

RAPPORT

SL 2012/13



RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE VED
DALAMOT I ULLENSVANG, HORDALAND 4. JULI
2011 MED EUROCOPTER AS 350 B3, LN-OXC,
OPERERT AV AIRLIFT AS

 This report is also available in English

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

INNHALDSFORTEGNELSE

MELDING OM HAVARIET	3
SAMMENDRAG.....	3
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	4
1.1 Hendelsesforløp	4
1.2 Personskader	7
1.3 Skader på luftfartøy.....	7
1.4 Andre skader	7
1.5 Personellinformasjon	7
1.6 Luftfartøy	8
1.7 Været.....	12
1.8 Navigasjonshjelpemidler.....	13
1.9 Samband.....	13
1.10 Flyplasser og hjelpemidler	13
1.11 Flygeregistratorer	13
1.12 Havaristedet og helikoptervraket	13
1.13 Medisinske og patologiske forhold	15
1.14 Brann.....	16
1.15 Overlevelsesaspekter.....	17
1.16 Spesielle undersøkelser	17
1.17 Organisasjon og ledelse	22
1.18 Andre opplysninger.....	29
1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder.....	45
2. ANALYSE.....	46
2.1 Innledning, avgrensninger og presiseringer	46
2.2 Hendelsesforløpet	46
2.3 Overlevelse, brann og redning	47
2.4 Sannsynligheten for teknisk svikt	48
2.5 Faktorer som kan ha ledet til brå manøvrering	48
2.6 Sannsynligheten for at det oppstod Servo transparency	51
2.7 Oppsummering av vurderinger knyttet til manøvrering og Servo transparency.....	53
2.8 Tiltak for å redusere risiko forbundet med Servo transparency	53
2.9 Selskapets rolle og sikkerhetsfremmende tiltak.....	56
2.10 Luftfartsmyndighetens rolle.....	57
2.11 Behov for flygeregistrator	58
3. KONKLUSJON	59
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER	61
VEDLEGG.....	62

RAPPORT OM LUFTFARTSULYKKE

Luftfartøy:	Eurocopter AS 350 B3 Ecureuil
Nasjonalitet og registrering:	Norsk, LN-OXC
Eier:	Blueway AS, Postboks 2545 Solli, 0202 Oslo
Bruker:	Airlift AS, Førde lufthavn, 6977 Bygstad
Havaristed:	Dalamot i Ullensvang kommune, Hordaland fylke Posisjon N60° 24,442' Ø006° 58,311'
Havaritidspunkt:	Mandag 4. juli 2011 kl. 1830

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

MELDING OM HAVARIET

4. juli 2011 kl. 1950 varslet operasjonssentralen ved Hordaland politikammer Statens havarikommisjon for transport (SHT) om at et helikopter med fem personer om bord hadde totalhavarert og kommet i brann ved Dalamot i Ullensvang.

SHT rykket ut med fire havariinspektører som startet undersøkelser på havaristedet neste ettermiddag. I henhold til ICAO Annex 13 Aircraft Accident and Incident Investigation underrettet SHT havarikommisjonen i produsentlandet Frankrike om det inntrufne. Den franske havarikommisjonen Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation civile (BEA) utnevnte en akkreditert representant som sammen med rådgivere fra fabrikanten har bistått SHT i undersøkelsen. Også det europeiske flysikkerhetsbyrået European Aviation Safety Agency (EASA) ble underrettet og bistod med en rådgiver i undersøkelsen.

SAMMENDRAG

Helikopteret ble brukt til å frakte personer til en hyttetomt på fjellet. Det var godt vær med fine flyforhold. Første tur med fem passasjerer var gjennomført. På andre tur var det fire passasjerer om bord. Da helikopteret påbegynte nedstigning for innflyging mot hyttetomta, ble de første passasjerene vitner til at det gjorde en krapp sving mot høyre. Underveis i svingen syntes helikopteret i følge vitnene å «komme ut av styring», med anslagsvis 60-90 grader krenkning og stor gjennomsynkning. På slutten så det ut som det var i ferd med å rette seg opp, men det traff bakken med stor kraft ca. 500 m fra planlagt landingssted og tok øyeblikkelig fyr. Alle fem om bord omkom i ulykken. Helikopteret ble totalskadet.

Basert på spor på havaristedet er hastigheten forover i kollisjonsøyeblikket beregnet til ca. 105 kt (194 km/t). Helikopteret traff bakken med relativt flat nesestilling og med krenkning på ca. 45° til høyre. Undersøkelser har ikke avdekket tekniske feil eller uregelmessigheter ved helikopteret som kan ha påvirket hendelsesforløpet. Omfattende brannskader gjorde at deler av helikopteret ikke var tilgjengelige for undersøkelser, men det kunne fastslås at motoren gikk og leverte kraft til rotorene da ulykken skjedde. Det var også mulig å verifisere at sentrale deler av flygekontrollene var intakte.

Havarikommisjonen finner det mest sannsynlig at brå manøvrering initierte en sekvens der helikopteret kom delvis ut av kontroll en periode, og at det ikke hadde tilstrekkelig høyde til at fartøysjefen rakk å rette det helt opp og flate ut i tide.

SHT mener hydraulikksystemet kan ha nådd sin begrensning under manøvreringen, slik at fenomenet «Servo transparency» (også kalt Jack stall) oppstod. Når fenomenet oppstår i høyre sving, kan det føre til at helikopteret avviker betydelig fra planlagt flygebane samtidig som det motarbeider flygerens forsøk på å rette opp helikopteret. SHT mener det bør advares tydeligere om dette faremomentet i fabrikantens flygemanual. Helikoptertypen har ikke noe varselllys eller annet som gir forvarsel om at belastningen er i ferd med å overstige servoenes kapasitet. I tillegg til høy masse, høy hastighet og høyt kraftuttak fra motoren (torque), er høy tetthetshøyde ('tynn luft') blant faktorene som fremskynder overbelastning. Dermed vil Servo transparency lettere inntreffe når man flyr et relativt tungt lastet helikopter i fjellet en varm dag, slik tilfellet var med LN-OXC.

Det er ikke mulig å fastslå med sikkerhet hvilke flygestillinger og belastninger helikopteret gjennomgikk, hvilken hastighet det holdt og hvilken flygebane det fulgte i svingen forut for havariet. Dagens regelverk påbyr ikke installasjon av flygeregistrator i lette luftfartøy. SHT mener tiden nå er inne for å ta i bruk tilgjengelige, lette flygeregistratorer som kan gi bedre datagrunnlag for ulykkesundersøkelser så vel som annet sikkerhetsfremmende arbeid.

Som en del av undersøkelsen har SHT gjennomført en anonym spørreundersøkelse blant flygere og lastemenn i Airlift. Svarene tydet i hovedsak på at elementer som antas å være av betydning for sikkerhetskultur var godt ivaretatt i selskapet. Det store flertallet var svært godt fornøyd med selskapets sikkerhetsarbeid i videste forstand. Luftfartstilsynet uttalte seg også positivt om flysikkerhetsarbeidet ved siste inspeksjon. Likevel kom det i spørreundersøkelsen frem at risikoatferd med passasjerer om bord har forekommet også i dette selskapet. SHT mener det er grunn til å tro at tilsvarende gjelder de fleste operatører i denne bransjen. Airlift har i etterkant av ulykken blant annet innført konkrete manøvreringsbegrensninger i høyder lavere enn 500 ft over bakken med passasjerer om bord.

Statens havarikommisjon for transport (SHT) fremmer tre sikkerhetstilrådinger ved avgivelse av denne rapporten.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Hendelsesforløp

- 1.1.1 Helikopterselskapet Airlift var leid inn for å fly personer og byggematerialer fra Klyvet i Kvamsdalen i Eidfjord kommune til en hyttetomt i Vasslia i Ullensvang, oppe på fjellet ca. 13 km øst for Kinsarvik (kart i Figur 4). Hyttetomta ligger ca. 940 meter over havets nivå (m.o.h). Første del av oppdraget var utført to uker tidligere. Del to av oppdraget var planlagt helgen 2. - 3. juli, men ble utsatt til om ettermiddagen 4. juli i påvente av bedre vær.
- 1.1.2 Samme fartøysjef som hadde fløyet første del av oppdraget skulle også fly andre del. Det var tåke om morgenen mandag 4. juli, og flygingen fra Airlifts base i Kinsarvik denne dagen kom derfor ikke i gang før ved 11-tiden. Fartøysjefen benyttet ventetiden til å dra til sin pendlerbolig i nærheten for å sove. Hans første tur for dagen var et kortvarig lokalt oppdrag, før han og lastemannen ved 13-tiden tok av for å fly noen lasteoppdrag. De var tilbake på basen kl. 1720 og fylte drivstofftanken ca. 90 % full før de ca. kl. 1730 tok av og satte kurs mot lasteplassen på Klyvet i Kvamsdalen. De fløy over fjellet der oppdraget skulle foregå, og

lastemannen har forklart at værforholdene i området var gode. Kl. 1745 landet de på lasteplassen på Klyvet, der personene som skulle flys inn til hyttetomta i Vasslia stod klare.

- 1.1.3 Lastemannen gikk av og begynte å klargjøre «hivene» – det vil si byggematerialene som skulle fraktes som underhengende last. Først skulle det flys to turer med personer og noe proviant. Flygeren fjernet flygekontrollene på venstre side og briefet rutinemessig passasjerene om gjeldende sikkerhetsregler og nødprosedyrer. Passasjerer som skulle sitte i forsetet fikk spesiell opplæring i å håndtere dører m.m.
- 1.1.4 På første tur var det fem passasjerer om bord, hvilket er maksimalt antall det er plass til. To kasser med proviant ble tatt inn i lasterommet, og noen lette ryggsekker ble plassert i lastekurven som var montert på venstre skid. Flere av passasjerene hadde vært med på lignende flyginger tidligere. De har forklart at deres tur gikk som forventet. Landing nedenfor hyttetomta ble foretatt inn i vinden, i retning mot nord-nordvest (ref. Figur 6 side 18). De fire som satt i setet bak i kabinen gikk av der. Passasjerer i forsetet hadde et ærend på Nosi-sætra et par km lenger mot sydøst i høyere terreng, og ble satt av der på tilbaketuren.
- 1.1.5 Etter ca. 15 minutter kom helikopteret tilbake til lasteplassen ved Klyvet for å hente de siste passasjerene og resten av provianten; to-tre kasser og noen lette sekker. Lastemannen plasserte lasten i lasterom og utvendig lastekurv med låst lokk. Det var ikke løs last i kabinen, og alle om bord benyttet setebelte. Fartøysjefen hadde hjelm, mens passasjerene hadde hodetelefoner og kunne delta i kommunikasjonen om bord. Lastemannen hadde oppfattet at det skulle fraktes totalt ti personer, og forestilte seg derfor at det ville bli fem passasjerer om bord også på denne andre turen. Han ble derfor ikke med, men ble igjen og jobbet videre med å klargjøre hivene. I realiteten var det fire passasjerer, hvorav en satt foran og tre bak. Passasjerene var i alderen 18-29 år. Start fra Klyvet var kl. 1825.
- 1.1.6 Passasjerer som hadde blitt satt av på Nosi-sætra turen før, har forklart at han så helikopteret komme fra nordøst på den andre turen. Det hadde først retning mot der han stod, men svingte så høyre mot en mer vestlig kurs og fortsatte på nordsiden av Geitelvi ned mot Vasslia. Dette vitnet har beskrevet at helikopteret hadde bra fart, og har anslått flyhøyden til omtrent 100 m over terrenget. Han kunne se at helikopteret senket nesestillingen litt og fulgte terrenget nedover. Helikopteret kom deretter ut av syne bak en knaus, trolig i det samme som, eller like før, det passerte over skrenten hvor det begynte sin høyre sving inn mot landingsplassen ved hyttetomta. Han registrerte deretter ingen lyder eller annet som kunne tyde på at noe hadde skjedd. På dette tidspunkt hadde han fortsatt ørepropper i ørene. Han så litt hvit damp eller røyk som han trodde kunne ha dannet seg som følge av fuktig luft og vann fra fossen. Han har opplyst at det var vindstille og god sikt i området, og at det ikke var skyer i nærheten som kunne skape problemer for den aktuelle flygingen.
- 1.1.7 Passasjerene som hadde blitt satt av på hyttetomta under den første flyturen har forklart at de hørte helikopteret komme. En av dem så helikopteret med fjellryggen Gråskallen som bakgrunn, mens to andre har forklart at de så det først da det kom over skrenten ved Geitdalsfossen. Det hadde relativt høy hastighet. Alle har forklart at de så helikopteret gjøre en krapp sving mot høyre etter at det hadde passert et stykke forbi skrenten. De så buken/undersiden av helikopteret mens det svingte, og en av dem kommenterte at «nå skal de tøffe seg».
- 1.1.8 Vitnene på hyttetomta har videre beskrevet at høyresvingen fortsatte mot stigende terreng, litt forbi retningen der det ville være naturlig å rette opp helikopteret for å fly mot dem og inn mot landingsplassen. Helikopteret hadde betydelig krenkning og fikk stor gjennomsynkning.

Ett vitne har anslått krenghningen til 60°, mens en annen husket å ha sett at hovedrotoren stod tilnærmet loddrett (hvilket tilsvarer 90°). Hastigheten forover syntes å avta, og bevegelsesretningen virket etter hvert å være litt på skrå/sideveis. Vitnene oppfattet at helikopteret «kom ut av styring», og så at det ikke kom til å gå bra. Like før helikopteret traff bakken, så de at det begynte å rette seg opp. Ett vitne har antydnet at krenghningen ble redusert til anslagsvis 45°, og at nesepartiet hevet seg noe (litt usikkert om nesen hevet seg like før eller etter kollisjonen med bakken). Et kort øyeblikk øynet de et håp om at det kunne gå bra likevel. I det samme føk det splintrer i alle retninger, og helikopteret ble kastet opp i luften. Det oppstod umiddelbart en eksplosjonsartet brann.

- 1.1.9 Vitnene stod ca. 550 m nord for der helikopteret traff bakken. De begynte straks å løpe mot havaristedet. Førstemann fremme så at et sete med en av passasjerene lå utenfor det brennende vraket. Han trakk vedkommende i sikkerhet bort fra flammene før han sjekket om flere hadde kommet ut. Det var ingen flere utenfor, og det ble klart at samtlige hadde omkommet i ulykken.
- 1.1.10 Siden det ikke var mobildekning i området, ble vitnene enige om at en av dem måtte løpe opp på Nosifjellet for å ringe og varsle om det som hadde skjedd. På veien møtte dette vitnet passasjereren fra første turen som var på vei ned fra Nosi-sætra, uvitende om ulykken. Sistnevnte overtok ansvaret for å varsle og snudde og løp til fjells der han kl. 1916 (45 minutter etter ulykken) ringte nødnummeret og fikk telefonkontakt med AMK-sentralen (akuttmedisinsk kommunikasjonsentral). AMK varslet straks videre til hovedredningsentralen Sør-Norge (HRS-S), og redningsaksjon ble iverksatt.
- 1.1.11 Lastemannen forventet at også den andre turen ville ta omtrent et kvarter. Etter en halv time var helikopteret fortsatt ikke kommet tilbake. Han ringte selskapets trafikkvakt og etterlyste LN-OXC. På det tidspunkt hadde selskapet ingen oppdatert informasjon. Et annet av selskapets helikoptre med registrering LN-OPP var i området syd for Kinsarvik. Besetningen på LN-OPP ble i første omgang bedt om å kalle på og lytte etter LN-OXC på arbeidsfrekvensen. Samtidig skulle de lytte etter eventuelle signaler fra nødpeilesenderen.
- 1.1.12 LN-OPP hadde kalt på LN-OXC gjentatte ganger på flere aktuelle frekvenser uten å få svar da det landet på basen i Kinsarvik og satte av kunden kl. 1930. Flygeren og lastemannen tok så av igjen for å se etter LN-OXC. De passerte over hyttetomta i Vasslia i god høyde uten å se folk, og fløy videre østover mot lasteplassen på Klyvet. Der fikk de radiokontakt med lastemannen på LN-OXC, som ikke hadde noe nytt å fortelle. De gjorde en U-sving og satte kurs tilbake mot Dalamot syd for Vasslia. På tilbaketuren fikk de vite at hovedredningsentralen hadde ringt selskapet og varslet om at LN-OXC hadde havarert. Deretter fikk de øye på en svak strime av røyk som ble synlig mot sola.
- 1.1.13 LN-OPP landet like ved det utbrente vraket av LN-OXC kl. 1942, ca. 1 time og 12 minutter etter ulykken. Ca. 10 minutter senere ankom første luftambulanse, og etter hvert var tre luftambulanser og ett Sea King redningshelikopter som hadde fraktet opp politi, brann- og sanitetsfolk på havaristedet. Lastemannen på LN-OPP hentet vann i en ryggsekk og bidro med å slukke siste rest av brannen. Vitnene ble fløyet ned fra fjellet ved 22-tiden.

1.2 Personskader

Tabell 1: Personskader

Skader	Besetning	Passasjerer	Totalt
Omkommet	1	4	5
Alvorlig			
Lett/ingen			

1.3 Skader på luftfartøy

Helikopteret ble totalskadet i sammenstøtet med bakken, og vraket tok øyeblikkelig fyr. Se pkt. 1.12 for detaljer.

1.4 Andre skader

Brannskader i terrenget i et område på ca. 250 m².

1.5 Personellinformasjon

1.5.1 Fartøysjefen, mann 39 år, startet sin privatflygerutdannelse på fly i Bergen i 2004 og fortsatte med helikopterflygerutdannelse i USA. Han fikk utstedt norsk trafikkflygersertifikat for helikopter (CPL (H)) høsten 2008. Hans legeattest klasse 1 uten begrensninger var gyldig på ulykkestidspunktet. Han hadde gyldig typerettighet på AS350/ B3. Typeutdanningen var utført i regi av Airlifts TRTO (Type Rating Training Organisation) i 2009. Siste OPC (Operator's Proficiency Check) var avlagt 26. januar 2011.

1.5.2 Fartøysjefen ble ansatt som lastemann i Airlift sommeren 2006. Han ble forfremmet til trainee helikopterflyger i 2009, og ansatt som helikopterflyger i 2010. På ulykkestidspunktet var han autorisert til å utføre oppdrag som innebar fergeflyging/passasjerflyging/taxiflyging, flyging med underhengende last og kraftlinjeinspeksjon.

Tabell 2: Flygetid fartøysjef

Flygetid	Alle typer	Aktuell type
Siste 24 timer	2:50	2:50
Siste 3 dager	2:50	2:50
Siste 30 dager	62:35	62:35
Siste 90 dager	116:10	116:10
Totalt	Ca. 860	Ca. 700

1.5.3 Selskapet har dokumentert at fartøysjefen hadde bestått nødvendige sjekker og deltatt på en rekke kurs og briefinger i perioden 2009-2011, blant annet nødtrening, «line check» og årlig «accident/incident review». Han hadde fått teoretisk og praktisk opplæring i fenomenet «Servo transparency» i forbindelse med typeutsjekk (ref. pkt. 1.18.1 og 1.18.5).

1.5.4 Ifølge kollegaer og ledende personell som SHT har snakket med etter ulykken, fremsto fartøysjefen som en strukturert, rolig og sindig person. Han var i god fysisk form. Ledende personell har fortalt at de før ulykken ikke hadde kunnskap om eller opplysninger som tydet på at han utførte tjenesten på en måte som innebar høyere risiko enn det de anser som normalt. Basesjefsflygeren hadde kun fått en tilbakemelding om at fartøysjefen kanskje kunne

trengte noe mer veiledning for å optimalisere teknikken ved lasteflyging, og hadde planer om å ta aksjon på dette punktet så snart ferien var over.

- 1.5.5 Flygeren hadde en arbeidsplan som i utgangspunktet innebar 14 dagers sammenhengende arbeidsperiode etterfulgt av 14 dager fri. Planen var fleksibel, og i høysesongen kunne programmet variere mer. Ulykken skjedde på den første dagen i en ny arbeidsperiode etter 13 dager fri.
- 1.5.6 Fartøysjefen hadde tilbragt de siste dagene av friperioden på en hytte på fjellet. Et vitne kunne fortelle havarikommisjonen at fartøysjefen la seg tidlig og sov godt på hytta nest siste natten før ulykken. Kvelden før ulykken gikk han til fots ned mot Kinsarvik. Han var nede på basen ca. kl. 2200, og kjørte da sin egen bil hjem til Bergen. Trolig var han ikke fremme før nærmere kl. 0100. Neste morgen stod han opp ca. kl. 0500 og kjørte til basen i Kinsarvik. Der møtte han opp på jobb kl. 0800. Da var det imidlertid tåke, og han dro til sin bopel i nærheten for å sove mens han ventet på bedre vær. Ca. kl. 1100 var han tilbake på basen. Kollegaer har beskrevet at fartøysjefen virket glad og fornøyd, våken og opplagt før ulykken.
- 1.5.7 Fartøysjefen hadde med seg matpakke fra Bergen. Vitner har bekreftet at han spiste både om formiddagen og ca. en time før ulykken, mens helikopteret var på basen for å etterfylle drivstoff.

1.6 Luftfartøy

1.6.1 Generelt

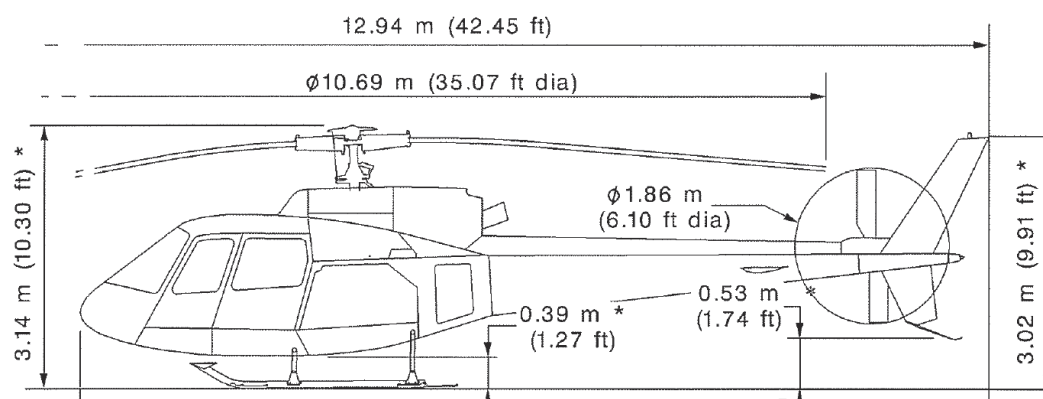
Eurocopter AS 350 B3 er et lett helikopter som normalt har plass til seks personer, to i hvert sitt sete foran i cockpit og fire på en setebenk bak i kabinen. Minimum besetning er en flyger.

Fabrikant:	Eurocopter France
Typebetegnelse:	AS 350 B3 Ecureuil
Serienr.:	4260
Nasjonalitets- og registreringsmerke:	Norsk, LN-OXC
Byggeår:	2007
Luftdyktighetsbevis/ Airworthiness Review Certificate (ARC):	Gyldig til 22. juni 2012
Akkumulert flytid:	Ca. 2 630 timer / 13 300 landinger
Flytid siden siste ettersyn:	Ca. 39 flytimer siden 100-timers ettersyn
Motor:	1 stk. Turbomeca Arriel 2B1
Drivstoff:	Jet A-1, 100 % tankkapasitet tilsvarer 540 liter (427 kg)
Tom-masse:	1 331 kg

Maksimum startmasse uten underhengende last: 2 250 kg

Maksimal tillatt hastighet, V_{NE} : 155 KIAS, 3 kt reduksjon for hver 1 000 ft over havnivå.

Per 1. januar 2012 var 53 individer av Eurocopter AS 350-serien registrert i Norges luftfartøyregister.



Figur 1: Skisse med dimensjoner for helikoptertypen Eurocopter AS 350.



Figur 2: Eurocopter AS 350 B3. (Illustrasjonsfoto)

1.6.2 Utstyr

1.6.2.1 LN-OXC var ikke utstyrt for instrumentflyging og hadde ikke påmontert flyteelementer på understellet. Myndighetsgodkjent lastekurv¹ var montert på venstre skid (ref. Figur 2). Kurven kan ta inntil 100 kg last. Maksimalhastigheten V_{NE} reduseres til 124 KIAS med kurven montert. I tillegg til flygemanualen står det også at man kan forvente at marsjhastigheten reduseres med inntil 15 kt, at stighastigheten kan reduseres med inntil 200 ft/min og at gjennomsynkning ved autorotasjon kan øke med inntil 100 ft/min med denne lastekurven montert. Airlift har opplyst at dette er den best egnede lastekurvtypen de har erfaring med. Eurocopter var heller ikke kjent med at denne typen lastekurv har skapt problemer av noe slag.

1.6.2.2 LN-OXC hadde boblevindu på høyre side og stort vindu i dørken. Skroget var modifisert til å ta tverrskipsbelastning (lateral loads), slik at helikopteret kunne operere sidemontert krok.

¹ Heli-Utility-Basket Installation, Dart Aerospace, Transport Canada STC SH94-14, EASA STC 10016996

Helikopteret var utstyrt med doble kontroller, men både vitneobservasjoner og funn på ulykkesstedet bekrefter at begge stikker og pedaler på passasjersiden (venstre side) var utmontert og lå bak i lasterommet under passasjertransporten.

1.6.3 Masse og balanse

1.6.3.1 Drivstoffmengden på ulykkestidspunktet er anslått til ca. 80 % basert på at helikopteret ble fylt til 90 % ved basen i Kinsarvik og deretter ble fløyet ca. 25 minutter.

1.6.3.2 Lasten bestod i tillegg til passasjerene av to lette banankasser med mat i et lasterom. Dette er av lastemann anslått til ca. 20 kg. I tillegg var det to lette sekker i lastekurven på venstre side av helikopteret, anslått til ca. 20 kg til sammen.

1.6.3.3 Det er ikke krav om at det skal gjennomføres detaljert masse- og balanseberegning før flyging for turer som denne. Selskapet har i ettertid lagt fram masse- og balanseberegning som viser verdier innenfor gjeldende begrensninger (Tørr masse inkluderer flygerens masse):

Operativ masse (tørr masse)	1 426 kg
4 passasjerer à 85 kg	340 kg ²
Drivstoff (80 %)	342 kg
Last	40 kg
Totalmasse	2 148 kg ³

1.6.3.4 Tyngdepunktet lå i henhold til beregningene på 3,24 m, hvilket er innenfor det godkjente området (tillatte verdier er mellom 3,19 og 3,45 m).

