde serienummer T-342. Ved importen til Norge ble flyet modifisert for å brukes av Fjellanger Widerøe AS til maritim overvåkingsflyging. Flyet kom på norsk register i 1989 og fikk luftdyktighetsbevis i klasse "Spesial", som tilsvarer "Restricted Category". I FOR 2004-02-24 nr. 468: "Forskrift om dokumentasjon knyttet til luftdyktighet (dokumentasjonsforskriften), (BSL B 1-1)" er klasse spesial definert som: "*Luftfartøy i denne klassen har avvik fra krav i relevant typesertifikat og tilhørende "Type Certificate Data Sheet". Avvikene er kompensert for ved innføring av operative eller tekniske begrensninger.*" En slik operativ begrensning for LN-SFT var at det ikke var tillatt å ta med andre enn nødvendig besetning om bord.

¹⁰ Nåværende typesertifikatholder for fly i SA226/227-serien er M7 Aerospace LP

¹¹ Nåværende typesertifikatholder for motorer i TPE331-serien er Honeywell International Inc.

¹² FAA Type Certificate Data Sheet No. A5SW

- 1.6.2.2 Før flyet skulle eksporteres fra USA til Norge, hadde LN-SFT blant annet vært en periode på det britiske luftfartøyregisteret. Det innebar at det hadde vært gjort en rekke endringer for å tilfredsstille britiske typesertifiseringskrav. Flyet ble eksportert fra USA til Norge uten å ha blitt fullstendig tilbakestillt til amerikansk standard. Den norske luftfartsmyndigheten krevde derfor at flyet skulle opereres i henhold til britisk flygehåndbok.
- 1.6.2.3 Da havariet skjedde hadde LN-SFT totalt akkumulert 13 551 flytimer og 5 732 landinger.
- 1.6.3 Modifikasjoner, reparasjoner og vedlikehold
- 1.6.3.1 Det ble til sammen gjennomført tre større modifikasjonsarbeider på LN-SFT etter at flyet kom på norsk register. Første gang var i forbindelse med importen til Norge i 1989, hvor luftfartøyet ble endret til maritim overvåkingskonfigurasjon. Arbeidene ble utført dels av Downtown Airpark Inc, Oklahoma City, U.S.A, dels av Genair AB, Bromma, Sverige og dels av Bohnstedt-Petersen Aviation AS, Fredensborg, Danmark. Sistnevnte selskap utstedte også vedlikeholdsrapporten (VR-1) i forbindelse med fremstilling av flyet for førstegangsutstedelse av norsk luftdyktighetsbevis.
- 1.6.3.2 I 1998 ble det igjen utført omfattende modifikasjoner av LN-SFT. Da ble det såkalte Maritime Surveillance System, MSS 5000 installert. Arbeidet, som ble utført av Bromma Air Maintenance AB, innbefattet montering av utvendig antenne for "Side-Looking Aperture Radar (SLAR)" under bakkroppen på flyet. Denne antennen satt på flyet da ulykken skjedde.
- 1.6.3.3 Den siste større endringen av LN-SFT ble utført i 2005. Det var en oppgradering av MSS 5000. Også denne gangen ble arbeidet utført av Bromma Air Maintenance AB, og den mest synlige modifikasjonen var installasjon av infrarødt kamera – "Forward looking infrared (FLIR)" under buken rett foran vingen.
- 1.6.3.4 LN-SFT gjennomgikk også to relativt store reparasjoner i tiden det var på norsk register. I begge tilfellene var det nødvendig for å utbedre skader etter kollisjon med fugl som traff høyre vinge. Første gang det skjedde var i 3. november 1997. Utbedringen ble foretatt av Bromma Air Maintenance AB. I forbindelse med reparasjonen ble vingebjelken inspisert. Det ble da oppdaget sprekkeformasjoner som nødvendiggjorde reparasjon. Flyet ble stående hos Bromma Air Maintenance AB til skadene var utbedret, samt installasjonen av MSS 5000 var blitt utført (se punkt 1.6.3.2). Høsten 2000 ble flyet på ny utsatt for en fuglekollisjon. Denne gangen ble skadene på høyre vinge reparert av Flyvedlikehold A/S på Sandefjord lufthavn Torp.
- 1.6.3.5 I første del av 2008 gjennomgikk LN-SFT omfattende ettersyn og vedlikehold hos Nayak Aircraft Service GmbH, Köln, Tyskland. Funn av sprekker og korrosjon i vingebjelken nødvendiggjorde reparasjoner. Det ble i tillegg utført en rekke modifikasjoner på flyet. Blant annet ble det installert nytt anti-kollisjonssystem (TCAS-II) og "Mode S Transponder", samt installert ny nødpeilesender av typen Airtex ELT C406-2. Videre ble det gjort endringer i flyets navigasjonsutstyr og tilhørende endringer av instrumentpanelet.
- 1.6.3.6 LN-SFT ble stående fire måneder hos Nayak. I mellomtiden utløp gyldighetsperioden for flyet luftdyktighetsbevis. Seks dager før utløpsdato, 30. april 2008, søkte Helitrans om å få forlenget gyldighetsperioden til arbeidene var fullført, og nødvendig dokumentasjon for å utstede Airworthiness Review Certificate (ARC) var tilgjengelig. Luftfartstilsynet

innvilget søknaden og utstedte et nytt luftdyktighetsbevis med gyldighet til 31. juli 2008. 20. mai 2008 var arbeidene ved Nayak sluttført og LN-SFT ble returnert til Helitrans.

1.6.4 Masse og balanse

1.6.4.1 Helitrans ba Nayak om å utføre en ny veiing og å utarbeide ny masse- og balanserapport etter at alle arbeidene var gjennomført. Rapporten fra Nayak viser at LN-SFT hadde en tommasse på 9 112 lb (4 133 kg) ved en tyngdepunkts plassering (arm) på 163,4 in (tommer). I følge Jane's All the World's Aircraft 1980-81, er en typisk tommasse for SA226-T(B) 7 800 lb (3 538 kg). Det innebærer at tommassen på LN-SFT som følge av alle modifikasjonene var om lag 600 kg høyere enn standard.

1.6.4.2 Etter at flyet kom tilbake til Helitrans ble en del utmontert utstyr satt tilbake på plass slik at tommassen økte til 9 214 lb ved en tyngdepunkts plassering på 164,2 in. Havarikommisjonens utregninger nedenfor er basert på disse tallene. Det er videre anslått at det var ca. 2 000 lb drivstoff av typen Jet A-1 om bord i flyet før avgang. I løpet av den 17 minutter lange flyturen brukte det anslagsvis 168 lb. drivstoff.

	MASSE (lb)	ARM (in)	MOMENT (inlb)
Tom masse	9 214	164.2	1 512 938.8
Drivstoff	1 832	180.0	329 760.0
Flygebesetning	472	111.0	52 392.0
Kontrollant	231	171.0	39 501.0
Bagasje i front	30	42.0	1 260.0
Bagasje bak i flyet	150	325.0	48 750.0
Total	11 929	166.4	1 984 601.8

1.6.4.3 Maksimalt tillatt startmasse er 14 021 lb. Ved aktuell masse skal tyngdepunktet (armen) ligge innenfor begrensningene 160,5 – 168 in.

1.6.5 Airplane Flight Manual (AFM)

1.6.5.1 I hvert flyindivid skal det finnes en oppdatert flygehåndbok (Airplane Flight Manual – AFM). Dette eksemplaret skal gjenspeile flyets modifikasjonsstatus og tilhørende operative vilkår. I tillegg skal flyselskapet oppbevare en Master Airplane Flight Manual som inneholder alle relevante tillegg fra hvert enkelt flyindivid.

1.6.5.2 For LN-SFT gjaldt en rekke spesielle flyoperative vilkår og begrensninger som følge av at flyet hadde blitt omfattende modifisert gjennom årene, og at det i tillegg hadde blitt pålagt operasjon i henhold til britisk konfigurasjon. Dette fordret en mer omfattende oppfølging av luftfartøyets flygehåndbok enn det som ville være tilfelle for et mer ordinært luftfartøy med ordinær flygehåndbok og tilhørende standardsupplementer. Grunnet installasjonene i Tyskland i 2008 var det for eksempel påkrevd innføring av tre nye supplementer. Flygehåndboken fra LN-SFT ble ikke funnet etter ulykken.

Havarikommisjonen kan derfor ikke si noe om i hvilken grad den var komplett og oppdatert. På møte mellom havarikommisjonen og selskapet ble det imidlertid gitt uttrykk for at relevante supplementer for modifikasjoner utført på flyet kunne mangle.

1.6.5.3 Havarikommisjonen har fått tilgang til selskapets Master Airplane Flight Manual for SA226. Denne var ikke oppdatert i forhold til LN-SFT.

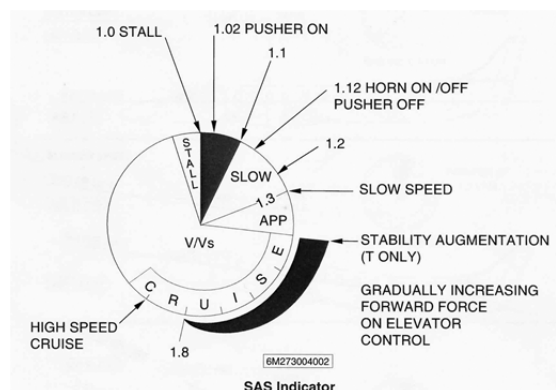
1.6.6 Stall Avoidance and Stability Augmentation System – SAS²

1.6.6.1 SAS² er en forkortelse for ”Stall Avoidance and Stability Augmentation System”. Det vil si ett system for å varsle om og avverge steiling, samt ett system for å bedre manøvreringsegenskapene ved lave hastigheter og motvirke flyging ved for lav hastighet. På de britiske versjonene av SA226, slik som LN-SFT, har systemet to computere som prosesserer signaler fra sensorer som viser flyets angrepsvinkel, samtidig som de korrigerer for posisjonen til vingeflapsen.

1.6.6.2 ”Stall Avoidance System -delen” består av et varselhorn som kommer på når hastigheten er så lav at flyet nærmer seg steiling ($1,12 V_S$)¹³. Like før steiling ($1,02 V_S$) aktiveres ”stick pusher” som skyver spaken frem med en kraft på om lag 60 pund (27 daN). I tillegg er det montert en såkalt SAS-indikator på toppen av instrumentpanelet (se Figur 4). På LN-SFT var dette instrumentet koblet til to¹⁴ utvendige sensorer for angrepsvinkel (angle of attack vane), en på hver side av flyets nese. Instrumentet viser flyets hastighet i forhold til steilehastigheten (V_S). I følge Airplane Flight Manual, Figur V-11 har flytypen en steilehastighet på 85 kt (IAS) ved en masse på 11 900 lb med flaps og understell nede og ”zero thrust” fra motorene.



Figur 4: SAS-indikatoren fra LN-SFT.



Figur 5: Skisse av indikatoren.

1.6.6.3 ”Stability Augmentation System -delen” på SA226-T modellene kan sies å være et supplement til Stall Avoidance ved at systemet for ”stick pusher” påfører en lett fremoverrettet kraft på stikka når hastigheten kommer ned under $1,8 V_S$. Denne kraften bygger seg gradvis opp til om lag 20 pund (9 daN) til hastigheten kommer ned til $1,4 V_S$ hvorefter den forblir konstant inntil farten avtar så mye at ”stick pusher” aktiveres. Den kunstige stikkekraften skal bidra til å forhindre overkorrigeringer på høyderoret ved lave

¹³ $1,12 V_S$ er på indikatoren i cockpit angitt som V/V_S

¹⁴ Det er et britisk særkrav at det skal være to slike angrepsvinkelsensorer. Den amerikanske versjonen av SA226-T(B) har bare én slik sensor.

hastigheter hvor stikkekraften ellers er lav. I følge flygere med mange års erfaring på flytypen er dette en funksjon som ikke er merkbar ved normal operasjon av flyet.

- 1.6.6.4 I flytypens "Master Minimum Equipment List (MMEL)" nevnes ikke SAS² blant utstyr og systemer som kan være ute av drift før flyging. Systemet må således være i funksjon før enhver flyging. Dette fremgår også av daværende Luftfartsverkets importgranskingsrapport nr. 03/88, datert 16. august 1989. Likeledes gjentas kravet om at SAS² skal være i funksjon før flyging i den britiske versjonen av flygehåndboken. Her står det på side IV-11 i Section IV Normal Procedures, "Before Taxi Checklist" pkt. 8: "SAS² CHECK ALL FUNCTIONS". En detaljert sjekkliste for de relativt omfattende funksjonsprøvene er tatt med på side IV-15 t.o.m. IV-17. Sjekken omfatter blant annet verifikasjon av funksjonen til "stick pusher", steilevarselet og indikatoren.
- 1.6.6.5 I visse tilfeller kan tekniske feil gjøre det nødvendig å deaktivere SAS² under flyging. Systemet skal da deaktiveres ved å slå av "SAS CLUTCH Switch" og trekke fire "SAS Circuit breakers". Hvis "SAS CLUTCH Switch" slås av, vil det ikke være mulig å slå systemet på igjen så lenge flyet er i luften. Dersom "Servo PWR Circuit breaker" trekkes, deaktiveres "stick pusher" og kunstig stikkekraft ved lave hastigheter (se punkt 1.6.6.3).
- 1.6.6.6 Flygehåndboken gjør oppmerksom på endringer i flygekarakteristika dersom SAS² er ute av funksjon:

"CAUTION – WITH THE SAS² DISENGAGED THE AIRPLANE WILL HAVE UNDESIRABLE STALL CHARACTERISTICS AT AFT CENTER OF GRAVITY LOADINGS. ADEQUATE MARGINS ABOVE THE STALL SPEED SHOULD BE MAINTAINED IN ALL OPERATIONS. ENSURE THAT TOUCHDOWN SPEED IS EQUAL TO OR GREATER THAN 1.1V_{st}."

"NOTE – With the SAS clutch switch OFF, there will be no augmented stick forces. Very light elevator forces will be required to manoeuvre the aircraft at airspeed below approximately 135 KIAS, particularly when operating at aft c.g. loadings. Airspeed should be monitored closely."

- 1.6.6.7 I flygehåndboken under kapittel 2 "Limitations – Placards" kreves at det nær fartsmåleren skal stå følgende varsel:

"DO NOT STALL AIRCRAFT WITH SAS² INOPERATIVE"

Denne advarselen sto rett under fartsmåleren på LN-HTD, men var ikke å finne samme sted på LN-SFT. Et deksel til venstre for fartsmåleren var knust og manglet delvis. Det kan følgelig ikke utelukkes at varselskiltet hadde stått der.

- 1.6.6.8 "Stick pusher" installeres normalt bare på flytyper som ikke innfrir sertifiseringskravene med hensyn til steilingsegenskaper. I følge FAA AC 23-8B "Flight Test Guide for Certification of Part 23 Airplanes", kan flytyper som fordrer installasjon av "stick pusher" deles inn i to hovedkategorier:

1. "Airplane Recoverable". Steilekarakteristikken møter ikke kravene på alle punkter, men en utilsiktet aerodynamisk steiling anses likevel ikke å være sikkerhetskritisk. Det kreves heller ikke flygerferdigheter ut over det vanlige for å komme ut av steilingen.

2. ”*Airplane Not Recoverable*”. Dersom det ikke er mulig å få flytypen ut av en steiling, eller dersom den som søker om typesertifisering velger å ikke utforske steilingsegenskapene med systemet utkoplet.

I følge AC 23-8B gjelder ulike krav til marginen mellom den hastigheten hvor ”stick pusher” aktiveres og steilehastigheten. For fly i kategori ”*Airplane Recoverable*” skal marginen være mer enn 2 kt, mens den for fly i kategori ”*Airplane Not Recoverable*” skal være mer enn 5 kt. Marginen på LN-SFT var 2 kt (1,02 V_S). Det kan tyde på at flytypen ble plassert i kategori ”*Airplane Recoverable*” i forbindelse med typesertifiseringen.

- 1.6.6.9 I følge Service Bulletin 226-27-037 skal flyets SAS² inspiseres og kalibreres med faste intervaller. Dokumentet angir hvilke tester som skal utføres på respektive flyindivider og ulike versjoner av SAS². I følge Helitrans skulle LN-SFT testes i henhold til følgende paragrafer og intervaller:

- Paragraf 2A med intervaller på 250 flytimer
- Paragraf 2B med intervaller på 500 flytimer
- Paragraf 2C med intervaller på 2 000 flytimer

I følge flyets vedlikeholdsdokumentasjon ble siste 2A og 2B utført ved 13 453:15 flytimer og siste 2C utført ved 12 473:10 flytimer. Det vil si at det da ulykken skjedde var 97:45 timer til systemet neste gang skulle testes. Under oppholdet hos Nayak (se punkt 1.6.3.5) ble det oppdaget at det hadde kommet bremsevæske inn i SAS computer nr. 1. Dette medførte følgende innføring 10. mai 2008 i vedlikeholdsdokumentasjonen:

“*SAS System tested during flight satis.*”

- 1.6.6.10 Service Bulletin 226-27-037 angir også utstyr og ulike metoder som kan benyttes ved test av SAS². En metode innebærer kalibrering av systemet i luften. Denne metoden innledes med en rekke advarsler, hvorav følgende nevnes:

“*Do not permit the aircraft to enter full stall.*”

“*Do not test during turbulent conditions*”

1.7 Været

1.7.1 Opplysninger fra Meteorologisk institutt

”Værutvikling det siste døgnet før ulykken og til ca 6 timer etter:

Været var dominert av et lavtrykk over nordlige del av Nordsjøen. Ca et døgn før ulykken var det på 990 hPa og lå 59 N, 01 E. Dette beveget seg sakte nordøstover og var ca 6 timer etter ulykken på 993 hPa og lå da 63 N, 05 E. En kaldfront i forbindelse med lavtrykket passerte Flesland seint om ettermiddagen dagen før ulykken. Om formiddagen den 20. var en gammel, okkludert front på vei inn fra vest-nordvest. Den lå svært nær ulykkespunktet ved ulykkestidspunktet.

Skyer:

METAR fra Flesland viser at skybasen (BKN-laget) lå på mellom 3000 og 3500 fot, med noen skyer (FEW/SCT) mellom 1000 og 2000 fot. Skytypen var lagskyer og haugskyer (cumulus), mest sannsynlig med innbakte CB-skyer. Skytoppene ser ut til å ha ligget mellom 10000 og 15000 fot, med mulighet for CB-topper over dette.

Turbulensintensitet/vindskjær:

Det var denne dagen sendt ut varsel om vindskjær for Flesland. Dette gjelder bare under 400 fot ved Flesland. Over dette ser det ut til å ha vært forholdsvis jevn sørvestlig vind på mellom 40 og 45 knop. Slik vind gir vanligvis lite vindskjær og lite turbulens. Det var imidlertid som nevnt mest sannsynlig og CB-skyer i området, og i forbindelse med disse var det forventet moderat turbulens. Den nevnte okkluderte fronten kan også ha gitt økt turbulens, og den kan også ha økt vindskjæret, siden vinden bak fronten var litt svakere og hadde litt mer vestlig retning.

Isingsfare:

0-isotermen lå i ca 6000 fot. Over dette var det mest sannsynlig moderat ising i forbindelse med CB-skyer, eller noe mindre.”

Vindkart viser at det i FL050 i Bergensområdet kl. 0800 blåste 200° 40kt. Tilsvarende i FL025 var 200° 30kt. Vindkartene viser at vinden var nær uforandret tre timer senere kl. 1100.

1.7.2 METAR (rutinemessig værobservasjon for luftfartsformål) for Flesland 20. juni

Tider angitt UTC:

200550Z 20018KT 9999 FEW010 SCT023 BKN040 11/08 Q0997 WS RWY17 TEMPO SHRA FEW008 BKN014CB RMK WIND 1200FT AMSL 20031G41KT=

200650Z 21020G32KT 9999 VCSH FEW015 SCT020 BKN030 12/09 Q0997 WS RWY17 TEMPO SHRA BKN014CB RMK WIND 1200FT AMSL 20029G40KT=

200750Z 21022G32KT 180V240 9999 –SHRA FEW012 SCAT020 BKN030 12/08 Q0998 WS RWY17 TEMPO SHRA BKN014CB RMK WIND 1200FT AMSL 20029G41KT= (Denne meldingen, ”ATIS Information E” lyttet besetningen til før oppstart).

200820Z 22020G30KT 9999 VCSH FEW015 SCT022 BKN035 12/09 Q0998 WS RWY17 TEMPO SHRA BKN014CB RMK WIND 1200FT AMSL 20029G39KT=

1.7.3 TAF (rutinemessig værvarsel for luftfartsformål) for Flesland 20. juni

Tider angitt i UTC:

TAF (FC) 200800Z 200918 22020G35KT 9999 –SHRA FEW010 BKN020 TEMPO 0918 SHRA BKN012CB PROB30 TEMPO 0918 4000 TSRA

1.7.4 Andre værobservasjoner

Et helikopter fra CHC Helikopter Service (HKS701) var over havaristedet kort tid etter ulykken. De rapporterte om få skyer i 800 ft, overskyet i 1 500 ft, 35 kt vind fra 210°, mye sjø og god sikt.

1.7.5 Været 19. juni under ferdighetsprøven med kandidat 1

METAR gitt 19. juni på tidspunktet for ferdighetsprøven for kandidat 1:

191150Z 14008KT 9999 –RADZ FEW009 SCAT015 BKN035 13/11 Q0994 TEMP RA
BKN012 RMK WIND 1200FT AMSL 12019KT=

Vindkart mottatt fra Meteorologisk institutt viser at det kl. 1100 blåste 175° 40 kt i FL050.

1.8 Navigasjonshjelpemidler

Det ble ikke meldt om problemer med navigasjonssystemer i flyet eller på bakken under den første ferdighetsprøven som ble fløyet 19. juni. Det er heller ikke noe som tyder på at det oppsto problemer i forbindelse med navigasjon av flyet under den aktuelle ferdighetsprøven 20. juni.

1.9 Samband

Det var etablert normalt toveis radiosamband mellom LN-SFT og lufttrafikktenesten.

Det ble ikke sendt nødmelding fra LN-SFT.

1.10 Flyplasser og hjelpemidler

Ikke relevant

1.11 Flyregistratorer

1.11.1 LN-SFT var utstyrt med en taleregistrator (Cockpit Voice Recorder – CVR) av typen Fairchild Model A100A. Enheten hadde delenummer 93-A100-83 og serienummer 26176. Taleregistratoren var utstyrt med en akustisk sender (Underwater Locator Beacon ULB) også kalt ”pinger” produsert av Dukane. ULB sender med frekvensen 37,5 kHz og var et svært nyttig hjelpemiddel for å lokalisere flyet.

1.11.2 Taleregistratoren ble brakt til den engelske havarikommisjonen (AAIB) på Farnborough i England for avspilling i samarbeid med havarikommisjonen. Avspillingen var vellykket og informasjon hentet fra enheten var avgjørende for å forstå hendelsesforløpet.

1.11.3 Taleregistratoren lagret lyd fra de siste 30 minuttene med strøm på flyet. Det inkluderte det siste 1 minutt og 12 sekunder fra samtale etter landing under ferdighetsprøven med kandidat 1. Enheten gjorde fire parallelle opptak fra følgende kilder:

- Internkommunikasjon og radiokommunikasjon
- Områdemikrofon (lyder i cockpit)

- Flere kilder (vanskelig å fastslå grunnet svært svake signaler)
- Internkommunikasjon og radiokommunikasjon

1.11.4 LN-SFT var ikke utstyrt med ferdskriver (Flight Data Recorder – FDR). Da flyet kom på norsk register i 1989 var dette et krav for turbindrevne fly med maksimal startmasse over 5 700 kg. Fordi flytypen SA226 opprinnelig hadde en maksimal startmasse på 5 700 kg og LN-SFT hadde luftdyktighetsbevis i klasse ”Spesial”, søkte Fjellanger Widerøe AS om dispensasjon fra kravene om å medføre ferdskriver og taleregistrator. Søknaden ble avslått av Luftfartsverket, som opprettholdt forskriftskravet i brev datert 10. februar 1988. Hverken Helitrans eller Luftfartstilsynet har kunne legge fram skriftlig dokumentasjon på en eventuell senere godkjenning av at LN-SFT kunne fly uten FDR.

1.12 Havaristedet og flyvraket

1.12.1 Havaristedet

LN-SFT falt i sjøen 10 NM vest for Sotra (060°16,1374N 004°40,4879Ø). Det ble liggende på 316 m dyp på flat leirbunn ca. 80 meter fra stedet hvor det siste radarekkoet ble registrert. Noen mindre vrakdeler, deriblant nødutstyr, deler av kabininnredningen, et sete og olje ble funnet flytende i sjøen.

1.12.2 Flyvraket

1.12.2.1 Flyvraket ble lokalisert på sjøbunnen ved hjelp av den akustiske senderen (Underwater Locator Beacon – ULB) (se for øvrig kapittel 1.19.3 for utfyllende beskrivelse av søket og hevingen). Flyvraket var i hovedsak samlet i ett stykke og det ble heist opp med en løfteline festet til det høyre hovedunderstellet. Således kom ca. 95% av vraket opp fra sjøen innen 43 timer etter ulykken. Senere ble noen mindre deler samlet opp fra bunnen i umiddelbar nærhet av stedet hvor hovedvraket lå.



Figur 6: Flyvraket heves ut av sjøen. Bøyningen av høyre vinge og skadene på undersiden av flyskroget (hvitt felt til høyre for bokstavene LN-SFT) grunnet anslag mot sjøen sees tydelig.



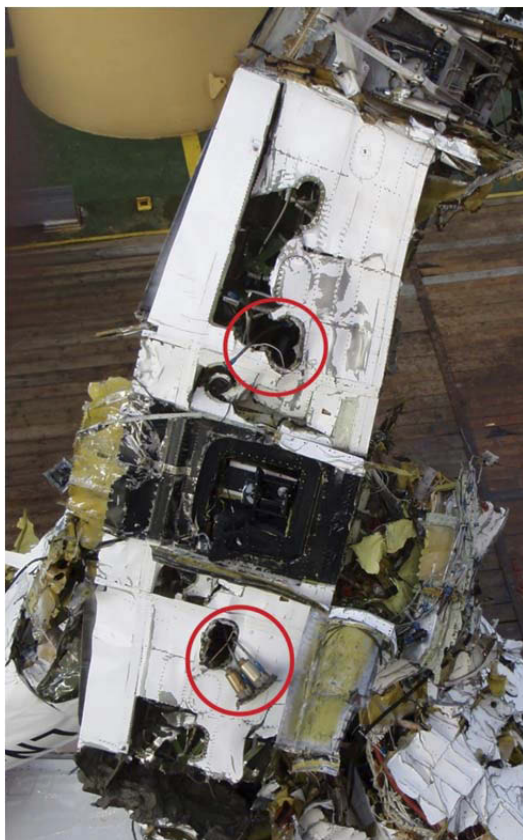
Figur 7: Vraket etter at det var lagt på dekket på båten.

1.12.2.2 Flyvraket ble spylt med ferskvann og delvis demontert. Strukturelt var flyet allerede delt opp i flere seksjoner, og ved å kutte kontrollvaiere, ledninger og slanger/rør var det mulig å separere følgende seksjoner:

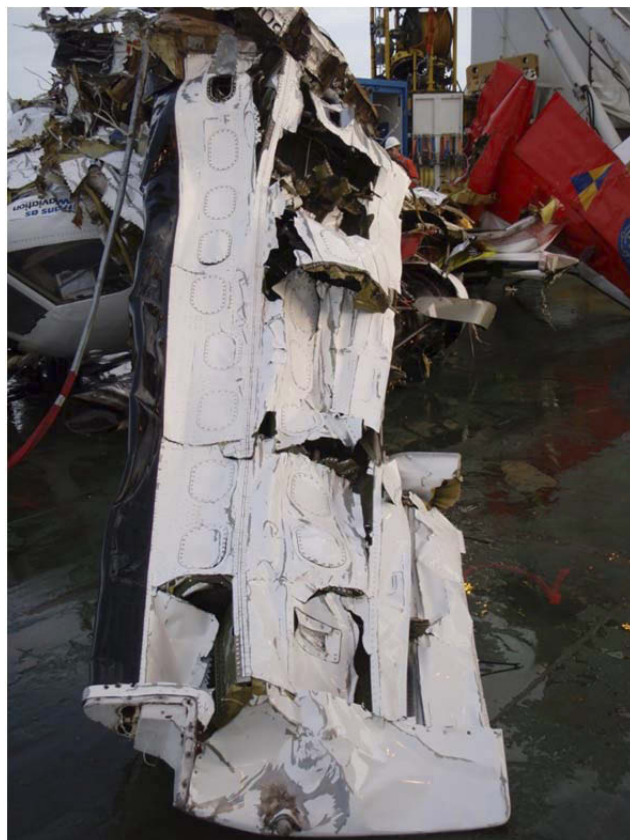
- Flyets frontparti inkludert cockpit
- Skroget bak cockpit
- Halen inkludert haleflater og ror
- Ytre del av venstre vinge inkludert balanseror
- Høyre vinge med senterseksjon og venstre vinge til utenfor venstre motor samt begge hovedunderstellene. Høyre balanseror satt på vingen.
- Venstre motor med propell
- Høyre motor med propell
- Neseunderstellet

Etter at de omkomne var tatt ut, ble vraket lastet opp på lastebil og kjørt til havarikommisjonens lokaler i Lillestrøm for nærmere undersøkelser.

1.12.2.3 Som bildene viser var vraket sterkt ødelagt, og sammen med saltvannsskadene gjorde dette det umulig å eksakt verifisere flyets tilstand før ulykken skjedde. Figur 8 og 9 nedenfor viser at hele undersiden av flyet har vært utsatt for hydrodynamisk deformasjon. Denne deformasjonen går helt til bakkanten av begge vingene inkludert balanserorene.



Figur 8: Undersiden av vingen med høyre vinge pekende opp og flyets fartsretning til høyre. Drivstoffpumpen i venstre vinge er revet ut og på høyre vinge har den forsvunnet helt (innringet).

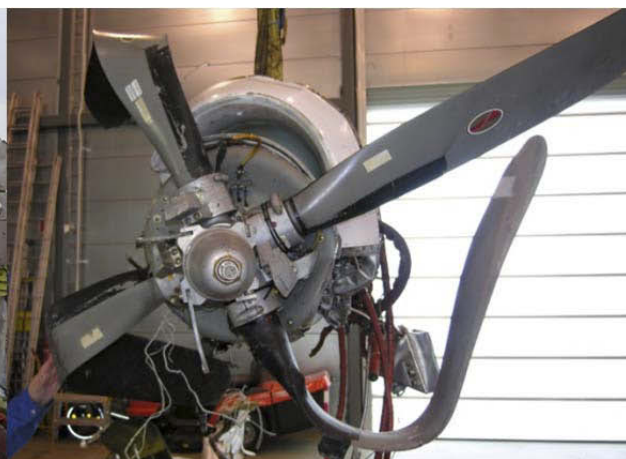


Figur 9: Undersiden av høyre vinge. Vingens fremkant til venstre. Området i vingetippen inneholder ikke drivstofftanker og er tilnærmet tomt. I dette området er vingehuden slått inn. Lengre innover vingen (oppe på bildet) har mottrykket fra drivstoffet i tankene begrenset inntrykkningen.

Begge motorene var strukturelt revet løs fra vingene. De hang bare fast til vingene via stag, ledninger og slanger. Motorene hadde tydelig hydrodynamisk deformasjon i fronten og på undersiden. Propellene hadde vært utsatt for kraftig overbelastning slik at mekanismen for regulering av bladvinkel var ødelagt. Høyre propell var mest skadet med to blader kraftig bøyd bakover, ett blad tilsvarende bøyd forover og ett nærmest uskadet blad (se Figur 10 og Figur 11). Venstre propell hadde to blader bøyd bakover på tilsvarende måte og to blader som var tilnærmet rette.



Figur 10: Høyre motor og haleflaten sett ovenfra. Pilen peker mot et område på undersiden av motoren hvor vanntrykket har formet platehuden inntil strukturen bak platen.



Figur 11: Høyre propell sett forfra.

- 1.12.2.4 Flere detaljer inne i flyet indikerte at flyet har vært utsatt for store vertikale krefter. Eksempelvis var setet som kontrollanten satt i trykket kraftig ned (se Figur 12). Tilsvarende var et kabinett med elektronisk utstyr klemt kraftig ned slik at komponenter inne i reolen var flatklemt. Reolen hadde også blitt bøyd forover (se Figur 13).



Figur 12: Et sete fra kabinen påvirket av G-krefter.



Figur 13: Et kabinett med elektronisk utstyr trykket ned og forover av G-krefter (reolen ligger opp-ned).

- 1.12.2.5 Med unntak av flapssegmentene, som manglet helt, ble alle vesentlige deler av flyet hevet. Etter at vraket kom til havarikommisjonens lokaler på Lillestrøm ble samtlige flygekontroller undersøkt. Alle feil oppdaget ved undersøkelsen kan forklares med den overbelastningen som oppsto i sammenstøtet med sjøen. Spesiell vekt ble lagt på å undersøke høyderorskontrollen og høyderorstrimmen. Også alle feil funnet på disse systemene kan spores tilbake til overbelastninger oppstått under havariet.
- 1.12.2.6 Begge hovedunderstellene var revet ut av opp-posisjon slik at opp-låsene var ødelagt.
- 1.12.2.7 En stor rekke av automatsikringene på panelet nede på fartøysjefens venstre side var ute (poppet ut), deriblant sikringen som gir strøm til ”stick pusher”.
- 1.12.2.8 Svært lite av kart, loggbøker og annen dokumentasjon ble funnet i flyet etter at det var hevet.

1.13 Medisinske og patologiske forhold

Besetningen ble obdusert ved Gades Institutt i Bergen. Det ble ikke funnet tegn til sykkelig tilstand eller inntak av alkohol, narkotiske stoffer eller medikamenter. Undersøkelsen viste at de tre omkom som følge av omfattende knusningsskader.

1.14 Brann

Det oppsto ikke brann i forbindelse med ulykken.

1.15 Overlevelsesaspekter

- 1.15.1 Besetningen var kledd i ordinære klær og satt fastspent med setebelter. De ble utsatt for svært store vertikale retardasjonskrefter da flyet traff sjøen.
- 1.15.2 Flyet var utstyrt med en nødpeilesender (Emergency Locator Transmitter ELT) av typen Artex C406-2 med serienummer 170-03525. Denne skal ved ulykker sende nødsignaler på 121,5 og 406 MHz. Dette forhindres imidlertid når antennen blir liggende under vann.
- 1.15.3 Det ble slått full alarm da LN-SFT forsvant fra radaren og ikke svarte på oppkall fra lufttrafikkjenesten på Flesland. Et helikopter fra CHC Helikopter Service (HKS701), var ca. 5 NM øst for den siste kjente radarposisjonen til LN-SFT da ulykken skjedde. Lufttrafikkjenesten anmodet helikopteret om å starte søk i området. Det ble etter kort tid konstatert olje og en del mindre vrakrester på sjøen.
- 1.15.4 Da det ble klart at det hadde skjedd en ulykke med LN-SFT satte Hovedredningsentralen for Sør-Norge (HRS-S) inn store ressurser i søk etter flyet. Flere båter i området, deriblant kystvaktskipene KV Tor og KV Leikvin ble satt inn i søket. De første vrakgjenstandene ble tatt opp kl. 1310 og det ble tidlig klart at mulighetene for å finne overlevende var små.

1.16 Spesielle undersøkelser

Det ble ikke gjort undersøkelser som kvalifiserer til spesiell omtale.

1.17 Organisasjon og ledelse

1.17.1 Luftfartstilsynet

- 1.17.1.1 Tilsyn og utvikling av regelverk er blant Luftfartstilsynets kjerneoppgaver. Tilsyn omfatter førstegangs godkjenning (adgangskontroll), og deretter fortløpende virksomhetstilsyn av alle deler av norsk sivil luftfart inkludert lufthavner, fly- og helikopterselskaper, flysikringstjeneste, verksteder, skoler, luftfartøy og personell. Dette innebærer blant annet at Luftfartstilsynet:
- Adgangskontrollerer alle luftfartøy som kommer inn på norsk register og tilhørende vedlikeholdsprogram. Påser at alle modifikasjoner og større reparasjoner av luftfartøyene er godkjent.
 - Fører tilsyn med at eiere/brukere opprettholder luftfartøyets luftdyktighet.

- Adgangskontrollerer flyselskaper og verksteder og fører regelmessig tilsyn med disse. Alle større endringer i organisasjonene, inkludert utskifting av nøkkelpersonell, skal være gjenstand for godkjenning/aksept.
- Fastsetter krav til ferdigheter og fornyelse av rettigheter for personlige sertifikatnehavere innen sivil luftfart. Fører tilsyn med personlige sertifikater.
- Adgangskontrollerer skolevirksomheter og godkjenner opplæringsprogram.
- Gjennomfører ferdighetsprøver ved hjelp av kontrollanter.

1.17.1.2 Luftfartstilsynet er delt inn i avdelinger og seksjoner som i mange tilfeller er sammenfallende med det forskriftsverk som det føres tilsyn med. Undersøkelsen omkring ulykken med LN-SFT har i hovedsak involvert to seksjoner. Den ene er seksjon for operativ utdanning (OU) som blant annet førte tilsyn i henhold til forskriften BSL JAR-FCL. Den andre er flyoperativ seksjon (OF) som blant annet førte tilsyn i henhold til forskriften BSL JAR-OPS 1¹⁵. De inspektørene som fører tilsyn med operativ avdeling i et flyselskap er tilknyttet flyoperativ seksjon. Det er flyoperativ seksjon som aksepterer del B av et selskaps operasjonsmanual (OM), og derigjennom tar stilling til om selskapet opererer i henhold til et "Multi Crew" konsept.

1.17.1.3 Luftfartstilsynet hadde sommeren 2008 nylig vært igjennom en omfattende flytteprosess som formelt var avsluttet i 2007. Dette medførte en stor utskiftning av personell og således stort behov for opplæring av nye medarbeidere.

1.17.2 Luftfartstilsynets virksomhetstilsyn med Helitrans

Luftfartstilsynet vurderer gjennom sitt virksomhetstilsyn blant annet om flyselskapene etterlever forutsetningene som ble gitt ved første gangs godkjenning. Operativ seksjon hos Luftfartstilsynet gjennomførte et slikt virksomhetstilsyn av selskapet 15 – 16. januar 2008. Fra inspeksjonsrapportens sammendrag siteres følgende:

"Det generelle inntrykket er at selskapet har utviklet seg positivt siden siste inspeksjon (oktober 06). Selskapet har stor vekst, med en variert virksomhet både med hensyn til fly og helikoptre. Dette krever en god lederstruktur.

Selskapet hadde 31 interne avviksrapporter i 2007. Det ble klaget internt over at det var tungt å få lukket Flight Safety avvik. Ledelsen må bli mer aktiv i slike saker. Det ble rapportert om en bedre vilje til internrapportering, men FW¹⁶ rapporterer mindre enn RW¹⁷, spesielt om forhold som ikke direkte er flyrelatert.

Flygesjefen fikk på forrige tilsyn beskjed om at han måtte fly mindre og bruke mer tid i sin stilling som flygesjef. Han flyr likevel knapt 50% flygerstilling. Helikoptervirksomheten i Helitrans er stor og svært variert. I tillegg er utviklingen på FW siden stor og komplisert. Til tross for at Assisterende flygesjef er FW flyger, og dermed kan avlaste flygesjefen i FW saker, vil Luftfartstilsynet

¹⁵ EU-OPS etter 16. juni 2008

¹⁶ Fixed wing (fly)

¹⁷ Rotor wing (helikopter)

igjen be selskapet vurdere flygesjefens tilstedeværelse. Luftfartstilsynets inspeksjonsteam fikk fra flere hold indikasjoner om at det er for liten dialog mellom flygesjefen og flygerne.

Det ble ytret ønske om å ha to flygesjefer (en FW og en RW). Luftfartstilsynet vil vurdere denne muligheten.”

