



Avgitt juli 2025

RAPPORT LUFTFART 2025/08

***Luftfartsulykke ved Reinsvoll flyplass i
Innlandet fylke 28. august 2023 med MLP
Aviation LTD Christen Eagle II, LN-TBN***



This report is also available in English

Statens havarikommisjon (SHK) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre flysikkerheten.

Formålet med Havarikommisjonens undersøkelser er å klarlegge hendelsesforløp og årsaksfaktorer, utrede forhold som antas å ha betydning for forebyggelsen av ulykker og alvorlige hendelser, og fremme eventuelle sikkerhetstilrådinge. Det er ikke Havarikommisjonens oppgave å ta stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar.

Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende flysikkerhetsarbeid skal unngås.

Innholdsfortegnelse

MELDING OM HAVARIET	4
SAMMENDRAG	5
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER.....	7
1.1 Hendelsesforløp.....	7
1.2 Personskader.....	10
1.3 Skader på luftfartøy.....	10
1.4 Andre skader.....	10
1.5 Personellinformasjon.....	10
1.6 Luftfartøy.....	11
1.7 Været.....	19
1.8 Navigasjonshjelpemidler	19
1.9 Samband	20
1.10 Flyplasser og hjelpemidler.....	20
1.11 Flyregistratorer	20
1.12 Havaristedet og flyvraket.....	20
1.13 Medisinske og patologiske forhold	24
1.14 Brann	24
1.15 Overlevelsesaspekter.....	24
1.16 Spesielle undersøkelser.....	24
1.17 Organisasjon og ledelse.....	30
1.18 Andre opplysninger	31
1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder	31
2. ANALYSE.....	33
2.1 Innledning	33
2.2 Hendelsesforløp.....	33
2.3 Mulige årsakssammenhenger	34
2.4 Overlevelsesaspekter.....	38
2.5 Funn uten direkte relevans for ulykken.....	39
3. KONKLUSJON.....	42
3.1 Hovedkonklusjon.....	42
3.2 Undersøkelsesresultater	42
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER.....	44
VEDLEGG	45

Rapport om luftfartsulykke

Tabell 1: Hendelsesdata

Luftfartøy:	MLP Aviation LTD Christen Eagle II
Nasjonalitet og registrering:	Norsk, LN-TBN
Eier:	Privat
Bruker:	Eier
Besetning/fartøysjef:	1
Passasjerer:	1
Havaristed:	Reinsvoll flyplass i Innlandet fylke, ca. 550 meter sør av terskel rullebane 34
Havaritidspunkt:	Mandag 28. august 2023 kl. 1852

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

Melding om havariet

Mandag 28. august 2023 kl. 1936 ble Statens havarikommisjon (SHK) varslet av politiet om en flyulykke ved Reinsvoll flyplass. Det ble etter kort tid klart at det dreide seg om et Christen Eagle II fly med registrering LN-TBN. Flyet hadde havarert i skogen sør av flyplassen, og både flyger og passasjer hadde omkommet. SHK reiste til havaristedet morgenen etter for å starte undersøkelser.

Sammendrag

Mandag 28. august 2023 hadde eieren av LN-TBN, et Christen Eagle II-fly, avtalt en flytur fra Reinsvoll flyplass med en passasjer. Planen var å fly en rundtur over Toten, og avslutte med litt akrobatikk-flygning over flyplassen.

De tok av kl. 1817, og etter ca. 30 minutters flygning returnerte de til Reinsvoll hvor de fløy noen enkle akrobatikk-manøvre over flyplassen. Etter den siste manøveren fortsatte de sørover i 2–3 km før de svingte tilbake mot flyplassen. På dette tidspunktet har vitner beskrevet at de hørte motoren fuske i 2–3 sekunder før den igjen gikk normalt. Rett sør av flyplassen svingte de vestover i en vid venstresving før de fløy inn mot flyplassen på nytt fra sørvest. På vei inn mot flyplassen har vitner forklart at flyet plutselig satt nesen ned mot bakken. Tre av vitnene mener å ha hørt et smell rett før flyet gikk ned. Flyet ble funnet havarert i skogen ca. 550 meter sør av terskel til rullebane 34 på Reinsvoll. Både flygeren og passasjerer hadde omkommet.

Havarikommisjonen har gjort grundige undersøkelser av tekniske, operative og menneskelige faktorer uten å kunne forklarer hvorfor flyet, i henhold til vitner, plutselig gikk fra å fly *straight and level* til at nesen på flyet gikk brått ned.

Basert på hvor flyet var og i hvilken høyde, mener SHK at den brå nedstigningen ikke har vært en del av normal manøvrering. Manøveren kan ha vært utilsiktet eller et resultat av problemer med flyet. Ved et eventuelt motorbortfall vil en slik nedstigning være nødvendig for å etablere beste glidehastighet. De tekniske undersøkelsene har ikke avdekket feil med motor, tenning eller drivstoffsystemet, men SHK kan likevel ikke utelukke at et problem kan ha oppstått.

Smellet enkelte av vitnene har hørt kort tid før nesen på flyet gikk ned kan ha vært en indikasjon på problemer med motoren. Funn på havaristedet gjør at SHK mener propellen roterte og motoren gikk da flyet traff bakken, men det er ikke mulig å fastslå hvilken effekt motoren gav. Hvis motoren hadde stoppet i forbindelse med smellet som ble hørt kan flygeren ha fått start på den igjen, men for sent til å kunne unngå at de traff trærne. En slik situasjon ville krevd mye av oppmerksomheten til flygeren. Med en passasjer i forsetet kan begrenset sikt til instrumenter samtidig ha gjort det utfordrende å analysere et eventuelt motorproblem. Begrenset sikt fremover kan også ha bidratt til at flygeren for sent har oppdaget hindringene, i form av trær, foran flyet.

Det gis ingen sikkerhetstilrådinger som følge av denne undersøkelsen.

1. Faktiske opplysninger

1.1 Hendelsesforløp	7
1.2 Personskader	10
1.3 Skader på luftfartøy	10
1.4 Andre skader	10
1.5 Personellinformasjon	10
1.6 Luftfartøy	11
1.7 Været	19
1.8 Navigasjonshjelpemidler	19
1.9 Samband	20
1.10 Flyplasser og hjelpemidler	20
1.11 Flyregistratorer	20
1.12 Havaristedet og flyvraket	20
1.13 Medisinske og patologiske forhold	24
1.14 Brann	24
1.15 Overlevelsesaspekter	24
1.16 Spesielle undersøkelser	24
1.17 Organisasjon og ledelse	30
1.18 Andre opplysninger	31
1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder	31

1. Faktiske opplysninger

1.1 Hendelsesforløp

28. juli 2023 tok passasjerens ektefelle kontakt med fartøysjefen via e-post for å undersøke muligheten for å avtale en flytur. Hun hadde funnet kontaktinformasjonen til fartøysjefen på den lokale flyklubben sine nettsider, og skrev at hun ønsket å gi en lokal tur i gave til ektefellen. Fartøysjefen svarte at han hadde et fly av typen Christen Eagle II som kunne utføre akrobatiske manøvre (se figur 1). Han forklarte videre at turen ville vare i ca. 45 minutter. Passasjereren kunne få prøve å fly litt selv under en lokal tur rundt Toten, mens fartøysjefen kunne fly akrobatikk over flyplassen. Pris for flyturen ble også avklart. Over de neste ukene var det noe kommunikasjon for å finne et tidspunkt som passet, og hvor været var godt nok. På formiddagen mandag 28. august ble de enige om å møtes samme dag kl. 1800 for å gjennomføre flyturen.



Figur 1: LN-TBN. Foto: Privat

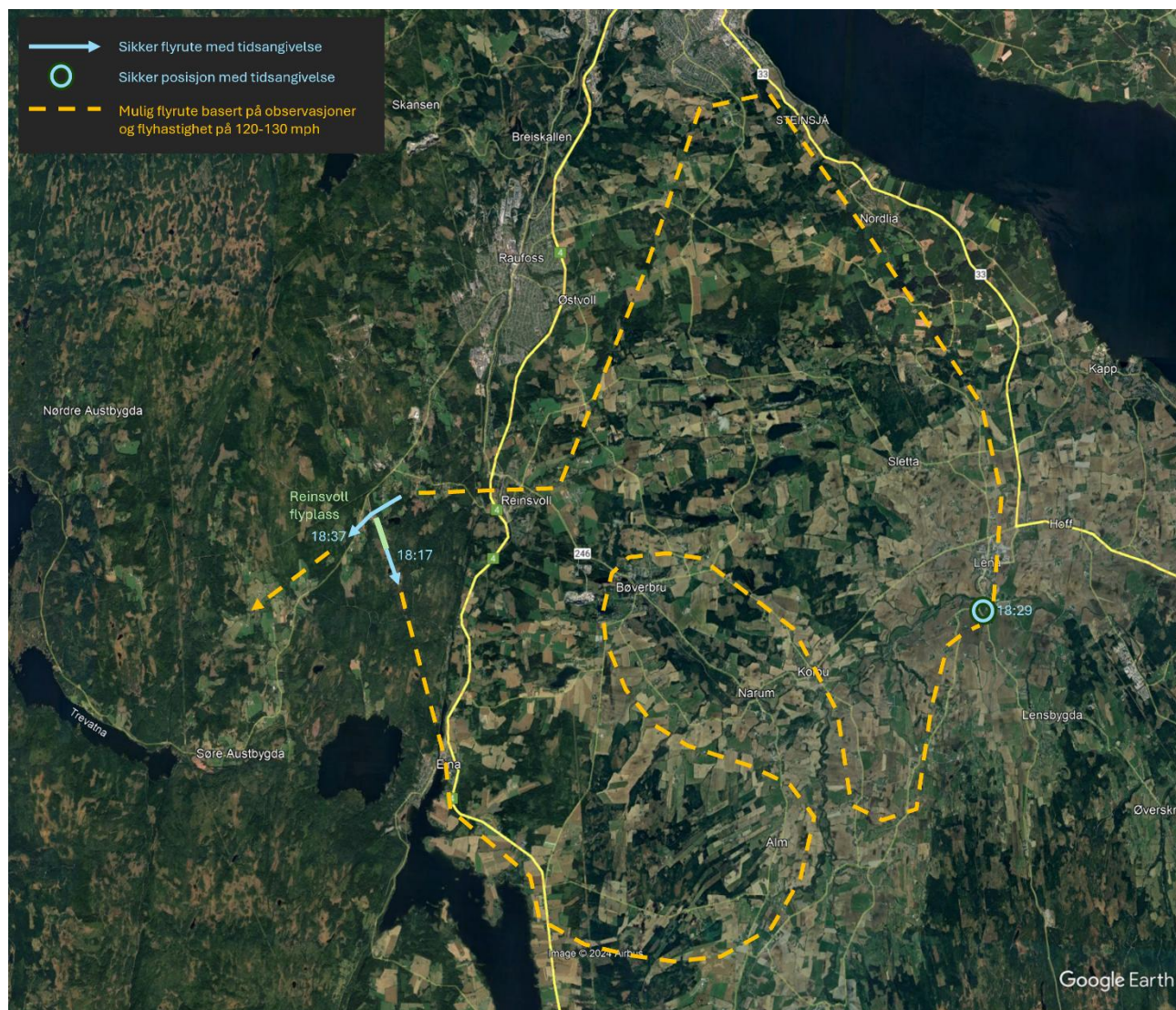
Passasjereren ankom Reinsvoll flyplass sammen med sin nærmeste familie ca. kl. 1745. Fartøysjefen ankom rundt fem minutter senere, gjorde en inspeksjon (*preflight*) av flyet, og trakk det ut av hangaren. Stemningen var god, og fartøysjefen forklarte en del om flyet og flyturen. Nøyaktig hva som ble sagt er ikke kjent, men det ble blant annet snakket om landingsfasen som var litt annerledes. For å kunne se fremover forklarte fartøysjefen at han måtte komme inn litt sideveis. Dette kunne oppleves ubehagelig, men var helt normalt. De snakket også sammen om hvor de skulle fly, og at fartøysjefen kunne fly akrobatikk over flyplassen, men kun hvis passasjereren ønsket det. Det ble også spøkt med at det var en del kyr på flyplassområdet.

Bilder og video viser at fartøysjefen hjalp passasjereren med å spenne seg fast, og pekte og forklarte om detaljer i cockpit. Kl. 1808 startet de opp. Etter oppstarten og begynnende taxing ble de i to omganger stående stille. Vitner har forklart at det så ut som de hadde problemer med hodetelefonene og at fartøysjefen og passasjereren byttet hodetelefoner seg imellom før avgang.

Før de takset videre ut på rullebanen for avgang ble det gjennomført en motorsjekk. En gjennomgang av en video som ble tatt mens de sjekket motoren tyder på at motoren og propellen fungerte som normalt.

Kl. 1817 tok flyet av mot syd. Vitneobservasjoner og foto tyder på at de startet med en runde øst av flyplassen, i området rundt Bøverbru, Kolbu, Lena og opp mot Gjøvik. Usikkerhet rundt tidspunktene for de forskjellige observasjonene gjør det vanskelig å fastsette flyruten med

sikkerhet. Figur 2 viser en mulig flyrute. Denne er basert på en sammenstilling av video og bilder med relativ nøyaktig tidsangivelse, observasjoner med usikre tidsangivelser og en antatt flyhastighet på 120–130 mph.



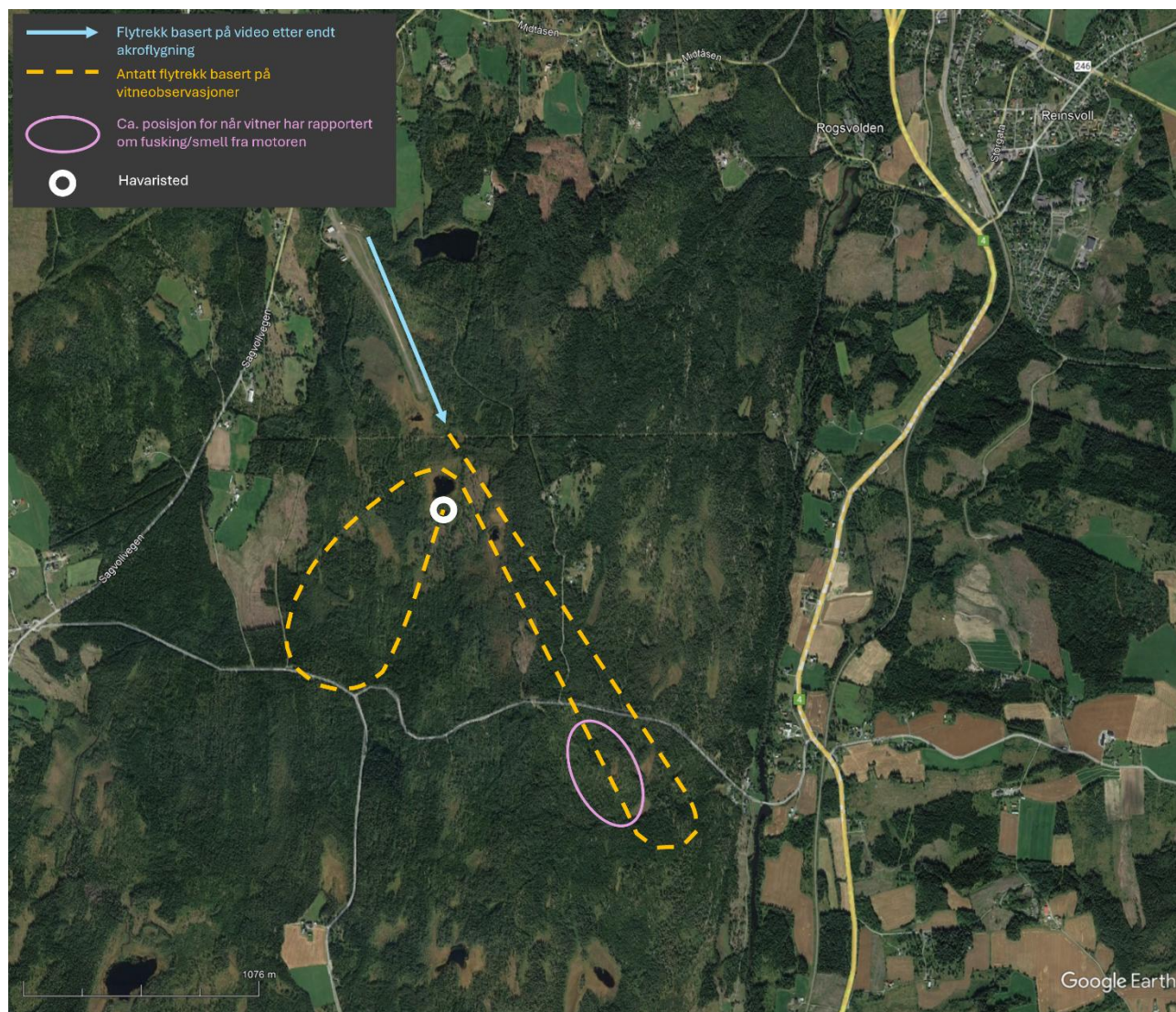
Figur 2: Illustrasjon av mulig flyrute under første del av flygning, fra avgang kl. 1817 til kl. 1837. Foto: Google Earth. Illustrasjon: SHK.