1.6.4 Drivstoff

Drivstofftanken ble ødelagt i havariet og drivstoffet brant opp i den påfølgende brannen, slik at det ikke var mulig å ta drivstoffprøve på havaristedet. Det ble sikret drivstoffprøve om kvelden ulykkesdagen fra tanken ved basen i Kinsarvik hvor helikopteret fylte siste gang. Denne prøven er analysert ved SGS laboratorium i Larvik, og det er fastslått at det var Jet A1 med riktig kvalitet og forurensningsnivå under grensen for det maksimalt tillatte.

1.6.5 Vedlikehold

Tabell 3: Siste ettersyn på LN-OXC⁴

Type ettersyn (intervall)	Dato	Totaltid
100-timers ettersyn	20. juni 2011	2 591 timer
150-timers ettersyn	2. juni 2011	2 535 timer
300-timers ettersyn	25. mars 2011	2 385 timer

1.6.5.1 En flytekniker utførte daglig inspeksjon før flygingen startet opp for dagen på basen i Kinsarvik. Dokumentasjon av denne inspeksjonen gikk tapt i ulykken, men SHT har fått opplyst at inspeksjonen ble gjennomført uten anmerkninger.

² I henhold til gjeldende bestemmelser skal man enten legge reelle vekter eller standardmasse til grunn for personer og bagasje. For mannlige og kvinnelige passasjerer er gjeldende standardmasse for helikoptre med 1- 5 passasjerseter henholdsvis 98 kg og 80 kg, pluss 6 kg handbagasje hvis relevant (ref. BSL JAR-OPS 3.620).

³ Maksimal tillatt masse er 2 250 kg.

⁴ Airlift hadde godkjennelse for å benytte forlengede intervaller mellom visse ettersyn.

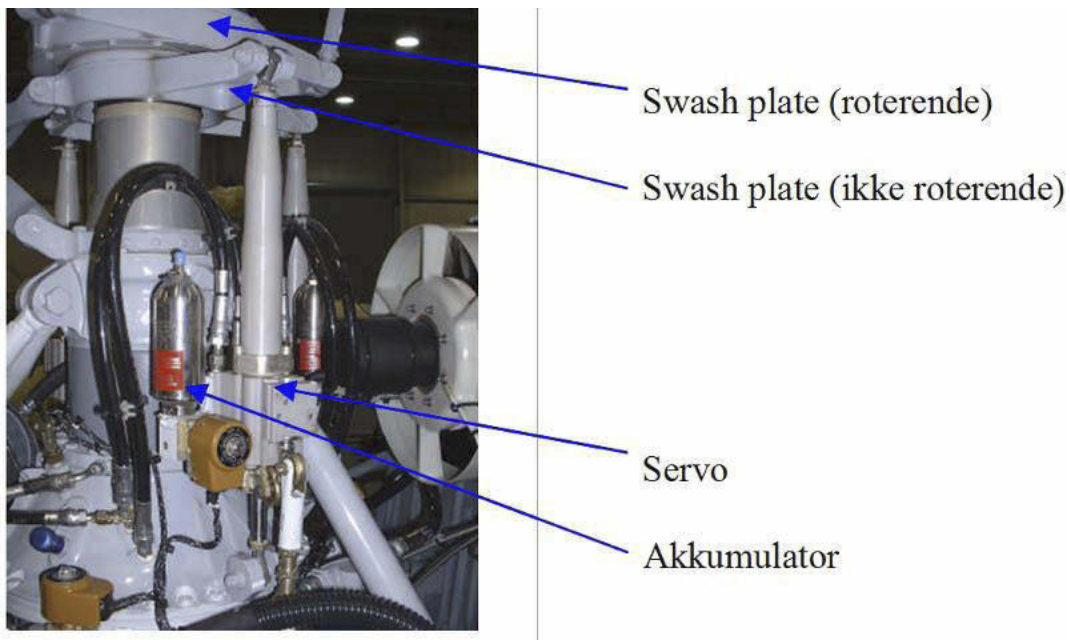
1.6.5.2 Ulykkesdagen ble det utført et vedlikeholdsarbeid på halerotorstyringen (*Yaw potmeter need adjustment. 80 % max R/H pedal. Adjust to 90 % iaw AMM*). Dette arbeidet ble utført fordi flygere hadde bemerket at «maskinen virket litt lat». 1. juli 2011 ble det utført sporings- og balanseringssjekk (*track and balancing*) av hovedrotor, og 30. juni ble det utført balansering av halerotor. Begge disse arbeidene ble gjort etter at flygere hadde bemerket at helikopteret «gikk litt hardt». Ingen av anmerkningene fra flygerne er oppført i helikopterets Technical/Journey log (tech log), men begge arbeidene er dokumentert med egne arbeidskort (work cards) og innført i tech log.

1.6.6 Flygekontroller og tilhørende hydraulikksystem

1.6.6.1 Helikoptertypen er utstyrt med konvensjonelle flygekontroller, hvilket vil si at stikkene cyclic og kollektiv er forbundet med hovedrotoren via stag og en swashplate. Pedalene er forbundet med halerotoren på lignende vis. Stikkene og pedalene må overvinne aerodynamiske krefter som virker på rotorbladene. For å gjøre flygekontrollene lette å betjene, er helikopteret utstyrt med et hydraulisk system og servoer. Servoene mottar styresignaler fra flygekontrollene via stagene og overfører bevegelsen videre til rotorbladene. På denne måten styres bladvinklene.

1.6.6.2 Helikopteret er utstyrt med tre servoer for hovedrotoren og en servo for halerotoren. De tre servoene som styrer bladvinkelen på hovedrotoren sitter festet mellom hoverdrotorgearboksen og swash plate (se Figur 3). Servoen foran på venstre side opererer «pitch» og servoen foran på høyre side opererer «roll» sammen med servoen bak på venstre side. Alle de tre servoene opererer samlet endringer i «collective pitch». De tre servoene tilknyttet hovedrotoren er i prinsippet like og er nærmere beskrevet i Vedlegg C. LN-OXC var utstyrt med SAMM servoer. Følgende delenummer (P/N) var montert:

- SC5084-1 hovedrotor
- SC5083-1 (2 stk.) hovedrotor
- SC5072 halerotor



Figur 3: Rotormasten med hydrauliske servoer, akkumulator og swash plate. (Illustrasjonsfoto)

1.6.6.3 En hydraulikkpumpe leverer et systemtrykk på 600 psi (40 bar) til servoene. I tilfelle det skulle oppstå totalt bortfall av hydraulisk trykk, blir flygekontrollene tunge å operere. Hver

servo er derfor utstyrt med en akkumulator som kan opprettholde trykk i opptil 30 sekunder ved bortfall av systemtrykk. Dette skal gi tilstrekkelig tid til å foreta en landing fra hover, eller etablere anbefalt hastighet for videre flyging. Det er obligatorisk for AS 350-flygere å trene på å fly uten hydraulisk trykk. Hvis systemtrykket kommer under en gitt verdi, tennes et rødt HYD-lys og en varsellyd aktiveres i cockpit.

- 1.6.6.4 For at hovedrotorsystemet ikke skal overbelastes, er den maksimale kraften som servoene kan levere satt til 185 daN. Hvis denne verdien overskrides når hydraulikksystemet sin begrensning, og resterende kraftbehov tilføres av flygeren via flygekontrollene. Dette kjennes ved at kontrollene tilsynelatende stivner og blir gradvis tyngre å bevege. Fenomenet som da oppstår kalles «Servo transparency», og er nærmere beskrevet i kapittel 1.18.1.
- 1.6.6.5 Eurocopter har utviklet “Technical Improvement Proposal” TIP-350-29-10-01 der man erstatter det opprinnelige hydraulikksystemet på helikoptertypen Eurocopter AS 350 med et dublert hydraulikksystem. Dette dublerte systemet tilsvarende det systemet som er montert på tomotorsvarianten Eurocopter AS 355. Ombyggingen øker lastekapasiteten med 100 kg. Modifikasjonen er omfattende, tidkrevende og kostbar (anslått til ca. 380 000 Euro). Den ble lansert for å tilfredsstille et behov hos operatører som skulle benytte helikoptertypen til instrumentflyging.
- 1.6.6.6 Det dublerte hydraulikksystemet har doble servoer i den forstand at de forsynes av systemtrykk fra to hydrauliske pumper. Hvis hydraulikktrykket i ett system blir borte, kan helikopterets servoer fortsatt fungere med trykk fra det gjenværende hydraulikksystemet. Enkelt beskrevet har servoen to hydrauliske stempler montert på en felles råde. Separat må hvert av disse stemplene kunne overvinne de aerodynamiske kreftene som virker på hovedrotorbladene. Når begge systemene arbeider sammen, kan imidlertid servoene overføre mer kraft enn hovedrotoren tåler. For å redusere faren for en slik overbelastning er servoene utstyrt med en integrert belastningsføler. I det øyeblikk belastningen når en fastsatt grense, tennes et LIMIT varsellys på instrumentpanelet.

1.7 Været

1.7.1 Vitneutsagn

- 1.7.1.1 Vitner har beskrevet at det på ulykkesstedet i det aktuelle tidsrommet var ca. 18 °C og bare et så vidt merkbart vinddrag fra nord/nordvest. At det var nesten vindstille la de spesielt godt merke til siden myggen var plagsom. Det var tilnærmet skyfritt så langt de kunne se, og ingen merkbar turbulens på den første flyturen fra Klyvet til hyttetomta.
- 1.7.1.2 Fartøysjefen på selskapets andre helikopter i området som var den første som landet ved ulykkesstedet, har beskrevet at sikt og lysforhold var så bra som det kunne bli. Det var ikke turbulens eller fallvind (downdraft) i området. Han beskrev vinden under landing som kun litt svak trekk fra nord.
- 1.7.1.3 Ved en privat værstasjon i Kinsarvik (107 m.o.h.) ble det registrert 23 °C i den aktuelle perioden.

1.7.2 Rapport fra Meteorologisk institutt

- 1.7.2.1 Vervarslinga på Vestlandet, Meteorologisk institutt, har utarbeidet en rapport om vær-situasjonen i området Dalamot/Indre Eidfjord på ulykkesdagen. Det slås fast at det om ettermiddagen og kvelden den 4. juli 2011 var rolige vind- og værforhold i det aktuelle

området. Deres modellberegninger og andre registrerte observasjoner antydte vindhastigheter i underkant av 10 knop i relevante høydesjikt. Eventuell vind i området ble generert av topografi og andre lokale effekter, slik som soloppvarming. Det var få eller ingen skyer i det aktuelle området, og det ble heller ikke registrert nedbør.

- 1.7.2.2 Observasjoner viste at maksimumstemperaturen i området generelt ble oppnådd mellom kl. 15 og 18 lokal tid. I lavere strøk kom temperaturen opp i 21-24 °C, mens den i Dalamot-området i det aktuelle tidsrom lå rundt 17-19 °C. I 500 ft over bakken ville temperaturen være ca. 1,5 °C lavere. Midlere relativ fuktighet var ca. 70-80 % i det aktuelle tidsrommet. Lufttrykket ved værstasjonen i Fet i Eidfjord, 765 m.o.h. var 930 hPa. Redusert til havets nivå, gir dette QNH lik 1012 hPa. Kl. 1820 var QNH på Bergen lufthavn Flesland 1015 hPa. Tetthetshøyden i ca. 3 150 ft på ulykkesstedet var 4 130 ft, eller 4 500 ft hvis man tar hensyn til fuktighet.

1.8 Navigasjonshjelpemidler

LN-OXC var utstyrt med satellitmottaker av typen GARMIN GPSMap 246, montert i en brakett oppe på instrumentpanelet. Oppsettet var slik at posisjon og høyde ble logget automatisk basert på at sporloggen var satt til «oppløsning» med verdi 82 ft, tid 00:00:30 og distanse 0,05 NM. Mottakeren var ikke tilkoblet ekstern antenne.

1.9 Samband

Intet unormalt er rapportert. Flygingen foregikk utenfor kontrollert luftrom (luftrom klasse G), og trengte derfor ikke å ha radiokontakt med lufttrafikkjenesten. Kommunikasjon under flyging foregikk på VHF-radio på arbeidsfrekvensen 123,5 MHz, og på brakettmontert mobiltelefon.

1.10 Flyplasser og hjelpemidler

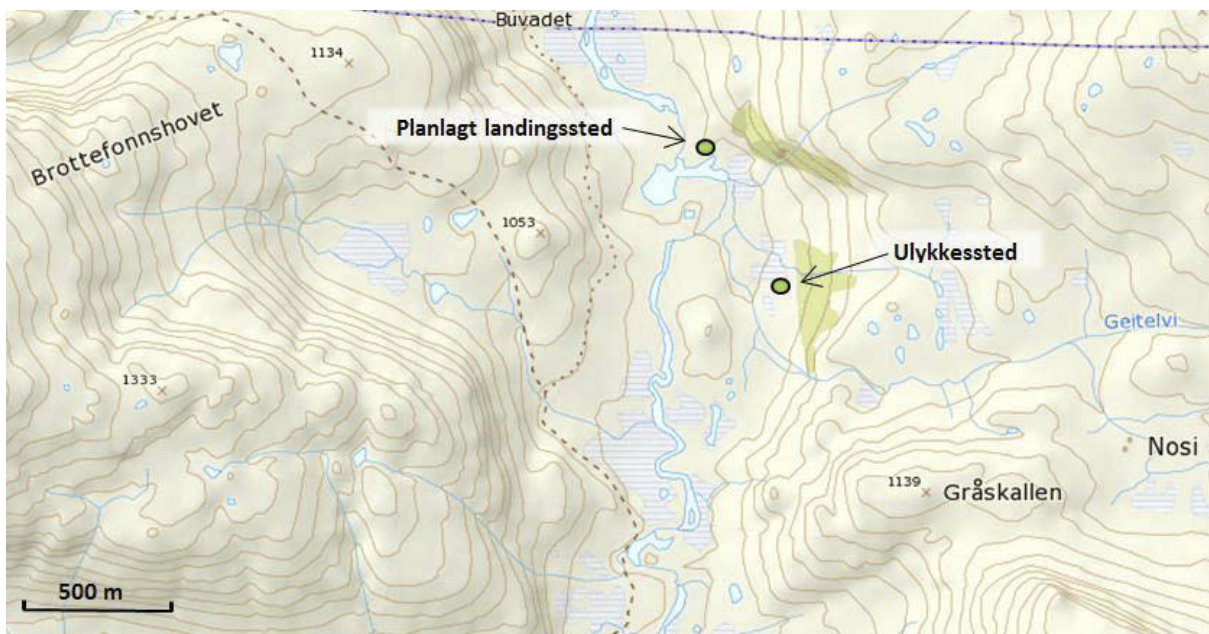
Ikke relevant.

1.11 Flygeregistratorer

Hverken ferdskriver eller taleregistrator er påkrevd for luftfartøy i den aktuelle vektclassen, og var heller ikke installert i LN-OXC. Lagret sporlogg i GPS-mottakeren som var montert i helikopteret lot seg laste ned (ref. 1.16.1).

1.12 Havaristedet og helikoptervraket

- 1.12.1 Helikopteret havarerte i bunnen av en vid fjelldal som går omtrent i retning nord-sør (se Figur 4). Terrenget i dalbunnen er småkupert med sparsom vegetasjon, hovedsakelig lyng, kjerr og gras, med enkelte lave bjørkebusker. Dalbunnen er generelt fuktig med små bekker, vannpytter og myrdrag, men helikopteret traff bakken og ble liggende på en relativt tørr knaus som er 2-4 meter høyere enn de omliggende myrområdene (se Figur 5). Høyde over havet er ca. 950 meter.



Figur 4: Kartutsnitt over området Vasslia. Planlagt landingssted og havaristedet er markert. (Kartgrunnlag: Statens kartverk, Geovekst og kommuner)



Figur 5: Havaristedet sett fra øst. Helikopteret beveget seg fra venstre til høyre på bildet og traff bakken lengst til venstre i brannområdet. Ref. også skisse i Vedlegg B.

- 1.12.2 Det var ca. 25 meter fra sørenden av havariområdet hvor det var en tydelig grop der helikopterkroppen traff bakken første gang, til stedet der hovedvraket lå. Kompassretningen på sporets første del var 005°. I et område med utgangspunkt i nedslagsgropa og bort til helikopteret var vegetasjonen brent i en bredde på opp til ca. 15 meter. Vrakdeler lå spredt også utenfor det brente området, ref. Vedlegg B.
- 1.12.3 Hovedvraket ble liggende opp ned med nesene pekende ca. 90 grader til venstre i forhold til fartsretningen. Her lå blant annet deler av instrumentpanelet, cockpitgulvet, understell, hovedgirboks, mast, rotorhode med alle tre hovedrotorblad og motor samlet. Alle disse delene hadde betydelige brannskader. Den bakerste delen av halebommen med halerotor var mindre skadet av brann. Hovedvraket med sine ulike komponenter var innbyrdes plassert slik man kan forvente.

- 1.12.4 En del av høyre skid, like bak festet for fremre «X-tube», stod i bakken på skrå fremover i nedslagsgropa. Sett bakfra var den markert skråstilt mot høyre. Resten av høyre skid samt høyre del av bakre X-tube, høyre lasteromsluke og bakre høyre kabindør lå i gropa. I og rundt gropa lå også diverse andre deler av skroget, samt en bit av drivstofftanken.
- 1.12.5 Det var noen svake skrapemerker på toppen av en vel 1 meter høy stein som lå ca. 4,5 meter bak og ca. ½ meter til høyre for bakenden på høyre skid.
- 1.12.6 Sentralt i sporet fra nedslagsgropa til hovedvraket lå blant annet høyre cockpitdør, fremre del av halerotorakslingen, midtstolpen mellom frontvinduene i cockpit og instrumentpanelet i taket. På venstre side av sporet, innenfor 5 meter fra hovedvraket, lå venstre kabindør og et kledningspanel fra undersiden foran. Venstre cockpitdør lå ca. 10 meter foran og til høyre for hovedvraket. Den utvendige lastekurven ble funnet til venstre for sentralsporet, før hovedvraket. En ryggsekk som hadde ligget i kurven lå i nærheten. Den var dynket med drivstoff.
- 1.12.7 Helikopterets GPS ble funnet tilnærmet uskadet ca. 7 meter til venstre for hovedvraket, og den brakettmonterte mobiltelefonen ble funnet ca. 10 meter til høyre, ikke langt fra høyre cockpitdør.
- 1.12.8 Ca. 4 meter til høyre for sporet etter høyre skid, var det tydelige merker i bakken etter hovedrotorbladene. Det kunne telles minst 7 spor, hver med en lengde på 1-2 meter. Denne rekken av spor var til sammen ca. 17 meter og startet ca. 6 meter før stedet der bakenden på høyre skid stod i bakken. Avstanden mellom første og andre rotoranslag var ca. 2,9 meter, og avstanden mellom andre og tredje anslag ble målt til ca. 2,8 meter.
- 1.12.9 Spor i terrenget og skader på helikoptervraket tydet på at krengningsvinkelen ved nedslaget var ca. 45 grader til høyre.

1.13 Medisinske og patologiske forhold

- 1.13.1 Fartøysjefen ble obdusert. Det ble ikke funnet tegn til sykdom eller spor av berusende eller bedøvende midler som kunne hatt innvirkning på hans utøvelse av tjenesten.
- 1.13.2 Fartøysjefen fikk utstedt legeattest som privatflyger i 2004. I den forbindelse leverte han blant annet obligatorisk erklæring om epilepsi, der en som har kjent søkeren i mange år bevitnet at vedkommende ikke har hatt tilfeller av epilepsi, forstyrrelser av bevisstheten, besvimelser eller kramper, eller plutselige svimmelhetsanfall.
- 1.13.3 I 2005 gjennomgikk fartøysjefen rutinemessige spesialistundersøkelser ved Flymedisinsk institutt (FMI)⁵ i anledning førstegangssøknad om legeattest klasse 1 (trafikkflygersertifikat).
- 1.13.4 Det fremkom ingen nye medisinske opplysninger i søknadsskjema, og klinisk undersøkelse hos FMI var upåfallende. Luftfartstilsynet, Flymedisinsk seksjon (tidligere Legenemda for flygere) utstedte legeattest uten anmerkninger til fartøysjefen. Denne var siden blitt forskriftsmessig fornyet etter kontroll hos flylege, senest i desember 2010.

⁵ FMI er det nasjonale flymedisinske senteret i Norge og er underlagt Forsvarets Sanitet. Instituttet omfatter alle aspekter innen flymedisin, og leverer blant annet flymedisinske undersøkelser for sivile besetningsmedlemmer.

- 1.13.5 Luftfartstilsynet har i forbindelse med undersøkelsen av denne ulykken opplyst at det forelå et prøveresultat fra spesialist etter en obligatorisk, rutinemessig EEG-undersøkelse av fartøysjefen i 2005 med følgende konklusjon:

«Patologisk EEG med paroxysmalt preget generalisert uregelmessig Theta-aktivitet. Entydige epileptiske potensialer ikke sett. Anbefaler søvndeprivert EEG.»

- 1.13.6 Anbefalingen om nærmere undersøkelser ble ikke fulgt opp av Luftfartstilsynet. Felles-europeiske bestemmelser om medisinske krav for tjenestegjørende på luftfartøy (JAR-FCL 3, Flight Crew Licensing) inneholdt på denne tiden krav om rutinemessig Electroencefalografi (EEG) ved undersøkelse før utstedelse av trafikkflygersertifikat. I 2008 ble kravet endret til at EEG kreves ved indikasjon med bakgrunn i søkerens sykehistorie eller på klinisk grunnlag (JAR-FCL 3.210 Neurological requirements (c) Amdt. 5).

- 1.13.7 Luftfartstilsynet ved Flymedisinsk seksjon har oppgitt til havarikommisjonen at man ikke har direkte kjennskap til den bakenforliggende diskusjonen som førte til at kravet om rutinemessig EEG ved førstegangsundersøkelse av trafikkflygere falt bort, men at man er kjent med at vurderingen av samme EEG gjennom forskjellige nevrologer kan ende opp med forskjellige konklusjoner – alt fra normal til ikke normal. På spørsmål fra SHT om hvor mange (antall og/eller prosentandel) friske flygere som fikk tilsynelatende unormale resultater på den samme testen, svarte sjeflegen at de ikke hadde forsket på dette, og derfor ikke kunne svare på spørsmålet.

- 1.13.8 Etter ulykken har Flymedisinsk seksjon konkludert med følgende i den vurderingen de gjorde av fartøysjefens helsetilstand:

«Sammenfattende foreligger det ingen sikre holdepunkter for kjente helseforhold som kunne ha bidratt til akutt inkapasitering under flyging. EEG-funnet blir stående isolert uten kliniske opplysninger om krampelidelse.»

- 1.13.9 Havarikommisjonen fremla funnene og opplysninger om søvnmønster og omstendigheter for øvrig for eksperter ved Oslo universitetssykehus, Avdeling for kompleks epilepsi. Følgende sitat er hentet fra deres vurdering:

«Funnet er uspesifikt, og uten ytterligere utredning er det vanskelig å dra sikre konklusjoner vedrørende den kliniske betydningen av funnet. Vi kan ikke helt utelukke at funnet indikerer en svak epileptisk disposisjon, men hvis han skulle ha en latent epilepsi ville det i tilfelle ha dreid seg om en generalisert epilepsiform. I så tilfelle ville det vært merkelig om han ikke hadde hatt noen epileptiske manifestasjoner gjennom ungdomstiden. At han i cockpiten kan ha vært utsatt for en form for flikkerstimulering som vi vet kan virke anfallsutløsende, særlig hos pasienter med generaliserte epilepsiformer, kan naturligvis ikke utelukkes.

Imidlertid blir dette svært spekulativt, og på bakgrunn av de data vi har i denne saken vil jeg holde det for lite sannsynlig (under 5 % sannsynlighet) at helikopterstyrtten var forårsaket av et epileptisk anfall hos [fartøysjef].»

1.14 Brann

Ifølge vitnene oppstod det en eksplosjonsartet brann da helikopteret kolliderte med bakken, altså før det kom til ro ca. 25 meter lengre fram. Det var et kraftig brannspor fra nedslagsfeltet til helikoptervraket. En lyngbrann bredte seg noen meter til hver side av dette sporet og rundt

vraket, før den brant ut av seg selv. Alt drivstoff og brennbart materiale, inkludert store deler av helikopteret brant opp. Temperaturen var så høy at aluminium smeltet (over 600 °C). Foreliggende opplysninger tyder på at brannen varte i over 1 ½ time.

1.15 Overlevelsesaspekter

- 1.15.1 En av de omkomne ble funnet utenfor og foran hovedvraket, fastspent i et sete som var revet løst fra innfestingen i gulvet. De fire andre ble funnet i det utbrente helikoptervraket. Obduksjonsrapportene viste at alle ble påført dødelige skader som følge av kollisjonskreftene i nedslaget.
- 1.15.2 Det ble ikke registrert signaler fra nødpeilesenderen⁶. Nødpeilesenderen var plassert i hovedvraket og brant opp i havariet. Plasseringen var i henhold til gjeldende forskrifter.
- 1.15.3 Hovedredningssentralen Sør-Norge (HRS-S) fikk varsel om ulykken kl. 1916. HRS-S ledet aksjonen. Sea King redningshelikopter fra både Florø og Sola ble innledningsvis sendt mot havaristedet. Ett av redningshelikoptrene ble imidlertid tilbakekalt før det var fremme, siden HRS-S ut fra foreliggende opplysninger vurderte at det ikke var behov for to store helikoptre. Mens redningshelikopteret ble satt til å fly nødvendige mannskaper fra Kinsarvik og opp til havaristedet, dirigerte HRS-S Statens luftambulanses helikopter fra Bergen til stedet for å bistå.
- 1.15.4 Helsevesenet/AMK-sentralene sendte i tillegg luftambulanser fra Ål, Førde og Stavanger til havaristedet. En av disse ble tilbakekalt, slik at det på det meste var tre luftambulanser på stedet i tillegg til en Sea King og Airlifts helikopter LN-OPP. HRS-S har i ettertid vært kritisk til mangler ved helsevesenets samordning og koordinering av egne ressurser, og manglende samband. Fra evalueringen deres siteres:

«Det som HRS ved flere anledninger opplever som mangelfull koordinering og ressursutnyttelse kan også være en trussel ift flysikkerheten.»

