




Avgitt november 2022

RAPPORT LUFTFART 2022/10

***Alvorlig luftfartshendelse i
Kongsvikdalen, Tjeldsund kommune i
Troms og Finnmark, 20. november 2021
med Airbus Helicopters MBB-BK117 D-2,
LN-OOS, operert av
Norsk Luftambulans AS***

 *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 bør unngås.

Innholdsfortegnelse

MELDING OM HENDELSEN	4
SAMMENDRAG	5
OM UNDERSØKELSEN	6
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	8
1.1 Hendelsesforløp.....	8
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.....	18
1.8 Navigasjonshjelpemidler	19
1.9 Samband	19
1.10 Flyplasser og hjelpemidler.....	19
1.11 Flyregistratorer.....	19
1.12 Hendelsesstedet og helikopteret	22
1.13 Medisinske og patologiske forhold	23
1.14 Brann	23
1.15 Overlevelsesaspekter.....	24
1.16 Spesielle undersøkelser	24
1.17 Organisasjon og ledelse.....	26
1.18 Andre opplysninger	27
1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder	28
2. ANALYSE	30
2.1 Innledning	30
2.2 Hendelsesforløp.....	30
2.3 Typesertifisering og gjenbruk av tidligere sertifiseringsdata.....	31
2.4 HEMS-operasjoner og vinterforhold	32
2.5 Auto ignition	32
3. KONKLUSJON	35
3.1 Hovedkonklusjon.....	35
3.2 Undersøkelsesresultater	35
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER	37
FORKORTELSER	39

Rapport om alvorlig luftfartshendelse

Tabell 1: Hendelsesdata

Luftfartøy:	Airbus Helicopters Deutschland GmbH, MBB-BK117 D-2 ¹
Nasjonalitet og registrering:	Norsk, LN-OOS
Eier:	Skandinaviska Enskilda Banken AB (publ), Svensk
Bruker:	Norsk Luftambulanse AS
Besetning:	3
Passasjerer:	Tre personer og en hund
Hendelsessted:	Kongsvikdalen, Tjeldsund kommune, Troms og Finnmark, Norge, 68.5842539N 16.2003917Ø
Hendelsestidspunkt:	Lørdag 20. november 2021, kl. 1806

Alle tidsangivelser i denne rapport er lokal tid (UTC + 1 time) hvis ikke annet er angitt.

Melding om hendelsen

Den 20. november kl. 1920 ble vakthavende ved Statens havarikommisjon oppringt av Norsk Luftambulanse AS. De informerte om at et av deres helikoptre hadde fått stopp på begge motorer. Den ene motoren hadde stoppet i luften. Fartøysjefen landet helikopteret umiddelbart. Rett etter landing, da motor nummer to ble satt til tomgang, stoppet også denne.

Etter en kort forundersøkelse konkluderte Havarikommisjonen med at hendelsen klassifiseres som en alvorlig luftfartshendelse og igangsatte undersøkelse. Følgende aktører ble varslet:

- FNs Luftfartsorganisasjon, ICAO
- Det europeiske flysikkerhetsbyrået, EASA
- Havarikommisjonen i produksjonslandet Tyskland, Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung – BFU
- Havarikomisjonen i motorens produksjonsland Frankrike, Bureau d'enquêtes et d'analyses pour la sécurité de l'aviation civile – BEA
- Helikopterfabrikanten, Airbus Helicopters Deutschland
- Motorfabrikanten, Safran Helicopter Engines
- Luftfartstilsynet

Både den franske og tyske havarikommisjonen oppnevnte akkrediterte representanter, og Safran Helicopter Engines og Airbus Helicopters Deutschland stilte med tekniske rådgivere.

¹ Airbus Helicopters markedsfører helikopteret som H145

Sammendrag

Lørdag ettermiddag 20. november 2021 var LN-OOS, operert av Norsk Luftambulans AS, ute på et søk- og redningsoppdrag i Kongsvikdalen i Lofoten. Det var mørkt og snøbyger i området. Helikopteret opererte i snøvær av varierende intensitet mens besetningen ventet på at de nødstedte skulle ankomme landingsstedet. Det var ikke meldt om isingsforhold og snø er ikke automatisk definert som isingsforhold. Det må gjøres en helhetlig vurdering av værforholdene og om det forventes ising eller ikke. Det tok lenger tid enn besetningen hadde regnet med før de nødstedte kom ned til helikopteret. I denne perioden opererte helikopteret i hover og på bakken med motoren i gang. Etter at de nødstedte var lastet om bord fløy helikopteret øst og sør-østover mot Kongsvika.

Besetningen var klar over en kraftlinje, som krysser Kongsvikdalen, men de hadde ikke lokalisert den visuelt. De fløy derfor sakte nedover dalen mens de speidet. Brått, og uten forvarsel, stoppet venstre motor. Besetningen nødlandet helikopteret uten problemer og uten at noen ble skadet. Mens helikopteret stod på bakken stoppet brått og utilsiktet også høyre motor.

Havarikommisjonen mener at begge motorene på LN-OOS stoppet utilsiktet på grunn av is som slukket flammen i brennkammeret og resulterte i *flame-out*. Undersøkelsen og tester i etterkant har ikke avdekket noen teknisk feil ved motorene som gjorde at de stoppet. Isen hadde mest sannsynlig bygget seg opp i *Inlet Barrier Filter* (IBF) systemet mens helikopteret ventet på de nødstedte. IBF-systemet er et støv- og partikkelfilter som erstatter standard luftinntaksløsning.

Prøveflyginger utført av Airbus Helicopters Deutschland i etterkant av hendelsen har avdekket at det under gitte værforhold kan dannes betydelige mengder is i IBF-systemet og at denne kan gå uhindret i motoren. Værforholdene som kan gi is-oppbygning er typiske norske vinterforhold langs kysten med temperaturer rett rundt null grader og mye luftfuktighet.

Helikoptertypen, MBB-BK117 D-2, har to mulige konfigurasjoner for luftinntak og sikkerhetsproblemet gjelder kun helikopter med IBF-systemet installert. Airbus Helicopters Deutschland har satt i gang et arbeid med å løse dette sikkerhetsproblemet.

Om undersøkelsen

Formål og metode

Havarikommisjonen har klassifisert hendelsen som en alvorlig luftfartshendelse. Hensikten med denne undersøkelsen har vært å klarlegge hva som førte til at begge motorene på LN-OOS stoppet uten forvarsel. Videre har Havarikommisjonen utredet hva som kan bidra til å øke sikkerheten og forhindre lignende hendelser og skadeomfang i fremtiden.

Hendelsen og omstendighetene rundt denne er undersøkt og analysert i tråd med Havarikommisjonens sikkerhetsfaglige rammeverk og analyseprosess for systematiske undersøkelser (NSIA-metoden²).

Informasjonskilder

Havarikommisjonen har benyttet blant annet følgende kilder:

- Intervju med besetningen
- Informasjon stilt til rådighet av helikopterprodusenten
- Helikopterets håndbok
- Informasjon stilt til rådighet av motorprodusenten
- Gjennomgang av motorer og helikopter
- Taleregistrator og ferdsskriver
- Operatørens styringssystem

Undersøkelsesrapporten

Rapportens første del, Faktiske opplysninger, beskriver hendelsesforløpet, tilhørende data og informasjon som er innhentet i forbindelse med hendelsen, samt Havarikommisjonens gjennomførte undersøkelser og tilhørende funn.

Andre del av rapporten, Analyse, omhandler Havarikommisjonens vurderinger av hendelsesforløpet og medvirkende faktorer basert på faktiske opplysninger og gjennomførte undersøkelser. Omstendigheter og faktorer som er funnet å være mindre relevant for å forklare og forstå hendelsen drøftes ikke i dybden.

Rapporten avsluttes med Havarikommisjonens konklusjoner.

² NSIA – Norwegian Safety Investigation Authority. Se <https://havarikommisjonen.no/Om-oss/Metodikk>

1. Faktiske opplysninger

1.1 Hendelsesforløp.....	8
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.....	18
1.8 Navigasjonshjelpemidler.....	19
1.9 Samband.....	19
1.10 Flyplasser og hjelpemidler.....	19
1.11 Flyregistratorer.....	19
1.12 Hendelsesstedet og helikopteret.....	22
1.13 Medisinske og patologiske forhold.....	23
1.14 Brann.....	23
1.15 Overlevelsesaspekter.....	24
1.16 Spesielle undersøkelser.....	24
1.17 Organisasjon og ledelse.....	26
1.18 Andre opplysninger.....	27
1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder.....	28

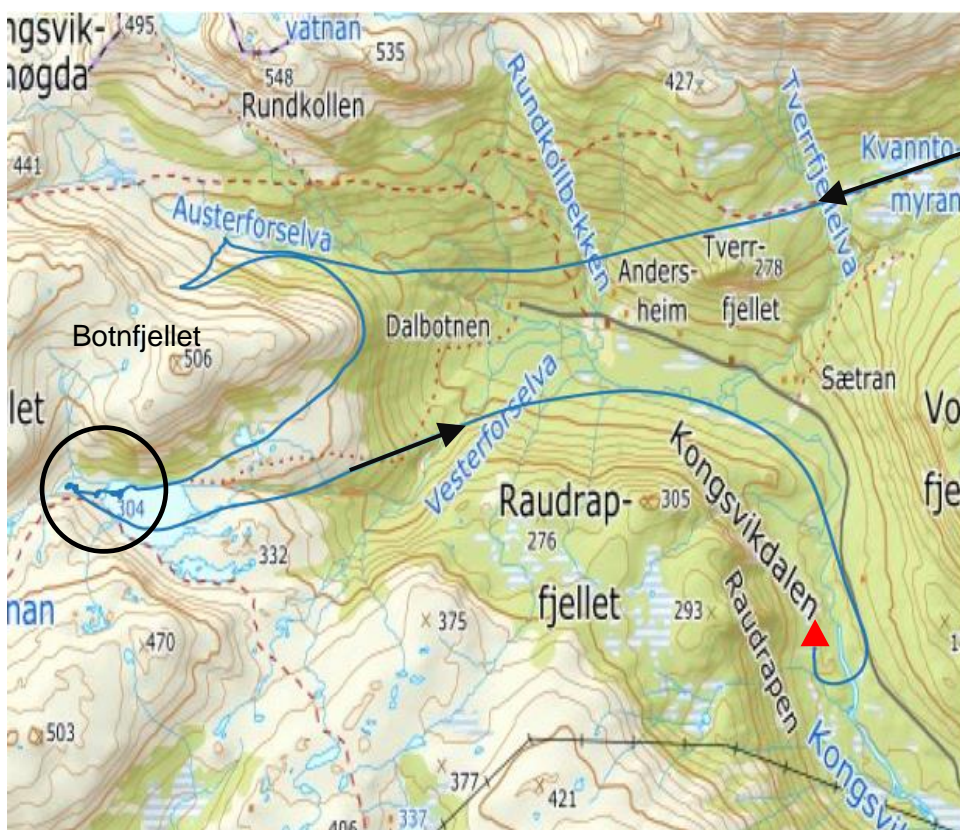
1. Faktiske opplysninger

1.1 Hendelsesforløp

Den 20. november 2021 var LN-OOS, et legehelikopter fra Norsk Luftambulans AS (NLA) stasjonert i Harstad, kalt ut på et søk og redningsoppdrag. Tre personer og en hund hadde (under en tur til Haakonsbu) gått seg bort i Botnfjellet i Troms og Finnmark (se figur 1). Det var mørkt og meldt om snøbyger. Besetningen hadde akkurat kommet tilbake etter et annet oppdrag i samme område hvor de hadde opplevd fint vær med spredte byger. I Harstad-området var det klart vær og god sikt.