Etter ca. 20 minutters flygning – kl. 1837 – returnerte de til flyplassen og krysset over nordenden av rullebanen mot vest. Få vitneobservasjoner i området vest av flyplassen gjør det umulig å si hvor de fløy, men de returnerte til området rundt flyplassen ca. kl. 1845. I de neste fire minuttene manøvrerte de over flyplassområdet. Bilder og videoer tyder på at de fløy tre looper over flyplassen. Under den siste loopen gjorde de en roll på toppen før de fullførte loopen og forlot flyplassområdet på vei sørover.

Flere vitner har sett og/eller hørt flyet i det det fløy sørover. Ett vitne har forklart at han mente flyet fløy opp-ned på en del av denne strekken. Flyet snudde tilbake mot flyplassen litt etter at det hadde krysset Vestbakkvegen, omtrent kl. 1850 (se figur 3). Like etter har flere vitner fortalt om noe de oppfattet som 2–3 kraftige smell, eller at motoren fusket i 2–3 sekunder før den igjen gikk rent. Det er litt forskjellige meninger om motoren stoppet eller om den gikk mens dette skjedde. Etter dette fortsatte flyet nordover mot flyplassen, og vitner har forklart at de trodde det var på vei inn for å lande. I stedet svingte flyet vestover. Vitneobservasjoner tyder på at det gjorde en vid venstresving før det satte kursen tilbake mot flyplassområdet fra sørvest. Basert på avstanden vitnene har hatt til flyet og siktlinjer, har Havarikommisjonen beregnet flyets høyde til rundt 1 000 ft

over bakken på dette tidspunktet. Like etter har vitner som har hatt øyekontakt med flyet forklart at nesa på flyet brått gikk «loddrett rett ned». Tre av disse har vært sikre på at de hørte at det smalt rett før de så nesen gikk ned. To av de andre som så flyet har ikke nevnt noe om at de hørte et smell, og har hatt forskjellig oppfatning av om motoren gikk eller ikke da flyet var på vei ned. Det ene vitnet mente han hørte motoren gå, mens det andre vitnet trodde han ikke hørte motorlyd. Vitnene har forklart at de kort tid etter hørte lyder som kan ha vært fra at flyet traff trær eller bakken. Enkelte vitner som var i området, men uten direkte øyenkontakt med flyet, har forklart at de på et tidspunkt skal ha hørt kraftigere motorlyd og muligens et smell rett før det ble stille. Siden disse ikke har sett flyet da de hørte lydene, er det ikke klart om dette skjedde før eller etter flyet gikk ned.

Basert på informasjon fra NORSAR¹ er tidspunktet for havariet antatt å være kl. 18:51:53.



Figur 3: Antatt flytrekk for siste del av flygningen (etter endt akroflygning og frem til havari). Foto: Google Earth. Illustrasjon: SHK.

¹ NORSAR er en uavhengig forskningsstiftelse som blant annet monitorerer seismiske hendelser. Tidspunktet for ulykken er estimert av NORSAR ut fra et signal oppfanget ved en av deres målestasjoner.

1.2 Personskader

Tabell 2: Personskader

Skader	Besetning	Passasjerer
Omkommet	1	1
Alvorlig		
Lett/ingen		

1.3 Skader på luftfartøy

Flyet ble totalskadet, men alle delene av flyet ble funnet innenfor et begrenset område (se figur 4). For en mer detaljert beskrivelsene av skadene, se kapittel 1.12 og 1.16.



Figur 4: Oversiktsbilde over ulykkesstedet dagen etter ulykken. De omkomne er tatt ut, og enkelte deler av vingene er flyttet på. Foto: SHK

1.4 Andre skader

Det var skader på noen trær som stod nærmest havaristedet (se kapittel 1.12 for detaljer). I tillegg hadde det rent ut drivstoff og olje under flyvraket.

1.5 Personellinformasjon

Fartøysjefen var i 50-årene, og hadde vært interessert i flygning siden barndommen. Han startet å fly småfly på midten av 1990-tallet, og fikk utstedt privatflygersertifikat (PPL(A)) i 1996. I 2008

kompletterte han akrotrening og -utsjekk gjennom Nedre Romerike Flyklubb, og han hadde gyldige rettigheter for å fly akrobatikk.

Fartøysjefen hadde en total flytid på 727 flytimer fordelt på fly han eide selv eller hadde tilgang til gjennom flyklubber. Etter at han kjøpte LN-TBN i 2020 fløy han primært dette flyet. Totalt hadde han rett under 93 timer i flyet, hvorav 43 timer var loggført som akroflygning. Han hadde også deltatt i NM for akroflygning flere ganger.

Fartøysjefen hadde gyldig PPL(A) med rettigheter til å fly småfly med én motor (Single Engine Piston – SEP) til 30. september 2023. Han hadde legeattest klasse 2 gyldig til 29. oktober 2023.

Tabell 3: Flygetid fartøysjef

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	0:45	0:45
Siste 3 dager	0:45	0:45
Siste 30 dager	6:25	6:25
Siste 90 dager	15:15	15:15
Totalt	727:55	92:50

1.6 Luftfartøy

1.6.1 GENERELT

LN-TBN var en Christen Eagle II med serienummer S308. Christen Eagle ble utviklet på slutten av 1970-tallet. Christen Eagle er en en-motors to-dekker (biplan) med halehjul, designet for ubegrenset akrobatikkflygning. Flytypen var tiltenkt selvbyggermarkedet og ble levert i form av 26 mindre byggesett med detaljerte og illustrerte steg-for-steg konstruksjonsmanualer. Tanken var at hvem som helst med rimelig teknisk innsikt skulle kunne bygge flyet uten å ha tidligere erfaring fra å bygge fly, og uten å bruke spesialverktøy. Rundt 1 000 fly skal ha blitt bygget, og flyet er fremdeles tilgjengelig som byggesett. Flytypen kan også kjøpes ferdig bygget fra fabrikk.

Christen Eagle II er to-seters versjonen av Christen Eagle I. De to setene er plassert i tandem. Både fremre og bakre seteposisjon er utstyrt med stikke for kontroll av høyde- og balanseror, pedaler for kontroll av sideror og bremsor, og *throttle* for kontroll av motorpådrag. Kontroller for høyderorstrim, propell og *mixture* (drivstoff-luft blanding), samt brytere for blant annet start av motor er kun tilgjengelig i bakre cockpit. Flyet flys dermed primært fra baksetet.

En canopy av klart akrylglass montert på en ramme dekker cockpit. Canopyen er hengslet på høyre side og åpnes ved å vippe den opp og til høyre. En svingarm er montert på canopyrammen og blir liggende på tvers av cockpit rett bak ryggen på forsetet når canopyen er lukket. Flyet har også et system for hurtigutløsning av canopyen.

Flykroppen er bygget av sveisede stålrør i en fagverkskonstruksjon. Vingene har en symmetrisk profil parallell med flyets symmetriplan (« 0° incidence»), og har ribber og bjelker av tre. Fremre del av flykroppen er kledd med aluminiumsplater, mens vingene og bakre del av flyet, inkludert halen er trukket med duk.

Et utvalg av spesifikasjonene for Christen Eagle II er presentert i tabell 4.

Tabell 4: Spesifikasjoner for Christen Eagle II. Data: 924 Airplane Flight Manual

Motor:	AVCO Lycoming AEIO-360-A1D, 200 hk
Propell:	Hartzell HC-CZYK-4/C7666A-2, konstant hastighet
Drivstoffkapasitet:	25 US gal (94,6 liter), hvorav 24 US gal kan utnyttes
Drivstofftype:	AVGAS 100 (grønn), AVGAS 100LL (blå)
Maks vekt:	
Normalkategori:	1 600 lb (725,7 kg)
Akrobatikk-kategori:	1 520 lb (689,5 kg)
Lengde:	18 ft 6 in (5,64 m)
Vingespenn:	19 ft 11 in (6,07 m)
Høyde:	6 ft 6 in (1,98 m)
Vingebareal:	125 ft ² (11,61 m ²)
Maksimal lastfaktor ved vekt for akrobatikk:	+7g, -5g
Hastigheter:	
Steilehastighet, V _S	58 mph
Anbefalt glidehastighet (uten motor)	90 mph
Største manøvreringshastighet, V _A	155 mph
Maksimal tillatt hastighet, V _{NE}	210 mph

1.6.2 HISTORIKK LN-TBN

LN-TBN ble levert som et byggesett fra Christen Industries Inc., og ble i all hovedsak bygget i Italia. I henhold til dokumentasjon fra førstegangs luftdyktighetsgodkjenning av flyet² utførte italienske myndigheter (RAI – Registro Aeronautico Italiano) en inspeksjon av flyet før det ble trukket med duk. De fant flyet tilfredsstillende. Flyet ble aldri registrert i Italia, men solgt videre til England hvor det ble ferdigstilt og registrert som G-EGEL. Det britiske luftfartstilsynet ga en luftdyktighetsgodkjenning 15. desember 1991. I 1998 ble flyet solgt til tyske eiere, og opererte primært i Tyskland og Frankrike frem til 2018. Flyet fortsatte å fly under britisk registrering frem til år 2000. Fra 2000 til 2003 var flyet registrert i USA som N388AG og opererte på et særskilt luftdyktighetsbevis utstedt av FAA. I 2003 ble flyet igjen registrert i England. I 2018 ble flyet solgt videre til tsjekkisk eier, registrert som OK-EGL og gitt et tsjekkisk særskilt luftdyktighetsbevis i 2019. Flyet ble solgt videre til norsk eier i 2020.

Flyet ble registrert i Norge som LN-TBN i 2021, og Luftfartstilsynet (LT) utstedte et særskilt luftdyktighetsbevis (SLB) 29. juni 2021. Vedtaket om utstedelse av SLB ble gjort etter besiktigelse av Luftfartstilsynet, og var basert på bestemmelsene gitt i luftfartsloven og forskrift 26. juni 2007 nr. 721 om selvbygde luftfartøy, (BSL B 3-1)³. LT gjorde en konkret vurdering av behov for å fastsette

² Iht. «Approval for the Issue of a Permit to Fly» utstedt av Civil Aviation Authority i Storbritannia 15. oktober 1991 ("Airworthiness Approval Note No: 22761P").

³ To dager etter vedtaket er datert trådte flere nye forskrifter i kraft: Forskrift 15. februar 2021 nr. 524 om luftfartsoperasjoner med nasjonalt sertifiserte luftfartøy, forskrift 25. juni 2021 nr. 2246 om nasjonal sertifisering av luftfartøy, og forskrift 25. juni 2021 nr. 2247 om kontinuerlig luftdyktighet for nasjonalt sertifiserte luftfartøy.

spesielle begrensninger eller betingelser for flyet, men fant at dette ikke var nødvendig utover det som allerede fulgte av luftfartsloven, forskrifter og luftfartøyets flygehåndbok.

10. mai 2022 utstedte LT, i henhold til ny ordning, en ny SLB sammen med *National Airworthiness Review Certificate* (N-ARC) til LN-TBN, som samlet er dokumentasjon på at luftfartøyet anses som luftdyktig. N-ARC utgis med ett års gyldighet basert på en vedlikeholdsrapport. Siste vedlikeholdsrapport og N-ARC er fylt ut 30. mai 2023, med utløpsdato 31. mai 2024. Kopi av papirene ble fremsendt til LT på e-post 6. juni 2023.

1.6.3 FLYEGENSKAPER OG BEGRENSNINGER KNYTTET TIL MANØVRERING

Flygehåndboka til Christen Eagle II beskriver flyet som svært stabilt og kontrollerbart. Samtidig responderer det på små kontrollinput i alle akser, og det skal lite kraft til for å bevege kontrollflatene. Egenskapene gjør flyet lett å manøvrere og godt egnet for akrobatikk, men krever også at flygeren er oppmerksom på faren for overkontroll. Flygehåndboka understreker viktigheten av at flygeren har tilstrekkelig kvalifikasjoner og er vant med å håndtere fly med tilsvarende egenskaper (jf. Eagle II Aircraft Construction Manual 924 Flight Kit, side 1-6):

The Eagle II aircraft is very stable and controllable, but control forces are extremely light, and the aircraft is highly responsive to small control inputs.

WARNING

The Christen Eagle II is a high-performance aircraft intended for aerobatic competition. Because of design optimization for this type of flight (such as a high power to weight ratio and extremely responsive controls), pilots must be properly qualified before attempting flight.

Flygehåndboka forklarer videre om manøvrering med tyngdepunktet nært flyets bakre begrensning (jf. Eagle II Aircraft Construction Manual 924 Flight Kit, side 2-2):

The pitch maneuvering ability of an aerobatic aircraft is optimized when the aircraft flight CG is set relatively near the aft limit, but still within the allowable safe CG range. The Christen Eagle II was designed so that the flight CG of the aircraft falls near the aft limit. However, this characteristic places a stringent requirement on all owners and pilots: The aircraft CG must be accurately determined, and aircraft loading must be planned so that a safe CG location will always be maintained.

Flygehåndboka nevner i flere tilfeller følgende begrensning:

Never attempt aerobatics without at least 6 gallons of fuel.

1.6.4 MOTOR OG PROPELL

LN-TBN var utstyrt med en Lycoming AEIO-360-A1D motor og en Hartzell HC-C2YK-4CF 2-bladet, konstant-turtall propell. Motoren var 4-sylindret med luftavkjøling, innsprøyting, og nominell effekt på 200 hk. Eksosrørene fra motoren var uten lyddemping, og rørene var koblet sammen to og to.

Motoren hadde våtsump oljesystem med en enkel trykkpumpe og utvendig oljekjøler. Systemet inkluderte et *Inverted Oil System* designet for å sikre normal oljetilførsel med minimalt tap av olje under negativ-g manøvrering.