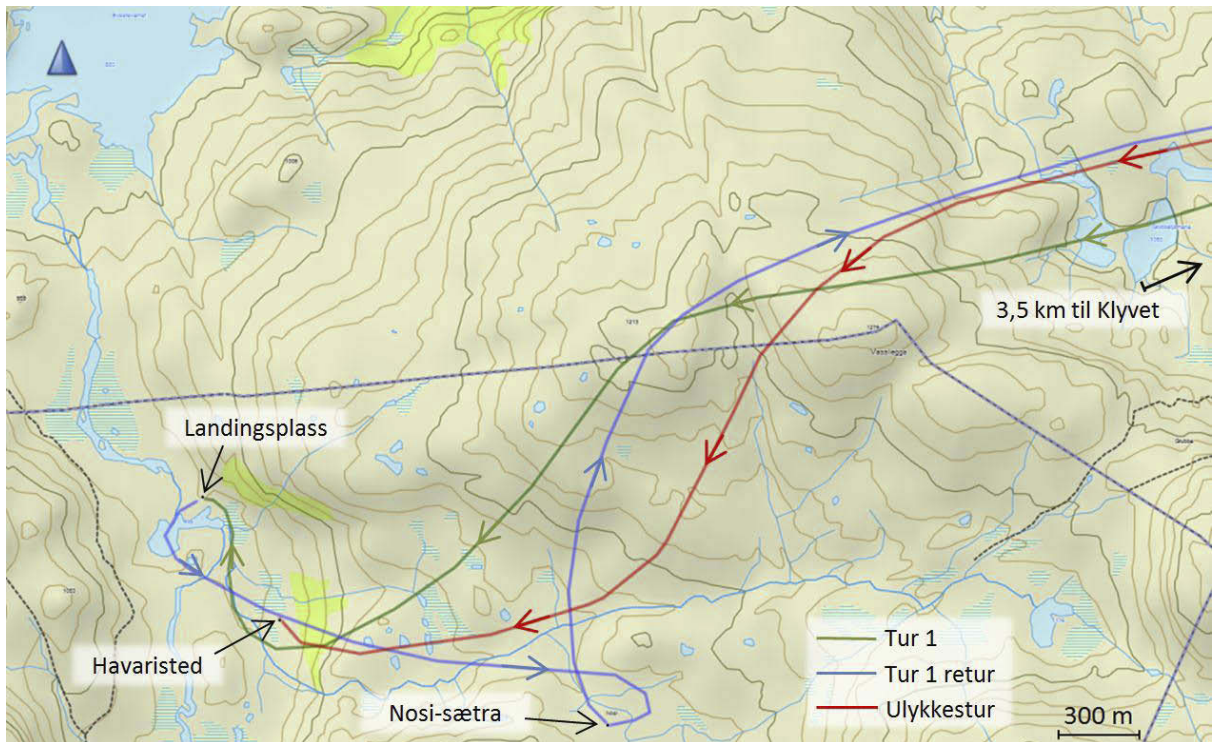
- 1.15.5 Havarikommisjonen har ikke mottatt rapporter fra involverte fartøysjefer om at det forekom alvorlige luftfartshendelser/nærpasseringer i forbindelse med redningsaksjonen.

1.16 Spesielle undersøkelser

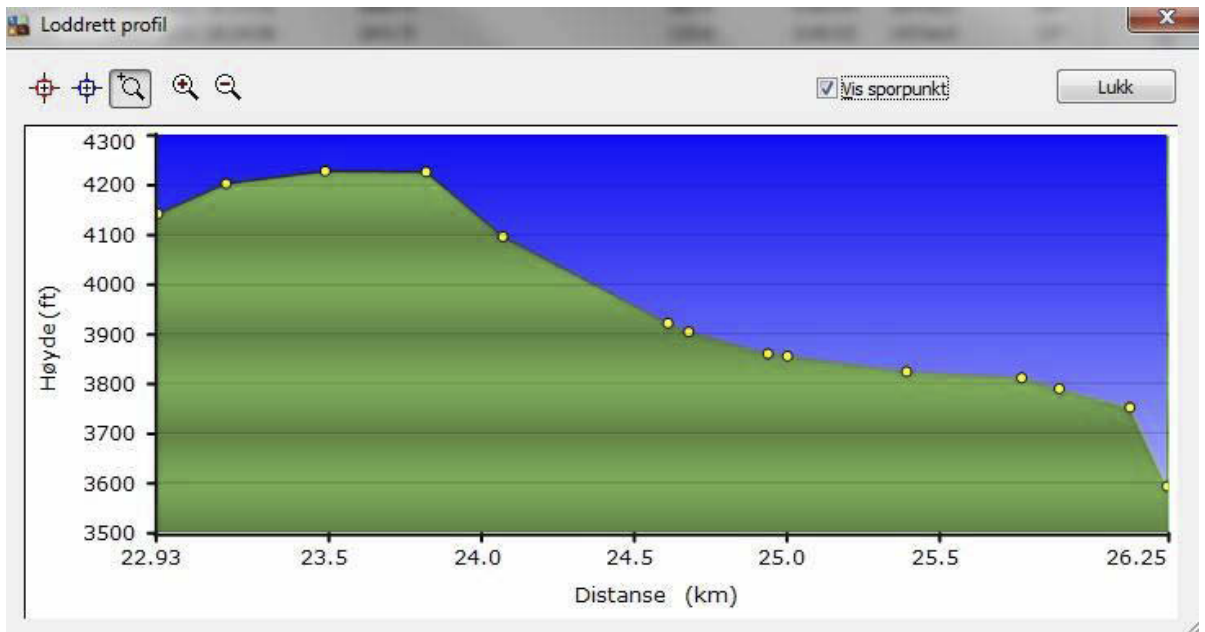
1.16.1 GPS sporlogg

- 1.16.1.1 GPS'en i LN-OXC benyttet intern antenne og var montert nær frontruta. Ifølge Airlift ga dette erfaringsmessig god dekning. Posisjonsnøyaktigheten varierer hele tiden, avhengig av antall tilgjengelige satellitter, vinkelen til disse og eventuell skygge fra omliggende terreng. Offisielt er horisontal feilmargin under 15 m 95 % av tiden. Under normale forhold er nøyaktigheten 3 – 5 m. Gunstige forhold oppnås ved sikt til fire eller flere satellitter, og med god spredning på disse. Vertikal posisjonsnøyaktighet er ca. 50 % større (normalt 4,5 – 7,5 m).
- 1.16.1.2 Sporloggen viste punkter langs registrert utfløyet rute frem til havaristedet (ref. Figur 6). Kun tre punkter ble registrert de siste 10 sekunder av flygingen. Høyden der GPS'en ble liggende var ca. 3 120 ft, mens den siste registreringen mottakeren hadde gjort på tilnærmet samme sted viste 3 591 ft (ref. Figur 7). Nøyaktig tidspunkt for kollisjon med bakken er ikke kjent. GPS-mottakeren var avslått da den ble funnet etter havariet.

⁶ ELT av typen SERP Kannad 406 AF-H med ID, sender på 406 og 121,5 MHz



Figur 6: Kartutsnitt der det er ført linjer mellom registrerte GPS-posisjoner fra første tur fra Klyvet til hyttetomta, returen med mellomlanding på Nosi-sætra og ulykkesturen. Det er knyttet noe usikkerhet til de siste punktene på ulykkesturen. Ref. også Figur 8. (Kartgrunnlag: Statens kartverk)

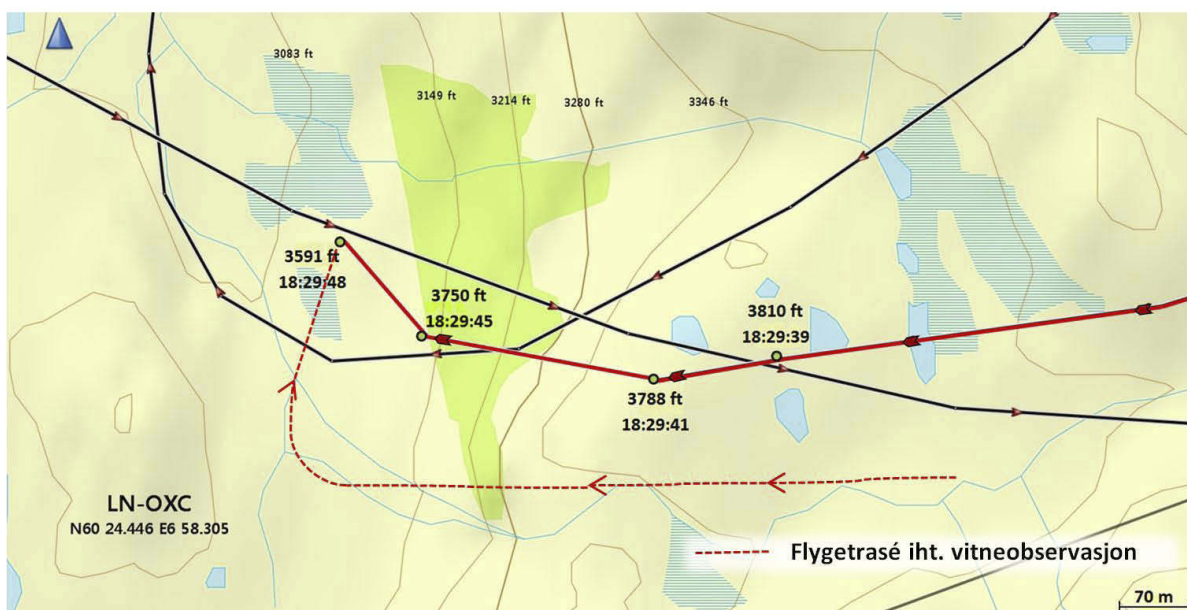


Figur 7: Vertikal profil registrert i GPS-mottakeren på LN-OXC (Garmin Base Camp). Merk at posisjonen på siste punktet er svært nært havaristedet, men 470 ft over bakkenivå.

- 1.16.1.3 Sporloggen ble sendt både til Garmin Norge og BEA for analyse. Garmin reagerte på at høyderegistreringen på slutten viste usedvanlig stor feil, hele 471 ft (143 m), men kunne hverken gi noen god forklaring på hvorfor, eller være behjelpelig med å finne ut av hva feilen skyldtes.
- 1.16.1.4 Ekspertene hos BEA mente det siste punktet trolig var predikert, og at dette måtte ses helt bort fra ved beregninger. De vurderte nøyaktigheten på de øvrige registrerte posisjonene ved å

korrelere med kjente posisjoner der helikopteret hadde landet tidligere (lasteplassen på Klyvet, hyttetomta og Nosi-sætra). Det var feilkilder blant annet som følge av kartgrunnlaget som ble benyttet, men BEA konkluderte med at posisjonsfeilen lå rundt 15 m både lateralt og vertikalt. Dette gir feilkilder for bakkehastighet og vertikalhastighet, spesielt hvis man baserer seg på kun noen få punkter fra GPS-mottakeren.

- 1.16.1.5 Basert på GPS var gjennomsnittshastigheten mellom de to siste punktene som BEA anså for å være pålitelige 113 kt, mens den var 121 kt sekundene før. Gjennomsnittlig bakkehastighet siste 36 sekunder var om lag 125 kt, noe avtagende like før havariet.
- 1.16.1.6 Det åpenbare høydeavviket skapte usikkerhet med hensyn til kvaliteten på de siste registreringene. Øyevitnene mener bestemt at helikopteret fløy lengre syd enn de siste GPS-punktene før havariet indikerer, ref. Figur 8.



Figur 8: Utdrag av sporlogg LN-OXC lagt over topografisk kart. Ulykkesturen er markert med rødt, og høyde og tid er angitt på de fire siste posisjonene. Den siste posisjonen ligger rett over havaristedet, men det er knyttet usikkerhet til noen av punktene. Stiplet, rød linje er trasé ifølge øyevitner.

1.16.2 Beregning av flygebane

- 1.16.2.1 En ekspert fra helikopterprodusenten Eurocopter foretok diverse beregninger med utgangspunkt i registrerte parametere på GPS'en fra ulykkesturen. Ut fra vertikalhastigheten kunne blant annet kraftuttaket (torque) fastslås i enkelte punkter. Under den slake nedstigningen i inngangen til svingen ble kraftuttaket anslått å være 50-60 % ved en hastighet på 120-130 kt.
- 1.16.2.2 Gjennom beregninger som Eurocopter gjorde, viste det seg at man ikke uten videre kunne erstatte verdiene for hastighet og høyde i siste punkt på GPS'en med det som ble observert på havaristedet. Høydetapet på slutten ble da så formidabelt at flygebanen ikke lot seg forklare med beregningsparametere for normal flyging. For å treffe havaristedet med den antatte hastighet, g-belastning, flygestilling og retning, måtte svingradiusen og gjennomsynkningen være større enn det som syntes å være tilfelle ut fra GPS-loggen. Etter gjentatte beregninger konkluderte eksperten fra Eurocopter med at det var mer sannsynlig at helikopteret hadde fulgt en trasé noe lengre syd og vest enn de siste GPS-posisjonene ga inntrykk av, altså en litt lengre bane. Beregningene hans tilsa at det ikke oppstod Servo transparency i svingen, men at det kunne ha vært merkbare krefter på kontrollene de aller siste sekundene før kollisjonen.

1.16.3 Tekniske undersøkelser

- 1.16.3.1 Både helikopterets elektroniske drivstoffkontroll (Digital engine control unit – DECU) og LCD-skjermen Vehicle and Engine Multifunction Display (VEMD) har minnefunksjoner som i ettertid blant annet kan vise om enkelte feil har oppstått under flyging, eller om visse begrensninger er overskredet. Begge enhetene ble sendt til undersøkelse hos spesialister ved den franske havarikommisjonen BEA. Der kunne det konstateres at komponentene hadde vært utsatt for så høy temperatur at all lagret informasjon var gått tapt (over 600 °C).
- 1.16.3.2 Helikoptervraket ble transportert til SHTs lokaler i Lillestrøm for nærmere undersøkelser. Alle vrakdelene ble gjennomgått og en forenklet rekonstruksjon ble lagt ut (ref. Figur 9). Generelt bestod vrakrestene av komponenter i stål, samt deler som ble kastet av i havari-sekvensen og således ikke hadde brent opp. Også enkelte kontrolloverføringer, det vil si kontrollene i fremre del av cockpit, var i en slik tilstand at de kunne undersøkes. Motor-kontroller og andre komponenter av aluminiumslegeringer smeltet i brannen og var i liten grad tilgjengelig for undersøkelse.



Figur 9: Forenklet rekonstruksjon av vraket i havarikommisjonens hangar

- 1.16.3.3 Et team med eksperter fra helikopterfabrikanten Eurocopter, motorfabrikanten Turbomeca og den franske havarikommisjonen BEA bistøtte SHT med grundige undersøkelser av vraket. Alle tegn til mekanisk svikt i de delene av flygekontrollene som lot seg undersøke, kunne knyttes til sammenstøtet med bakken og den påfølgende brannen. Det ble heller ikke funnet skader i motor, drivverk eller halerotor som kunne ha oppstått før havariet. Et utvalg av undersøkelsesresultater og observasjoner gjengis under.
- 1.16.3.4 Det ble fastslått at motoren gikk og leverte kraft til rotorene da helikopteret traff bakken. Undersøkelser viste at ødeleggelsene var forårsaket av bråstopp av hovedrotorsystemet, kollisjonskrefter og brann. Blant annet ble «drive gear securing nut» funnet å ha rotert ca. 4 mm. Denne forflytningen tilsier ifølge BEA en overtorque tilsvarende tre ganger normal belastning, hvilket er et klart tegn på at motoren leverte kraft da hovedrotorbladene traff bakken.

1.16.3.5 Konklusjonen etter motorundersøkelsen var som følger:

“The examination of the engine established that the deteriorations observed were the result of the sudden stoppage of the main rotor system, the impact and the fire.

Based on the physical evidences that indicate that engine was rotating at the time of impact, all parties of the investigation agreed that the engine was delivering power at the moment of the accident.

On the module 5, it was noticed that the drive gear securing nut had a rotational displacement of approximately 4 mm which put in evidence an overtorque at the time of impact.”

- 1.16.3.6 Omfattende skader på hovedgirboks og hovedrotorsystem indikerte høyt kraftuttak i kollisjonsøyeblikket. Posisjonen på hver av de tre servokontroll-aktuatorene kunne fastslås, og disse tilsvarte et kontrollutslag som vil gi betydelig krenkning mot høyre. Cyclic-stikke var i likhet med passasjerstet foran bøyd kraftig mot høyre, forenlig med kreftene som oppstår i et nedslag med krenkning mot høyre.
- 1.16.3.7 Skadene på halepartiet indikerte at bakre del av helikopteret ble utsatt for oppadrettede krefter. Lateralt var den relative anslagsvinkelen mot underlaget ca. 45° mot høyre.
- 1.16.3.8 Nesestillingen på helikopteret var trolig tilnærmet horisontal, mot slakt stigende terreng. Restene av høyre understells-skid viste at den var utsatt for betydelige krefter oppover og moderat sidebelastning. Kabingulvet var bøyd opp foran forsetene. Skadene på den energiabsorberende strukturen på passasjerstet som ikke brant, indikerte at vertikal akselerasjon (g-belastning) trolig var over 15 G, mens kreftene sideveis trolig var under 13 G.
- 1.16.3.9 Som det framgår av Figur 10, løsnet turbinbladene på friturbinen⁷ og gikk igjennom den omliggende beskyttelsesringen (Containment shield) ved havariet.



Figur 10: Hullet i Containment shield.

⁷ Turbinbladene er utstyrt med et svakt punkt som skal svikte ved for høyt turtall slik at hele turbinhjulet ikke skal «eksplodere» (blade shedding).

1.17 Organisasjon og ledelse

1.17.1 Airlift AS

- 1.17.1.1 Helikopterselskapet Airlift ble etablert i 1986. Hovedbasen ligger på Førde lufthavn Bringeland (ENBL). Selskapet har lisens til utøvelse av ervervsmessig luftfartsvirksomhet med godkjenningssertifikat Air Operators Certificate (AOC) basert på BSL JAR-OPS 3. Rettighetene omfatter transport av passasjerer og frakt/gods med helikopter. Videre har selskapet driftstillatelse med godkjenning for driftsartene rundflyging, slippflyging, foto- og reklameflyging, overvåkingsflyging og skoleflyging.
- 1.17.1.2 Selskapet hadde på ulykkestidspunktet totalt 18 helikoptre, hvorav 14 av typen Eurocopter AS 350. Selskapet drev innlandsflyging⁸ fra Bringeland og basen i Kinsarvik, og søk og redningsoperasjoner med tyngre materiell på Svalbard. Innlandsflygingen omfattet tjenester for både bedrifter og privatpersoner. Selskapet markedsfører seg som Nordens ledende helikopterselskap på innlandet (kilde: Airlift.no).
- 1.17.1.3 Da ulykken skjedde hadde selskapet til sammen 25 innlandsflygere med base i Kinsarvik eller på Bringeland. Selskapets flygesjef holdt til på hovedbasen. For å styrke den daglige oppfølgingen på basene hadde man opprettet funksjon som basesjefsflyger. Basesjefsflygeren i Kinsarvik var langtidssykemeldt vinteren før ulykken skjedde. Det var ikke utnevnt stedfortreder for vedkommende i sykdomsperioden.
- 1.17.1.4 Airlifts treningsavdeling ble i februar 2011 godkjent som FTO (Flight Training Organisation), hvilket vil si at man har bygget opp denne delen av organisasjonen til å gi trening og utdanning til flygersertifikater i tillegg til typerettigheter for egne ansatte og eksterne kunder.
- 1.17.1.5 Airlift har i tillegg til godkjent vedlikeholdsordning i henhold til EASA Part M, også EASA Part 145 verkstedgodkjenning og godkjenning som Design Organisation (DOA Part-21J). Sommeren 2011 var tre av selskapets totalt 20 teknikere fast stasjonert i Kinsarvik.
- 1.17.1.6 Airlift har et kombinert kvalitets-, sikkerhets- og HMS-system som ivaretas av selskapets kvalitetssjef. Kvalitetssjefen er også flysikkerhets- og HMS-leder, og inngår i ledergruppen. Fire representanter fra de ansatte sitter sammen med fire fra ledelsen i et kombinert arbeidsmiljøutvalg (AMU) og flysikkerhetsforum, som møtes fire ganger i året. Der behandles blant annet relevante enkelthendelser og tiltak i forbindelse med disse. Saker og rapporter om sikkerhet forberedes for fremleggelse for ledergruppen.
- 1.17.1.7 Ledergruppen har jevnlig møter, vanligvis hver 14. dag. Flysikkerhetsspørsmål er et fast agendapunkt. Administrerende direktør bringer planer og beslutninger videre for behandling i styret. Styret treffes minimum fire ganger i året. «Kvalitet, Sikkerhet og HMS» er et fast agendapunkt. Ved spesielle hendelser blir fagsjefer og/eller kvalitetssjef kalt inn for å redegjøre. I tillegg gjennomføres årlig ledelsens gjennomgang av kvalitetssystemet, i henhold til gjeldende bestemmelser.

⁸ Begrepet innlandsflyging brukes hovedsakelig om flyging med enmotors helikoptre i forbindelse med bruksflyging og transport av passasjerer utenfor forberedte landingsplasser.

1.17.2 Opplæring, regelverk og operative prosedyrer

1.17.2.1 *Fartøysjef under opplæring – «Commander under Supervision»*

Airlift har som policy å lære opp sine egne flygere via ansettelse som lastemenn fremfor å ansette erfarne flygere. Kandidatene er som oftest mellom 20 og 30 år. Lastemannperioden varer gjerne 1 - 2 år etterfulgt av en periode på 1 - 2 år som trainee-flyger, der erfaringsoverføring og opplæring foregår gjennom at vedkommende flyr sammen med en erfaren flyger i selskapet. Denne ordningen kalles «Pilot in Command under Supervision» (PICUS). Etter trainee-perioden blir man kvalifisert til å fly persontransport som selvstendig fartøysjef og får ansettelse som flyger. Utsjekk som fartøysjef på ulike typer bruksflyging (aerial work) fases inn i programmet. Selskapets ledelse har opplyst at de er veldig godt fornøyd med denne ordningen. Også flygerkorpset og Luftfartstilsynet har uttalt seg positivt om denne måten å drive opplæring og bygge erfaring på (ref. 1.17.3 og 1.17.4.2).

1.17.2.2 *Relevant regelverk*

Airlift utfører både operasjoner som er underlagt forskrifter basert på felleseuropeiske retningslinjer for ervervsmessig lufttransport med helikopter (BSL JAR-OPS 3) og operasjoner som er regulert gjennom nasjonale driftsbestemmelser. (Forskrift om ervervsmessig luftfart med helikopter, BSL D 2-2). Lasteflyging er eksempel på bruksflyging, som reguleres av den nasjonale forskriften. Den aktuelle ulykken inntraff ved en persontransport i tilknytning til et lasteoppdrag. Airlift har opplyst til SHT at de betrakter en slik transport som bruksflyging. Denne tolkningen innebærer blant annet at det ikke er påbudt å utarbeide passasjermanifest.⁹

Bestemmelser om forsvarlig manøvrering og minstehøyder inngår i *Forskrift om lufttrafikkregler (BSL F)*, *visuelle flygeregler* og er de samme uavhengig av hvilket av regelverkene over som legges til grunn for operasjonene:

«§ 2-6. Uforsvarlig manøvrering

Et luftfartøy skal ikke manøvreres på en skjødesløs eller hensynsløs måte, slik at det kan bringe andres liv eller eiendom i fare eller medføre ulempe for andre, herunder unødig støy.

§ 2-7. Minstehøyder

Med mindre det er påkrevd for avgang eller landing, eller det foreligger særskilt tillatelse fra Luftfartstilsynet, skal luftfartøy ikke flys over tettbebyggelse eller folkeansamling i friluft i mindre høyde enn at luftfartøyet kan lande uten unødig fare for person eller eiendom på bakken eller vannet.

[...]

§ 3-5. Minstehøyder

(1) Luftfartøy under VFR-flyging skal ikke flyges lavere enn 300 m (1.000 ft) over den høyeste hindring innen en radius av 600 m fra luftfartøyet over tettbebyggelse eller folkeansamling i friluft eller lavere enn 150 m (500 ft) over bakken eller vannet andre steder.

⁹ Luftfartstilsynet påpeker overfor SHT at slik persontransport med helikopter fra A til B, der personene ikke er strengt nødvendige for gjennomføringen av selve lasteoppdraget, ikke kan anses som "bruksflyging", men kommer inn under regelverket for ervervsmessig lufttransport (passasjerflyging) med helikopter.

(2) *Minstehøyden kan fravikes når det er påkrevd for avgang, landing eller når flygingen utføres med helikopter og skjer i samsvar med driftsforskrifter for ervervsmessig luftfart med helikopter eller det foreligger særskilt tillatelse fra Luftfartstilsynet...»*

Flygehåndboken (Flight Manual, heretter kalt flygemanualen) for Eurocopter AS 350 B3 har manøvreringsbegrensning (ref. 1.18.1.6) og slår fast at akroflyging (Aerobatic maneuvers) er forbudt. I henhold til forskrift om lufttrafikkregler ([BSL F](#)) er definisjonen på akroflyging «*bevisst utførte manøvrer med et luftfartøy, som medfører en brå forandring av luftfartøyets stilling, en uvanlig stilling eller en uvanlig fartsendring*». ¹⁰

1.17.2.3 Operative prosedyrer

Airlift har utarbeidet skriftlige prosedyrer for spesielle operasjoner slik gjeldende bestemmelser krever. På ulykkestidspunktet forelå det beskrivelser for 23 ulike typer bruksflyging, i tillegg til søk- og redningsoppdrag og et knippe andre spesialoppdrag. Blant disse fantes en egen beskrivelse for «Sightseeing and Pleasure Flying». Denne type personbefordring, med start og landing samme sted (A til A), betraktes som den enkleste form for oppdrag. For alle oppdrag med persontransport beskrives krav til sikkerhetsgjennomgang før avgang. For øvrig var det ikke utarbeidet spesielle prosedyrer eller risikovurderinger i tilknytning til oppdrag av typen «fjelltur» med passasjerer om bord.