Helikopteret tok av fra Harstad kl. 1634 og satte kursen mot Botnfjellet og Kongsvikdalen. Oppdraget ble utført ved hjelp av NVG³. Da de nærmet seg Botnfjellet, traff de snøbygene. Besetningen har forklart til Havarikommisjonen at de hadde en mulig GPS-posisjon på de nødstedte og fløy derfor inn på nordsiden av Botnfjellet. På grunn av den reduserte sikten, den lave skybasen og manglende konturer i terrenget var det ikke mulig å fly helt opp til GPS-posisjonen.

Helikopteret fløy derfor inn på sørsiden av Botnfjellet og ble stående i hover over det østligste av Vesterforsvatnan. Besetningen så da hodelyktene til de nødstedte oppe i fjellet. De kontaktet dem på telefon og forklarte at på grunn av været var det ikke mulig å fly frem til dem. De avtalte derfor at de nødstedte skulle prøve å bevege seg nedover mot helikopteret. Lyset og lyden fra helikopteret ble brukt til å navigere ned fra fjellet.



Figur 1: Kartutsnitt fra Kongsvikdalen. Den blå linjen viser ruten LN-OOS fløy, sorte piler indikerer flygeretning. Sort sirkel markerer Vesterforsvatnan hvor helikopteret ventet på de nødstedte og rød trekant viser landsingsplassen. Kraftlinjen sees i nedre høyre hjørne. Kart: © Kartverket/SHK

³ Night Vision Goggles forsterker lys slik at det er mulig å se når det er mørkt.

Innledningsvis trodde besetningen at det skulle ta relativt kort tid før de nødstedte kom seg ned til helikopteret. Mens LN-OOS opererte i hover og ventet på at de nødstedte skulle komme seg ned, varierte snøbygene i intensitet. Besetningen så hele tiden terrenget rundt seg og de nødstedte på vei ned mot helikopteret.

Besetningen har forklart at mens de ventet gjorde de flere vurderinger om de skulle forlate området. Grunnet snøbygenes varierende intensitet fant de ingen åpning i været som var egnet til å forlate området. I tillegg brukte de nødstedte helikopterets lys og lyd for å komme seg ned til helikoptret. Avspilling av helikoptrets taleregistrator viser at besetningen var observant på den aktuelle vær-situasjonen og at de hadde besluttet å forlate området hvis det kom en mulighet.

Mens helikoptret opererte i hover, fikk fartøysjefen varsel om **IBF CLOG TREND**. Dette er et varsel som indikerer at filtret på motorens luftinntak (Inlet Barrier filter (IBF)) begynner å tette seg. Varslet kommer på når det er 40 % tetting. Fartøysjefen fulgte normal prosedyre som er å åpne en bypasslukke for å forsikre seg om at motoren får nok luft. Denne luften blir hentet fra området rundt hovedgirboksen. Grunnet et problem med aktuatormekanismen hadde venstre motor bypassluken permanent åpen under hele flygingen. Det var derfor høyre IBF-bypasslukke som ble åpnet.

Etter ca. 45 minutter i hover landet besetningen. Da var de nødstedte kommet så nær helikopteret at besetningen ønsket å lande før de nødstedte var helt fremme ved helikopteret. De beholdt litt motorpådrag for ikke å synke ned i snøen. Det tok enda ca. 20 minutter før de nødstedte kom seg ned til helikopteret.

Mens de ventet de siste minuttene la besetningen planen for hvordan de skulle fly ut fra området. De vurderte å klatre inn i bygeskyen for å fly et kort stykke i *Instrument Meteorological Conditions* og så fly ned til Vågsfjorden på radar. Dette var noe de i utgangspunktet ikke ønsket å gjøre siden det ville utsatt helikoptret for betydelig isingsfare.

Etter at besetningen hadde fått de nødstedte om bord ble de stående og vente en kort stund på at været skulle lette nok til at de kunne ta av. Etter en normal avgang ble de fort klar over at sikten var best ned Kongsvikdalen og besetningen valgte den ruten ned fra fjellet.

Da de kom til Kongsvikdalen så de lysene fra Kongsvika og hadde ca. 4 km sikt, selv om det fortsatt snødde. Besetningen var oppmerksom på en kraftlinje som krysser Kongsvikdalen i nord-vestlig/sør-østlig retning, men hadde ikke lokalisert denne. Fartøysjefen har forklart at de derfor fløy forsiktig nedover dalen mens de søkte etter kraftlinjen.

Underveis i søket etter kraftlinjen stoppet plutselig den venstre motoren uten forvarsel. Siden fartøysjefen ikke hadde kontroll på kraftlinjen og hadde stigende terreng rundt seg besluttet han at det ikke var forsvarlig å prøve en utkltring. Han har forklart at han ikke trodde de ville finne kraftlinjen under et nytt forsøk på grunn av mørket og været. Fartøysjefen gjennomførte derfor en 180° sving og redningsmannen så en landingsplass forut. Helikopteret nødlandet uten problemer og uten at noen ble skadet.

Etter at helikopteret hadde landet, ble høyre motor satt til tomgang. Mens fartøysjefen var i ferd med å stenge ned helikopteret stoppet også høyre motor uten forvarsel. Fartøysjefen har forklart til Havarikommisjonen at han først trodde at han hadde gjort noen av punktene i sjekklisten i feil rekkefølge. Etter å ha dobbeltsjekket sjekklisten konstaterte han at motoren hadde stoppet utilsiktet.

Mens fartøysjefen tok kontakt med operativ- og teknisk vakt i NLA hjalp den øvrige besetningen og Røde Kors de nødstedte det siste stykket ned til Kongsvika. Teknisk vakt i NLA ville vite om det fortsatt var mulig å rotere motorene, noe fartøysjefen kunne bekrefte etter en kort test.

Helikopteret ble pakket inn så godt som mulig av besetningen før de forlot stedet. Noen dager senere ble det løftet ut av et annet helikopter. Det ble deretter fraktet til NLA sin tekniske hovedbase på Gardermoen for videre undersøkelser.

Helikoptret fikk ingen skader utover de på begge motorer, og ingen personer ble skadet i hendelsen.

1.2 Personskader

Tabell 2: Personskader

Skader	Besetning	Passasjerer	Andre
Omkommet			
Alvorlig			
Lett/ingen	3	3	

1.3 Skader på luftfartøy

Skader på kompressorblader i begge motorenes aksialkompressor, se ellers kap. 1.12.2.

1.4 Andre skader

Ingen.

1.5 Personellinformasjon

1.5.1 FARTØYSJEFEN

Fartøysjefen startet sin flygerkarriere i Forsvaret. Der ble han utdannet helikopterpilot og fløy Westland Lynx i 12 år. Siden 2013 har han flydd for Norsk Luftambulans AS, fordelt likt mellom Airbus Helicopters H135 og Airbus Helicopters H145⁴. De siste tre årene har han i hovedsak flydd Airbus Helicopters H145.

Fartøysjefen hadde gyldige rettigheter for H145 og gyldig legeattest uten begrensinger.

⁴ Airbus Helicopters markedsfører MBB-BK117 D-2 som H145

Tabell 3: Flygetid fartøysjef

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	4	4
Siste 3 dager	8	8
Siste 30 dager	24	12
Siste 90 dager	75	43
Totalt	4 199	871

1.5.2 REDNINGSMANNEN

Etter endt utdanning og sertifisering startet redningsmannen sin karriere som redningsmann i Forsvaret i 2016 på Kystvaktens NH90. Han jobbet som redningsmann der fram til 2020 da han begynte i Norsk Luftambulans AS. Hos NLA har han jobbet som redningsmann på H145.

Redningsmannen hadde gyldig HEMS⁵ rettigheter for H145 og gyldig legeattest uten begrensinger.

Tabell 4: Flygetid redningsmann

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	4	4
Siste 3 dager	8	8
Siste 30 dager	19	19
Siste 90 dager	74	74
Totalt	671	356

1.6 Luftfartøy

1.6.1 GENERELT

Airbus Helicopters MBB-BK117 D-2 er et CS-29 *Large Rotorcraft* sertifisert helikopter som ble utviklet i samarbeid av Airbus Helicopters Deutschland (tidligere Messerschmitt-Bölkow-Blohm) og Kawasaki. Helikoptertypen benyttes for eksempel til frakt, persontransport, ambulansetjenester og som politihelikopter. Helikopteret er utstyrt med to turboshaftmotorer, en hovedrotor med fire rotorblader og en halerotor av type Fenestron⁶. Prototypen hadde første flygning i 1979 mens modellen MBB-BK117 D-2 ble sertifisert i 2014.

Skroget er bygd av aluminium og komposittmaterialer. Det stive hovedrotorsystemet benytter et rotorhode av titan hvor de fire rotorbladene er festet hengseløst med bolter. Hovedrotorbladene og de ti Fenestron-bladene er konstruert av kompositt.

Helikoptret kan opereres av en pilot og det er godkjent for ni passasjerer. Konfigurert som ambulanshelikopter kan helikopteret bli utstyrt med en eller to bårer, seter til medisinsk personell

⁵ Helicopter Medical Emergency Services

⁶ Fenestron er et varemerke for Airbus Helicopters og er en innkapslet halerotor som fungerer som en vifte for å motvirke dreiemomentet fra hovedrotoren

og to passasjerer. LN-OOS var ved hendelsen utstyrt med en bære og to seter i tillegg til setene i cockpit.

1.6.2 DATA FOR LN-OOS

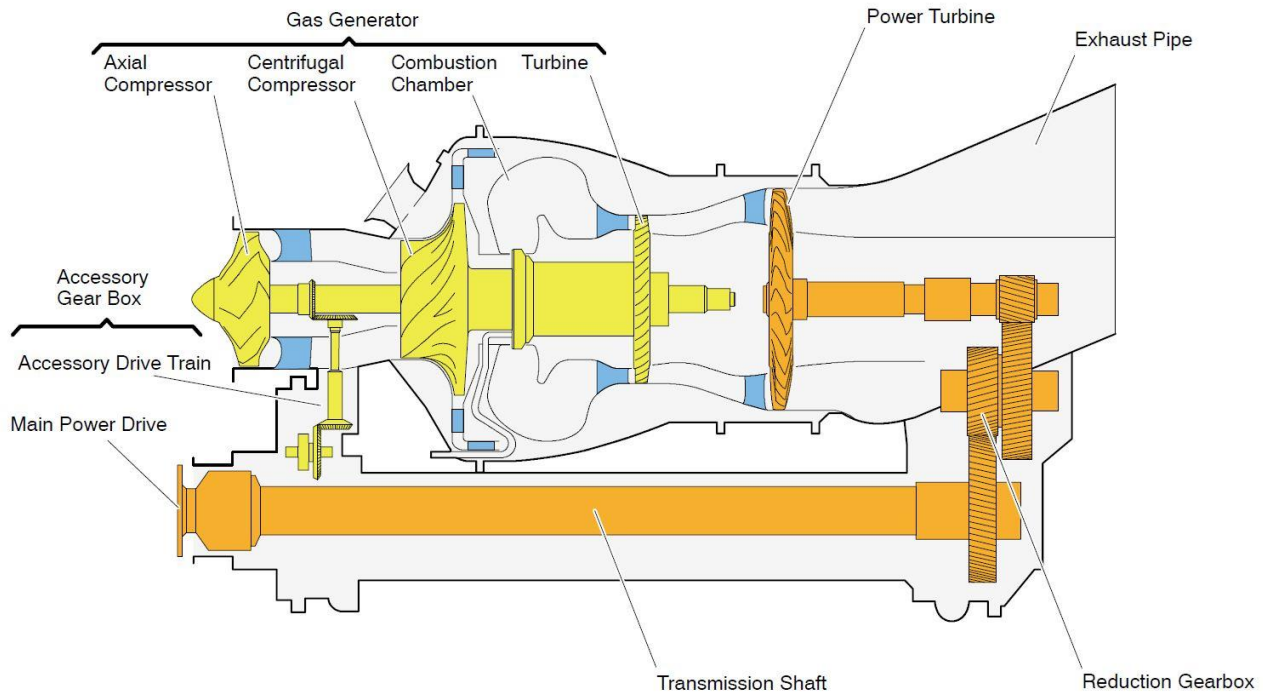
Fabrikant og modell:	Airbus Helicopters Deutschland GmbH, MBB-BK117 D2
Serienr:	20039
Fabrikasjonsår:	2015
Typesertifikatnummer:	EASA.R.010
Airworthiness Review Certificate (ARC) gyldig til:	24. oktober 2022
Totalt antall flytimer:	3 451:55
Totalt antall landinger:	9 252
Motorer:	Safran Helicopter Engines, Arriel 2E
Venstre serienr:	60417
Høyre serienr:	60048
Drivstoff:	Jet A-1
Tom-masse:	2 397 kg
Maksimal startmasse:	3 700 kg
Maksimal tillatte hastighet:	150 kt