1.6.5 DRIVSTOFFSYSTEM

Flyets drivstofftank på 25 US gal (94,6 liter) var plassert mellom motorrommet (rett bak brannskottet (*firewall*)) og fremre cockpit. I drivstofftanken var det montert en fleksibel

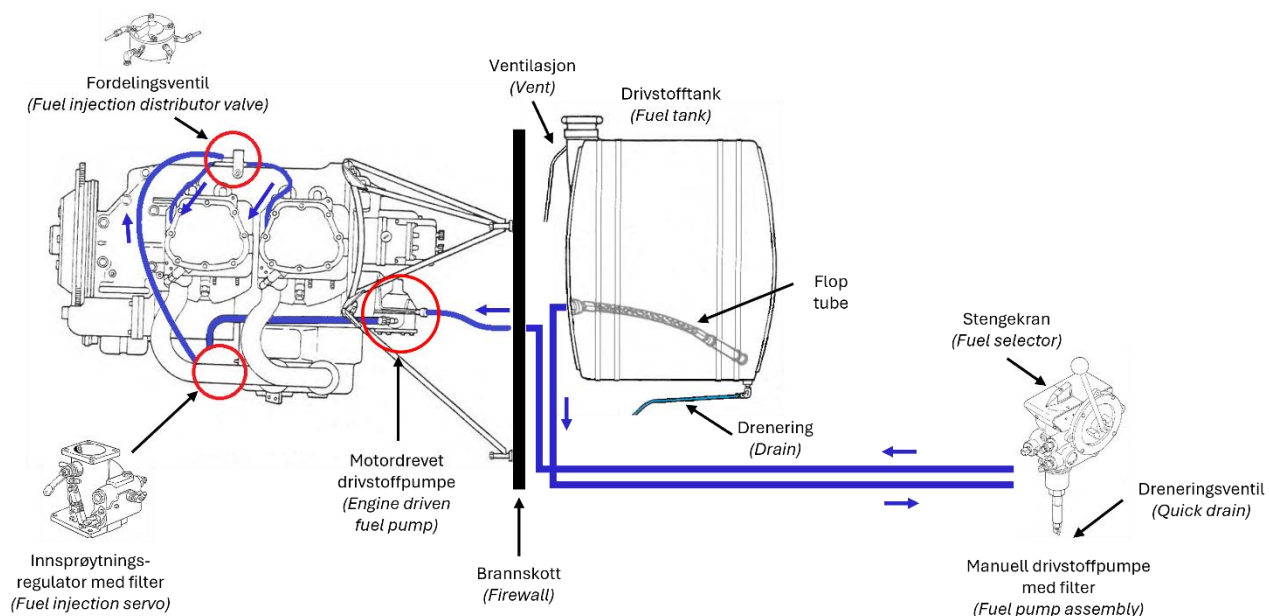
drivstoffslange (*flop tube*) med en vekt i enden. Slangens fleksibilitet og vekt er ment å sikre at enden av slangen – der den suger inn drivstoffet – blir liggende nede i drivstoffet uavhengig av flyets stilling.

På baksiden av tanken, synlig fra cockpit, var det montert et gjennomsiktig plastrør som fungerte som drivstoffmåler. Flygehåndboka inkluderer en merknad om at drivstoffmåleren ikke er ment for bruk på bakken, eller under flygning med mer enn 10–12 US gal. (ca. 37–45 liter) drivstoff om bord. Et rør med en dreneringsventil (*quick drain*) var montert på undersiden av tanken for å kunne drenere eventuelt vann som hadde samlet seg i bunnen. Tanken hadde et ventilasjonsrør, montert ved tanklokket, som gikk ned på undersiden av flyet.

Fra drivstofftanken gikk det rør langs venstre skrogside bakover til en manuell drivstoffpumpe (*fuel pump assembly*) montert på gulvet i bakre cockpit. Pumpen inkluderte en stengekran, et filter og en dreneringsventil (*quick drain*). Pumpen hadde en spak for å pumpe drivstoff fra tanken til motoren ved oppstart eller hvis den motordrevne pumpen feilet.

Fra den manuelle drivstoffpumpen ble drivstoffet ledet forover langs venstre skrogside, gjennom brannskottet og fram til en motordrevet drivstoffpumpe. Pumpen, av membrantype, ble drevet av motorens kamaksel.

Drivstoff under trykk ble ledet videre til en innsprøytningsregulator (*fuel injection servo*), via et filter. Regulatoren justerte blandingen av drivstoff og luft basert på posisjonen til håndtakene for gasspådrag (*throttle*) og blandingskontroll (*mixture*). Drivstoffet gikk deretter i en slange til en fordelingsventil (*fuel injection distributor valve*) montert på toppen av motoren, og derfra videre til fire dyser (*fuel nozzles*), som satt i innsuget til hver sylinder. Fordelingsventilen fordelte drivstoffet likt til de fire sylindrerne og stengte drivstofftilførselen når motoren ble stoppet og drivstofftrykket kom under et fastsatt nivå.



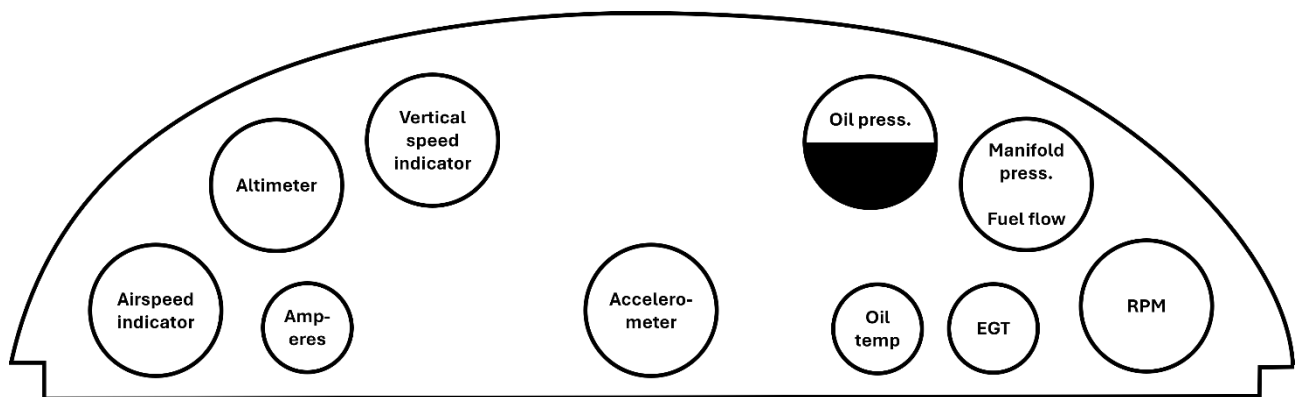
Figur 5: Forenklet skisse over drivstoffsystemet i LN-TBN. Illustrasjon: SHK

To Service Bulletins (SB) som omhandler *flop tube assembly* er gitt ut. SB370 *Fuel Quantity Site Tube & Flop Tube Assembly*, gitt ut i 1993, anbefalte alle eiere av Christen Eagle II eldre enn fire år å inspisere drivstoffslangens generelle tilstand, inkludert fleksibilitet, og bytte den hvis slangen var stiv. Service Bulletinen understreket også viktigheten av å inkludere inspeksjon av slangen som del av flyets vedlikeholdsprogram. I 2008 ble det gitt ut en ny Service Bulletin (nr. 376) som omhandlet *flop tubes* produsert av Stratoflex. SB-en varslet om et potensielt flysikkerhetsproblem hvor en stiv slange kunne føre til drivstoffmangel (*fuel starvation*) under flygning opp-ned, og eiere

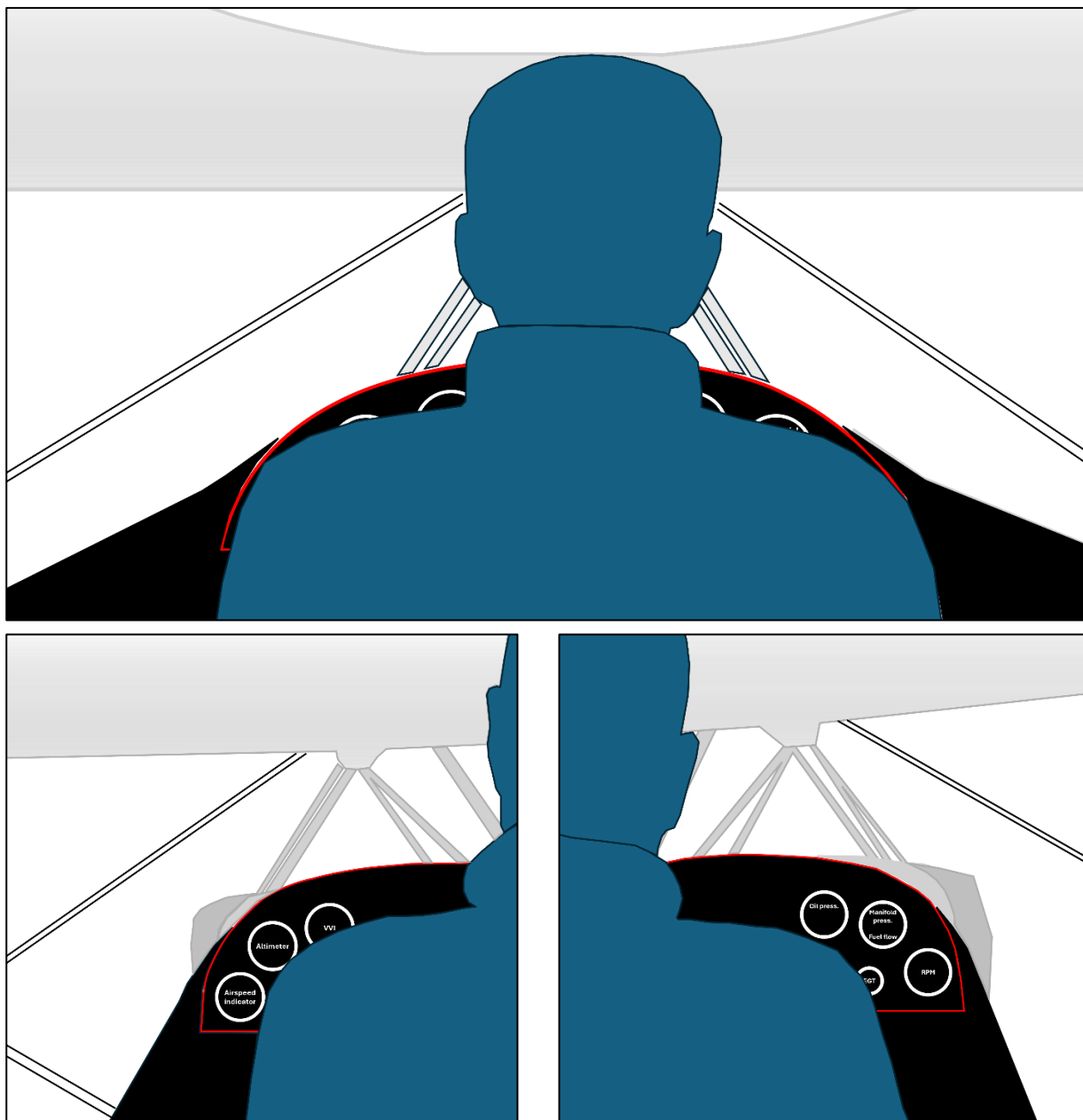
ble bedt om å bytte slangen. I henhold til vedlikeholdsdokumentasjonen til LN-TBN ble slangen byttet i 2008, og det har vært signert for inspeksjon ved flere etterfølgende vedlikehold.

1.6.6 INSTRUMENTERING

Alle fly- og motorinstrumenter var plassert på instrumentpanelet i fremre cockpit (se figur 6). For å få en bedre forståelse av flygerens mulighet til å observere instrumentene med en passasjer i forsetet, fikk Havarikommisjonen tilgang til en annen Christen Eagle. Undersøkelsene viste at med en middels stor mann i forsetet var flygeren ikke i stand til å se instrumentene ved normal sittestilling (se figur 7). Hastighetsindikatoren, høydeindikatoren og deler av indikatoren for vertikalhastighet kunne ses ved å lene seg til venstre. Ved å lene seg mot høyre kunne oljetrykk, manifoldtrykk, *fuel flow*, RPM og deler av EGT-indikatoren observeres. Med en større person i forsetet (eller en som lener seg til siden) vil oversikten over instrumentene bli ytterligere begrenset.



Figur 6: Instrumentpanelet i LN-TBN. Illustrasjon: SHK



Figur 7: Illustrasjon av flygerens sikt til instrumentpanelet med passasjer i forsetet, sett rett bakfra og ved at flygeren lener seg til venstre og høyre. Illustrasjon: SHK

1.6.7 DRIVSTOFF, VEKT OG BALANSE

Havarikommisjonen har ikke funnet noen dokumenter som viser drivstoffbeholdning eller vekt- og balanseberegninger for den aktuelle flygningen. Flygehåndboka inkluderer et generisk eksempel på vekt- og balanseberegninger med utgangspunkt i en vekt for flyger og passasjer på 190 lb (ca. 86 kg) hver. Dette eksempelet (se linje merket «example» i figur 8) viser flyets tyngdepunkt (Center of Gravity (CG)) innenfor begrensningene for akrobatikk. Basert på tilgjengelig informasjon har Havarikommisjonen gjort følgende beregninger for den aktuelle flygningen:

Drivstoff-forbruk ved ulike motorsettinger iht. flygehåndboka:

- | | |
|--|----------------------------|
| • Fullt kraftuttak (2 700 RPM/28,6 in Hg): | 15,8 US gal/t (ca. 60 l/t) |
| • 75 % (2 450 RPM/25,0 in Hg): | 12 US gal/t (ca. 45 l/t) |
| • 65 % (2 350 RPM/23,5 in Hg): | 10,5 US gal/t (ca. 40 l/t) |
| • 50 % (2 000 RPM/22,7 in Hg): | 8,1 US gal/t (ca. 31 l/t) |

Drivstoffestimat:

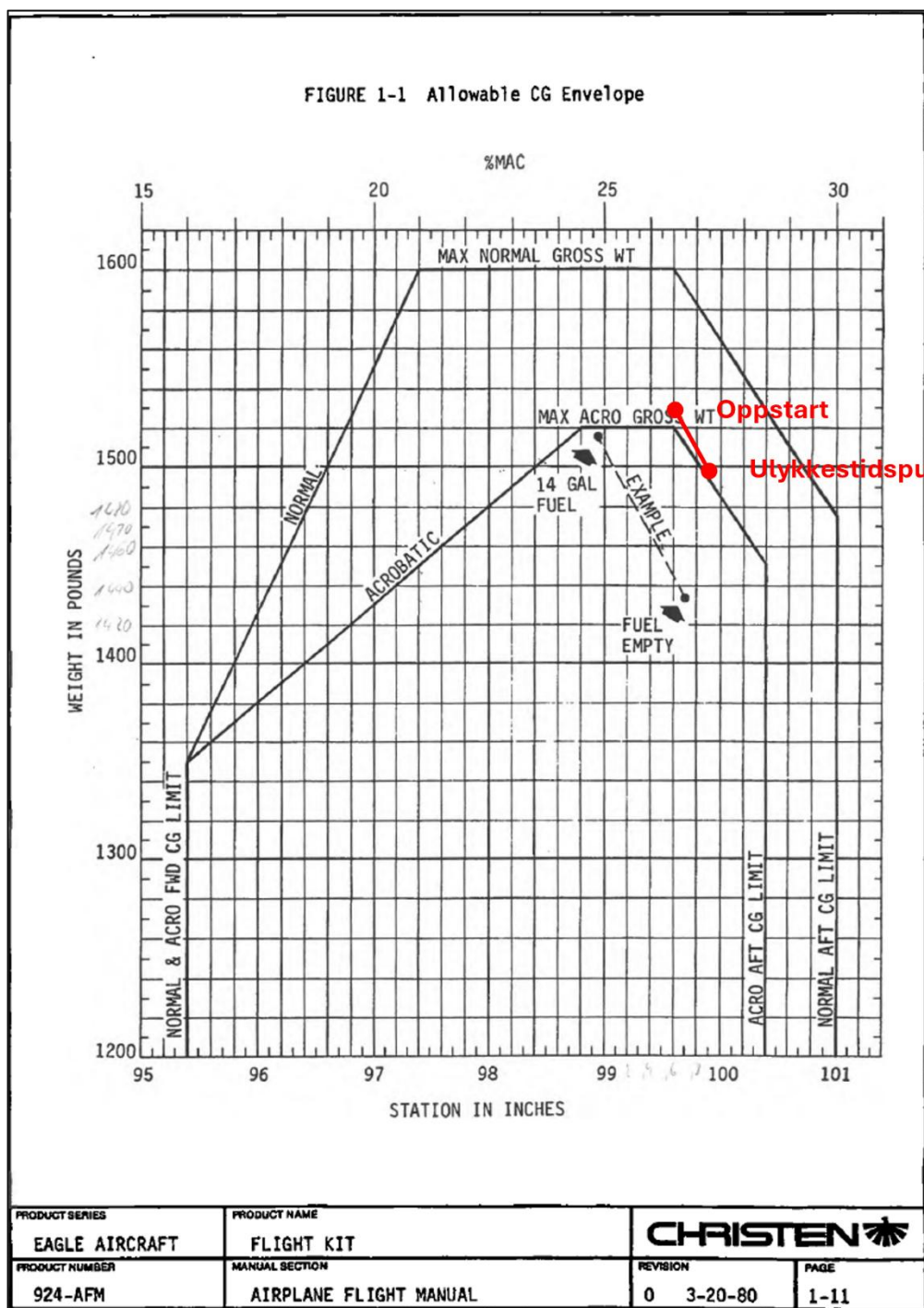
- 24. august 2023 gjennomførte LN-TBN en 10-minutters flytur med akro-flygning. I henhold til flyets reisedagbok var drivstoffbeholdningen 50 l før flyturen. SHK har estimert drivstofforbruket under flyturen til mellom 7,5 og 10 l.
- Estimert drivstoffbeholdning ved oppstart 28. august 2023: 40–42,5 l.
- Estimert forbruk under flygning:
 - Fra oppstart til akroflygning (28 min @ 50 %): 14,5 l
 - Manøvrering/akroflygning (4 min @ 75 %): 3 l
 - Fra akroflygning til havari (3 min @ 50 %): 1,5 l
- Estimert drivstoffbeholdning på ulykkestidspunktet: 21–23,5 l

Estimatet er basert på en antakelse om at fartøysjefen fløy med et relativt lavt kraftuttak (50 % under *cruise*). Hvis fartøysjefen faktisk fløy med 65 % motorkraft under *cruise*, vil forbruket ha vært ca. 4,5 l høyere. Informasjon SHK har fått tyder på at en normal motorsetting for *cruise* var 2 200 RPM med et manifoldtrykk på 22 in Hg, hvilket ville gitt et forbruk mellom det flygehåndboka indikerer for 50 % og 65 %.