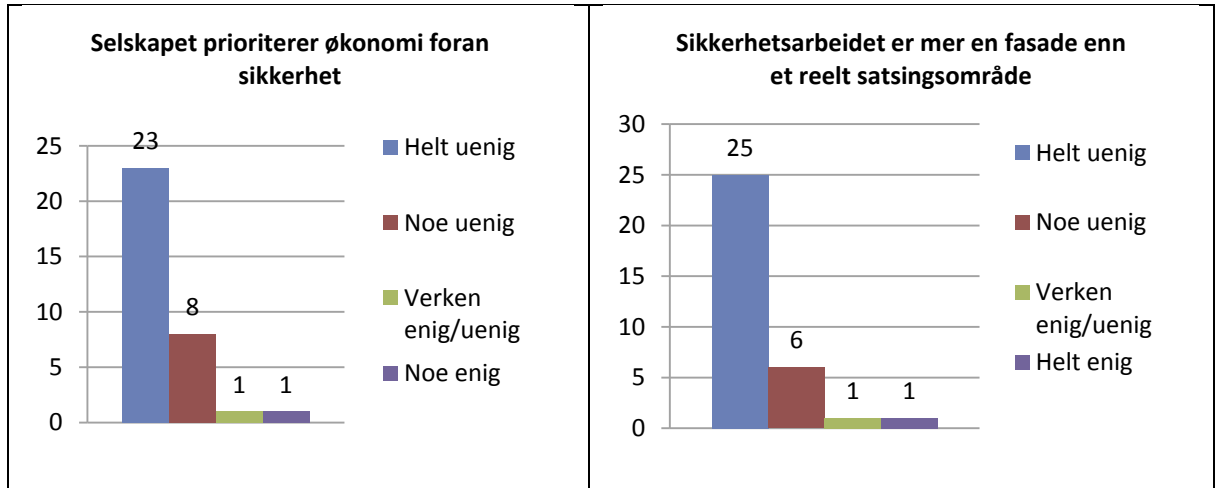
1.17.3 Spørreundersøkelse om sikkerhet

- 1.17.3.1 Som en del av undersøkelsen av ulykken med LN-OXC, gjennomførte SHT en relativt omfattende, anonym spørreundersøkelse blant Airlifts flygere og lastemenn med base Bringeland og Kinsarvik. Undersøkelsen bestod av et elektronisk skjema med over 70 spørsmål som blant annet dreide seg om trening, prosedyrer, praksis, samhandling, avviksrapportering og prioritering av sikkerhet. SHT ønsket på denne måten å skaffe grunnlag for å vurdere om det var behov for å foreta grundigere undersøkelser av spesielle bakenforliggende forhold.
- 1.17.3.2 Svarprosenten blant flygerne var 96 %, og for lastemenn 54 %. SHT fikk dermed et godt innblikk i hvordan spesielt flygerkorpset vurderte sikkerhetskulturen i sitt eget selskap. Den lavere deltakelsen blant lastemenn kan trolig forklares med at undersøkelsen ble gjennomført utenfor sesongen. Videre var flere ansatt nylig, og hadde lite erfaring å basere svarene på. Feilkilder for øvrig drøftes i analysedelen av denne rapporten.
- 1.17.3.3 Resultatene var ikke alarmerende, og havarikommisjonen så ikke behov for å følge opp med dybdeintervju etc. Kun et lite utvalg av undersøkelsesresultatene nevnes her. Noen diagrammer er tatt med for å illustrere hvordan svarene fordelte seg. Svarene fra både flygere og lastemenn, erfarne så vel som uerfarne, med basetilhørighet både Bringeland og Kinsarvik, tydet i hovedsak på at de opplevde at elementer som antas å være av betydning for sikkerhetskulturen i et selskap syntes å være godt ivaretatt i Airlift. (ref. Figur 11-12).
- 1.17.3.4 På enkelte punkter var det mulig å se forskjell på basene. Svarene i Figur 12 indikerer at de som jobber på hovedbasen Bringeland i størst grad er enige i utsagnet om at *lederne følger aktivt opp at arbeidet utføres på en sikker måte*. Her var 80 % helt eller noe enig, og kun 5 %

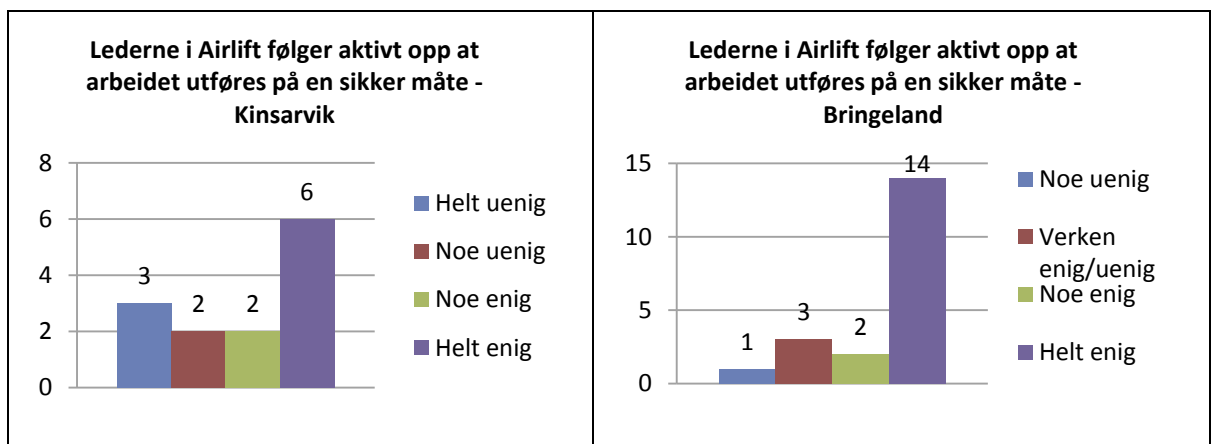
¹⁰ Denne vage definisjonen er i samsvar med ICAOs definisjon. Noen lands myndigheter, eksempelvis CAA New Zealand, har konkretisert hva begrepet [akroflyging](#) innebærer, og de har nylig også tatt inn en definisjon på «[Adventure aviation operation](#)».

(1 person) var noe uenig. Blant de fra Kinsarvikbasen svarte 61 % at de var helt eller delvis enig, mens 38 % (5 personer) svarte at de var helt eller noe uenig i utsagnet.

- 1.17.3.5 Treningsopplegget fikk svært gode skussmål. Det var enighet om at flygerne får tilstrekkelig trening til å gjøre arbeidsoppgavene på en sikker måte, og samtlige mente PICUS-ordningen er nyttig og bidrar til viktig erfaringsoverføring.

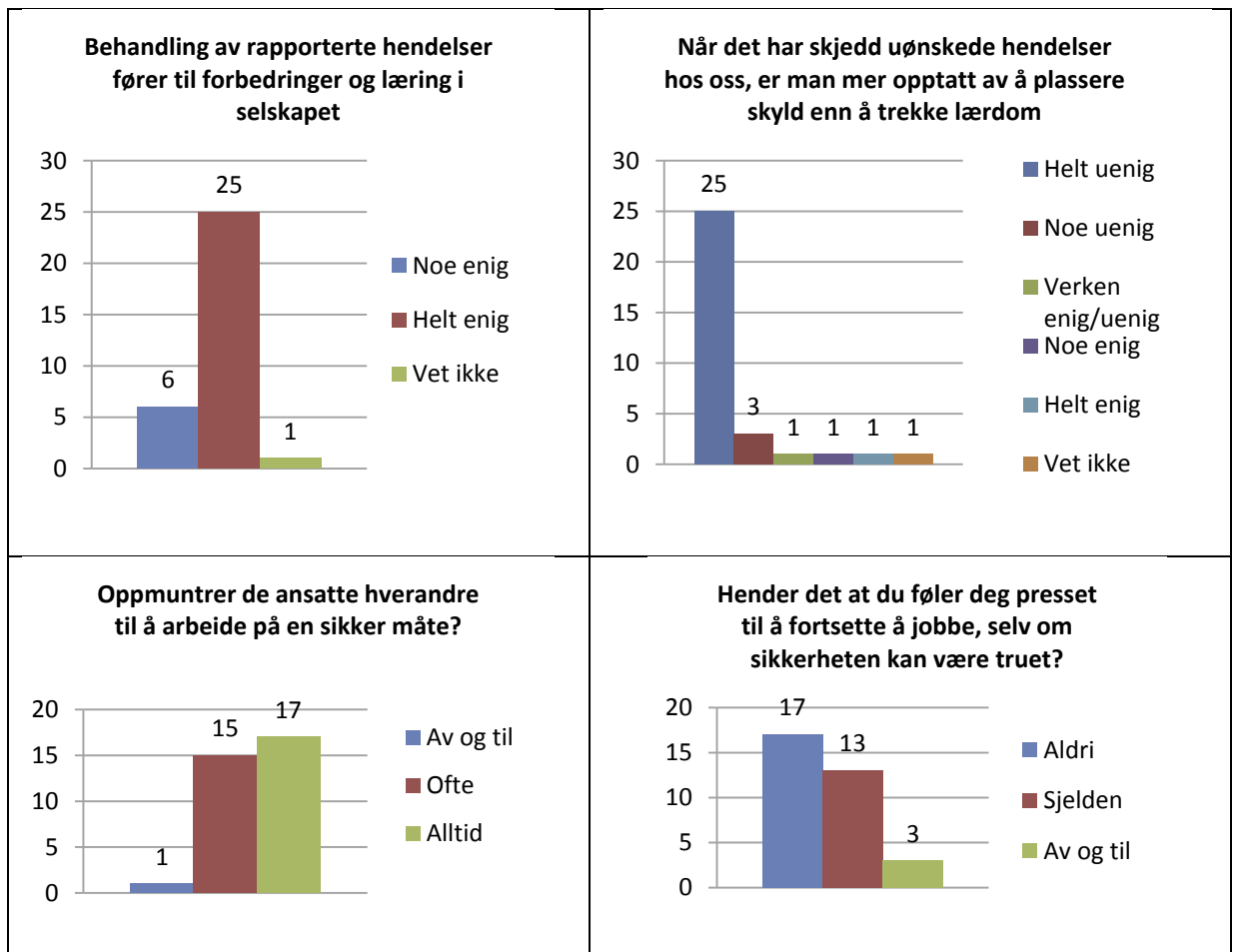


Figur 11: Eksempler på spørsmål og svar i kategorien 'Ledelsens prioritering av sikkerhet'.



Figur 12: Eksempel i kategorien 'Ledelsens prioritering av sikkerhet' der resultatene fordelte seg ulikt mellom basene.

- 1.17.3.6 Når det gjaldt prosedyrer, indikerte svarene også at det store flertallet var fornøyd med omfang, kvalitet og opplæring i disse. I den grad prosedyrer ikke ble fulgt, var det først og fremst fordi de ikke alltid passer med oppdraget. De fleste svarte at de sjelden eller aldri hadde vært med på å utføre oppdrag som det ikke var prosedyrer for.
- 1.17.3.7 Rapporteringvilligheten syntes basert på svarene i undersøkelsen å være høy, og de fleste mente de fikk konstruktiv tilbakemelding hvis de tok opp spørsmål som hadde med sikkerheten å gjøre. De fleste mente også at behandling av rapporterte hendelser førte til forbedringer og læring i selskapet. Det store flertallet svarte at de var trygge på å få støtte fra ledelsen dersom de prioriterte sikkerheten og kansellerte et oppdrag, og at de sjelden eller aldri følte seg presset til å fortsette å jobbe hvis de mente sikkerheten kunne være truet. Tre respondenter svarte imidlertid at de av og til kunne føle slikt press (ref. Figur 13).

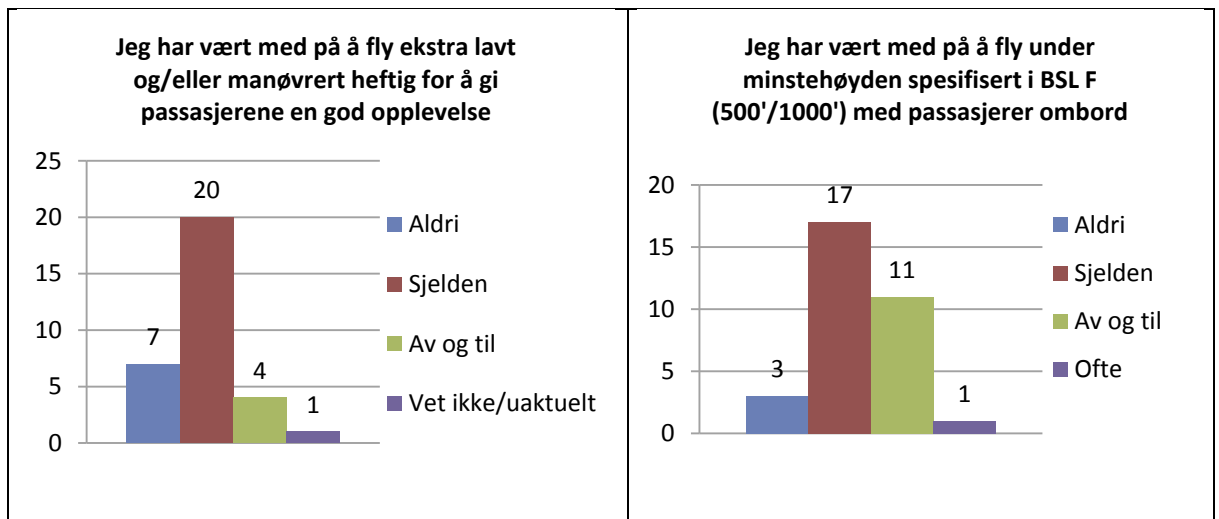


Figur 13: Et utvalg av spørsmål og svar i kategoriene rapportering, læring, endring og samhandling.

1.17.3.8 Undersøkelsen inneholdt også spørsmål som kan kaste lys over tilbøyeligheten til aggressiv manøvrering eller annen risikoatferd. Eksempelvis skulle respondentene ta stilling til hvor ofte/sjelden følgende har skjedd:

- *Jeg har vært med på å fly under minstehøyden spesifisert i BSL F (500'/1000') med passasjerer om bord*
- *Jeg har vært med på å fly under minstehøyden spesifisert i BSL F (500'/1000') når det var nødvendig for å komme fram på grunn av værforhold*
- *Jeg har vært med på å fly med mer enn 60° krenkning*
- *Jeg har vært med på å fly ekstra lavt og/eller manøvrert heftig for å gi passasjerene en god opplevelse*

1.17.3.9 Det var fem graderte svaralternativ til hver av påstandene over. Svarene på de to spørsmåls-eksemplene som spesifikt gjaldt flyging med passasjerer om bord, fordelte seg som vist i Figur 14.



Figur 14: Et utvalg av spørsmål og svar i kategorien 'Arbeidspraksis/operative forhold'.

- 1.17.3.10 Blant de syv som svarte at de *av og til* hadde vært med på å fly ekstra lavt og/eller manøvrert heftig for å gi passasjerene en god opplevelse, var det fire flygere (de øvrige var lastemenn). Alle disse fire hadde erfaringsnivå over 1 000 flytimer. Majoriteten av flygerne (68 %) svarte at de *sjelden* hadde vært med på slik flyging, og det gjaldt også blant alle med lave timetall (under 500 timer). Kun tre av 25 flygere (12 %) svarte at de *aldri* hadde vært med på slik manøvrering. Alle disse tre tilhørte gruppen med over 2 000 flytimer, en gruppe som for øvrig utgjorde to tredjedeler av flygerkorpset som deltok i undersøkelsen. Undersøkelsen gir ikke grunnlag for å konkludere sikkert med at denne risikoatferden har skjedd under flyging i Airlift. Det kan også ha forekommet under utdanning eller flyging for andre operatører tidligere.
- 1.17.3.11 Spørreundersøkelsen ga rikelige muligheter for frie kommentarer dersom noen ønsket å utdype eller kommentere et svar. Blant kommentarene til spørsmål og svar som er illustrert over, gjengis følgende:
- «Avvik fra gjeldende regler under punkt [...]: Som lastemann (sidemann) for 12-13 år siden. Videre tidlig i flygerkarrieren, da man dessverre ikke visste bedre. Holdningene er bedre i dag. Utfører oppdrag etter gjeldende regler.»*
- «Trenger ikke manøvrere heftig eller lavt for å gi passasjerer en god opplevelse.»*
- «Når det gjelder 60 grader bank så er ikke det farlig i seg selv. Men i kombinasjon med høy vekt, temp, ALT og speed er dette oppskriften på jack stall.»*
- 1.17.3.12 Ett av spørsmålene i undersøkelsen var hvilke forhold respondenten mente mest sannsynlig kunne bidra til en eventuell fremtidig ulykke i Airlifts innlandsoperasjoner. Her var det mulig å sette inntil tre kryss på en liste med 12 alternativer, pluss at man kunne velge «annet» og spesifisere i fritekst hva man mente. «Feilbedømming» kom på topp med 21 kryss, etterfulgt av «værforhold» (14), «tidsnød/travelhet» (13) og «tretthet» (11). «Kundens forventninger» og «flyging i lav høyde» fikk bare ett kryss hver.

1.17.4 Luftfartstilsynets flyoperative tilsyn med Airlift

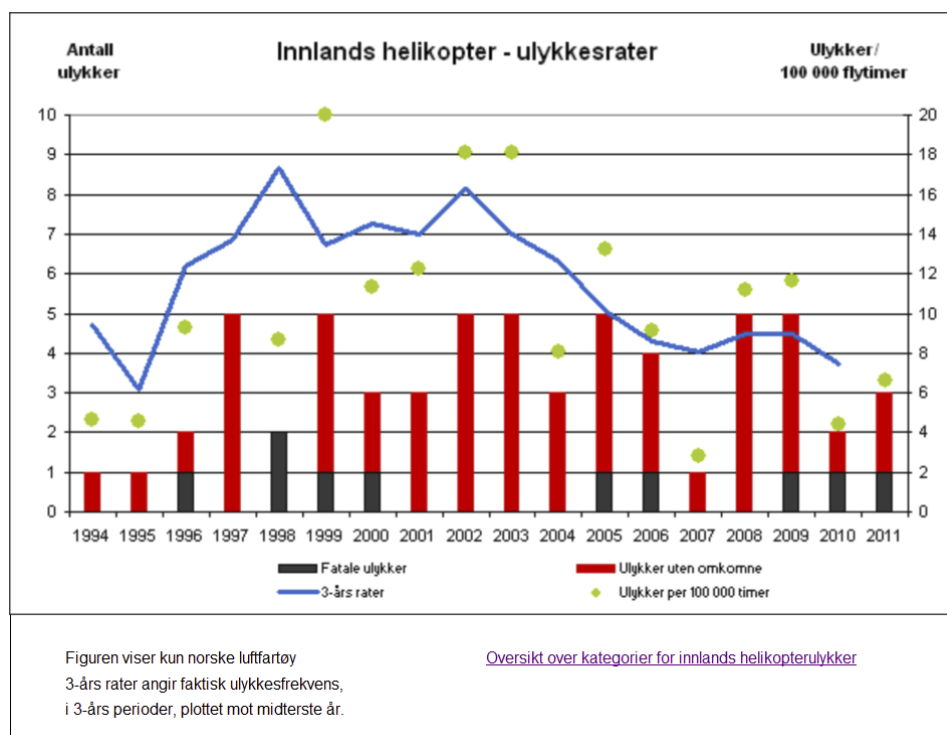
1.17.4.1 Virksomhetstilsyn er en del av den rutinemessige overvåkning av et luftfartsforetak, og skal blant annet verifisere at selskapet oppfyller gjeldende myndighetskrav. Luftfartstilsynet gjennomførte flyoperativt virksomhetstilsyn ved hovedbasen Bringeland, Førde 17. - 18. mars 2010. Da var det to år og fire måneder siden forrige inspeksjon.

1.17.4.2 Inspeksjonsrapporten beskriver at tidligere avvik er verifisert lukket. Det ble gitt rosende omtale av systemet for opplæring av nye lastemenn og flygere, og Luftfartstilsynet skriver at man fikk inntrykk av en åpen og inkluderende kultur med stor rapporteringsvilje blant personellet. Også selskapets to årlige fagdager, der man blant annet tar for seg flysikkerhetsprogrammet, sesongaktuelle operative forhold og rapporterte hendelser, ble positivt omtalt – dog med oppfordring om å vurdere om to dager er tilstrekkelig. Inspeksjonen resulterte i to avvik, som begge var knyttet til posisjonen «Nominated Post Holder Ground Operations».

1.17.4.3 Flyoperativt virksomhetstilsyn ved sekundærbasen på Svalbard ble gjennomført i november 2010. Det ble ikke avdekket avvik.

1.17.5 Flysikkerhetsstatistikk helikopter innland

1.17.5.1 Luftfartstilsynet kunngjør i sin årsrapport og på sine nettsider flysikkerhetsnivået målt i antall ulykker og ulykkesfrekvens innenfor ulike driftsarter. Per januar 2012 var status for helikopter innland som vist i Figur 15:¹¹



Figur 15: Norsk ulykkesstatistikk for innlandshelikopter perioden 1994-2011.

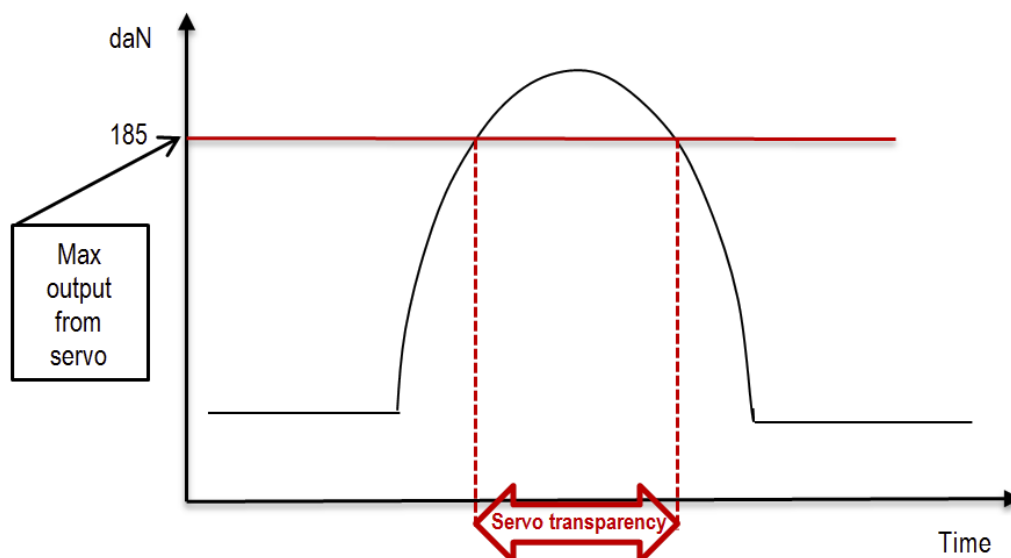
1.17.5.2 Statistikken viser at det har vært totalt ti dødsulykker med norskregistrerte helikoptre i Norge i denne 18-årsperioden. Til sammenligning har det vært én dødsulykke med offshore-helikopter (1997), og ingen dødsulykker med norskregistrert rutefly i Norge i samme periode (<http://www.luftfartstilsynet.no/flysikkerhetstatistikk/article1263.ece>).

¹¹ Kilde: http://www.luftfartstilsynet.no/flysikkerhetsstatistikk/A_innlands_helikopter.htm

1.18 Andre opplysninger

1.18.1 Servo transparency

- 1.18.1.1 Som omtalt i kapittel 1.6.6 kan servoene i flygekontrollene bli overbelastet slik at det oppstår Servo transparency (også kalt Jack stall). På helikoptre med hovedrotor som sett ovenfra roterer i retning med klokka, må bladene ha høyest bladvinkel idet de passerer bakover på helikopterets høyre side. Den høye bladvinkelen må til for å kompensere for den lavere resultanthastigheten (relativ vind) når bladet beveger seg bakover mens helikopteret flyr framover. Den generelle belastningen på hovedrotoren øker under følgende forhold:
- Høy hastighet
 - Høyt kraftuttak (high collective pitch)
 - Høy masse
 - Høy g-belastning
 - Økende tetthetshøyde, dvs.:
 - Økende flyhøyde
 - Økende temperatur
 - Økende luftfuktighet
- 1.18.1.2 Noen av faktorene over har klare begrensninger, eksempelvis høyeste tillatte startmasse, men Servo transparency kan oppstå ved kombinasjoner uten at grenseverdier for enkeltparametere overskrides. I tillegg øker belastningen på rotorens høyre side når helikopteret kreges til venstre (manøvreres inn i en venstre sving) eller holdes i en venstresving. Belastningen på rotorens høyre side øker også hvis helikopteret manøvreres hurtig ut av en kregning til høyre. En faktor som øker marginene mot Servo transparency, er å redusere kollektiv før en krapp sving.
- 1.18.1.3 Det finnes ingen indikator eller varsel som advarer flygeren om at denne helikoptertypen er i ferd med å komme inn i Servo transparency. Det er heller ingen enkeltstående begrensning som en må holde seg innenfor for å unngå fenomenet, og flygemanualen har for eksempel ikke noe diagram man kan referere til for å finne begrensningen under rådende forhold. Servo transparency oppstår i samspillet mellom faktorene nevnt ovenfor. At summen av faktorer har nådd begrensningen som fører til Servo transparency, blir først klart når fenomenet oppstår.
- 1.18.1.4 Figuren nedenfor viser dette skjematisk. Den maksimale kraften som en servo kan levere er 185 daN. Hvis forholdene tilsier at det trengs mer kraft, for eksempel 195 daN for å stille riktig bladvinkel på et hovedrotorblad, må flygeren selv tilføre de manglende kreftene manuelt. Selv om dette ekstra kraftbehovet kommer gradvis, skjer det gjerne over relativt kort tid. Cyclic på AS 350 er normalt meget lett å bevege. Flygeren vil, avhengig av hvor mye friksjon han/hun har valgt, kunne oppleve at stikkekraften eksempelvis går fra tilnærmet null til 10 daN (tilsvarer en kraft på ca. 10 kg) på kort tid, og kan oppfatte dette som at kontrollene låser seg.