1.6.3 SAFRAN HELICOPTER ENGINES ARRIEL 2E

Safran Helicopter Engines Arriel 2E er en turboshaftmotor som består av fem moduler:

1. Drivaksel og accessory-girboks.
2. Lavtrykks aksialkompressor.
3. Høytrykks gassgenerator med kompressor, brennkammer og turbin.
4. Kraftturbin (Power Turbine – PT).
5. Reduksjonsgirboks.

Functional Components



Figur 2: Skjematisk framstilling av Arriel 2E. Illustrasjon: Safran Helicopter Engines / SHK

Lufta går gjennom aksialkompressoren hvor den blir komprimert og strømlinjet før den når sentrifugalkompressoren og komprimeres videre. Etter sentrifugalkompressoren går lufta gjennom en *diffuser* som senker hastigheten og komprimerer lufta ytterligere før den når brennkammeret. I brennkammeret tilsettes drivstoff via et injeksjonshjul før blandingen antennes.

Reaksjonsproduktene etter forbrenningen blir først akselerert gjennom gassgenerator turbinen. Her hentes kraft til å drive kompressorene ut. Videre går reaksjonsproduktene gjennom kraftturbinen som henter ut kraften til å drive hovedrotor og halerotor. Gassgenerator og kraftturbin er frikoplest slik at de kan rotere ved forskjellige hastigheter.

Ved 100 % kraftuttak roterer gassgeneratoren med 52 110 rpm og kraftturbinen med 39 158 rpm. Motorens reduksjonsgirboks reduserer turtallet til 6 000 rpm inn på hovedgirboksen. Hovedrotoren roterer med 383 rpm etter å ha blitt giret ned av hovedgirboksen.

1.6.3.1 Digital Engine Control Unit

Hver motor i helikopteret er styrt av en elektronisk enhet, *Digital Engine Control Unit (DECU)*, med to kanaler. DECUen kontrollerer og overvåker flere parametere i motoren. DECUen kontrollerer blant annet at kraftturbinen roterer med tilnærmet konstant hastighet og aktiverer *Stop Electro Valve (SEV)* ved et forhåndsdefinert høyt turtall (overspeed) for å forhindre skade på motor og helikopter. Systemet har en innebygd sikkerhetsmekanisme slik at ikke begge SEV kan bli aktivert samtidig.

Etter hendelsen med LN-OOS undersøkte Safran om noen av DECUene hadde aktivert SEVen ved en feiltagelse, men fant at begge DECUer fungerte som forventet.

DECUen lagrer også data, dette er mer omtalt i 1.11.2.

1.6.3.2 Drivstoff- og tenningsystem

Arriel 2E har to forskjellige måter å levere drivstoff til brennkammeret. Den ene brukes kun under oppstart og består av injeksjonsdyser som sitter øverst i brennkammeret. Sammen med

injeksjonsdysene sitter tennpluggene og når gassturbinens rotasjon blir selvoppretholdende ved 61 %⁷, så kobles injeksjonsdysene ut og strømmen til tennpluggene kuttes.

Når injeksjonsdysene blir koblet ut får motoren drivstoff fra et injeksjonshjul som sitter på akslingen til gassgeneratoren. Drivstoff blir pumpet inn i injeksjonshjulet som leverer det til brennkammeret ved hjelp av sentrifugalkraften. Forbrenningen er selvoppretholdende, og det er ingen form for *auto ignition*⁸ hvis flammen i brennkammeret skulle slukke utilsiktet.

Tennpluggene sitter ute i periferien av brennkammeret for ikke å bli skadet av varmen. Dette medfører at drivstoffet fra injeksjonshjulet ikke når tennpluggene hvis flammen skulle slukne under operasjon etter oppstartsfasen, på grunn av designet og aerodynamikken i brennkammeret. Safran har opplyst at rotasjonshastigheten til gassgeneratoren må være på ca. 20 % før startinjektorene og tennpluggene kan benyttes i en slik situasjon.

Det er mulig å starte motoren under flyging og prosedyren er gjengitt under.

3.8.4.4 Inflight restart

NOTE An inflight restart may be attempted after a flameout or shutdown subject to the pilot's evaluation of the cause of flameout.

CAUTION DO NOT ATTEMPT INFLIGHT RESTART IF CAUSE OF ENGINE FAILURE IS OBVIOUSLY MECHANICAL.

Procedure

- | | |
|---|---|
| 1. Collective lever | – Adjust to OEI MCP or below |
| 2. Electrical consumption | – Reduce |
| 3. ENG MAIN sw (affected engine) | – OFF |
| 4. Caution indication | – Check no FADEC FAIL or FADEC DEGRADED |
| 5. FUEL PRIME PUMP sw (affected engine) | – ON, FUELi PRIME PUMP indicated |
| 6. ENG MAIN sw (affected engine) | – FLIGHT |
| 7. Electrical consumers | – As required |
| 8. FUEL PRIME PUMP sw (affected engine) | – OFF |

If restart is not successful:

9. LAND AS SOON AS PRACTICABLE

Figur 3: Utsnitt fra helikopterets håndbok som gir prosedyren for å starte en motor under flyging. Kilde: Airbus Helicopters / SHK

Etter at FLIGHT-posisjonen er valgt på hovedbryteren til motoren vil motorkontrollsystemet automatisk starte oppstartsekvensen når rotasjonshastigheten til gassgeneratoren synker til under 17 %.

Motorkontrollsystemet er ikke i stand til autonomt å ta en beslutning på om det er akseptabelt å starte motoren på nytt igjen. Det kan erklære *flame-out* hvis motorparameterne som overvåkes tilsier at flammen har slukket, men den har ikke mulighet til å vite årsaken. Dette medfører at en autonom restart av motoren kan føre til mer skade. Safran har tidligere sett på muligheten for *auto ignition*, men har ikke funnet en tilfredsstillende løsning.

⁷ Rotasjonshastigheten til komponentene i en gassturbin oppgis ofte i prosent av en nominell verdi.

⁸ System som automatisk tenner flammen i brennkammeret hvis denne skulle slukke.

1.6.4 OPERASJONER I ISING

MBB-BK117 D-2 er ikke sertifisert for operasjoner i ising per CS 29.1419⁹, og det kan derfor ikke planlegges med slike operasjoner. Selv om meteorologene ikke melder om isingsforhold, kan helikopteret uforvarende havne i situasjoner med fare for ising. Helikopterprodusenten sier i helikopterhåndboken at isingsforhold skal forlates umiddelbart. Etter hendelsen har helikopterprodusenten tydeliggjort hvordan de definerer ising når IBF er installert, se 1.18.2.

NLA har i sin operasjonsmanual OM-A prosedyrer og informasjon om hvordan ising kan oppdages og situasjonen håndteres. Nedenfor gjengis et utdrag fra OM-A 8.3.8 (b).

Avoidance of icing conditions

When planning to avoid areas with possible icing conditions, the following should be kept in mind:

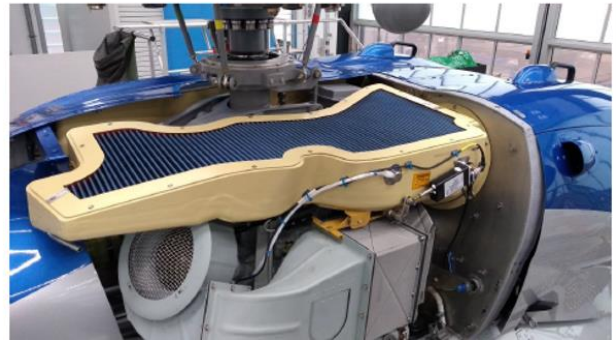
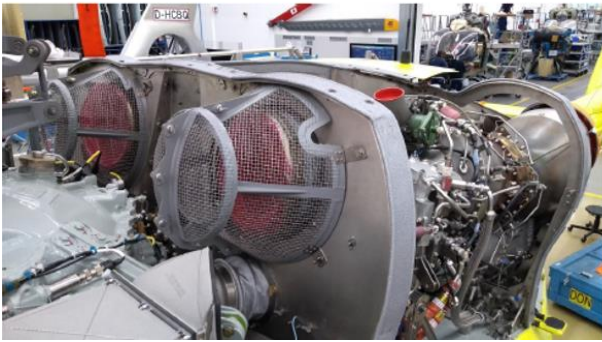
- the regions of most severe icing are associated with frontal surfaces;
- vertical convection sustains large water droplets and thereby induces severe icing, providing temperatures are below freezing and clouds associated with strong convection should therefore be avoided;
- temperature inversions do not always exist above freezing temperatures at higher levels.
- When uncertain of ice distribution in clouds, flight in clear air above the clouds is the safest flight path. If possible the flight path on climb and descent should be through broken or thin clouds remote from the frontal surface;
- a thorough study of the latest synoptic weather aid to determine the slope and tendency of fronts before flight is attempted, is the only means by which ice forming regions may be located and the probable intensity of icing determined;
- the falling of precipitation (mist, snow, sleet etc.) from a cloud is indicative of ice formation therein if the cloud is presumably or known to be at or below 0°C;
- take into account the freezing level on all segments of an instrument flight and select altitudes/flight levels in such a way that the flight will be accomplished below the freezing level at all times; and
- mountain ranges cause upward motions (forced lift) of the air that is moving across them;
 - These vertical currents over the ridges will support large droplets of water while adiabatic cooling of the air will drop the temperature to the freezing point or below;
 - The most severe icing will take place above the crests and to the windward side of the ridges.