Tabell 5 viser vekt- og balanseberegningene ved oppstart- og ulykkestidspunktet med utgangspunkt i en drivstoffbeholdning på 42,5 l ved start og 23,5 l på ulykkestidspunktet. Det er lagt til 3 lb (ca. 1,4 kg) for klær på vekten til både flygeren og passasjereren. Figur 8 viser vekt- og balanseberegningene i flyets CG-diagram.

Tabell 5: Vekt- og balanseberegninger. Data: SHK

Item	Weight (lb)	Station (in)
Empty weight	1 039,00	89,65
Pilot (aft seat)	183,00	143,37
Passenger (fwd seat)	223,00	111,32
Fuel	67,32	86,25
Parachute	15,20	143,37
At engine start:	1 527,52	99,63
Fuel used:	30,10	86,25
At time of accident:	1 497,42	99,90



Figur 8: CG under flygningen. Data: 924 Airplane Flight Manual / SHK

1.6.8 SETEBELTER

De originale setebeltene i flyet var byttet ut med nye setebelter fra Hooker Custom Harness, Inc. Beltene var 5-punktsbelter med dobbelt hoftebelte, og var i henhold til merket på beltene produsert i februar 2019. SHK har ikke kunnet stadfeste om beltene ble byttet mens flyet var i tsjekkisk eller norsk eie.

I henhold til flyets vedlikeholdsprosedyrer skal tilstanden til setebeltene sjekkes i forbindelse med 100 timers, eller årlig, inspeksjon:

92. Inspect seat belt and harness webbing, stitching, and attachment for wear, damage, and deterioration.

93. Check seat belt buckling and adjusting mechanism.

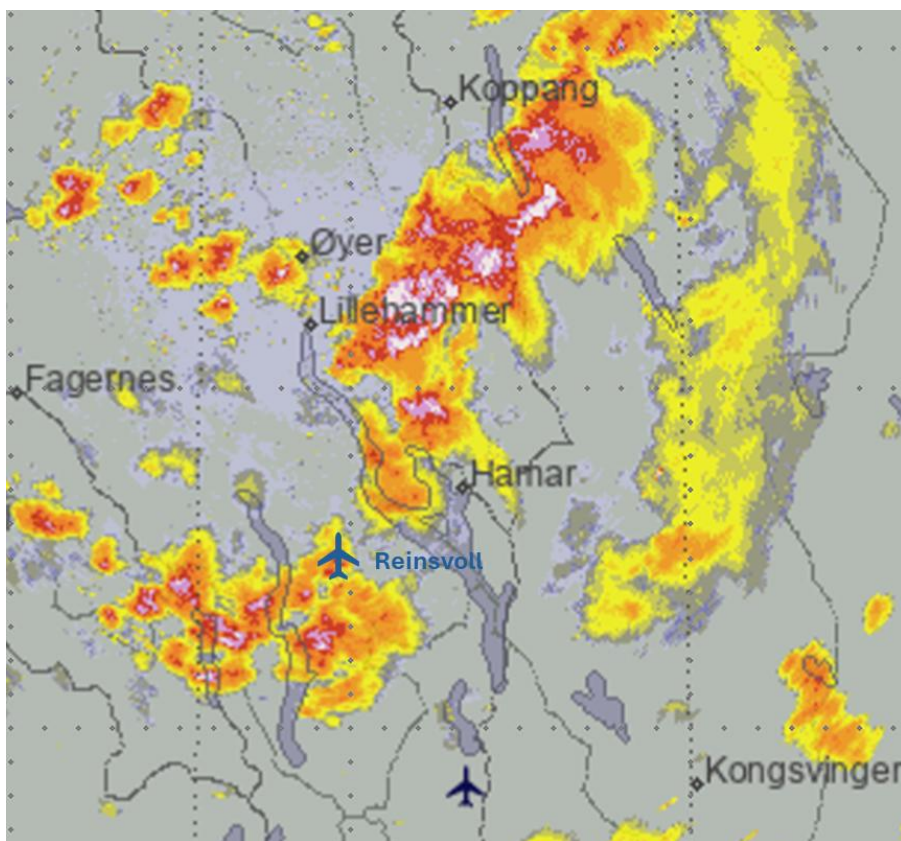
1.7 Været

Det gis ikke ut værobservasjon eller værvarsel i form av METAR og TAF for Reinsvoll flyplass. En værrapport utarbeidet av Meteorologisk institutt beskriver været i området for tidsperioden rundt flygningen som preget av bygeskyer (*Towering Cumulus* (TCU) og *Cumulonimbus* (CB)) og mellomhøye skyer. Bakketemperaturen var mellom 15 og 17 grader C, og med duggpunkt mellom 11 og 14 grader C. Bakkevinden var hovedsakelig 5–10 knop fra sørvest med vindkast omkring 10–15 knop. I forbindelse med bygene kunne vindforholdene være annerledes, og rapporten sier følgende:

I forbindelse med bygene som var i området, vil vindforholdene være helt annerledes der det inne i bygeskyen kan forekomme både kraftige oppad- og nedadgående luftstrømmer, og på bakken kan det komme relativt kraftige utfallsvinder. Dette gjelder særlig fra de kraftigste CB-skyene og i forbindelse med bygelinjer.

En radaranimasjon viser en bygelinje som passerer over Reinsvoll rundt ulykkestidspunktet (se figur 9).

Rundt tidspunktet for ulykken ble det registrert noen lynutslag nær Oslo og nordøst for Lillehammer, men ingen nær Reinsvoll flyplass. Basert på satellittbilder ble lynutslagene registrert i områdene med de mest konvektive og kraftigste bygeskyene.



Figur 9: Radarbilde fra Hafjell værradar kl. 1850. Data: Meteorologisk institutt

Video fra oppstart, avgang og akroflygning viser at det var overskyet vær, men bevegelsen i trærne tyder ikke på at det var mye vind rundt flyplassen. Det er ikke stilt spørsmål til vitnene om været rundt ulykkestidspunktet, og ingen av dem har nevnt det som en faktor.

1.8 Navigasjonshjelpemidler

Ikke relevant.

1.9 Samband

Flyet var utstyrt med VHF-radio og transponder med mode S. Flyturen har foregått i ukontrollert luftrom og SHK har ingen informasjon om at det har vært kommunikasjon mellom LN-TBN og lufttrafikkjenesten, eller mellom LN-TBN og andre fly. I henhold til lokale prosedyrer ved Reinsvoll skal det sendes blindmelding ved alle rapporteringspunkter og rutinemessige posisjonsmeldinger i landingsrunden (jf. Gjøvik og Toten flyklubb driftshåndbok, pkt. 4.5).

1.10 Flyplasser og hjelpemidler

Reinsvoll flyplass (ENRV) ligger på vestsiden av rv. 4, ca. 6 km sør-sørvest av Raufoss. Flyplassen er privat og driftes av Gjøvik og Toten Flyklubb under konsesjon gitt av Luftfartstilsynet. Aktiviteten omfatter primært skoleflygning, brannvakt og privatflygning med fly med største tillatte totalvekt 5 700 kg.

Flyplassen ligger 1 380 ft (421 m) over havet. Rullebanen har retning 16-34, og er 630 x 20 m med dekke av grus. Flyplassen er kun godkjent for VFR-flygning i dagslys. Luftrommet rundt flyplassen er ukontrollert opp til 4 500 ft, hvor Oslo TMA starter.

Ifølge Jeppesen-informasjon og informasjon i driftshåndboka for flyplassen (tilgjengelig på Gjøvik og Toten flyklubb sine nettsider) påvirker terreng på nordøstsiden av flyplassområdet innflygningen til rullebane 16 og utkltringen fra rullebane 34. I forbindelse med vind fra vest kan det oppstå situasjoner med vindskjær ved siste del av innflygningen til rullebane 16.

På ulykkesdagen var det observert kyr i sørlige del av flyplassområdet (på vestsiden av rullebanen) før avgang og etter ulykken. Kl. 2047 viser video fra politihelikopteret 19 kyr rett på vestsiden av rullebanen, omtrent der gammel rullebane/taxebane møter ny rullebane.

1.11 Flyregistratorer

LN-TBN var ikke utstyrt med flyregistrator. Dette er heller ikke påbudt for denne typen fly.

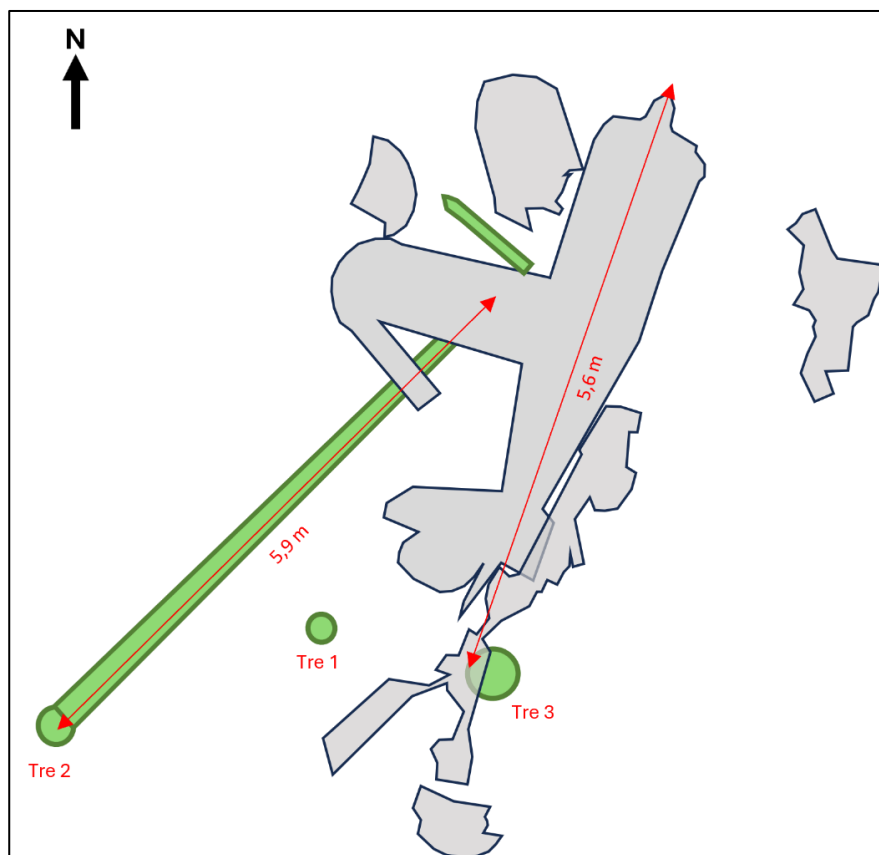
1.12 Havaristedet og flyvraket

1.12.1 HAVARISTEDET

LN-TBN havarte ca. 50 m sør av Seterputten tjern, som ligger ca. 500 m sør av terskel til rullebane 34 på Reinsvoll (N 60°39'52" Ø 010°34'17"). Havaristedet var i overgangen mellom et myrområde og et skogholt (se figur 10). Trær i varierende størrelse omringet havaristedet, men det var relativt åpent mot vest-sørvest, som er den retningen flyet er antatt å ha kommet fra. Tre trær som stod tettest mot havaristedet ble skadet av flyet (se figur 11). Området rundt havaristedet ble undersøkt med drone uten at det ble observert skader på andre trær.



Figur 10: Områdebilde av havaristed, sett mot nordøst. Foto: SHK



Figur 11: Illustrasjon av fly og trær på havaristedet. Illustrasjon: SHK

Flyet kappet to mindre trær, og lagde skrapemerker og kutt i barken på et større tre. Tre nummer 1 var det minste treet, og var kuttet av i underkant av to meter over bakken (se figur 12). Tre nummer

2 var brukket ved rota og kuttet i fire deler. Den nederste delen var 5,9 meter lang, og lå langs bakken fra der det hadde stått og inn mot flyets venstre side. Den nest nederste delen var ca. 0,8 meter lang, og lå ved flyets venstre side. Den nest øverste delen var ca. 1,3 meter lang og lå ca. 7–8 meter fremfor flyet. Treetoppen var brukket bakover og lå bak flyet. Treet totale lengde var i underkant av 13 meter. Det midterste kuttet gjennom treet så ut til å gå nedenfra og oppover, sett i flyets antatte fartsretning. De to andre kuttene gjennom treet var skråkutt, med laveste kutt punkt på treet høyre side (sett i flyets antatte fartsretning).

Tre nummer 3 sto rett bak der halen på flyet ble liggende, og hadde diverse skrapemerker og kutt i barken de nederste ca. 5,5 meterne (se figur 13).



Figur 12: Tre nummer 1. Foto: SHK



Figur 13: Tre nummer 3. Foto: SHK

1.12.2 FLYVRAKET

LN-TBN ble liggende relativt samlet på havaristedet (se figur 4 og figur 14). Flyet hadde stoppet inn mot en liten forhøyning i terrenget, og spinneren til propellen lå halvveis ned i skogbunnen og inn mot en stein på høyre side. Det ene propellbladet stod rett opp og så i utgangspunktet relativt uskadet ut, med unntak av to små deformasjoner på forkant av bladet nær bladrota. Det andre propellbladet ble først synlig da flyet ble løftet ut. Det ble da tydelig at bladet var bøyd bakover under flyet. Nesa på flyet var bøyd noe ned og trykket inn, og flykroppen var noe bøyd mot venstre. Akrylglasset i canopyen var knust, mens rammen til canopyen var i låst posisjon.



Figur 14: Fra havaristedet. Foto: SHK

Drivstofftanken var tom da Havarikommisjonen kom til havaristedet, men personell som ankom stedet rett etter ulykken forklarte at de hadde luktet drivstoff.

Alle vingene var brukket av. Øvre senterving var fremdeles festet til skroget. Nedre høyre vinge var brukket av ved vingeroten og lå bakover langs høyre side av skroget. Balanserorene til begge vingene på høyre side var fremdeles koblet sammen, men var slått av vingen og lå bak flyet (fra tre nummer 3 og videre bakover). SHK ble informert om at én vinge hadde ligget over cockpit og var flyttet for å få tilgang til de omkomne. Dette var mest sannsynlig venstre overvinge. Begge vingene på venstre side var brukket av og lå på venstre side av flyet.