Figur 16: Illustrasjon av Servo transparency - Kraftbehovet overstiger servoenes kapasitet i perioden mellom de rødstiplede, loddrette linjene.

- 1.18.1.5 Hvis flygeren er forberedt og tilfører denne ekstra kraften, vil rotorsystemet kunne bli overbelastet. Hvis flygeren overraskes av fenomenet, vil helikopterets flygebane (høyde og retning) endres. Som nevnt over vil løftet fra det bakovergående rotorbladet på høyre side bli utilstrekkelig. Dette gir en rollbevegelse mot høyre. Grunnet den gyroskopiske effekten på rotoren vil dette også føre til at helikopterets hale senkes, og dermed at nesepartiet heves. Å heve nesepartiet medfører under normale omstendigheter at flygehastigheten reduseres. Et resultat av reduksjonen i flygehastighet er at belastningene avtar, noe som også reduserer sannsynligheten for at Servo transparency skal vedvare. Fabrikanten hevdet i møte med SHT at Servo transparency normalt varer i 2-3 sekunder.
- 1.18.1.6 Hvordan man skal unngå Servo transparency og hvordan man skal opptre hvis fenomenet skulle oppstå, er omtalt i Eurocopter Flight Manual AS 350 B3, EASA Approved Revision 6, Maneuvering Limitations:

2.3.6 MANEUVERING LIMITATIONS

- Continued operation in servo transparency (where force feedback are felt in the controls) is prohibited.

Maximum load factor is a combination of TAS, $H\sigma$, gross weight. Avoid such combination at high values associated with high collective pitch.

The transparency may be reached during maneuvers, steep turns, hard pull-up or when maneuvering near VNE. Self-correcting, the phenomenon will induce an un-commanded right cyclic force and an associated down collective reaction. However, even if the transparency feedback forces are fully controllable, immediate action is required to relieve the feed back forces : decrease maneuver's severity, follow aircraft's natural reaction, let the collective pitch naturally go down (avoid low pitch) and counteract smoothly the right cyclic motion.

Transparency will disappear as soon as excessive loads are relieved.

- In maximum power configuration, decrease collective pitch slightly before initiating a turn, as in this maneuver power requirement is increased.
- In hover, avoid rotation faster than 6 seconds for one full rotation.

1.18.1.7 Eurocopter utga 4. desember 2003 et informasjonsskriv om Servo transparency (Lettre-Service No. 1648-29-03) i 2003. I skrevet, som er gjengitt i sin helhet i Vedlegg D til denne rapporten, utdypes momenter som er nevnt i manøvreringsbegrensningene i flygemanualen. Under følger SHTs oppsummering av et utvalg av innholdet:

- Servo transparency kan oppstå ved overdreven manøvrering av ethvert helikopter som ikke har dobbelt hydraulikksystem hvis man overskrider grensene for det godkjente ytelsesområdet.
- Fenomenet oppstår mykt og er ikke farlig hvis flygeren forutser dette i forbindelse med overdreven manøvrering.
- Hydraulikksystemet er konstruert slik for å beskytte mot strukturell overbelastning i tilfelle helikopteret manøvreres utenfor grensene for det godkjente ytelsesområdet.
- Høyre servo overbelastes først (som følge av at bakovergående blad er på denne siden).
- Fenomenet varer vanligvis mindre enn 2 sekunder siden effekten av at det oppstår vil redusere faktorene som forårsaker det.
- Det er viktig at flygeren øyeblikkelig reduserer manøveren, lar kollektiv få bevege seg ned og motvirker cyclic med jevnt påtrykk for å unngå plutselig utslag mot venstre når hydraulikkassistansen kommer tilbake.

1.18.1.8 En plansje utarbeidet av Eurocopters treningsavdeling som beskriver fenomenet er gjengitt i vedlegg G.

1.18.1.9 Luftfartsmyndigheten i flere land (eksempelvis Storbritannia, USA, Canada og Australia) har utgitt egne informasjonssirkulære basert på innholdet i informasjonsskrivet fra Eurocopter. To av de nasjonale utgivelsene er gjengitt i Vedlegg E og F til denne rapporten. Ingen av dokumentene drøfter Servo transparency i høyre sving særskilt. EASA har ikke utgitt spesifikk informasjon om dette fenomenet.

1.18.2 Prøveflyging med demonstrasjon av vedvarende Servo transparency

1.18.2.1 Eurocopter har fremlagt for havarikommisjonen resultater fra en prøveflyging de utførte sammen med en ekspert fra Federal Aviation Administration (FAA) i 2003. Prøveflygingen ble utført etter en AS 350-ulykke i USA der FAA mistenkte at Servo transparency kunne være en mulig faktor. Hensikten var å vise at det er fullt mulig å fly helikopteret uten å miste kontrollen over det selv når det er dypt inne i Servo transparency. Helikopteret som ble benyttet var et AS 350 B2¹² med maksimal tillatt masse (2 250 kg). Testen ble utført i 3 000 ft. Temperaturen (OAT) var 4 °C.

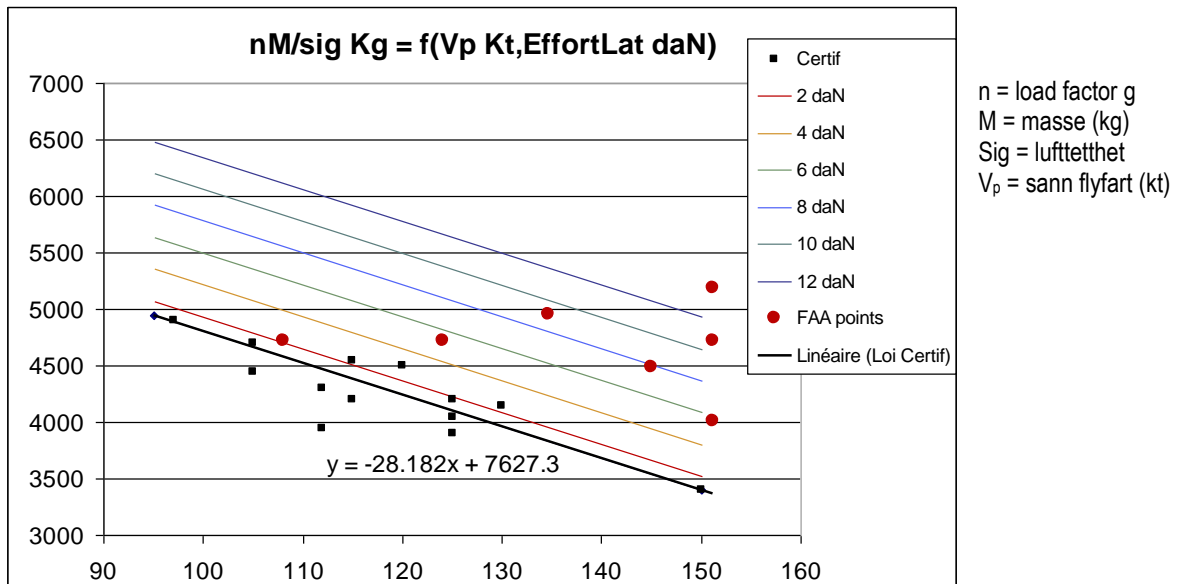
1.18.2.2 I prøveflygingen med FAA ble helikopteret med hensikt manøvrert slik at det oppstod Servo transparency med opptil 8-10 sekunder varighet. Dokumentasjonen viser syv målepunkter, fem i venstre sving og to under opptrekk fra stup rett fram. Hastigheten var mellom 100 og 150 kt. Det ble i dette tilfellet verifisert at Servo transparency knapt kunne oppstå ved hastigheter under 100 kt, og at det var nødvendig å ha kraftuttak over 50 % for å overbelaste systemet¹³. Ved testene ble det benyttet kraftuttak lik Max Continuous Power (MCP). Under manøvreringen brukte prøveflygeren krefter på kontrollene for å opprettholde kraftuttak og belastning på hovedrotoren slik at helikopteret forble i Servo transparency-tilstand i flere sekunder. Straks flygeren senket kollektiv, kom helikopteret ut av tilstanden.

1.18.2.3 Noen av resultatene fra prøveflygingen er plottet i et diagram som er gjengitt i Figur 17. X - og Y-aksene i diagrammet i figuren viser henholdsvis hastighet og belastning på hovedrotoren under manøvreringen. Belastningsverdier på y-aksen avhenger både av helikopterets masse (M) og lufttettheten (σ), slik at normalkreftene (n, som kalles g-belastning) ikke kan leses direkte ut av dette diagrammet.

1.18.2.4 Den sorte linjen og de sorte punktene i diagrammet viser grensen for det godkjente området og målepunkter fra sertifiseringen av helikopteret. De røde punktene i diagrammet ligger utenfor det godkjente området og viser kreftene prøveflygeren brukte for å motvirke utslag på cyclic som følge av Servo transparency. Registreringene som ligger til grunn for diagrammet viser at kreftene på kollektiv lå mellom 3,5 og 10 daN (ikke vist i figuren), mens cyclic ble skjøvet mot venstre med en kraft på mellom 2,5 og 12 daN. I det siste opptrekket opprettholdt prøveflygeren en rettlinjert flygebane (overvant helikopterets tendens til å svinge mot høyre). Målingene viser at kollektiv da ble holdt oppe med 6 daN, mens cyclic ble presset mot venstre med 12 daN og bakover med 5 daN.

¹² I prinsippet lik AS 350 B3 for testformålet

¹³ I et foredrag Eurocopter holdt på Gardermoen i desember 2011 ble det opplyst at servo transparency ikke oppstår når hastigheten er lavere enn 90 kt, eller torque er under 50 % på AS 350 B2 og under 45 % på AS 350 B3.



Figur 17: Resultater fra prøveflyging. Røde punkter er registrerte laterale stikkekrefter på cyclic ved fremprovosert Servo transparency i 3 000 ft, 4 °C, masse 2 250 kg. Den sorte linjen viser grensen for det sertifiserte området. (Kilde: Eurocopter).

1.18.3 Demonstrasjon av Servo transparency

- 1.18.3.1 Servo transparency har vært diskutert i det norske helikoptermiljøet tidligere, blant annet etter Kolsås-ulykken (ref. 1.18.7.3). Etter denne ulykken med LN-OXC, ble temaet Servo transparency igjen aktualisert. Den norske importøren av helikoptertypen Eurocopter AS 350, Østnes Aero AS, fikk i stand demonstrasjonsflyginger for de operatørene som måtte ønske det. Programmet ble lagt til et møte i Flysikkerhetsforum for innlandshelikopter på Gardermoen 6. desember 2011 (ref. 1.18.9.1). Her holdt en prøveflyger fra Eurocopter først foredrag om fenomenet Servo transparency, før det ble gjennomført en rekke flyginger. Helikopteret som ble benyttet var av typen Eurocopter AS 350 B2. Operatør var Pegasus Helicopter. Pegasus-flygere var fartøysjef og satt i høyre sete, mens fabrikantens prøveflyger satt i venstre sete. Passasjerene i baksetet hadde hodetelefoner og kunne delta i kommunikasjonen om bord og observere det som skjedde.
- 1.18.3.2 Demonstrasjonsflygingene ble filmet inne i helikopteret med en lettvektsoptaker av typen Appareo Vision 1000¹⁴. Opptakeren har også innebygget GPS og akselerometre og registrerte i tillegg posisjon, høyde, bakkehastighet, vertikalhastighet, kurs, nesestilling og krenkning. Den var programmert til å registrere når det var fare for Servo transparency. Parameterne som ville trigge en «event» dersom de oppstod samtidig, var følgende:

*“The absolute value of normal acceleration is greater than 1.5 G AND
The absolute value of Roll is greater than 30 degrees AND
Ground speed is greater than 135 Knots for a minimum of 0 seconds.”*

- 1.18.3.3 En havariinspektør fra SHT deltok på en av demonstrasjonsflygingene, og SHT har i ettertid fått opptak og analyser av flygingene. Servo transparency ble i hovedsak demonstrert i forbindelse med venstre sving, men på oppfordring fra en av passasjerene demonstrerte prøveflygeren fenomenet også i høyre sving.

¹⁴ Appareo Vision 1000 har myndighetsgodkjenning for bruk i aktuell helikoptertype gjennom STC

- 1.18.3.4 Opptakene viste blant annet at effekten i venstresving var at helikopteret raskt rettet seg opp fra en krenkning på noe over 30 grader. Ved en Servo transparency-demonstrasjon i en høyre sving økte krenkningen til en maksimalverdi på 54 grader. Maksimal registrert g-belastning var 2 G i venstre sving og 2,15 G i høyre sving.
- 1.18.3.5 Pegasus-flygerne som deltok i demonstrasjonen og flere av observatørene har uttrykt overfor SHT at demonstrasjonen var nyttig. Ingen ble skremt over den moderate effekten av fenomenet i venstre sving, men Pegasus-flygerne mente det er feil og misvisende å si at fenomenet er «self correcting» hvis man får det i høyre sving. Da øker krenkningen og helikopteret «graver seg ned». For øvrig påpekte de at det må heftig manøvrering til for å fremprovosere Servo transparency. Pegasus Helicopter driver skolevirksomhet og demonstrerer nå Servo transparency for alle som kurses hos dem.

1.18.4 Estimering av innslagspunkt for Servo transparency på LN-OXC

- 1.18.4.1 SHT så behov for et diagram som kunne illustrere hvilken g-belastning som under de rådende forhold ville ført til begynnende Servo transparency på LN-OXC. Med utgangspunkt i diagrammet i Figur 17, helikopterets masse og tabeller som beskriver standardatmosfæren, utarbeidet SHT Tabell 4 og Figur 18. Eurocopter har verifisert at beregningene er korrekte. Merk at det benyttes sann flygehastighet (True Air Speed, TAS) i beregningene, og at denne er noe høyere enn indikert flygehastighet (Indicated Air Speed, IAS)¹⁵.

Tabell 4: Innslagspunkt for Servo transparency ved masse = 2 148 kg, sig. = 0,882¹⁶

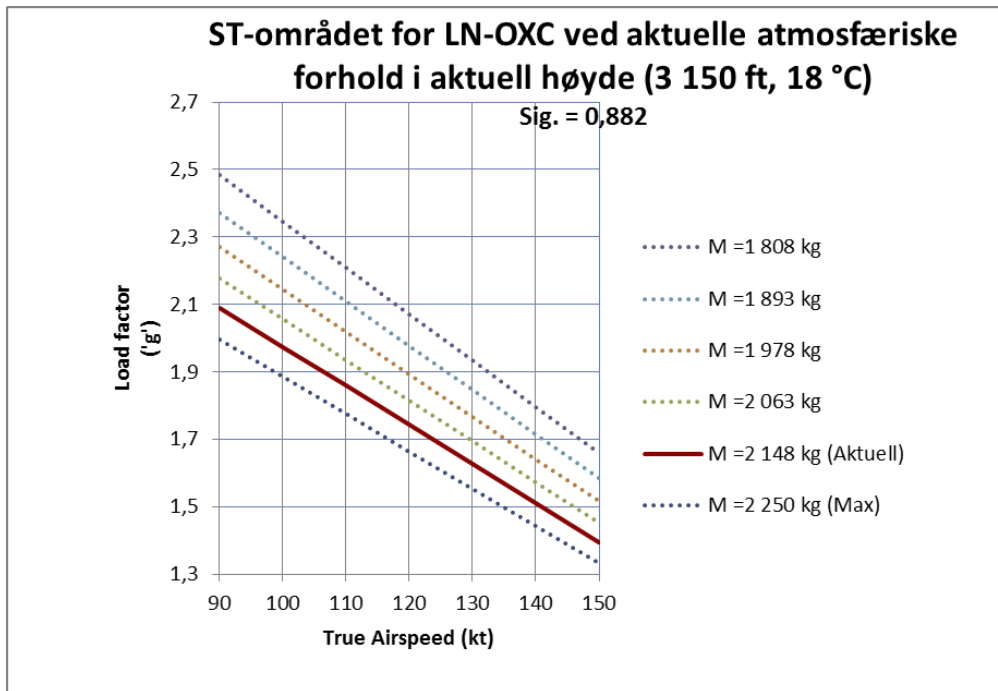
Sann flygehastighet (kt)	90	100	110	120	130	140	150
Belastning ('g'-kraft)	2,09	1,97	1,86	1,74	1,63	1,51	1,40

- 1.18.4.2 Den røde heltrukne linjen i Figur 18 a) viser situasjonen ved aktuell masse, 2 148 kg. Servo transparency-området er på oversiden av linjen. Linjens helning viser hvordan Servo transparency inntreffer ved lavere g-belastning ved økende hastighet. Eksempelvis ville innslagspunktet for LN-OXC under de rådende forhold være ca. 2 G ved 100 kt, mens fenomenet ville inntreffe ved ca. 1,5 G ved en hastighet på 140 kt.
- 1.18.4.3 For å vise betydningen av massen, er stiplede linjer som illustrerer situasjonen dersom LN-OXC hadde vært tyngre (maksvekt) eller lettere (hhv. 3/2/1/0 passasjerer) også tatt med i diagrammet. Det fremkommer at linjen parallellforskyves nedover ved høyere masse, hvilket innebærer at innslagspunktet da nås tidligere. Eksempelvis ville innslagspunktet ved 130 kt ligget på ca. 1,93 G dersom flygeren hadde vært alene om bord i LN-OXC (M = 1 808 kg), mens det ved samme hastighet med fire passasjerer om bord (M = 2 148 kg) lå på ca. 1,63 G.
- 1.18.4.4 Figur 18 b) er tatt med for å illustrere hvordan forholdene ville vært i lavlandet ved standard-atmosfæriske forhold sammenlignet med den aktuelle situasjonen i fjellet en varm dag. Når man sammenligner Figur 18 a) og b), ser man at linjene ligger høyere i diagrammet i b). Ved manøvrering i 130 kt under de rådende forhold i 3 150 ft lå innslagspunktet for Servo transparency på ca. 1,63 G. I samme hastighet nær havets nivå en «standard dag» ville innslagspunktet for Servo transparency til sammenligning ligget på ca. 1,85 G.

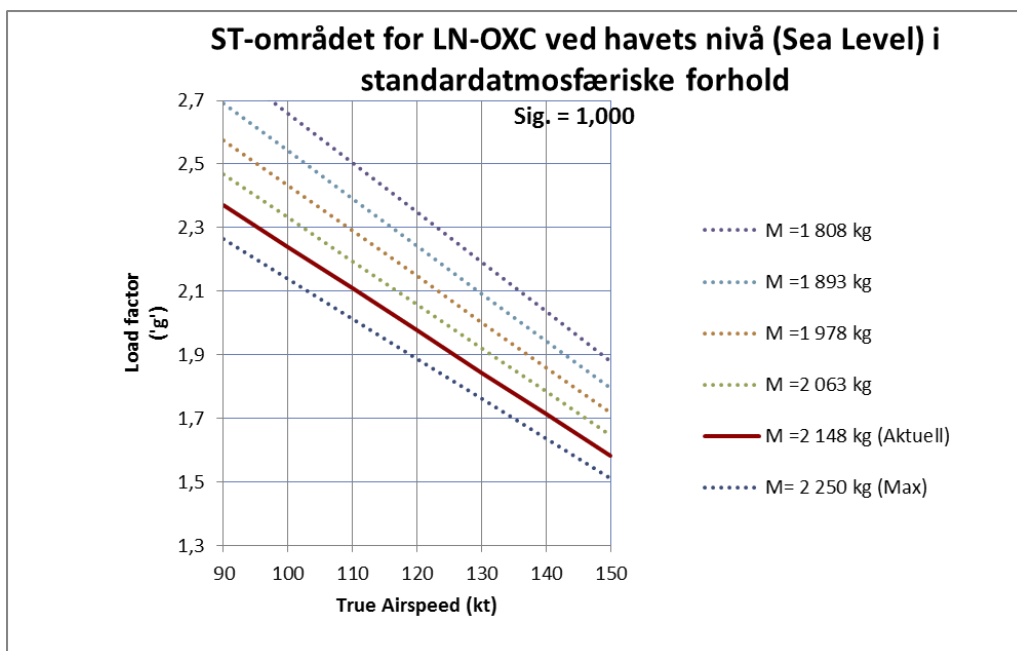
¹⁵ Sann flyfart (TAS) er ca. 8 % høyere enn indikert flyfart (IAS) ved tetthetshøyde 5 000 ft. Eksempelvis er maksimal tillatt indikert hastighet V_{NE} i 3 000 ft lik 146 KIAS. Dette tilsvarer sann lufthastighet 155 kt (ref. 1.6.1).

¹⁶ I beregningene benyttes lufttetthet (Sigma, σ) relatert til standardatmosfæren ved havets nivå ($\sigma_{ST}=1$). Betydningen av fuktighet er så liten at den er sett bort fra.

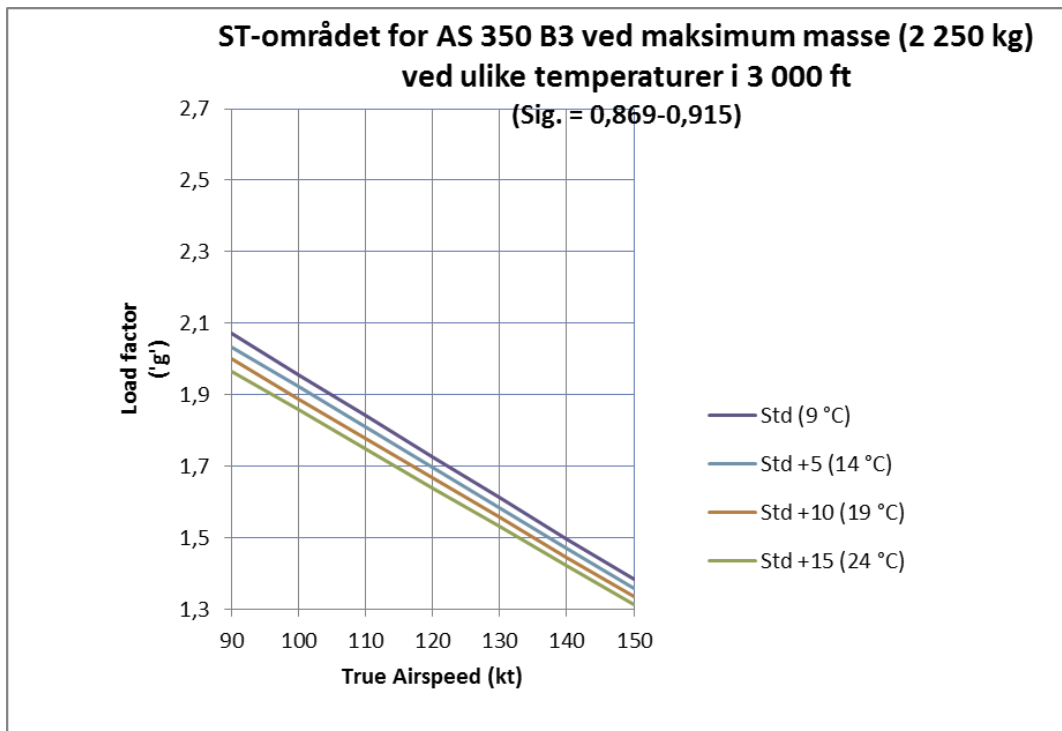
- 1.18.4.5 Figur 18 c) er tatt med for å illustrere betydningen av temperatur. Her forutsettes det maksimum masse og høyde 3 000 ft. Figuren viser at Servo transparency vil inntreffe ved lavere g-belastning på en varm dag. Eksempelvis ville innslagspunktet ved manøvrering i 130 kt i denne høyden ligget på ca. 1,61 G dersom temperaturen hadde vært 9 °C, mens det ved 24 °C i samme høyde ville ligget på ca. 1,53 G.
- 1.18.4.6 Figur 18 d) illustrerer betydningen av flyhøyden. Her forutsettes det maksimum masse og forhold som tilsvarer standardatmosfæren. Linjene parallellforskyves nedover ved økende høyde. Eksempelvis ville innslagspunktet for Servo transparency ved manøvrering i 130 kt ved havets nivå ligget på ca. 1,8 G, mens det i 5 000 ft ville ligget på ca. 1,5 G.



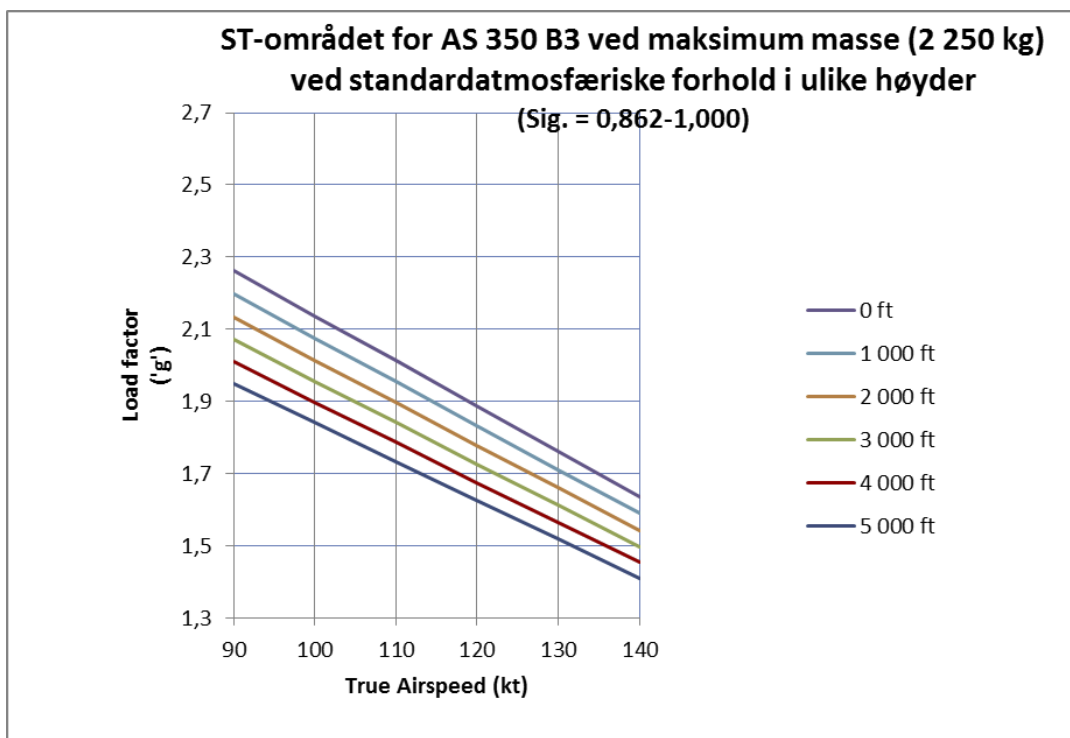
Figur 18 a): Situasjonen for LN-OXC ved de aktuelle atmosfæriske forhold (temp. i 3 150 ft ca. 18 °C). De stiplede linjene viser effekten av variasjon i masse.