Figur 4: Utdrag fra NLA OM-A 8.3.8 (b) om hvordan isingsforhold skal unngås. Kilde: NLA/SHK

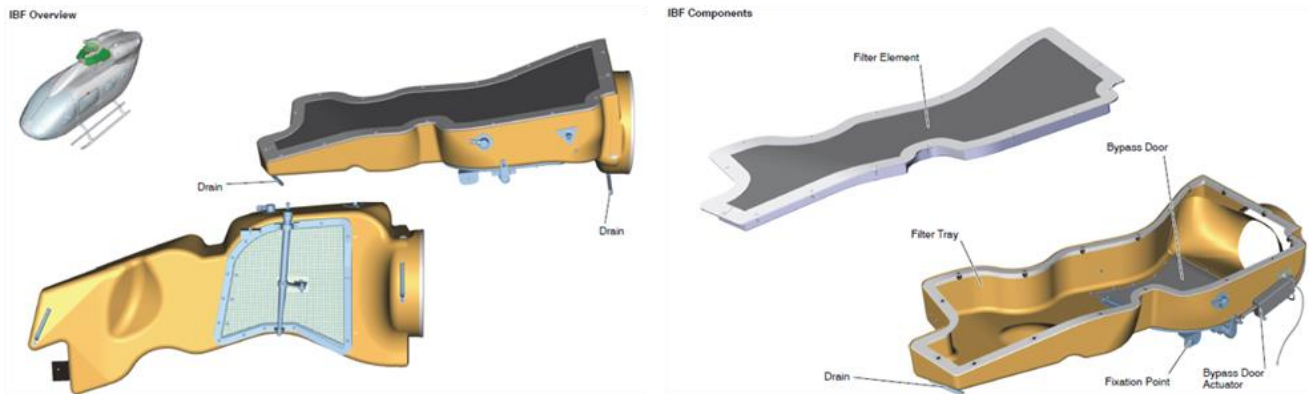
1.6.5 LUFTINNTAK – INLET BARRIER FILTER

MBB-BK117 D-2 har to forskjellige konfigurasjoner for luftinntak. Standard luftinntak kalles *mushroom grid*, og er uten filter. Den andre typen IBF er utstyrt med et filter (se figur 5). IBF monteres for å fjerne fremmedobjekter slik som sand, støv og andre partikler. Filtersystemet består av to deler (se figur 6), selve filteret og en filterboks som filteret monteres på. I tillegg kommer operasjons- og overvåkningssystemer. I bunnen av filterboksen er det en bypassluke som åpnes slik at motoren får tilstrekkelig med luft hvis filteret skulle tette seg. Under bypassluken sitter det et metallgitter som skal hindre at fremmedlegemer kommer inn i motoren når luken er åpen.

⁹ I sertifiseringskravene er isingsforhold definert som flyving inne i skyer hvor de atmosfæriske forholdene legger til rette for at is bygger seg opp på luftfartøyet.



Figur 5: Forskjellen mellom Mushroom-grid til venstre og IBF til høyre. Begge luftinntakene festes til firewall.
Foto: Airbus Helicopters / SHK



Figur 6: Oppbygningen av IBF-filteret. Kilde: Airbus Helicopters / SHK

Hver motor har separat IBF-system som kan opereres uavhengig av den andre motoren. De to filtersystemene blir overvåket for tetningsgrad (clogging). Hvis tetningsgraden blir indikert som 100 % betyr ikke dette at filteret er helt tett, men at systemet ikke lenger har noen margin hvis motoren trenger mer luft. Det betyr at filteret kan begrense motorens ytelse og hvis det skulle tettes mer vil bypassluken åpnes automatisk. Den åpner også automatisk ved et motorbortfall. Bypassluken kan også åpnes av piloten elektrisk via en bryter i cockpit.

1.6.5.1 Ising i IBF

Figur 7 nedenfor viser et utdrag fra prosedyren i helikopterets flygehåndbok for aktuelle tiltak hvis det foreligger mistanke om at IBF-filteret begynner å ise slik at motoren ikke får tilstrekkelig med luft. Prosedyren er da å fly vekk fra områder med isingsforhold, eller åpne bypasslukene slik at motorene får nok luft til å fortsette flygingen hvis man er utenfor isingsforhold.

3.3 INADVERTENT ICING OF IBF

Conditions/Indications

- Icing conditions are entered inadvertently
- Icing shall be suspected when the **IBF CLOG TREND** alert appears during flight when OAT < 3°C in visible moisture.

NOTE Icing of the IBF may occur before other signs of icing are visible on the aircraft.

Procedure

1. Icing conditions
 - Leave immediately
2. IBF1 sw
 - OPEN
 - Check **IBF1 BYPASS OPEN**
 - Wait 60 sec
3. IBF2 sw
 - OPEN
 - Check **IBF1 BYPASS OPEN IBF2**
4. Continue flight

Figur 7: Utdrag fra flygehåndboken hvor prosedyren for hva som skal gjøres hvis IBF-filteret begynner å ise står. Kilde: Airbus Helicopters / SHK

1.6.5.2 Sertifisering av IBF

Identiske krav for sertifisering av luftinntak er gitt i CS 29.1093¹⁰ og FAR 29.1093 er sitert under.

§ 29.1093 Induction system icing protection.

(b) Turbine engines. (1) It must be shown that each turbine engine and its air inlet system can operate throughout the flight power range of the engine (including idling)—

(i) Without accumulating ice on engine or inlet system components that would adversely affect engine operation or cause a serious loss of power under the icing conditions specified in appendix C of this Part; and

(ii) In snow, both falling and blowing, without adverse effect on engine operation, within the limitations established for the rotorcraft.

(2) Each turbine engine must idle for 30 minutes on the ground, with the air bleed available for engine icing protection at its critical condition, without adverse effect, in an atmosphere that is at a temperature between 15° and 30 °F (between -9° and -1 °C) and has a liquid water content not less than 0.3 grams per cubic meter in the form of drops having a mean effective diameter not less than 20 microns, followed by momentary operation at takeoff power or thrust. During the 30 minutes of idle operation, the engine may be run up periodically to a moderate power or thrust setting in a manner acceptable to the Administrator.

Under sertifiseringen av MBB-BK117 D-2 ble i hovedsak testene som ble gjort under sertifiseringen av MBB-BK117 C-2 lagt til grunn. Dette ble akseptert av typesertifiserende myndigheter. Luftinntaksdesignet for C-2 og D-2 er identiske, men D-2 er oppgradert med ny motor som gir bedre ytelser¹¹.

Som en del av sertifiseringen av begge luftinntakskonfigurasjonene transformerte Airbus Helicopters resultatene fra C-2 testingen slik at de ble gyldige for D-2. Det ble i tillegg utført noen

¹⁰ CS – Certification Specification, europeisk regelverk | FAR – Federal Aviation Requirements, Amerikansk regelverk.

¹¹ Luftstrømmen gjennom motoren er økt, og siden arealet er uforandret så er det hastigheten til luftstrømmen som blir større.

dedikerte tester under D-2 sertifiseringen, men disse gjaldt ikke IBF-systemet. I transformasjonen av resultatene ble det heller ikke undersøkt hvilken effekt den økte ytelsen til motoren, og dermed økt lufthastighet, hadde på lufttemperaturen i luftinntaket¹².

For standard luftinntak viste testingen at de områdene på beskyttelsesgitteret som luften hadde mest direkte vei til, iset ned først og i større grad. Dette kan forklares med at når luften må endre retning felles noen av vanndråpene ut av luften, siden de har for stor bevegelsesmengde til å endre retning. Resultatene fra testene konkluderte med at det aldri ville bygge seg opp is i luftinntaket, eller på *mushroom grid*, som kunne påvirke motorens ytelse.

Når det gjaldt IBF-systemet var vurderingen at is ikke ville bygge seg opp på beskyttelsesgitteret til bypassluken og dette ble ikke undersøkt nærmere. Begrunnelsen var at når bypassluken er åpen har luften en vanskeligere vei inn til motoren som fører til at enda flere vanndråper blir separert ut og at luften derfor er tørrere. I tillegg sitter bypassgitteret til IBF-filteret rett ved siden av den varme oljekjøleren som stråler varme. Begge disse faktorene ble sett på som å ha en ytterligere positiv effekt med tanke på ising.

Prøveflyginger gjort av Airbus Helicopters, omtalt i 1.16.2 har vist at dette ikke stemmer og at det i gitte situasjoner kan bygge seg opp is i luftinntakssystemet.

1.7 Været¹³

1.7.1 METEOROLOGISK INSTITUTT

På forespørsel fra Havarikommisjonen har Meteorologisk institutt utarbeidet en rapport. Fra rapporten siteres:

Lørdag 20. november lå det et lavtrykk over Kvitsjøen, som sendte nordlig vind over hele Nord-Norge. Det var snøbyger i Troms og Finnmark, og etter hvert snøbyger også i Nordland. Temperaturen på bakken lå på ca. 0 grader, og avtok oppover med ca. 1 grad pr. 100 høydemeter. Det var relativt rolige vindforhold, på bakken 8 til 18 knop.

Det var ikke varslet om ising, og prognosene til meteorologisk institutt tilsier at det ikke var isingsforhold. Unntaket var at det kunne være ising forbundet med CB¹⁴-aktivitet i bygeskyene. Forskjellen mellom lufttemperatur og duggpunktet var bare 3-4 °C, som sammen med en lufttemperatur på rundt 0 °C betyr relativt høy luftfuktighet.

1.7.2 METAR – VÆROBSERVASJONER

Tider angitt i UTC.

ENEV 201520Z 33017G30KT 9999 -SHSN BKN036 01/M01 Q0996 RMK WIND 1400FT 36018KT=

ENEV 201550Z 34011KT 300V010 9999 FEW026 BKN043 01/M03 Q0997 RMK WIND 1400FT 35018KT=

¹² Den totale energien til luftstrømmen er konstant. Dette betyr at stagnasjonstemperaturen, som er temperaturen luften ville hatt hvis den ble brakt til ro, i strømmen er den samme over alt. Når hastigheten til luften øker, vil derfor den statiske temperaturen synke.

¹³ For standard værforkortelser se www.ippc.no

¹⁴ CB – Cumulonimbus, bygeskyer

ENEV 201620Z 33010KT 290V010 9999 -RA FEW016 BKN032 01/M02 Q0997 RMK WIND 1400FT 35018KT=

ENEV 201650Z 33008KT 9999 FEW028 BKN042 01/M03 Q0998 RMK WIND 1400FT 36020KT=

ENEV 201720Z 33012KT 280V360 9999 SCT015 BKN053 01/M02 Q0998 RMK WIND 1400FT 34020KT=

1.7.3 IGA – VÆRPROGNOSE

WIND SFC.....: N-NE/05-25KT, STRONGEST COT, OCNL 30KT COT

WIND 2000FT.....: N-NE/10-30, OCNL 40KT COT, STRONGEST COT

WIND/TEMP FL 050....: S OF ENBO: 290-350/15-30KT, N OF ENBO: 350-050/15-30KT /MS11-MS04, LOWEST N PART

WIND/TEMP FL 100....: 300-360/20-35KT / MS22-MS15, LOWEST N PART

WX.....: SHRA/SHRAGS/SHRASN

VIS.....: LCA 4-8KM ASSW WX, ELSE +10KM

CLD.....: SCT/BKN 1500-4000FT, LCA ISOL/OCNL TCU/CB 1200FT

0-ISOTHERM.....: SFC-2000FT, HIGHEST COT S PART

ICE.....: LCA MOD ASSW CB, ELSE NIL

TURB.....: LCA MOD ASSW CB, ELSE FBL

OUTLOOK FOR TOMORROW: NW-NE/05-20KT, OCNL 30KT, SHSN/SHSNRA

1.8 Navigasjonshjelpemidler

Flygingen foregikk visuelt. GPS og Moving Map ble brukt som primærkilder, og i tillegg hadde de støtte fra HTAWS¹⁵.

1.9 Samband

Etter avgang fra Harstad kontaktet besetningen på LN-OOS lufttrafikkjenesten, både Polaris Control og Evenes. Besetningen fortalte hvor og hva de skulle, men hadde ikke ytterligere kontakt. De hadde rutinemessig kontakt med AMK¹⁶-sentralen i Tromsø under flygingen. Dette for å ha *flight following* og for å få væroppdateringer, siden EFB¹⁷ var utenfor dekning inne i Kongsvikdalen.