Halefinnen med sideror var festet til halepartiet på flyet, og var relativt uskadet. Ytterste tredjedel av venstre høyderor var slått av. Utover dette var venstre høyderor fremdeles festet til den horisontale stabilisatoren. Stabilisatoren hadde overflateskader, men så ellers strukturelt intakt ut. Venstre høyderorstrim sto opp (*nose down*). På høyre side av halepartiet var både den horisontale stabilisatoren og høyderoret slått bakover og ødelagt.

I cockpit var glasset på g-måleren og oljetrykksindikatoren knust, og *manifold pressure/fuel flow* indikatoren var slått inn. G-måleren stod på -1,6 og +11,2 g (indikatorens skala fra -4 til +12 g). Timetelleren på turtallsindikatoren viste 1 635,2 timer. Utover dette ga ingen av instrumentene relevant informasjon.

Alle bryterne i bakre cockpit (magneter, batteri, instrumenter, radio og generator) var i av-posisjon da Havarikommisjonen kom til ulykkesstedet. SHK har ikke kunnet bekrefte hvem som har skrudd av bryterne. Øvrige kontroller i cockpit ble funnet i følgende posisjoner:

- Throttle – Full open.
- Propeller – High RPM (ca. 1 cm fra helt inne).
- Mixture – Rich (helt inne).
- Høyderorstrim – Full nose down.
- Canopy – Locked.

Etter en innledende undersøkelse på havaristedet ble vraket transportert til Havarikommisjonens hangar i Lillestrøm for nærmere undersøkelser. Disse undersøkelsene er beskrevet i kapittel 1.16.

1.13 Medisinske og patologiske forhold

Både flyger og passasjer ble obdusert ved Oslo universitetssykehus. Obduksjonsrapportene beskriver omfattende skader i hodet og brystet for begge de omkomne, i tillegg til bruddskader i bena. Skadene i hode og bryst antas å være dødsårsaken. Det ble ikke gjort funn som tilsier at flygeren kan ha hatt et illebefinnende før ulykken. Det ble heller ikke påvist alkohol, legemidler eller narkotiske stoffer ved rettstoksikologisk undersøkelse av blod og urin.

1.14 Brann

Det oppsto ikke brann i forbindelse med ulykken.

1.15 Overlevelsesaspekter

Et vitne som befant seg i underkant av 700 meter fra havaristedet så flyet forsvinne bak trærne og hørte et smell. Vitnet ringte umiddelbart Akuttmedisinsk kommunikasjonssentral (AMK) og meldte fra om observasjonen og antakelsen om at flyet hadde gått ned rett sør for Reinsvoll flyplass. Det ble foretatt trippelvarsling av hendelsen til alle nødetatene ca. kl. 1855, og Hovedredningssentralen (HRS) ble varslet for overordnet ledelse og koordinering av luftressurser. Brannvesen, ambulanse og politi ankom Reinsvoll flyplass rundt kl. 1915. Samtidig ankom et helikopter fra Norsk Luftambulanse (NLA) som startet søk etter flyet. Flyet ble raskt lokalisert. Helikopteret landet på et åpent område ca. 200 meter fra havaristedet, hvorpå lege og redningsmann tok seg frem til havaristedet til fots. Flyger og passasjer ble funnet i flyet, og begge ble bekreftet omkommet.

1.16 Spesielle undersøkelser

1.16.1 UNDERSØKELSE AV FLYET

1.16.1.1 Generell undersøkelse av flyvraket

Havarikommisjonen har gjennomført en grundig undersøkelse av flyvraket. Følgende ble observert:

- Vraket hadde skader som var forenelige med at det hadde truffet bakken med hastighet både forover og nedover. Eksempelvis var begge understellsleggene slått opp og bakover, og hadde blitt bøyd av skrogrammen.
- Rørene i skrogrammen var deformert mange steder. Særlig i området ved innfesting av understellet og på undersiden av skroget bak cockpit var skadene store. Foran var skrogrammen presset inn, særlig i nedre del. Tårnet som holdt den øvre vingen var tilnærmet uskadet. Likeledes var halehjulet og innfestningen av halehjulet tilnærmet uskadet. I halepartiet var nedre høyre *longeron* knekt, og området bar preg av å være trykket inn.
- Begge setene var trykket ned og deformert. Likeledes var gulvbordene i cockpit oppsprukket og delvis deformert. Fremre instrumentpanel var bøyd forover på midten. Tilsvarende var instrumentene og bryterpanelet i bakre cockpit forskjøvet noe fremover.
- Rammen til canopyen var lukket og låst, mens canopy-glasset var knust.
- Vingebjelkene i de fire vingene var knekt av. En ca. 50 cm lang seksjon av nedre venstre vinge satt igjen, festet i skroget. Fremkanten av vingen var forsterket med en tynn metallplate, og i bruddflaten var metallet deformert. Deformasjonen hadde en form og vinkel som syntes å være resultat av sammenstøt med et tre, hvor flyet har vært i en svak venstre sving med nesa ca. 20 grader under horisonten. Blant vrakrestene ble det funnet to andre løse metallforsterkninger fra fremkanten av vingene som synes å være deformert i forbindelse med sammenstøt med trær.

Alle brudd i vingeinnfestinger, stag, beslag og barduner var forenelige med overbelastninger skjedd i forbindelse med havariet.

- Havarikommisjonen har ikke funnet rester av fugl på flyvraket.

1.16.1.2 Rorflater og flygekontroller

Rorflater med tilhørende flygekontroller ble undersøkt med tanke på om de var intakte før havariet. Følgende ble observert:

- Stikkene i fremre og bakre cockpit var koblet sammen og kunne beveges. Det var kontinuitet mellom stikkene og høyderoret, og roret beveget seg med stikkeinput. Skader på høyre høyderor og en bøy på høyderorsstaget bak cockpit forhindret fulle utslag.
- Det var kontinuitet mellom pedalene i fremre og bakre cockpit og sideroret.
- Balanserorsstagene som gikk gjennom de nedre vingene, var kuttet. Det var dermed ingen kontinuitet mellom stikkene og balanserorene. Da stikkene ble beveget sideveis, beveget balanserorsstagene frem til bruddflaten seg. Skadene var forenelig med å ha oppstått under havariet.
- Det var kontinuitet mellom kontrollspaken til høyderorstrimmen og trimroret på venstre høyderor, og trimroret beveget seg med kontrollspaken. På høyre side var den horisontale stabilisatoren slått bakover og trimroret og staget som koblet denne til den horisontale stabilisatoren var slått av.

1.16.1.3 Motor

Følgende ble observert ved undersøkelser av motoren:

- Det rant litt motorolje fra oljesumpens dreneringsventil (*quick drain*). Dreneringsventilen var trykket inn slik at den sto i åpen stilling og dreneringsrøret var bøyd bakover. Det ble kun funnet noen dråper motorolje i oljesumpen.
- Motorens oljefilter ble demontert og inspisert. Inspeksjonen av filterelementet avdekket ikke metallspon eller andre unormaliteter.
- Ventildekslene ble tatt av. Den synlige delen av ventilene og ventilmekanismen ble vurdert å være normal. Samtlige ventiler beveget seg normalt da motoren ble rotert.
- De øvre tennpluggene ble tatt ut og en lekkasjesjekk foretatt på kald motor. Sylinderekkasjen ble målt mot et referansetrykk på 80 psi. Dette ga følgende resultater:

Sylinder nr. 1: 73 psi

Sylinder nr. 2: 72 psi

Sylinder nr. 3: 77 psi

Sylinder nr. 4: 76 psi

- Sylindrerne ble avmontert og inspisert. Det ble ikke funnet noe å bemerke ved sylindrerne, stempeltoppene, stempelringene eller ventilene.
- Samtlige tennplugger hadde normalt utseende.
- Sjekk av tenningstidspunktet viste at venstre magnet tente 19,8° før øvre dødpunkt. Tilsvarende tente høyre magnet 19,5° før øvre dødpunkt.
- Magnetbryteren og tilhørende ledninger ble testet med multimeter uten at feil ble funnet.

- Begge tenningsmagnetene, tennpluggledningene og tennpluggene ble tatt med til Norrønaflly Rakkestad for nærmere undersøkelser. Personell fra Havarikommisjonen var til stede. Det ble ikke avdekket feil ved komponentene.
- Luftfilteret var noe trykket sammen og var delvis dekket av furunåler, mose og jord i forkant. Det var ingenting som tydet på at filteret hadde vært tett eller begrenset luftinntaket før havariet.
- Forbindelsen fra *throttle*-håndtaket til *fuel injection servo* var skadet, men sammenhengende.
- Forbindelsen fra *mixture control* til *fuel injection servo* var skadet, men sammenhengende.

1.16.1.4 Propell og propellerkontroll (governor)

Propell type Hartzell HC-C2YK-4F/FC7666A-2 med serienummer AU14714B og *governor* F-6-56 med serienummer D4659-TJ ble tatt med til Norrønaflly Propeller & NDT for nærmere undersøkelser. Personell fra Havarikommisjonen var til stede. Følgende relevante funn ble gjort under demontering av propellen:

- Ytre halvdel av blad nr. 1 var bøyd svakt forover. Med unntak av et par mindre deformasjoner på forsiden av bladet nære bladroten, var det ingen åpenbare tegn til ytre skade.
- Blad nr. 2 var bøyd kraftig bakover og hadde to dype kutt i bladets *leading edge*, i tillegg til en rekke kutt og skraper både på langs og på tvers av bladet.
- Tappene som styrer posisjonen på bladene (*pitch change knobs*) var brutt av på begge bladene.
- Flensen som holder propellen fast til motorens veivaksel (*hub flange*) var svakt bøyd.
- Begge balansevektene (*counter weights*) hadde slått inn i sylindren i propellmekanismen. Vekten tilhørende blad nr. 2 hadde slått hull og punktert sylindren foran stempelet.
- Stempelet i propellmekanismen var i fremre posisjon (*low pitch*) da balansevekten tilhørende blad nr. 2 hadde slått inn i og punktert sylindren.
- Propellen ble vurdert å ha vært i god stand før havariet, både utvendig og innvendig. Skadene som ble funnet ble vurdert å komme fra havariet.



Figur 15: Propellblad nr. 1 fra LN-TBN (merket med grønn tape) lagt ved siden av et tilsvarende propellblad viser at ytterste del av bladet er bøyd forover. Foto: SHK



Figur 16: Propellblad nr. 2 fra LN-TBN. Røde piler indikerer to markante kutt i bladets leading edge.
Foto: SHK

Relevante funn ved undersøkelse av *propeller governor*:

- Ikke noe unormalt funnet ved utvendig inspeksjon av *propeller governor*.
- Testkjøring i benk viste tilfredsstillende resultater. Ett lite avvik ved lavt turtall ble observert, men dette er ikke unormalt og er ikke ansett å ha betydning.

Siden *governoren* hadde tilfredsstillende funksjon under kjøring i benk, ble det ikke ansett nødvendig å demontere enheten.

1.16.1.5 Drivstoffsystem

Undersøkelser av drivstofftanken viste at den hadde hull i bunnen og var tom for drivstoff. Tanken var deformert flere steder. I tanken ble det funnet en løs O-ring som det antas skulle sittet ytterst på tankens *flop tube*. Ved utmontering av *flop tube* ca. en og en halv uke etter ulykken viste det seg at slangen var stiv og hadde svært redusert fleksibilitet. Basert på kjent problematikk rundt at *flop tubes* kan miste fleksibilitet over tid, ble det besluttet å legge slangen i drivstoff over natten for

å se om den ville gjenvinne noe fleksibilitet. Slangens fleksibilitet ble deretter vurdert ved at slangen ble holdt horisontalt og høyden fra slangens festepunkt til innsug ble målt. Målingen viste at slangen flekset ned ca. 25 cm fra festepunktet, og at den flekset like mye om den ble holdt «rett» vei eller opp-ned.

Det ble også gjort en test for å se om slangen ville tørke ut og bli stivere hvis den ikke var kontinuerlig nedsunket i drivstoff under flygning. Slangen ble tatt ut av drivstoffet og fleksibiliteten ble vurdert en rekke ganger over en periode på 55 minutter uten at den endret seg nevneverdig. Siden det var antatt at flyet hadde vært parkert med minimum 40 liter drivstoff, og dette var godt over nivået for å dekke slangen, ble det ikke ansett relevant å teste slangen ytterligere.

Utover inspeksjon av drivstofftank og test av *flop tube* ble følgende observasjoner gjort ved undersøkelse av drivstoffsystemet:

- Ventilasjonsrøret fra drivstofftanken var åpent.
- Filteret i den manuelle drivstoffpumpen var rent og uskadet. Dreneringsventilen i bunnen av filterhuset var slått av og filterhuset var tomt. Stengekranen ble testet med trykkluft og fungerte normalt. Den manuelle pumpen ble funksjonstestet med vann og fungerte normalt.
- Det ble funnet i underkant av 1 dl drivstoff i rørene mellom drivstofftanken, den manuelle drivstoffpumpen og koblingen på brannskottet.
- Det ble funnet noen dråper drivstoff i slangen mellom brannskottet og den motordrevne drivstoffpumpen.
- Motorens drivstoffpumpe ble demontert og inspisert. Det ble funnet et par milliliter drivstoff inne i pumpen, men ellers var den ren. Membranene og ventilene var uskadet og fungerte som forutsatt. Pumpen var mekanisk hel og uskadet. Da motoren ble rotert gikk tappen som opererer drivstoffpumpen inn og ut i takt med motorens rotasjon. Tappen gled uanstrengt i foringen.
- Det ble funnet noe drivstoff i slangen mellom den motordrevne drivstoffpumpen og *fuel injection servo*, men slangen var ikke full.
- Drivstoffilteret på *fuel injection servo* ble tatt ut og sjekket. Filteret var rent, men bare et par milliliter med drivstoff rant ut av enheten i forbindelse med at filteret ble tatt ut.
- Det ble ikke funnet drivstoff i slangen mellom *fuel injection servo* og *fuel injection distributor valve*.
- Det ble funnet noen få dråper drivstoff ved stampelet (*poppet valve*) i *fuel injection distributor valve*. Membranen i fordelingsventilen var hel og fin.

Fuel injection servo (delenummer 2524054-11, serienummer 77088), *fuel injection distributor valve* (delenummer 2524232-2, serienummer 932J) og fire *fuel nozzles* (delenummer 2524864-2) ble sendt til Precision Airmotive LLC i Washington, USA for nærmere undersøkelser. Den amerikanske havarikommisjonen NTSB var til stede ved undersøkelsene. Noen mindre ytre skader ble funnet, men alle komponentene passerte fabrikkens testprosedyrer (Acceptance Test Procedures – ATP) uten anmerkninger. Precision Airmotive opplyste at den tilsendte *fuel injection servo* forlot fabrikken i 2007, og de har ikke registrert at den har vært overhålt siden. I henhold til Service Bulletin PRS-97, revisjon 2, utgitt av Precision Airmotive er overhalingsintervallet for servoen 12 år. Flyets tekniske journal indikerer at servoen var montert i flyet i 2008, og SHKs har ikke funnet dokumentasjon som tilsier at servoen har vært overhålt siden installasjon.