Inspeksjonen avdekket ett avvik og 4 observasjoner.¹⁸ Av disse nevnes:

”Avvik nr. 1; ref JAR-OPS 1/3.

Organisasjonskartet i OM-A er ikke i henhold til forskriften og beskrevet skoleorganisasjon skal ikke vises i Helitrans’ organisasjon.

Observasjon nr. 1;

Flygesjef i knapt 50% flygestilling og assisterende flygesjef i tilnærmet 100% flygestilling gjør at Luftfartstilsynet tviler på at den operative kontrollen i selskapet er tilfredsstillende. Et så stort selskap, med dertil meget kompleks drift, krever bedre operativ kontroll.

Observasjon nr.3;

FSO bør ha flere arbeidsdager pr mnd og ledelsen må sørge for lukking av Flight Safety avvik.

Observasjon nr. 4;

Quality assurance program og audit schedule for 2008 er ikke utarbeidet.”

1.17.3 Helitrans AS

- 1.17.3.1 Dagens selskap har sin opprinnelse fra Heli-Trans som ble etablert som et helikopterselskap (RW – Rotary Wing) på Værnes i 1990. Selskapet utvidet gradvis sin virksomhet til også å omfatte fly (FW – Fixed Wing). I 2004 begynte selskapet å operere SA226 i forbindelse med overtakelsen av Fjellanger Widerøe Aviation AS. Da ulykken skjedde opererte selskapet en Cessna Citation CJ3¹⁹, tre Bae Jetstream 32, to SA226 Merlin i tillegg til 13 helikoptre. Selskapet hadde ca. 55 fast ansatte. Selskapet hadde Air Operator Certificate (AOC) utstedt av Luftfartstilsynet og opererte i henhold til BSL JAR-OPS 1, BSL JAR-OPS 3 og ”Aerial Work” for fly og helikoptre i henhold til BSL D. Vedlikehold av luftmateriell ble for en stor del utført av selskapets egen Part 145 -organisasjon.
- 1.17.3.2 Helitrans hadde kontrakt med Kystverket og Kystvaktskvadron Sør. Oppgavene besto i hovedsak av overvåking av skipstrafikken og eventuell forurensning langs kysten. Primært var LN-SFT utrustet for disse oppgavene. Reserveflyet LN-HTD hadde mindre spesialutstyr og ble også benyttet til andre oppgaver. Det var oppdragsgiver som krevde at flygingene skulle gjennomføres med to flygebesetningsmedlemmer.
- 1.17.3.3 Et luftfartsforetak skal i henhold til regelverket ha utnevnt en ansvarlig leder som kan aksepteres av luftfartsmyndigheten og som har totalansvaret for å sikre at alle operasjoner

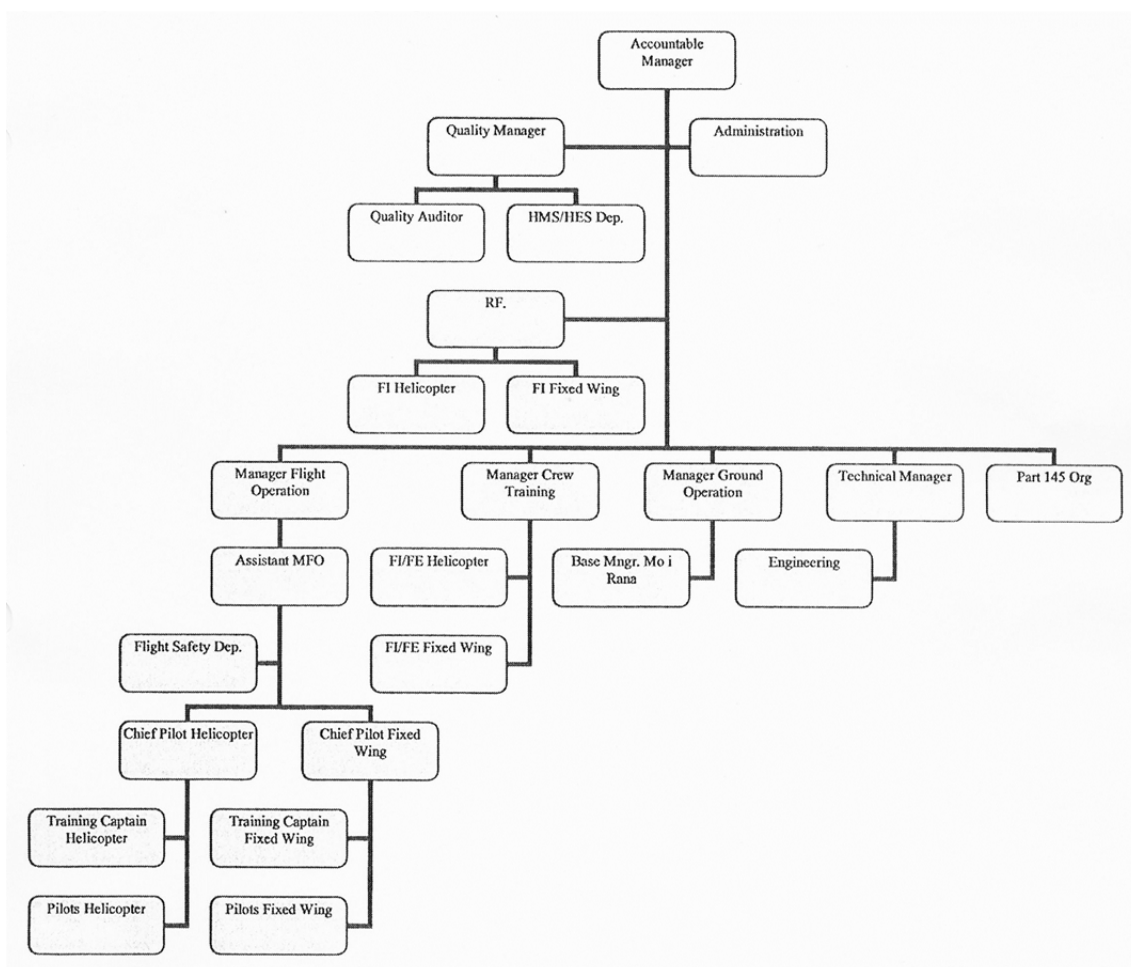
¹⁸ Avvik er brudd på, eller ikke samsvar med, de luftfartsbestemmelser som luftfartsforetaket er godkjent i henhold til. Avvik skal normalt besvares innen 30 dager. Observasjoner er mindre avvik eller rene tilrådinge gitt som forbedringsforslag. Observasjoner behøver ikke besvares.

¹⁹ Betegnes også Cessna C525

og vedlikeholdsaktiviteter kan finansieres og gjennomføres etter den standard som luftfartsmyndigheten krever. I tillegg skal foretaket ha utnevnt følgende personer som kan aksepteres av luftfartsmyndigheten og som er ansvarlig for:

- Flygevirksomheten
- Vedlikeholdsordningen
- Besetningstreningen
- Bakkevirksomheten

Organisasjonskartet nedenfor viser disse lederfunksjonene og andre posisjoner i selskapet.



Figur 14: Organisasjonskart hentet fra selskapets OM-A datert 10. oktober 2007.

1.17.3.4 Nedenfor beskrives kort personer som var involvert i selskapets utdanning av de to aktuelle kandidatene.

Accountable Manager: Grunnlegger av selskapet, største aksjeeier og administrerende direktør. Aktiv flyger på helikopter, men liten erfaring fra selskapets operasjoner med fly.

Manager Flight Operations (flygesjef): Helikopterflyger uten tidligere erfaring fra operasjoner med fly.

Manager Crew Training: Ansatt i selskapet 1. juli 2007 og akseptert av Luftfartstilsynet som "Nominated Postholder Crew Training" 24. juli samme år. Hadde følgende rettigheter:

- ATPL(A) på SA226
- Type Rating Instructor (TRI(A))
- Type Rating Examiner (TRE(A))
- Synthetic Flight Instructor (SFI(A))
- Synthetic Flight Examiner (SFE(A))

Chief Pilot Fixed Wing: Flyger på selskapets Jetstream 32. Hadde begrenset kunnskap om SA226 og selskapets operasjoner med flytypen.

Quality Manager: Ansatt i selskapet i oktober 2007. Hadde tidligere erfaring på SA226. Fløy flytypen som fartøysjef i selskapet. Ble i januar 2008 ansatt som Quality Manager. Engasjerte seg i å leie simulator til de to kandidatene.

Training Captain Fixed Wing: Fartøysjefen som omkom i ulykken.

Managing Director Fixed Wing (avdelingsdirektør for fly): En relativt nyopprettet stilling som skulle ta seg av markedsføring og den forretningsmessige delen av selskapets operasjoner av fly. Han var i tillegg påtenkt rollen som personalsjef (ikke inntegnet på organisasjonskartet).

1.17.4 Operasjon av selskapets SA226 med to flygere

1.17.4.1 Ervervsmessig passasjerflyging gjennomføres normalt med besetninger bestående av minimum to flygebesetningsmedlemmer. Utgangspunktet er at dette øker sikkerheten. Arbeidsoppgavene for fartøysjefen og styrmannen søkes fordelt på en optimal måte. Det er klarlagt hvem som skal utføre hvilken handling og hvem som eventuelt har ansvar for å kontrollere at handlingene blir gjennomført riktig. Dette betegnes "Multi Crew Cooperation" (MCC), "Multi-Pilot Operation" eller "Multi-Crew Operation". Noen fly er bygget for at de skal flys med minimum to flygebesetningsmedlemmer. Disse flyene betegnes "Multi-Pilot Aeroplanes". Flygehåndboken (AFM) og de tilhørende sjekklistene er da tilpasset operasjon med to flygebesetningsmedlemmer slik at det framgår hvem som skal gjøre hva. Flyselskapene tilpasser prosedyrene fra AFM til selskapets operasjoner og beskriver dette i detalj i selskapets operasjonsmanual seksjon B (OM-B) og i relevante sjekklistene. I et slikt konsept kan styrmannen ha flygersertifikater med begrensningen at det kun gjelder som styrmann på typen.

1.17.4.2 Luftfartsmyndigheter har i varierende grad tillatt at fly bygget for å flys med én flyger (Single-Pilot Aeroplanes) også kan opereres med to flygere. En forutsetning for en slik tillatelse har vært at operasjonen gjenspeiles i selskapets OM-B. Det norske luftfartstilsynet har opplyst at de anså selskapets operasjoner med SA226 som en "Multi-Crew Operation". Dette understrekes av at det fra seksjon for operativ utdanning (OU) ble krevd at kandidatene hadde gjennomgått godkjent MCC opplæring, og at det måtte benyttes simulator ved opplæringen. Videre har flygere i selskapet ved tidligere anledninger fått sertifikatene påført teksten "Co-pilot only".

- 1.17.4.3 I følge Helitrans foregikk operasjonene med SA226 i henhold til et “Multi Crew Concept”. Operasjonene av de enkelte flytyper i et selskap skal beskrives i hver sin OM-B. I selskapets OM-B for SA226, kapittel 2 “NORMAL PROCEDURES” står følgende:

“The normal operating Procedures of the MERLIN III B, SA 226 aircraft operated by Helitrans AS is listed in the AFM Section 4. Helitrans AS MERLIN III B, SA 226 checklists and SOP is based on this Section of the AFM. The expanded checklists must be observed at all times.”

- 1.17.4.4 Den AFM som havarikommisjonen har fått tilgang til (se punkt 1.6.5) er skrevet i henhold til et operasjonskonsept med kun én flyger. Den inneholder derfor ingen informasjon om hvordan oppgavene skal fordeles hvis flyet flys med to flygebesetningsmedlemmer. Sjekklistene som ble benyttet om bord i flyet ble borte i forbindelse med havariet. Helitrans har ikke kunne vise til andre “expanded checklists” som beskriver et besetningssamarbeid ved operasjonen av LN-SFT.

1.17.5 Opplæring av flygende personell

- 1.17.5.1 I henhold til tidligere nasjonalt regelverk hadde flyselskapene ofte egne instruktører og rettigheter til å lære opp eget personell på flytyper benyttet i selskapet. Ved innføring av nye felleseuropeiske bestemmelser (JAR) og med tilhørende nye sertifikatbestemmelser (BSL JAR-FCL), som trådte i kraft i 1999, ble dette betydelig forandret. I BSL JAR-FCL 1.261 står følgende om krav til gjennomføring av kurs i forbindelse med type- og klasserettigheter:

”(c) Gjennomføring av kurs

(1) Kurs for overstående formål skal holdes av en FTO²⁰ eller en TRTO²¹. Kurs kan også avholdes av et lærested, eller av et lærested som underleverandør til et luftfartsforetak eller en produsent, eller under spesielle omstendigheter, av en individuelt autorisert instruktør.”

Dette medførte at flyselskapene måtte legge om tidligere praksis. De selskapene som av forskjellige grunner ikke kunne benytte seg av godkjente FTO eller TRTO måtte søke Luftfartstilsynet om godkjenning av enkeltkurs.

- 1.17.5.2 Overgangen til BSL JAR-FCL reiste mange spørsmål. For å veilede ga eksempelvis Luftfartstilsynet i august 2005 ut AIC-N 39/05 som omhandler besetningssamarbeid og bruk av simulator i flygerutdanning. Det understrekes at kravene gjelder innehavere av norske trafikkflygersertifikater som skal utføre tjeneste i flerpilotrollen. Disse skal før opplæringen begynner ha gjennomgått kurs i besetningssamarbeid (Multi-crew Cooperation (MCC) course). Dokumentet viser til JAR-FCL 1.240 og 1.295 vedlegg 1 og 2 hvor det framgår at det ved ferdighetsprøve og ferdighetskontroll for type-/klasserettigheter for fly og ATPL skal benyttes simulator, hvis tilgjengelig. Begrepet “tilgjengelig” utdypes på følgende måte:

”Tilgjengelig simulator defineres som en simulator innenfor og utenfor Norges grenser, som enten er godkjent i henhold til JAR-STD eller i henhold til krav til Federal Aviation Administration (FAA) i USA.”

²⁰ Flight Training Organisation

²¹ Type Rating Training Organisation

- 1.17.5.3 Det anses som viktig at en kandidat kan konsentrere seg fullt og helt om opplæringen på én type av gangen. I vedlegg 1 til JAR-OPS 1.980 under punkt (d)(3) gis luftfartsforetaket ansvar for at:

”Før det påbegynnes trening for og operasjoner på en annen type eller variant, må flygebesetningsmedlemmer ha fullført 3 måneder og 150 timer flyging på basisflyet, inkludert minst en ferdighetskontroll.”

- 1.17.5.4 Maksimal tidsbruk ved opplæring er beskrevet i JAR-FCL 1.240 punkt (a) (4):

”Typerettighetskurset, inkludert teori, skal være avsluttet i løpet av de 6 månedene forut for ferdighetsprøven.”

- 1.17.5.5 Utfordringene med opplæring på flytyper i Norge kan illustreres med noen tall. I 2010 var det ca. 770 fly i Norges Luftfartøyregister. En stor del av disse kommer inn under klassen ”En-motors landfly – stempelmotor”, og er følgelig ikke relevante i denne sammenheng. I følge bilag 1 til (BSL C 2-1) ”Forskrift om utstedelse, forlengelse og gjenutstedelse av rettigheter på klasse og type (fly/helikopter) tilknyttet flygersertifikat”, finnes det ca. 40 forskjellige typer eller klasser av fly med tilknytning til Norge. Typer, hvorav det i Norge kun eksisterer noen få individer, utgjør et stort antall av disse. Eksempelvis var det på ulykkestidspunktet bare to SA226 på norsk register. Med andre ord finnes det et relativt stort antall typer fly med få flyindivider innen hver type. Det finnes få organisasjoner i Norge med TRTO rettigheter og ingen som kan tilby opplæring på SA226. Det var eksempelvis kun én kontrollant som hadde kontrollantrettigheter på SA226 da ulykken inntraff²².

1.17.6 Kontrollantvirksomhet

- 1.17.6.1 Kontrollantvirksomheten i sivil luftfart er regulert av ”Forskrift om kontrollantvirksomheten i norsk sivil luftfart (kontrollantforskriften) BSL C 1-5”. En kontrollant er definert som:

”Person som er kvalifisert for og utnevnt av Luftfartstilsynet til å avholde ferdighetsprøve og ferdighetskontroll med kandidater ved sertifisering eller autorisering av luftfartspersonell.”

I kontrollantforskriftens §7 står:

“Luftfartstilsynet skal sørge for at kontrollantene får nødvendig opplæring, informasjon og oppfølging iht. de til enhver tid gjeldende bestemmelser og retningslinjer.”

- 1.17.6.2 Ved innføring av de felleseuropeiske bestemmelsene (JAR) ble kontrollantvirksomheten også regulert av BSL JAR-FCL. Som referansedokument for kontrollantene, inkludert trening av kontrollanter, har JAA utgitt “Flight Examiners Manual (FEM). I generelle krav til kontrollanter står det blant annet:

“Before training and at all times when the examiner authorisation is to be exercised (unless dispensation given by the Authority) examiners are to:

- *Hold a licence and rating granting privileges at least equal to the licence or rating for which they are authorised to conduct tests/checks.*

²² Kontrollanten på ulykkesturen.

- *Be qualified to act as pilot-in-command of each aeroplane/helicopter for which they are authorized unless specified otherwise.*
- *Hold the relevant flight instructor rating, unless specified otherwise.”*

I punkt 2.3 c) i den samme FEM står:

“The Examiner is expected to display sound judgement particularly when establishing any abnormal or simulated emergency exercise so that the safety of the flight is never placed at risk.”

FEM inneholder en rekke henvisninger til “sound judgement” og “airmanship”. Etterlevelse av krav i Aeroplane Flight Manual (AFM) og Aeroplane Operators Manual (AOM) omtales ikke direkte i andre sammenhenger enn i forbindelse med værminima.

- 1.17.6.3 Da ulykken skjedde var det ca. 160 kontrollanter godkjent av Luftfartstilsynet. Kontrollantene lønnes av Luftfartstilsynet etter fast honorar, og i følge Luftfartstilsynet utgjør dette en betydelig utgiftspost. Kontrollantene utfører kontrollantvirksomheten på frivillig basis, i tillegg til sine ordinære ansettelsesforhold. De autoriseres av Luftfartstilsynet ut i fra en rekke krav og vurdering av personlig egnethet. En autorisasjon gjelder i inntil tre år og fornyes etter søknad. Under ferdighetsprøver gjennomfører kontrollantene arbeidsrettslig et oppdrag for Luftfartstilsynet.
- 1.17.6.4 I den ovenfor nevnte kontrollantforskriften står at *”Luftfartstilsynet skal sørge for at kontrollantene får nødvendig opplæring, informasjon og oppfølging iht. de til enhver tid gjeldende bestemmelser og retningslinjer.”* En del av informasjonsbehovet dekkes av at Luftfartstilsynet gir ut en *”Flight Examiners Handbook.”* Denne boken inneholder i hovedsak informasjon om gebyrer og administrative forhold. Det er følgelig bare ca. halvparten av bokens innhold som har relevans til operative forhold i forbindelse med kontrollantvirksomheten. Boken ble siste gang revidert 1. desember 2005. Ved gjennomgang av innholdet i desember 2010 var boken fortsatt ikke revidert og den inneholdt en rekke feil. Annen informasjon til kontrollantene gis i NOTEX (Notice to Examiners). Relevant regelverk finnes i JAR-FCL og Flight Examiner Manual.
- 1.17.6.5 For å sørge for at kontrollantene får nødvendig opplæring, informasjon og oppfølging har Luftfartstilsynet utnevnt et antall seniorkontrollanter (Senior Flight Examiners). I tillegg skal Luftfartstilsynet ha ansatt en kontrollantinspektør som skal føre tilsyn med kontrollantvirksomheten. En stund før ulykken skjedde, hadde kontrollantinspektøren sluttet i Luftfartstilsynet og nye person var ikke ansatt.
- 1.17.6.6 Luftfartstilsynet arrangerer et årlig 2 – 3 dagers seminar for kontrollanter med obligatorisk deltagelse minimum en gang i autorisasjonsperioden på tre år. For å opprettholde rettighetene som kontrollant må vedkommende også gjennomføre minimum to ferdighetskontroller eller ferdighetsprøver i året. Videre må en av ferdighetskontrollene i løpet av treårsperioden gjennomføres under tilsyn fra en seniorkontrollant eller en kontrollantinspektør fra Luftfartstilsynet.
- 1.17.6.7 Ved enkeltkurs utnevner Luftfartstilsynet kontrollant for hver enkelt ferdighetsprøve²³. Hvis ikke ferdighetsprøven kan avholdes innen 21 dager må dette begrunnes til

²³ Når direkteoppmelding ikke er forhåndsgodkjent.

Luftfartstilsynet. Den praktiske koordineringen av sted og tid for gjennomføringen av ferdighetsprøven overlates til de involverte.

1.17.6.8 Ved gjennomføringen av en ferdighetsprøve skal kontrollanten benytte et skjema. Skjemaene er utarbeidet på bakgrunn av vedlegg i BSL JAR-FCL 1-F og lister de forskjellige ferdighetene som skal kontrolleres. For den aktuelle ferdighetsprøven hadde Luftfartstilsynet to skjemaer som kunne komme i betraktning:

- Skjema NF-1027 E "Class/Type-Rating Single-Pilot Aeroplane" (se vedlegg B). I følge skjemaet skal følgende "airwork" gjøres VFR:
*"Stalls and recovery:
 I Clean stall
 II Approach to stall in descending turn with bank with approach configuration and power
 III Approach to stall in landing configuration and power
 IV Approach to stall, climbing turn with take-off flap and climb power (Single engine aeroplane only)"*.
- Skjema NF-1028 E "Type Rating Multi-Pilot Aeroplane/Multi-crew in SPA" (se vedlegg C). I følge skjemaet er det ikke påkrevd å gjennomføre full stall. Hvis stall skal gjennomføres må det skje i simulator. Det eneste som tillates utført på fly er:
"Early recognition and counter measures on approaching stall (up to activation of stall warning device) in take-off configuration (flaps in take-off position), in cruising flight configuration and in landing configuration (flaps in landing position, gear extended)."

1.17.6.9 "Flight Examiners Handbook" inneholder en liste over vesentlige punkter i forbindelse med en kontroll/prøve. Fra listen siteres:

- *"Check Luftfartstilsynet's web site for correct and valid Forms to be used during the Test/Check (www.luftfartstilsynet.no).*
- -----
- *The Examiner shall be pilot-in-command, except in circumstances agreed by the Examiner during the Test/Check. Clarify this subject before any Test/Check."*

1.17.7 Opplæring på selskapets SA226 Merlin

1.17.7.1 Helitrans etablerte i 2005 en treningshåndbok, Operations Manual Part D Training (OM-D). I følge treningshåndboken hadde selskapet bygget opp en treningsorganisasjon i henhold til kravene til en Type Rating Training Organisation (TRTO). Luftfartstilsynet ga imidlertid ikke noen formell godkjenning, og beskrivelsen av organisasjonen ble betraktet som et avvik under virksomhetstilsynet 15 – 16. januar 2008 (se punkt 1.17.2).

1.17.7.2 I selskapets OM-D punkt 1.2.1.1 står følgende:

"Helitrans AS may or may not use simulators for the Initial and Recurrent training conducted. The decision to use simulator or actual aeroplane during Training and Checking will be taken in each case, by the Manager Crew Training and Manager Flight Operations of Helitrans AS."

I den samme håndboken står treningsprogrammet for SA226 beskrevet. Ett av punktene som skal gjennomføres er *“Complete stall and recovery (idle power).”*

- 1.17.7.3 Helitrans hadde ved flere anledninger etter innføringen av BSL JAR-FCL behov for å utdanne flygende personell. De søkte da Luftfartstilsynet om godkjenning av enkeltkurs. Luftfartstilsynet godkjente slike enkeltkurs og tilhørende ferdighetsprøver både i 2004, 2005 og 2006. Det ble på den tiden ikke benyttet simulator ved trening eller ferdighetsprøver. Ferdighetsprøvene i 2004 og 2005 ble dokumentert på skjema for *“Single-Pilot Aeroplane”*, mens prøven i 2006 ble dokumentert på skjema for *“Multi-Pilot Aeroplane”*. På skjemaet benyttet i 2004 ble det påført bemerkningen *“NB! Co-pilot only”*.
- 1.17.7.4 Helitrans søkte Luftfartstilsynet 16. oktober 2006 om å få utdanne syv kandidater på SA226. I følge søknaden skulle LN-SFT benyttes til den praktiske opplæringen og kontrollanten som omkom i ulykken skulle være kontrollant. Luftfartstilsynet svarte 1. november 2006 at *“Etter en vurdering av opplysningene som er kommet fram i søknaden finner Luftfartsverket grunnlag for delvis å imøtekomme søknaden.”* Det framkommer ikke av svarbrevet fra Luftfartstilsynet hva som er godkjent og hva som er avslått. Av forskjellige grunner ble den planlagte opplæringen ikke gjennomført.
- 1.17.7.5 Selskapet var på ny i kontakt med Luftfartstilsynet sommeren 2007 for å få klarlagt hvilke krav som måtte innfris for å gjennomføre typekurs på SA226. Senere samme år ble det klart at Helitrans hadde behov for to nye styrmenn til SA226²⁴. På denne tiden ansatte selskapet ny *“Manager Crew Training”*. Han hadde relevant bakgrunn til å håndtere opplæringen på SA226, men allerede i november 2007 ble han på kort varsel sendt til England for opplæring på Jetstream 41. Bakgrunnen var at selskapet hadde bestemt å kjøpe to fly av denne typen. I tillegg begjærte Coast Air seg konkurs i januar 2008 og Helitrans tok over noe av flygingen til selskapet. Dette økte ytterligere presset på opplæringen i Helitrans.
- 1.17.7.6 Selskapet hadde i løpet av 2007 forlatt ambisjonene om å gjennomføre opplæring av de to kandidatene på egen hånd, og inngikk i stedet en avtale med Trafikflyghögskolan (TFHS) i Ljungbyhed i Sverige. Skolen var FTO i henhold til JAR-FCL med rettigheter til blant annet å gjennomføre kurs for *“SA 226/227 type rating.”* Avtalen var at teoretisk opplæring på flytypen (Ground school) og instruksjonsflyging skulle gjennomføres hos Helitrans med selskapets egne instruktører. Skolesjekk og ferdighetsprøven skulle gjennomføres i Sverige. Hele opplæringen skulle foregå i skolens regi og etter godkjenning av svensk luftfartsmyndighet. Fartøysjefen som senere omkom, ble på bakgrunn av sine rettigheter godkjent som instruktør ved TFHS. Så langt havarikommisjonen kjenner til ble opplæringen gjennomført i henhold til det skisserte programmet.
- 1.17.7.7 Etter at teoretisk opplæring og praktisk trening på flyet var gjennomført i januar 2008, ble det klart at svensk luftfartsmyndighet ikke kunne godkjenne at kandidatene gjennomførte ferdighetsprøven som styrmenn. I følge vedlegg 1 til JAR-FCL 1.220 er SA226/227 et enpilotfly (Single Pilot – SP). Begrunnelsen for standpunktet var at den svenske luftfartsmyndigheten ikke kunne gi en begrenset styrmann-rettighet på en flytype som kun er godkjent for å fly med en flyger. Den norske myndigheten har på sin side overfor havarikommisjonen gitt uttrykk for at sikkerheten best ble ivaretatt hvis SA226 ble fløyet

²⁴ Omtalt som kandidat 1 og 2

med to flygere i et såkalt "Multi Crew Concept". Det ville følgelig være urimelig å kreve full utdanning til fartøysjef for en som kun skulle fly som styrmann. Helitrans mente at kandidatene ikke hadde kvalifikasjoner til å gjennomføre en ferdighetsprøve på SA226 som fartøysjef. Å slutføre utdanningen i norsk regi var da ikke mulig fordi Luftfartstilsynet innledningsvis krevde at trening og ferdighetsprøver i såkalt "Multi Crew Cooperation"²⁵ skulle gjennomføres i simulator. Dette kravet var i henhold til vedlegg 1 til BSL JAR-FCL 1.240 punkt 2:

"Flysimulator, hvis tilgjengelig, og andre godkjente treningshjelpemidler skal benyttes."

Dette kravet ble dels også begrunnet med at det var forbundet med høyere risiko å trene og gjennomføre ferdighetsprøve i "Multi Crew Concept" i et fly enn i en simulator. Dels ble standpunktet begrunnet med at kontrollanten måtte sitte bak i flyet uten muligheter til å gripe inn under selve flygingen ved en ferdighetsprøve med en fartøysjef og en kandidat ved kontrollene. En simulator ville også gi mer realistisk trening i besetningssamarbeid og dermed en total treningsgevinst.

- 1.17.7.8 Selskapets "Manager Crew Training" hadde både instruktør- og kontrollantrettigheter (TRI(A) og TRE(A)) for "Multi-Pilot Aeroplane" uten at dette ble akseptert av Luftfartstilsynet for å instruere på SA226. De mente derimot at han måtte ha "Class Rating Instructor" (CRI(A)). Dette oppfattet Helitrans som et hinder lagt i veien for å avsluttet utdanningen i norsk regi.
- 1.17.7.9 I februar henvendte selskapets "Quality Manager" seg til FlightSafety²⁶ i USA for å få leie simulator. Det var lite tid tilgjengelig på disse simulatorene, og den tidligste datoen som ble diskutert var 5. mai 2008. Bemanningssituasjonen hos Helitrans ble prekær 23. februar 2008 da en instruktør²⁷ og flyger på SA226 ble utsatt for en bilulykke og ble langtidssykmeldt. 8. april svarte FlightSafety at de ikke hadde ledig simulator på det ønskede tidspunktet. I den påfølgende tiden utvekslet Helitrans og FlightSafety e-post for å avklare eventuell bruk av Helitrans sine egne simulatorinstruktører og første ledige periode for simulatorleie.
- 1.17.7.10 30. april 2008 sendte Helitrans en e-post til Luftfartstilsynet hvor de søkte tillatelse til å utdanne de to kandidatene. Spesifikasjoner på simulator og et planlagt anvendt simulatorprogram var lagt ved. Det ble videre opplyst at selskapets "Manager Crew Training" skulle være instruktør. Dette var i følge seksjon for operativ utdanning (OU) ved Luftfartstilsynet første gang de ble klar over at Helitrans var i ferd med å utdanne de to kandidatene til styrmenn på SA226. Søknaden ble kort tid senere besvart med at riktig søknadsblankett ikke var fylt ut. Da "Manager Crew Training" etterspurte hvilket nummer riktig blankett skulle ha, fikk han fra Luftfartstilsynet en e-mail med følgende svar:
- "Snakk med flygesjefen så får du vite dette. De har søkt tidligere."*
- 1.17.7.11 Luftfartstilsynet mottok aldri en søknad på skjema NF-1031 E²⁸ fra Helitrans om godkjenning av opplæringsprogram for de to kandidatene. En slik søknad var i følge Luftfartstilsynet en forutsetning for å få godkjent enkeltkurs. Det ble følgelig aldri

²⁵ Det vil si flyging hvor besetningen består av flere personer, eksempelvis fartøysjef og styrmann

²⁶ Treningsorganisasjonen FlightSafety International hadde simulatorer for SA226 i Seattle og San Antonio.

²⁷ Instruktøren som omkom i ulykken 20. juni 2008.

²⁸ JAR-FCL Application - approval of Type/Class Rating Training Programme.

formelt tatt opp til realitetsbehandling hvilket treningsprogram som skulle ha vært godkjent. En slik behandling skulle også ha inkludert vurdering av bruk av simulator.

- 1.17.7.12 I begynnelsen av mai var seksjon for operativ utdanning ved Luftfartstilsynet likevel i dialog med Helitrans om godkjenning av simulatoren og skoleprogrammet. I midten av mai var Helitrans av den oppfatning at simulator kunne leies fra 3. juni. FlightSafety ga også klarsignal til at Helitrans kunne benytte sine egne instruktører i simulatoren forutsatt at instruktørene gjennomgikk et firetimers "Sim Ops Course" i regi av FlightSafety.
- 1.17.7.13 Underveis i denne prosessen ga Luftfartstilsynets seksjon for operativ utdanning uttrykk for at ferdighetsprøven for de to kandidatene uansett måtte gjennomføres i flyet. Årsaken var at simulatoren²⁹ var av en gammel type, blant annet uten bevegelse, og at den følgelig ikke fullt ut kunne erstatte en ferdighetsprøve i flyet. I ettertid, i forbindelse med rapportens høringsprosess, har Luftfartstilsynet fastslått at ferdighetsprøver skal splittes opp når det bare finnes tilgjengelig "gamle" simulatorer. Det vil si at noe av øvelsene gjennomføres i simulator og andre deler gjennomføres i flyet.
- 1.17.7.14 Helitrans så ingen mening i å pådra seg ekstra utgifter ved å leie simulator for flyetrening, all den tid ferdighetsprøven like vel måtte foregå i flyet. Planene om å leie simulator av FlightSafety ble følgelig forkastet. 20. mai tok avdelingsdirektøren for fly (fixed wing) kontakt med flyoperativ seksjon ved Luftfartstilsynet (OF) via e-post og ba om at saken "løftes opp på et ansvarlig nivå i tilsynet, da vi ikke opplever en skikkelig behandling så langt." Vedlagt lå et brev datert 20. mai fra administrerende direktør i Helitrans. Fra brevet siteres:

"-----

Selskapet har inntil nylig hatt aksept for å trene samt å sjekke ut piloter, både kapteiner og styrmenn, i flyet. Dette er en praksis som er akseptert av de svenske og danske luftfartstilsyn. Årsaken er for vårt vedkommende at simulator ikke er tilgjengelig.

Etter at vår praksis med å sjekke ut pilotene i flyet ikke lenger er akseptert av det norske Luftfartstilsynet, har Helitrans hatt kontakt med Flight Safety for å avklare hvorvidt det er mulig å få tilgang på simulator for trening og utsjekk. Etter lengre tid med forespørsler ble vi klar over at Flight Safety har svært begrenset og for alle praktiske forhold, ingen tilgang til instruktør og eksaminator for denne simulatoren.

Vi har så forspurt om det er mulig å få leie simulator samt benytte egen instruktør/eksaminator. Dette har de i utgangspunktet akseptert, men når vi så skal bestille plass i simulatoren viser det seg at vi likevel ikke får tilgang. 3 måneders kommunikasjon med Flight Safety i sakens anledning har ikke gitt resultater.

Helitrans er av den oppfatning at simulator ikke kan sies å være tilgjengelig, og at Luftfartstilsynet således må akseptere at trening og utsjekk gjøres i flyet, Dette er en praksis som er akseptert av tilsvarende myndighet i våre naboland.

Helitrans kan ikke akseptere en forskjellsbehandling mellom oss og tilsvarende aktører i våre naboland, som ikke er grunnet i lovverk, og ber om at avgjørelsen om at vi må trene/gjøre utsjekk i simulator gjøres om. Dersom tilsynet fortsatt opprettholder sin avgjørelse om bruk av simulator, som i praksis ikke er tilgjengelig, vil vi vurdere å bringe saken inn for EU/EØS avtalens overvåkingsorgan ESA."

²⁹ Simulator level B

1.17.7.15 Flyoperativ seksjon ved Luftfartstilsynet (OF) svarte i et brev datert samme dag:

”Luftfartstilsynet har mottatt selskapets søknad om å bruke fly for utdanning av styrmenn og kapteiner på SA226 Merlin. Selskapets søknad godkjennes siden det ikke er mulig å leie simulator til den praktiske delen av utsjekken.”

1.17.7.16 3. juni informerte Helitrans FlightSafety om at de ikke lengre ønsket å leie simulator.

Begrunnelsen var at besetningssituasjonen hadde blitt kritisk slik at det var nødvendig å ta i bruk ”plan B”. På bakgrunn av den nye utviklingen i saken begynte instruktøren³⁰, som få dager i forveien hadde blitt friskmeldt, å fly oppfriskingstrening med de to kandidatene. Kandidat 2 fløy i perioden 6. til 8. juni 4:35 timer på LN-SFT. Dette inkluderte en skolesjekk utført 8. juni. Kandidat 1 fløy tilsvarende 3:15 timer med instruksjon. Denne instruksjonen foregikk formelt i regi av TFHS.

1.17.7.17 Helitrans sendte deretter søknad om praktisk prøve på SA226 til Luftfartstilsynet 10. juni 2008. Skjema ”Påmelding til praktisk prøve til luftfartssertifikat/-bevis” NF-0428 B ble benyttet. Vedlagt var treningsdokumentasjonen og dokumentasjon på den nevnte skolesjekken til de to kandidatene fra TFHS. Det ene av disse dokumentene, ”Flight Syllabus Training”, har punkter med ”Stall and recovery” for flyging med både en og to motorer. Dokumentet var fylt ut som om dette var gjennomført. Oppfriskningsflygingen i juni var dokumentert på ”Pilot training form – Class Rating SA226/227” fra Helitrans. Der var det ikke krysset av for at ”Stalls” var gjennomført. Skolesjekken nevnt i punkt 1.17.7.16 var dokumentert på et skjema fra Luftfartsstyrelsen i Sverige ”Application and Report Form, Class/Type Rating Single Pilot Aeroplane”³¹. På dette skjemaet hadde instruktøren signert for at det hadde vært gjennomført steilinger (se tilsvarende tekst for NF-1027 E i punkt 1.17.6.8). Kopier av flygetidsbøkene til de to kandidatene viste at all treningen var ført som elevtid (single pilot) og ikke som ”Multi Pilot Time”. Luftfartstilsynets skjemaer av typen NF-1027 E eller NF-1028 E ble ikke benyttet ved søknaden (se punkt 1.17.6.8).

1.17.7.18 I følge praksis opparbeidet i Norge skal skjema NF-1027 E eller NF-1028 E fylles ut under skolesjekken og sendes til Luftfartstilsynet ved søknad om praktisk prøve. Skjemaet kontrolleres så av Luftfartstilsynet før det oversendes kontrollanten og kompletteres under ferdighetsprøven. I det aktuelle tilfellet forsvant kontrollantens dokumenter i ulykken. Det kan derfor ikke fastslås hvilket skjema som ble benyttet under ferdighetsprøven.

1.17.7.19 18. juni oppnevnte Luftfartstilsynet kontrollant til ferdighetsprøven. I brevet som ble sendt kontrollanten, med kopi til Helitrans, står blant annet følgende:

”For administrative retningslinjer vises det til BSL C 1-5, Kontrollantforskriften, og til kontrollanthåndboka (Flight Examiner Handbook).

For den praktiske utføring av prøven vises det til kontrollantmanualen (Flight Examiner Manual).

Dersom den praktiske prøven ikke er avholdt innen 21 dager skal kontrollanten snarest begrunne dette for Luftfartstilsynet. Kandidaten skal normalt ha varsel minst 48 timer før prøven.”

³⁰ Fartøysjefen som omkom i ulykken.

³¹ Dette skjemaet tilsvarer Luftfartstilsynets skjema NF-1027 E

Brevet ble mottatt av Helitrans 19. juni, men parallelt med dette foregikk muntlig kommunikasjon mellom instruktøren, kontrollanten og de to kandidatene. De to kandidatene fikk følgelig beskjed fra instruktøren 18. juni om at de skulle gjennomføre ferdighetsprøven i Bergen 19. og 20. juni.