1.10 Flyplasser og hjelpemidler

Ikke relevant.

1.11 Flyregistratorer

1.11.1 COCKPIT VOICE AND FLIGHT DATA RECORDER

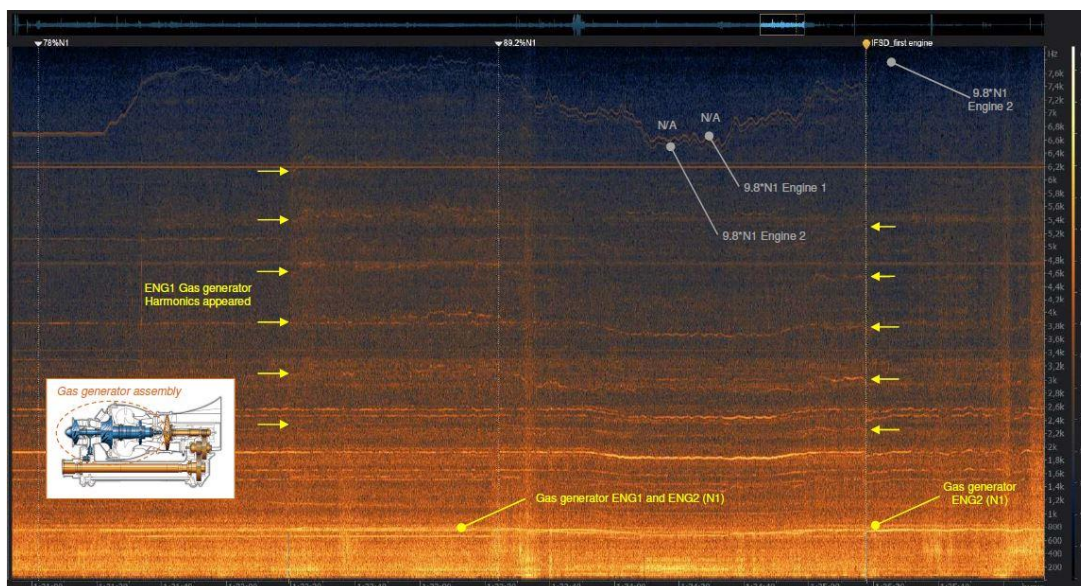
LN-OOS var utstyrt med en FA 5001 kombinert taleregistrator og ferdskriver (Cockpit Voice and Data Recorder – CVFDR) fra L3 Technologies. Denne kan lagre to timer med lydopptak og 25 timer med data. Dataene ble lastet ned og analysert.

¹⁵ Helicopter Terrain and Warning System – system som hjelper piloten å holde oversikt over terrenget og hindringer.

¹⁶ Akuttmedisinsk kommunikasjonsentral.

¹⁷ Electronic Flight Bag – Nettbrett med diverse applikasjoner for planlegging og navigering.

På vegne av Havarikommisjonen gjennomførte BEA en spektrumsanalyse av lydbildet i cockpit. Denne avdekket at 2 min og 57 sek før venstre motor stoppet dukket det opp flere uvanlige overtoner fra motorens gassgenerator. Denne typen akustisk uregelmessighet oppstår gjerne når en motor blir utsatt for fremmedlegemer.

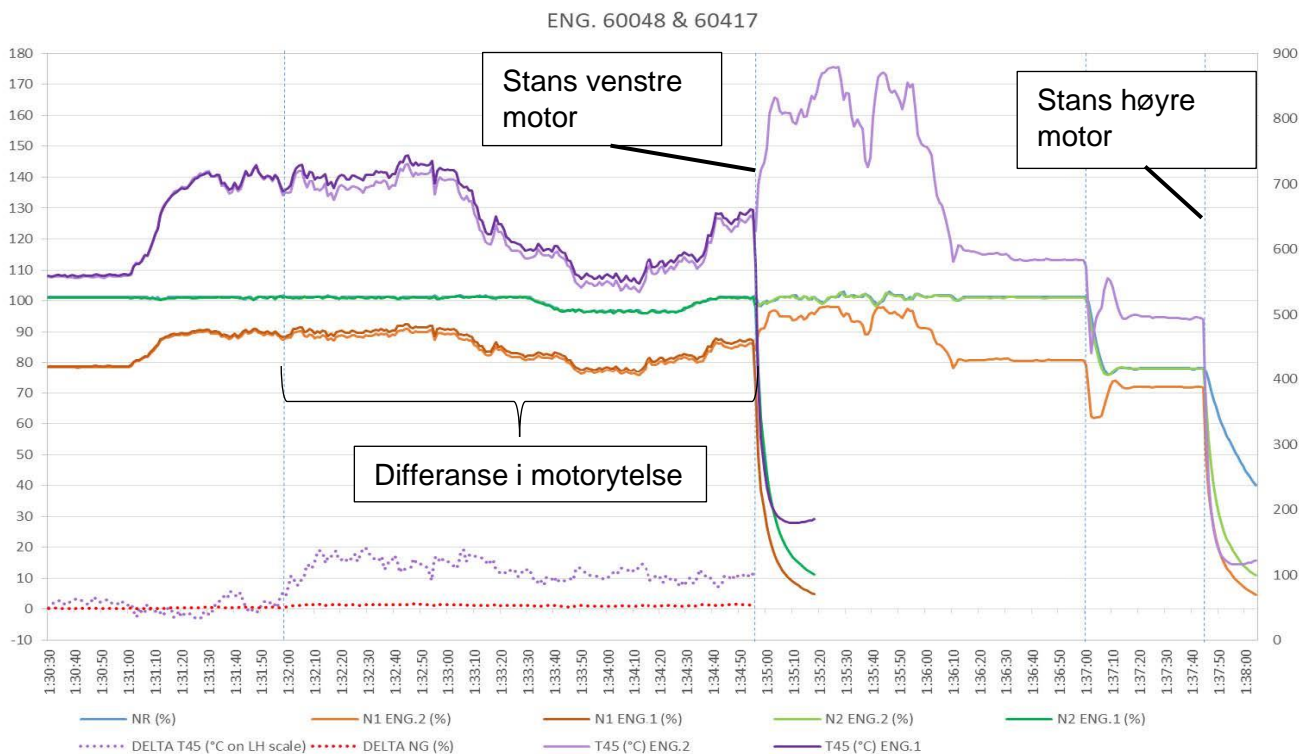


Figur 8: Frekvensanalysen utført av BEA. Kilde: BEA/SHK

1.11.2 ENGINE DATA RECORDER

Hver Arriel 2E motor er utstyrt med en *Engine Data Recorder* (EDR). Data fra begge EDR ble lastet ned og analysert etter hendelsen. EDRen har muligheten til å registrere data med to forskjellige registreringsintervaller. *Continuous Recordings* har en frekvens på 1 Hz mens *Context Recordings* har en frekvens på 50 Hz. *Context Recordings* aktiveres hvis motoren registrerer noe unormalt.

Safran har analysert dataene fra EDR og resultatene presenteres under. EDR for begge motorer hadde *Continuous Recordings* mens det kun var *Context Recordings* for venstre motor. Datasettene ble lastet ned av NLA, som på grunn av begrensinger på utstyr måtte prioritere hvilke datasett som kunne lastes ned. BEA og Safran klarte derimot å hente ut *Context Recordings* for høyre motor fra høyre DECU.

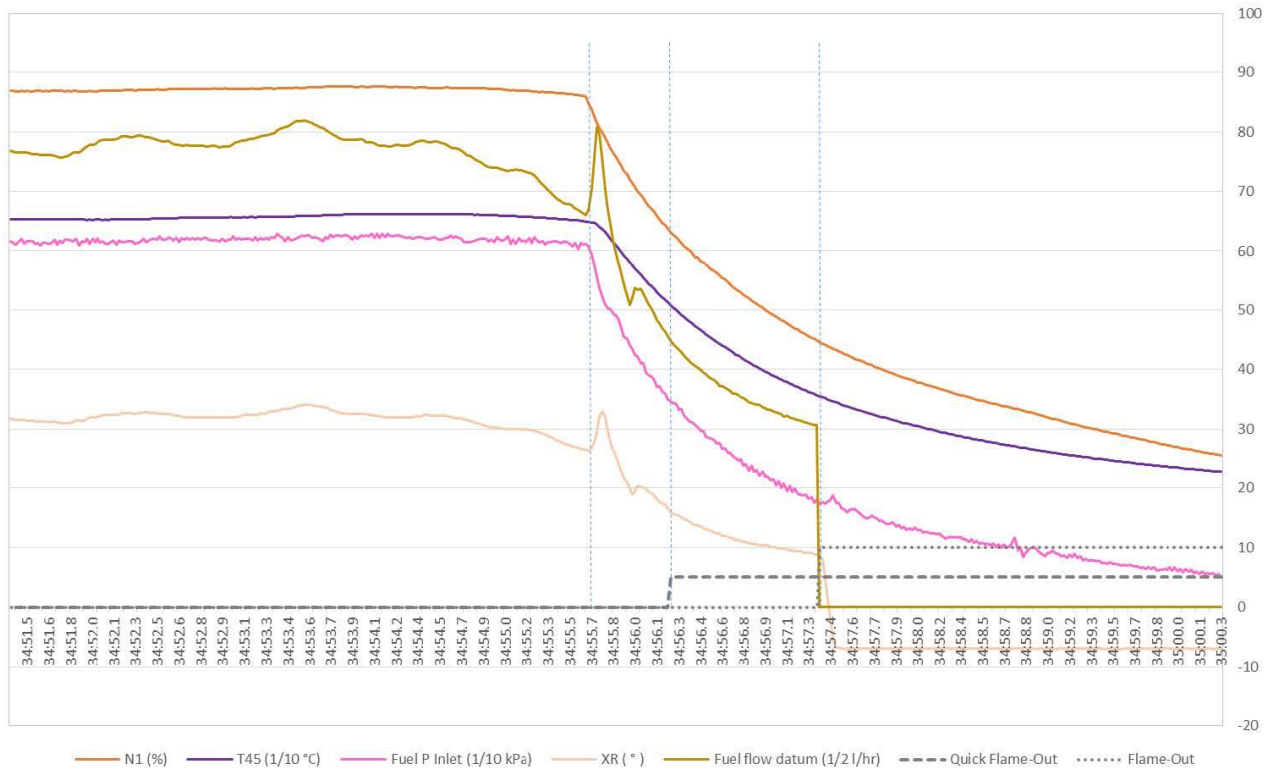


Figur 9: Graf av noen av motorparametrene de siste åtte minuttene av flygingen. Kilde: Safran/SHK

Figur 9 viser motorparameterne de siste 8 minuttene av flygingen. Det kan observeres at det oppstod en differanse i gassgeneratorturtallene og turbintemperatur ca. 3 minutter før venstre motor stopper. Differansen samsvarer i tid med da den akustiske uregelmessigheten oppstod.

Safran har også sett på andre parametere slik som drivstofftilførsel, drivstofftrykk, temperaturer etc. og alt er normalt helt til motoren brått stopper. Det er ingen indikasjon på at det var noe teknisk feil før motorene stanset, og dette ble verifisert under testkjøring av motorene, se 1.16.3

Figur 10 viser *context recording* av venstre motor når den stopper. Både turtallet til gassgeneratoren og turbintemperaturen falt brått. DECUen forsøkte å kompensere ved å tilsette mer drivstoff. Dette ble forsøkt to ganger før den erklærte *quick flame-out*. 1,6 sekunder senere erklærte den *flame-out* og kuttet drivstofftilførselen.