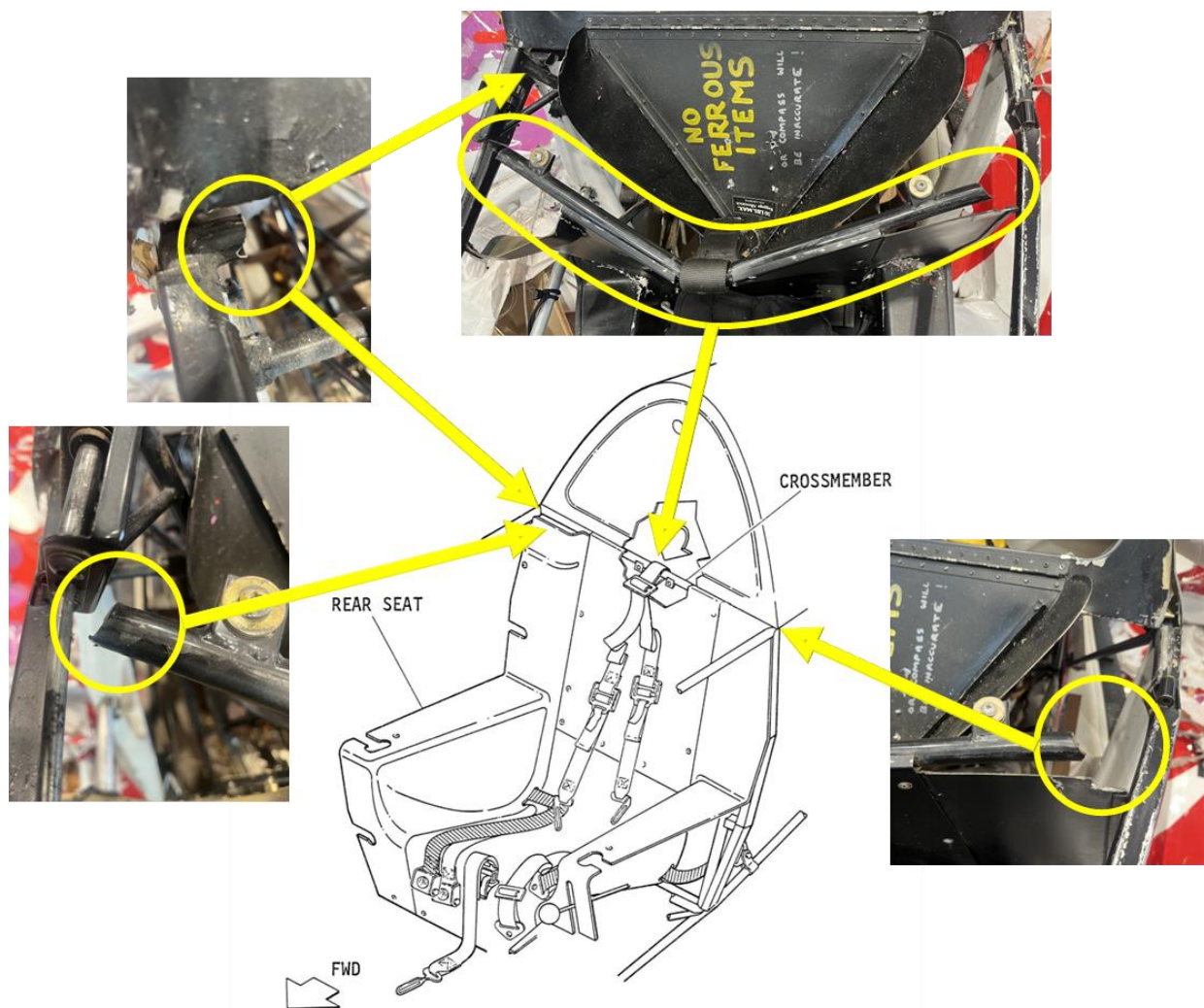
1.16.2 PRØVER AV DRIVSTOFF

I etterkant av flyulykken ble det tatt en drivstoffprøve fra drivstoffanlegget på Reinsvoll flyplass. Prøven ble sendt til Petrotest AS for analyse av utseende (vann og større partikler), vanninnhold, damptrykk og destillasjonsprofil. Resultatene ble sammenlignet med kravet til AVGAS 100LL i ASTM D910 *Standard specification for Aviation Gasolines*. Analysen viste at prøven ikke hadde synlige partikler eller fritt vann, og at den tilfredsstilte kravet til AVGAS 100LL.

1.16.3 SETER OG SETEBELTEINNFESTING

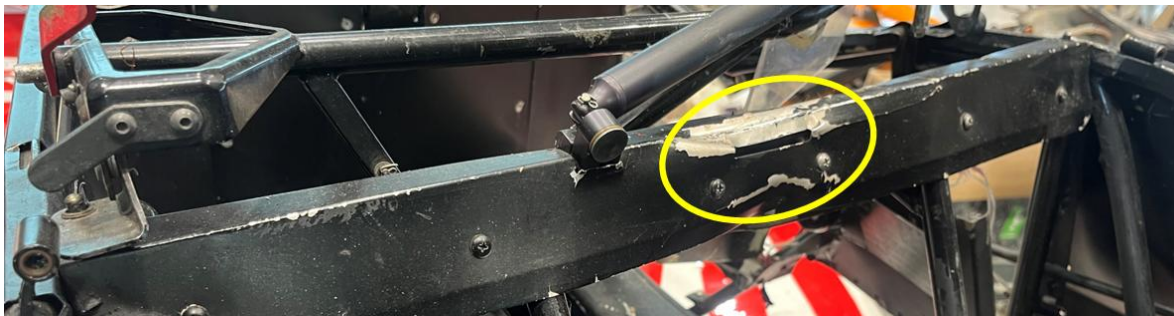
Undersøkelsene viste at begge setene var slått ned mot gulvet, og stålrammen som holdt setene var bøyd ned. Rammen under forsetet hadde i tillegg flere brudd.

I bakre cockpit var tverrstaget skulderselen var festet til bøyd fremover. Tverrstaget var i tillegg revet av nært innfestingene til øvre *longerons* på begge sider (se figur 17).

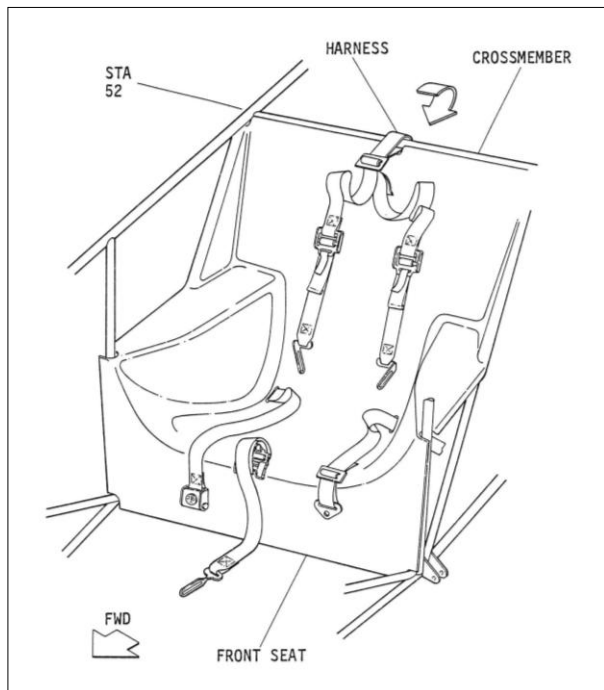


Figur 17: Brudd i innfesting og bøy av tverrstag for feste av skulderselen i bakre cockpit. Illustrasjon: Christen Eagle. Foto: SHK

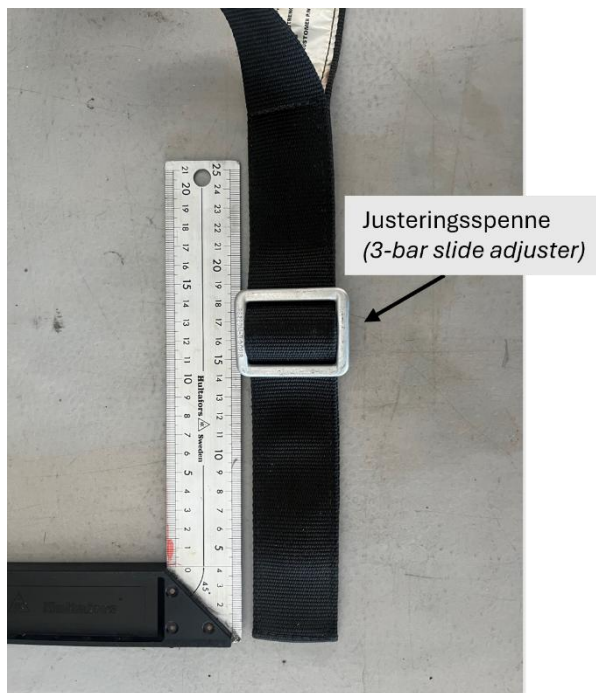
I fremre cockpit ble skulderselen funnet løs, og det var ingen bøy eller skader på tverrstaget selen skulle vært festet til. Over tverrstaget var det festet en brakett som skjulte selve tverrstaget, og som hadde et avlangt hull selen skulle ha vært tredd gjennom (se figur 18). Selen var hel og hadde ingen synlige skader. Ca. 14 cm fra enden av selen var det montert et beltefeste som selen skulle ha vært tredd tilbake gjennom for å låse selen fast til tverrstaget (se figur 20).



Figur 18: Tverrstag med overliggende brakett som skulderselen i forsetet skulle vært festet gjennom og rundt. Foto: SHK



Figur 19: Montering av skulderseler i forsete.
Illustrasjon: Christen Eagle/SHK



Figur 20: Justeringsspenne for montering av skulderseler i forsetet. Foto: SHK

Bilder fra før avgang viste at passasjerer brukte skulderselen, og denne lå tilsynelatende stramt ned langs ryggen til passasjerer.

1.17 Organisasjon og ledelse

1.17.1 GENERELT

LN-TBN var et privateid fly, og ble fløyet av eieren under ulykkesturen. Til tross for at bestiller av flygningen hadde funnet kontaktinformasjonen til flygeren på den lokale flyklubben sine nettsider var ikke flygningen i regi av flyklubben.

1.17.2 FLYGNING MED PASSASJERER

Forskrift 15. februar 2021 nr. 524 om luftfartsoperasjoner med nasjonalt sertifiserte luftfartøy pålegger fartøysjefen å informere eventuelle passasjerer om forhold rundt sertifisering og teknisk standard for luftfartøyet:

§ 5. Informasjon til passasjerene

Fartøysjefen skal informere passasjerene om de viktigste forskjellene mellom den planlagte

2. Analyse

2.1 Innledning	33
2.2 Hendelsesforløp	33
2.3 Mulige årsakssammenhenger	34
2.4 Overlevelsesaspekter	38
2.5 Funn uten direkte relevans for ulykken	39

2. Analyse

2.1 Innledning

SHKs forståelse av hendelsesforløpet er basert på vitneforklaringer og noe bilde- og videomateriale, samt undersøkelser av ulykkesstedet og flyvraket. Havarikommisjonen har ingen lagret elektronisk informasjon fra flyturen. Mange av vitnene har hørt, men ikke sett flyet, og det har vært stor usikkerhet knyttet til tidspunktene for observasjonene. Analysen innledes derfor med en redegjørelse av hvordan SHK vurderer observasjonene som synes å være mest relevante for hendelsesforløpet. I den forbindelse diskuteres også mulig årsak til at motoren i henhold til vitneobservasjoner fusket ca. 1,5 minutt før ulykken skjedde, samt i hvilken grad dette kan ha hatt betydning for det videre hendelsesforløpet.

Siden det er få spor som kan forklare ulykken har SHK i den videre analysen valgt å ta utgangspunkt i faktorer som er de vanligste årsakene til ulykker med småfly og eksperimentelle fly, og videre vurdert i hvilken grad disse samsvarer med funnene i undersøkelsene. Deretter vurderes overlevelsesaspekter ved ulykken, før analysen avsluttes med andre funn som ikke anses å ha hatt direkte relevans for ulykken.

2.2 Hendelsesforløp

Flere vitner har forklart at motoren gikk røft, og hostet underveis i flyturen. Enkelte av disse vitnene har mest trolig hørt flyet under første del av flyturen (under rundturen på østsiden av Reinsvoll). Motoren, slik den er installert på Christen Eagle II, har en litt annen lyd enn det som er vanlig på andre småfly. Motoren kan høres ut som den går røft, og dette kan ha fått mange av vitnene til å reagere. SHK finner det likevel lite sannsynlig at flygeren ville fortsatt flyturen, inkludert flydd akrobatikk, hvis han hadde oppfattet at motoren fusket eller gikk unormalt. Videoene fra motortest før avgang, avgang, overflygning og akrobatikk gir heller ingen indikasjoner på at det var noe feil med motoren. SHK anser det sannsynlig at flyet har fungert normalt, i alle fall frem til tidspunktet de var ferdig med akroflygningen.

På vei sørover etter akroflygningen har et vitne forklart at han mente flyet kunne ha flydd opp-ned en periode før det svingte nordover tilbake mot flyplassen. Vitnet har vært såpass overbevist at han ringte og spurte en flyger han kjente om dette i det hele tatt var mulig. Vitnet mistet flyet ut av synet i deler av tiden han mente det kunne ha flydd opp-ned. Basert på forklaringen har SHK estimert at flyet har vært ute av syne i litt over 20 sekunder. Selv om flyet teknisk sett kan fly opp-ned i 20 sekunder, finner SHK det uvanlig å fly opp-ned såpass lenge. I den grad det stemmer at flyet har vært opp-ned, er det kanskje mer sannsynlig at de har gjennomført en eller flere *rolls*.

Flere uavhengige vitner har forklart at de hørte flymotoren fuske på et tidspunkt som sammenfaller med posisjonen indikert i figur 3, kort tid etter at flyet svingte tilbake mot flyplassen. Denne fuskingen ble beskrevet som 2–3 kraftige smell, eller feiltønning. Sammenfallende beskrivelse og tidspunkt for observasjonene gjør at SHK mener at motoren kan ha fusket eller gått urent på dette tidspunktet. Etter dette skal motoren ha gått normalt ifølge vitnene.

Flyet fortsatte inn mot flyplassen før det gjorde en vid venstresving og fløy inn mot flyplassen fra sørvest. Flere vitner som så flyet på dette tidspunktet, har da forklart at nesa på flyet brått gikk ned. Basert på hvor flyet var og i hvilken høyde, mener SHK at den brå nedstigningen ikke har vært en del av normal manøvrering. Manøveren kan ha vært utilsiktet eller et resultat av problemer med flyet. Tre av de som så flyet har vært sikre på at de hørte et smell rett før nesa på flyet gikk ned. Når det gjelder hva vitnene hørte videre spriker forklaringene, og det er vanskelig å danne seg et klart bilde av om motoren gikk eller ikke etter at nesen droppet. Hvis det var problemer med

motoren, enten ved at den hadde stoppet eller ved at motorkraften var redusert, kan det ha gjort at flygeren dyttet nesen ned for å opprettholde hastigheten mens han prøvde å restarte motoren eller håndtere problemet. Et kutt gjennom et tre rett ved havaristedet tyder på at propellen roterte rett før de traff bakken. Kuttet gikk nedenfra og oppover og kuttflaten var relativt glatt. Det er vanskelig å se for seg at noe annet enn propellen kan ha forårsaket kuttet. Skader og merker på det ene propellbladet som lå bøyd under flyet etter havariet tyder også på at propellen roterte, og at den må ha stoppet brått etter at flyet traff bakken (ca. ¼ rotasjon). SHK mener at propellen ikke ville rotert med tilstrekkelig hastighet til å kutte treet om motoren ikke hadde gått. Det er likevel ikke mulig å avgjøre om motoren leverte full effekt.