1.18 Andre opplysninger

1.18.1 Steiling

- 1.18.1.1 Steiling oppstår når en vinges angrepsvinkel overstiger en kritisk verdi hvor luftstrømmen ikke lenger følger oversiden av vingeprofilet, men slipper taket. Det resulterer i tap av løft kombinert med økning av luftmotstanden. Dette fører igjen til at flyet taper høyde. For noen flytyper kan steilingen og høydetapet skje svært brått. Steiling er indirekte knyttet til flygehastigheten siden det er nødvendig å øke angrepsvinkelen gradvis etter hvert som farten avtar for å oppnå tilstrekkelig løft til å opprettholde høyden.
- 1.18.1.2 Steilingskarakteristikken varierer fra flytype til flytype. På flytyper med konvensjonelt stabile flyegegenskaper, ”dropper” nesen av seg selv slik at angrepsvinkelen reduseres og steilingen dermed lett kan oppheves. Andre typer kan ha tendens til såkalt ”deep stall”. ”Deep stall” karakteriseres ved at flyets angrepsvinkel ikke reduseres, den kan til og med øke (pitch-up). Dersom denne tilstanden stabiliseres forblir flyet utsteilet med svært stor gjennomsynkning (vertikal hastighet) og relativt lav horisontal hastighet. Det kan skje ved at haleflaten havner i en turbulent bakevje av opprevet luft bak vingen. Slik mister haleflaten sin stabiliserende effekt og høyderorene virker ikke lenger tilstrekkelig til at det lar seg gjøre å senke flyets nese for å oppheve steilingen. ”Pitch-up” og ”deep stall” forbindes vanligvis med flytyper som har pilformede vinger og høyt plassert stabilisator (T-hale), men flytyper med rette vinger og lavere stabilisatorplassering kan også være utsatt.
- 1.18.1.3 Gjennom historien har steiling resultert i mange flyulykker med dødelig utgang. Dette gjelder spesielt steiling i lav høyde, for eksempel i forbindelse med avgang og landing, hvor det ikke har vært tilstrekkelig høyde til å gjenopprette normal horisontal flyging eller stigning. Det er derfor en vesentlig del av flygeropplæringen å kunne oppheve en steiling uten å tape mer høyde enn nødvendig.
- 1.18.1.4 Den vanlige måten å trene steiling på er å redusere motorkraften samtidig som man holder høyden. Dette fører til at hastigheten avtar og angrepsvinkelen gradvis øker (nesestillingen går opp) inntil kritisk angrepsvinkel oppnås og vingen steiler (power-off stall). Steilingen oppheves ved å senke nesestillingen slik at angrepsvinkelen reduseres. I tillegg økes motorkraften. Dersom dette gjennomføres med tilstrekkelig hurtighet og presisjon, kan høydetapet bli minimalt.
- 1.18.1.5 I noen tilfeller gjennomføres øvelsen uten at flyet steiler – inngang til steiling (approach to stall) slik besetningen på LN-SFT hadde til hensikt å gjøre under den siste ferdighetsprøven. Det foregår på samme måte som ved full steiling bortsett fra at gjenoppretting til normalflyging igangsettes i det varselhornet for steiling kommer på – det vil si at øvelsen avbrytes like før steiling inntreffer. For øvrig er prinsippene for inngang og oppheving i utgangspunkt de samme som ved en full steiling.
- 1.18.1.6 Å redusere angrepsvinkelen ved å senke nesen er det viktigste elementet i oppheving av steiling, eller inngang til steiling. Samtidig er det slik at jo før motorkraften økes, desto mindre blir høydetapet. I senere år har det imidlertid kommet advarsler mot å fokusere for

mye på å redusere høydetapet og å øke motorkraften for tidlig, spesielt hvis det kombineres med at nesens ikke senkes tilstrekkelig. For noen flytyper er det slik at motorpådrag på et for tidlig tidspunkt kan motvirke reduksjonen av angrepsvinkelen, eller til og med føre til at denne øker.

- 1.18.1.7 Økning av angrepsvinkelen som følge av motorpådrag forbindes spesielt med lavvingede flytyper som har motorene plassert i "naceller" hengt under vingene. Det oppstår da et "nese-oppmoment" som følge av den vertikale avstanden mellom motorens kraftvektorer og flyets "pitch" – akse. Det kan imidlertid også oppstå "nese-oppmomenter" på propellfly som har motorene plassert i flukt med "pitch – aksene". Darrol Stinton skriver i sin bok *"The Design of the Aeroplane"* om fenomener som kan forekomme på enkelte slike flytyper: *"A forward-set propeller, when tilted upwards, forces a downwards component of propwash on to the tail."* Han skriver videre: *"When a propeller is inclined to the flight path it produces a component of thrust and a moment in the pitching plane."* Komponenten fra en propellakse som har en vinkel oppover i forhold til flygebanen *"...causes a nose-up pitching moment"*.
- 1.18.1.8 Verken tidligere eller gjeldende regler for typesertifisering inneholder krav om at flytypen skal kunne motstå eventuelle negative effekter av et for tidlig motorpådrag i forbindelse med uttak fra steiling. I retningslinjene for prøveflyginger ved sertifisering av steileegenskaper står det tvert i mot følgende: *"The power used to regain level flight may not be applied until flying control is regained. This is considered to mean not before a speed of 1.2 V_{SI} is attained in the recovery dive."*
- 1.18.1.9 I 2008 publiserte Airbus, Boeing og Flight Safety Foundation i fellesskap "Airplane Upset Recovery Training Aid Revision 2" hvor det blant annet står:
- "It is impossible to recover from a stalled condition without reducing the angle of attack and that will certainly result in a loss of altitude, regardless of how close the airplane is to the ground" ... "The elevator is the primary control to recover from a stalled condition, because, without reducing the angle of attack, the airplane will remain in a stalled condition until ground impact, regardless of the altitude at which it started."*
- 1.18.1.10 Tilsvarende publiserte "CAA, Safety Regulation Group", det engelske luftfartstilsynet, 21. april 2010 en publikasjon med tittelen "Flight Crew Training Notice". I publikasjonen uttrykkes det bekymring over måten det tidvis instrueres uttak fra steiling på (se for øvrig vedlegg D):
- "Recent observations by CAA Training Inspectors have raised concerns that some instructors (both SFIs and TRIs) have been teaching inappropriate stall recovery techniques. It would appear that these instructors have been encouraging their trainees to maintain altitude during recovery from approach to stall. The technique that has been advised is to apply maximum power and allow the aircraft to accelerate out of this high alpha stall-warning regime. There is no mention of any requirement to reduce the angle of attack – indeed one trainee was briefed that "he may need to **increase** back pressure in order to maintain altitude"."*
- 1.18.1.11 I november 2010 ble det 63. årlige internasjonale flysikkerhetsseminaret i regi av Flight Safety Foundation arrangert i Milano. Under temaet [Flight Path Management](#) var blant

annet steiling et tema. I magasinet Aero Safety World (November 2010) gjengis uttalelsene fra Dave Carbaugh fra Boeing Commercial Aircraft som er kritisk til dagens opplæring: “Training organizations today have to reject the discredited recovery technique known as “powering out” (selecting maximum thrust) and adjusting pitch for constant altitude or minimum loss of altitude, he said. *That technique has been proven to dangerously extend the duration of a stall*”

- 1.18.1.12 I “The Airbus Safety Magazine, Issue 11, January 2011” hevder flyprodusenten at det eksisterer utilstrekkelig forståelse og håndtering av steiling. I forordet til artikkelen beskrives også planlagte tiltak:

”The worldwide air transport fleet has recently encountered a number of stall events, which indicate that this phenomenon may not be properly understood and managed in the aviation community. As a consequence, the main aircraft manufacturers have agreed together to amend their stall procedures and to reinforce the training. A working group gathering Authorities and aircraft manufacturers will publish recommendations for harmonized procedures and appropriate training.”

1.18.2 Flyging med SA226 i Helitrans med SAS² avslått

- 1.18.2.1 Havarikommisjonen har snakket med en rekke personer som har fløyet SA226 i Helitrans. Noen av disse hadde aldri opplevd å fly LN-SFT eller LN-HTD hvor SAS² har vært satt ut av drift. For dem ble det nærmest ansett som utenkelig å sette et slikt sikkerhetssystem ut av spill med hensikt. Flere styrmenn har imidlertid opplevd at de har fløyet både trening, ferdighetsprøve og ferdighetskontroller (PC/OPC) med systemet ute av drift. Dette ble gjort for å muliggjøre sakteflyging og “approach to stall” uten at “stick pusher” skulle slå inn. Det var først og fremst den forulykkede fartøysjefen som hadde gjort dette, men en styrmann hadde også opplevd at den forulykkede kontrollanten hadde gjort det samme. Ved minst en anledning hadde en styrmann reagert på at SAS² ble slått av, og tatt dette opp med ledelsen i Helitrans. Så langt han kjente til førte henvendelsen ikke til endret praksis i selskapet.

Ingen som har fløyet i Helitrans, og som havarikommisjonen har snakket med, hadde opplevd å steile med SA226.

1.19 **Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder**

1.19.1 Numerisk strømningsanalyse (Computational Fluid Dynamics – CFD)

- 1.19.1.1 Etter installasjonen og oppgraderingen av Maritime Surveillance System, MSS 5000 med montering av FLIR og SLAR (se punkt 1.6.3.2 og 1.6.3.3) gjennomførte Atlantic Airmotive LTD en prøveflyging med LN-SFT. Basert på prøveflygingsrapporten (Flight Test Report ANT/FTR/033 Issue 1) utarbeidet firmaet et utkast til supplement til flygehåndboken hvor det fremgår at ytelsene i forbindelse med avgang og stigning var blitt redusert som følge av økt luftmotstand. Det fremgår imidlertid verken av denne, eller andre prøveflygingsrapporter havarikommisjonen har fått tak i, hvorvidt installasjonene påvirket ytelse og flyegegenskaper på andre måter. Enkelte flygere har overfor havarikommisjonen hevdet at LN-SFT kunne være mer krevende å fly, og at de var mindre komfortable med å fly dette flyet enn ”søsterflyet” LN-HTD. Det ble også påpekt

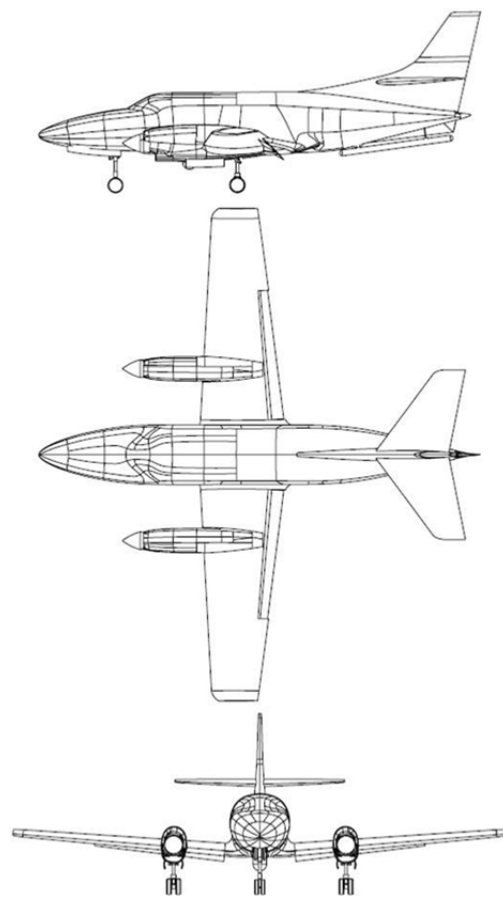
at det på LN-SFT måtte benyttes 60% torque fra motorene for å holde samme hastighet som LN-HTD holdt med 40% torque.

- 1.19.1.2 Siden det tidlig ble åpenbart at LN-SFT kom ut av kontroll i forbindelse med sakteflyging, inngang til steiling og gjenoppretting til normal flyging, ønsket havarikommisjonen å få undersøkt i hvilken grad MSS 5000 – installasjonene kunne ha påvirket flyegegenskapene i dette regimet.
- 1.19.1.3 På anmodning fra havarikommisjonen gjennomførte tre ingeniørfagsstudenter³² fra Fakultetet for teknologi og realfag, Grimstad ved Universitetet i Agder en analyse av modifikasjonenes innvirkning på stabiliteten og sakteflygingsegenskapene til LN-SFT. Analysen og rapporten utgjorde studentenes bachelor-oppgave innenfor fagområdet Maskin, Flyteknikk, våren 2009.
- 1.19.1.4 Deres arbeid besto av følgende to hovedelementer:
 - a) Utarbeidelse av elektronisk tredimensjonal modell av flyet ved hjelp av verktøy for dataassistert konstruksjon (DAK), herunder 3D-laserskanning og -modellering. For dette formålet ble det bestilt en spesiallaget skalamodell fra USA. Modellen ble skannet inn ved hjelp av laserskanner (se Figur 15) og en 3D-grunnmodell ble skapt ved hjelp av laserskanningsprogrammet PolyWorks og modelleringsprogrammet SolidWorks. Her ble modellen videre bearbeidet, kontrollert og korrigert mot nøyaktige geometriske data for vingeprofil (NACA 65A-215), data for vingens geometriske vridning, utvalgte kontrollmål tatt fra LN-HTD, samt målinger av enkelte deler fra vraket av LN-SFT. I tillegg ble FLIR- og SLAR-installasjonene plassert i henhold til konstruksjonstegningene for MSS 5000 (se figur 16).

³² En av disse studentene er sønnen til en av havariinspektørene i SHTs luftfartsavdeling. SHT har etter vurdering kommet til at dette ikke anses å ha habilitetsmessig betydning i denne sammenhengen.

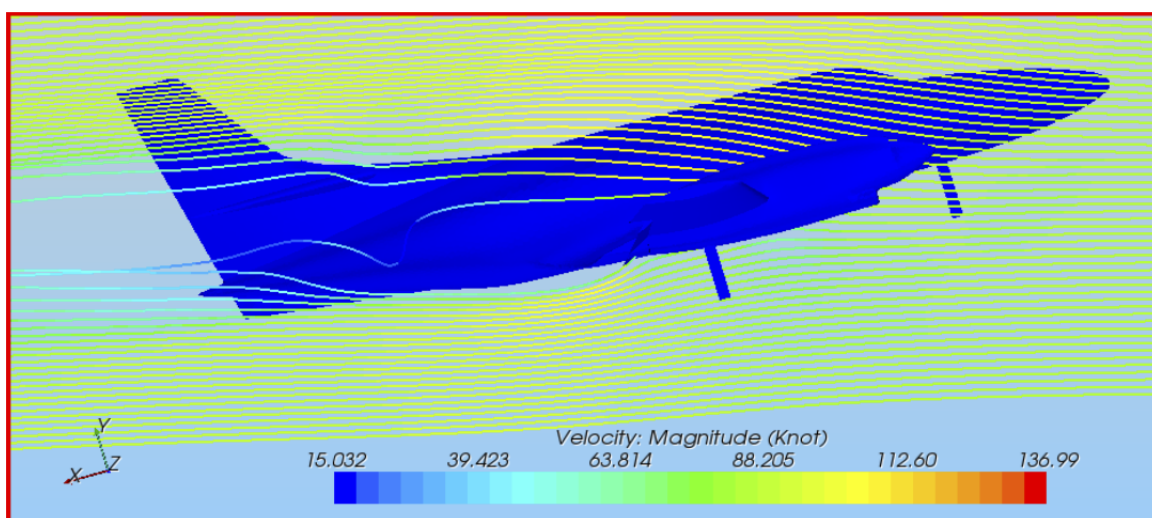


Figur 15: Laserskanning av modell.

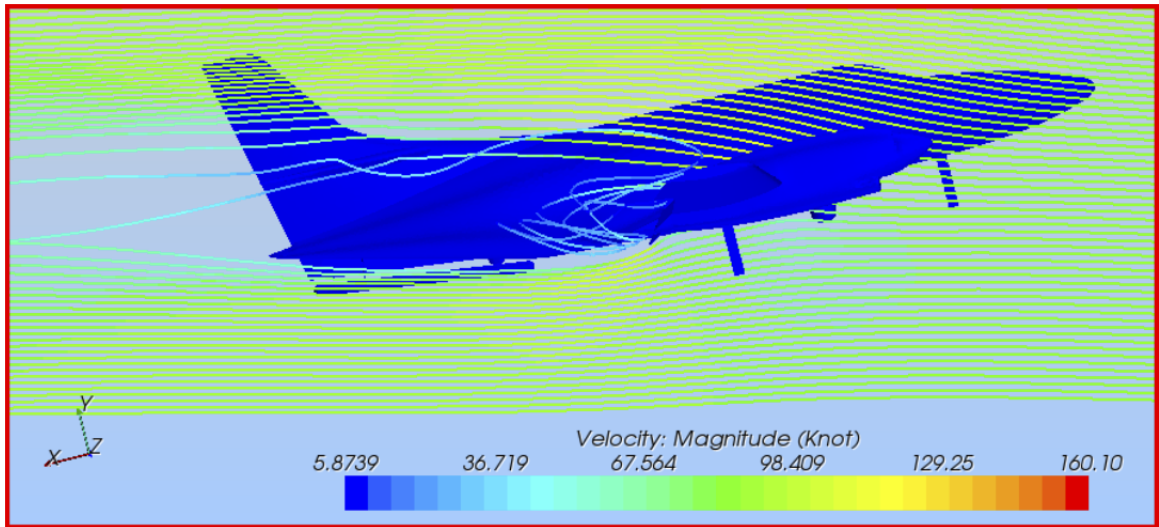


Figur 16: DAK-modell av LN-SFT.

- b) Den ferdige DAK-modellen ble brukt til å simulere de aerodynamiske egenskapene til LN-SFT i forbindelse med sakteflyging og steiling ved hjelp av CFD-programmet STAR-CCM+. Det ble kjørt en rekke ulike simuleringer ved ulike angrepsvinkler, inkludert flyet i landingskonfigurasjon både med og uten MSS 5000-installasjonene. Resultatene ble deretter analysert med henblikk på å undersøke MSS 5000-installasjonenes innflytelse på flyegegenskapene.



Figur 17: Strømningsmønster ved AoA 16° - uten FLIR og SLAR.



Figur 18: Strømningsmønster ved AoA 16° - med FLIR og SLAR.

1.19.2 Resultatene av de numeriske strømningsanalysene

1.19.2.1 Resultatene er gjengitt i Bacheloroppgavens³³ kapittel 13 ved hjelp av kurver som viser de ulike løft-, motstands- og momentkoeffisientene (C_L , C_D og C_M) ved ulike angrepsvinkler (AoA 4°, 8°, 12° og 16°) henholdsvis med og uten FLIR og SLAR montert på flyet.

1.19.2.2 Det følgende er utdrag fra konklusjonene i oppgavens kapittel 15:

”Det er tydelig at modifikasjonene har en viss innvirkning på luftstrømmen. Ved lav AoA er ikke dette veldig kritisk. Luftstrømmen fra FLIR har ikke mulighet til å nå opp til vingeflatene. Ved høy AoA derimot, og da spesielt ved 16°, er det tydelig at luftstrømmen fra FLIR går forbi både hovedvingen og haleseksjonen. Dette vises tydelig av strømlinjene. I hovedvingens bakevje er det i nærheten av kroppen tydelig mer turbulens. Dette skapes av at FLIR genererer turbulens som går på oversiden og undersiden av vingen. Den luftstrømmen fra FLIR som går på oversiden av vingen, passerer også haleseksjonen. Dermed påvirkes også halens bidrag til stabilitet.

Etter å ha studert strømlinjene, valgte vi å se på bilder av trykkoeffisienten, C_p . Sammenligning av identiske bilder med og uten modifikasjoner, gav indikasjoner på at forskjellene generelt er små. Også på horisontalfinnene på halen er forskjellene små.

Videre studerte vi C_L og C_D for horisontalfinnene på halen og C_D for SLAR og FLIR. Verdiene for SLAR og FLIR viser at FLIR bidrar mest til økt motstand, mens SLAR er montert på en slik måte at økningen i motstand blir minimal. Motstanden FLIR bidrar til skaper 4,34 % av total motstand. Dette er hentet fra cruise ved $\alpha = 12^\circ$. Som ventet skaper FLIR en betydelig økning i luftmotstand. Det er også på dette området modifikasjonene skaper en merkbar forskjell.

Modifikasjonenes påvirkning på flyegenskapene, representert ved horisontalfinnene på haleseksjonen, er ikke like merkbar. C_L og C_D for horisontal halefinne viser en

³³ Rapport HPR/MF-001/2009, Universitet i Agder. Utdrag av bacheloroppgaven gjengis som vedlegg E til denne havarirapporten. På SHTs web-sider er rapporten vedlagt i sin helhet.

relativt liten forskjell for flyet med og uten modifikasjoner. Akkurat der strømlinjer og trykksener viser en usikker forskjell, sier verdiene for C_L og C_D for haleflaten at forskjellene er små.

Strømningslinjene viser tydelig at flyet er utsatt for "tail-blanking" ved høy AoA. Dette er en kjent egenskap for fly med denne typen halekonfigurasjon. Selv om FLIR er med på å endre luftstrømmen, viser våre strømningsanalyser at halens luftstrøm hovedsaklig blir forstyrret av vingen."

1.19.2.3 Videre fremgår det at resultatene ved høye angrepsvinkler (utsteilet vinge) ikke er tilstrekkelig sikre til å kunne fastslå hvorvidt flyets steilingskarakteristikk ble endret av SLAR og FLIR installasjonene.

1.19.2.4 Det ble for øvrig nødvendig å foreta en del forenklinger for å kunne gjennomføre de numeriske strømningsanalysene. Dette er beskrevet i rapportens kapittel 16. Av forenklingene kan nevnes:

- Propellene ble utelatt fra simuleringene. Slippstrøm, trekraftretning og andre effekter fra propellene er derfor ikke en del av analysen.
- Landingsunderstell ble erstattet av plater med tilnærmet lik luftmotstand.
- Flyet ble delt langs symmetriplanet på en slik måte at eventuelle asymmetriske strømninger på tvers av flyets lengderetning ikke ville bli fanget opp.

1.19.2.5 Hovedkonklusjonen etter gjennomføringen av analysene fremgår av bacheloroppgavens rapport sammendrag:

"Konklusjonen vår er basert på flere faktorer som; koeffisientplott, strømlinjer og hastighetsvektorer. Basert på det vi har tolket fra analysene kan vi si at modifikasjonene som satt på LN-SFT ikke bidro til redusert stabilitet og sakteflygingsegenskaper. Selv om modifikasjonene endrer noe på strømningsbildet, ser vi helt klart at "blanking" av halen også forekommer for flyet uten modifikasjoner."

1.19.3 Søket etter flyet

1.19.3.1 Allerede 20. juni kl. 1225 ble radardata fra ulykkesturen lastet ned og videreformidlet til havarikommisjonen. Det var derfor mulig å begrense søkeområdet tidlig samme ettermiddag. Det ble også tidlig klart at flyet lå på ca. 300 m dyp, og at det var utstyrt med taleregistrator og ULB (pinger). Havarikommisjonen besluttet derfor å leie inn Subsea Support Vessel (flerbruksfartøy) "Polar Prince". Data for fartøyet er som følger:

- Lengde 94 m
- Bredde 22 m
- DWT 4554 tonn
- Arbeidsdekk. 1 152 m²

1.19.3.2 Båten hadde under oppdraget en besetning på 42. Dette inkluderte mannskap til å operere to fjernstyrte undervannsbåter (Remote Operated Vehicles – ROV) av merket Magnum. Båten hadde videre et dynamisk posisjoneringssystem av typen Kongsberg Simrad

SDP21 med “Hydrodynamic Position Responder” (HRP) og “High Precision Acoustic Positioning” (HiPAP 500). Systemet var ikke konstruert med tanke på å motta signaler på 37,5 kHz (frekvensen som ULB sender på). Etter at rederiet var i telefonisk kontakt med en av konstruktørene av systemet, ble det imidlertid gitt instruksjoner som førte til at systemet kunne innstilles til å kommunisere med “pingere”.

- 1.19.3.3 “Polar Prince” gikk fra Coast Center Base (CCB) Ågotnes like etter midnatt 22. juni og satte kurs for havaristedet. Allerede kl. 0345 registrerte båten signaler fra ULB på ca. 800 m avstand. ULB ble registrert som et fast punkt på båtens elektroniske kart og “Polar Prince” styrte rett mot denne posisjonen. Etter at båten hadde posisjonert seg, ble en ROV sendt ned. Denne kom rett ned på vraket av LN-SFT kl. 0415 samme natt.

2. ANALYSE

2.1 Innledning

- 2.1.1 Analysen nedenfor vil i hovedsak gå inn på to temaer. Det ene er hendelsesforløpet under den aktuelle ferdighetsprøven. Dette inkluderer en beskrivelse av hvordan havarikommisjonen mener ferdighetsprøven ble gjennomført, og hvordan og hvorfor besetningen mistet kontrollen over flyet. Analysen inneholder de umiddelbare faktorene som påvirket dette. Sentrale temaer er tidspres, værforhold, forholdet mellom de tre om bord og deres forståelse av sikkerhetssystemet SAS² og flyets steilegenskaper.
- 2.1.2 Den andre delen av analysen tar utgangspunkt i foranledningen til ferdighetsprøven. Blant aktørene i forbindelse med planleggingen og gjennomføringen av ferdighetsprøven omtales to seksjoner i Luftfartstilsynet, Luftfartsstyrelsen i Sverige, Helitrans med en rekke sentrale personer, Trafikflyghögskolan i Sverige, simulatoroperatøren FlightSafety i USA, Luftfartstilsynets kontrollant og de to kandidatene. Analysen ser på rammebetingelsene rundt ferdighetsprøven og hvordan dette påvirket aktørene.
- 2.1.3 Undersøkelsen har vist at mange sammensatte elementer, både i tiden før selve ulykken og under de to ferdighetsprøvene, til sammen la grunnlaget for at ulykken kunne skje. Felles for alle avgjørelsene og handlingene var at de hver for seg ikke ble oppfattet som en sikkerhetsrisiko. Berørte parter gjorde vurderinger og tok avgjørelser som trolig virket logiske der og da. Havarikommisjonen mener imidlertid at det også ble gjort handlinger som bærer preg av tidspres og selvpålagt tvang. Disse detaljene analyseres nærmere i kapittel 2.2 og 2.3 nedenfor.

2.2 Analyse av hendelsesforløpet

2.2.1 Ferdighetsprøven for kandidat 1

- 2.2.1.1 Havarikommisjonen har lagt stor vekt på opplysninger som framkom fra den første ferdighetsprøven som ble fløyet 19. juni. Ferdighetsprøven ble fløyet under lignende forhold og gir trolig et godt grunnlag for å forstå handlingene ulykkesdagen.
- 2.2.1.2 En ferdighetsprøve vil i seg selv oppleves som stressende. Kandidat 1 ble overasket da kontrollanten krevde en skriftlig prøve før den praktiske prøven. Dette kan tyde på at informasjon og planleggingen var mangelfull. Det dårlige været og en opplevd dårlig stemning i cockpit bidro til å øke belastningen. Dette, sammen med de tekniske problemene som oppsto underveis under flygingen, fikk henne til å gå i metning.

Havarikommisjonen mener derfor at kandidat 1 i liten grad hadde innvirkning på forløpet av flygingen. Hun arbeidet under stort press og hadde som mål å utføre øvelsene hun ble instruert til å gjøre på en best mulig måte slik at hun kunne bestå ferdighetsprøven. Forståelig nok anså hun at det endelige ansvaret for sikker flyging lå hos fartøysjefen og kontrollanten. At de to tilsynelatende var uenige om spørsmål som hadde med sikkerhet å gjøre, ble av kandidat 1 oppfattet som en ytterligere stressfaktor. Hun ble ikke involvert i å ta stilling til de to mest sentrale spørsmålene, flyging i skyer og gjennomføring av steileøvelsene under slike forhold. At fartøysjefen, til tross for sine motforestillinger (se punkt 1.1.4), ble med på å gjennomføre steileøvelser i skyer kan forstås ut ifra at fartøysjefen svært gjerne ønsket at kandidat 1 skulle få avsluttet utdannelsen og komme seg over i ordinært arbeid. Videre er det grunn til å tro at han ikke ønsket å opponere mot kontrollantens vurderinger.

2.2.1.3 Havarikommisjonen har grunn til å mene at den siste delen av flygingen ble gjennomført med trukket automatsikring for SAS². Under sakteflygingen slo ”stick pusher” inn og avbrøt øvelsen. Dette kan ha vært forårsaket av turbulens som påvirket de utvendige sensorene som registrerer flyets angrepsvinkel (angle of attack vanes). Det er mulig at fartøysjefen av den grunn så på aktiveringen av ”stick pusher” som et falskt varsel og at han derfor bøyde seg ned og trakk ut automatsikringen. Havarikommisjonen har likevel vansker med å forstå hvorfor han trakk denne sikringen. SAS² er et sikkerhetskritisk system som skal være i funksjon (se kapittel 1.6.6). Flyet er ikke luftdyktig uten dette systemet innkoblet. At systemet ble slått av kan bero på manglende forståelse for, eller refleksjon over, hvor viktig systemet var. Alternativt kan fartøysjefen ha ment at han selv var i stand til å overvåke flyets angrepsvinkel i de mest kritiske fasene. Havarikommisjonen mener at flyging med SAS² utkoblet ikke må forekomme, og stiller seg kritisk til at dette i følge flygere i selskapet også har skjedd tidligere.

2.2.1.4 Situasjonen ble enda mer alvorlig da besetningen gjennomførte steileøvelsen uten SAS². Havarikommisjonen kan ikke verifisere eksakt hva som foregikk. Hvor dypt inn i en steiling flyet til sist kom, er vanskelig å bedømme i ettertid. Hastighetsobservasjonene til kandidat 1 (85 – 90 kt) kan tyde på at flyet var i ferd med å steile. At høydetapet bare var på 300 ft, tyder imidlertid at flyet ikke steilet helt. SAS² indikatoren må ha indikert i rødt område (se punkt 1.6.6.2), og flyet brukte forholdsvis lang tid på å komme ut av situasjonen selv med full motorkraft. Det er havarikommisjonens oppfatning at flyet i denne perioden var svært nær ved å komme inn i en ukontrollerbar situasjon tilsynelatende uten at faresignalene ble oppfattet verken av fartøysjefen eller kontrollanten. Uavhengig av hva som egentlig skjedde, planlagt eller ikke, er det helt klart at det ikke er mulig å fly steileøvelser med flytypen SA226 innenfor tillatte begrensninger. At dette ble gjort under instrumentforhold, det vil si i skyer, og i turbulente vindforhold gjør det enda mer alvorlig.

2.2.2 Innledning til den andre ferdighetsprøven (for kandidat 2)

2.2.2.1 Det synes klart at kandidat 1 opplevde steileøvelsen under ferdighetsprøven som skremmende og langt mer dramatisk enn fartøysjefen og kontrollanten. Fartøysjefen mente riktig nok at kontrollanten hadde ”kjørt” henne unødige hardt, men tok ikke direkte affære for å hindre en nær identisk situasjon neste dag. Dette kan også sees i sammenheng med forhold i besetningssamarbeidet som drøftes nærmere i kapittel 2.2.7. Kontrollanten oppfattet ikke, så langt havarikommisjonen kjenner til, flygingen med kandidat 1 som ekstrem eller skremmende. Som tidligere nevnt kan en del av forklaringen være at verken fartøysjefen eller kontrollanten forsto hvor stor risiko de tok

under den første ferdighetsprøven. For kontrollantens del kan det også ha vært medvirkende at han satt bak i flyet og at han følgelig ikke fikk med seg alle detaljene i hva som skjedde.

2.2.2.2 Det fantes ikke spesifikke værregler som forhindret gjennomføring av den aktuelle flygingen. Den kunne følgelig gjennomføres uten å bryte forskrifter med hensyn til været. Formelt sett er værbegrensningene de samme for en ferdighetsprøve som for en hvilken som helst annen flyging. Det kan imidlertid stilles spørsmål ved hvor egnet været var for den forestående oppgaven. Mye tyder på at fartøysjefen var i alvorlig tvil om ferdighetsprøven for kandidat 2 lot seg gjennomføre under de rådende værforholdene. Hans stadige kontroll av værforholdene og uttalelsen om at de ”*kunne glemme å fly den prøven*” indikerer at han personlig ikke var komfortabel med situasjonen. Dette kunne også ha sammenheng med at kandidat 1 strevde under gjennomføringen av prøven dagen før, og at den minst like kraftige vinden denne dagen ville kunne gjøre forholdene enda vanskeligere for kandidat 2.

2.2.2.3 Havarikommisjonen mener fartøysjefen burde ha stoppet ferdighetsprøven under de rådende forholdene. At han gikk med på å gjennomføre flygingen i skyer og turbulens tyder på at han følte et press til å gjennomføre oppdraget, og at han ikke fullt ut innså graden av risiko forbundet med det.

2.2.2.4 Etter den første ferdighetsprøven hadde kontrollanten åpenbart endret syn på gjennomføringen av steileøvelsen. Dette gjenspeiles ved at han klart etterspurte ”*frem til stall, first indication*” kan tyde på at han hadde forandret praksis fra dagen før. Om dette skjedde etter påtrykk fra fartøysjefen eller av andre grunner, er ukjent.

2.2.3 Flygingen fram til ulykken

2.2.3.1 Slik havarikommisjonen vurderer opptakene fra taleregistratoren, var det ikke tegn til dårlig tone mellom de tre om bord (se punkt 1.1.11). Mye tyder derfor på at eventuelle uoverensstemmelser mellom fartøysjefen og kontrollanten var ryddet av veien da flygingen ble påbegynt.

2.2.3.2 Noe av det første fartøysjefen sa etter at taleregistratoren begynte å ta opp, var at han hadde ”*pulla den dere der*” hvorpå kandidat 2 bekreftet med å si ”*SAS-en ja*”. Den foreskrevne testen av systemet ble således ikke gjennomført. Havarikommisjonen mener dette viser at de begge var klar over at systemet var satt ut av funksjon allerede før avgang. At kandidat 2 uten spørsmål aksepterte at automatsikringen til SAS² var trukket, kan tyde på at han hadde stor tiltro til sin tidligere instruktør. Videre vil det ikke kunne forventes at en kandidat i en slik situasjon stiller spørsmål ved avgjørelser tatt av instruktør og kontrollant. Det kan også være en indikasjon på at heller ikke kandidat 2 oppfattet viktigheten av sikkerhetssystemet, eller at de tidligere hadde trent med systemet slått av, slik at det ikke virket uvanlig for han.

2.2.3.3 Da de litt senere kom til ”SAS Clutch” på ”after start” sjekklisten svarte fartøysjefen at ”*den er on.*” Svaret kan tyde på at fartøysjefen kun refererte til stillingen på selve bryteren for ”SAS Clutch”. At hele systemet var gjort strømløst og at systemtesten ikke kunne gjennomføres ble ikke kommentert. Havarikommisjonen har vanskelig for å tro at dette var en forglemmelse fra fartøysjefens side.

2.2.3.4 At heller ikke kontrollanten på setet bak i kabinen reagerte på dette avviket kan bety flere ting. Han kan ha hatt fokus et annet sted eller han kan ha glemt at sjekken skulle gjøres.

Det kan også ha vært en gjensidig forståelse mellom fartøysjef og kontrollant av at de skulle fly med systemet ute av drift. Uansett forklaring mener havarikommisjonen at kontrollanten, dersom han var klar over at sikkerhetssystemet var ute av drift, burde ha stoppet flygingen eller krevd at sikringen ble trykket inn igjen.

2.2.3.5 Basert på hva som ble sagt like før flyet kom ut av kontroll, mener havarikommisjonen at både fartøysjefen og kontrollanten hadde en bestemt oppfatning av at flyet ikke skulle steiles. Det kan derfor synes som et paradoks at havariet skjedde under den ferdighetsprøven hvor den mest risikable øvelsen ble utelatt.

2.2.4 Tap av kontroll

2.2.4.1 *Inngangen til steiling*

Uten ferdskriverdata er det vanskelig å si eksakt hvordan LN-SFT kom ut av kontroll, og hvorfor det ikke lot seg gjøre å få rettet opp situasjonen til tross for at øvelsen ble påbegynt i relativt trygg høyde.

Øvelsen begynte som en overgang fra sakteflyging (med full flaps og understellet nede) til inngang til steiling. Deretter var det meningen at kandidat 2 skulle korrigere tilbake til normalflyging, herunder ta inn understell og flaps (se punkt 1.1.13). Ut i fra lydopptakene fra cockpit virker det som om den første delen av øvelsen forløp normalt. Kandidat 2 reagerte raskt da steilevarselet kom på, og ba om motorpådrag for å gjenopprette normal flyging. Fartøysjefen imøtekom anmodningen med å øke motorkraften, noe som også kan høres på taleregistratoren (se punkt 1.1.14).

Deretter ser det imidlertid ut til at øvelsen utviklet seg helt motsatt av det som var hensikten. Steilevarselet forsvant ikke etter kort tid, slik man normalt ville forvente. Det betyr at flyhastigheten aldri kom over 1,12 Vs og at flyet følgelig må ha hatt en korresponderende høy angrepsvinkel. Selv om tidsangivelser fra radardata ikke er helt presise, kan det se ut som om flyet begynte å stige i det motorkraften økte. Dette motvirket at flyhastigheten økte. Kontrollantens advarsel fem sekunder inn i stigningen underbygger at flyhastigheten ikke økte slik den skulle, men at den i løpet av stigningen avtok så mye at flyet til slutt steilet.

Havarikommisjonen vil påpeke følgende forhold som hver for seg, eller i kombinasjon, i varierende grad kan ha medvirket til at avslutningen av øvelsen endte med at flyet steilet (listet opp i tilfeldig rekkefølge):

1. Kandidat 2 kan ha fokusert så sterkt på å gjennomføre øvelsen med minst mulig høydetap, slik han hadde fått beskjed om, at han ikke senket flynesen tilstrekkelig. Det kan til og med tenkes at han, muligens uten å være klar over det, tillot flyet å øke høyden noe. Viktigheten av å redusere angrepsvinkelen ved å senke flynesen, kan ha blitt overskygget av fokuset på å unngå høydetap. Oppmerksomheten rundt manglende poengtering av dette i flygeropplæringen har først kommet frem i den senere tid (se punkt 1.18.1.9 – 1.18.1.12). Havarikommisjonen mener at denne problemstillingen også må vies større oppmerksomhet i Norge.
2. Det at flyet var i skyer (IMC) gjorde øvelsen ekstra vanskelig å gjennomføre. Ved steileøvelser spiller visuelle referanser en vesentlig rolle blant annet for å kontrollere nesestillingen i forhold til horisonten og for å kunne sjekke at flyet ikke stiger eller synker. I dette tilfellet måtte øvelsen flys på instrumenter, noe som er mer krevende.

3. Turbulens inneholder både horisontale og vertikale hastighetskomponenter. Et vindstøt som går oppover øker vingens angrepsvinkel. Likeledes vil brå horisontale vindvariasjoner føre til korresponderende variasjoner i løftkraft, som igjen kan føre til endringer av angrepsvinkelen. Dersom denne i utgangspunkt allerede er på grensen, slik tilfellet var med LN-SFT, kan kritisk verdi overstiges slik at flyet steiler. Jo lavere flyhastigheten er, jo større blir den relative innvirkningen av turbulens. Turbulens bidrar dessuten til at det blir vanskeligere å holde jevn høyde og hastighet.
4. I og med at SAS² var utkoblet, manglet den kunstige stikkekraften som skal bidra til å stabilisere nesestillingen ned ved lave hastigheter (se punkt 1.6.6.3). Dermed ble flyet “lettere på stikka”, mer følsomt for overkorrigeringer og krevde nøyere overvåking av flyhastigheten, slik flygehåndboken advarer om (se punkt 1.6.6.6). Det at steilevarslet kom på da kandidaten løftet flyet av rullebanen ved avgangen fra Flesland, kan ha vært en indikasjon på at fraværet av kunstig stikkekraft kom overraskende på kandidaten og bidro til at han ble “brå på stikka” (se punkt 1.1.12) Denne reduserte stabiliteten kan også tenkes å ha medvirket til kontrolltapet.
5. Flyet er ikke forutsatt å kunne steiles, noe SAS² skal bidra til ikke skjer. Havarikommisjonen har derfor ikke kunnet fastslå hvorvidt flytypen SA226 har slike egenskaper at flynesen presses opp ved økt motorpådrag på høye angrepsvinkler (se punkt 1.18.1.6 – 1.18.1.8). Dersom det er tilfelle, ville det tidlige motorpådraget kombinert med den høye nesestillingen (steilevarsel kontinuerlig aktivert) hatt en uheldig effekt hvor motorpådraget kunne motvirket, eller til og med utliknet, forsøket på å senke nesene ved å skyve fram stikka.
6. Resultatene fra de numeriske strømningsanalysene som ble utført ved Universitetet i Agder (se kapittel 1.19.2) tyder på at MSS 5000 - installasjonen ikke medførte vesentlige forringelser av sakteflygingsegenskaper og stabilitet. Det er imidlertid grunn til å tro at den økte luftmotstanden førte til en tregere akselerasjon under forsøket på å korrigere til normalflyging, og at dette kan ha hatt en negativ innvirkning på forløpet.
7. Det er sannsynlig at et langt opphold i treningen på SA226, i kombinasjon med konsentrert fokus på en annen flytype tre dager tidligere, hadde en negativ innvirkning på håndteringen av flyet. I hvilken grad diskuteres nærmere i punkt 2.3.3.2.