Figur 10: Noen parametere registrert med en frekvens på 50 Hz i forbindelse med at venstre motor stanset. Kilde: Safran / SHK

1.11.3 APPAREO VISION 1000

LN-OOS var utstyrt med en Appareo Vision 1000 enhet. Denne lagret bilder av instrumentpanelet, GPS-posisjon, hastigheter, helikopterets orientering, akselerasjon og rotasjonsrater. Havarikommisjonen brukte data fra enheten til å lage kart, samt bekrefte hendelsesforløpet.

1.12 Hendelsesstedet og helikopteret

1.12.1 HENDELSESSTEDET

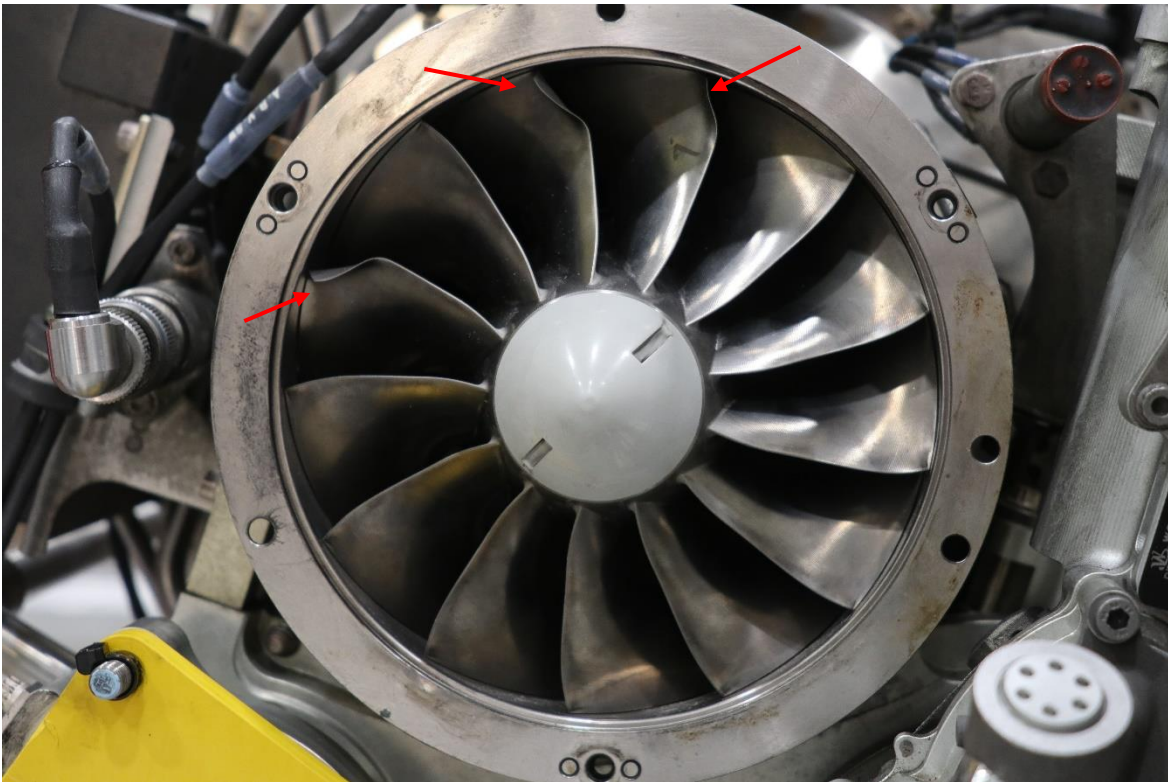
Helikopteret ble nødlandet i en snødekt myr med skog rundt ca. 60 moh. Det var tilstrekkelig klaring til skogen slik at landing foregikk uten problemer.

1.12.2 HELIKOPTERET

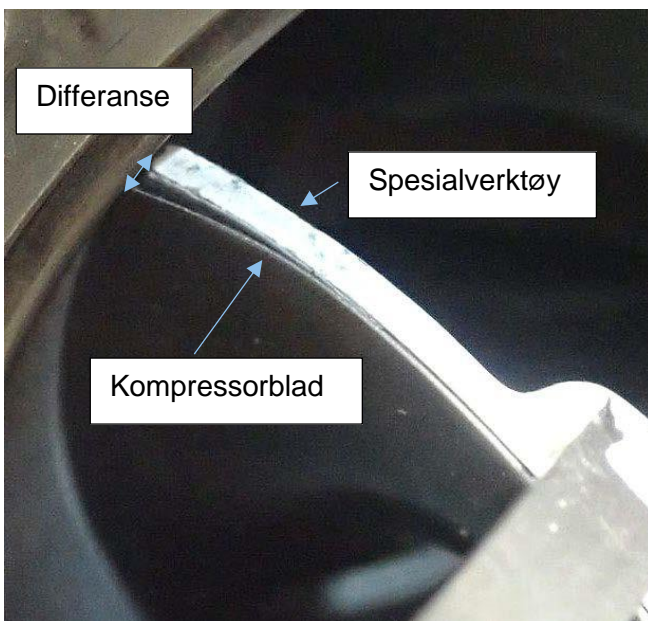
Rett etter landing inspiserte fartøysjefen helikopteret. Det var ikke tegn til is eller snø på utsiden av helikopteret. IBF-filteret var også rent for snø og is. Det var derimot betydelige mengder is og sørpe inne i rommet som huser hovedgirboksen, hvor luften til motoren blir hentet fra når bypassluken til IBF-systemet er åpen.

Visuell inspeksjon noen dager senere viste at det var *soft FOD*¹⁸ skader på kompressorbladene til begge motorers aksialkompressor. Det var størst skader på venstre motor. Høyre motor hadde mindre skader som ble oppdaget ved hjelp av spesialverktøy.

¹⁸ Soft Foreign Damage (Soft FOD) er en skade på en turbinmotors kompressorblader forårsaket av et mykt legeme slik som is, sørpe, vann, tøystykker eller andre myke materialer.



Figur 11: Venstre aksialkompressor. Pilene peker på bøyde kompressorblader. Foto: SHK



Figur 12: Det ene bladet på høyre kompressor fraviker fra spesialverktøyet som angir riktig bladformasjon. Foto: Safran/SHK

1.13 Medisinske og patologiske forhold

Ikke relevant.

1.14 Brann

Det oppstod ikke brann under hendelsen.

1.15 Overlevelsesaspekter

Da venstre motor stanset, hadde helikopteret lav høyde og hastighet. Fartøysjefen observerte også at mesteparten av tilgjengelig motorkraft, både 30-sek og 2-min¹⁹, på gjenværende motor ble brukt da han gjennomførte 180°-svingen for å snu vekk fra kraftledningen som krysset dalen foran dem. Terrenget og kraftledningen kunne vanskeliggjort en eventuell sikker autorotasjon²⁰. Det var også kun ett sete med sikkerhetseler, noe som medførte at to av passasjerene ikke hadde mulighet til å være fastspent og dermed var mer utsatt.

1.16 Spesielle undersøkelser

1.16.1 INSPEKSJON AV LN-OOS HOS NLA TEKNISK HOVEDBASE PÅ GARDERMOEN

Den 8. desember 2021 foretok Havarikommisjonen, i samarbeid med BEA, Safran Helicopter Engines og Airbus Helicopters en inspeksjon av LN-OOS i NLA sine lokaler på Oslo lufthavn Gardermoen. Motorene ble inspisert både utvendig og med boroskop innvendig. Med unntak av skadene på kompressoren ble det ikke avdekket noe som kunne forklare hvorfor motorene stoppet.

Under inspeksjonen ble det funnet noen skader på kompressorbladene, og venstre motor hadde større skader enn høyre. Alle drivstoffslangene ble inspisert uten tegn til blokkering eller lekkasje. Havarikommisjonen tok også drivstoffprøver som ble analysert, og disse var normale.

1.16.2 PRØVEFLYGINGER UTFØRT AV AIRBUS HELICOPTERS

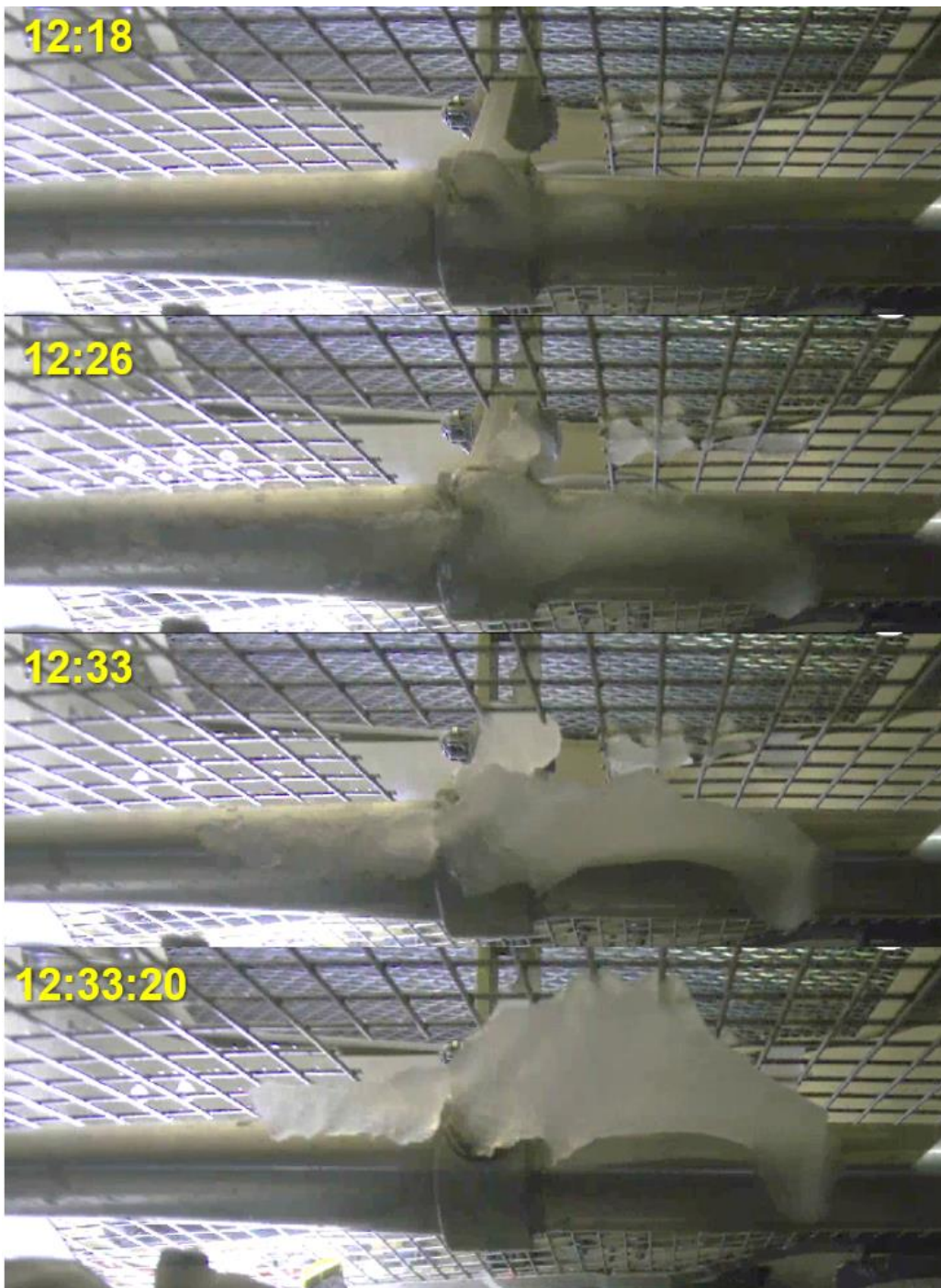
Airbus Helicopters besluttet tidlig, og på selvstendig grunnlag, at de skulle gjennomføre prøveflyginger for å undersøke ising av IBF-systemet. Prøveflygingene ble gjennomført i Brønnøysund fra 10. til 26. januar 2022. Airbus stilte med en modifisert BK117 D-3 som var instrumentert med flere kameraer og temperatursensorer. IBF-konfigurasjonen og motortype var den samme som på LN-OOS.