Figur 18 b): Tenkt situasjon der LN-OXC opererer i standardatmosfæriske forhold ved havets nivå.



Figur 18 c): Tenkt situasjon der massen er konstant lik 2 250 kg ved flyhøyde 3 000 ft. Linjene viser effekten av temperatur.



Figur 18 d): Tenkt situasjon der massen er konstant lik 2 250 kg ved standardatmosfæriske forhold. Linjene viser effekten av høyde.

Figur 18: Diverse diagrammer som forutsier ved hvilken g-belastning Servo transparency inntreffer under ulike forhold. Servo transparency-området ligger på oversiden av linjen. (MCP forutsettes).

1.18.5 Trening på Servo transparency

- 1.18.5.1 SHT har i forbindelse med denne og tidligere undersøkelser fått et klart inntrykk av at det eksisterer ulike oppfatninger om hvorvidt fenomenet Servo transparency skal eller kan demonstreres/trenes på om bord i helikopteret eller ikke. De fleste selskapene i Norge synes å ha hatt en praksis der man gjennomgår teorien muntlig, men ikke demonstrerer dette under flyging. Enkelte instruktører har imidlertid insistert på at flygerne burde ha erfart fenomenet, og har demonstrert det. Uklarhetene synes blant annet å bunne i at forbudet mot vedvarende (continuing) Servo transparency av noen har vært tolket som et absolutt forbud. Enkelte sverger til at Servo transparency innebærer å operere helikopteret utenfor begrensningene, hvilket ikke er tillatt. Flere har vist til at Servo transparency i hvert fall i en periode ikke ble demonstrert for flygere som tok typeutdanning i Eurocopters regi. Den britiske havarikommisjonen AAIB har også uttrykt skepsis med hensyn til opplæring i helikopteret. De anbefalte grundig teoretisk opplæring i forbindelse med typeutsjekk (ref. 1.18.6.6).
- 1.18.5.2 Airlift har opplyst at en av deres erfarne instruktører har demonstrert Servo transparency på typeutsjekk og «skill tests» (ferdighetsprøver). Metoden var basert på den fabrikanten benyttet midt på 80-tallet, da vedkommende selv fikk sin utsjekk. Teoretisk opplæring bestod av at beskrivelsen i flygemanualen ble gjennomgått med kandidaten før flyging. Praktisk opplæring under flyging bestod av at instruktøren først demonstrerte effekten mens kandidaten var med på kontrollene. Øvelsen ble så gjentatt av kandidaten, mens instruktøren satt klar til å ta over. Fremgangsmåten var å øke farten i et svakt stup rett frem inntil hastigheten var ca. 135 kt, etterfulgt av en bestemt «pull-up». Øvelsen har også vært demonstrert i synkende spiral til høyre.
- 1.18.5.3 Airlift har forklart at man utover dette ikke har trent på fenomenet, og at det i lang tid har vært vanskelig å få en klar uttalelse fra Eurocopter med hensyn til om Servo transparency kan trenes på eller ikke. I oktober 2011 fikk selskapet omsider klarert med Eurocopter at Servo transparency kunne trenes regelmessig, på ett og samme helikopter uten fare for materiell skade, forutsatt at det ble demonstrert av kvalifisert instruktør og i henhold til bestemmelsene.
- 1.18.5.4 På det franske teamet som besøkte SHT i forbindelse med undersøkelsen, var det representanter fra Eurocopter. De fremholdt at det var en misforståelse at man ikke skulle demonstrere og trene på Servo transparency, og at samme misforståelsen en periode hadde rådet i USA. Representantene fremla Eurocopters treningsprogram for Single Pilot VFR Type Rating datert 05/2006. Her beskrives det kort at Servo transparency skal demonstreres, og at kandidaten skal familiariseres med prosedyren og fenomenet (Training Services' Single Pilot VFR Type Rating program F025 T-AS350B3-C).
- 1.18.5.5 Mer detaljerte retningslinjer for hvordan flyinstruktører skal gjennomføre demonstrasjon av Servo transparency om bord i helikopter av typen Eurocopter AS 350 ble publisert i 2010. EASAs *Certification Flight Standards Operational Evaluation Board Report* inneholder følgende beskrivelse¹⁷:

“8.9.2 Demonstration methodology for Flight Instructors and Type Rating Instructors: Servo-transparency (called also servo-reversibility):
Except for EC 130 B4 and AS 350 B3 Arriel 2B1 & AS 350 B3e when fitted with dual Hydraulic system.

¹⁷ ref. [http://easa.europa.eu/certification/experts/docs/oeb-reports/eurocopter/EASA-OEB-Final-Report-Eurocopter_AS350_Family_\(B3e\)-03-08022012.pdf](http://easa.europa.eu/certification/experts/docs/oeb-reports/eurocopter/EASA-OEB-Final-Report-Eurocopter_AS350_Family_(B3e)-03-08022012.pdf)

The servo-transparency training could be performed in the following way:

- *Complete procedure should be performed above 1000 ft (AGL),*
- *Achieve airspeed between 130 and VNE (with a rate of descend),*
- *Perform a 30° left turn,*
- *Slowly increase the load factor by a backwards cyclic action,*
- *When the servo-transparency is achieved, the tendency of the aircraft is to pitch up and turn to the right,*
- *As soon as the load decreases, servo-transparency disappears*

Pay attention to the following:

- *Due to control loads linked to servo-transparency, the collective pitch tendency is to decrease. The collective pitch decrease and the pitch up may lead to rpm increase.*
- *The procedure should not be done too aggressively*
- *The exercise is easier when high All Up Weight and/or high density altitude. ”*

1.18.6 Bruk av simulator

- 1.18.6.1 Det er ikke et myndighetskrav å benytte simulator til trening på helikoptre, og bruk av simulator for lette helikoptre er lite utbredt. Men forskrift om sertifisering av flygere og krav til flygetreningsorganisasjoner for helikopter (BSL JAR-FCL 2), beskriver at simulator skal benyttes om slik er tilgjengelig, ref. vedlegg 1 til BSL JAR-FCL 2.240/2.295 punkt 2:

“Flight simulators, if available and other training devices as approved shall be used.”

- 1.18.6.2 Luftfartstilsynet utdypet i et sirkulære i 2005 hva som menes med ‘tilgjengelig’ (AIC-N 39/05):

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

- 1.18.6.3 Det finnes så vidt SHT er kjent med bare én Level B-simulator for Eurocopter AS 350 på verdensbasis, hos American Eurocopter i Texas, USA¹⁸.
- 1.18.6.4 To representanter (erfarne flygere) fra Airlift var i februar 2012 hos American Eurocopter og fløy AS 350-simulatoren. I tillegg til generell demonstrasjon av kapasiteten og utprøving av muligheter for realistisk nødtrening på andre områder, ble Servo transparency fremprovosert. Erfaringene var at det var svært realistisk sammenlignet med det man erfarer i helikopteret. I høyre sving fikk man en ukontrollert roll videre mot høyre, kontrollene «frøs» samtidig som kollektiv ville ned. I venstre sving var effekten mindre, og helikopteret rettet seg stort sett opp selv. Utgangspunktet var et oppsett som kunne tilsvare situasjonen LN-OXC var i, en høyresving fra 300 ft med nesen ned. Den erfarne instruktøren konkluderte med at selv om man var oppmerksom på hva som kunne skje, var det ikke en selvfølge at man klarte å gjenvinne kontrollen i tide.

¹⁸ http://www.eurocopters.com/images/training/as350_sim_Brochure_2011.pdf

1.18.6.5 Manøveren ble også utført med å senke kollektiv før høyresvingen ble initiert:

«Da kom det kun et lite snev av feedback i kontrollene, dette er også tilfelle i virkeligheten».

1.18.6.6 Eurocopter har vist interesse for erfaringene i simulatoren, og etterspurte i forbindelse med høringen en mer presis beskrivelse av parameterne. Airlift opplyste på forespørsel følgende:

«Initially 80 % torque. 500 ft density altitude, 100 kts, grossweight 2200 kg, right and left turn, approx. 45 degrees bank, 20-30 degrees nose down.»

1.18.7 Tidligere ulykker

1.18.7.1 *Eurocopter AS 350-ulykker der Servo transparency har vært tema*

Etter en ulykke er det ved hjelp av tekniske funn ikke mulig å påvise om Servo transparency har oppstått. Servo transparency er uansett drøftet som mulig eller sannsynlig medvirkende årsak til flere ulykker og hendelser med denne helikoptertypen rundt omkring i verden. SHT viser til følgende rapporter som er tilgjengelig på internett:

- Hendelse ved Hunderfossen i Oppland, 15. januar 2001, Eurocopter AS 350 B3, registrering LN-OAK. Rapport [SL2001/42](#) fra SHT.
- Ulykke 11. oktober 1994, Eurocopter AS 350 B3, registrering ZK-HZP. Rapport [94-022](#) fra Transport Accident Investigation Commission of New Zealand.
- Ulykke 10. august 2001, Eurocopter AS 350 B2, registrering N169PA. Rapport [NTSB/AAB-04/02](#) (s. 33-35) fra National Transportation Safety Board, USA.
- Ulykke 19. oktober 2001, Eurocopter AS 350 B2, registrering N111DT. Rapport [FTW02FA017](#) fra National Transportation Safety Board, USA.
- Ulykke 11. mai 2005, Kolsås i Bærum. Eurocopter AS 350 B2, LN-OPY. Rapport [SL2010/01](#) fra SHT.
- Ulykke 23. juli 2007, Eurocopter AS 350 BA, registrering C-FHLF. Rapport [A07W0138](#) fra Transportation Safety Board of Canada.
- Ulykke, 15. september 2007, Eurocopter AS 350 B2, registrering G-CBHL. Rapport [EW/C2007/09/06](#) fra Air Accidents Investigation Branch, UK.

1.18.7.2 *Eurocopter AS 350-ulykke i Skottland 15. september 2007*

Den siste ulykken i oppstillingen over skjedde i Skottland 15. september 2007. Helikopteret kolliderte med trær og havarerte mens det utførte en høyresving i høy hastighet i lav høyde. Det var tegn til at flygeren var i ferd med å gjenvinne kontrollen, men i for lav høyde til at det lot seg fullføre. Alle fire om bord omkom. Den britiske havarikommisjonen AAIB mente teknisk feil ikke helt kunne utelukkes, men at det var mer sannsynlig at helikopteret avvek fra planlagt flygetrasé av andre årsaker; eksempelvis vanskeligheter med å kontrollere helikopteret, feilbedømming, romlig desorientering, distraksjon eller en kombinasjon av slike forhold.

Rapporten er grundig, og AAIB kommer i likhet med SHT inn på at det synes nødvendig å skille mellom høyre og venstre svinger når man drøfter betydningen av fenomenet Servo transparency. I høyre sving vil krengingen øke, og svingraten likeså. Dermed risikerer man at effekten blir at helikopteret avviker betydelig fra planlagt flygebane i stedet for at det oppstår en gunstig hastighetsreduksjon som vil medvirke til at fenomenet korrigerer seg selv. AAIB mener helikopterets krenkning raskt kan komme til å overstige 90°, og at flygeren ikke rekker å oppfatte hva som skjer. Stikkekreftene kan også få en uforberedt flyger til å tro at det har oppstått et teknisk problem som har fått kontrollene til å låse seg. Følgende sitat er hentet fra AAIBs rapport:

“According to Eurocopter, servo transparency is a transitory phenomenon which, because of the helicopter’s natural response, tends to be self-correcting. However, this may not be so for a helicopter in a turn to the right. In this case, the helicopter’s natural reaction will cause the angle of bank to increase which, together with a possible pitch-up, will cause an increased rate of turn. The effect, if any, on airspeed would be much less.

Although the helicopter will recover from the servo transparency of its own accord, the potential exists for a significant flight path deviation. The onset of this could be rapid and could conceivably lead to a helicopter in a right turn exceeding 90° of bank before the pilot was able to recognise what was happening and react accordingly. The associated transition from light and responsive controls to heavy controls that require considerable force to counter the uncommanded manoeuvre, could cause an unsuspecting pilot to believe that he was experiencing a malfunction, rather than a known characteristic of the helicopter when manoeuvred at the published limits. As Eurocopter have advised, a servo transparency encounter ‘may give a pilot who is not aware of this phenomenon an impression that the controls are jammed’.”

Rapporten fra AAIB hadde tre sikkerhetstilrådinger knyttet til Servo transparency, hvorav to ble tatt til følge. Den ene av disse gikk ut på at CAA burde publisere innholdet i Eurocopters informasjonskriv (ref. 1.18.1.7). Den andre, nr. 2008-069, dreide seg om å styrke teoriopplæringen på området Servo transparency i forbindelse med typeutsjekk. EASA støttet CAA i at den var ivaretatt gjennom at intensjonen allerede var et krav i gjeldende bestemmelser:

“2008-069: It is recommended that the Civil Aviation Authority, in conjunction with the European Aviation Safety Agency, require an awareness of the causes, symptoms, hazards and recovery actions relating to ‘servo transparency’ or ‘jack stall’ encounters to be covered as a ground study item as part of the mandatory training for aircraft type ratings for those helicopter types likely to be affected.”

Den tredje sikkerhetstilrådingen var å inkludere advarsel om farer forbundet med Servo transparency i lav høyresving i flygemanualen. Det ble spesielt fremhevet at man kan risikere betydelig avvik fra planlagt flygebane:

“2008-067: It is recommended that Eurocopter review current operational information and advice about the servo transparency phenomenon. This should be with a view to including a warning in applicable Flight Manuals that the associated uncommanded right roll and possible pitch-up, if encountered by an aircraft manoeuvring in a right turn, have the potential to cause a significant deviation from the intended flight path which, if encountered in close proximity to terrain or obstacles, could be hazardous.”

Denne tilrådingen, 2008-067, ble avslått av Eurocopter 10. mai 2010. I begrunnelsen i brevet til AAIB hevder Eurocopter at en slik advarsel kan ha negativ sikkerhetseffekt:

“Eurocopter considers that a warning in the Flight Manual about the hazardous consequences of the onset of servo transparency in close proximity to terrain could have a negative effect on safety. Indeed, should pilots operate at high speed and close to the ground and not encounter servo transparency, then this minimizes the importance of both the transparency phenomenon and the risky maneuver.”

Brevet avsluttes med at Eurocopter slår fast at presentasjonen av fenomenet i flygemanualen etter deres syn er tilstrekkelig presis, og at man ikke kan si seg enig i forslaget som fremmes i sikkerhetstilrådingen:

“In closing, Eurocopter considers that the Flight Manual is sufficiently explicit in its presentation of the servo transparency phenomenon and cannot agree with your warning proposal in the Safety Recommendation 2008-067.”

AAIB har overfor SHT gitt til kjenne at de mener Eurocopters respons ikke fullt ut ivaretar sikkerhetsproblemet som er beskrevet i rapporten. AAIB har derfor vurdert responsen som ikke tilfredsstillende.

I forbindelse med undersøkelsen av ulykken med LN-OXC har Eurocopter utdypet sitt syn. Det hevdes at man ved å beskrive alle forhold og enhver situasjon hvor et helikopter kan få Servo transparency på en dekkende måte i flygemanualen, risikerer å innføre for mye teori som vil være vanskelig å forstå. Eurocopter mener informasjonsbehovet for flygere dekkes gjennom anbefalingen i flygemanualen om at når det brukes mye motorkraft, bør det foretas en liten reduksjon av kollektiv før sving påbegynnes (ref. 1.18.1.6).

1.18.7.3 Forrige alvorlige ulykke i Airlift – «Kolsåsulykken»

Airlift hadde en alvorlig ulykke med et helikopter av typen Eurocopter AS 350 B2 på Kolsås i Bærum 11. mai 2005 (Ref. rapport [SL2010/01](#)). Helikopteret med registrering LN-OPY fløy «eventflyging» med dørene avmontert. I en høyresving mot stigende terreng mistet det høyde og kom i berøring med noen tretopper slik at det oppstod kraftige vibrasjoner. I nødlandingen som fulgte veltet helikopteret, og en av de ombordværende falt ut og omkom av skadene han ble påført. Havarikommisjonen konkluderte med at fartøysjefen på LN-OPY feilberegnet svingen som skulle flys sett i forhold til helikopterets ytelsesbegrensninger og høyden over terrenget. Grunnet dårlige visuelle referanser i svingen, oppdaget han ikke den høye vertikale nedstigningsraten som oppsto før det var for sent å unngå å treffe tretoppene.

Hvorvidt Servo transparency kunne ha vært en faktor i ulykken ved Kolsås, ble drøftet. SHT fant dette lite sannsynlig, spesielt siden hastigheten var langt under V_{NE} og fordi fartøysjefen ikke beskrev unormale krefter på kontrollene ved manøvreringen. SHT uttrykte seg imidlertid kritisk til at fabrikanten ikke skilte mellom effekten av Servo transparency i høyre og venstre sving, og uttalte følgende om fabrikantens beskrivelse i flygemanualen:

«Beskrivelsen av fenomenet inneholder heller ingen advarsel om at situasjonen kan bli kritisk hvis fenomenet oppstår i lav høyde. Det kan med rette hevdes at fenomenet ikke kan oppstå hvis helikopteret flys innenfor begrensningene. En flyger har imidlertid ingen klare parametere å forholde seg til for å vurdere når begrensningene er nådd. Den eneste sikre indikasjonen er at kontrollene stivner. Da kan det være for sent å unngå problemene forbundet med 'servo transparency'. Godt flygerskjønn tilsier at

kombinasjonen stor hastighet, høy belastning og lav høyde utgjør økt sikkerhetsrisiko. Havarikommisjonen mener allikevel at Eurocopter ikke klart nok advarer mot hvilke farer som kan oppstå ved 'servo transparency'.»

Havarikommisjonen fremmet i Kolsåsrapporten en tilråding om at Luftfartstilsynet burde vurdere regelverk knyttet til «eventflyging»:

«'Eventflyging' er ikke definert eller regulert, og har fått utvikle seg over tid. Flygingen inneholder elementer fra både passasjerflyging og "aerial work" kombinert på en måte som kan gi stor sikkerhetsrisiko. Havarikommisjonen tilrår derfor at Luftfartstilsynet sørger for en hensiktsmessig regulering av denne formen for flyging.»

Mens undersøkelsesprosessen pågikk uttalte Luftfartstilsynet at «eventflyging skal defineres og deretter stoppes eller bli styrt inn i kontrollerte former». Da tilrådingen ble behandlet etter rapportavgivelse, besluttet imidlertid Luftfartstilsynet å ikke endre regelverket. Begrunnelsen var som følger:

«For Luftfartstilsynet er ikke "eventflyging" en godkjent driftsart, og vil derfor ikke bli definert eller regulert. Luftfartstilsynet mener en slik definering og regulering vil kunne åpne for brudd på dagens regelverk for rundflyging og vil eventuelt medføre en legitimering av passasjerflyging med høy risiko.

Det er riktig at enkelte operatører tilsynelatende tar oppdrag for "eventselskap" og gjennomfører flyging utenfor regelverket for å skape spenning og adrenalinkick. Dette vil Luftfartstilsynet slå ned på når det avsløres.

Luftfartstilsynet holder fast ved at aktiviteten må utføres innen regelverket som regulerer rundflyging og innenfor begrensningene i Flight Manual, og det er operatørens ansvar å si nei til oppdrag som medfører brudd på regelverket.»

Rapporten fra havarikommisjonen inneholdt ingen tilråding til Airlift.

Airlift har opplyst til SHT at Kolsås-ulykken ikke førte til prosedyreendringer eller nye begrensninger i håndbøkene. Man stoppet imidlertid all «eventflyging» og fokuserte på holdninger og fartøysjefens ansvar for å operere i henhold til beskrevne prosedyrer for rundflyging/minstehøyder. Deretter ble fagdagene brukt til å repetere dette ytterligere, også med fokus på Servo transparency. Relevant informasjon av temporær art ble utgitt til flygerne (OPS Info). Dette lå imidlertid så langt tilbake i tid at det var før fartøysjefen på LN-OXC ble ansatt som flyger i Airlift.

1.18.8 Tiltak i Airlift etter ulykken med LN-OXC

- 1.18.8.1 Airlift nedsatte etter ulykken med LN-OXC en egen undersøkelsesgruppe. Som en del av undersøkelsen gjennomførte man en rekonstruksjon av innflygingen i sikker høyde med manøvrering i henhold til vitneobservasjoner. Flygerne som deltok på rekonstruksjonen har beskrevet at de opplevde å få Servo transparency hver gang de unnlot å redusere kollektiv før inngangen til svingen. Dette ga seg utslag i at kursendringen mot høyre ble større enn planlagt, og at de tapte anslagsvis 200-300 ft før maskinen igjen var rettet opp.
- 1.18.8.2 Undersøkelsesgruppen utarbeidet en omfattende intern granskningsrapport etter ulykken. Rapporten hadde ingen «bastant» konklusjon, men drøftet flere scenarioer som kunne tenkes å ha oppstått. Flere tilrådinge ble fremmet til selskapet. Gruppen anbefalte blant annet at simulator og flygeregistrator (for eksempel Appareo Vision) burde tas i bruk, at det burde

innføres begrensninger for manøvrering under normale operasjoner med passasjerer, og at systematisk trening på Servo transparency burde innføres. I tillegg oppfordret man til å styrke det holdningsskapende arbeidet ytterligere, ha tettere oppfølging og hyppigere sjekker av arbeidsutførelsen til nytilsatte flygere og til å utnevne stedfortreder for nøkkelpersoner ved lengre fravær. Gruppen ga også uttrykk for at det er ønskelig å få modifisert helikoptrene slik at man får et forvarsel i form av varsellys etc. og kan dempe manøvreringen dersom det er fare for Servo transparency.

- 1.18.8.3 Airlift iverksatte 12. mars 2012 endringer i sine prosedyrer for passasjerflyging. Følgende begrensning ble innført:

“1.1.3 Roll and pitch angle during passenger flight

Maximum roll and pitch angle during operations with passengers on board below 500' AGL is set to 30 degrees roll and 15 degrees pitch.

1.1.4 Initiating right descending turn at low level

Initiation of right descending turn at altitudes below 500' AGL with passengers on board without first lowering the collective is prohibited.”

- 1.18.8.4 Selskapets ledelse har uttalt at de vurderer å ta i bruk lettvekstopptakere for å styrke det forebyggende sikkerhetsarbeidet ytterligere. Selskapet er også erklært pådriver for krav om simulatortrening.
- 1.18.8.5 Airlift har etter ulykken med LN-OXC endret arbeidssystemet for basesjefsflygeren, slik at vedkommende nå jevnlig treffer alle flygerne på basen og selskapet får en tettere operativ oppfølging av den enkelte.
- 1.18.8.6 Når det gjelder «Flight following», har selskapet opplyst at de for flere år siden besluttet at ordningen med manuell oppfølging ved hjelp av mobiltelefonoppringing skulle erstattes med Iridium satellittbasert system som har global dekning. Flåten som opererer i arktiske strøk ble prioritert først. Per september 2012 hadde selskapet installert satellittbasert system i 10 av 17 helikoptre.

1.18.9 Nasjonale og internasjonale tiltak for bedring av helikoptersikkerheten

1.18.9.1 *Norsk flysikkerhetsforum for operatører av innlandshelikoptre*

Airlift tok i 2007 initiativ til et sikkerhetsforum for innlandsoperasjoner. Planen var et årlig forum der vertskapet skulle rullere mellom operatørene. Luftfartstilsynet deltok også, og da initiativet fra Airlift ikke ble fulgt opp av bransjen selv, tok Luftfartstilsynet ansvar for å videreføre initiativet. Sikkerhet for innlandshelikoptre har vært et uttalt satsingsområde for Luftfartstilsynet i flere år, og for å sette fokus på dette arbeidet og for å sikre kontinuitet, ble *Flysikkerhetsforum for operatører av innlandshelikoptre* (FSF) opprettet i mai 2009. Forumet har egen nettside: <http://www.helikoptersikkerhet.no>. Der beskrives at FSF skal være en pådriver overfor myndigheter, kundegrupper og operatører i saker som kan fremme sikkerheten for innlandshelikoptre. Forumet ledes av Luftfartstilsynet. Mandatet er som følger:

«Flysikkerhetsforumet skal arbeide for en vesentlig forbedring av flysikkerheten med innlandshelikoptre, med nullvisjon som mål for ulykker.

Flysikkerhetsforumet skal være en pådriver i forhold til ansvarlige myndigheter og aktører. Det skal ta opp problemstillinger som har betydning for helikoptersikkerheten og følge opp med forslag om konkrete tiltak.

Flysikkerhetsforumet skal, i tillegg til å arbeide på nasjonalt nivå, samarbeide med internasjonale organisasjoner som arbeider med helikoptersikkerhet.»

I 2011 ble det bevilget midler til en særskilt sikkerhetsstudie for innlandsoperasjoner med helikoptre. Studien finansieres av Samferdselsdepartementet, men FSF er faglig ansvarlig. Ifølge nettsiden til FSF er formålet å belyse risikoområder og komme med tilrådinger for å forbedre sikkerheten basert på resultater av studien. Studien skal estimere fremtidig sikkerhetsnivå og analysere effekt av tiltak. Oppdraget ble tildelt Safetec Nordic etter anbudsrunder. Studien skal være gjennomført innen utgangen av januar 2013.