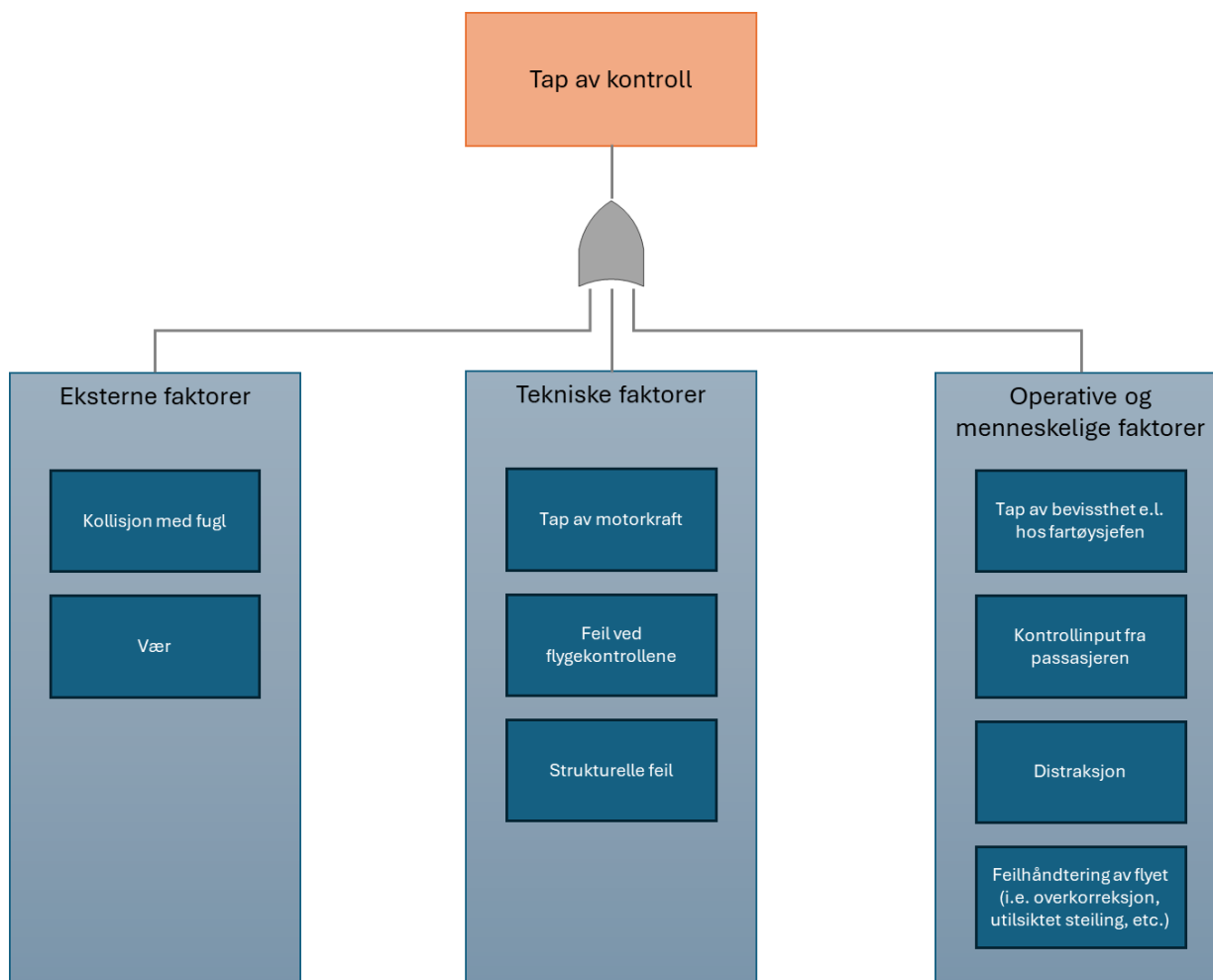
Merker i fremkant av nedre venstre vinge tyder på at flyet traff trærne på ulykkesstedet med nesa rundt 20 grader under horisonten i en svak venstre sving. Skadene på flyet – hvordan nesen var bøyd noe ned og inn – kan tyde på at flyet traff bakken med omtrent samme nesestilling. Vingene ble slått av i sammenstøtet med trærne ca. 7 meter over bakken. Gitt avstanden fra trærne til der flyet ble liggende, må flyet deretter ha falt med en relativt bratt vinkel (ca. 40 grader) mot bakken og stoppet brått mot en liten forhøyning i terrenget.

At flyet traff trærne med nesen ca. 20 grader under horisonten etter at vitner har beskrevet at flyets nese gikk brått nesten rett ned, kan indikere at flygeren gjorde et forsøk på å rette opp flyet. Havarikommisjonen har ingen indikasjoner på at flyet har vært i spinn.

2.3 Mulige årsakssammenhenger

2.3.1 INNLEDNING

Nedenfor drøftes ulike faktorer som hver for seg eller i kombinasjon kan ha bidratt til tap av kontroll og dermed til havariet. Faktorene som listes under er ikke uttømmende, men er typiske faktorer som bidrar til ulykker med småfly og eksperimentelle fly.



Figur 21: Forenklet feiltre-modell. Mulige scenarioer som kan føre til tap av kontroll. Illustrasjon: SHK

2.3.2 EKSTERNE FAKTORER

SHK har vurdert om været kan ha vært en faktor i ulykken. Flyplassinformasjon om lokale værforhold tilsier at det kan være vindskjær på siste del av innflygningen til rullebane 16 ved vind fra vest. LN-TBN var ikke i en posisjon for at dette anses relevant.

Værrapporten fra Meteorologisk institutt tilsier at det var mulighet for utfallsvinder fra de kraftigste CB-skyene og i forbindelse med bygelinjene. I områdene med de mest konvektive og kraftigste bygeskyene ble det også registrert lynutslag. Radaranimasjon viser en bygelinje som passerer over Reinsvoll rundt ulykkestidspunktet (se figur 9) med noen mindre, men kraftige bygeskyer som passerer sør for flyplassen. De kraftigste bygene synes likevel å være i området øst for Lillehammer. Her ble det også registrert lynutslag. Det ble ikke registrert lynutslag nært Reinsvoll. Ingen av vitnene SHK har snakket med har nevnt at det var noen spesielle vær- eller vindforhold på ulykkestidspunktet. Gitt at Christen Eagle er et relativt lett fly med mye motorkraft og at det befant seg på cruise i ca. 1 000 ft over bakken, finner SHK det heller ikke spesielt sannsynlig at de rapporterte værforholdene skulle ha presset flyet ned. SHK finner det derfor lite sannsynlig at været har vært en faktor i ulykken.

Et vitne har forklart at han observerte traner i området sør av flyplassen tidligere på dagen. SHK har ikke gjort funn som samsvarer med at LN-TBN kan ha kollidert med fugl, og at dette skulle ha forårsaket ulykken.

2.3.3 TEKNISKE FAKTORER

2.3.3.1 Tap av motorkraft på grunn av mekanisk feil med motor eller propell

SHK har demontert motor og propell for å se etter indikasjoner på feil som kan ha forårsaket helt eller delvis tap av motorkraft. Alle skadene som er funnet er forenelig med sammenstøtet med bakken. I all hovedsak ser motor og propell ut til å ha vært i god stand.

2.3.3.2 Tap av motorkraft på grunn av feil i forbindelse med lufttilførsel eller tenning

Hele tenningssystemet har vært gjennomgått. Magneter, tennplugger og tilhørende høyspentledninger har blitt testet hos Norrønafly på Rakkestad, uten at det har blitt avdekket feil. Det er videre ikke funnet feil ved tenningsbryteren eller tilhørende ledninger. Undersøkelsene har heller ikke avdekket indikasjoner på at det var feil med lufttilførselen til motoren.

2.3.3.3 Tap av motorkraft på grunn av feil med drivstofftilførsel

Flere forhold kan føre til at motoren ikke får tilstrekkelig tilførsel av drivstoff. De vanligste årsakene inkluderer forurenset drivstoff, feil på drivstoffpumpe, at en går tom for drivstoff eller at drivstoffvelgeren står i feil posisjon. På fly med en *flop tube* i tanken kan i tillegg slangens fleksibilitet påvirke drivstofftilførselen ved manøvrering.

På LN-TBN var det kun én drivstofftank, og drivstoffvelgeren kunne dermed kun settes i *ON* eller *OFF* posisjon. Velgeren stod i *ON* da flyet ble undersøkt av SHK. De tekniske undersøkelsene avdekket heller ingen feil med den motordrevne drivstoffpumpen, den manuelle pumpen eller *fuel injection servo*.

Det var slått hull i drivstofftanken under havariet og alt gjenværende drivstoff hadde rent ut. Det var dermed ikke mulig å ta prøver av drivstoffet om bord i LN-TBN. I stedet ble det tatt prøver fra drivstoffanlegget på Reinsvoll, hvor LN-TBN hadde etterfylt drivstoff noen dager tidligere. Prøvene fra drivstoffanlegget var innenfor de krav som settes til AVGAS 100LL, og det ble ikke funnet synlige partikler eller vann i prøven. Under undersøkelsene av flyet ble alle filtrene i drivstoffsystemet sjekket og funnet rene. Et bilde tatt før flyturen tyder også på at fartøysjefen tok en drivstoffprøve fra den manuelle drivstoffpumpen i forbindelse med forberedelsene til flygningen. SHK har fått opplyst at det var rutine å ta en prøve både fra pumpen og fra tanken. SHK finner det lite sannsynlig at fartøysjefen ville valgt å fly hvis han hadde sett tegn på vann eller annen forurensning i drivstoffet.

Hullet i drivstofftanken har gjort det umulig å fastslå hvor mye drivstoff som var igjen på ulykkestidspunktet. Lukt av drivstoff på havaristedet er en indikasjon på at de ikke gikk tom for drivstoff. Samtidig er i underkant av 4 liter av drivstoffet om bord i henhold til flygehåndboka ikke utnyttbart, og dette kan ha vært nok til at det luktet drivstoff på havaristedet. Beregninger av drivstoffbeholdningen (se punkt 1.6.7) taler for at flyet ikke hadde gått tom for drivstoff, men dette er avhengig av at det beregnede forbruket og drivstoffbeholdningen de startet med er relativt korrekt. Sammenligner en det beregnede forbruket med 65 % motorkraft under *cruise* i punkt 1.6.7 med forbruket slik det fremgår av flyets reiselogg fra tidligere flyturer, er det beregnede forbruket på 24 liter noe høyere enn de historiske dataene for tilsvarende flygninger. Hvis en likevel legger til en ekstra margin og beregner 75 % motorkraft i gjennomsnitt gjennom flyturen, vil forbruket bli 26 liter. For at de skulle gått tom for drivstoff i dette tilfellet innebærer det at drivstoffbeholdningen ved start må ha vært ca. 30 liter, inkludert unnyttbart drivstoff. Ut fra beregninger basert på informasjon i flyets reiselogg finner SHK det lite sannsynlig at de skulle startet flyturen med så lav beholdning og dermed gått tom for drivstoff.

Flere vitner har forklart at motoren fusket da flyet befant seg sør av flyplassen etter akroflygningen. Dette kan indikere et midlertidig problem med drivstofftilførselen. Gitt at et vitne mener de fløy opp- ned eller rollet kort tid før motoren fusket, samt at de hadde en begrenset drivstoffmengde om

bord, er det nærliggende å sette dette i sammenheng med *flop tube*'en i tanken. I henhold til flygehåndboka til Christen Eagle er det en begrensning på minimum 6 US gal drivstoff for å fly akrobatikk (ca. 22,7 liter). SHKs forståelse er at denne begrensningen er knyttet til i hvilken grad drivstofftankens *flop tube* når ned til drivstoffet ved flygning opp-ned. Det er et kjent problem at *flop tubes* kan miste sin fleksibilitet over tid. Tidligere utgitt SB 376 fra Aviat Aircraft Inc. fremhever at dette kan utgjøre en potensiell flysikkerhetsrisiko i forbindelse med flygning opp-ned. SHK har testet *flop tuben* som var installert i LN-TBN, og funnet at denne hadde tilstrekkelig fleksibilitet til at slangens fleksibilitet ikke var en faktor innenfor begrensningene i flygehåndboka. Informasjon fra andre som flyr Christen Eagle tyder på at det likevel kan oppstå problemer med drivstofftilførselen hvor motoren kan fuske i forbindelse med rollmanøvre, og da spesielt under langsom roll. Under denne formen for manøvrering vil både drivstoffet og drivstoffslangen rotere rundt i tanken. Dette kan føre til midlertidige problemer med drivstofftilførselen, men det retter seg normalt ved å fly *straight and level*.

Basert på drivstoffberegningene SHK har gjort var drivstoffbeholdningen ca. 6 US gal (ca. 22,7 liter) da de var ferdige med å fly akrobatikk over flyplassen. Dette tar utgangspunkt i at de startet flyturen med 40 liter (ca. 10,5 US gal) drivstoff og fløy sightseeing-delen av flyturen med ca. 50 % motorkraft. De kan ha fløyet med noe høyere motorsetting og hatt et noe høyere drivstofforbruk, men det er også sannsynlig at de startet flyturen med noe mer drivstoff. SHK mener derfor at det er lite sannsynlig at drivstoffmengden var vesentlig lavere enn 6 US gal. Video fra akroflygningen indikerer at motoren gikk normalt under denne delen av flygningen. Gitt at de først og fremst fløy *loops*, hvor en normalt har positiv g-belastning på flyet gjennom manøveren, er det lite trolig at en drivstoffbeholdning under 6 US gal ville hatt negativ effekt på drivstofftilførselen under denne manøvreringen. Hvis de derimot fløy opp-ned eller gjennomførte rollmanøvre, slik et vitne har ment de gjorde etter at de satt kursen sørover etter akroflygningen, kan dette forklare hvorfor motoren fusket kort tid etterpå. Vitneforklaringer indikerer likevel at motoren gikk normalt etter dette, og SHK mener at eventuell manøvrering som kan ha bidratt til at motoren fusket ikke ville ført til ytterligere motorproblemer på ulykkestidspunktet, omtrent 1,5 minutt senere.

Undersøkelsene har ikke avdekket feil ved drivstoffsystemet som skulle tilsi at motoren ikke kunne produsere full effekt.

2.3.3.4 Feil med flygekontrollene

Undersøkelsene av flygekontrollene viste kontinuitet mellom stikkene og pedalene i fremre og bakre cockpit og videre til høyderor og sideror. Det var også kontinuitet mellom stikkene og stagene som gikk til balanserorene ved vingerota. Selv om forbindelsen videre til rorflatene var brutt, tyder undersøkelsene på at alle skadene på flygekontrollene var resultat av havariet. SHK har ikke funnet noen indikasjoner på at det var feil med flygekontrollene før havariet.

Da flyet ble undersøkt på havaristedet ble høyderorstrimmen funnet i full *nose down* posisjon. Mest sannsynlig har vekten av håndtaket som kontrollerer høydetrimmen vært tilstrekkelig til at den ble slått til full *nose down* posisjon da flyet traff bakken. SHK mener også at flygeren normalt ville være i stand til å overmanne trimmen med stikkeinput selv om høyderorstrimmen uforvarende ble trimmet helt ned.

2.3.3.5 Strukturelle feil

Alle delene av flyet ble funnet innenfor noen få meter av ulykkestedet, og alle skadene er forenelig med at flyet traff trærne som sto i umiddelbar nærhet av havaristedet og deretter traff bakken. SHK har ikke funnet tegn til strukturelle feil som har oppstått i forkant av dette.

2.3.4 OPERATIVE OG MENNESKELIGE FAKTORER

Operative og menneskelige faktorer dekker et bredt spekter av forhold. I forbindelse med denne ulykken har SHK først og fremst vurdert om fysiologiske forhold som tap av bevissthet eller akutt sykdom hos flygeren, utilsiktet kontrollinput fra passasjerer, uoppmerksomhet eller distraksjon kan ha bidratt.

Med utgangspunkt i obduksjonsrapporten er det ingenting som tyder på at flygeren skal ha hatt et illebefinnende eller tilsvarende som skulle ha satt ham ut av stand til å håndtere flyet.

Da flyturen ble avtalt hadde flygeren forklart at passasjerer kunne få prøve å fly selv under flyturen. Et mulig scenario er at flygeren lot passasjerer fly, og at passasjerer gjorde et for stort kontrollinput. Christen Eagle er et fly som er svært manøvrerbart, lett på kontrollene og dermed også lett å overkontrollere. Samtidig må en anta at hvis flygeren hadde latt passasjerer fly hadde han også fulgt med og tatt tilbake kontrollen ved behov.