Prøveflygingene avdekket at det er mulig at det oppstår ising i IBF-systemet, og at isen kan gå uhindret inn i motoren. Dette gjelder spesielt undersiden av bypassgitteret når bypassdøren er åpen. Hvis temperaturen varierer og går over 0 °C kan dette føre til at isen smelter på kontaktflatene, noe som gjør at is og sørpe kan løsne.

Prøveflygingene foregikk ved at Airbus Helicopters fløy i varierende snø-, regn- og sluddforhold for å undersøke hvordan IBF-systemet reagerte. Havarikommisjonen har fått tilgang til resultatene fra prøveflygingene. Disse avdekket at det kan oppstå betydelig ising inne i IBF-systemet når lufttemperaturen er mellom -5 og 1 °C med mye fuktighet i luften (snø, sludd og regn), se figur 13 og figur 14.

¹⁹ Den motorkraften som kan brukes i 30 sekunder og 2 minutter når kun en motor er operativ før motoren må overhales.

²⁰ Autorotasjon er den egenskapen hovedrotoren på et helikopter har til å rotere uten motorkraft, under påvirkning av luftkrefter. Dette muliggjør landing fra en viss minimumshøyde uten motorkraft.



Figur 13: Bildet viser oppbygning av is på bypasslukens mekanisme. Bildet er tatt fra undersiden av IBF filterboks. Foto: Airbus Helicopters / SHK



Figur 14: Bildet viser oppbygning av is på undersiden av IBF-filteret. Foto: Airbus Helicopters / SHK

1.16.3 TESTING AV MOTORENE HOS SAFRAN HELICOPTER ENGINES

I perioden 22.–24. februar 2022 ble begge motorene kjørt i testbenk hos Safran Helicopter Engines i Tarnos, Frankrike med SHK til stede. Hensikten var å avdekke om det var noe feil med motorene som ikke ble oppdaget verken under inspeksjonen hos NLA eller ved analyse av de lagrede tekniske data.

Begge motorene gjennomgikk samme testprogram som bestod av:

- montering i testbenk
- innledende sjekker og første oppstart
- vibrasjonstester
- ytelsestester
- akselerasjonstester
- transient-tester
- sluttinspeksjon

Begge motorene gjennomførte testene uten problemer. Det ble ikke avdekket noe som kunne forklare hvorfor motorene hadde stoppet. Venstre motor hadde en del svakere ytelse enn høyre, som er forventet med tanke på skadene på aksialkompressoren.

1.17 Organisasjon og ledelse

1.17.1 NORSK LUFTAMBULANSE AS

Norsk Luftambulanse AS ble stiftet i 1977 og er et heleid datterselskap av Stiftelsen Norsk Luftambulanse. Selskapet leverer ambulansetjenester i Norge og Danmark. I Norge opererer selskapet på oppdrag fra den statlige Luftambulansetjenesten HF på 13 baser over hele landet. Hovedkontoret ligger i Oslo, mens teknisk hovedbase ligger på Oslo lufthavn Gardermoen. Selskapet hadde 216 ansatte ved utgangen av 2020.

1.17.2 OPERASJONSMANUAL-A

Operasjonsmanual-A (OM-A) gir selskapsspesifikke retningslinjer og krav til gjennomføring av operasjoner, med blant annet krav til sikt. OM-A 8.1.4 (e) *HEMS²¹ Operating Minima* gir kriteriene for å gjennomføre HEMS/SAR under nattforhold med bruk av NVG. Skybasen skal da minimum være 1 200 ft og sikten på 3 000 m.

1.18 Andre opplysninger

1.18.1 HENDELSE MED LN-OOU

Den 30. mars 2020 var et annet av NLA sine MBB-BK117 D-2, LN-OOU, ute på et medisinsk oppdrag. Flygingen gikk fra Brønnøysund til Sandnessjøen sykehus og tilbake. Det var lett snøvær, temperaturer rundt null og redusert sikt. Flygingen foregikk som instrumentflyging.

På vei fra Brønnøysund oppdaget besetningen lett ising på *wire-cutter*²². De reduserte flyhøyden og isingen avtok. Flygingen foregikk deretter som normalt med landing på Sandnessjøen sykehus. Etter et bakkeopphold på 30 minutter ble litt lett snø fjernet fra stabilisatoren og Fenestronen. Det var lett snøvær, men fartøysjefen hadde god sikt da han tok av.

Etter ca. 15 minutter med normal flyging stoppet brått venstre motor uten forvarsel. Besetningen meldte MAYDAY og analyserte situasjonen. De fant ut at det var best å prøve å starte motoren under flyging. Motoren startet uten problemer og resten av flygingen foregikk uten ytterligere problemer.

NLA gjennomførte en intern undersøkelse i etterkant av hendelsen, med støtte fra Safran og Airbus. Undersøkelsen avdekket ikke noen tekniske feil ved motoren som kunne forklare hvorfor den stoppet. Det ble indentifisert små *soft FOD* skader på kompressoren, men det ble ikke funnet en entydig forklaring på hvorfor motoren stanset.

1.18.2 TILTAK ETTER HENDELSEN

Kort tid etter hendelsen med LN-OOS 20. november 2021 utga Airbus Helicopters en *Safety Information Notice* (SIN 3515-71-Rev1) om flyging i vintervær med IBF-system installert. Denne forbød flyging i snøvær med IBF-systemet installert. Den sa også at flyging skulle unngås når temperatuten var under 5 °C og det var synlig fuktighet.

Denne SINen ble etter faglig diskusjon revidert til SIN 3515-71-Rev2 som ikke hadde like strenge krav. EASA ga også ut et Airworthiness Directive basert på denne SIN. Gjeldende begrensinger gitt i SIN 3515-71-Rev2 siteres:

Purpose of Revision 2 of this SIN is to inform flight crews of updated protective measures for helicopters with IBF installed:

Flight in the following environmental conditions is prohibited:

- *Flight in falling snow and sleet with visibility due to snow/sleet less than 1500 m*
- *Hover or flight in blowing snow for longer than 1 minute*
- *Flight in fog/clouds when visibility is less than 800 m and OAT ≤ 5 °C*
- *Flight in icing or ice crystals conditions*

²¹ *Helicopter Emergency Medical Services.*

²² *En skarp anretning som sitter fremst på helikoptret som skal hjelpe til å skjære over ledninger.*

Det er ingen ekstra begrensinger hvis det opereres med standard luftinntak. NLA valgte derfor å fjerne IBF-systemet fra alle sine MBB-BK117 D-2.

Etter prøveflygingen omtalt i 1.16.2 har også Airbus foreslått flere endringer. Blant annet å sette et ekstra beskyttelsesgitter i *air inlet tube* som sitter etter filterboksen, men før kompressoren. Dette for å hindre is i å komme helt fram til motoren. Det er også foreslått å endre beskyttelsesgitteret som sitter over bypassluken slik at hullet for aktuatormekanismen blir mindre.

Om de foreslåtte endringene er passende eller om de reduserer sannsynligheten for at is bygger seg opp vil verifiseres med nye prøveflyginger.

1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder

Det har ved denne undersøkelsen ikke blitt benyttet metoder som kvalifiserer til spesiell omtale.

2. Analyse

2.1 Innledning	30
2.2 Hendelsesforløp	30
2.3 Typesertifisering og gjenbruk av tidligere sertifiseringsdata.....	31
2.4 HEMS-operasjoner og vinterforhold	32
2.5 Auto ignition	32

2. Analyse

2.1 Innledning

Undersøkelsen har hatt tilgang til mye god og relevant informasjon. Dette har medført at Havarikommisjonen har kunnet danne seg en god forståelse av hendelsesforløpet for å fastslå mulige årsaker til at begge motorene på LN-OOS stoppet utilsiktet.

Analysen starter med en gjennomgang av hendelsesforløpet. Deretter diskuteres luftfartens gjenbruk av data under sertifisering. Videre drøftes HEMS-operasjoner og vinterforhold før analysen avsluttes med en vurdering rundt *auto ignition*.

Undersøkelsen har vist at det ikke var noe teknisk galt med motorene og dette analyseres ikke nærmere.

2.2 Hendelsesforløp

Hendelsen i Kongsvikdalen illustrerer noen av de særegenhetene som søk- og redningstjenesten og luftambulansen må ta hensyn til. Denne typen operasjon kan ofte ha mindre marginer enn andre operasjoner. Selskapets prosedyrer skal sørge for at operasjonen er så sikker som mulig og ikke strekker seg utover luftfartøyets og besetningens begrensinger.

Været som LN-OOS fløy i er forhold som kan forventes langs norskekysten vinterstid. Besetningen har forklart at de var klar over at det var bygevær i området, men at de ikke tenkte noe særlig over det. Dette var vær de var vant til å fly i. De hadde akkurat kommet tilbake fra et annet oppdrag i samme område hvor været ikke hadde påvirket flygingen og oppdraget.

Det var ikke varslet om ising utenfor bygeskyene, og det var ikke forbudt for helikoptertypen å fly i snøvær. Det må gjøres en helhetlig vurdering av værforholdene og om det forventes ising eller ikke. Besetningen på LN-OOS forventet ikke is, og sikt var den begrensingen de var mest oppmerksomme på. Mens helikopteret ventet på de nødstedte hadde besetningen enkelte ganger så lite sikt at den var utenfor fastsatte krav hos NLA for HEMS-oppdrag om natten. Samtidig hadde de hele tiden god kontakt med terrenget rundt og mulig landingsplass hvis det skulle skje noe med helikopteret. I oppdragets natur ligger det et ønske om å hjelpe andre mennesker, og det er forståelig at besetningen valgte å bli i området. Spesielt med tanke på at de ikke hadde god nok sikt til å fly vekk visuelt og at de nødstedte brukte helikopteret som hjelp for å komme seg ned fra fjellet.

Det er ikke mulig for Havarikommisjonen å fastslå entydig når i hendelsesforløpet isen bygde seg opp. Det er likevel mest sannsynlig at det skjedde mens helikopteret stod i hover og senere på bakken mens det ventet på de nødstedte. Etter at helikopteret landet og stod på bakken med lavt motorpådrag, ville det vært mindre luftgjennomstrømning og derfor en høyere temperatur på luftstrømmen. I tillegg ville varmen fra oljekjøleren ha vært med på å varme opp området. Dette kan ha ført til at isen begynte å smelte, ble mykere og løsnet. Når de så tok av kan den økte luftgjennomstrømningen ha ført til at noe av isen ble dratt inn i motoren. Dette samsvarer med når den akustiske uregelmessigheten oppstod, og det oppstod en differanse i ytelsen til motorene.

Det tok enda tre minutter før venstre motor stanset, noe som kan forklares med at isen løsnet i flere omganger. Høyre motor stanset ikke før den ble satt til tomgang, og en forklaring på dette er at situasjonen gir mindre margin til selvoppretholdende hastighet. Det kreves da mindre for å stanse motoren. Det at det er mindre skade på kompressorbladene i høyre motor kan forklares med at motoren var satt til tomgang og hadde en lavere rotasjonshastighet. Havarikommisjonen

kan ikke utelukke at det var nok is i luftinntaket til høyre motor til at denne også kunne ha stanset i luften.