1.18.9.2 Internasjonale initiativ for bedring av helikoptersikkerheten

European Helicopter Safety Team ([EHEST](#)) ble i november 2006 etablert etter mønster fra International Helicopter Safety Team ([IHST](#)) som startet i USA tidligere samme år. Felles målsetting er å redusere antall ulykker med helikoptre i verden med 80 % innen 2016. EHEST består av representanter fra myndighetene, helikopterprodusenter og helikopteroperatører i hele Europa.

EHEST har analysert europeiske helikopterulykker i perioden 2000-2005 og har identifisert faktorer i kategoriene 'Pilot judgement and actions' og 'Safety Culture and Management' som hyppigst forekommende, tett fulgt av 'Ground Duties' (ref. [Final Report 2010](#)). En rangert liste over hovedutfordringene for transport av passasjerer med helikopter fremkommer i rapporten:

- *Pilot decision making*
- *Pilot-in-Command self-induced pressure*
- *Inadequate oversight by the Authority*
- *Failed to follow procedures*
- *Selection of inappropriate landing site*
- *Reduced visibility – whiteout, brownout*
- *Pilot's flight profile unsafe for conditions*
- *Inadequate government/industry standards and regulations*
- *Disregarded cues that should have led to termination of current course of action or manoeuvre*
- *Aircraft position and hazards*
- *Pilot inexperienced with area and/or mission*
- *Mission involves operations at high density altitudes*
- *Management disregard of known safety risk*
- *Inadequate consideration of obstacles*

Videre inneholder rapporten fra EHEST en rekke forslag til innsats for å forhindre gjentakelser av de vanligste ulykkene. Blant momenter som nevnes er utarbeidelse av prosedyrer for alle typer oppdrag, tiltak for bedret sikkerhetskultur, bruk av risikovurderinger, mer bruk av flygeregistratorer etc. Forbedret myndighetstilsyn og behov for sanksjonering mot de som bryter bestemmelser fremheves også.

1.18.9.3 Teknologitviking

I tillegg til de foreslåtte operative tiltakene har EHEST begynt å se systematisk på sikkerhetsproblemer som kan bekjempes ved hjelp av teknologi. Et foredrag av EHEST på European Rotorcraft Forum (ERF) 2011 hadde tittelen «[Mapping Safety Issues with Technological Solutions](#)». Flight Data Monitoring (FDM) tilpasset for lette helikoptre ble fremhevet som lovende. Systemer kan programmeres til å registrere forekomst av overskridelser av bestemte parametere, og vil for eksempel være nyttige verktøy for overvåkning av at standardiserte operative prosedyrer følges, og for prioritering av trening og bevisstgjøring av potensielle faremomenter. Slikt utstyr vil også kunne være til god hjelp ved ulykkesundersøkelser.

Eurocopter har opplyst til SHT at det foreligger myndighetsgodkjenning for montering av lettvektsopptaker (lightweight recorders, LWR) av typen Appareo Systems Alert Vision 1000 i helikoptre av typen Eurocopter AS 350. Fabrikanten har også opplyst at lettvektsopptaker blir standardutstyr i nye helikoptre, hvilket betyr at kunder må betale dersom de ikke ønsker å ha utstyret om bord. Det er flere leverandører i markedet, og ting tyder på at man kan forvente en rivende utvikling på dette området i tiden som kommer¹⁹.

SHT har tidligere fremmet en tilråding til Luftfartstilsynet om å legge til rette for å ta i bruk slik ny teknologi snarest mulig. Dette som ett av flere virkemidler for å nå målsettingen om betydelig bedret sikkerhet i helikopter innlandsoperasjonene. Tilrådingen kom i forbindelse med en dødsulykke som involverte flyging i dårlig sikt (Rapport [SL2011/08](#)) og er fortsatt til behandling.

SHT er kjent med at havarikommisjonene i både Frankrike, Storbritannia og Ungarn har fremmet tilrådingen til EASA om å vurdere krav om registratorer også på lettere luftfartøy. EASA har ført dette inn som et tiltak i sitt «Inventory Rulemaking Programme» for 2012 – 2015 (RMT.0272). Dette innebærer at det står på langtidsplanen, men foreløpig ikke er forpliktende. Planen fornyes årlig²⁰. SHT er også kjent med at ICAO har mottatt sikkerhets-tilrådingen om å utarbeide bestemmelser på området *Airborne image recording systems*, og at ICAO Safety Information Protection Task Force for tiden vurderer beskyttelse av slik informasjon på generell basis. Dette arbeidet forventes fullført i 2013.

1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder

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

¹⁹ Revisjon 7 av European Technical Standard Order inneholder ETSO-2C197 om "Information Collection and Monitoring Systems", som er et konsept for lettvektsopptakere (<http://www.easa.europa.eu/agency-measures/certification-specifications.php>). Der henvises til industristandard for lettvektsopptakere (EUROCAE Document ED-155).

²⁰ Beskrivelse av prosessen for EASAs 4-årsplan for Rulemaking Program finnes på <http://www.easa.europa.eu/rulemaking/docs/programme/2012-2015/2012-2015%20Rulemaking%20Programme.pdf>

2. ANALYSE

2.1 Innledning, avgrensninger og presiseringer

- 2.1.1 I analysen drøftes først selve hendelsesforløpet frem til havariet. Videre omhandles både menneskelige faktorer, teknologi og organisatoriske forhold med tanke på hvordan og hvorfor ulykken kunne skje. Parallelt drøftes hvorvidt det er behov for å fremme sikkerhetstilrådinger for å forhindre nye ulykker og bedre flysikkerheten generelt.
- 2.1.2 Havarikommisjonen mener overdreven manøvrering kan ha ført til Servo transparency, og at dette i tilfelle kan ha medvirket til ulykken. Det er viktig at helikopterflygere som flyr helikoptertyper som er utstyrt med enkelt hydraulikksystem, kjenner begrensningene og er klar over at marginene under visse omstendigheter kan bli brukt opp raskere enn mange tror. SHT har registrert at det eksisterer et behov for mer kunnskap og forståelse på dette området. Blant annet for å bringe frem viktige sider ved Servo transparency og gjøre stoffet lettere forståelig for det operative miljøet, drøftes fenomenet relativt inngående i denne rapporten.
- 2.1.3 Det var uheldig at Luftfartstilsynet i 2005 ikke fulgte opp anbefalingen i spesialistundersøkelsen av den aktuelle flygeren (ref. 1.13.6). Flygeren hadde imidlertid ingen sykehistorie, og det aktuelle kravet om rutinemessig EEG-undersøkelse ble senere fjernet fra regelverket. Som beskrevet i pkt. 2.5.2.6, mener SHT at det er lite sannsynlig at det medisinske funnet har relevans for hendelsesforløpet i den aktuelle ulykken. SHT har valgt å ikke bruke ytterligere ressurser på å undersøke om den manglende oppfølgingen var et enkelttilfelle eller en systemsvikt.

2.2 Hendelsesforløpet

- 2.2.1 SHT har analysert hendelsesforløpet med sikte på å belyse hva som skjedde. De viktigste informasjonskildene var vitneutsagnene og GPS-registreringene. Opplysningene om flygehøyde over terrenget og hastighet har feilmarginer, men flygingen synes å ha vært utført på normal, forsvarlig måte inntil nedstigningen for landing ble påbegynt. Når høyden i innflygingsfasen reduseres for landing, gjelder ikke lengre kravene til minsthøyde over bakken. De generelle kravene om forsvarlig manøvrering gjelder selvfølgelig hele tiden. Etter havarikommisjonens vurdering oppstod en risikabel situasjon først etter at helikopteret påbegynte den krappe høyresvingen.
- 2.2.2 GPS-mottakerens posisjonsangivelser, kalkulerte bakkehastigheter og høyder var til nytte for undersøkelsen selv om de var sporadiske. Det må tas i betraktning at GPS viser bakkehastighet, i motsetning til fartsmåleren i helikopteret. Den generelle, korrigerede maksimumshastigheten V_{NE} i aktuelle høyder ville være ca. 143-146 KIAS (ref. 1.6.1). Gjennomsnittlig bakkehastighet på 125 kt med en motvindskomponent under 10 kt, tilsier at også maksimumshastigheten på 124 KIAS med utvendig montert lastekurv synes å være overholdt²¹.
- 2.2.3 Den aller siste GPS-posisjonen hadde definitivt feil høyde i forhold til posisjonen, og vitneutsagn samt ekspertuttalelser gjorde at det oppstod tvil om nøyaktigheten også på de tre posisjonene før denne. Vitnenes beskrivelse av at helikopteret fulgte en trasé som grovt sett gikk ca. 150 m lengre syd, stemte bedre med ekspertens beregninger enn de siste GPS-punktene gjorde. Havarikommisjonen har ingen annen forklaring enn at dekingen de siste sekundene forut for havariet kan ha vært dårlig, og at registrerte verdier kan være basert på

²¹ Sann flyfart (TAS) er ca. 8 % høyere enn indikert flyfart (IAS) ved tetthetshøyde 5 000 ft

prediksjon. Det kan tenkes at helikopteret krenget så mye at skroget skygget for den innvendig monterte antenna samtidig som helikopteret lå i sving inn mot stigende terreng. (Tilsvarende det bilførere av og til erfarer i tunneler, GPS-posisjonene blir feil/forskjøvet i en periode).

- 2.2.4 GPS-mottakere gir ingen informasjon om helikopterets stilling i lufta, og det er ikke mulig å beregne g-krefter kun basert på en sporlogg. Eurocopter var behjelpelig med å foreta dynamiske beregninger basert på GPS-data kombinert med andre parametere (ref. 1.16.2), men ut fra foreliggende informasjon var det ikke mulig å beskrive flygebanen i detalj. Det er ingen indikasjon på eller grunn til å anta at hovedrotorturtallet avvek vesentlig fra det normale. Basert på avstanden mellom anslagene etter hovedrotorbladene og turtall på 370 – 390 rpm, ble helikopterets hastighet forover i kollisjonsøyeblikket beregnet til 102 – 107 kt²².
- 2.2.5 Vitneutsagnene spriker noe med tanke på hvor mye helikopteret krenget, fra anslagsvis 60 til nærmere 90 grader (ref. 1.1.8). Det beskrevne synsinntrykket av en tilnærmet loddrett hovedrotor og utsagn om at undersiden på helikopteret var klart synlig fra posisjonen der vitnene stod, gjør at SHT mener det ikke er tvil om at helikopteret hadde en uvanlig flygestilling i svingen.
- 2.2.6 Vitnene har også beskrevet at helikopteret virket «å komme ut av styring», med svært stor krenkning og etter hvert stor gjennomsynkning. Denne beskrivelsen gir inntrykk av at kontrollen helt eller delvis gikk tapt. Videre beskrev de at svingen fortsatte med mye krenkning litt forbi der man ville forvente at det skulle rette seg opp. Dette støttes av utsagnet om at de også så helikopterets underside da det krenget kraftig, noe som ikke hadde vært mulig dersom helikopteret hadde hatt kurs rett mot dem.
- 2.2.7 SHT finner det mest sannsynlig at brå manøvrering innledet en sekvens som gjorde at helikopteret i en periode kom ut av kontroll. Mulige scenarioer og faktorer som kan ha ledet til brå manøvrering drøftes nærmere i kap. 2.5 og 2.6.
- 2.2.8 Opplysningene om at krenkningen avtok før kollisjonen, tyder på at fartøysjefen var i ferd med å rette opp helikopteret. Vitnenes beskrivelse av at helikopteret hadde omtrent 45° krenkning mot høyre idet det traff bakken stemmer med funn på havaristedet og beregninger som er utført. Samlet gir opplysningene inntrykket at helikopteret i en periode kan ha vært helt eller delvis ute av kontroll, og at det ikke hadde tilstrekkelig høyde til at fartøysjefen rakk å rette det helt opp og flate ut i tide.

2.3 Overlevelse, brann og redning

- 2.3.1 Ved denne ulykken er det klart at hverken kabinstruktur eller bruk av ytterligere personlig beskyttelsesutstyr utover hjelm og setebelter kunne forhindre fatalt utfall. Kollisjonskreftene var så store at alle de ombordværende fikk dødelige skader. Bedre brannbeskyttelse, raskere brannslukking, aktivisering av nødpeilesender eller øyeblikkelig telefonvarsling ville således ikke endret utfallet.
- 2.3.2 At nødpeilesendere ikke alltid fungerer som forutsatt er et kjent problemområde, særlig på helikoptre. Plassering er problematisk siden sender og antenne ikke kan monteres i halen, da de kan bli slått i stykker av hovedrotoren. Et generelt problem er at antenneledninger slites i stykker, og/eller at antenner knekker. Senderne er også sårbare hvis de monteres lenger frem, siden de da lett kan bli skadet av kollisjonskrefter eller brann, slik tilfellet var med LN-OXC.

²² Eurocopter kom frem til en lavere verdi, 92 kt, basert på en avstand mellom rotoranslagene på 2,4 m

Slike faktorer er det vanskelig å gardere seg mot. I dette tilfellet er det ikke noe som tyder på at manglende signal skyldtes feil ved nødpeilesenderen eller installasjonen.

- 2.3.3 Biten av drivstofftanken som ble funnet nær anslagspunktet tyder på at tanken ble ødelagt i det kraftige sammenstøtet med bakken. Det er derfor ikke overraskende at deler av vraket ble oversprøytet med drivstoff. SHT mener turbinbladene som ble slynget ut fra motoren, kan ha vært en av flere mulige antennelseskilder for brannen som oppstod (ref. Figur 10).
- 2.3.4 Det var flere helikoptre i aksjon i området etter ulykken. Selv om det ikke har kommet rapporter om alvorlige nærpaseringer, uttrykte HRS-S bekymring for flysikkerheten (ref. pkt. 1.15.4). SHT har merket seg at også professor dr. med. Inggard Lerheim, som ledet Helse- direktoratets evaluering etter terrorhandlingen på Utøya 22. juli 2011, mente mangelfull styring av helikoptrene var et stort problem og at det er et klart forbedringspotensial på dette området. Rapporten «[Læring for bedre beredskap](#)» påpeker forbedringsområder og inneholder relevante anbefalinger. Havarikommisjonen mener de involverte aktørene bør ha felles interesse av å forbedre sine systemer for å forebygge farlige situasjoner og disponere ressurser i forbindelse med store utrykninger, og avstår fra å kommentere dette ytterligere.

2.4 Sannsynligheten for teknisk svikt

- 2.4.1 Funn og vitneutsagn tilsier at helikopteret var intakt før sammenstøtet med bakken. Det foreligger heller ingen annen informasjon eller funn som tyder på at feil eller uregelmessigheter ved helikopteret kan ha ført til ulykken. SHT mener klagen på at helikopteret «gikk hardt» og var «lat», og justeringene som nylig var foretatt i denne forbindelse, ikke har relevans for ulykken (ref. 1.6.5.2).
- 2.4.2 Til tross for at helikoptervraket var tilnærmet totalskadet av brann, har det vært mulig å verifisere at motoren leverte kraft til rotorene da ulykken skjedde. Det har også vært mulig å verifisere at sentrale deler av flygekontrollene var intakte før havariet.
- 2.4.3 Selv om ukjent teknisk feil ikke kan utelukkes fullstendig, vurderes det som lite trolig at dette var en faktor i ulykken. Havarikommisjonen går ikke nærmere inn på teoretiske muligheter for teknisk svikt. Servoenes posisjoner ble trolig påvirket i nedslaget i likhet med cyclic-stikke, og har ikke nødvendigvis sammenheng med flygekontrollenes posisjoner før kollisjonen.
- 2.4.4 Den utvendige lastekurven antas å ha hatt minimal negativ innflytelse i form av generelt reduserte ytelser på helikopteret. Lokket var uskadet, og det foreligger ingen opplysninger som tyder på at den åpnet seg før kollisjonen var et faktum.

2.5 Faktorer som kan ha ledet til brå manøvrering

2.5.1 Innledning

I motsetning til ved enkelte avanserte arbeidsoppgaver med helikopter, er transport av passasjerer en type flyging som ikke krever at man opererer nær grensene for normal manøvrering. Uten overlevende og uten flygeregistratorer må det nødvendigvis bli innslag av spekulasjoner når man skal forsøke å vurdere hvorfor helikopteret i dette tilfellet fikk en såpass unormal flygestilling og -bane. SHT mener meteorologiske siktforhold, vind og turbulens kan utelukkes. Kontrollene på venstre side var utmontert, og påvirkning fra passasjerer i forsetet virker usannsynlig. Ukjent teknisk feil anses også som lite trolig. Havarikommisjonen mener brå manøvrering mest sannsynlig initierte ulykkessekvensen.

Menneskelige faktorer og organisatoriske, bakenforliggende forhold i selskapet og i bransjen for øvrig vurderes å være aktuelle å vurdere i denne sammenheng.

2.5.2 Menneskelige faktorer

- 2.5.2.1 Fartøysjefen på LN-OXC hadde 860 timer flygetid og var middels erfaren etter Airlifts målestokk. Han hadde gjennomgått forskriftsmessig treningsopplegg, inkludert demonstrasjon av Servo transparency. Havarikommisjonen har ikke grunn til å mene at eventuelle feilvurderinger kan tilbakeføres til manglende kunnskap eller ferdigheter, men mener å ha avdekket generell manglende kunnskap i helikoptermiljøet når det gjelder farer forbundet med Servo transparency. Dette drøftes mer inngående i neste kapittel.
- 2.5.2.2 SHT mener fartøysjefen kan ha falt for fristelsen til å skape en ekstra opplevelse på slutten av turen. Eurocopter AS 350 B3 er et luftfartøy med høy ytelse og gode manøvrerings-egenskaper. På lik linje med de andre flygerne som har svart at de har vært med på å fly ekstra lavt og/eller manøvrere heftig med passasjerer om bord (ref. 1.17.3.10), er det all grunn til å tro at fartøysjefen på LN-OXC opplevde at han hadde full kontroll, og at manøveren han påbegynte ikke innebar nevneverdig risiko. Det var gode flyforhold og han var godt kjent i området.
- 2.5.2.3 Med relativt høy krenkning i utgangspunktet kan det i lav høyde og med høyere terreng rundt, være vanskelig for flygeren å oppdage at krenkningen øker ytterligere. Dette har sammenheng med at referansen til horisonten blir dårlig, spesielt om man fokuserer på forhold på bakken. Denne beskrivelsen kan passe med situasjonen for LN-OXC. SHT mener dermed det ikke helt kan utelukkes at krenkningen i svingen økte og at flygebanen endret seg uten at det først oppstod Servo transparency.
- 2.5.2.4 Havarikommisjonen mener folk flest vil oppleve helikopterflyging som spektakulært nok i seg selv, og støtter utsagnet fra en av respondentene i den anonyme spørreundersøkelsen om at det hverken er nødvendig å manøvrere heftig eller lavt for å gi passasjerene en god opplevelse. Et eksempel som illustrerer risikoen ved lavflyging og aggressiv manøvrering, skjedde under en rundflyging i et annet norsk helikopterselskap i 2004. Der berørte hovedrotoren en stein idet helikopteret passerte lavt over en fjellskrent i forbindelse med at flygeren ønsket å gi passasjerene følelsen av «suget» fra avgrunnen bak fjellet²³.
- 2.5.2.5 Obduksjonen av fartøysjefen viste ikke tegn til sykdom eller spor av berusende eller bedøvende midler, og havarikommisjonen mener ut fra foreliggende opplysninger at det heller ikke er grunn til å anta at hans årvåkenhet eller dømmekraft var nevneverdig svekket som følge av mangel på søvn. Forsøk har vist at selv en hel natt uten søvn har liten effekt på neste dags arbeidskvalitet, forutsatt at man ikke er utslitt av mangel på søvn før den søvnløse natten²⁴. Selv om søvnen siste natt var kort, sov han godt natten før. Han sov trolig i tillegg en stund i sengen om formiddagen, hvilket ville være gunstig. Vitneutsagn tyder også på at fartøysjefen var våken, opplagt og i godt humør.
- 2.5.2.6 Når det gjelder hvorvidt fartøysjefen kan ha fått epileptisk anfall under flyging, støtter havarikommisjonen seg på vurderingen fra medisinsk ekspertise om at det vil være spekulativt å hevde dette (ref. 1.13). De unormale funnene var over fem år gamle, og fartøysjefen hadde passert rutinemessig legesjekk en rekke ganger etter dette. Nær familie hadde ikke kjennskap

²³ Ingen kom til skade i denne ulykken. Flygeren iverksatte straks autorotasjon og fikk gjennomført en vellykket nødlanding, ref. rapport [SL2005/13](#).

²⁴ Myhre, G. (2000). *Flypsykologi*, Oslo: Gyldendal norsk forlag

om anfall eller besvimelser. Vitneforklaringer om at helikopteret var i ferd med å rette seg opp like før det traff bakken, tilsier dessuten at fartøysjefen ikke var satt ut som følge av et illebefinnende.

2.5.3 Bakenforliggende forhold

- 2.5.3.1 Det er fartøysjefens ansvar å utøve godt flygerskjønn og opprettholde forsvarlige sikkerhetsmarginer, men bakenforliggende faktorer kan finnes. Graden av risiko som aksepteres, vil i praksis blant annet påvirkes av det som er normen i det aktuelle selskapet, og i bransjen generelt. Sannsynligheten for at en ulykke kan skje som følge av feilvurderinger hos enkeltpersoner vil dermed kunne øke ved høy forekomst av risikoatferd i en organisasjon. På den måten kan man si at organisasjonens sikkerhetskultur har stor innflytelse på individenes holdninger.
- 2.5.3.2 I den anonyme spørreundersøkelsen SHT utførte, svarte kun 12 % av innlandsflygerne i Airlift at de aldri har vært med på å fly ekstra lavt og/eller manøvrere heftig for å gi passasjerene en god opplevelse (ref. 1.17.3.10). 68 % av flygerne svarte at de sjelden hadde vært med på det. Noe tidsperspektiv var ikke spesifisert i undersøkelsen, og det er dermed ukjent når de aktuelle episodene skjedde og om hyppigheten har endret seg over tid. (Flere mulige feilkilder ved undersøkelsen drøftes i pkt. 2.9). Det er imidlertid verd å merke seg at alle med lave timetall (under 500 timer) hadde vært med på slik manøvrering, noe som indikerer at dette ikke er noe som kun foregikk før i tiden.
- 2.5.3.3 Selv om svarene i spørreundersøkelsen gir inntrykk av at uforsvarlig manøvrering sjelden forekommer i Airlift, mener SHT at det er nødvendig å innse at all atferd som bevisst reduserer sikkerhetsmarginene medfører økt risiko. Marginene er redusert, uavhengig av hva den enkelte opplever der og da. Sårbarheten for feil og forstyrrelser øker, og persontransporten blir ikke så robust som den må være for å oppnå og opprettholde et sikkerhetsnivå på høyde med annen lufttransport. Til tross for at SHT ikke har noen database å sammenligne resultatene i spørreundersøkelsen med, har man et visst inntrykk av situasjonen etter å ha undersøkt en rekke ulykker med helikopter i tilsvarende operasjoner de siste tiår. Havarikommisjonen mener det ikke er grunn til å tro at risikoatferd forekommer sjeldnere i andre selskap enn i Airlift.
- 2.5.3.4 Airlift har i etterkant av ulykken med LN-OXC blant annet innført selskapsbegrensninger som er spissede, målrettede tiltak for å forhindre ulykker som denne i fremtiden (ref. 1.18.8.3). I lav høyde med passasjerer om bord overlates nå mindre til flygerens skjønnsutøvelse, i og med at man har satt maksimale grenser for hvor ekstreme flygestillinger som tillates og innført forbud mot å påbegynne synkende høyre sving uten å senke kollektiv først. Gjennom å skille mellom manøvrering i høyre og venstre sving, har selskapet implisitt tatt hensyn til spesielle farer forbundet med Servo transparency. SHT ser en mulig gunstig tilleggseffekt ved at de aktuelle tiltakene kan gjøre det lettere for en flyger å si nei dersom en passasjer skulle oppføre seg til heftig manøvrering.
- 2.5.3.5 Om tiltakene er for smale og spesifikt innrettet på det man tror har skjedd i denne ulykken, kan diskuteres. Det er betimelig å minne om at Servo transparency ikke begrenser seg til passasjerflyging, og SHT mener selskapet bør vurdere flere aspekter av risikoatferd. Øvrige tiltak selskapet har gjennomført eller vurderer, drøftes i kap. 2.9.
- 2.5.3.6 Hvorvidt det kunne ha avverget denne ulykken om de konkrete selskapsbegrensningene var innført tidligere, er det vanskelig å si noe sikkert om. Det avhenger blant annet av

etterlevelsen, som man p.t. har svært begrensede muligheter for å overvåke. Et tegn på en vellykket sikkerhetskultur er at individene velger å gjøre tingene riktig, også når ingen ser dem.

- 2.5.3.7 Begrensningene Airlift innførte etter ulykken kan hevdes å være gjort i etterpåklokskapens lys. Ideelt sett vil et velfungerende sikkerhetsledelsessystem avdekke eventuell risikoatferd og andre sikkerhetsproblemer uten at det må skje en ulykke først. De ansvarlige vil oppdage og erkjenne at man har et mulig problem og iverksette nødvendige forebyggende tiltak som man overvåker effekten av. SHT mener det er tvilsomt om et tradisjonelt avviksrapporerings-system eksempelvis vil fange opp eventuelle tilbøyeligheter til uautorisert manøvrering med passasjerer om bord, lavflyging eller «pressing» i dårlig sikt. Dette henger sammen med at de som er med på det ikke opplever situasjonen som et avvik så lenge alt går bra. Nettopp derfor er det bruk for flere verktøy som for eksempel lettvektsoptakere og «kreativ mistenksomhet» for å avdekke risikoområder. Hvis tilbøyelighet til uautorisert manøvrering mot formodning var et utpreget problem i Airlift, velger SHT å tro at det hadde kommet tydeligere frem i den anonyme spørreundersøkelsen etter ulykken.
- 2.5.3.8 Det er minimering av risiko som i lengden gjør et system robust nok til at man kan oppnå og opprettholde et stabilt høyt sikkerhetsnivå. For å oppnå fravær av risiko i så stor grad som forventes i passasjertransport, er det nødvendig å bekjempe selv lav forekomst av uakseptabel risikoatferd. SHT mener Airlift skal ha ros for å ha innført tiltak som muligens er upopulære, men som kan redusere risikoen ved passasjertransport.
- 2.5.3.9 Hvordan man identifiserer og håndterer farer i sine egne operasjoner er et sentralt spørsmål i sikkerhetsledelsessammenheng. [«President's Message»](#) med tittelen *SMS Reconsidered* i maiutgaven av magasinet AeroSafety World i 2012 omtaler dette. President og CEO i Flight Safety Foundation, William R. Voss, lanserer følgende enkle test:
- “1. What is most likely to be the cause of your next accident or serious incident?
2. How do you know that?
3. What are you doing about it?
4. Is it working?”*
- 2.5.3.10 Havarikommisjonen slutter seg til at hvis man ikke kan gi ærlige svar på disse fire spørsmålene, dokumentert med risikovurderinger, så har man ikke et velfungerende sikkerhetsledelsessystem.