En annen mulighet er at passasjerer uforvarende har dyttet stikka fremover, og at dette har kommet overraskende på flygeren. Basert på at flyet har vært i rundt 1 000 ft over bakken før flyet brått mistet høyde, ville flygeren med stor sannsynlighet ha rukket å gjenvinne kontrollen over flyet i et slikt scenario. Begrenset sikt fremover og til instrumentene kan likevel ha bidratt til å redusere situasjonsforståelsen for flygeren.

At motoren fusket da de var sør av flyplassen kan ha ført til stress for en eller begge ombord. Begrenset sikt til motorinstrumentene og drivstoffmengdeindikatoren på tanken kan ha gjort det vanskelig for flygeren å analysere hva som kan ha forårsaket røff motorgang eller fusking. Hvis flygeren var usikker på årsaken til at motoren fusket og på om det kunne indikere større problemer med motoren er det derimot vanskelig å forstå hvorfor han tok en vid venstresving i stedet for å fortsette direkte inn for landing. Kyr på rullebaneområdet kan imidlertid ha bidratt til en beslutning om å ikke fortsette inn, og forverret situasjonen ved å kreve oppmerksomhet. Uavhengig av om kyr på flyplassområdet har vært en faktor eller ikke, finner Havarikommisjonen det problematisk at det tilsynelatende aksepteres at det oppholder seg kyr på flyplassområdet mens flygning pågår.

De fleste ulykkene med småfly og eksperimentelle fly som ikke kan relateres til tekniske årsaker dreier seg om tap av kontroll i forbindelse med manøvrering eller landing. I denne ulykken fløy LN-TBN i henhold til vitneforklaring *straight and level* i ca. 1 000 fots høyde da neser brått gikk ned. SHK finner det lite sannsynlig at den plutselige nedstigningen var del av planlagt manøvrering hvor feilvurdering eller feil kontrollinput har gjort at flygeren deretter mistet kontrollen over flyet. Flyet var ikke i landingsfasen hvor lav høyde og fart gir reduserte marginer.

Uavhengig av hva som har vært foranledningen til at flyet gikk brått ned utgjør utformingen av cockpit en utfordring hvis noe uforutsett skulle skje og man flyr med en passasjer i forsetet. Begrenset sikt til hastighetsindikatoren og motorinstrumenter kan ha bidratt til at flygeren mistet oversikt over situasjonen. Begrenset sikt fremover kan også ha bidratt til at flygeren for sent har oppdaget hindringene, i form av trær, foran flyet, og gjort et eventuelt forsøk på nødlanding vanskelig.

2.4 Overlevelsesaspekter

Ifølge obduksjonsrapporten omkom både flygeren og passasjerer av skader mot hode og bryst. Svakheter ved innfesting av setebeltene synes å være en medvirkende årsak til de påviste skadene.

Skulderselen til passasjerer ble funnet løs i flyet etter ulykken. Bilder fra før avgang viser at passasjerer hadde skulderselen på, og at den lå relativt stramt langs ryggen på passasjerer. Dette tilsier at selen på en eller annen måte må ha sittet fast. SHK mener likevel at selen ikke hadde

løsnet om den hadde vært montert korrekt. Selen skulle vært tredd gjennom en justeringsspenne (*3-bar slide adjuster*), videre rundt et tverrstag bak setet og tilbake til justeringsspennen (se figur 19). På bildet SHK har, ser justeringsspennen ut til å sitte så høyt på ryggen til passasjerer at den resterende delen av selen, som var målt til 14 cm (se figur 20), ikke kan ha vært lang nok til å rekke rundt tverrstaget og tilbake til justeringsspennen for å låse selen. SHK kan ikke si om selen ble installert feil da beltene ble byttet, eller om selen har blitt justert senere. Normalt vil det ikke være noen grunn til å justere spennen etter installasjon, da individuell tilpasning av lengden på skulderselene gjøres med justeringsmekanismen foran på brystet. Det er ingen merker på selen som indikerer at spennen har vært flyttet på. Selen må ha sittet tilstrekkelig fast til at feilen ikke har blitt oppdaget i forbindelse med årlig kontroll av flyet, tidligere flyturer hvor forsetet har vært i bruk, eller da passasjerer festet selen i forkant av ulykkesturen. Inspeksjonen som er beskrevet i vedlikeholdsprosedyrene dreier seg om generell tilstand og tegn til skade og slitasje på beltet. Inspeksjon av innfesting nevnes ikke spesifikt. Braketten som ligger over tverrstaget skulderselen skulle vært festet til kan gjøre det vanskelig å oppdage at selen er feilmontert hvis en ikke er veldig bevisst på at selen skal tres tilbake gjennom justeringsspennen. Deselerasjonskreftene under havariet har vært tilstrekkelige til at skulderselen løsnet fra festet, og passasjerer har dermed blitt kastet fremover og slått hodet i instrumentpanelet.

Flygerens skuldersele var montert til et tverrstag bak setet i henhold til beskrivelsen i konstruksjonsprosedyrene til Christen Eagle. Deselerasjonskreftene under havariet gjorde at tverrstaget ble bøyd fremover der skulderselen var festet, i tillegg til at det ble revet av nært festet til høyre og venstre longerons. Som et resultat av at strukturen rundt innfestingen av skulderselen sviktet ble flygeren kastet fremover og slo hodet i svingarmen til canopyen, som lå på tvers av cockpit rett bak forsetet. I tillegg hadde flygeren sklidd ned og delvis under hoftebeltet (*submarining*). En kort seterygg med feste av skulderselen lavere enn skuldrene til flygeren kan ha bidratt til dette ved at hoftebeltet har blitt løftet da overkroppen ble kastet fremover.

SHK har inspisert strukturen rundt tverrstaget skulderselen i fremre cockpit skulle vært festet til, og sammenlignet dette med tilsvarende struktur i bakre cockpit. Den bærende strukturen er tilsvarende foran og bak. Braketten som ligger over tverrstaget foran bidrar ikke til å styrke strukturen signifikant. Hvis skulderselen i forsetet hadde vært korrekt montert og ikke løsnet under havariet mener SHK at strukturen rundt innfestingen foran mest sannsynlig ville gitt etter på tilsvarende måte som den gjorde i bakre cockpit. Det er dermed ikke gitt at en korrekt innfesting av skulderselene i forsetet hadde forhindret at passasjerer slo hodet mot instrumentpanelet. Ulykken viser at strukturen ikke var dimensjonert for kreftene som oppstod under ulykken gitt innfestningen av skulderselen. Ved å feste skulderselen midt på et tverrstag samles deselerasjonskreftene i ett punkt. Ved en annen innfesting kunne kreftene vært distribuert på en måte som ville gjort det mindre sannsynlig at strukturen sviktet. Dette er forhold som spesielt miljøene rundt selvbygger- og eksperimentelle fly bør være oppmerksomme på. *AC 21-34 Shoulder Harness – Safety Belt Installations* utgitt av FAA er ikke gjeldende i Norge, men gir likevel mye informasjon som kan være nyttig i den sammenheng.

2.5 Funn uten direkte relevans for ulykken

2.5.1 VEKT- OG BALANSE

Ut fra SHK sine beregninger har flyets vekt og balanse vært utenfor begrensningene for akroflygning (se figur 8). SHK har ikke funnet informasjon om at flygeren har foretatt vekt- og balanseberegninger for den aktuelle flygningen basert på reelle vekter. Det er mulig han vurderte at dette ikke var nødvendig, gitt at flygehåndboka gir et eksempel for en flygning med passasjer hvor flyet er godt innenfor begrensningene for akrobatikk. Eksempelet skiller seg likevel fra den faktiske situasjonen ved at vekten for flyger og passasjer var for lav. Mens eksempelet benyttet en vekt på 190 lb (ca. 86 kg) for hver av de ombord, var den faktiske vekten i underkant av 200 lb (ca.

91 kg) for flygeren (inkludert fallskjerm) og i overkant av 220 lb (ca. 100 kg) for passasjerer. Havarikommisjonens beregninger tyder på at flyets tyngdepunkt lå bak begrensningen for akroflygning, men innenfor ved normalflygning. Variasjoner i drivstoffmengde påvirker ikke dette resultatet, men hvis vekten til de to om bord er lavere flytter dette linjen for tyngdepunktberegningen (se figur 8) mot venstre. Hvis den samlede vekten av flygeren og passasjerer var 4 lb (ca. 2 kg) lavere enn det SHK har lagt til grunn, vil tyngdepunktsberegningen flyttes slik at den ligger på bakre begrensning for akroflygning.

Basert på vitneutsagn om flygningen rett før ulykken mener SHK at flygeren har manøvrert innenfor kategorien for normalflygning, og at flyets tyngdepunkt på dette tidspunktet har vært innenfor det som fastsettes av flyets håndbok. Havarikommisjonen ønsker likevel å understreke viktigheten av å utføre vekt- og balanseberegninger basert på faktiske vekter før hver flygning, og å manøvrere innenfor de begrensningene som er fastsatt for flyet. På mange småfly kan det som oppfattes som relativt marginale endringer av vekt ha stor innvirkning på flyets tyngdepunkt.

2.5.2 FLYGERENS INFORMASJONSPLIKT OVERFOR PASSASJEREN

I henhold til forskrift om luftfartsoperasjoner med nasjonalt sertifiserte luftfartøyer har fartøysjefen en klar plikt til å informere passasjerer om forskjellen mellom kommersielle flygninger og den planlagte flygningen. Forskriften sier også at informasjonen skal være egnet til å gi passasjerer et grunnlag for å vurdere om de ønsker å delta på flygningen. Flyturen med LN-TBN var en gave, og flygningen ble avtalt mellom fartøysjefen og passasjerens ektefelle. Kommunikasjonen mellom de to inneholder litt informasjon om at flyet var et akrofly, men ikke noe mer om risiko knyttet til denne typen eksperimentelle fly. Havarikommisjonen vet ikke om fartøysjefen har forklart mer om dette til passasjerer rett før flygningen.

SHK mener at kravet om å gi passasjerer informasjon om risiko knyttet til flygningen på en måte som setter dem i stand til å forstå hvilken risiko de aksepterer er viktig. Denne informasjon må formidles på et tidlig nok tidspunkt til at passasjerer får tid til å tenke seg om, og en reell mulighet til å trekke seg fra flygningen. Samtidig erkjenner Havarikommisjonen at det kan være vanskelig for en flyger å beskrive risikoen objektivt og lett forståelig. De færreste flygere hadde trolig fløyet hvis de hadde oppfattet risikoen som høy, og de vil normalt ha tiltro til både flyet og egne ferdigheter. Luftfartstilsynet har lagt ut en del informasjon på sine nettsider om risiko knyttet til flygning med småfly, og Havarikommisjonen mener flygere som planlegger å ta med passasjerer på flyturer med fordel kan henvise passasjerene til denne informasjonen. Gitt omstendighetene tviler SHK på at passasjerer på LN-TBN hadde avstått fra flygningen selv om han hadde lest gjennom informasjonen.

3. Konklusjon

3.1 Hovedkonklusjon.....	42
3.2 Undersøkelserresultater	42

3. Konklusjon

3.1 Hovedkonklusjon

Havarikommisjonen har gjort grundige undersøkelser av tekniske, operative og menneskelige faktorer uten å kunne forklarer hvorfor flyet, i henhold til vitner, plutselig gikk fra å fly *straight and level* til at nesen på flyet gikk brått ned. Basert på hvor flyet var og i hvilken høyde, mener SHK at den brå nedstigningen ikke har vært en del av normal manøvrering. Manøveren kan ha vært utilsiktet eller et resultat av problemer med flyet. Ved et eventuelt motorbortfall vil en slik nedstigning være nødvendig for å etablere beste glidehastighet. De tekniske undersøkelsene har ikke avdekket feil med motor, tenning eller drivstoffsystemet, men SHK kan likevel ikke utelukke at et problem kan ha oppstått.

Noen av vitnene har forklart at de hørte et smell kort tid før nesen på flyet gikk ned. Smellet kan ha vært en indikasjon på problemer med motoren, og flygeren kan ha dyttet nesa ned for å opprettholde hastigheten etter bortfall eller reduksjon av motorkraft. Funn på havaristedet gjør at SHK mener propellen har rotert og motoren har gått, men det er ikke mulig å fastslå hvilken effekt motoren gav. Hvis motoren hadde stoppet i forbindelse med smellet som ble hørt kan flygeren ha fått start på den igjen, men for sent til å kunne unngå at de traff trærne. En slik situasjon ville krevd mye av oppmerksomheten til flygeren. Med en passasjer i forsetet kan begrenset sikt til instrumenter samtidig ha gjort det utfordrende å analysere et eventuelt motorproblem. Begrenset sikt fremover kan også ha bidratt til at flygeren for sent har oppdaget hindringene, i form av trær, foran flyet.

3.2 Undersøkelseresultater

- Flygeren hadde gyldig flysertifikat med akrorettigheter, samt gyldig legeattest.
- Obduksjonen viste ingen tegn til at fartøysjefen fikk et illebefinnende som kan ha påvirket hans evne til å kontrollere flyet.
- Flyet var forskriftsmessig registrert og hadde gyldig luftdyktighetsbevis.
- Vekt og balanse var innenfor begrensningene for normal flygning under flyturen, men utenfor begrensningen for akroflygning. Det er ingen indikasjoner på at dette har bidratt til ulykken.
- Det er ikke funnet teknisk feil ved motor, propell, drivstofftilførsel eller flygekontrollene.
- Det er ingen tegn til strukturelle feil eller skader som har oppstått i forkant av havariet.
- Det var slått hull i tanken i forbindelse med havariet og alt gjenværende drivstoff hadde rent ut. Lukt av bensin på havaristedet, samt beregninger av drivstofforbruk tyder på at det var drivstoff på tanken før havariet.
- Det er ikke påvist urenheter i drivstoffprøven fra drivstoffanlegget på Reinsvoll.
- Det er ikke påvist værforhold som kan ha utgjort en årsaksfaktor.
- Det ble observert kyr på flyplassområdet både i forkant og etterkant av flygningen.
- Både flygeren og passasjerer omkom som resultat av skader mot hode og bryst.
- Skulderselen til passasjerer var ikke korrekt festet i tverrstaget bak setet, og løsnet i forbindelse med havariet.
- Tverrstaget skulderselen til flygeren var festet i ble bøyd fremover og revet av på grunn av deselerasjonskreftene da flyet traff bakken.

4. Sikkerhetstilrådinger

4. Sikkerhetstilrådinger

Statens havarikommisjon fremmer ingen sikkerhetstilrådinger etter hendelsen.

Statens havarikommisjon
Lillestrøm, 1. juli 2025

Vedlegg

Vedlegg A Plakat med sikkerhetsinformasjon for passasjerer i småfly



Viktig informasjon til deg som skal være passasjer

i småfly

Her i vår flyklubb er vi opptatt av din sikkerhet!

For å minimere risikoen med å fly småfly gjøres en rekke tiltak. Derfor sjekker og dobbeltsjekker vi vær, vind, fly og at flygeren er «fit for flight». Vi kaller det «airmanship». På sjøen kalles det sjøvett og på fjellet, fjellvett. Det er ingen skam å snu – hvis noe ikke er som det skal være.

Bruk 3 minutter til å se vår video om risiko tilknyttet flyging med småfly.



Scan QR koden med ditt mobilkamera eller gå til <https://vimeo.com/334443651/99b8165a7e>



Flyging i privat regi kan innebære større risiko for ulykker eller hendelser sammenlignet med flyging med et kommersielt flyselskap.



Piloten skal ha minimum 3 avganger og landinger i løpet av 90 dager for å fly med passasjerer.



Spør gjerne hvor mye piloten har flyet i det siste.



Det er en statistisk høyere risiko å fly hvis flyet er av typen sportsfly eller er selvbygget.



Spør den som tar deg imot om hvor du skal oppholde deg og hvordan du skal oppføre deg på flyplassen før og etter flyging.



Det er svært viktig at du følger nøye med på sikkerhetsorienteringen.



Luftfartstilsynet

Vi er en aktiv pådriver for sikker, samfunnsnyttig og bærekraftig luftfart