Havarikommisjonen vil anerkjenne besetningens raske handlinger da venstre motor først stanset. LN-OOS befant seg i en trang dal, i mørke og hadde ikke oversikt over en kraftlinje. Å etablere flyging på en motor, lokalisere kraftlinjen for deretter å fortsette flyging ville vært utfordrende. I den situasjonen de befant seg fremstår å nødlande som en god avgjørelse.

Hadde begge motorene stanset i luften måtte besetningen autorotert til bakken. Høyden, hastigheten og terrenget rundt LN-OOS ville gjort det vanskelig for fartøysjefen å få etablert riktige flygeparametere for sikker autorotasjon. Siden passasjerene ikke var fastspent ville en hard landing, eller havari, kunne ført til personskade.

2.3 Typesertifisering og gjenbruk av tidligere sertifiseringsdata

Å sertifisere komponenter og luftfartøy er en tidkrevende og kostbar prosess. Det er derfor vanlig at data og resultater fra tidligere sertifiseringer i størst mulig grad gjenbrukes hvis visse likhetskriterier er møtt. Dette byr på noen utfordringer og legger et ekstra ansvar på produsent og sertifiseringsorganisasjonen. Det må gjøres en kritisk vurdering av de antagelsene som var lagt til grunn ved tidligere sertifisering. Det er ikke gitt at disse fortsatt holder, og dette kan være vanskelig å identifisere.

Under sertifiseringen av MBB-BK117 D-2 ble det blant annet vurdert hvilke konsekvenser ny motor ville ha for ising med standard luftinntak. Hovedvekten ble lagt på at den nye motoren ville ha økt luftgjennomstrømning. Dette fører til at lufta får en høyere hastighet, og det ble gjort vurderinger rundt hvor mye ekstra vann luftinntaket da ville utsettes for per tidsenhet, og effekten dette vil ha for isdannelse. Konklusjonen var at standard luftinntak fortsatt tilfredstilte sertifiseringskravene.

Det ble ikke gjort tilsvarende vurdering for IBF-systemet da antagelsen var at resultatene fra C-2 sertifiseringen fortsatt var gyldig. Denne ingeniør-vurderingen var basert på likhetsaspekter siden IBF-systemet var identisk for C-2 og D-2. Resultatet av den analysen var at IBF-systemet hadde en ytterligere positiv effekt når det gjaldt ising. Med IBF-systemet installert, og bypass luken åpen, ble det lagt til grunn at luften har en vanskeligere vei inn i motoren enn med standard luftinntak. Dette ble videre antatt å medføre at vandrdåper og is blir skilt ut, slik at luften som kommer til motoren er tørrere. I tillegg la man til grunn at nærheten til den varme oljekjøleren som stråler varme ville være positivt.

Prøveflygingen til Airbus etter hendelsen med LN-OOS har vist at denne antagelsen ikke nødvendigvis stemmer. Den økte luftgjennomstrømningen har også den effekten at luftstrømmen får en lavere temperatur. Dette fører til at det kan dannes et lokalt område hvor forholdene for ising er til stede selv om de overordnede forholdene tilsier at det ikke er fare for ising. Havarikommisjonen mener at Airbus Helicopters ikke gjorde en grundig nok verifikasjon av antagelsene om IBF-systemet og om disse fortsatt var gjeldende under sertifiseringsprosessen av MBB-BK117 D-2.

Havarikommisjonen ser det som lite sannsynlig at helikopterets standard løsning for luftinntak vil ha de samme problemene som IBF-systemet. I tilfellet med LN-OOS var hverken besetning eller produsent klar over muligheten for at is i luftinntaket kunne gå uhindret inn i motoren.

Havarikommisjonen er kjent med at Airbus Helicopters og EASA har tatt problemet alvorlig. Basert på forventningen at løsningene Airbus Helicopters har presentert ferdigstilles fremmer ikke Havarikommisjonen sikkerhetstilråding.

2.4 HEMS-operasjoner og vinterforhold

Norskekysten er utsatt for lavtrykk som dannes langs polarfronten. Varm, fuktig, maritim luft som kommer inn og treffer norskekysten gir mye nedbør. Den fuktige luften kan ved temperaturer rundt 0 °C vinterstid føre til en kombinasjon av regn, sludd og snø som fører til høy luftfuktighet. Fuktighetsinnholdet i lufta blir mindre ved lavere temperaturer og problemet er dermed mindre. Høy luftfuktighet øker sannsynligheten for ising. Dette er noe både operatører og produsenter må ta hensyn til. Prøveflygingen til Airbus har vist at slike forhold kan føre til ising i IBF-systemet.

Det er viktig at operatører i Norge, i samråd med produsenter tar en grundig vurdering av hvordan forhold som er vanlige i Norge kan påvirke operasjonene. En produsent vil ikke nødvendigvis kjenne til disse, så dette må operatørene informere om. Det hviler også et særskilt ansvar på produsentene for å ta på alvor de forhold som operatørene informerer om.

Søk- og redningstjenesten og luftambulansen er spesielt utsatt for disse problemstillingene. Generelt er det likevel viktig at helikopteret opereres innenfor marginene, selv om det står om liv og helse. Operatørene håndterer den økte risikoen gjennom prosedyrer og krav til operasjonene, men de må også stole på luftfartøyet de opererer. Når en operasjon gjennomføres innenfor begrensningene gitt i et luftfartøys håndbok så forventes det at operasjonen er sikker. I tilfellet med LN-OOS har det vist seg at IBF-systemet ikke har tilfredsstillt de kravene som er lagt til grunn.

Havarikommisjonen har likevel noen betraktninger om gjennomføringen av oppdraget. Langvarig operasjon i de forhold som LN-OOS opererte i, var uheldig. Det var meldt om moderat ising inne i byggeskyene, så langvarig operasjon under byggeskyene økte risikoen for at en uønsket situasjon skulle oppstå. Været varierte i intensitet, og det var også helt på marginene og likt været LN-OOS hadde ventet i da det fløy ut av området. Dette betyr at besetningen hadde mulighet til å fly ut tidligere.

Det er også uheldig at det ikke var mulighet for å sikre alle passasjerene. Når en passasjer ikke er fastspennet er man utsatt for økt risiko, samt at man også er en risiko for andre om bord i helikopteret. Havarikommisjonen mener at operasjonen til tider hadde reduserte sikkerhetsmarginer. Siden operasjonen ble gjennomført innenfor lovverket og gitt hendelsens tekniske karakter har ikke dette vært i fokus i undersøkelsen.

2.5 Auto ignition

Arriel 2E har ikke autonom restart av motoren hvis flammen slukker. Det må derfor gjennomføres en manuell restart av motoren.

Selv om MBB-BK117 D-2 ikke er sertifisert for å fly i isingsforhold kan det oppstå situasjoner der helikopteret uforvarende havner i slike forhold. Ansvar til fartøysjefen er da å komme seg bort fra forholdene så fort som mulig, men dette tar likevel tid. Snøvær defineres ikke automatisk som isingsforhold, og undersøkelsen har vist at IBF-systemet er sårbart for isdannelse i snøvær. Det kan derfor bygge seg opp is i luftinntaket selv om helikopteret opererer utenom varslede isingsforhold.

Da flammen slukket registrerte DECUen at både temperaturen i brennkammeret og hastigheten til gassgeneratoren falt. 1,6 sekund etter at motorparameterne begynte å falle «erklærte» den *flame-out*. Slik systemet fungerer i dag må fartøysjefen manuelt igangsette oppstartsekvensen. Dette kan gjøres før turtallet til gassgeneratoren faller under 20 % og kontrollsystemet vil da automatisk igangsette oppstartsekvensen når motorparameterne tilsier at dette er mulig. Dette krever likevel en årvåkenhet fra fartøysjefen og et mentalt overskudd.

I tilfellet med LN-OOS ville det å få tilbake motorkraft nær umiddelbart gjort situasjonen mindre alvorlig. Siden helikopteret befant seg i en situasjon med små marginer ville en *auto ignition* funksjon, eller manuell restart, gitt fartøysjefen et større handlingsrom.

Siden helikopteret ikke er sertifisert for isingsforhold og motoren skal beskyttes mot is av luftinntaket samt at motorfabrikanten tidligere, uten hell, har forsøkt å finne en teknisk løsning fremmer Havarikommisjonen ingen sikkerhetstilråding om dette.

3. Konklusjon

3.1 Hovedkonklusjon.....	35
3.2 Undersøkelseresultater	35

3. Konklusjon

3.1 Hovedkonklusjon

Begge motorene på LN-OOS stanset trolig på grunn av is som kom inn i motorene og slukket flammen i brennkammeret. Undersøkelsen har avdekket at denne isen mest sannsynlig kom fra IBF-systemet. Prøveflyginger utført av Airbus Helicopters Deutschland etter hendelsen har avdekket at under noen værforhold kan det dannes betydelige mengder is i IBF-systemet og at isen deretter kan gå uhindret i motoren.

3.2 Undersøkelsesresultater

- A. Det var klarvær og god sikt i Harstad da LN-OOS tok av.
- B. Det er ikke avdekket tekniske feil eller mangler ved helikopteret.
- C. Helikopteret traff snøværet da det var kommet fram til Kongsvikdalen.
- D. Det var ikke varslet ising ut over i forbindelse ved CB-aktiviteter.
- E. Det tok lenger tid enn besetningen hadde regnet med før de nødstedte kom seg ned til helikopteret.
- F. Mens helikopteret stod i hover varierte snøværet i intensitet.
- G. Mens helikopteret stod i hover, fikk besetningen *IBF clogging warning* på høyre motor.
- H. På noen tidspunkt var sikten under minstekrav fastsatt i NLA.
- I. Besetningen hadde hele tiden god kontakt med terrenget rundt og mulig landingsplass.
- J. Besetningen hadde tatt avgjørelsen om å fly bort hvis det kom en god åpning i været.
- K. Flygingen foregikk normalt helt fram til venstre motor stoppet plutselig.
- L. To av passasjerene hadde ikke mulighet til å sitte fastspent i sete.
- M. Helikopteret nødlandet uten problemer og uten at noen ble skadet.
- N. Undersøkelsen har avdekket at IBF-systemet ikke oppfyller sertifiseringskravene for beskyttelse mot ising.
- O. Under ugunstige værforhold kan det bygge seg opp betydelige mengder med is i IBF-systemet som kan gå uhindret inn i motoren.
- P. Norskekysten er vinterstid utsatt for værforhold som kan gi ising i IBF-systemet.
- Q. Undersøkelsen har ikke funnet noen tekniske mangler eller feil med motorene.
- R. Motorene er ikke utstyrt med *auto ignition* som autonomt kan starte de igjen hvis de skulle stanse.

4. Sikkerhetstilrådingar

4. Sikkerhetstilrådingar

Statens havarikommisjon fremmer ikke sikkerhetstilrådingar i denne saken.

Statens havarikommisjon
Lillestrøm, 14. november 2022

Forkortelser

Forkortelser

AMK	Akuttmedisinsk kommunikasjonsentral
ARC	Airworthiness review certificate
CVFDR	Cockpit voice / flight data recorder
DECU	Digital engine control unit
EDR	Engine data recorder
EFB	Electronic flight bag
FOD	Foreign object damage
HEMS	Helicopter medical emergency services
HTAWS	Helicopter terrain and warning system
IBF	Inlet barrier filter
NLA	Norsk Luftambulans AS
NVG	Night vision goggles
OM-A	Operasjonsmanual-A
PT	Power turbine
SEV	Stop electro valve
SHK	Statens havarikommisjon
SIN	Safety information notice