Flyet var innenfor tillatte begrensninger med hensyn til masse og balanse. Tyngdepunktet lå imidlertid forholdsvis langt bak (se kapittel 1.6.4). Dette har en negativ innvirkning på flyets stabilitet, og flyets AFM advarer mot dette (se punkt 1.6.6.6).

2.2.4.2 *Deep stall*

Havarikommisjonen mener at LN-SFT steilet og gikk inn i en “deep stall” tidlig i hendelsesforløpet etter at gjenopprettingen fra inngang til steiling mislyktes. Hva som skjedde etter at flyet kom ut av kontroll kan best belyses ved se på skademønsteret på flyet. Skadene på undersiden av flyet er svært symmetriske om lengdeaksen. Inntrykkningen fra sammenstøtet med sjøen er fordelt langt bakover skrog og vinger, og ikke konsentrert om frontpartiene. Dette viser at flyet ikke har spunnet, men derimot truffet sjøen med forholdsvis høy nesestilling, liten horisontal hastighet og stor vertikal

hastighet. Dette underbygges av måten eksempelvis kabinettet med elektronisk utstyr er trykket sammen på og måten drivstoffpumpene er revet ut av vingene på. Dette kan best forklares med at flyet har truffet sjøen i en såkalt "deep stall".

Det er ikke noe som tyder på at flyet på noe tidspunkt har vært i spinn. Tilgjengelig radarinformasjon viser også at flyets bakkefart hurtig sank fra ca. 110 kt ned til 60 kt og deretter til 50 kt. Det fortsatte på en kurs av ca. 60°, noe som avvek 40° i forhold til retningen av vinden. Hvis en legger til grunn at vinden var 200° 40 kt i 5 000 ft og 200° 30 kt i 2 500 ft tilsier det at flyet hadde en flygefart på ca. 30 kt på vei ned mot sjøen. Dette er ikke forenelig med et spinn hvor bakkefarten vil være tilnærmet den samme som vinden i både retning og hastighet.

Havarikommisjonen mener videre at flyet traff sjøen med flaps nede og understellet oppe. Etter at flyet steilet med flaps og understell nede, ble understellet hevet etter ca. 16 sekunder. Dette bekreftes av at begge hovedunderstellene var revet ut av opp-låsene. Hevingen av understellet førte til at "gear warning" kom på. At "gear warning" var på helt til flyet traff sjøen tyder på at flapsen aldri ble hevet. En senket flaps vil normalt også være mer sårbar for belastninger og dette kan forklare hvorfor begge flapssegmentene ble slått av. Fra flyet begynte å tape høyde i ca. 6 200 ft, til det traff sjøen ca. 37 sekunder senere, hadde det en gjennomsnittlig vertikal hastighet på ca. 10 000 ft/min. Dette tilsvarer 51 m/s.

2.2.4.3 *Forsøk på å gjenopprette kontroll*

Til tross for fartøysjefens svar til kontrollanten om at det var håpløst (se punkt 1.1.14), tyder de videre opptakene fra taleregistratoren på at besetningen ikke ga opp forsøkene på å få flyet under kontroll, for eksempel ved å heve understellet. Det ser ikke ut til at de prøvde å ta inn flapsen i forsøket på å gjenopprette kontroll. Hvorvidt dette hadde hatt en effekt i den ekstreme stillingen flyet var i, vites ikke.

Selv om det ved numeriske strømningsanalysene ikke kunne påvises at sakteflygingsegenskaper og stabilitet ble vesentlig forringet av MSS 5000 – installasjonene, viser strømningsbildene at luftstrømmen fra FLIR likevel kunne ha hatt en viss negativ effekt på haleflaten, spesielt ved høye angrepvinkler (se punkt 1.19.2.2). Denne effekten kan ha ført til at "deep stall" ble forsterket.

Havarikommisjonen har ikke funnet en entydig forklaring på hvorfor flyet gikk inn i en "deep stall" som det viste seg å være umulig å komme ut av. Det foreligger ingen beskrevne fremgangsmåter for å gjenvinne kontroll i en slik uforutsett situasjon, og havarikommisjonen ser ingen hensikt i å spekulere i hvorvidt eksempelvis eksperimentelle kontrollkombinasjoner kunne ha endret utfallet. For noen flytyper er "deep stall" en stabil tilstand som det verken er teoretisk eller praktisk mulig å oppheve. LN-SFT kan ha vært i denne kategorien.

2.2.5 Gjennomføringen av steileøvelsen med SAS² utkoblet

- 2.2.5.1 I utgangspunktet åpner regelverket for at det under ferdighetsprøver i fly kan flys "frem til stall, first indication" (se punkt 1.17.6.8), slik som kontrollanten ba om. Uavhengig av eventuelle ferdigheter hos kandidaten skulle SAS² ha vært sikkerhetsnett som forhindret at flyet steilet. Dette var som kjent koblet ut, og heller ikke fartøysjefen var årvåken nok til å forhindre situasjonen.

2.2.5.2 Havarikommisjonen mener at det ikke kan forventes at flygere har kunnskap eller ferdigheter til å ta en flytype som SA226 ut av en steiling. Det er nettopp i erkjennelse av at flyet har utfordrende steileegenskaper at SAS² er installert. At flygingen foregikk i skyer gjorde situasjonen enda mer alvorlig fordi besetningen manglet visuelle referanser. Visuelle referanser er viktige for håndteringen av et fly på grensen til steiling. Dette understrekes også i skjemaet ved påskriften om at "airwork" skal gjøres VFR. Havarikommisjonen mener det er sannsynlig at manglende visuelle referanser hadde innvirkning både på at flyet steilet og at det ikke var mulig å gjenvinne kontrollen.

2.2.6 Kontrollanten

2.2.6.1 I følge de som sto kontrollanten nær var han fornøyd da han kom hjem onsdag, to dager før ulykken skjedde. Han hadde selv gjennomgått en lengre opplæring på Beech BE200 og var klar til å begynne i sin nye stilling i Lufttransport. Det er derfor naturlig å anta at kontrollanten hadde fullt oppdaterte kunnskaper om denne flytypen, mens hans kunnskaper på Fairchild SA226 kan ha forvitret. Det kan følgelig hevdes at både kontrollanten og kandidat 2 var best oppdatert på en annen flytype enn den det skulle gjennomføres ferdighetsprøve på. Havarikommisjonen mener det nærmest er umulig å holde seg fullt ut oppdatert på mange forskjellige typer luftfartøy på en gang. Dette blir ekstra utfordrende når dette, som for kontrollanten, inkluderer både helikoptre, småfly og fly med turbinmotor. Dette understrekes ved at regelverket setter begrensninger for hvordan og hvor mange typer en flyger kan utføre tjeneste på. Havarikommisjonen mener at det krever grundig og målrettet repetisjon når en skal gå fra en type luftfartøy til en annen, særlig fordi en må forvente at kontrollanten skal ha god kunnskap om data, systemer og egenskaper til det luftfartøyet som det gjennomføres ferdighetsprøve på.

2.2.6.2 Spørsmålet om ferdighetsprøven skulle gjennomføres i et konsept som "Single Pilot" eller "Multi-crew" er sentralt fordi det setter premisser for om steiling av flyet skulle ha vært gjennomført eller ikke. Kontrollanten krevde at kandidat 1 steilet flyet. Flytypen SA226 skal ikke steiles og det er heller ikke mulig med SAS² innkoblet. At det likevel ble gjennomført steiling kan tyde på at kontrollanten ikke forsto eller husket flyets egenskaper og systemer. Det forhold at automatsikringen forble trukket beredte grunnen for ulykken som skjedde neste dag. At han ikke fanget opp uregelmessigheten med SAS² under forberedelsene til ferdighetsprøven for kandidat 2, kan også tyde på at kunnskapene omkring dette sikkerhetssystemet ikke var tilstrekkelig. Alternativt er det mulig kontrollanten hadde fokus på andre ting enn gjennomgang av sjekkliste da kandidat 2 passerte det aktuelle punktet på sjekklisten uten å gjennomføre testen.

2.2.6.3 De to ferdighetsprøvene ble gjennomført forskjellig når det gjelder steiling og sakteflyging. Hva som gjorde at kontrollanten skiftet mening er ukjent. All dokumentasjon fra de to ferdighetsprøvene gikk tapt i forbindelse med ulykken. Det er følgelig ikke mulig å fastslå om kontrollanten benyttet skjema "Class/Type-Rating Single Pilot Aeroplane" (NF-1027 E) eller "Type Rating Multi-Pilot Aeroplane/Multi-crew in SPA" (NF-1028 E) under den siste ferdighetsprøven (se punkt 1.17.6.8). Kommentaren etter at den første ferdighetsprøven var ferdig, kan tyde på at han hadde bestemt seg for å bruke skjema NF-1027 (se punkt 1.1.6). Kommentaren kan også tyde på at han var usikker på hva som var riktig skjema.

2.2.7 Besetningssamarbeidet

- 2.2.7.1 Fartøysjefen og kontrollanten kjente hverandre godt. De hadde tidligere fløyet sammen både i Fjellanger Widerøe Aviation og i Helitrans. I den perioden var fartøysjefen den overordnede og mest erfarne av de to. Da de senere møttes i faglig sammenheng hadde rollene på mange måter endret seg. Kontrollanten hadde fått rollen som “gransker” av sin tidligere overordnede kollegas ferdigheter. En slik bytting av roller er ikke uvanlig i luftfartssammenheng. Besetningsmedlemmer har ofte opplæring og lang erfaring i å kontrollere hverandre og i å samarbeide uavhengig av autoritetsgradienter. Hvor godt slike rollebytter kan fungere, avhenger blant annet av den enkeltes personlighet og det mellommenneskelige forholdet mellom de to. Det kan også avhenge av hvor klart definerte rollene er. Under de aktuelle ferdighetsprøvene mener havarikommisjonen at rollene til de to kunne danne grunnlag for en autoritetskonflikt.
- 2.2.7.2 Det formelle ansvaret for sikker gjennomføring av en flyging ligger hos fartøysjefen. Han har det formelle ansvaret for å ta avgjørelser eksempelvis i forhold til vær, eller om en øvelse kan gjennomføres ut i fra flyets eller besetningens begrensninger. Spørsmålet om hvem som var formell fartøysjef under den aktuelle ferdighetsprøven forstyrres av punktet i ”Flight Examiners Handbook” om at kontrollanten skal være fartøysjef (se punkt 1.17.6.9) hvis ikke noe annet er avtalt. Havarikommisjonen mener helt klart at det i dette tilfellet var personen i venstre sete (det vil si instruktøren) som var fartøysjef. Han hadde i motsetning til kontrollanten tilgang til flygekontrollene, noe som må være et kriterie for å være fartøysjef. Det kan imidlertid være vanskeligere å avgjøre hvem som var den reelle beslutningstageren. Kontrollanten utførte en oppgave på vegne av Luftfartstilsynet og satt av den grunn i en maktposisjon. Han kunne følgelig innenfor gitte rammer bestemme hvordan ferdighetsprøven skulle gjennomføres og sette en del kriterier for om den lot seg gjennomføre. Kontrollanten var klar over tidspresset for å få gjennomført oppdraget. Det er naturlig at han også selv opplevde et tidspress, all den tid han hadde vært borte fra familien i en lengre periode og skulle reise bort igjen førstkommende mandag. En utsettelse ville følgelig få negative konsekvenser for både han selv, kandidatene og selskapet.
- 2.2.7.3 Havarikommisjonen har ikke oppfattet at det var en konkret avgjørelse som skapte uoverensstemmelse mellom fartøysjef og kontrollant under den første ferdighetsprøven. I følge kandidat 1 var imidlertid fartøysjefen lite fornøyd med situasjonen selv om det i ettertid ikke kan fastslås hva som førte til dette. Tilgjengelig informasjon tyder på at fartøysjefen mislikte situasjonen da kontrollanten ønsket steileøvelser gjennomført i turbulens og uten visuelle referanser. At han likevel godtok å gjennomføre øvelsen kan forklares med at han opplevde seg presset av situasjonen, selskapet og kontrollanten, og at han derfor ville få ferdighetsprøven gjennomført. Det kan også sees i sammenheng med at fartøysjefens tendens til å være “ja-menneske”. Havarikommisjonen mener generelt at flyginger med både fartøysjef og kontrollant om bord kan være utfordrende med hensyn til autoritetsgradienter og reell ansvarsfordeling. Samarbeid mellom kontrollant og besetningen er også omtalt i havarikommisjonens rapport nr. 2007/05 som omhandler en luftfartsulykke på Fagernes lufthavn Leirin 11. februar 2005 med Bech B200, LN-MOJ <http://www.aibn.no/luftfart/rapporter/2007-05>

2.3 Foranledningene til ferdighetsprøven

2.3.1 Utfordringer innen opplæring på flytyper

2.3.1.1 Opprinnelig foregikk opplæring av flygende personell i henhold til nasjonale lover og forskrifter. Etter 1999 ble hovedprinsippet at slik opplæring skulle holdes av en FTO eller en TRTO. Som vist i punkt 1.17.5.5 kan det i utgangspunktet være utfordrende å finne oppdaterte instruktører og kontrollanter til alle forskjellige typer og klasser luftfartøy med tilknytning til Norge. Historisk har mye av opplæringen på luftfartøy skjedd på bakgrunn av søknad om enkeltvis godkjenning av kurs, læresteder og opplæringsprogram etc. Helitrans hadde gjennomført opplæring i henhold til slik søknad senest i 2006. Ulykken skjedde i en overgangsperiode hvor Luftfartstilsynet forsøkte å endre opplæringsregimet slik at det ble mer i overenstemmelse med kravene i BSL JAR-FCL. Havarikommisjonen har forstått at Helitrans i utgangspunktet hadde ambisjoner om å bygge opp en treningsorganisasjon som skulle dekke egne behov. Underveis innså de at godkjenningsprosessen og krav til dokumentasjon og kontinuerlig oppfølging, samt kostnader i form av gebyrer for en TRTO oversteg de ressursene selskapet var villig til å sette inn.

2.3.2 Luftfartstilsynets rolle

2.3.2.1 Luftfartstilsynet har til tider en vanskelig og krevende rolle, spesielt ved implementering av nytt regelverk. Da de nye JAR-forskriftene ble innført, måtte først tilsynets ansatte læres opp. Deretter måtte det nye regelverket implementeres hos luftfartsforetakene og det måtte utarbeides overgangsordninger. Grunnet endringer underveis og forskyving av tidsfrister, ble dette en komplisert og utfordrende prosess. I tillegg ga BSL JAR-FCL forskriftene mange steder rom for tolking. Dette har også resultert i forskjellig praksis i ulike land. Seksjon for operativ utdanning har blitt stilt overfor en rekke spørsmål hvor det har vært nødvendig å ta prinsipielle avgjørelser. Et eksempel på en slik avgjørelse er hva som menes med at en simulator skal benyttes "hvis tilgjengelig". Menes det at simulator skal benyttes så sant slik simulator finnes, eller menes det at simulator skal benyttes så sant det ikke medfører for stort bryderi i form av venting, kostnader etc.?

2.3.2.2 I de første årene etter at BSL JAR-OPS og BSL JAR-FCL ble innført, oppsto en overgangsperiode hvor flyselskapene arbeidet med å få stadig flere forskriftselementer på plass. For flere mindre flyselskaper var et av disse elementene en flytypebasert beskrivelse av besetningssamarbeidet, slik det gjennomføres i det enkelte selskap. Dette omtales ofte som "Standard Operating Procedures" (SOP) og skal dokumenteres i selskapets OM-B. At Helitrans i realiteten manglet en beskrivelse av besetningssamarbeidet, og at selskapets OM-B for SA226 er svært tynn på dette området, ble ikke påpekt ved Luftfartstilsynets virksomhetstilsyn, senest i januar 2008 (se punkt 1.17.2). I forbindelse med den aktuelle utdanningen mener havarikommisjonen at Luftfartstilsynet lot selskapet få operere etter en form for "Multi-Crew Concept" uten at rollefordelingene om bord var beskrevet. At selskapet i realiteten gjennomførte en form for "Multi-Crew Concept" kan ikke trekkes i tvil. Havarikommisjonen mener at seksjon for operativ utdanning (OU) i Luftfartstilsynet ikke hadde tilstrekkelig informasjon til å vurdere om utdanningen skulle foregå som "Multi Crew" eller "Single Pilot". Dette ga grunnlaget for mange av de problemene som senere oppsto. At flytypen SA226 er gammel slik at det ikke finnes en moderne simulator tilgjengelig, i tillegg til at flyet også er konstruert for å kunne flys med kun en flyger, er faktorer som bidro til å komplisere bildet.

- 2.3.2.3 Behandlingen av denne saken skjedde i en periode hvor Luftfartstilsynet var sterkt påvirket av flytteprosessen (se punkt 1.17.1.3). Havarikommisjonen mener at dette var ressurskrevende, og at det ikke kan utelukkes at flytteprosessen gikk på bekostning av tilsynsoppgaver.
- 2.3.2.4 Det er vanskelig i ettertid å fastslå Luftfartstilsynets innflytelse på gjennomføringen av ferdighetsprøvene. Skriftlig materiale som ble sendt mellom Helitrans og Luftfartstilsynet gir er en del av bildet. I tillegg til uformelle e-post, var det også telefonisk kontakt. Uformell kommunikasjon som foregikk mellom Luftfartstilsynets inspektører og selskapet kan vanskelig dokumenteres. Hva som ble sagt og oppfattet i disse samtalene kan i ettertid ha blitt påvirket av ulykken. På ett tidspunkt fikk imidlertid Helitrans tilstrekkelige signaler til å avgjøre at opplæringen best kunne gjennomføres i svensk regi.
- 2.3.2.5 Helitrans kom da opp i en situasjon hvor sertifikatkravene til flytypen SA226 ble tolket forskjellig av svensk og norsk luftfartsmyndighet. Etter havarikommisjonens oppfatning hadde ikke Luftfartstilsynet sikret at forholdene lå til rette for MCC da de aksepterte at flytypen ble operert med en fartøysjef og en styrmann. Luftfartstilsynets holdning var at sikkerheten ble bedre ivaretatt med to flygebesetningsmedlemmer og at dette prinsippet også burde kunne anvendes på SA226. Havarikommisjonen støtter i utgangspunktet dette synet, men det krever en konsekvent gjennomføring i alle ledd. Helitrans opererte flyet med fartøysjef og styrmann. En naturlig konsekvens av dette burde ha vært at flytypen i alle henseender ble betraktet som et "Multi-Pilot Airplane", og at trening og ferdighetsprøve skulle ha vært gjennomført i simulator. FAA godkjent level B simulator var tilgjengelig, men Luftfartstilsynet krevde en godkjenning av simulatoren sett i forhold til selskapets fly og operasjoner. Sett i ettertid burde Luftfartstilsynet lagt mer ressurser i å bli kjent med hvordan Helitrans opererte SA226, og på den måten fått bedre innsikt i hva simulatoren skulle brukes til, før de eventuelt startet godkjennelsesprosessen.
- 2.3.2.6 Luftfartstilsynet satte nærmest ufravikelige krav på noen områder, men var langt fra like konsekvente på andre områder. Dette kan svekke tilliten til Luftfartstilsynet fordi et flyselskap er avhengig av en helhetlig behandling av en hel rekke faktorer. Havarikommisjonen mener at Luftfartstilsynet med sine tolkinger og tidvis ukoordinerte opptreden bidro til å sette Helitrans i en svært vanskelig situasjon. Forsinkelsene hadde vart i nærmere et halvt år, og Helitrans trengte de to styrmennene for å opprettholde produksjonen. Ingen så de fulle konsekvensene av avgjørelsene som ble tatt. Etter at Helitrans varslet at de vurderte å bringe saken inn for overvåkingsorganet ESA, behandlet Luftfartstilsynet søknaden om bruk av fly svært hurtig (se punkt 1.17.7.15). At flyoperativ seksjon ved Luftfartstilsynet reagerte så raskt på brevet fra Helitrans, kan tyde på at også Luftfartstilsynet oppfattet egen saksbehandling fram til 20. mai som uryddig.
- 2.3.2.7 Opplæringsprosjektet var fra selskapets side ikke gjenstand for koordinert planlegging og ledelse. Havarikommisjonen mener at også Luftfartstilsynet burde hatt en klarere formening om hvordan utdanningen og ferdighetsprøven skulle ha vært gjennomført, og fremmer en sikkerhetstilråding om dette. Luftfartstilsynet visste at flyet var et "Single-Pilot Aeroplane". De var kjent med at selskapet bedrev kystovervåking med både fartøysjef og styrmann, og i mai 2008 ble de formelt klar over at selskapet ønsket å benytte simulator til utdanning av nye styrmenn (se punkt 1.17.7.10). Senere ble det klart at tilgjengelige simulatorer ikke tilfredstilte de krav som stilles for å kunne benyttes under ferdighetsprøver. Havarikommisjonen kan ikke se at Luftfartstilsynet på noe tidspunkt tok stilling til hvordan en slik utdanning og ferdighetsprøve skulle ha vært gjennomført på flytypen, sett i forhold til selskapets operasjoner og tilgjengelige

ressurser. Etter hvert ble Luftfartstilsynet kjent med at all trening på flyet var dokumentert som "Single Pilot -operasjoner". Det ville da være naturlig at kandidatene gjennomførte en ferdighetsprøve i tråd med dette. I så fall er det vanskelig å forstå hvordan Luftfartstilsynet skulle ha forvissnet seg om at kandidatene hadde fått tilstrekkelig trening i besetningssamarbeid. Luftfartstilsynet krevde riktignok at alle hadde gjennomført kurs i "Multi-crew Co-operation", men det kurset gir ingen opplæring i det enkelte selskaps prosedyrer. De utløsende faktorene som førte til at ferdighetsprøven endte med havari, skyldtes disposisjoner som ble gjort under ferdighetsprøvene. Havarikommisjonen mener imidlertid at rammene omkring ferdighetsprøvene ble lagt av Luftfartstilsynet, og at mangelen på klare føringer fra Luftfartstilsynets side i realiteten førte til at avgjørelsene på vesentlige områder ble overlatt til kontrollanten.

- 2.3.2.8 Havarikommisjonen forstår at det i mange situasjoner kan være formålstjenlig å endre standpunkt eller gi dispensasjoner. Et absolutt krav må imidlertid være at avgjørelsen vurderes i et sikkerhetsmessig perspektiv. Eksempelvis kan det være nødvendig å sette inn kompensierende tiltak for å ivareta den sikkerheten som den opprinnelige framgangsmåten var tenkt å ivareta. I det aktuelle tilfellet gikk Luftfartstilsynet tilsynelatende vekk fra et tidligere standpunkt om bruk av simulator uten å forvise seg om at ferdighetsprøven ble gjennomført på en betryggende måte. I ettertid kan man se at opplæringen og treningen inneholdt flere uklare faktorer. En konsekvens burde derfor vært at Luftfartstilsynet skaffet seg en oversikt og stilte krav om kompensierende tiltak, eksempelvis at ferdighetsprøven ble gjennomført på søsterflyet LN-HTD, som var lettere å håndtere, eller ekstra krav til kontinuitet i treningen. Avvik fra gitte sikkerhetsstandarder og krav generelt bør medføre en vurdering og kontroll med eventuelt økt risiko.
- 2.3.2.9 Havarikommisjonen mener det er svært utfordrende å bedrive opplæring i prosedyrer som ikke er dokumentert eller klart beskrevet på annen måte. Det er likevel sannsynlig at instruktøren ga fyllestgjørende opplæring i selskapets rutiner. Instruktøren hadde lang erfaring med selskapets operasjoner, og kunne følgelig gi de to kandidatene en god forståelse av rollefordelingene om bord. Det er imidlertid ikke mulig å se spor av dette i den dokumenterte opplæringen.
- 2.3.2.10 Et godt grunnlag for å lede Helitrans inn på en riktig utdanning og en formell riktig ferdighetsprøve hadde vært en god koordinering mellom de to seksjonene innen Luftfartstilsynet. At Luftfartstilsynet unnlot å påpekte åpenbare mangler ved selskapets dokumentasjon, og at et eventuelt delt syn på selskapets operasjoner ikke ble koordinert innad i Luftfartstilsynet, fikk direkte konsekvenser for den videre saksbehandlingen i forbindelse med opplæring og ferdighetsprøven til de to kandidatene. Uenigheten seksjonene imellom kan tyde på en kulturforskjell mellom en relativt regelstyrt seksjon for utdanning og den operative seksjonen som har inspektører som arbeider direkte opp mot selskapets operative ledelse. Heller ikke i ettertid kan havarikommisjonen se at Luftfartstilsynet på en overbevisende og helhetlig måte har kunnet forklare hvordan den aktuelle opplæringen og ferdighetsprøven skulle ha vært gjennomført.
- 2.3.2.11 Luftfartstilsynet har ikke kapasitet til å veilede i enhver sak. Det kan imidlertid synes som om regelverket for utdanning av flygebesetningsmedlemmer har blitt så komplisert at alle sliter med å tolke og forstå det. Svært få har oversikt over alle momentene ved en utdanning, særlig i overgangsfaser. Dette resulterte i at også inspektørene i Luftfartstilsynet tolket forskriftene ut ifra de kunnskapene de hadde innenfor egne fagområder. Det ble med andre ord slik at avgjørelsene lett ble tatt ut ifra det som kunne

sees igjennom eget ”nøkkelhull” uten at noen tok avgjørelser basert på en overordnet innsikt. Luftfartstilsynet er i en posisjon som krever en slik overordnet innsikt. Med dagens kompliserte forskriftsverk mener derfor havarikommisjonen at Luftfartstilsynet i større grad bør ta oppgaven som veileder. Dette bør være særlig aktuelt i perioder med vesentlige endringer i lover, forskrifter og praksis.

2.3.2.12 En veileder bør ha både kunnskap, innsikt, ressurser og tillit hos de som veiledes. Undersøkelsen har avdekket flere tegn på at Helitrans og Luftfartstilsynet ikke hadde nødvendig tillit til hverandre. Selv om dette langt på vei kan tillegges de ulike rollene som et tilsyn og tilsynsobjekter har, bør det ikke overskygge et felles mål om å sørge for sikker luftfart.

2.3.3 Opplæringen hos Helitrans

2.3.3.1 *Planlegging og oppfølging*

Da Helitrans i 2006 av forskjellige grunner ga opp å etablere egen TRTO for å utdanne eget personell, valgte de å knytte kontakt med Trafikflyghögskolan (TFHS) i Ljungbyhed. Dette så selskapet som en praktisk tilpasning for å unngå en omfattende og tidkrevende godkjenningsprosess med tilhørende kostnader. I realiteten skulle Helitrans benytte eget materiell og egne instruktører til å formidle den kunnskap og erfaring selskapet hadde opparbeidet på SA226. Det formelle ansvaret, eventuelle godkjenninger og avsluttende kvalitetskontroll av kandidatene skulle TFHS ta hånd om. Ved å gå til TFHS kunne Helitrans kjøpe en ferdig godkjent ”pakkeløsning”. Problemet med gjennomføringen oppsto først da det ble klart at svensk luftfartsmyndighet ikke kunne godkjenne at kandidatene gjennomførte ferdighetsprøven som styrmenn, og at norsk og svensk luftfartsmyndighet således hadde forskjellig syn på hvilke krav som skal stilles til bemanningen av fly som er godkjent for å fly med kun en flyger.

Selskapet hadde et prekært behov for to nye styrmenn og kom følgelig i en uforutsett og vanskelig situasjon. Prosjektets framdrift ble i stor grad styrt av faktorer utenfor selskapets kontroll, og krav om å ivareta formaliteter. Kandidatene hadde fått den reelle opplæringen, men det var høyst usikkert hvordan en formell godkjenning og en endelig ferdighetsprøve skulle gjennomføres. Seksjonen for operativ utdanning i Luftfartstilsynet godtok innledningsvis ikke at Helitrans avsluttet utdanningen og gjennomførte ferdighetsprøven på flyet i egen regi med norsk kontrollant. Den videre utviklingen i saken bar preg av prøving og feiling. Dette bidro til uklarheter for involverte parter. Selskapet forsøkte de alternativene som til enhver tid syntes å føre mot målet. Premissgivere var blant annet inspektører i Luftfartstilsynet, som stilte krav skriftlig eller via samtaler.

“Manager Crew Training”, som innehar den stillingen som normalt bør ha den sentrale rollen i planlegging og oppfølging av utdanningen i et selskap, var i en lengre periode i England. I hans fravær engasjerte “Quality Manager” seg for å finne en simulator. Han kontaktet FlightSafety og utvekslet informasjon om ledige perioder, bruk av egne instruktører, kostnader og godkjenning av simulatoren. Mens dette pågikk ble fartøysjefen sykmeldt 23. februar. Bemanningssituasjonen ble da verre og selskapet fikk problemer med å overholde sine forpliktelser overfor Kystvakten. Havarikommisjonen mener at selskapet i løpet av våren gikk fra en fase med planlegging, over til en fase hvor det overordnede målet var å få de to kandidatene ferdige hurtigst mulig uansett metode. I

denne perioden kan det synes som om den interne koordineringen i selskapet var mangelfull.

Da Luftfartstilsynet etter press ga klarsignal om å fortsette opplæringen og ferdighetsprøven ved hjelp av fly, var selskapets instruktør fortsatt sykmeldt. Nødvendig oppfriskningsflyging og skolesjekk kunne følgelig først gjennomføres i perioden 6 – 8. juni. Dette er nok et eksempel på at opplæringen i selskapet for en stor del ble diktert av ytre forhold. Den neste faktoren som styrte prosessen var tilgang på kontrollant.

2.3.3.2 *Opplæring på to parallelle flytyper*

Helitrans hadde i realiteten fullført opplæringen av de to kandidatene i løpet av januar 2008. Da videre progresjon stoppet opp ble kandidatene gående å vente. Ventetiden var uheldig fordi de to kandidatene uten videre trening og praktisering gradvis ville miste de nye ferdighetene som enda ikke hadde fått tid til å feste seg ordentlig. Ventetiden fikk en ekstra uheldig konsekvens for kandidat 2 som ønsket å fly for selskapet Flydirect.no i friperiodene. I den sammenheng hadde han behov for å utvide sine rettigheter til å gjelde Cessna C525 og kontaktet Helitrans for å få dette doble ansettelsesforholdet godkjent. Ingen i ledelsen i Helitrans knyttet henvendelsen sammen med den pågående opplæringen på SA226, men behandlet spørsmålet som et kommersielt anliggende. Følgelig ble oppgaven med å besvare spørsmålet gitt til avdelingsdirektøren for fly, en person uten flyoperativ bakgrunn. Han hadde ingen forutsetninger til å vite at operative bestemmelser forbød opplæring på en ny flytype før vedkommende hadde fått tilstrekkelig trening på basisflyet, som i dette tilfellet var SA226. Havarikommisjonen mener at spørsmålet om utvidelse av rettighetene til kandidat 2 først og fremst skulle ha vært tatt opp med flygesjefen i Helitrans. At så ikke skjedde kan tyde på at flygesjefen i liten grad involverte seg i hva som foregikk på “Fixed Wing -området”. Det kan ha en sammenheng med at flygesjefen hadde for lite dialog med flygerne, som påpekt av Luftfartstilsynet (se kapittel 1.17.2).

Begrensningen i antall flytyper som kan opereres av en person bygger på anerkjente prinsipper om at prosedyrer og systemer på forskjellige flytyper lett kan blandes sammen. Dette gjelder særlig hvis erfaringsnivået på typene er lavt. Så lenge Helitrans kjente til at kandidat 2 ønsket å begynne å fly Cessna C525, var det selskapet sitt ansvar å påse at forskriftskrav ble overholdt og at flysikkerheten ble ivaretatt. Tilsvarende ansvar lå også på Flydirect.no. Det er mulig at kandidat 2 ikke var fullt innforstått med at parallell opplæring ikke var tillatt. At opplæringen og ferdighetsprøven på C525 foregikk i Sverige medførte at Luftfartstilsynet ikke uten videre hadde mulighet til å fange opp at en kandidat bedrev opplæring på to flytyper parallelt.

Tilfeldigheter gjorde at opplæringen på de to flytypene ble vevd helt inn i hverandre. Således fløy kandidat 2 oppfrisking på SA226 i perioden 6 – 8. juni, begynte flyging på C525 den 12. juni og gjennomførte ferdighetsprøve på C525 den 17. juni, tre dager før ferdighetsprøven på SA226 skulle gjennomføres. Havarikommisjonen mener dette i vesentlig grad økte utfordringene for kandidat 2 den aktuelle dagen. Cessna C525 kan på mange måter betraktes som et relativt enkelt fly å håndtere. Det motsatte kan sies om LN-SFT. Med en ferdighetsprøve på C525 friskt i minnet er det grunn til å tro at kandidat 2 måtte bruke store kognitive ressurser på å omstille seg til ferdighetsprøven på SA226. Med andre ord er det grunn til å mene at kandidat 2 hadde lite overskudd til å takle uvante situasjoner som flyging i sterk vind og å håndtere flyet uten SAS² innkoblet. Uavhengig av prestasjonene til kandidat 2 var det fartøysjefens og kontrollantens ansvar

eventuelt å avbryte flygingen hvis kandidat 2 ikke holdt et sikkerhetsmessig forsvarlig nivå. Fartøysjefen hadde det overordnede ansvaret for sikkerheten om bord, samtidig som han hadde god kjennskap til kandidat 2. Teoretisk skulle derfor fartøysjefen og kontrollanten forhindre at ferdighetsprøven førte til en sikkerhetskritisk situasjon. Når ferdighetsprøven utviklet seg til en steileøvelse med SAS² avslått kan det likevel tenkes at opplæringen på to parallelle flytyper i realiteten var en faktor som reduserte ytelsen til kandidat 2.

2.3.3.3 *Gjennomføringen av opplæringen hos Helitrans*

I følge eksisterende dokumentasjon var den innledende opplæringen i TFHS -regi rettet mot en "Single Pilot -operasjon". Det er likevel grunn til å mene at opplæringen var relevant. Instruktøren var erfaren og engasjert, og godt likt av kandidatene. Han kjente godt til de operasjonene som de to kandidatene skulle delta i. Videre ville han i framtiden fly med de to kandidatene som styrmenn, og hadde følgelig alt å vinne på å gi de en god opplæring. Da det ble klart at den planlagte avslutningen ikke kunne gjennomføres i Sverige, ble kandidatene skadelidende. De hadde håpet å begynne å fly som styrmenn på SA226, men ble i stedet gående å vente i usikkerhet. Havarikommisjonen mener at det lange oppholdet fra grunnopplæringen og fram til oppfriskingsflygingen i begynnelsen av juni hadde en negativ innvirkning på effekten av opplæringen. Rent formelt foregikk opplæringen heller ikke i henhold til bestemmelsene i BSL JAR-FCL fordi det gikk mer en seks måneder fra den teoretiske opplæringen ble påbegynt og fram til ferdighetsprøven ble gjennomført (se punkt 1.17.5.4).

Havarikommisjonen er svært kritisk til at det tilsynelatende var en oppfatning blant flere i selskapet om at flytypen kunne flys med SAS² utkoblet. Å fly sakteflyging, og i verste fall steilinger, med SAS² utkoblet er svært risikabelt. Selskapets opplæringsprogram for SA226 inneholder krav til trening på steiling. Det er ikke mulig å se at selskapet tar forbehold om at øvelsen kun skal gjøres i simulator. Havarikommisjonen mener dette viser at verken instruktører, kontrollanter eller selskapets ledelse oppfattet faren ved dette. Havarikommisjonen mener derfor at selskapet må gjennomgå samtlige skoleprogram og forvise seg om at de kan gjennomføres innenfor rammene satt av AFM.

2.3.4 Kontrollantskjemaene

2.3.4.1 Det siste som kan høres fra lydopptaket knyttet til den første ferdighetsprøven er kontrollantens kommentar om riktig skjema (se punkt 1.1.6). Uttalelsen tyder på at kontrollanten hadde benyttet feil skjema og at nytt skjema måtte fylles ut siden flyet var "Single Pilot Aeroplane". Dette kan tyde på at han hadde benyttet skjemaet "Type Rating Multi-Pilot Aeroplane/Multi-crew in SPA" (NF-1028 E) under ferdighetsprøven, men at han etter landing kom fram til at skjemaet var feil. Spørsmålet blir da om kontrollanten hadde forholdt seg til skjema NF-1028 E, men likevel krevd at flyet ble steilet. Hvis han så mente at skjema NF-1027 E egentlig skulle ha vært benyttet, er det uklart hvorfor det ble det gitt beskjed om at flyet skulle tas "*frem til stall, first indication*" under ferdighetsprøven med kandidat 2.

2.3.4.2 At kontrollanten tok feil av hvilket skjema som skulle benyttes er forståelig. Undersøkelsene etter ulykken har vist at det med rette kan reises spørsmål ved hvilket skjema som skulle ha vært benyttet under ferdighetsprøven. Hvis en legger til grunn at flyet flys som énpilotfly, skal skjema NF-1027 E benyttes. Anvendt på SA226 betyr det at det kreves utført "stalls and recovery" på et fly som ikke skal steiles. At flyet er

benevnt som "high performance" i listen over "*Single-pilot aeroplanes Multi-engine turboprop aeroplane (land): single pilot (SP)(A)*" indikerer at flyet er mer krevende enn mange andre fly på listen (se punkt 1.6.1.1). Det er likevel ingen kobling mellom "high performance" og krav til at steiling bare skal foregå i simulator. Havarikommisjonen mener skjema NF-1027 E slik de er utformet utgjør en direkte sikkerhetsfare hvis innholdet tas helt bokstavelig. Havarikommisjonen mener derfor at EASA og Luftfartstilsynet bør endre skjemaet slik at det klart kommer fram at "high performance" fly ikke må steiles under trening eller ferdighetsprøver, hvis flytypen ikke er egnet for det. Alternativt må det sørges for at skjema NF-1028 E blir benyttet ved ferdighetsprøver på "high performance" fly. Havarikommisjonen mener imidlertid at det er viktigst at all flyging foregår i henhold til AFM, uansett hvilke skjema som benyttes. Dersom skjemaer er i konflikt med denne hovedregelen er det svært viktig at Luftfartstilsynet forvisser seg om at det blir tydelig kommunisert ut til alle kontrollantene hva som skal gjelde.

2.3.5 Kontrollantvirksomheten

- 2.3.5.1 Som tidligere nevnt må et forholdsvis lite antall kontrollanter dekke et stort antall flytyper. Kontrollanten som omkom var den eneste kontrollanten i Norge som kunne gjennomføre ordinær kontrollantvirksomhet på SA226. Instruktøren og fartøysjefen på LN-SFT visste antagelig allerede 20. mai at den aktuelle kontrollanten var eneste mulige kontrollant for den kommende ferdighetsprøven, men det er lite sannsynlig at han tok kontakt med vedkommende før formalitetene hadde kommet mer på plass. Kontrollanten var i ferd med å bytte arbeidsgiver og hadde mest sannsynlig begrenset kontroll over egen fritid. Hvor stort tidspresset egentlig var med å få gjennomført ferdighetsprøvene 19 – 20. juni er vanskelig å bedømme. Det synes imidlertid klart at Helitrans trengte de to styrmennene hurtigst mulig, og kontrollanten hadde forpliktelser for sin nye arbeidsgiver. Resultatet ble at kandidat 1 bare fikk ett døgnns varsel før ferdighetsprøven ble gjennomført. Videre hadde kontrollanten så liten tid til disposisjon under den første ferdighetsprøven at han ikke fikk tid til å gjennomføre en avsluttende samtale med kandidat 1 før han måtte hjem.
- 2.3.5.2 Havarikommisjonen mener at tidspress også var en medvirkende årsak til at ferdighetsprøven for kandidat 2 ble gjennomført på tross av det ugunstige været. Alternativt ville en utsettelse medført at ferdighetsprøven måtte ha foregått i helgen. En ytterligere utsettelse kunne ha kommet i konflikt med kontrollantens primære arbeidsgiver. Dette viser at framdriften i opplæringsprosjektet i stor grad var styrt av ytre forhold.
- 2.3.5.3 Havarikommisjonen mener at Luftfartstilsynet gir kontrollantene et stort ansvar når de tillater at en person gis rett til å være kontrollant på åtte typer/klasser av fly og helikoptre. Selv de enkleste luftfartøy kan ha særegenheter ved systemer eller flyegegenskaper som, hvis de ikke blir tatt hensyn til, kan føre til ulykker. Luftfartstilsynet bør derfor legge stor vekt på at kontrollantene har tilstrekkelige kunnskaper om aktuelle typer luftfartøy og at disse kunnskapene ikke gis anledning til å forvitre. Dette bør eksempelvis bli et sentralt tema på kontrollantseminarene.
- 2.3.5.4 Kontrollantene må forholde seg til et svært komplisert regelverk når de utøver sin funksjon. Havarikommisjonen mener at regelverket og de administrative oppgavene lett kan ta oppmerksomheten vekk fra kontrollantenes primære oppgave; å forvise seg om at kandidaten viser tilstrekkelige ferdigheter og har tilstrekkelige kunnskaper. Dessuten er det viktig at kontrollantene selv har oppdaterte kunnskaper i flyrelaterte forhold som

steiling, samt stabilitets- og flybegrensninger. Å frita kontrollanten for oppgaver i forbindelse med gebyrer, slik som Luftfartstilsynet nå har gjort, er i så henseende et skritt i riktig retning.

- 2.3.5.5 Havarikommisjonen mener at kontrollanten under de aktuelle ferdighetsprøvene utviste dårlig skjønn på flere områder. Dessuten avsatte han utilstrekkelig tid til å gjennomføre oppgavene. Ferdighetsprøvene ble gjennomført i et utilrådelig vær og han påla øvelser som ikke kunne gjennomføres sikkert i flyet. Videre er det også grunn til å mene at han visste at SAS² ble satt ut av drift. Havarikommisjonen har ingen grunn til å mene at dette er generelle utfordringer gjeldende for hele kontrollantkorpset. Kontrollanter må imidlertid kjenne luftfartøyets begrensninger så godt at de ikke krever utført øvelser som ligger utenfor disse. Luftfartstilsynet rådes derfor til å legge vekt på lærdom fra ulykken med LN-SFT i det videre arbeidet med å gi kontrollantene en best mulig opplæring og oppfølging.

2.4 Luftfartøyet

- 2.4.1 LN-SFT hadde blitt skadet i kollisjon med fugl to ganger. I tillegg ble det to ganger funnet alvorlige sprekker i vingene som krevde utbedring. Havarikommisjonen har ikke gjort funn som tyder på at disse reparasjonene har hatt en negativ innvirkning på flyegegenskapene.
- 2.4.2 Havarikommisjonen har ikke hatt tilgang til en oppdatert flygehåndbok for LN-SFT. Mye tyder på at dette heller ikke fantes. Havarikommisjonen mener at det er svært uheldig at flygehåndbøker ikke holdes oppdatert, særlig på flyindivider som av forskjellige grunner avviker fra “normalen”. LN-SFT var et slikt fly som grunnet en rekke modifikasjoner på vesentlige områder skilte seg fra for eksempel LN-HTD. En oppdatert flygehåndbok er viktig, særlig for fly som benyttes til trening og ferdighetsprøver. At opplysningene i tilgjengelig beskrivelse av et luftfartøy ikke stemmer med luftfartøyets faktiske tilstand, kan være med på å skape usikkerhet i undervisning og drift av luftfartøyet.
- 2.4.3 LN-SFT manglet ferdskriver (FDR). Det har ikke vært mulig å fastslå om flyet hadde dispensasjon til å fly uten FDR. Uavhengig av formaliteter var denne mangelen med på å vanskeliggjøre undersøkelsen. Hvis flyet hadde hatt en fungerende FDR om bord, er det sannsynlig at havarikommisjonen kunne ha gitt en mer detaljert forklaring på hvorfor flyet kom inn i “deep stall”.

2.5 Overlevelsesaspekter

Fra flyet begynte å tape høyde til det traff sjøen hadde det en gjennomsnittlig vertikal hastighet på ca. 10 000 ft/min, tilsvarende ca. 51 m/s. Ved så høye hastigheter er stoppdistansen ved anslag mot sjøen svært kort, særlig når et fly treffer med undersiden av vinger og skrog. Dette medfører svært høye vertikale G-belastninger. Skadene på flyets understellslåser, drivstoffpumper og inventar bekrefter dette (se punkt 1.12.2.3 - 1.12.2.6). Havarikommisjonen mener derfor at det ikke var mulig å overleve belastningene som oppsto i sammenstøtet med sjøen.

3. KONKLUSJON

Ved denne undersøkelsen har havarikommisjonen påvist at det kan være svært utfordrende å utdanne flygebesetningsmedlemmer i flyselskaper som ikke har ressurser til å ha egen skoleavdeling. Sertifikatforskriftene er kompliserte og det oppsto en situasjon hvor tolking av regelverk overskygget hensynet til sikker flyging.

Utdanningen av de to kandidatene kan betraktes som et prosjekt med mange aktører som ble gjennomført uten koordinert planlegging og ledelse. Selskapet søkte ikke Luftfartstilsynet formelt om godkjenning av treningsprogram/enkeltkurs, og slik godkjenning ble dermed ikke gitt. Det oppsto etter hvert et tidspress og tillatelse til gjennomføring av ferdighetsprøvene ble gitt etter press, og uten at det ble stilt konkrete forutsetninger til hvordan prøvene skulle gjennomføres.

De avsluttende ferdighetsprøvene ble fløyet i skyer og sterk vind. For å kunne gjennomføre sakteflyging i turbulens ble et sikkerhetskritisk system (SAS²) koblet ut, i strid med advarsler i flygehåndboken. At systemet var utkoblet var en forutsetning for at flyet kunne komme inn i “deep stall” og dermed styrtet i sjøen.

3.1 Undersøkelsesresultater

3.1.1 Generelt

- a) Undersøkelsen har vist at mange elementer, både i tiden før selve ulykken og under de to ferdighetsprøvene, til sammen la grunnlaget for ulykken.
- b) Sertifikatforskriftene er kompliserte og må i mange tilfeller tolkes.
- c) Historisk har mye av opplæringen på luftfartøy i mindre selskaper skjedd internt eller på bakgrunn av enkeltvis godkjenning av kurs.
- d) Utdanningen av de to kandidatene kan betraktes som et prosjekt med mange aktører som ble gjennomført uten koordinert planlegging og ledelse.
- e) Det gikk mer enn seks måneder fra den teoretiske opplæringen ble påbegynt til ferdighetsprøven ble gjennomført. Dette hadde en negativ innvirkning på opplæringen.
- f) Spørsmålet om ferdighetsprøven skulle ha vært gjennomført som “Single Pilot” eller “Multi-crew” skapte usikkerhet rundt både utdanningen og gjennomføringen av ferdighetsprøvene.
- g) Ferdighetsprøven var den andre av to prøver gjennomført for styrmenn i Helitrans. Flere forhold under den første prøven påvirket hendelsesforløpet under den andre prøven.

3.1.2 Luftfartøyet

- a) Luftfartøyet var forskriftsmessig registrert og hadde gyldig miljø- og luftdyktighetsbevis.

- b) Luftfartøyet er i utgangspunktet konstruert for å kunne flys med en flyger (Single Pilot). Helitrans opererte flyet med fartøysjef og styrmann (Multi-crew), og det oppsto derfor en gråsoner med hensyn til opplæring, krav til trening i simulator og gjennomføring av ferdighetsprøver.
- c) SA226 kunne i utgangspunktet ikke innfri sertifiseringskravene med hensyn til steileegenskaper. For å kompensere for dette er flytypen utstyrt med sikkerhetssystemet SAS². At systemet fungerer er derfor i realiteten et luftdyktighetskrav.
- d) I flygehåndboken advares det mot å fly med SAS² ute av drift.
- e) Luftfartøyets masse og tyngdepunkts plassering var innenfor tillatte begrensninger på ulykkestidspunktet. Tyngdepunktet lå imidlertid langt bak, noe som virket negativt inn på flyets stabilitet.
- f) Havarikommisjonen har ved undersøkelsen ikke avdekket tekniske feil eller skader på luftfartøyet som kan ha hatt innvirkning på hendelsesforløpet.
- g) Luftfartøyet var utstyrt med en taleregistrator (CVR) som var til stor nytte for undersøkelsen.
- h) Luftfartøyet var ikke utstyrt med FDR. Dette vanskeliggjorde undersøkelsen.
- i) Luftfartøyet var modifisert en rekke ganger. Dette reduserte flyets ytelser og kan ha hatt negativ innvirkning på hendelsesforløpet.

3.1.3 Besetningen

- a) De tre om bord hadde gyldige sertifikater og rettigheter til å utføre aktuell tjeneste om bord.
- b) Fartøysjefen hadde tidligere fløyet med kontrollanten som styrmann. Senere hadde kontrollanten vært kontrollant for fartøysjefen. Dette kan ha lagt grunnlaget for en autoritetskonflikt som virket negativt inn på gjennomføringen av ferdighetsprøvene.
- c) En kontrollant utfører oppgaver på vegne av Luftfartstilsynet. I de tilfellene hvor kontrollanten ikke er fartøysjef, som i dette tilfellet, kan det reises spørsmål om hvem som er den formelle beslutningstageren og hvem som er den reelle beslutningstageren.
- d) Kandidat 2 hadde gjennomført ferdighetsprøve på Cessna C525 tre dager tidligere og dette hadde sannsynligvis virket negativt inn på kandidatens ytelse.
- e) De involverte synes å ha undervurdert faren ved å fly med SAS² utkoblet.

3.1.4 Den første ferdighetsprøven gjennomført 19. juni

- a) Ferdighetsprøven ble gjennomført under tidspress og det ble ikke tid til å gå igjennom resultatene fra prøven etter landing.
- b) Kontrollanten og fartøysjefen kommuniserte dårlig og det var tidvis dårlig stemning i cockpit under prøven.

- c) Det blåste 40 kt i 5 000 ft, noe som ga kraftig turbulens og vanskelige flygeforhold for kandidat 1.
- d) Grunnet turbulens slo “stick pusher” inn under sakteflyging. Fartøysjefen gjorde derfor systemet (SAS²) strømløst ved å trekke ut en automatsikring. Sikringen forble “ute”, og dette la grunnlaget for ulykken den påfølgende dagen.
- e) Det var bare tilfeldigheter som gjorde at ulykken ikke skjedde under den første ferdighetsprøven.
- f) Flere forhold stresset kandidat 1 under den første ferdighetsprøven. Dette ble bekreftet av fartøysjefen som mente at kontrollanten “kjørte” henne uvanlig hardt.

3.1.5 Hendelsesforløpet 20. juni

- g) Det var god tone mellom de tre om bord under ferdighetsprøven. Mye tyder på at eventuelle uoverensstemmelser fra dagen før var ryddet av veien.
- h) Hele ferdighetsprøven ble trolig fløyet med sikkerhetssystemet SAS² utkoblet. Det formelle ansvaret for dette lå hos fartøysjefen.
- i) Ingen om bord innså tilsynelatende risikoen ved å fly med SAS² utkoblet.
- j) Kandidat 2 ble bedt om å fly til steilevarselet kom på. Deretter skulle han redusere flyets angrepsvinkel med “*minst mulig høydetap*”. Havarikommisjonen vil advare mot et for stort fokus på lite høydetap i denne fasen fordi det kan gå på bekostning av effektiv oppheving av steilingen.
- k) Med SAS² i funksjon ville det ha vært nærmest umulig å få LN-SFT inn i en steiling.
- l) Flyet spant ikke, men traff sjøen i en såkalt “deep stall”.
- m) Flyet oppnådde en så høy vertikal hastighet at det ikke var mulig å overleve sammenstøtet med sjøen.

3.1.6 Luftfartstilsynet

- a) Det er vanskelig i ettertid å fastslå Luftfartstilsynets innflytelse på gjennomføringen av ferdighetsprøvene, blant annet fordi det har foregått en del uformell kommunikasjon mellom Luftfartstilsynet og Helitrans.
- b) Den formelle overgangen til BSL JAR-FCL skjedde flere år før ulykken. Da ulykken skjedde var imidlertid deler av luftfarten i realiteten fortsatt i en overgangsperiode hvor Luftfartstilsynet gradvis endret opplæringsregimet slik at det skulle bli i overensstemmelse med kravene i BSL JAR-FCL.
- c) Luftfartstilsynet lot Helitrans få operere SA226 i en form for “Multi-Crew Concept” uten at rollefordelingen om bord var beskrevet. Dette la grunnlaget for den usikkerheten som oppsto rundt både utdanningen og gjennomføringen av ferdighetsprøvene.

- d) Sertifikatkravene til flytypen SA226 ble tolket forskjellig av norsk og svensk luftfartsmyndighet. Dette førte til at den opprinnelige utdanningsplanen til Helitrans ikke lot seg gjennomføre.
- e) Da Luftfartstilsynet ble satt under press, overprøvde operativ seksjon (OF) beslutninger tatt av seksjon for operativ utdanning (OU). Dette tyder på at det var mangelfull koordinering mellom de to seksjonene.
- f) Med dagens kompliserte forskriftsverk mener havarikommisjonen at Luftfartstilsynet i større grad enn tidligere bør ta rollen som veileder.
- g) Luftfartstilsynet har det overordnede ansvaret for kontrollantvirksomheten, herunder å autorisere kontrollanter og holde disse oppdatert. Undersøkelsen har vist at Luftfartstilsynet bør arbeide med å styrke kontrollantvirksomheten.

3.1.7 Selskapet

- a) BSL JAR-FCL hadde vært gjeldende i 8 år ved ulykkestidspunktet. På tross av dette opplevde Helitrans at de var i en overgangsperiode fordi de ikke kunne følge samme utdanningsmønster som de hadde fått godkjent to år tidligere.
- b) Helitrans opererte SA226 i en form for “Multi-Crew Concept” uten at rollefordelingen om bord var beskrevet. Dette medvirket til den usikkerheten som oppsto rundt både utdanningen og gjennomføringen av ferdighetsprøvene.
- c) Helitrans forsøkte innledningsvis å omgå et byråkrati ved å utdanne eget personell via Trafikflyghögskolan i Sverige. Dette stoppet opp fordi svensk luftfartsmyndighet ikke kunne gi en begrenset styrmann-rettighet på typen.
- d) Flere faktorer bidro til at Helitrans i januar 2008 fikk et prekært behov for to nye styrmenn. Dette satte den videre saksbehandlingen under press.
- e) Havarikommisjonen mener at planleggingen og oppfølgingen av flygeropplæringen i Helitrans tidvis bar preg av prøving og feiling.
- f) Helitrans antydte i en elektronisk post at Luftfartstilsynet bedrev uansvarlig saksbehandling.
- g) Selskapets opplæringsprogram inneholdt blant annet krav til “*Complete stall and recovery (idle power)*”. Dette tyder på at verken instruktører eller selskapets ledelse hadde en klar formening om hva som kunne trenes i flyet og hva som måtte trenes i simulator.

3.1.8 Været

- a) Selv om været ulykkesdagen var innenfor tillatte begrensninger, var det ikke egnet til å utføre “airwork” eller steileøvelser.
- b) Fartøysjefen mente været ikke var egnet til å gjennomføre ferdighetsprøven for kandidat 2. At han likevel ble med på å gjennomføre prøven kan skyldes at han følte et press til å gjennomføre oppdraget.

- c) Da kandidat 1 fløy 19. juni ga vinden krevende flygeforhold i turbulens. Det blåste stedvis kraftigere da ulykken skjedde, og det er følgelig grunn til å mene at turbulens kan ha vært en medvirkende faktor til at flyet kom ut av kontroll under ferdighetsprøven.
- d) Flygingen foregikk i skyer. Dette gjorde at alle øvelsene ikke kunne gjennomføres på en forsvarlig måte. Mangel på visuelle referanser i skyer må antas å ha medvirket til at flyet kom ut av kontroll.

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Statens havarikommisjon for transport fremmer følgende sikkerhetstilrådinger.³⁴

Sikkerhetstilråding SL nr. 2011/17T

Flytypen SA226 operert av Helitrans befant seg i en gråsoner hvor det ikke var tilstrekkelig avklart om opplæringen og ferdighetsprøven skulle foregå i henhold til bestemmelser for "Single Pilot" eller "Multi Crew".

Havarikommisjonen tilrår at Luftfartstilsynet tydeligere avklarer og informerer aktuelle flyselskaper om hvordan dette og lignende tilfeller skal håndteres. Det siktes da både til selskapets operasjoner, opplæring og ferdighetsprøver.

Sikkerhetstilråding SL nr. 2011/18T

Undersøkelsen har vist at ferdighetsprøven på flere områder ble uforsvarlig gjennomført. Havarikommisjonen har ikke grunnlag for å mene at kontrollantkorpset generelt holder uforsvarlig standard, men forhold avdekket under undersøkelsen gir grunn til bekymring.

Havarikommisjonen tilrår derfor at Luftfartstilsynet intensiverer arbeidet med kontrollantvirksomheten slik at lignende hendelser og ulykker unngås.

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 5. desember 2011

³⁴ Samferdselsdepartementet besørger at sikkerhetstilrådinger blir forelagt luftfartsmyndigheten og/eller andre berørte departementer til vurdering og oppfølging, jf. Forskrift om offentlige undersøkelser av luftfartsulykker og luftfartshendelser innen sivil luftfart, § 17.

REFERANSER

Stinton, Darrol: *The design of the Aeroplane*, Blackwell Science (1997)

VEDLEGG

A: Aktuelle forkortelser

B: Skjema NF-1027E

C: Skjema NF-1028E

D: Advarsel fra CAA angående minimalisering av høydetap ved steiling

E: Utdrag av bacheloroppgave, Rapport HPR/MF-001/2009, Universitet i Agder

VEDLEGG A

AKTUELLE FORKORTELSER

AFM	Airplane Flight Manual – flygehåndbok
AMSL	Above Mean Sea Level – høyde over gjennomsnittlig havnivå
ATIS	Automatic Terminal Information Service
ATPL(A)	Air Transport Pilot Licence, Airplane – trafikkflygersertifikat for fly
BKN	BroKeN – værkode for brutt skydekke
BSL	Bestemmelser for sivil luftfart (Civil Aviation Regulations)
CPL(A)	Commercial Pilot Licence Aeroplane – trafikkflygersertifikat for fly
daN	dekanewton (1.0197 kgm/s ²)
ELT	Emergency Location Transmitter – nødpeilesender
FAA	Federal Aviation Administration – luftfartsmyndigheten i USA
FEH	Flight Examiners Handbook
FEM	Flight Examiners Manual
FEW	Few – værkode om skyer
FL	Flight level – aircraft altitude given in units of 100 ft in Standard Atmosphere
FSO	Flight Safety Officer
FT/ft	Feet - 0,304 m
FTO	Flight Training Organization
FW	Fixed Wing (fly)
G	Gusting – værkode for vindbyger
IAS	Indicated Air Speed
JAA	Joint Aviation Authorities – organisasjon for samarbeid mellom europeiske luftfartsmyndigheter
JAR	Joint Aviation Requirements – felleseuropeiske bestemmelser

JAR-FCL	Joint Aviation Requirements – Flight Crew Licensing – felleseuropeiske sertifikatbestemmelser
JAR-OPS	Joint Aviation Requirements – Operations – operative felleseuropeiske bestemmelser
KT/kt	Nautical miles per hour
MCC	Multi Crew Cooperation – besetningssamarbeid
METAR	METeorological Aerodrome Report – rutinemessig værobservasjon
NM	Nautical Miles (1852 m)
OM	Operasjonsmanual
OM-B	Del B av selskapets operasjonsmanual
OPC	Operator Proficiency Check – operatørens ferdighetskontroll
PC	Proficiency Check – ferdighetskontroll
PWR	power
Q	QNH – Værkode for høydemålerinstilling relatert til trykket ved havets overflate
RMK	ReMarK – tilleggsinformasjon i værkoder
RW	Rotor Wing (helikopter)
RWY	RunWay – rullebane
SAS	Stall Avoidance System
SAS ²	Stall Avoidance System & Stability Augmentation System
SCT	ScatTered – værcode for spredt skydekke
SEP	Single Engine Piston
shp	Shaft Horse Power – hestekrefter på propellakselen
SHRA	ShoweR RAin – værcode for regnbyger
SHT	Statens havarikommisjon for transport
SPA	Single-Pilot Aeroplane
TAF (FC)	Terminal Aerodrome Forecast (Værvarsel med gyldighetsperiode på 9 timer)
TEMPO	TEMPOrary – værcode for temporært
TFHS	Trafikflyghögskolan i Ljungbyhed, Sverige

TRTO	Type Rating Training Organization
TSRA	ThunderStorm Rain – værkode for torden og regn
UTC	Universal Time Coordinated
VCSH	ViCinity Showers – værkode for regn i nærheten
Vs	Steilehastighet
WS	WindShear – værkode for angivelse av vindskjær

Send to:
Civil Aviation Authority
P.O.Box 243
NO-8001 BODØ
Norway

*Approved application and report form, Skill test and Proficiency check,
Single-pilot aeroplane, according to JAR-FCL 1.*

Class/Type-Rating Single-Pilot Aeroplane

<input type="checkbox"/> Skill Test	<input type="checkbox"/> VFR
<input type="checkbox"/> Proficiency check	<input type="checkbox"/> IFR

LICENCE ENDORSEMENT Class/Type:	
Total flight time:	Date of test:

**TO BE
COMPLETED
BY APPLICANT**

Licence type and number/pers. no.		State of issue
Last name		First, middle name
Adress		Postal code and city
Country		Telephone daytime
Place date and signature of the applicant		E-mail

**TO BE
COMPLETED
BY RF/FTO/TRTO**

TRAINING COMPLETED AND APPLICATION APPROVED	
Name of RF/FTO/TRTO	
Signature Head of Training	Name in capital letters
<input type="checkbox"/> Technical type course performed, documentation enclosed	

RESULT OF THE TEST:

**TO BE
COMPLETED
BY EXAMINER**

Section 1 <input type="checkbox"/> Passed <input type="checkbox"/> Failed	Section 2 <input type="checkbox"/> Passed <input type="checkbox"/> Failed	Section 3 <input type="checkbox"/> Passed <input type="checkbox"/> Failed	Section 4 <input type="checkbox"/> Passed <input type="checkbox"/> Failed	Section 5 <input type="checkbox"/> Passed <input type="checkbox"/> Failed	Section 6 <input type="checkbox"/> Passed <input type="checkbox"/> Failed
FINAL RESULT		<input type="checkbox"/> Passed	<input type="checkbox"/> Partial Pass	<input type="checkbox"/> Failed	
<input type="checkbox"/> Rating revalidated/renewed and entered in licence		Class/Type Rating valid until: _____			
		Instrument Rating valid until: _____			
<input type="checkbox"/> Temporary Class/Type-Rating Issued		Temporary Class/Type Rating valid until: _____			
<input type="checkbox"/> Temporary Class/Type-Rating not issued					
Place and date: _____		Examiner authorisation number: _____			
Signature of examiner: _____		Name in capitals: _____			

**FOR OFFICIAL
USE ONLY**

--

TO BE COMPLETED BY EXAMINER

Before Skill Test Single-Pilot/Multi-engine: (Acknowledge flight time on dotted lines) Dual flight training hrs ... <input type="checkbox"/> Technical training <input type="checkbox"/> Valid CPL/ATPL licence, Medical Class 1 <input type="checkbox"/> Valid PPL licence, Medical Class 2 <input type="checkbox"/> Pilot in Command hrs <input type="checkbox"/>		Before Skill Test Single pilot/Single engine Valid CPL/ATPL licence, Medical Class 1 <input type="checkbox"/> Valid PPL licence, Medical Class 2 <input type="checkbox"/>		M = Mandatory P = Trained as PIC or COP for issue X = FS only * = Actual or simulated IMC	
		Before PC with valid class/type rating Yes No Valid CPL/ATPL licence, Medical Class 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Valid PPL licence, Medical Class 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Valid Class/Type rating <input type="checkbox"/> Route Sectors >=10 (Multi engine) <input type="checkbox"/> Examiner accompanied route sector <input type="checkbox"/>		Before PC renewal Yes No Valid CPL/ATPL licence, Medical Class 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Valid PPL licence, Medical Class 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Route Sectors >=10 (Multi engine) <input type="checkbox"/> Examiner accompanied route sector <input type="checkbox"/> Training performed by RF/FTO/TRTO <input type="checkbox"/>	

SECTION 1 Departure		PRACTICAL TRAINING			Type/Class Rating Skill test/Prof. check		
		FD	S	<	Instructors initials when training completed	Passed	Failed
1.1	Pre-flight including: Documentation, Mass and Balance, Weather briefing					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	Pre-start checks External/internal			P		M	<input type="checkbox"/>
1.3	Engine starting: Normal Malfunctions	P	→	→		M	<input type="checkbox"/>
1.4	Taxiing		P	→		M	<input type="checkbox"/>
1.5	Pre-departure checks: Engine run-up (if applicable)	P	→	→		M	<input type="checkbox"/>
1.6	Take-off procedures: Normal with flight manual flap settings, Crosswind (if conditions available)		P	→			<input type="checkbox"/>
1.7	Climbing: Vx/Vy Turns onto headings Level off		P	→		M	<input type="checkbox"/>
1.8	ATC liaison - Compliance R/T Procedure						<input type="checkbox"/>

Examiners initials when test-section completed..... Passed Failed

SECTION 2 Airwork (VFR)		FD	S	<	Instructors initials when training completed	Passed	Failed
		2.1	Straight and level flight at various airspeeds including flight at critically low airspeed with and without flaps		P	→	
2.2	Steep turns (360° left and right at 45° bank)		P	→		M	<input type="checkbox"/>
2.3	Stalls and recovery: I Clean stall II Approach to stall in descending turn with bank with approach configuration and power III Approach to stall in landing configuration and power IV Approach to stall, climbing turn with take-off flap and climb power (Single engine aeroplane only)		P	→		M	<input type="checkbox"/>
2.4	Handling using autopilot and flight director, if applicable (may be conducted in section 3)		P	→		M	<input type="checkbox"/>
2.5	ATC liaison - Compliance, R/T procedure						<input type="checkbox"/>

Examiners initials when test-section completed..... Passed Failed

SECTION 3A En Route Procedures

To be completed to revalidate a multi-engine rating, VFR only, if less than 10 route sectors last 12 months.
Section 3A is not required if 3B is completed.

SECTION 3A En Route Procedures		FD	S	<	Instructors initials when training completed	Passed	Failed
		3A.1	Flight plan, dead reckoning and map reading				
3A.2	Maintenance of altitude, heading and speed						<input type="checkbox"/>
3A.3	Orientation, timing and revision of ETA:s						<input type="checkbox"/>
3A.4	Use of radio navigation aids (if applicable)						<input type="checkbox"/>
3A.5	Flight management (flight log, routine checks including fuel, systems and icing)						<input type="checkbox"/>
3A.6	ATC liaison - Compliance, R/T procedure						<input type="checkbox"/>

Examiners initials when test-section completed..... Passed Failed

SECTION 3B Instrument flight		FTD	FS	A	Instructors initials when training completed	Passed	Failed	
3B.1*	Departure IFR		P	→		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3B.2*	En route IFR		P	→		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3B.3*	Holding procedures		P	→		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3B.4*	ILS to DH/A of 200' (60m) or to procedure minima (autopilot may be used to glideslope intercept)		P	→		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3B.5*	Non-precision approach to MDH/A and MAP		P	→		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3B.6*	Flight exercises including simulated failure of the compass and attitude indicator: Rate 1 turns Recoveries from unusual Attitudes	P	→	→			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3B.7*	Failure of localiser or glideslope	P	→	→		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3B.8*	ATC liaison - Compliance, R/T procedure						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					Examiners initials when test-section completed..... <input type="checkbox"/> Passed <input type="checkbox"/> Failed			

SECTION 4 Arrivals and Landings		FTD	FS	A	Instructors initials when training completed	Passed	Failed	
4.1	Aerodrome arrival procedure		P	→		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2	Normal landing		P	→		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3	Flapless landing		P	→		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4	Crosswind landing (if suitable conditions)		P	→			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.5	Approach and landing with idle power from up to 2000' above the runway (single engine aeroplane only)		P	→			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.6	Go-around from minimum height		P	→		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7	Night go-around and landing (if applicable)	P	→	→			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.8	ATC liaison - Compliance, R/T procedure						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					Examiners initials when test-section completed..... <input type="checkbox"/> Passed <input type="checkbox"/> Failed			

SECTION 5 Abnormal and Emergency Procedures (This section may be combined with Section 1 through 4)		FTD	FS	A	Instructors initials when training completed	Passed	Failed	
5.1	Rejected take-off		P	→			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2	Simulated engine failure after take-off (Single engine aeroplanes only)			P		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3	Simulated forced landing without power (Single engine aeroplanes only)			P		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4	Simulated emergencies: I Fire or smoke in flight II Loss of power III Systems malfunction as appropriate	P	→	→			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.5	Engine shutdown and restart (ME skill test only)	P	→	→			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.6	ATC liaison - Compliance, R/T procedure		→	→			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					Examiners initials when test-section completed..... <input type="checkbox"/> Passed <input type="checkbox"/> Failed			

SECTION 6

Simulated asymmetric flight

(This section may be combined with Section 1 through 5)

		FTD	FS	A	Instructors initials when training completed	Passed	Failed
6.1 *	Simulated engine failure during take-off (at a safe altitude unless carried out in FS or FNPT II)	P	→	X		M <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2 *	Asymmetric approach and go-around	P	→	→		M <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3 *	Asymmetric approach and full stop landing	P	→	→		M <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4	ATC liaison - Compliance, R/T procedure		→	→		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					Examiners initials when test-section completed..... <input type="checkbox"/> Passed <input type="checkbox"/> Failed		

DETAILS OF THE FLIGHT

Registration	Type/Class of aeroplane	Block on	On ground
Departure aerodrome	Destination aerodrome	Block off	Take-off
Name of PIC during test	Total block	Total	

Remarks

De-briefing performed and comments above understood. Date:	Signature of applicant
---	------------------------

AEROPLANE WITH FTD/FLIGHT SIMULATOR ONLY:

Aircraft training completed date: (only for initial Type Rating)			
ACFT Type:	No of landings:	Signature of TRI/CRI :	Name in capitals:

Send to:
Civil Aviation Authority
P.O.Box 243
NO-8001 BODØ
Norway

Approved application and report form, Type Rating Skill test and Proficiency check, Multi-pilot aeroplane, and ATPL(A) Skill test, according to JAR-FCL 1. Also to be used for Single-pilot aeroplane (SPA) flown in multi-pilot operation.

Type Rating Multi-Pilot Aeroplane/Multi-crew in SPA

<input type="checkbox"/> Skill Test ATPL (MPA only)	<input type="checkbox"/> Proficiency check
<input type="checkbox"/> Skill Test - Type Rating	<input type="checkbox"/> PIC <input style="margin-left: 20px;" type="checkbox"/> Co-pilot

LICENCE ENDORSEMENT (Type):	
Total flight time:	Date of test:

**TO BE
COMPLETED
BY APPLICANT**

Licence type and number		State of issue
Last name		First, middle name
Adress		Postal code and city
Country		Telephone daytime
Place date and signature of the applicant		E-mail

**SKILLTEST ONLY:
TO BE
COMPLETED
BY FTO/TRTO**

TRAINING COURSE COMPLETED	
Name of FTO/TRTO	
Signature Head of Training	Name in capital letters
<input type="checkbox"/> Technical type course performed, documentation enclosed	<input type="checkbox"/> ATPL(A) written test passed
Before skill test TR or ATPL, check:	
<i>(Acknowledge flight time on lines)</i>	
Valid ATPL theory <input type="checkbox"/>	Cross-country flight time _____
MCC <input type="checkbox"/>	Cross-country PIC _____
Valid CPL Medical class 1 <input type="checkbox"/>	Instrument time _____
Flight time PIC _____	Night time _____
Flight time multipilot ops. _____	Valid IR(A) ME <input type="checkbox"/>

RESULT OF THE TEST:

**TO BE
COMPLETED
BY EXAMINER**

	If all items are passed → Final Result: Passed If 1-5 items are failed → Final Result: Partial Pass If 6 or more items are failed → Final Result: Failed	
FINAL RESULT:	<input type="checkbox"/> Passed	<input type="checkbox"/> Partial Pass <input type="checkbox"/> Failed
<input type="checkbox"/> Rating revalidated/renewed and entered in licence	Type Rating valid until: _____ Instrument Rating valid until: _____	
<input type="checkbox"/> Temporary Class/Type-Rating issued	Temporary Type Rating valid until: _____	
<input type="checkbox"/> Temporary Class/Type-Rating not issued		
Place and date: _____	Examiner authorisation number: _____	
Signature of examiner: _____	Name in capitals: _____	

**FOR OFFICIAL
USE ONLY**

Type Rating – Skill Test	Before PC with valid class/type rating	Before PC renewal
Valid CPL/ATPL licence, Medical class 1 <input type="checkbox"/>	Valid CPL/ATPL licence, Medical class 1 <input type="checkbox"/>	Valid CPL/ATPL licence, Medical class 1 <input type="checkbox"/>
Valid PPL licence, Medical class 2 <input type="checkbox"/>	Valid PPL licence, Medical class 2 <input type="checkbox"/>	Valid PPL licence, Medical class 2 <input type="checkbox"/>
Valid ATPL (A) theory <input type="checkbox"/>	Valid Class/Type Rating <input type="checkbox"/>	Route Sectors >= 10 (Multi engine) <input type="checkbox"/>
	Route Sectors >=10 (Multi engine) <input type="checkbox"/>	Examiner accompanied route sector <input type="checkbox"/>
	Examiner accompanied route sector <input type="checkbox"/>	Refresher Training performed by FTO/TRTO <input type="checkbox"/>

Symbols and abbreviations used below:	M = Mandatory	OTD = Other Training Device
	P = Trained as PIC or COPI for issue	FTD = Flight Training Device
	X = FS only	FS = Flight Simulator
	* = Actual or simulated IMC	A = Aeroplane
	1 = Skill Test only	

TO BE COMPLETED BY EXAMINER (AND INSTRUCTOR IF APPLICABLE - Initial Type Rating only)

SECTION 1 Flight preparation		PRACTICAL TRAINING				Instructors initials when training is completed (initial Type-Rating only)	Type Rating Skill test/Prof. Check	
		OTD	FTD	FS	A		Passed	Failed
1.1	Performance calculation	P					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	Aeroplane ext. visual inspection; location of each item And purpose of inspection				P		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3	Cockpit inspection		P	→	→		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4	Use of checklist prior to starting engines, starting procedures, radio and navigation equipment check, selection and setting of navigation and communication frequencies	P	→	→	→		M	<input type="checkbox"/>
1.5	Taxiing in compliance with air traffic control or instructions of instructor			P	→		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6	Before take-off checks		P	→	→		M	<input type="checkbox"/>
						Examiners initials		

SECTION 2 Take-offs		OTD	FTD	FS	A	Instructors initials when training is completed (initial Type-Rating only)	Type Rating	
							Passed	Failed
2.1	Normal take offs with different flap settings, including expedited take off			P	→		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2 *	Instrument take-off; transition to instrument flight is required during rotation or immediately after becoming airborne			P	→		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3	Cross wind take-off (A, if practicable)			P	→		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4	Take-off at maximum take-off mass (actual or simulated maximum take-off mass)			P	→		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5	Take-offs with simulated engine failure shortly after reaching V2, or (In aeroplanes which are not certificated as transport category aeroplanes (JAR/FAR 25) or as commuter category aeroplanes (SFAR 23), the engine failure shall not be simulated until reaching a minimum height of 500ft above runway end. In aeroplanes having the same performance as a transport category aeroplane regarding take-off mass and density altitude, the instructor may simulate the engine failure shortly after reaching V2.)			P	→		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5.1 *								
2.5.2 *	between V1 and V2, or			P	X		M	<input type="checkbox"/>
2.6	Rejected take-off at a reasonable speed before reaching V1			P	X		M	<input type="checkbox"/>
						Examiners initials		

SECTION 3 Flight maneuvers and procedures		OTD	FTD	FS	A	Instructors initials when training is completed (initial Type-Rating only)	Type Rating	
							Passed	Failed
3.1	Turns with and without spoilers			P	→		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2	Tuck under and Mach buffets after reaching the critical Mach number, and other specific flight characteristics of the aeroplane (e.g. Dutch Roll)			P	X		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3	Normal operation of systems and controls engineer's panel	P	→	→	→		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SECTION 3 -Continued

SECTION 3 -Continued					Instructors initials:		
3.4	Normal and abnormal operations of the following systems:						
3.4.0	Engine (If necessary propeller)	P	→	→	→		<input type="checkbox"/>
3.4.1	Pressurisation and air-conditioning	P	→	→	→		<input type="checkbox"/>
3.4.2	Pitot/static system	P	→	→	→		<input type="checkbox"/>
3.4.3	Fuel System	P	→	→	→		<input type="checkbox"/>
3.4.4	Electrical system	P	→	→	→		<input type="checkbox"/>
3.4.5	Hydraulic system	P	→	→	→		<input type="checkbox"/>
3.4.6	Flight control and Trim-system	P	→	→	→		<input type="checkbox"/>
3.4.7	Anti- and de-icing system, Glare shield heating	P	→	→	→		<input type="checkbox"/>
3.4.8	Autopilot/Flight director	P	→	→	→		<input type="checkbox"/>
3.4.9	Stall warning devices or stall avoidance devices, and stability augmentation devices	P	→	→	→		<input type="checkbox"/>
3.4.10	Ground proximity warning system Weather radar, Radio altimeter, transponder		P	→	→		<input type="checkbox"/>
3.4.11	Radios, navigation equipment, instruments, Flight management system	P	→	→	→		<input type="checkbox"/>
3.4.12	Landing gear and brake	P	→	→	→		<input type="checkbox"/>
3.4.13	Slat and flap system	P	→	→	→		<input type="checkbox"/>
3.4.14	Auxiliary power unit	P	→	→	→		<input type="checkbox"/>
3.6	Abnormal and emergency procedures:					↓	
3.6.1	Fire drills e.g. Engine, APU, cabin, cargo compartment, flight deck, wing and electrical fires including evacuation.		P	→	→		<input type="checkbox"/>
3.6.2	Smoke control and removal		P	→	→		<input type="checkbox"/>
3.6.3	Engine failures, shut down and restart at a safe height		P	→	→		<input type="checkbox"/>
3.6.4	Fuel dumping (simulated)		P	→	→		<input type="checkbox"/>
3.6.5	Windshear at Take off / landing			P	X		<input type="checkbox"/>
3.6.6	Simulated cabin pressure failure / Emergency descent			P	→		<input type="checkbox"/>
3.6.7	Incapacitation of flight crew member		P	→	→		<input type="checkbox"/>
3.6.8	Other emergency procedures as outlined in the appropriate aeroplane Flight Manual		P	→	→		<input type="checkbox"/>
3.6.9	ACAS event	P	→	→			<input type="checkbox"/>
3.7	Steep turns with 45 degrees bank, 180 to 360 degrees left and right			P	→		<input type="checkbox"/>
3.8	Early recognition and counter measures on approaching stall (up to activation of stall warning device) in take-off configuration (flaps in take-off position), in cruising flight configuration and in landing configuration (flaps in landing position, gear extended)			P	→		<input type="checkbox"/>
3.8.1	Recovery from full stall or after activation of stall warning device in climb, cruise and approach configuration			P	X		<input type="checkbox"/>
3.9.1*	Instrument flight procedures Adherence to departure and arrival routes and ATC instructions		P	→	→	M	<input type="checkbox"/>
3.9.2*	Holding procedures		P	→	→		<input type="checkbox"/>
3.9.3*	Precision approaches down to a decision height (DH) not less than 60 m (200 ft)						<input type="checkbox"/>
3.9.3.1*	manually, without flight director (M-Skill Test Only)			P	→	M	<input type="checkbox"/>
3.9.3.2*	manually, with flight director			P	→		<input type="checkbox"/>
3.9.3.3*	with autopilot			P	→		<input type="checkbox"/>
3.9.3.4*	manually, with one engine simulated inoperative; engine failure has to be simulated during final approach from before passing the outer marker (OM) until touchdown or through the complete missed approach procedure			P	→	M	<input type="checkbox"/>
3.9.4	NDB or VOR/LOC-approach down to the MDH/A			P	→	M	<input type="checkbox"/>
3.9.5	Circling approach under following conditions: (a) * approach to the authorised minimum circling approach altitude at the aerodrome in question in accordance with the local instrument approach facilities in simulated instrument flight conditions; followed by: (b) circling approach to another runway at least 90° off centreline from final approach used in item a), at the authorised minimum circling approach altitude; Remark: if a) and b) are not possible due to ATC reasons a simulated low visibility pattern may be performed			P	→		<input type="checkbox"/>
					A mandatory minimum of 3 items shall be selected from 3.4.0 to 3.4.14 inclusive.		
					A mandatory minimum of 3 items shall be selected from 3.6.1 to 3.6.9 inclusive		
					Examiners initials		

SECTION 4 Missed Approach Procedures		OTD	FTD	FS	A	Instructors initials when training is completed (initial Type-Rating only)		Passed	Failed
4.1	Go-around with all engines operating* after an ILS approach on reaching decision height.		P	→	→			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2	Other missed approach procedures		P	→	→			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3	Manual Go-around with critical engine simulated inoperative after a instrument approach on reaching DH, MDH or MAPt		P	→	→		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4	Rejected landing at 15 m (50 ft) above runway threshold and go-around		P	→	→			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
						Examiners initials			

SECTION 5 Landings		OTD	FTD	FS	A	Instructors initials when training is completed (initial Type-Rating only)		Passed	Failed
5.1	Normal landings* also after an ILS approach with transition to visual flight on reaching DH.			P				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2	Landing with simulated jammed horizontal stabiliser in any out-of-trim position.			P	X			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3	Cross wind landings (a/c, if practicable).			P	→			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4	Traffic pattern and landing without extended or with partly extended flaps and slats.			P	→			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.5	Landing with critical engine simulated inoperative.			P	→		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.6	Landing with two engines inoperative – Aeroplanes with three engines: the centre engine and one outboard engine as far as practicable according to data of the AFM. – Aeroplanes with four engines, two engines at one side.			P	X		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
						Examiners initials			

SECTION 6 Additional authorisation for instrument approaches down to a DH of less than 200 ft (CAT II/III)		OTD	FTD	FS	A	Instructors initials when training completed (initial Type-Rating only)		Passed	Failed
6.1*	Rejected take-off at minimum authorised RVR		P	→	→		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2*	ILS Approaches In simulated instrument flight conditions down to the applicable DH, using flight guidance system. Standard procedures of crew co-ordination (task sharing, call out procedures, mutual surveillance, information exchange and support) shall be observed.		P	→	→		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3*	Go-around after approaches as indicated in 6.2 on reaching DH. The training shall also include a go-around due to (simulated) insufficient RVR, wind shear, aeroplane deviation in excess of approach limits for a successful approach, and ground/airborne equipment failure prior to reaching DH and, go-around with simulated airborne equipment failure		P	→	→		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4*	Landing(s) with visual reference established at DH following an instrument approach. Depending on the specific flight guidance system, an automatic landing shall be performed		P	→	→		M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NOTE: CAT II/III operations shall be accomplished in accordance with Operational Rules.						Examiners initials			

DETAILS OF THE FLIGHT:

Registration: or simulator:	Block on:	On ground:
Departure aerodrome:	Block off:	Take off:
Destination aerodrome:	Total block:	Total:
Examiners remarks (remarks are mandatory for partial pass or fail):		

De-briefing performed and comments above understood:	Signature of applicant
Date:	

Aircraft training completed date: (only for initial Type Rating)			
ACFT Type:	No of landings:	Signature of TRI/CRI :	Name in capitals:

Applicability: RETRE, TRIE, TRE, SFE, TRI, SFI

Effective: Immediate

STALL RECOVERY TECHNIQUE

- 1 Recent observations by CAA Training Inspectors have raised concerns that some instructors (both SFIs and TRIs) have been teaching inappropriate stall recovery techniques. It would appear that these instructors have been encouraging their trainees to maintain altitude during recovery from an approach to a stall. The technique that has been advised is to apply maximum power and allow the aircraft to accelerate out of this high alpha stall-warning regime. There is no mention of any requirement to reduce the angle of attack – indeed one trainee was briefed that “he may need to **increase** back pressure in order to maintain altitude”.
- 2 It could be argued that with all stall warning devices working correctly on an uncontaminated wing, such a recovery technique may well allow the aircraft to accelerate out of danger with no height loss at the lower to medium altitudes. The concern is that should a crew be faced with anything other than this idealised set of circumstances, they may apply this technique indiscriminately with potentially disastrous consequences.
- 3 The standard stall recovery technique should therefore always emphasise the requirement to reduce the angle of attack so as to ensure the prompt return of the wing to full controllability. The reduction in angle of attack (and consequential height loss) will be minimal when the approach to the stall is recognised early, and the correct recovery action is initiated without delay.

NOTE: Any manufacturer’s recommended stall recovery techniques must always be followed, and will take precedence over the technique described above should there be any conflicting advice.

- 4 Any queries as a result of this FCTN should be addressed to Head of Flight Crew Standards at the following e-mail address: flightcrewstandards@caa.co.uk.

Captain David McCorquodale
Head of Flight Crew Standards

21 April 2010

Source Reference: Not applicable

Publications affected: None

Review: November 2010

Bacheloroppgave

Ingeniørfag

Fakultet for teknologi og realfag, Grimstad
Våren 2009



UNIVERSITETET I AGDER

Tittel:

**CFD-analyse
for
Statens Havarikommisjon for Transport**

Rapportnr.: HPR/MF-001/2009

Fagområde: Maskin, Flyteknikk

Antall sider: 187

Tilgjengelighet:

Unntatt offentligheten
jfr. Luftfartsloven kap. 12

Oppdragsgiver:



Statens
Havarikommisjon
for Transport

Dato: 2. juni 2009

Forfattere:

**Are Wergeland Krog
Rajeev Lehar
Thomas Sneltvedt**

Veiledere:

Professor
John T. Conway
(john.conway@uia.no)
Tlf: 37 25 32 67

Dr. ing.
Hans Jørgen B. Mørch
(hans.morch@uia.no)
Tlf: 37 25 31 67

Emneord: 3D-skanning 3D-modellering CFD-analyse

Resymé:

Denne rapporten gir en analyse av stabiliteten og sakteflyvningsegenskapene til LN-SFT. Statens Havarikommisjon for Transport ønsket i forbindelse med ulykken som inntraff den 20.06.08 å se om de ytre modifikasjonene kan ha bidratt til redusert stabilitet og sakteflygingsegenskaper. Vi har jobbet mye med å lage en 3D-modell som er så nøyaktig at vi kan bruke den videre i analysene. På bakgrunn av koefisientplott og skalarscener med flere strømlinjer for å visualisere strømmingen rundt flyet, har vi dannet oss et bilde av modifikasjonenes innvirkning på flyets egenskaper. Rapporten inneholder vår endelige konklusjon på om disse modifikasjonene kan ha hatt en negativ innvirkning på stabiliteten og sakteflygingsegenskaper.

1 Forord

Hovedhensikten med å gjennomføre en bacheloroppgave er at studentene skal tilegne seg praktisk og teoretisk forståelse innenfor faglige problemstillinger. En bacheloroppgave er obligatorisk for alle ingeniørstudenter ved Universitetet i Agder, UiA.

Gruppens sammensetning kom fra tidligere samarbeid gjennom studietiden. Antall gruppemedlemmer er av skolen anbefalt til tre, noe vi synes er logisk. Dette gir mulighet til et mangfold av synsvinkler som trengs under større prosjekter, samtidig som det er lett å holde et felles fokus med en så liten gruppe. Alle på gruppen var interessert i å jobbe med en flyrelatert oppgave, som kunne gi dypere innsikt og forståelse knyttet til utdannelsen vår.

Dette fikk vi muligheten til da vi kom i kontakt med den eksterne institusjonen Statens Havarikommisjon for Transport, SHT. SHT uttrykte et ønske om å få testet en av sine teorier ved hjelp av CFD (Computational Fluid Dynamics), en kapasitet studentene på flylinjen tilegner seg gjennom faget ”Numerisk strømningsanalyse”.

Bakgrunnen for dette prosjektet var ulykken som omfattet flytypen Fairchild SA226-T(B), med registrering LN-SFT, den 20. juni 2008. Dette flyet var modifisert med en rekke eksterne antenner. SHT ønsket å undersøke i hvilken grad dette kunne ha påvirket flyegenskapene med hensyn til følgende; stabilitet ved sakteflyging og steilekarakteristikk.

Denne oppgaven ble i hovedsak utarbeidet ved UiA, med unntak av enkelte turer til SHT for å innhente nødvendig informasjon og mål. De største analysene ble gjort hos vår veileder Hans Jørgen B. Mørch ved hans kontor i Tvedestrand.

Selv om gruppens størrelse var som ønsket, lider en slik gruppe gjerne av at alle medlemmene har samme tyngde innenfor sine fagfelt, ettersom tidligere bakgrunn ofte er relativt lik innenfor en klasse. Derfor belaget vi oss på å kontakte støttespillere når det dukket opp utfordringer vi ikke var i stand til å takle. Noen ble kontaktet oftere enn andre. Vi vil gjerne benytte anledningen til å takke spesielt følgende personer og institusjoner:

- Roger Holm, Tor Nørstegård og Jon Sneltvedt; våre kontaktpersoner ved Statens Havarikommisjon for Transport, for deres hjelp og velvilje gjennom prosjektiden.
- John T. Conway og Paul Arentzen; våre veiledere ved UiA som støttet oss med deres kompetanse, erfaring og deres konstruktive rettleidninger underveis.
- Hans Jørgen B. Mørch; vår eksterne veileder som tok oss imot privat og lot oss benytte CFD Marin AS sitt dataverktøy, som igjen bidro til at vi fikk fullført de nødvendige analysene vi trengte.
- Personalet ved UiA, spesielt Roy W. Folgerø, som hjalp oss med den tekniske biten, og Knut W. Næss og Geir Hovland for lån av utstyr.
- Sist men ikke minst ønsker vi å takke våre medelever Khurrom A. Rai, Kjell E. Skjønhaug og Magnus T. Wannebo for tett samarbeid under prosjektperioden.



Are Wergeland Krog



Rajeev Lehar



Thomas Sneltvedt

2 Sammendrag

Denne rapporten skrives for SHT og beskriver analysene vi gjorde av LN-SFT, med tanke på stabilitet og sakteflyvningsegenskaper. LN-SFT var modifisert med en rekke eksterne antenner, og hadde i tillegg til dette en økt egenvekt.

For å gjennomføre denne oppgaven måtte vi sette oss inn i mye nytt. Blant annet laserskanning, flatemodellering og avansert strømningsanalyse. Vi måtte lage en 3D-modell ut fra laserskann som vi igjen brukte for å gjennomføre analysen.

Etter å ha satt oss inn i hendelsesforløpet for ulykken, bestemte vi oss for hvilke angrepsvinkler og hastigheter vi måtte bruke. Alle analysene ble kjørt i programmet STAR-CCM+ og på bakgrunn av disse resultatene kunne vi trekke vår endelige konklusjon.

Konklusjonen vår er basert på flere faktorer som; koeffisientplott, strømlinjer og hastighetsvektorer. Basert på det vi har tolket fra analysene kan vi si at modifikasjonene som satt på LN-SFT ikke bidro til redusert stabilitet og sakteflygingsegenskaper. Selv om modifikasjonene endrer noe på strømningsbildet, ser vi helt klart at ”blanking” av halen også forekommer for flyet uten modifikasjoner.

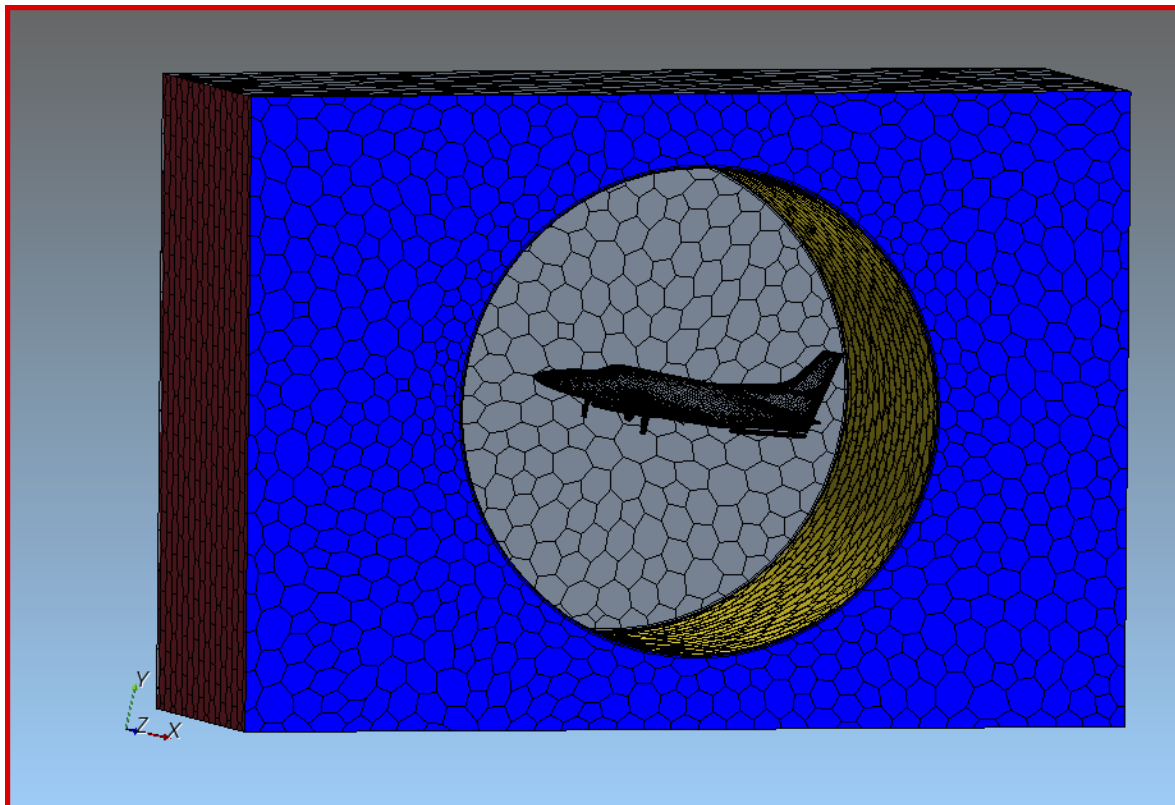
Innholdsfortegnelse

1	Forord	1
2	Sammendrag	2
	Innholdsfortegnelse	3
3	Introduksjon	5
4	Computational Fluid Dynamics	9
4.1	CFD-kodens virkemåte	11
4.2	Hvordan vet man om løsningen er nøyaktig?	15
4.3	Hvordan sette opp en problemstilling?	17
5	NACA-profiler	26
6	Grensesjikt	28
7	Informasjon om steiling	31
8	Koeffisienter	34
8.1	Vingens karakteristikker	37
8.1.1	Løftkurven	38
8.1.2	Dragkurven	39
8.1.3	L/D-kurven	40
8.1.4	Momentkurven	41
9	Vår bruk av koeffisienter	42
9.1	Sfære, test 1	42
9.2	Sfære, test 2	46
9.3	Sfære, test 3	47
9.4	Sfære, test 4	47
9.5	NACA 65 ₂ -215 vingeprofil	48
9.6	Verifisering av turbulensmodeller	51
9.7	NACA 65 ₂ -215 vingeprofil, steiling	52
9.8	NACA 65 ₂ -215 vingeprofil, tester av flere angrepvinkler	54
10	Swearingen & Fairchild	57
10.1	Anskaffelse av flymodell	57
10.2	Bestilling av modell	60

11	Valget av å bruke en 3D laserskanner.....	63
11.1	Hvordan fungerer en laserskanner	64
11.2	Bruk og tilvenning av skanneren	66
11.3	Selve gangen i skanneprosessen.	66
11.3.1	<i>Forberedelsene</i>	67
11.3.2	<i>Skanneriggen og plassering</i>	68
11.3.3	<i>Toleranser</i>	69
11.4	Skanneprosessen	70
11.4.1	<i>Skann med mange punkter</i>	70
11.4.2	<i>Skann med få punkter</i>	71
11.4.3	<i>Skanning med relativt lav hastighet</i>	73
11.4.4	<i>Raske skann over hele flyet</i>	74
11.4.5	<i>Skanning fra forskjellige vinkler</i>	75
11.4.6	<i>Sammenligning av "Onepoint-" og "Npoint alignment"</i>	76
11.5	Postprosessering.....	78
11.5.1	<i>IMEdit</i>	78
11.5.2	<i>"Surface creation"</i>	79
11.5.3	<i>"Fill holes"</i>	79
11.5.4	<i>"Smooth surface"</i>	81
11.5.5	<i>Siste del av IMEdit</i>	82
11.6	Hente ut seksjonskutt av modellen.....	83
11.7	Lage "NURBS"-overflater for eksportering av modellen.....	84
12	Ferdigstillelse i SolidWorks.....	86
12.1	Importer og forbedring av kroppen.....	87
12.1.1	<i>Vingemodellering</i>	87
12.1.2	<i>Haleseksjon og antenne</i>	88
12.1.3	<i>FLIR</i>	89
12.1.4	<i>SLAR</i>	91
12.1.5	<i>Understell</i>	92
12.1.6	<i>Flaps</i>	94
12.1.7	<i>Motoren</i>	95
12.1.8	<i>Verifisering av modellens hovedmål</i>	96
12.1.9	<i>Ferdigstillelse av de fire konfigurasjonene</i>	97
13	Numerisk strømningsberegning på LN-SFT	98
13.4	Resultater	107
13.5	Strømlinjer	112
13.6	Modifikasjonene	118
13.7	Halefinne	119
13.8	Trykkplott	120
14	Oppsummering	122
15	Konklusjon.....	123
16	Forslag til endringer.....	124
17	Kilder.....	126
	Vedlegg	132

13 Numerisk strømingsberegning på LN-SFT

STAR-CCM+ godtar geometrier i filformatet .x_t, bedre kjent som ”parasolid”. Dette er kompatibelt med blant annet SolidWorks, og etter at alle de fire konfigurasjonene var ferdigstilt i SolidWorks, ble de eksportert til STAR-CCM+. For å gjennomføre analysen ble flyet satt opp med et kontrollvolum rundt, deretter ble et mesh utarbeidet og tilslutt ble de aktuelle fysiske modellene valgt og definert. Framgangsmåten for oppbygningen av kontrollvolumet var det samme som for vingen som ble analysert, unntaket var at det nå ikke ble gjort klart for å konvergeres til 2D.



Figur 13-1 Kontrollsvolumet for halv modell (CD Adapco Star View control, 2009)

På figur 13-1 vises modellen med modifikasjoner i landingskonfigurasjon. AoA er 12° . Blå vegg er symmetriveggen som definerer halv modell (grunnen til at vi valgte å gjennomføre analysene med halv modell, beskrives senere). Den gule sylindere som kan skimtes innvendig er overgangen mellom sylindere og den ytre boksen. Denne er valgt til ”Interface – In Place”. I bakgrunnen ses den grå veggen, som definerer ytre vegg for volumet. Den røde veggen er inntaket, mens det på motsatt side er et utløp.

Klargjøring av analysens oppsett tar en stor del av den totale tiden hver analyse krever. Spesielt tidkrevende er utvikling og gjennomkjøring av meshet. Her sparte vårt oppsett oss for mye ekstra tid, da vi kun måtte rotere strømningsvolumet for å endre AoA (figur 13-1). Dermed kunne vi beholde meshet.

Flyet er plassert i en sylinder i midten av volumet. Ved å rotere den ytre boksen blir flyet stående i ro. Dermed beholder de volumetriske boksene sin relative posisjon til flyet. Det ble valgt "Interface – In Place" for overgangen mellom den ytre boksen og den indre sylinderen, og med et valgt prismelag på hver av disse, unngikk vi også å måtte bygge et nytt mesh hver gang vi roterte. Her må man passe seg litt, for de cellene mellom den ytre boksen og den indre sylinderen som ligger overens før man roterer, vil mest sannsynlig ikke ligge overens etter man har rotert. Riktignok kan dette skape problemer for programmet, fordi cellene ikke passer overens etter at volumet er rotert. Et fint mesh i overgangen mellom geometriene vil som regel gjøre at cellene passer godt nok sammen. Vår konfigurasjon fungerte bra, det var kun en gang programmet gav feilmelding med dette oppsettet. Overgangen hadde da blitt for grov, og cellene i meshet på hver side av overgangen passet for dårlig sammen. På grunn av disse glippene vi fikk mellom geometriene kunne ikke programmet beregne strømming fra den ene geometrien til den andre. Løsningen var dermed å lage et nytt mesh for denne simuleringen.

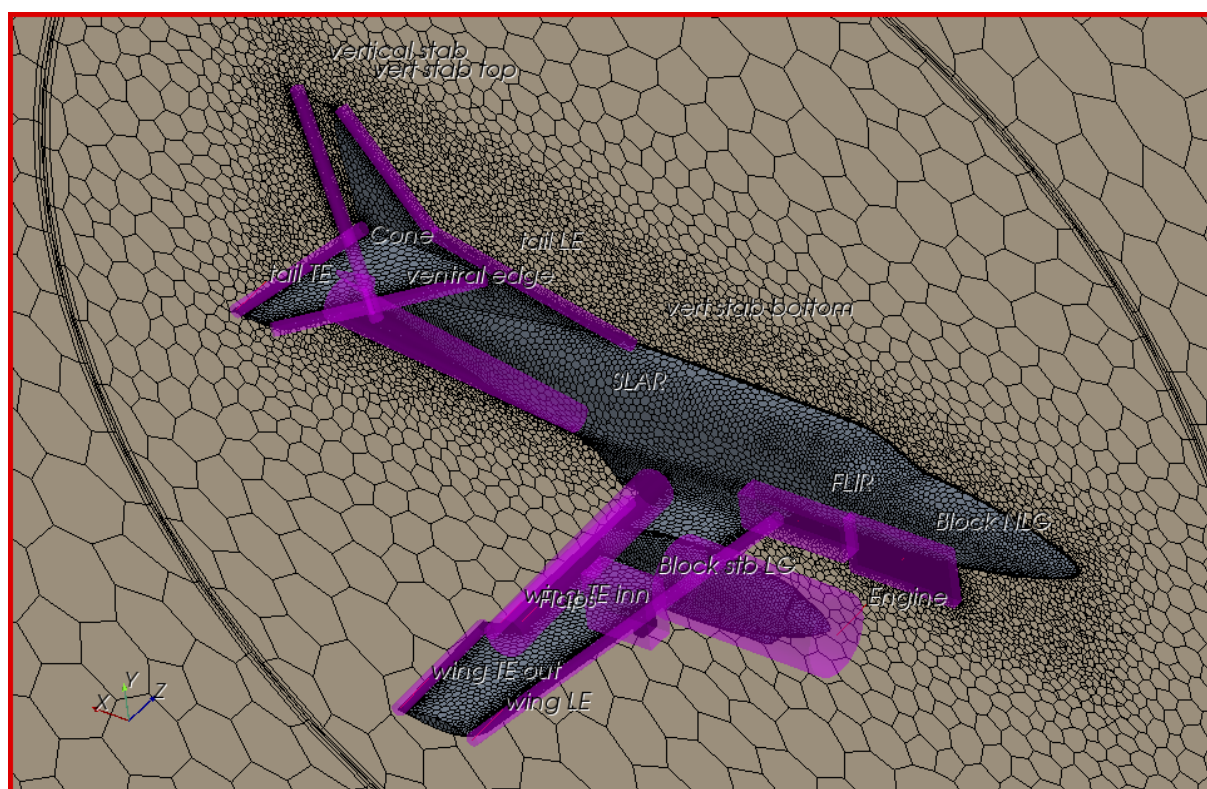
Modellen var definert som et massivt legeme i SolidWorks. Dette betyr at modelleringen er av så høy kvalitet at modellen ikke har hull og derfor er omgjort fra flater til et massivt legeme. Dette forenkler prosessen når man skal sette opp et mesh på modellen. En modell med lav kvalitet må omdefineres slik at den får bedre kvalitet. Dette gjøres med funksjonen "Surface Wrapper". Da modellen vår allerede var god nok, trengte vi imidlertid ikke å bruke denne funksjonen. Vi valgte derfor "Surface Remesher" direkte. I sammenheng med denne, valgte vi også "Polyhedral Mesh" og "Prism Layer Mesh".

Tabell 13-1 Meshverdier på flyet i STAR-CCM+

Reference Node Name	Property Name	Value
Base Size	Value	1.3 m
Number of Prism Layers	Number of Prism Layers	2
Prism Layer Stretching	Prism Layer Stretching	1.5
Prism Layer Thickness>Relative Size	Percentage of Base	10
Surface Curvature	# Pts/circle	36
Surface Growth Rate	Surface Growth Rate	1.3
Surface Size>Relative Minimum Size	Percentage of Base	4.0
Surface Size>Relative Target Size	Percentage of Base	100

Dette skapte et godkjent mesh rundt og i kontrollvolumet, der cellene fylte kravet til størrelse fra verdiene "Base Size" og "Relative Target Size". Vi var avhengig av et mye finere mesh på flykroppen. Dette ble oppnådd blant annet fordi kroppen har en kurvatur som ikke finnes på det kvadratiske kontrollvolumet. Ved at "Relative Minimum Size" ble satt til 4, ble cellene over alle kurvede overflater finere. Hvor mange punkter som skal defineres rundt kurvatur, styres ved "Surface Curvature". De områdene som ikke hadde tilstrekkelig kurvatur, som over- og underside av vingene og enkelte deler av kroppen, fikk ikke det detaljerte meshet. Derfor tok vi i bruk kontrollvolumer for disse. Disse bestod av en kon som dekket kroppen og halen, og en boks som dekket vingen. Disse ble også brukt for å spesifisere at flyet skulle ha et fint prismemesh som skulle ta opp grensesjiktet og avløsning av luftstrømmen.

Enkelte detaljer av flyet trengte et finere mesh enn selv flykroppen. Det finere meshet burde velges for alle detaljer som påvirker luftstrømmen spesielt mye. Det ble derfor satt opp en gruppe med kontrollvolumer rundt vingen, motoren, modifikasjonene, understellet, flapsen og haleflatene (figur 13-2). Det ble valgt et spesielt oppsett for hver av disse boksene, og etter at vi hadde sammenlignet flere forskjellige mesh, kom vi fram til et vi ønsket å gå videre med.



Figur 13-2 Volumetrisk kontroll (CD Adapco Star View control, 2009)

For å spesifisere et detaljert mesh på enkelte deler, finnes det en annen mulighet i tillegg til å velge kontrollvolumer. På regionnivå kan enkelte deler skilles ut og gis lokale betingelser. Dette valgte vi å gjøre med alle stag med en diameter på fire cm eller mindre. Dette gjaldt da de mindre stagene på landingsunderstellet, samt festestagene til SLAR.

13.1 Oppsett av fysikkmodeller på LN-SFT

For å kunne bestemme hvilket fysikkoppsett vi skal velge, trenger vi å bestemme en del ting først. Vi må vite hvilken hastighet som skal brukes, for å kunne bestemme hvilken strømningsform vi skal bruke. Det er også relevant å se om det er snakk om turbulent eller laminær luftstrøm. Vi skal nå redegjøre for valget av vårt fysikkoppsett.

13.1.1 Hastighetsanalyse

Analysene av LN-SFT kommer til å finne sted ved inkompressibel strømming (under Mach 0,3). Vi har tatt utgangspunkt i en hastighet på 180 knop for flyet "clean" og med modifikasjoner ved en angrepsvinkel på 4°. Dette tilsvarer 92.6 m/s. For å verifisere at vi ligger innunder definisjonen inkompressibel luftstrøm, regner vi ut lydhastigheten og deretter Mach-tallet.

Mach-tallet er gitt ved $Ma = \frac{V}{a}$ der V er luftas hastighet og a er lydhastigheten.

Lydhastigheten beregnes ut fra følgende formel $a = \sqrt{\gamma RT}$
der γ = er den adiabatiske inndelingen for luft, 1,4 for kald luft.
R = Gasskonstanten for tørr luft, oppgis som 287.058 J kg⁻¹ K⁻¹
T = Temperaturen, målt i kelvin

Vi regner ut luftas hastighet etter ISA (International Standard Atmosphere) der vi bruker en temperatur på 15°C, som tilsvarer 288K.

Lydhastigheten blir da $a = \sqrt{(1,4 * 287,058 * 288)}$ som blir 340.2 m/s. Dette gir oss et Mach-tall på $\frac{92,6}{340,2} = 0,272$. Vi holder oss da under Mach 0,3 og er innfor inkompressibel strømming (Conway).

Fordelen med å velge en litt lavere cruisehastighet er at vi fortsatt kan hente ut relevante opplysninger om lift og drag, uten å bruke tunge beregningsmodeller for kompressibel strømming.

13.1.2 Angrepsvinkler og hastighet

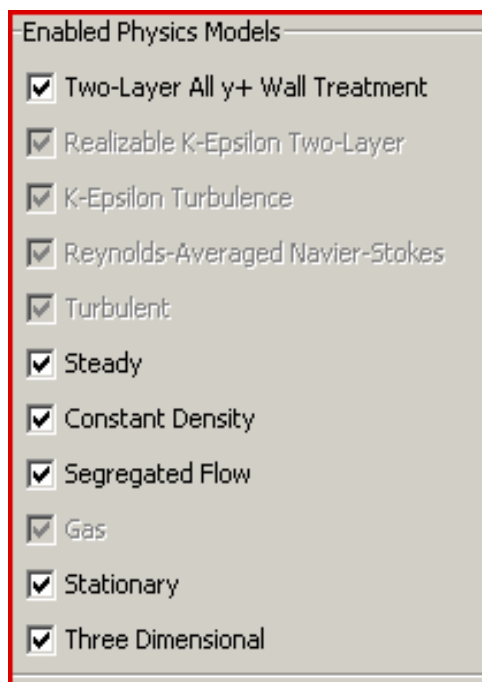
Vi har valgt å kjøre analyser for fire forskjellige angrepsvinkler. Vi har først to moderate vinkler på 4° og 8° som vil gi oss gode verdier på lift og drag, da det mest sannsynlig vil være en jevn luftstrømning over flyet. For å se hva som skjer med flyet nær steilegrensen har vi valgt 12° og 16°. Ut fra data vi har, kan vi anta at vingen er helt utsteilet ved 16°. Ut fra dette har vi satt følgende hastigheter ved de forskjellige vinklene.

Tabell 13-2 Hastighetsfordeling ved de forskjellige angrepsvinklene.

AoA/Configuration	Vcruise	Vcruise m/mod	Vlanding	Vlanding m/mods
4°	180 knots	180 knots	130 knots	130 knots
8°	150 knots	150 knots	116 knots	116 knots
12°	103 knots	103 knots	89 knots	89 knots
16°	103 knots	103 knots	89 knots	89 knots

Hastighetene har vi hentet ut fra "flight manual" seksjon 2-1 og 2-2. 103 knop er steilehastigheten for flyet "clean", med landingsunderstell og flaps oppe. Fra diagrammet i "flight manual" seksjon 5-13, fant vi ut at 89 knop er steilehastigheten med landingsunderstell og flaps nede. Vi skal bruke 12500 pund som vekt på flyet. For flyet i landingskonfigurasjon er flaps nede, hastigheten ("calibrated airspeed") blir lest av. Denne gjelder kun for flyet i landingskonfigurasjon, og ved vinklene på 12° og 16° (se vedlegg) (Swearingen Aircraft Corporation, 1979).

13.2 Valg av de forskjellige modellene.



Figur 13-3 Fysikkoppsett for LN-SFT (CD Adapco Star View control, 2009)

Slik ser listen med valg av fysikkmodeller ut. Denne blir gjeldende for flyet i alle konfigurasjoner.

Vi har valgt en tredimensjonal løsning av flyet, for å få det vi trenger av opplysninger om lift, drag og strømningsmønster.

Stasjonær betyr at flyet står stille i forhold til luftstrømmen. Vi bruker da et kontrollvolum rundt selve flyet. Her velger vi da et innløp der vi kan regulere strømmingen inn på flyet.

”Gas” vil si at vi kjører en analyse med gass som viskøst medium. Her kan man også velge vann eller et ikke-viskøst medium. Vi har da spesifisert luft med alle dens fysiske verdier.

Basert på utregningene vi gjorde over, ser vi at ”segregated flow” er tilstrekkelig å bruke til våre analyser. Denne modellen er veldig egnet for strømninger som er inkompressible, der det ikke er snakk om noen sjokkbølger. Brukes i sammenheng med konstant tetthet.

Vi har valgt å kjøre en ”steady” simulasjon, selv om vi har vortex avløsning. Dette kan føre til at løsningene bruker lenger tid på å konvergere, men samtidig ser vi hele veien hvordan strømmingen oppfører seg. Denne simuleringsformen går hele tiden mot en fast løsning, mens en tidsavhengig løsning (”Implicit Unsteady”) varierer med hensyn på tiden.

Når det kom til valg av turbulensmodeller gikk vi for den mest utprøvde og vanlige modellen, K-epsilon. Denne turbulensmodellen løser turbulensegenskapene med hensyn på gjennomsnittsstrømning og diffusjon, og også produksjon og ødeleggelse av turbulensen. De to ligningene som brukes er; en for turbulent kinetisk energi k , og en for dissipasjonsraten til turbulensen ε (Versteeg & Malalasekera, 1995).

Vi bruker også ”Realizable K-Epsilon Two-Layer” da denne er den mest fleksible modellen. Den er godt egnet til fine mesh, og gir minst unøyaktighet ved mellomfine mesh. Denne brukes også dersom det er tvil om hvilken turbulensmodell man skal bruke (Versteeg & Malalasekera, 1995)

Noen fordeler med K-Epsilon-turbulensmodell (Versteeg & Malalasekera, 1995):

- En av de enkleste modellene tilgjengelig på markedet, trenger kun initial og/eller grensebetingelser for å kjøre
- God ytelse for mange forskjellige industrirelevante strømninger
- Godt etablert på markedet

Ulemper:

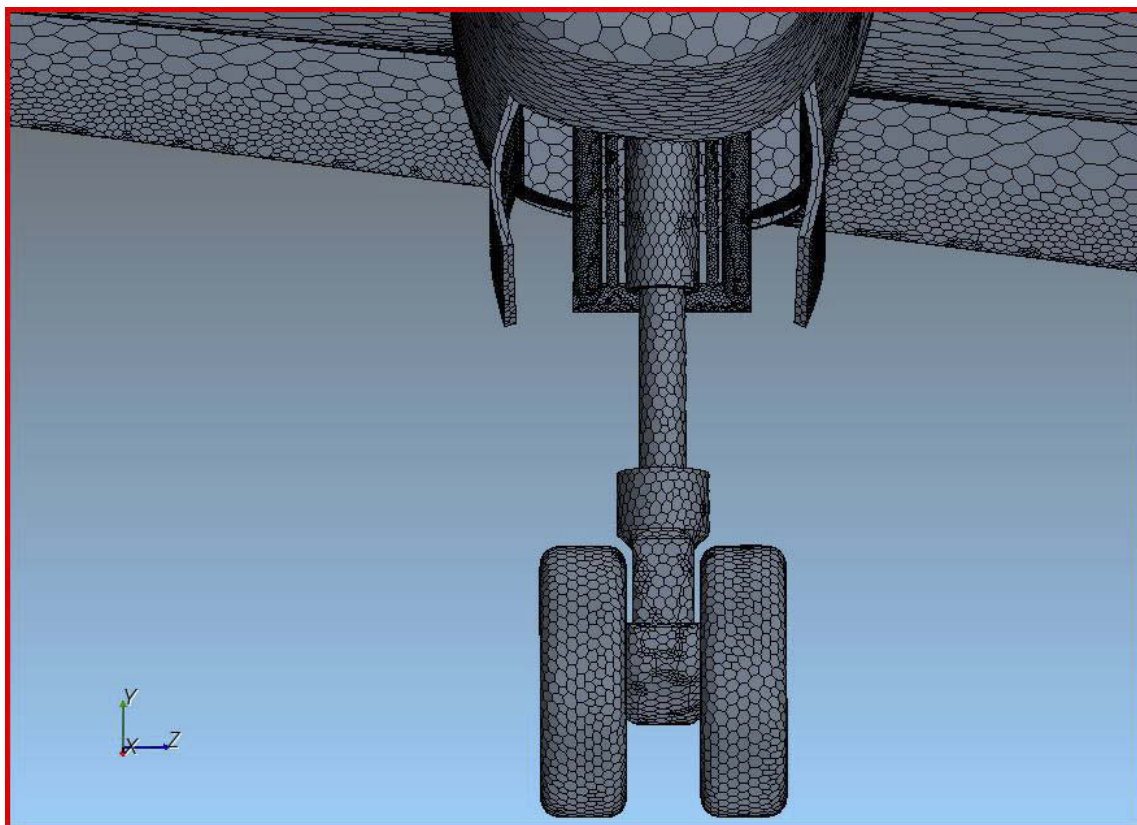
- Krever noe mer datakraft enn f. eks ”mixing length modell”, løser med to ekstra differensialligninger
- Dårlig ytelse ved enkelte problemstillinger som:
 1. Uinnskrenket strømning
 2. Strømninger med kurvede grensesjikt og virvelstrømmer
 3. Roterende strømninger
 4. Fullt utviklede strømninger i kanaler

13.3 Gjennomføring av analysene

Vårt mål var å gjennomføre alle testene med et helt fly. Derfor gjennomførte vi den tidkrevende jobben med å sette opp alle analysemodellene med hele fly. Kravene til datakraft vokste parallelt med prosjektet, og det ble etter hvert klart at våre relativt moderne bærbare datamaskiner ikke kunne håndtere den store datamengden vi jobbet med. Vi hadde etter alt hell fått anmodet at vår veileder, Hans Jørgen B. Mørch med sitt firma CFD Marin AS, var villig til å låne oss den datakraften vi kunne komme til å få bruk for. Firmaet ligger i Tvedestrand, og ettersom analysene ville komme til å bli tidkrevende, ønsket vi å se på muligheter for å gjennomføre de på universitetet. (Se vedlegg om datakraft for detaljene). Etter å ha installert STAR-CCM+ på en av de kraftigste datamaskinene på universitetet som vi kunne få bruke på deltid, skjønte vi at vi ville trenge en datamaskin ved den daglige arbeidsplassen som vi kunne disponere på heltid. Løsningen ble å leie en god maskin fra et firma i Grimstad. Denne gav oss muligheten til å sette opp analyser og lage overflatemesh, men de tyngre oppgavene som å lage volummesh og å analysere modellen ble for store også for denne maskinen. Derfor gjennomførte vi de første oppbygningene av volummesh og de første analysene i Tvedestrand. Disse var satt opp etter beste evne, men det viste seg at volummeshet måtte endres noe før vi kunne analysere, det var blant annet for fint på selve kroppen, og for grovt på haleseksjonen og modifikasjonene. Etter å ha endret oppsettet en del, satt vi igjen med klart mindre celler totalt, selv om kvaliteten på volummeshet hadde blitt bedre.

Etter mye lærdom rundt oppsettet vi hadde valgt, samt at vi gjennomførte de første analysene av flyet i cruise-konfigurasjon, returnerte vi til Grimstad og diskuterte inntrykkene. Det viste seg at analysene ville ta veldig lang tid å gjennomføre, noe som passet dårlig for begge parter. Løsningen på dette kom fra Hans Jørgen B. Mørch, han ønsket at vi delte alle konfigurasjonene av flyet i to, og analyserte videre med symmetri definert ved et midtplan. Gruppens mål om å analysere alle konfigurasjonene i hel størrelse måtte altså fravikes, og vi ønsket å verifisere at dette var rette veien å gå. Analysene av en sfære og modifikasjonen FLIR ble gjennomført både for hel og halv geometri, slik at vi kunne sammenligne resultatene. Analysen av FLIR fortalte oss at symmetri kunne implementeres som et tidsbesparende tiltak, og vi bygde opp alle modellene på nytt med halv modell og symmetriplan. Disse nye oppsettene reduserte antall celler med nesten 50 %. Dette betydde ikke bare at analysene ville gå fortere unna i Tvedestrand, men at vi nå med liten margin hadde nok datakraft på vår leide maskin til å lage volummesh og å analysere filene. Det tok riktignok lang tid å gjennomføre analysene på vår leide maskin, men ettersom det nå var mulig, kunne vi hente ut informasjon og gjøre enkelte analyser på vårt faste arbeidssted.

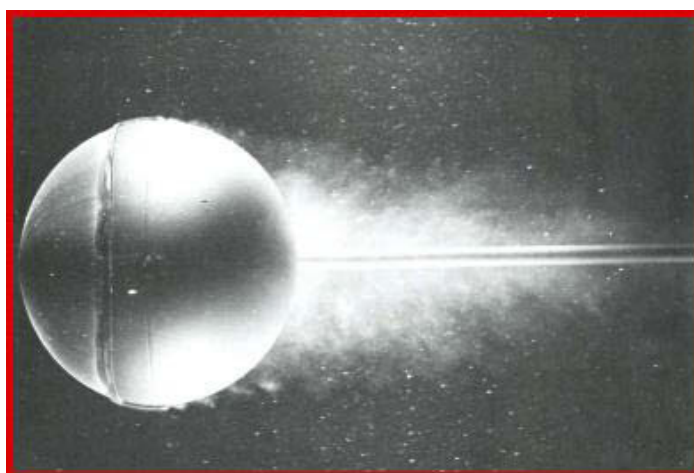
Analysene av cruise-konfigurasjonene gjennomførte vi med oppsettet vi nå hadde kommet fram til. Da vi skulle analysere landingskonfigurasjonene så vi at løsningen hadde store problemer med å konvergere. Etter i underkant av 100 iterasjoner divergerte løsningen totalt. Det var tydelig at understellet var for detaljert (figur 13-4). Vi besluttet at vi skulle gå tilbake i SolidWorks og endre understellet. Løsningen ble å fjerne understellet og lukke igjen hjulbrønnlukene i SolidWorks, for så å designe et forenklet landingsunderstell i STAR-CCM+.



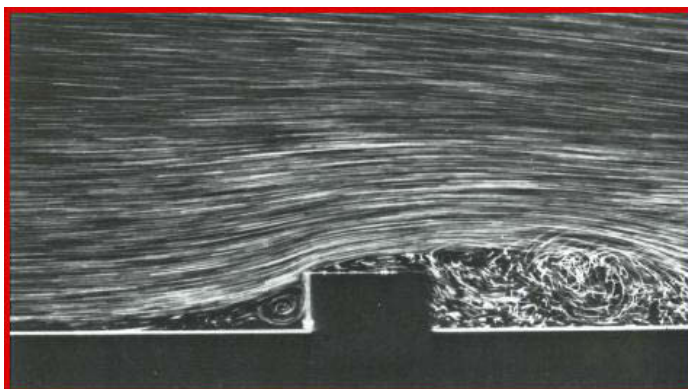
Figur 13-4 Originalt landingsunderstell (CD Adapco Star View control, 2009)

Da vi ble tvunget til å fjerne det detaljerte landingsunderstellet, måtte vi avgjøre hva som skulle erstatte disse. På dette tidspunktet var vi i tidsnød, vi hadde allerede avtalt når vi igjen skulle få låne datakraft hos CFD Marin AS i Tvedestrand. Ideelt sett burde vi her gjennomføre analyser av landingsunderstellet og de formene vi vurderte å bruke som erstatning. Dette ville gitt oss muligheten til å velge en form som gav nøyaktig like verdier som det detaljerte understellet. Vi valgte derimot å legge beregninger og logikk i grunn for valgene, noe som etter vår mening gir gode nok resultater. Vi var tross alt ikke ute etter å undersøke strømmingene rundt understellet spesielt. Ved hjelp av SolidWorks fant vi landingsunderstellenes planareal, altså det arealet luftstrømmen møter. Videre måtte vi bestemme oss for hvilken form det forenklete understellet skulle ha. Det stod mellom en sylinder og en strukket, firkantet boks.

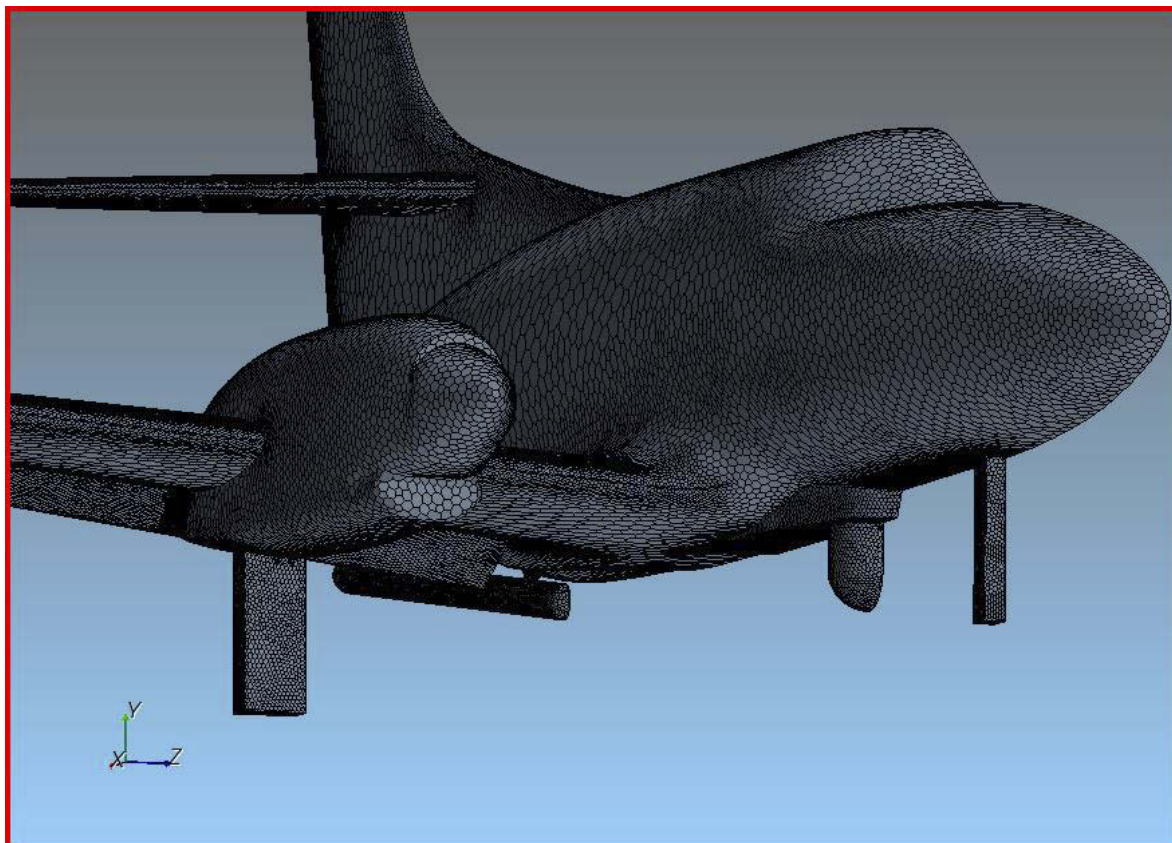
Landingsunderstellet er en detaljert konstruksjon, som skaper mye turbulens med sine sylindre, rør, ledninger og innfestninger. Spesielt i øvre del av hvert understell finnes det mange detaljer som virker forstyrrende på strømmingen. Figur 13-5 viser avløsningen fra en sylinder ved et Reynoldstall på 30000. Denne har avløsningspunkt relativt langt bak, ved hjelp av en "trip wire" på fremre halvkule. En såkalt "trip wire" skaper turbulens. På samme måte vil en sylinder i kombinasjon med et høyt Reynoldstall skape turbulent strømming og sen avløsning. Reynoldstallet for den formen vi velger som landingsunderstell vil være høyt på grunn av luftstrømmens høye hastighet. Derfor valgte vi en boks som forenklet landingsunderstell, fordi denne gir en høyere grad av turbulens i bakevjen (figur 13-6).



Figur 13-5 Avløsning fra sylinder (Dyke, 2007)



Figur 13-6 Avløsning fra kloss (Dyke, 2007)



Figur 13-7 Modifisert landingsunderstell (CD Adapco Star View control, 2009)

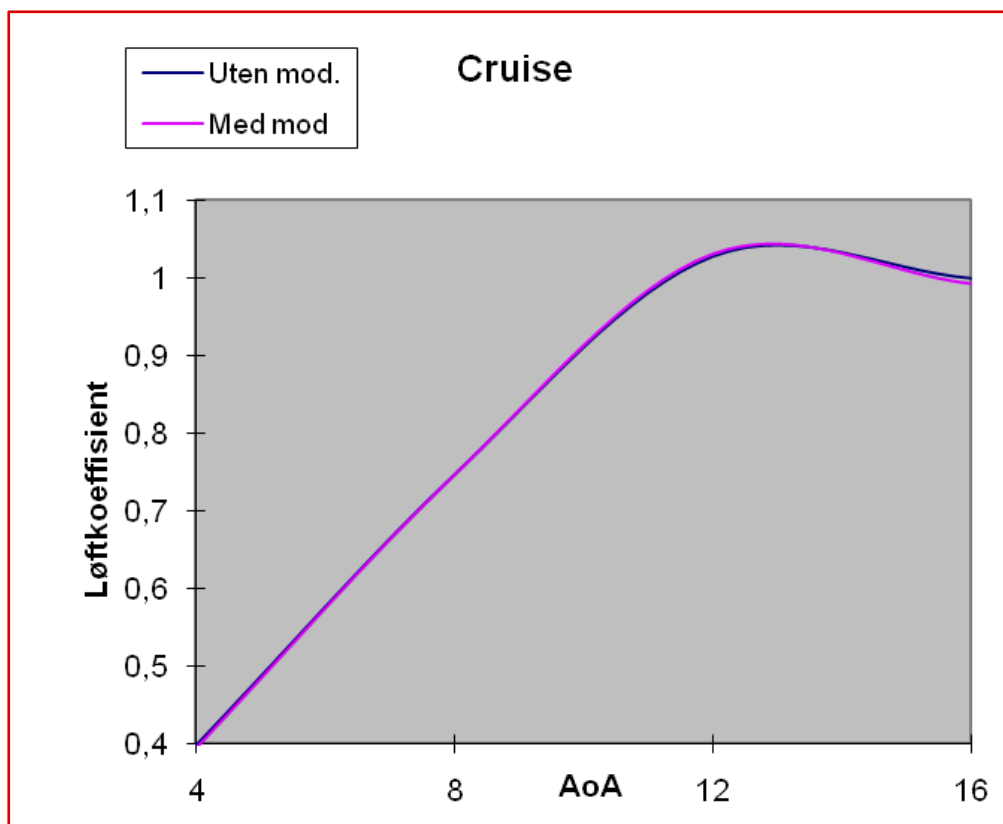
Vi hadde nå oppnådd en enklere modell med det nye understellet. At det fungerte så vi da vi igjen kjørte analysene i Tvedestrand, ettersom analysene nå ikke lenger divergerte. Samtidig som C_D for det nye understellet er relativt likt, gir det mye turbulens i bakevjen. Dette er spesielt viktig for NLG (nose landing gear), ettersom dette påvirker FLIR og SLAR.

13.4 Resultater

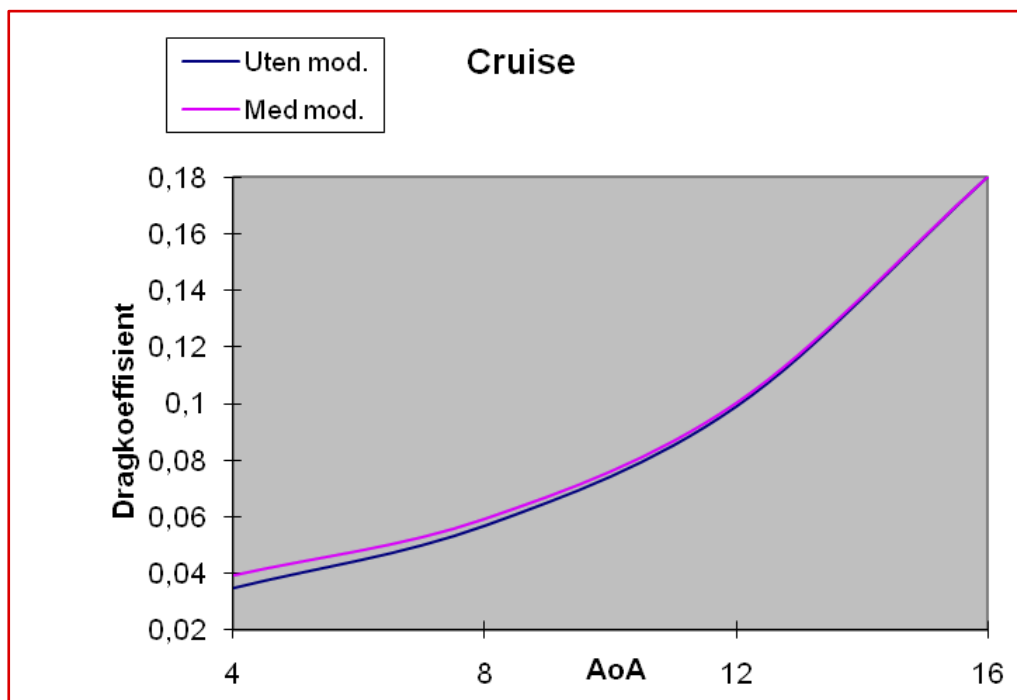
Analysene ble i hovedsak gjennomført på datamaskinen i Tvedestrand. Riktignok gjennomførte vi også noen analyser på vår leide maskin, men ettersom det tok omtrent en hel natt å gjennomføre hver analyse, rakk vi ikke å gjennomføre så mange før de resterende var ferdige i Tvedestrand. Resultatplottene for C_L , C_D og C_M er illustrert på de neste sidene.

Resultatene for 4° og 8° AoA gav godt konvergente svar. For 12° og 16° var resultatene mer ustabile, men svarene kunne hentes ut da løsningene svingte svakt om faste punkt. For analysene i landingskonfigurasjon med 16° AoA var resultatene noe ustabile. Grunnen til dette er som forklart under sfære- og vingetestene. Luftstrømmen over krevende geometrier har en krevende avløsning som STAR-CCM+ ikke takler på en fullgod måte. Dette gjelder spesielt for flaps, landingsunderstell og modifikasjoner.

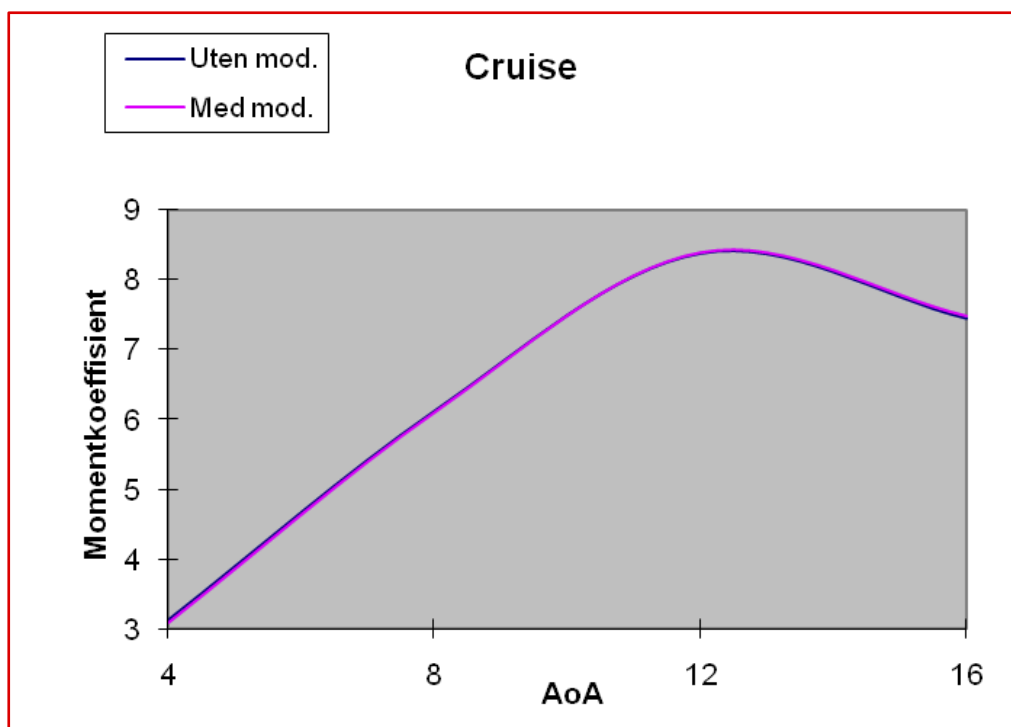
Resultatene presenteres under. For å forsøke gi svar til SHT, har vi valgt å lese resultatene på flere forskjellige måter. Først presenteres C_L , C_D , og C_M for flyet. Det er laget et kurvesett for flyet i cruise og et for flyet i landing.



Figur 13-8 Løftkoeffisient cruise

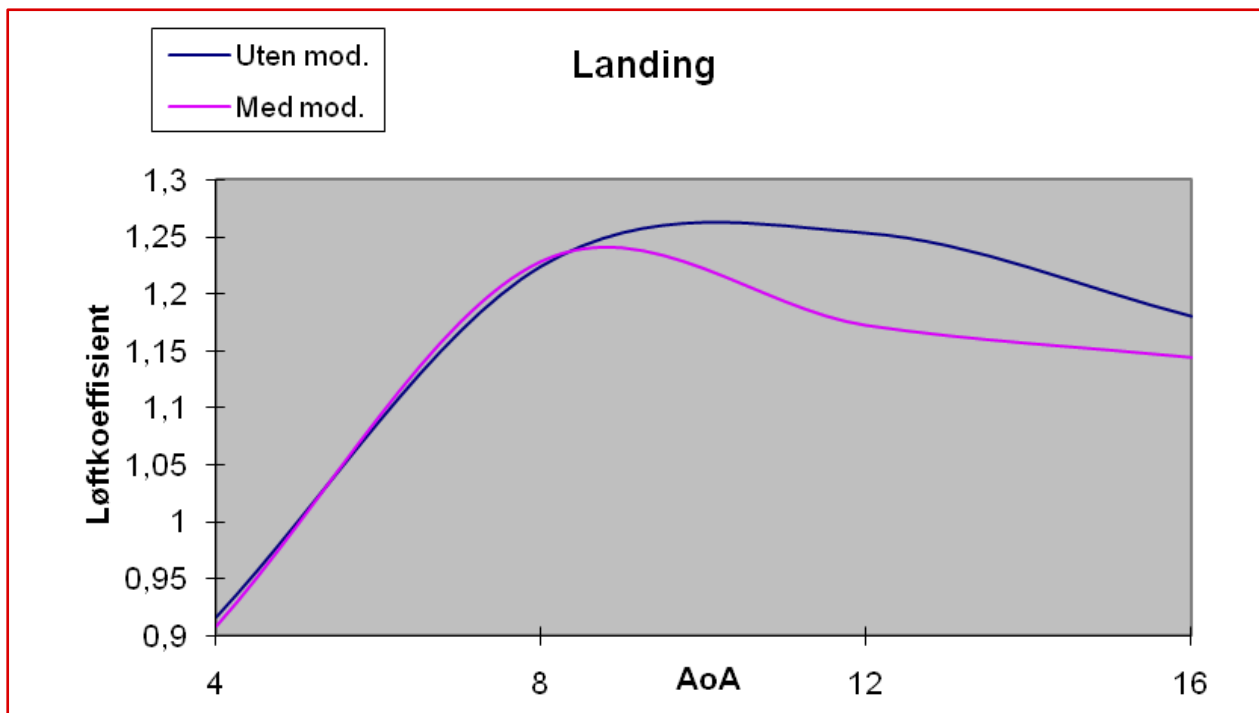


Figur 13-9 Dragkoeffisient cruise

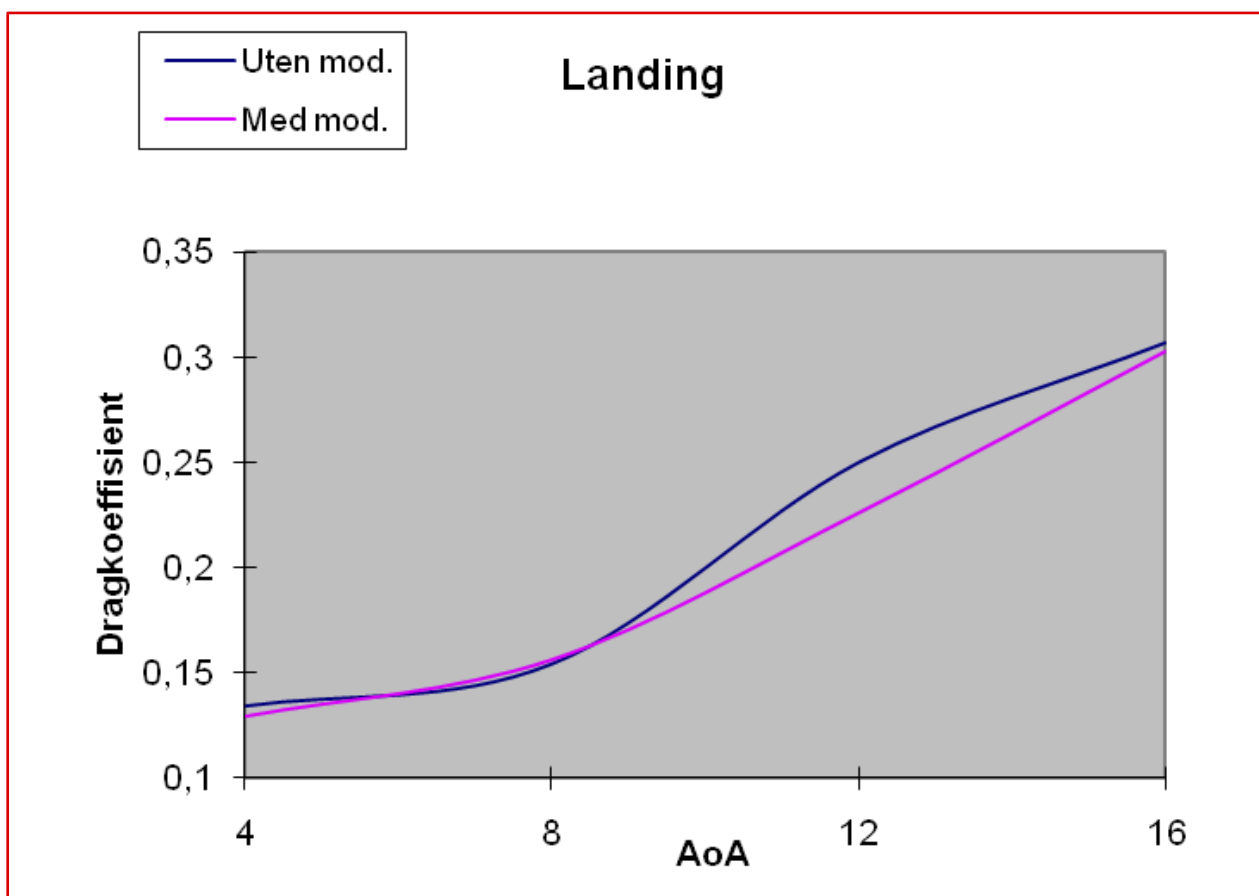


Figur 13-10 Momentkoeffisient cruise

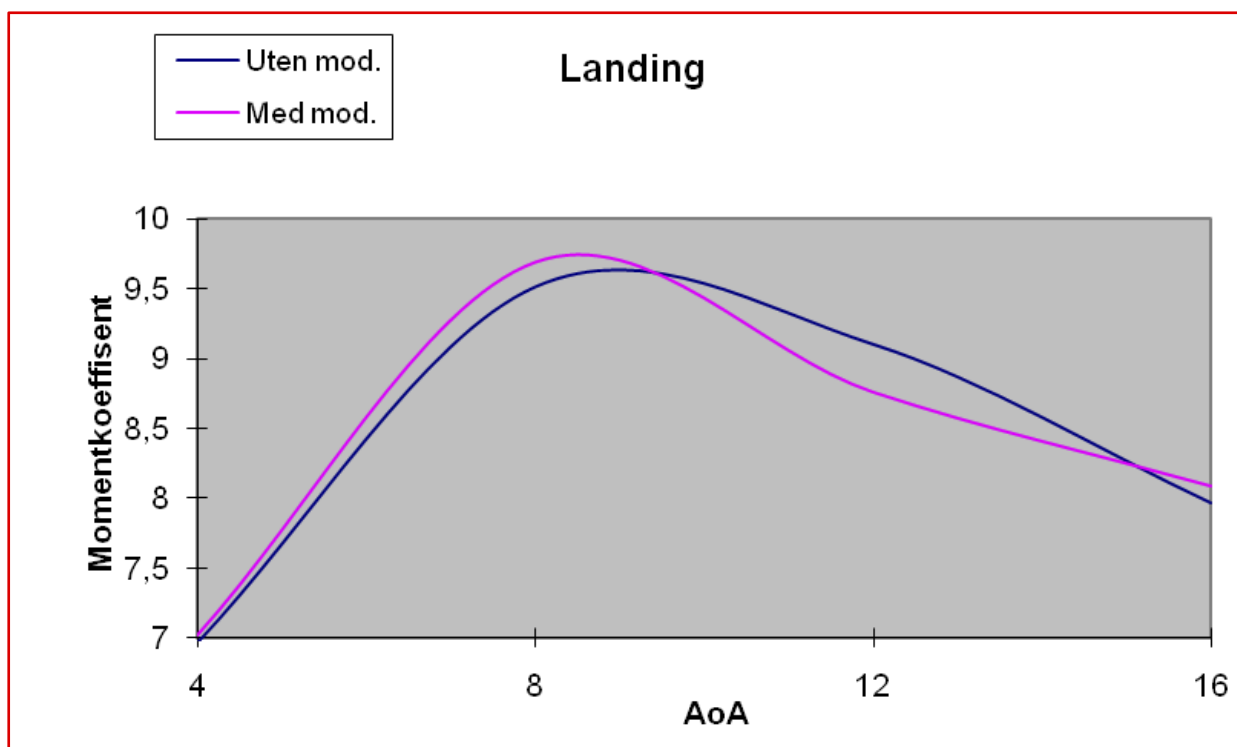
Grafene viser et nær likt resultat for flyet med og uten modifikasjoner. Det er naturlig nok en liten økning i C_D for flyet med modifikasjoner. Resultatene for C_D på henholdsvis FLIR og SLAR vil bli vist som egne resultater senere.



Figur 13-11 Løftkoeffisient landing



Figur 13-12 Dragkoeffisient landing



Figur 13-13 Momentkoeffisient landing

Resultatene for landing med modifikasjoner viser feil verdier for AoA på 12°. Etter å ha kontrollert alle verdier, konkluderte vi med at denne analysen gav uriktige resultater. Dette vises enda tydeligere, da vi så nærmere på koeffisientverdiene for halefinnen (tabell 13-7). De andre analysene gav oss de resultatene vi trengte. Spesielt resultatene fra cruise som konvergente veldig godt.

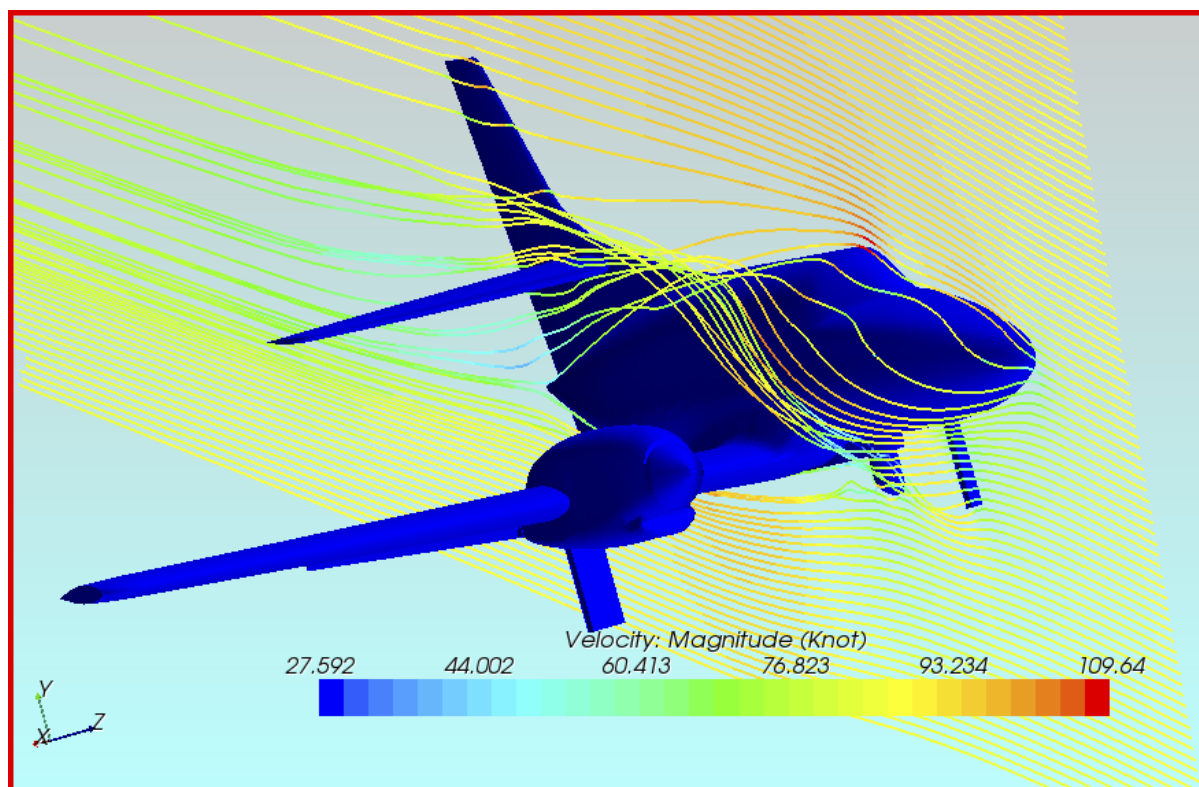
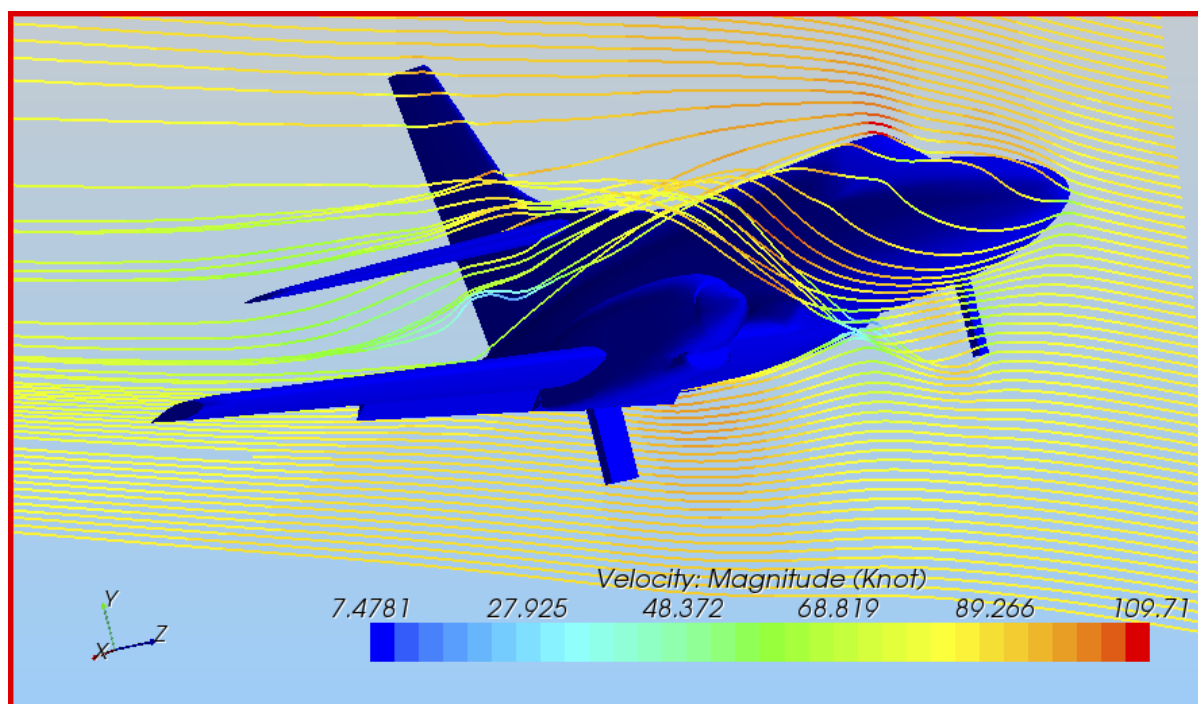
13.5 Strømlinjer

Strømlinjer er definert som de naturlige linjene en masseløs partikkel vil følge luftstrømmen. Hastigheten til et punkt som beveger seg langs en slik linje er alltid tangent, noe som betyr at masse ikke kan bevege seg på tvers av linjene.

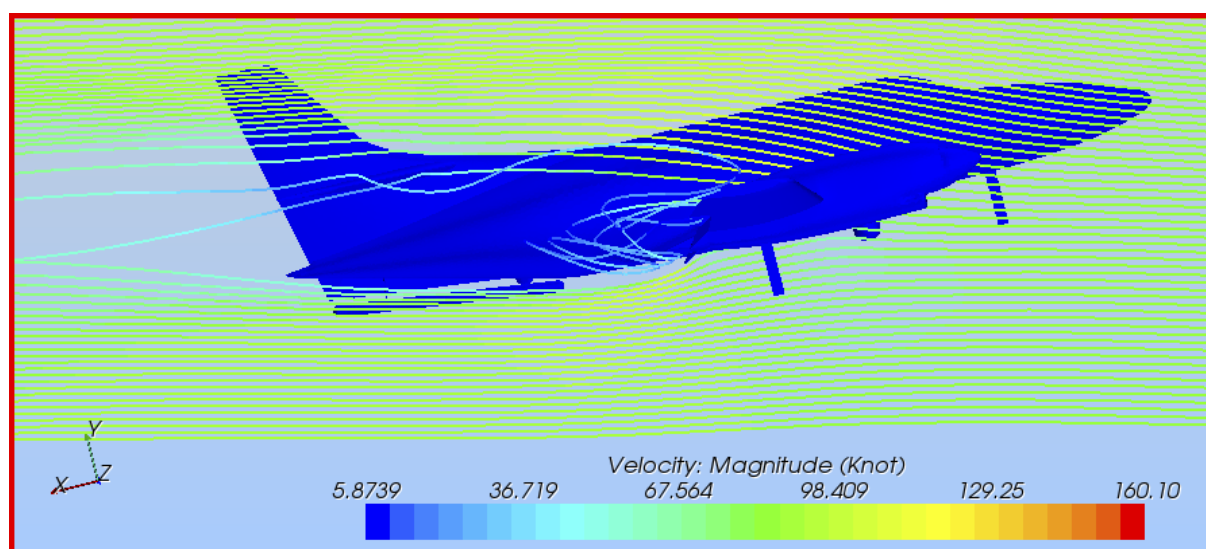
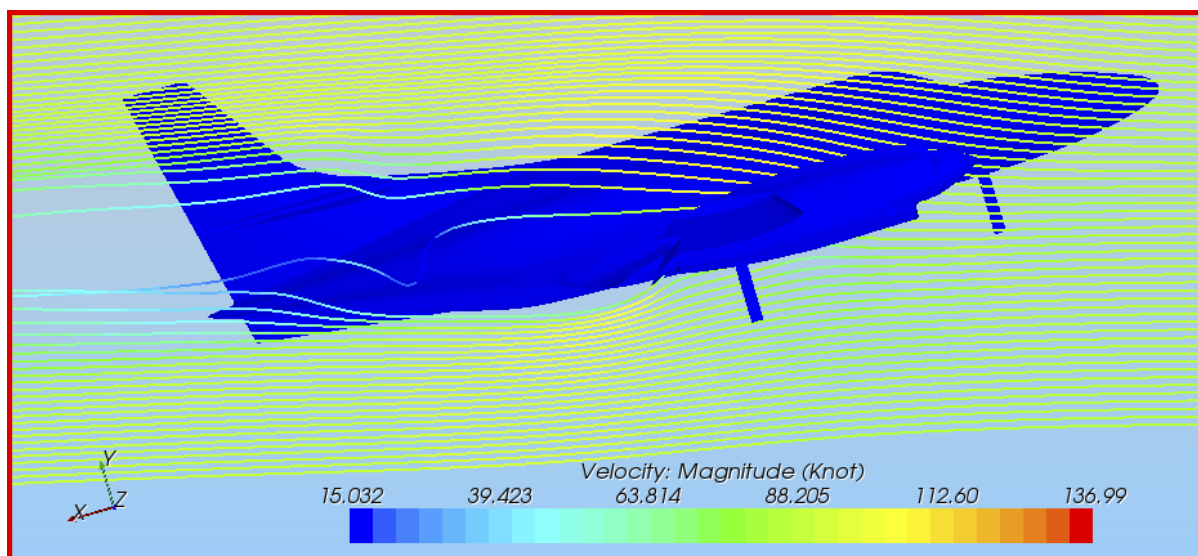
Luftstrømmen påvirkes hele veien av geometrien den passerer. Nærmest geometrien påvirkes luftstrømmen mye, mens den avtar med økende avstand fra geometrien. Hvor langt ut luftstrømmen påvirkes, vil avhenge av mye, blant annet kurvaturen til geometrien. For å visualisere denne strømmingen i volumet rundt flyet, har vi valgt å bruke strømlinjer. Dette er et simuleringsverktøy som må brukes med omhu, fordi de viser et gjennomsnitt av strømmingen. De vil altså ikke være egnet til å vise detaljene for hva som skjer rundt eksempelvis FLIR dersom de er satt opp til å visualisere strømmingen rundt hele flyet. For å vise detaljer må strømlinjene derfor rettes inn i området foran selve detaljen, og parameterne må settes riktig.

Vi valgte å plote strømlinjer med nøyaktig samme oppsett for hver av konfigurasjonene ved aktuelle AoA. Dette gjorde vi for å prøve å vise om modifikasjonene rundt flyet forstyrret luftstrømmen. For å være mest mulig sikre på at resultatene ble så like som mulig, har vi bygd opp et eksakt likt mesh på hver modell. Ved også å definere strømlinjene på eksakt samme måte der vi ønsket å sammenligne to konfigurasjoner, har vi oppnådd et så sikkert resultat som mulig. Dermed er eneste feilkilde for forbundet med programmets utregninger.

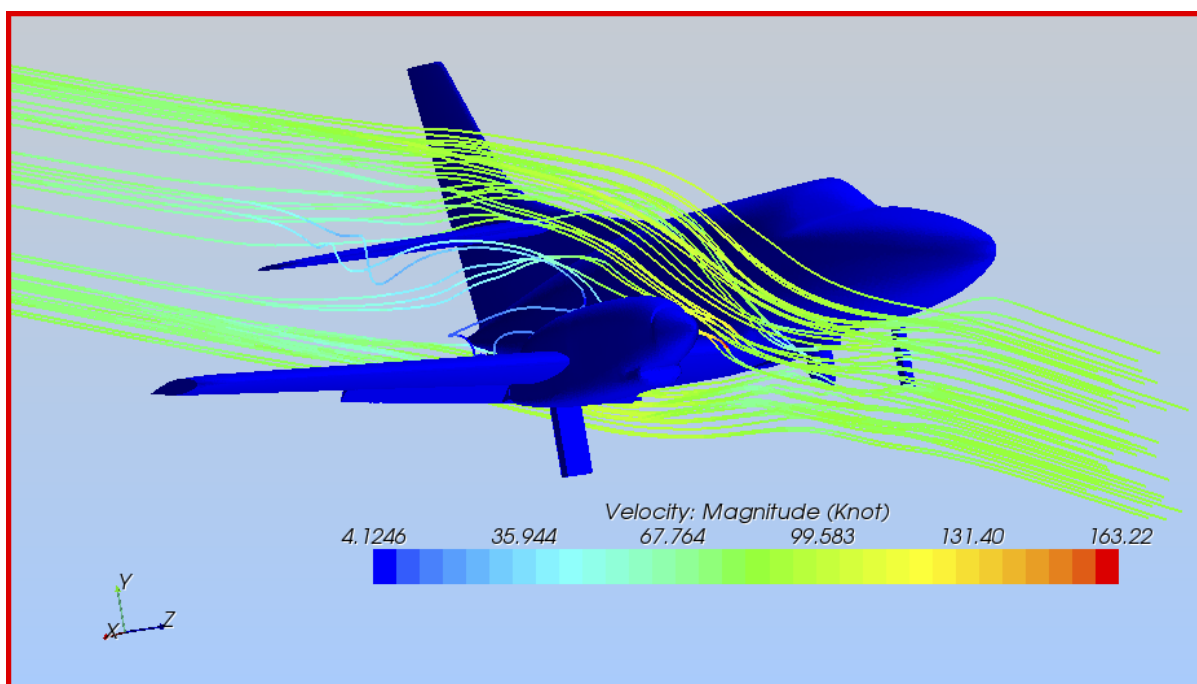
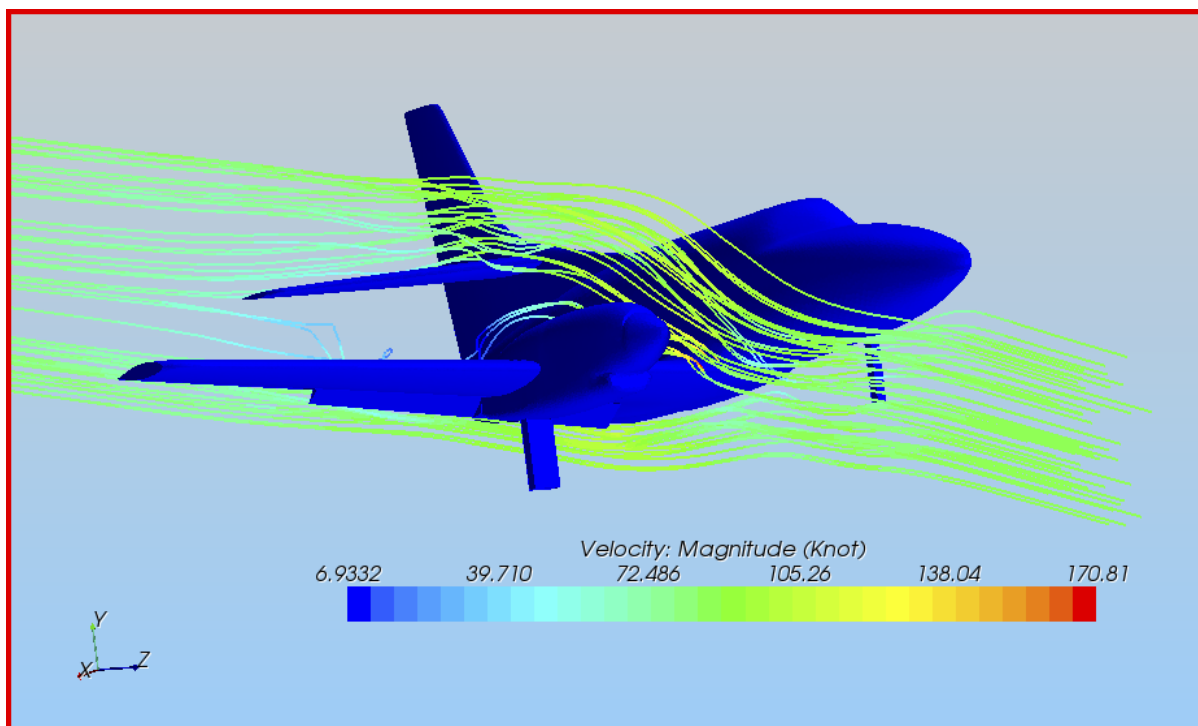
Under følger sammenligninger av konfigurasjoner med og uten modifikasjonene. To og to bilder hører sammen. AoA er 16° . Hvilken konfigurasjon som vises skal gå klart frem av bildene:



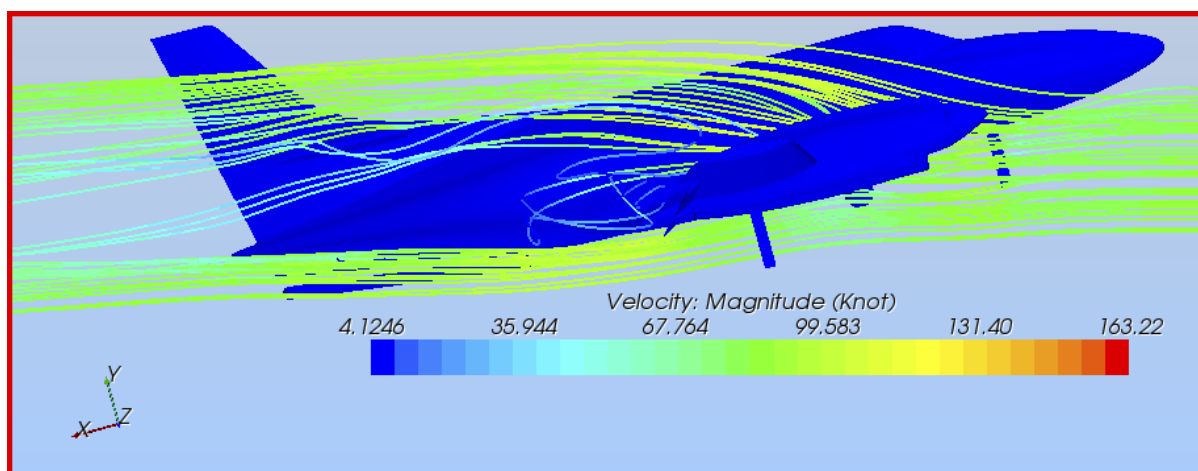
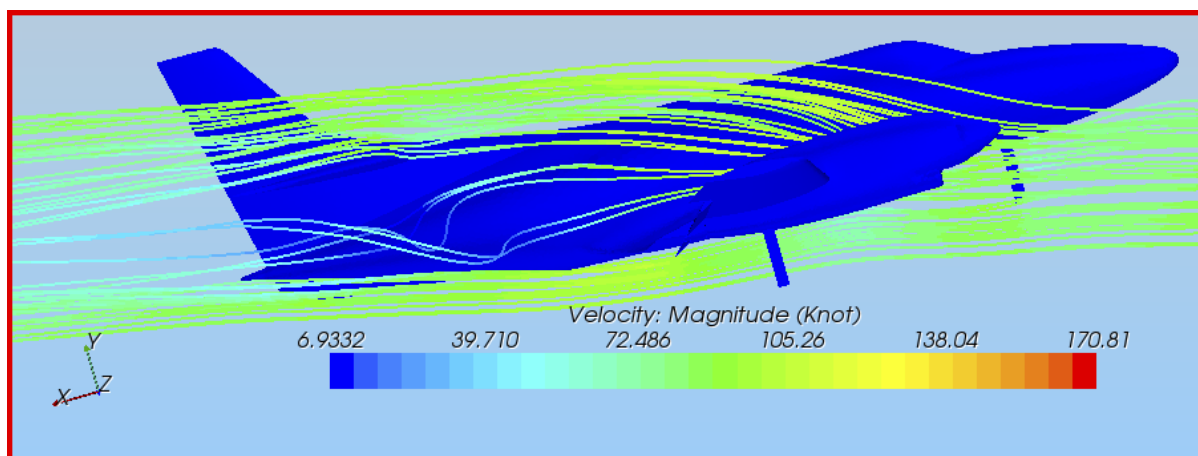
Figur 13-14 "Line seed", i symmetriplanet (CD Adapco Star View control, 2009)



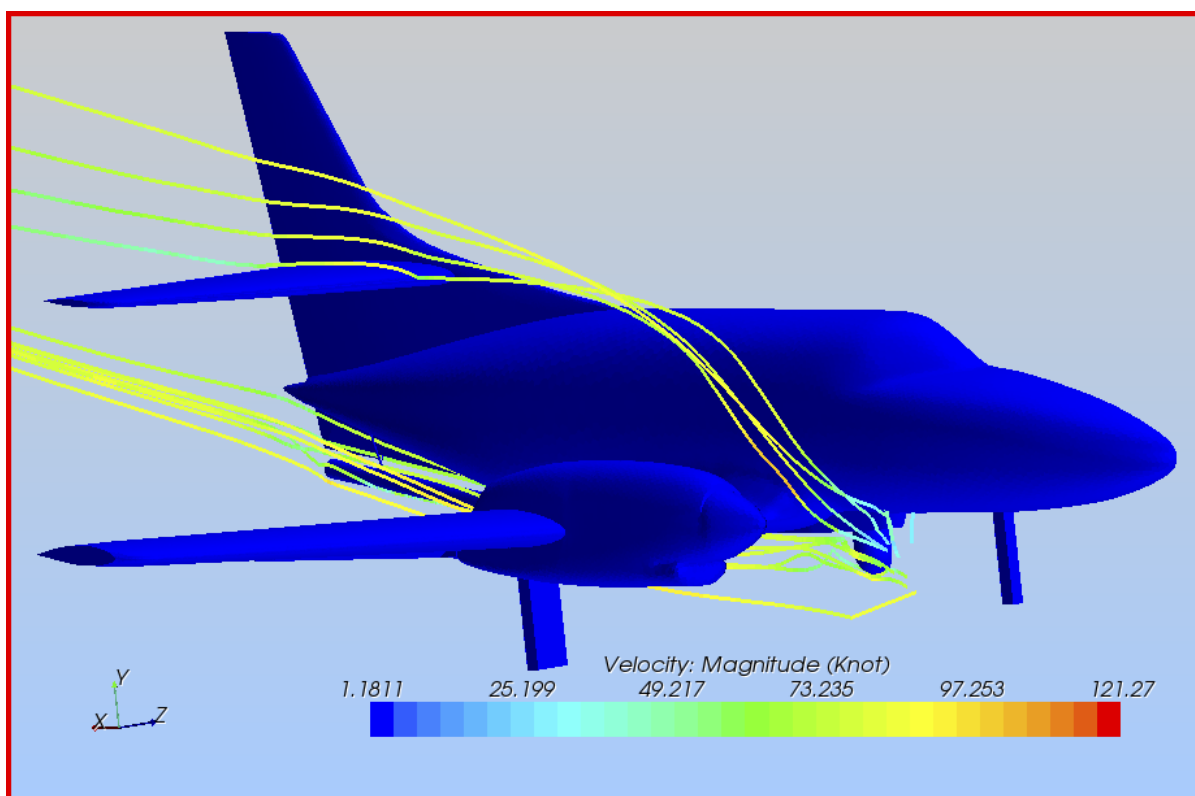
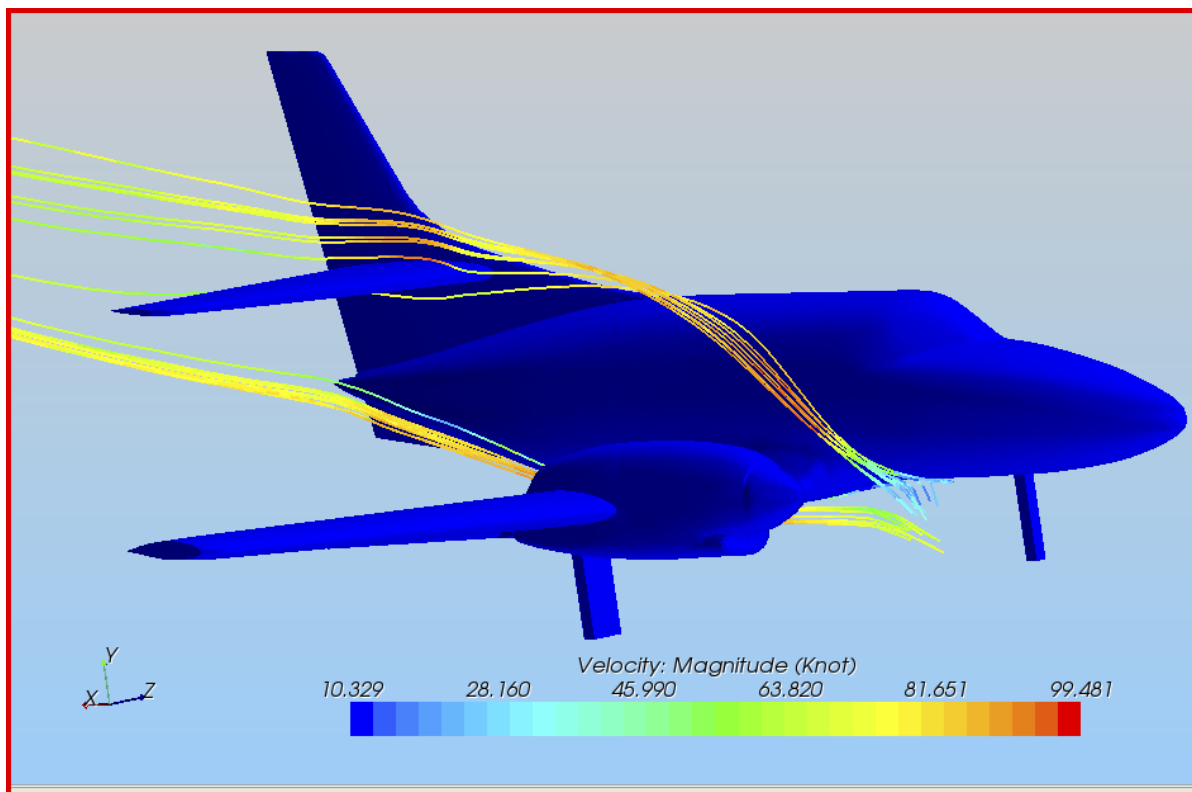
Figur 13-15 "Line Seed", -1 m fra symmetriplanet (CD Adapco Star View control, 2009)



Figur 13-16 "Point Seed", i symmetriplan (CD Adapco Star View control, 2009)



Figur 13-17 Point Seed", i symmetriplan (CD Adapco Star View control, 2009)



Figur 13-18 "Point Seed", i symmetriplan (CD Adapco Star View control, 2009)

Det er tydelig at modifikasjonene gir en viss innvirkning på strømmingen. For å si om de har gitt en stor innvirkning, vil vi sammenligne disse resultatene med de andre resultatene fra analysen.

13.6 Modifikasjonene

FLIR og SLAR ble skilt ut som egne deler. Dette ble gjort i STAR-CCM+ ved hjelp av ”Split by Patch” og ”Split by Angle”. Sistnevnte er relativt tungvint, men måtte brukes fordi vi måtte slette den importerte geometrien da vi endret AoA.

Vi valgte å monitorere både FLIR og SLAR hver for seg. Samtidig var de en del av flyet da vi monitorerte dette. Dermed kunne vi sammenligne verdiene for hele modellen med verdiene for hver av modifikasjonene. Resultatene vises i tabellene under. I den siste kolonnen presenteres antall prosent hver av delene bidro til den totale C_D . Som vi ser bidrar FLIR til betydelig mer drag enn SLAR. Allikevel er det totale bidraget til modifikasjonene prosentvis meget lav, $< 5\%$.

Tabell 13-3 C_D verdier for flyet i cruise, AoA = 16°

Geometri	C_D	% av total
Flyet, cruise m/mod	0,18	
FLIR	0,0053	2,94
SLAR	0,0006	0,33

Tabell 13-4 C_D verdier for flyet i cruise, AoA = 12°

Geometri	C_D	% av total
Flyet, cruise m/mod	0,099	
FLIR	0,0043	4,34
SLAR	0,0006	0,61

Tabell 13-5 C_D verdier for flyet i landing, AoA = 16°

Geometri	C_D	% av total
Flyet, landing m/mod	0,301	
FLIR	0,0078	2,59
SLAR	0,00048	0,16

Tabell 13-6 C_D verdier for flyet i landing, AoA = 12°

Geometri	C_D	% av total
Flyet, landing m/mod	0,219	
FLIR	0,005	2,28
SLAR	0,00048	0,22

13.7 Halefinne

Halen på et fly gir et kritisk bidrag til stabilitet i lengde- og sideretning. Ved steiling har halen den viktige oppgaven å bidra til at nesene på flyet rettes ned. For fly med halen montert høyere enn hovedvingen, vil luftstrømmen fra hovedvingen virke forstyrrende på halen ved relativt høy AoA. Et godt eksempel er flyet BAC One-Eleven, som har en typisk T-halekonfigurasjon. Havariet på G-ASHG i 1963 skapte en debatt rundt fly med denne konfigurasjonen. Endringer kom i form av ”stick-pusher”. Samtidig ble det bestemt at testfly med T-hale skulle utstyres med en fallskjerm i halen, som kunne gi påkrevd nese-ned moment dersom steiling inntraff. Fairchild SA-226 T(B) har en haleseksjon med høye horisontalfinner. Derfor fokuserte vi spesielt på disse.

Vi valgte å skille ut den horisontale delen av halen for å se om denne gav oss tydelige forskjeller i C_L og C_D for de forskjellige konfigurasjonene. Resultatene ble som følger:

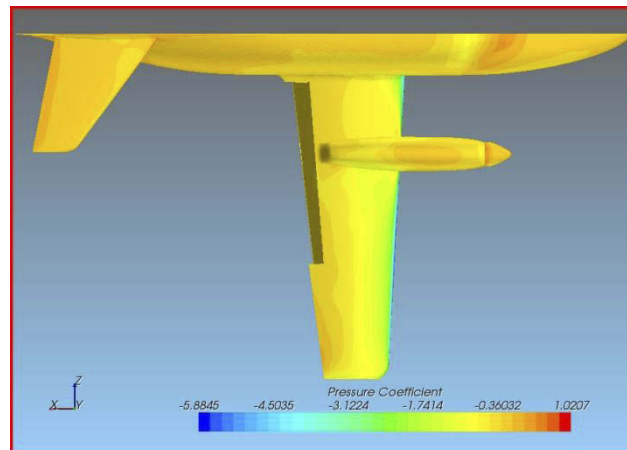
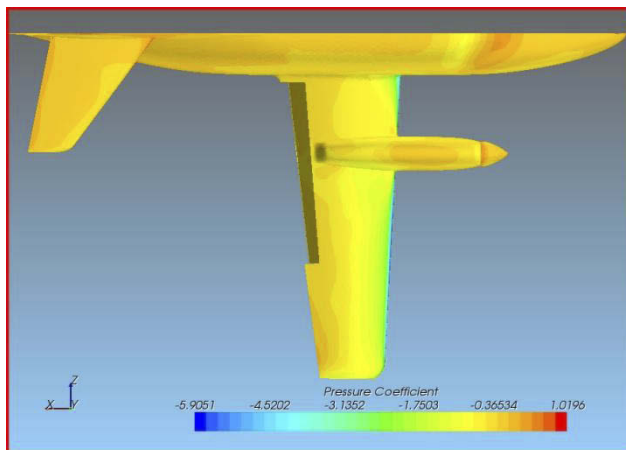
Tabell 13-7 C_L og C_D verdier for halefinnen.

Geometri	AoA	C_L	C_D
Cruise u/ mod. - halefinne	16	0,243	0,070
Cruise m/ mod. - halefinne	16	0,244	0,072
Cruise u/ mod. - halefinne	12	0,240	0,050
Cruise m/ mod. - halefinne	12	0,246	0,050
Landing u/ mod. - halefinne	16	0,34	0,79
Landing m/ mod. - halefinne	16	0,31	0,071
Landing u/ mod. - halefinne	12	0,48	0,08
Landing m/ mod. - halefinne	12	0,035	0,021

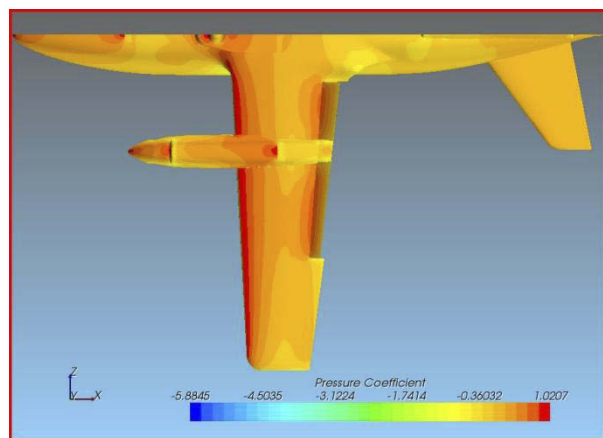
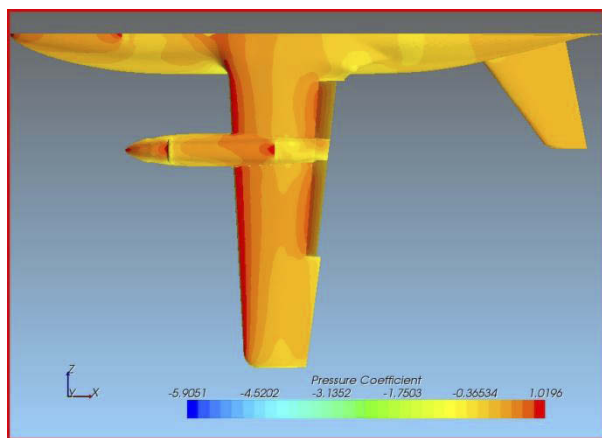
Som beskrevet tidligere fikk vi unøyaktige verdier for analysen av landing med modifikasjoner, 12° . Dette er spesielt tydelig for verdiene vi hentet ut fra halefinnen. Vi kontrollerte alle valgte verdier og gjennomførte analysen på nytt, men resultatet ble stadig unøyaktig. Derfor valgte vi å overse resultatet fra denne analysen.

13.8 Trykkplott

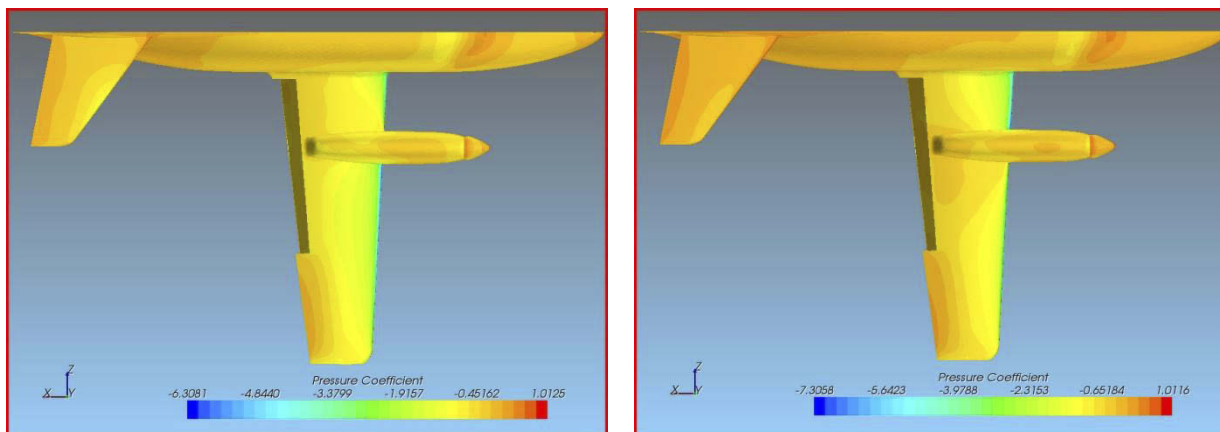
Vi ønsket å se på trykkoeffisienten for flyet med og uten modifikasjoner. Spesielt halen interesserte oss, da luftstrømmen på denne muligens vil være forstyrret av modifikasjonene. Alle bilder til venstre er av flyet uten modifikasjoner, bilder til høyre er av flyet med modifikasjoner.



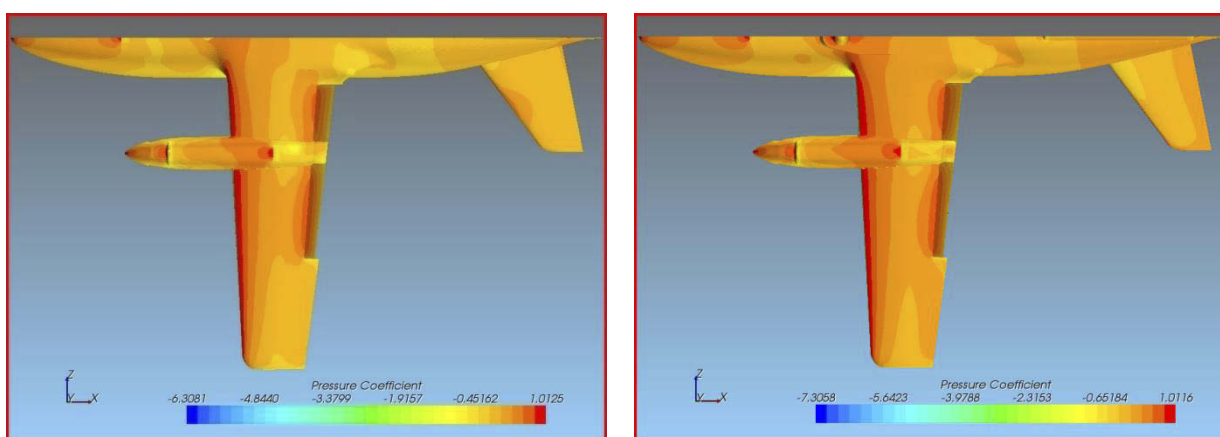
Figur 13-19 AoA = 16° , trykkoeffisientplott på oversiden (CD Adapco Star View control, 2009)



Figur 13-20 AoA = 16° , trykkoeffisientplott på undersiden (CD Adapco Star View control, 2009)



Figur 13-21 $AoA = 12^\circ$, trykkoefisientplott på oversiden (CD Adapco Star View control, 2009)



Figur 13-22 $AoA = 12^\circ$, trykkoefisientplott på oversiden (CD Adapco Star View control, 2009)

Trykkoefisientplottene gav oss et innblikk i forskjellen mellom konfigurasjonene. På enkelte av bildene vises en forskjell på halen, men en lignende forskjell finner man også ytterst på hovedvingen hvor det ikke skal burde være noen merkbar forskjell. Mest sannsynlig kommer denne forskjellen av at løsningene under analysene oscillerer noe. Dermed kan den ene analysen være noe forskjøvet i forhold til den andre. Dette betyr igjen at modifikasjonene ikke gir noen stor endring for trykket.

14 Oppsummering

Målsetningen for dette prosjektet var å kunne gi et svar til SHT rundt de spørsmålene de stilte (se innledning). Etter havariet av LN-SFT, der det ikke finnes vitner, må alle tenkelige teorier rundt havariårsaken gjennomgås. En av SHTs teorier kunne besvares ved hjelp av numerisk strømningsanalyse. SHT kunne ikke frembringe en CAD-modell. Det samme gjaldt firmaet M7 Aerospace, som i dag sitter med vedlikehold av flytypen. Derfor innbefattet prosjektet også å utvikle nødvendige modeller. Gjennom en tidkrevende prosess ble en skalamodell omgjort til en 3D CAD-modell. Denne modellen kunne så eksporteres til strømningsprogrammet vi ønsket å bruke, STAR-CCM+.

Underveis var vi nødt til å gjøre visse forenklinger, slik at modellen ble klargjort til analyser i STAR-CCM+. En eksakt modell der alle detaljer er med blir for innviklet å analysere. Derfor endret vi de mest detaljerte områdene. Overgangen mellom vinge og flaps ble lukket igjen, og landingsunderstellet ble erstattet med enkle former. Samtidig ble hjulbrønnlukene fjernet.

Sammenlignet med reelle tilfeller ble det også gjort andre forenklinger. Luftstrømmen i STAR-CCM+ er konstant under hele analysen. I virkeligheten varierer både styrken og retningen i luftstrømmen med tiden. Dette kan etterlignes i STAR-CCM+, men for å eventuelt gjenskape det reelle burde man være veldig sikre på dataene. Vi valgte å se på et generelt tilfelle, der hastigheten og retningen på luftstrømmen ble satt konstant.

De analyseklare filene viste seg å bli relativt store (rundt 2 GB). Kravene til datakraft ble også stor. Spesielt kravet til internminne viste seg å bli den viktigste flaskehalsen. Vår leide maskin hadde kapasitet over en normal datamaskin, men med et internminne på 8 GB holdt den ikke mål for de første filene, der flyet var satt i full størrelse. Vi gjennomførte derfor de fleste analysene hos Hans Jørgen B. Mørch og firmaet CFD Marin AS. Etter at modellen ble halvert, kunne vi gjennomføre analyser på vår leide maskin, men disse var veldig tidkrevende.

15 Konklusjon

Gjennom en givende prosess har vi foretatt numerisk strømningsanalyse av flyet SA-226 T(B). Flere konfigurasjoner er studert. Det er lagt mest vekt på de høye angrepsvinklene, og da spesielt i forbindelse med at flyet er i landingskonfigurasjon. Dette var også den konfigurasjonen LN-SFT hadde da havariet inntraff.

Det er tydelig at modifikasjonene har en viss innvirkning på luftstrømmen. Ved lav AoA er ikke dette veldig kritisk. Luftstrømmen fra FLIR har ikke mulighet til å nå opp til vingeflatene. Ved høy AoA derimot, og da spesielt ved 16° , er det tydelig at luftstrømmen fra FLIR går forbi både hovedvingen og haleseksjonen. Dette vises tydelig av strømlinjene. I hovedvingens bakevje er det i nærheten av kroppen tydelig mer turbulens. Dette skapes av at FLIR genererer turbulens som går på oversiden og undersiden av vingen. Den luftstrømmen fra FLIR som går på oversiden av vingen, passerer også haleseksjonen. Dermed påvirkes også halens bidrag til stabilitet.

Etter å ha studert strømlinjene, valgte vi å se på bilder av trykkoeffisienten, C_p . Sammenligning av identiske bilder med og uten modifikasjoner, gav indikasjoner på at forskjellene generelt er små. Også på horisontalfinnene på halen er forskjellene små.

Videre studerte vi C_L og C_D for horisontalfinnene på halen og C_D for SLAR og FLIR. Verdiene for SLAR og FLIR viser at FLIR bidrar mest til økt motstand, mens SLAR er montert på en slik måte at økningen i motstand blir minimal. Motstanden FLIR bidrar til skaper 4,34 % av total motstand. Dette er hentet fra cruise ved $\alpha = 12^\circ$. Som ventet skaper FLIR en betydelig økning i luftmotstand. Det er også på dette området modifikasjonene skaper en merkbar forskjell.

Modifikasjonenes påvirkning på flyegenskapene, representert ved horisontalfinnene på haleseksjonen, er ikke like merkbar. C_L og C_D for horisontal halefinne viser en relativt liten forskjell for flyet med og uten modifikasjoner. Akkurat der strømlinjer og trykkscener viser en usikker forskjell, sier verdiene for C_L og C_D for haleflaten at forskjellene er små.

Strømningslinjene viser tydelig at flyet er utsatt for "tail-blanking" ved høy AoA. Dette er en kjent egenskap for fly med denne typen halekonfigurasjon. Selv om FLIR er med på å endre luftstrømmen, viser våre strømningsanalyser at halens luftstrøm hovedsaklig blir forstyrret av vingen.

De numeriske strømningsanalysene foretatt i programmet STAR-CCM+, viser at modifikasjonene i form av SLAR og FLIR ikke kan ha bidratt til at flyet fikk redusert stabilitet ved sakteflygning.

Resultatene ved høy AoA er usikre. Vi kan derfor ikke si noe om flyet endret steilekarakteristikk.

16 Forslag til endringer

Vi har underveis måtte gjøre en del forenklinger for å få gjort analysene. Hvis vi hadde hatt tilstrekkelig tid og maskinkraft er det en del ting vi kunne tenkt oss å ha gjort annerledes. Dette listes opp i punktene under.

Strømningsvolum:

Vi har sett at strømningsvolumet rundt flyet antakeligvis kunne vært gjort litt lengre. Strømningsvolumet er definert ved "Inlet" (foran), "Outlet" (bak), "Wall" (rundt flyet) og "Symmetry Plane" (det som deler flyet i to). Luftstrømmen har en gitt hastighet der den kommer inn i kontrollvolumet og et gitt trykk der den går ut. Hastigheten er til en hver tid satt etter matrisen fra tabell 13-2, mens utgangstrykket alltid er satt til 0 Pa (pascal). Dette betyr at luftstrømmen bak flyet må gis tid til å nærme seg 0 Pa igjen etter at den har passert flyet og bidratt til å skape trykk i luftstrømmen rundt seg. Lengden på kontrollvolumet i bakkant av geometrien styrer hvor lang tid luftstrømmen har på å utjevne trykket. For å spare på antall celler som blir dannet i meshet valgte vi å kutte ned på lengden av dette strømningsvolumet. Dette gjorde at vi kunne lage et finere mesh rundt vinger og modifikasjoner uten å skape for mange celler bak flyet.

I vårt tilfelle ble antakeligvis lengden av boksen litt for kort. Dette er også i sammenheng med at vi kjører analyser ved høye angrepsvinkler. Ettersom AoA øker, øker også trykket rundt flyet og det kreves et lengre strømningsvolum for å oppnå trykket som er gitt ved "outlet". Vi ser derfor på dette som en av grunnene til at løsningene ikke ble helt stabile for AoA på 16°.

Propeller/motorkraft:

Vi har valgt å sette flyet i en stasjonær tilstand. Dette vil si at flyet står stille i forhold til luftstrømmen, som i en vindtunnel. Vi hadde ikke gjort noen analyser med bevegelig strømming fra motorer og propell, noe som krever et bevegelig grid. Dette ville krevd mer datakraft og ville antakeligvis vært vanskelig å få til. I tillegg til dette hadde vi ingen mål eller tegninger på propellen. Antagelser på propellen ville bidratt til feilaktige løsninger. Derfor ble propellene utelatt.

Landingsunderstell:

Det var lagt opp til at analysene skulle bli kjørt med et relativt detaljert landingsunderstell. Dette ble modellert opp fra mål gjort hos SHT og fra skalamodellen vår. Det ble dessverre vanskelig å lage et fint nok mesh rundt landingsunderstellet. Når vi prøvde å kjøre analyser divergerte de, dette som følge av for grovt mesh. For å spare på antall celler valgte vi derfor å lage en tilnærming. Dette ble to rektangulære klosser som skapte tilsvarende likt drag og som fortsatt gav litt turbulent strømming.

Hel modell:

Vi hadde tenkt å kjøre alle analyser på en hel flymodell for å fange opp all strømmingen rundt de forskjellige modifikasjonene. Selv om flyet og modifikasjonene er symmetriske, mener vi at et helt fly vil fange opp eventuelle asymmetriske strømminger. På grunn av tidsmangel måtte vi dele modellen for å halvere celleantallet i strømningsvolumet. Dette gjorde at vi kunne kjøre flere analyser på relativt kort tid, og at vi fikk gjort mer arbeid på vår egen datamaskin.

17 Kilder

A C Kermode, 9. e. (1987). *Mechanics of flight*.
Longman Group UK Limited.

Abbott, I. H., & Doenhoff, A. E. (1959). *Theory of wing sections*.
USA: Dover Publications, inc.

Aerospace web. (u.d.). Hentet april 16, 2009 fra
<http://www.aerospaceweb.org/question/aerodynamics/sports/sphere-flow-comparison.jpg>

Aircraft Crashes Record Office. (u.d.). Hentet april 2, 2009 fra
<http://www.baaa-acro.com/Types%20d%27avions/Swearingen%20Merlin.htm>

American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc. (2003).
Aerospace Design Engineers Guide, 5th edition.
Virginia: AIAA Design Engineering Technical Committee.

Cannon EOS 350D. (2009). *Egne bilder fra kameraet til Thomas* .

CD Adapco Star View control. (2009). *Egenskapt simulering med illustrasjonsbilder*.

Conway, J. T. (u.d.). Forelesningsnotater. *fag: aerodynamikk og flymekanikk* .

Dyke, M. V. (2007, mai). *An Album of Fluid Motion* 11th edition.
Stanford, California, USA: The Parabolic Press.

Factory Direct Models. (u.d.). Hentet januar 10, 2009 fra
<http://www.factorydirectmodels.com>

FARO Laser ScanArm. (u.d.). Hentet mars 24, 2009 fra
<http://faro.com/content.aspx?ct=di&content=pro&item=1&subitem=1>

FARO Technologies. (u.d.). Hentet mars 24, 2009 fra
<http://faro.com/contentv2.aspx?ct=di&content=misc&cat=company%20information>

FARO User Manual. (2007). *Brukermanual lånt av skolen*.

PolyWorks. (2009). *Fil fra PolyWorks med illustrasjonsbilder.*

Schlichting, D. H. (1979). *Boundary-Layer Theory, 7th edition.*
McGraw Hill, Inc.

SolidWorks. (2009). *Egenmodellert del med illustrasjonsbilder.*

Statens Havarikommisjon for Transport. (2008, juli 10). Hentet januar 10, 2009 fra
http://www.sht.no/default.asp?FILE=items/2989/172/Forel%F8pig_rapport_LN_SFT_norsk.pdf

Statens Havarikommisjon for Transport. (2009). *Veiledning og informasjon.*

Stinton, D. (1997). *The design of the aeroplane.*
University press, Cambridge: Blackwell Science Ltd.

Swearingen Aircraft Corporation. (1979). Flight Manual Merlin IIIB; Section-1.
Swearingen Aircraft Corporation. (1979). Flight Manual Merlin IIIB; Section-2.
Swearingen Aircraft Corporation. (1979). Flight Manual Merlin IIIB; Section-5.

The Centennial of Flight Commission. (u.d.). Hentet april 4, 2009 fra
http://www.centennialofflight.gov/essay/Theories_of_Flight/Skin_Friction/TH11G2.jpg

Underwater Mechanics. (u.d.). Hentet april 15, 2009 fra seperation bubble:
<http://underwatermechanics.com/images2.aspx>

Versteeg, H. K., & Malalasekera, W. (1995).
An introduction to computational fluid dynamics, The finite volume method.
Longman Group Ltd.

Wikipedia; Computational Fluid Dynamics. (2009, februar 1).
http://en.wikipedia.org/wiki/Computational_fluid_dynamics.

Wikipedia; Laser Principle. (u.d.). Hentet mars 26, 2009 fra
<http://en.wikipedia.org/wiki/File:LaserPrinciple.png>

Wikipedia; Swearingen Merlin. (u.d.). Hentet januar 15, 2009 fra
http://en.wikipedia.org/wiki/Swearingen_Merlin