2.6 Sannsynligheten for at det oppstod Servo transparency

2.6.1 Innledning

Ingen tekniske funn vil i ettertid kunne underbygge hvorvidt Servo transparency har oppstått eller ikke. Tilgjengelig informasjon for å vurdere sannsynligheten for at fenomenet oppstod var i dette tilfellet vitnebeskrivelser, GPS-posisjoner, spor på bakken, undersøkelser av vraket, helikopterets masse og atmosfæriske forhold. Selv når disse kildene betraktes samlet, vet man ikke nok til å kunne «bevise» noe. En flygeregistrator ville gitt bedre muligheter til å fastslå med sikkerhet hva som skjedde. Dette drøftes nærmere i pkt. 2.11. I de følgende avsnittene drøftes sannsynligheten for at Servo transparency oppstod henholdsvis i svingen og på slutten av sekvensen, like før kollisjonen med bakken.

2.6.2 Sannsynlighet for at det oppstod Servo transparency i svingen

2.6.2.1 Vitnenes beskrivelse av at helikopteret påbegynte en krapp sving mens det hadde relativt høy hastighet i slak nedstigning, tilsier markant økende g-belastning. Spørsmålet er hvorvidt belastningen på hovedrotoren oversteg kreftene som var innslagspunktet for Servo transparency under de rådende forhold. Tester og simulatorflyging som selskapet utførte etter ulykken tydet på at LN-OXC kunne ha fått Servo transparency med delvis tap av kontroll som konsekvens, forutsatt at kollektiv ikke ble senket tilstrekkelig før inngangen til svingen (ref. 1.18.6 og 1.18.8).

2.6.2.2 SHT har som et ledd i denne undersøkelsen utarbeidet diagrammer som ikke finnes i fabrikantens manual eller treningsprogram, men som konkretiserer og tallfester relevante sammenhenger i det aktuelle tilfellet (ref. pkt. 1.18.4). Tabell 4 og Figur 18 indikerer hvilken belastning innslagspunktet for Servo transparency lå på ved ulike hastigheter. At det for LN-OXC ved 130 kt lå på ca. 1,6 G, mens det ved standardatmosfæriske forhold i lavlandet ville ligget på ca. 1,85 G, viser at marginene er mindre i høyden. Bakgrunnen for forskjellen er at høy masse og lav lufttetthet betinger større angrepsvinkel på rotorbladene for å skape løft. Dermed når hydraulikksystemet sin begrensning tidligere, slik at Servo transparency inntreffer ved mindre kraftig manøvrering (ref. 1.18.1). Med passasjerer om bord, må manøvrering som resulterer i belastninger på 1,5-1,6 G kunne betegnes som unødig krapp, men ikke åpenbart risikabel²⁵. SHT mener manøvreringen i svingen i den aktuelle høyden kan ha vært såpass kraftig at innslagspunktet for Servo transparency ble nådd.

2.6.2.3 Det er mulig å beregne en sannsynlig flygebane der belastningen ikke overstiger innslagsverdien for Servo transparency, slik Eurocopter gjorde (ref. 1.16.2). SHT mener beregningene var nyttige for å forsøke å forklare hendelsesforløpet, men at heller ikke disse gir noen entydig fasit. Det er større eller mindre feilkilder knyttet til variabler som hastighet, krenkning, gjennomsynkning, kraftuttak og svingradius. SHT mener man ved å endre en eller flere variabler kan utføre beregninger som viser at LN-OXC ble utsatt for belastninger som var høyere enn innslagspunktet. Ett eksempel er å benytte en krappere sving i beregningene, slik vitnene har beskrevet. Hastigheten LN-OXC hadde i nedslaget synes også å ha vært høyere enn den Eurocopter benyttet i sine beregninger (ref. 2.2.4). SHT viser i denne sammenheng også til AAIBs bemerkninger om at svingraten øker og at hastigheten ikke nødvendigvis avtar som forutsatt hvis Servo transparency inntreffer i høyre sving (ref. 1.18.7.2).

2.6.2.4 AAIB har i sin rapport beskrevet at man i høyre sving risikerer at krenkningen øker til over 90° uten at flygeren rekker å reagere hvis det oppstår Servo transparency. Ved demonstrasjonsflygingen på Gardermoen ble krenkningen også betydelig større i høyre enn i venstre sving (ref. 1.18.3.4). Selv om det under denne demonstrasjonsflygingen heller ikke var direkte målbart akkurat når fenomenet inntraff og hvor mye av krenkningen som var et resultat av Servo transparency, underbygger disse erfaringene teorien om en betydelig forskjell på effekten av Servo transparency i høyre og venstre sving. SHT finner grunnlag for å fremme en tilråding i denne forbindelse. Behovet drøftes mer inngående i pkt. 2.8.5.

2.6.3 Sannsynlighet for at det oppstod Servo transparency på slutten av sekvensen

2.6.3.1 Hastigheten i kollisjonsøyeblikket er beregnet til ca. 105 kt, som er over minsthastigheten for at Servo transparency skal kunne oppstå. Når bakken nærmer seg, vil man instinktivt heve

²⁵ Til sammenligning vil en sving med 45 grader krenkning utført i konstant høyde og hastighet resultere i krefter lik 1,41 ganger tyngdens akselerasjon (G), mens tilsvarende betingelser ved 60 grader krenkning gir 2 G.

kollektiv og dra cyclic bakover. SHT mener belastningen på hovedrotoren ganske sikkert resulterte i at Servo transparency enten oppstod eller vedvarte helt på slutten av sekvensen, da fartøysjefen ble klar over at LN-OXC var for lavt med for stor krenkning og gjennom-synkning, og det var behov for raskt å korrigere dette. Servo transparency vil i et slikt tilfelle direkte motarbeide flygerens forsøk på å rette opp helikopteret, men kreftene på kontrollene er ikke større enn at flygeren overvinner disse i en nødsituasjon (ref. 1.18.2).

2.6.3.2 Hvorvidt det oppstod Servo transparency tidligere i sekvensen eller ikke, har ingen betydning for betraktningene knyttet til de siste sekundene før kollisjonen var et faktum. Slik situasjonen utviklet seg for LN-OXC, med stor gjennom-synkning, ble marginene i alle tilfeller for små. I stedet for at helikopteret ble rettet opp i lav høyde over dalbunnen, hadde det fortsatt gjennom-synkning og krenkning da det traff bakken.

2.7 Oppsummering av vurderinger knyttet til manøvrering og Servo transparency

2.7.1 Havarikommisjonen mener brå manøvrering initierte en sekvens der helikopteret kom delvis ut av kontroll i en periode. Årsaken til kontrolltapet kan ikke fastslås med sikkerhet. Erfaring har vist at ved skarpe svinger i lav høyde kan dårlig referanse til horisonten i visse situasjoner gjøre at flygere for sent oppdager at helikopteret avviker fra planlagt flygebane, slik SHT mente skjedde i Kolsås-ulykken (ref. 1.18.7.3). En annen og etter havarikommisjonens vurdering mer sannsynlig mulighet i denne ulykken med LN-OXC, er at marginene ble for små som følge av Servo transparency.

2.7.2 Det er et faktum at Servo transparency inntreffer tidligere ved manøvrering i høyden enn i lavlandet, og tidligere desto høyere masse. Forhold som fremskynder Servo transparency var til stede i kombinasjon ved ulykken med LN-OXC. Dersom det oppstod Servo transparency i svingen, «stivnet» kontrollene cyclic og kollektiv og beveget seg henholdsvis mot høyre og ned. SHT mener fartøysjefen i tilfelle nok ble overrasket, og at flygebanen ble påvirket før han rakk å oppfatte hva som skjedde og korrigere. Med tilnærmet 90° krenkning vil helikopteret raskt miste høyde inntil flygestillingen igjen er normalisert.

2.7.3 Uavhengig av hva som påvirket flygebanen, ble høyden for lav til å korrigere i tide til å unngå havari.

2.8 Tiltak for å redusere risiko forbundet med Servo transparency

2.8.1 Innledning

2.8.1.1 Hvis Servo transparency oppstår, kan det forverre en marginal situasjon vesentlig og bidra til at det ikke lar seg gjøre å rette opp helikopteret i tide. Det er derfor ikke til å komme bort fra at fenomenet utgjør en sikkerhetsrisiko som man ideelt sett skulle vært foruten.

2.8.1.2 Heller ikke i ulykken med LN-OXC er det mulig å fremvise fakta som «beviser» at Servo transparency faktisk inntraff som en del av ulykkessekvensen. Det er imidlertid et faktum at fenomenet vil inntreffe på den aktuelle helikoptertypen under gitte forhold. SHT mener gjennom de undersøkelsene som er foretatt å ha sannsynliggjort at slike forhold var tilstede i ulykken med LN-OXC. Etter SHTs syn må ikke «manglende bevis» for at det virkelig skjedde, forhindre en proaktiv tilnærming til dette identifiserte sikkerhetsproblemet. Ulykkene hvor Servo transparency er angitt som en mulig eller trolig medvirkende faktor (ref. 1.18.6.6) tilsier at det er behov for å styrke sikkerhetsbarrierene på dette området.

2.8.2 Generelt om sikkerhetsbarrierer

- 2.8.2.1 Aerkjent prioriteringsrekkefølge for produsenters sikkerhetstiltak er at barrierer innebygd i konstruksjonen som reduserer eller eliminerer faren er viktigst (Risk reduction by design). Deretter, hvis det ikke er konstruksjonsmessig mulig å eliminere eksponering, må risikoforholdet kontrolleres (Safe guarding). Tekniske/fysiske barrierer som beskytter foretrekkes fremfor «myke» barrierer som eksempelvis trening, informasjon og advarsler (Information for user). Behov for øvrige forebyggende sikkerhetstiltak (Additional precautions) skal også vurderes (Kilde: CEN, 1991. EN 292).
- 2.8.2.2 I praksis vil de optimale løsningene med tanke på sikkerhet til tider innebære så store kostnader eller så betydelige vektøkninger at de er urealistiske å gjennomføre på en eksisterende helikoptertype. Dersom problemene som avdekkes ikke betraktes som tilstrekkelig sikkerhetskritiske til å rettferdiggjøre retroaktive modifikasjoner, vil kunnskapen kunne danne grunnlag for forbedringer som bakes inn i utviklingen av nye helikoptertyper eller -modeller. Restrisikoen ved eksisterende produkter må i slike tilfeller håndteres ved hjelp av enklere og billigere tiltak, som eksempelvis kunnskap, trening og prosedyrer.

2.8.3 Konstruksjonsmessige sikkerhetsbarrierer

- 2.8.3.1 Brukerne synes å ha forståelse for at servoene på Eurocopter AS 350 er konstruert med begrensning for å forebygge overbelastning, og prinsippet synes å fungere etter hensikten. Det har imidlertid vært vanskelig for mange å akseptere at det ikke bare kan ettermonteres et varsellys, slik at flygeren vil få et forvarsel før grensen nås. Blant annet ønsket internkommisjonen i Airlift seg varsellys etter denne ulykken, og SHT fremmet en tilråding om å vurdere muligheten for dette i forbindelse med en undersøkelse i 2001. Med den kunnskapen SHT sitter med i dag, er det forståelig at Eurocopter avsto tilrådingen om å introdusere LIMIT varsellys på AS 350. Som beskrevet i pkt. 1.6.6.6 har tomotorsvarianten en helt annen type (doble) servoer, der belastningsføleren som trigger lyset er en integrert del. Dette kan følgelig ikke enkelt ettermonteres på de (enkle) servoene som sitter på AS 350, og synes ikke mulig å introdusere uten at servoene designes helt om.
- 2.8.3.2 Den omfattende modifikasjonen der man erstatter det opprinnelige hydraulikksystemet på helikoptertypen Eurocopter AS 350 med et dublert hydraulikksystem som beskrevet i pkt. 1.6.6.5 er i dag eneste mulighet for å få LIMIT varsellys på helikoptertypen. Dobbel system eliminerer også problemet med Servo transparency, men forhindrer ikke strukturell overbelastning. Store kostnader gjør imidlertid at modifikasjonen neppe kan betraktes som et realistisk alternativ på Eurocopter AS 350, og havarikommisjonen mener man heller må komme opp med et annet alternativ eller satse på andre sikkerhetsbarrierer.
- 2.8.3.3 Om det ikke er gjennomførbart å ettermontere varsellys, mener SHT at fabrikanten ideelt sett burde finne en annen teknisk løsning som forhindrer eller gir forvarsel om Servo transparency. Hvilke løsninger som er praktisk gjennomførbare, er ikke vurdert av SHT. SHT mener bevissthet om fenomenet Servo transparency vil kunne styrke sikkerheten noe.

2.8.4 «Myke» sikkerhetsbarrierer – Trening

- 2.8.4.1 Når det er klart at de mest virkningsfulle tiltakene synes å være lite realistiske, er det desto viktigere at man optimaliserer det man har muligheten til å gjøre noe med. Fabrikanter er forpliktet til å bidra med å skaffe tilveie dekkende beskrivelser av et produkt og underlag for opplæring av brukerne, noe som er viktig for kvaliteten på de «myke» barrierene.

- 2.8.4.2 Trening på unormale situasjoner er kjent for å være en virkningsfull sikkerhetsbarriere. Samtidig kan trening medføre operativ risiko og skade eller slitasje på materiell. På bakgrunn av retningslinjene fra 2010 som beskriver hvordan instruktører skal demonstrere dette på Eurocopter AS 350-familien, er det klart at fenomenet kan demonstreres i venstre sving om bord i helikopteret (ref. 1.18.5.5). De nye retningslinjene virker å være lite kjent i markedet, men SHT mener uklarheter omkring hvorvidt Servo transparency kan trenes på eller ei, nå er fjernet. Systemet overbelastes ikke med mindre man «kjemper mot» stikkekreftene slik at fenomenet vedvarer. Frykt for skade på materiellet skal således ikke være til hinder, forutsatt at man følger den beskrevne fremgangsmåten.
- 2.8.4.3 SHT har forståelse for at treningen skal foregå i venstre sving, siden Servo transparency da kan fremprovoseres med lavest «load factor» og kan hevdes å være selvopprettende. Samtidig vil SHT advare om at man på denne måten risikerer å ufarliggjøre fenomenet. Dersom fabrikanten mener demonstrasjon av øvelsen i høyre sving vurderes å føre til uakseptabel risiko eller andre uønskede effekter, mener SHT dette bør presiseres. Faremomentene med økt krenkning og betydelig avvik fra flygebane må i det minste komme utvetydig frem i den teoretiske gjennomgangen. Det er viktig at informasjonen i dokumentasjonen som legges til grunn er korrekt, slik at flygerne får best mulig forståelse av hva som skjer. SHT fremmer en tilråding på dette området.
- 2.8.4.4 Dersom all risikofylt trening kunne vært gjennomført på representativ måte i simulator, hadde man hatt færre dilemmaer å forholde seg til i form av risiko og fare for slitasje på materiell. Så lenge tilgjengeligheten på simulator er dårlig og den ikke er enklere og rimeligere å bruke enn helikopter, er det få som frivillig vil benytte seg av et slikt tilbud. Et forskriftskrav ville være den beste drivkraft for å få fart i utviklingen på dette området, men er ikke nært forestående så vidt SHT kjenner til. Tendensen er imidlertid at teknologien blir billigere, og dersom seriøse aktører vurderer at bruk av simulator har så stor sikkerhetsverdi at de tar slik i bruk også for en-pilots helikopteroperasjoner, kan det gi positive ringvirkninger. SHT mener for øvrig at Luftfartstilsynet bør vurdere tolkningen av JAR-FCL og beskrivelsen av «tilgjengelig simulator» i AIC N 39/05 i lys av at det nå finnes en godkjent Eurocopter AS 350-simulator i USA (ref. 1.18.6). Det bør også vurderes om trening kan gjennomføres i enklere innretninger enn «Full Flight Simulator» (FFS).
- 2.8.5 «Myke» sikkerhetsbarrierer – Informasjonstiltak
- 2.8.5.1 Endringene Eurocopter gjorde i flygemanualen i 2003 og informasjonsskrivet som ble utarbeidet, var typisk styrking av «myke» barrierer. SHT mener disse var skritt i riktig retning for å øke bevisstheten om Servo transparency, men vil hevde at informasjonen fortsatt er mangelfull. Etter SHTs vurdering er det misvisende uten videre å hevde at fenomenet er selvopprettende uten samtidig å understreke at dette går på bekostning av manøvreringsevnen.
- 2.8.5.2 I høyre sving øker krenkningen, hastighetsreduksjonen blir mindre og man risikerer et betydelig avvik fra planlagt flygebane før situasjonen er avklart. I lav høyde kan dette medføre at det ikke lar seg gjøre å rette opp i tide før helikopteret treffer bakken. Eurocopter mener informasjonsbehovet for flygere dekkes gjennom anbefalingen i flygemanualen om å redusere kollektiv før sving påbegynnes (ref. 1.18.1.6 og 1.18.7.2 side 39). SHT er enig i at dette er viktig informasjon, men mener flygerne også bør få en konkret advarsel om at fenomenet er mer kritisk i høyre enn i venstre sving. Dette drøftes nærmere i 2.8.5.5.
- 2.8.5.3 SHT er ikke enig i at det er unødvendig å advare mot Servo transparency med begrunnelsen at fenomenet ikke inntreffer før helikopteret manøvreres utenfor gjeldende begrensninger.

Begrensningen for Servo transparency er som kjent hverken målbar eller mulig å finne i diagrammer i flygemanualen per i dag. SHT stiller seg uforstående til at en advarsel kan få negativt utslag på flysikkerheten, slik Eurocopter argumenterte i begrunnelsen for å avslå tilråding 2008-067 fra AAIB (ref. 1.18.7.2).

- 2.8.5.4 SHT har forståelse for argumentet om at informasjonen i flygemanualen ikke må bli for omfattende og komplisert (ref. 1.18.7.2). Til dette vil SHT anføre at diagrammer tilsvarende de som ble utarbeidet i forbindelse med denne undersøkelsen (ref. Figur 18), kan være til god hjelp for å øke flygernes forståelse for fenomenet og bør kunne inngå i informasjonsmaterieell og treningsprogram. Selv om man ikke har G-måler i helikopteret og ikke kan bruke opplysningene direkte hverken under planlegging eller utføring av flyging, synliggjør diagrammene effekten av viktige parametere som høyde og masse på en relativt lettfattelig måte.
- 2.8.5.5 I likhet med den britiske havarikommisjonen, mener SHT fortsatt at det er behov for å advare mot faren forbundet med utilsiktet avvik fra planlagt flygebane dersom Servo transparency inntreffer i høyre sving. SHT fremmer derfor en sikkerhetstilråding om at EASA bør pålegge Eurocopter å advare om dette. For at informasjonen ikke skal bli flyktig og løsrevet, mener SHT at en permanent, konkret advarsel i den myndighetsgodkjente flygemanualen er å foretrekke. Utdypende informasjon i treningsprogram og eksempelvis en informasjonsbulletin eller et sirkulære, bør eventuelt komme i tillegg.

2.9 Selskapets rolle og sikkerhetsfremmende tiltak

- 2.9.1 Havarikommisjonen har ved denne undersøkelsen ikke avdekket forhold ved Airlifts virksomhet som kan hevdes å være direkte relatert til ulykken. SHT mener resultatene i den anonyme spørreundersøkelsen er en påminnelse om at selv i et selskap der «gjennomsnittsverdier» er svært gode, kan risikoatferd forekomme. I et komplekst system som luftfart kan enkeltstående tilfeller av feilvurderinger vise seg å bli dramatiske dersom flere uheldige faktorer sammenfaller.
- 2.9.2 Skjemaet hadde tittel «Spørreundersøkelse sikkerhet Airlift», og spørsmålsstillingen gjaldt flyging i regi av Airlift såfremt annet ikke var spesifisert. Spørreskjemaet ble gjennomgått av representative testpersoner på forhånd, men det kan likevel ikke utelukkes at noen av spørsmålene eller svaralternativene kan ha virket uklare eller tvetydige. Resultatene må følgelig betraktes mer som indikasjoner enn som eksakte beskrivelser av virkeligheten. En mulig feilkilde i undersøkelsen kan være at den ble gjort i forbindelse med en ulykkesundersøkelse, og at respondentene kan ha vært innstilt på å forsvare – eventuelt klandre – sin arbeidsgiver i så stor grad at dette har påvirket hvor ærlig man har svart.
- 2.9.3 Samlet sett ga svarene i spørreundersøkelsen i Airlift et inntrykk av at flygerkorpset i all hovedsak er fornøyd med selskapets flysikkerhetsarbeid i vid forstand. Mange påpekte hvor dyktig Airlift er i forhold til konkurrentene, og ga uttrykk for at de «ikke fortjente» denne ulykken.
- 2.9.4 Svarene som indikerte at de som jobber på hovedbasen i størst grad mener lederne aktivt følger opp at arbeidet utføres på en sikker måte, er verd å merke seg. Dette er med på å underbygge at det er riktig og viktig å sørge for tilstedeværelse og god tilgjengelighet for operativ baseleder på utebaser, slik Airlift har sett behov for. SHT mener dette kan være spesielt viktig for å ivareta oppfølging av nyansatte.

- 2.9.5 SHT har i likhet med Luftfartstilsynet fått inntrykk av at Airlift driver seriøst og har et velfungerende forebyggende flysikkerhetsarbeid. Den interne undersøkelsesgruppen i Airlift nedla et betydelig arbeid, og anbefalingene den kom med synes å ha blitt seriøst vurdert av selskapets ledelse. I tillegg til de nevnte selskapsbegrensningene om manøvrering, har man iverksatt eller påbegynt flere tiltak som SHT mener vil styrke sikkerhetsarbeidet ytterligere (ref. 1.18.8). Hvis Airlift gjør alvor av å ta i bruk lettvektsopptakere og simulator før dette eventuelt blir myndighetskrav, vil de i enda større grad kunne dokumentere at de tar flysikkerhetsarbeidet på alvor.
- 2.9.6 Et identifisert område med forbedringspotensial som selskapet har tatt tak i, er «flight following». Mer moderne systemer med jevnlig, automatiske oppdateringer av posisjon, kan gi et visst innblikk i hvordan operasjonene foregår og være et supplement ved eventuelle søk- og redningsaksjoner. Per i dag er satellittbasert system med global dekning, slik Airlift satser på, relativt kostbart (ref. 1.18.8.6). For at rimeligere løsninger skal komme til sin rett, er man avhengig av mobildekning. I denne sammenheng er det beklagelig at det ennå ikke er dekning i deler av innlands-Norge. SHT har tidligere fremmet en sikkerhetstilråding mobiltelefon-reléstasjon (GSM) på et egnet sted, for å kunne sikre kommunikasjon under redningsaksjoner over store deler av Hardangervidda ([SL 2003/19](#)). Tilrådingen førte ikke frem, siden dette er opp til kommersielle aktører. Justisdepartementet viste til at man noterte seg uttalelsene i saken og tok det med inn i arbeidet med Nødnettprosjektet.
- 2.9.7 Et ytterligere moment som SHT generelt vil påpeke, er at det kan skape komplikasjoner for en eventuell redningsaksjon at man frakter passasjerer uten oversikt over antall og hvem som er om bord. Luftfartstilsynet har i forbindelse med denne undersøkelsen fastslått at Airlifts tolkning av regelverket med hensyn til hvorvidt flyginger som denne kan betraktes som bruksflyging, og dermed bla. er fritatt fra utarbeidelse av passasjermanifest, er feil (ref. 1.17.2.2).

2.10 Luftfartsmyndighetens rolle

- 2.10.1 I tradisjonelt virksomhetstilsyn vil man forvente årlige inspeksjoner. I lys av dette finner havarikommisjonen det derfor påfallende at det gikk så mye som to år og fire måneder mellom to inspeksjoner hos en så stor operatør som Airlift, som har komplekse operasjoner og flere baser. I EHEST-listen står utilstrekkelig myndighetstilsyn høyt opp på lista over hovedutfordringer for transport av passasjerer med helikopter. Med moderne, risikobasert tilsyn kan det gis åpning for lengre intervaller mellom hvert tilsynsbesøk. Hvorvidt Luftfartstilsynet har basert seg på den ene eller andre systematikken er ikke undersøkt i forbindelse med denne saken, i og med at SHT ikke har grunn til å mene at manglende tilsyn med Airlift var relevant for den aktuelle ulykken.
- 2.10.2 Prinsipielt støtter SHT alle initiativ som er iverksatt nasjonalt og internasjonalt for å forbedre helikoptersikkerheten. Havarikommisjonen mener det kan være et positivt supplement til tradisjonelt virksomhetstilsyn at myndigheten og operatørene treffes og deler erfaringer, som i Flysikkerhetsforum for innlandshelikopter (FSF). Kontakten får imidlertid effekt først når den fører til konkrete tiltak hos operatørene eller andre aktører, slik mandatet for forumet forutsetter (ref. 1.18.9.1). SHT er også opptatt av at et forum som FSF ikke må bli en sovepute for Luftfartstilsynet og gå på bekostning av den ordinære tilsynsvirksomheten.
- 2.10.3 Hvilke tiltak det er realistisk å forvente som følge av aktiviteten i FSF, er et interessant spørsmål. Det er til dels komplisert og tidkrevende å få gjennomført regelverksendringer i dagens internasjonale regime. Samtidig som det på enkelte områder kanskje kan være behov

for strengere myndighetskrav for å øke sikkerheten, sitter SHT med inntrykk av at den største utfordringen både for myndighetene og operatørene synes å ligge i å drive operativ virksomhet slik det forventes gjennom forskriftene. Inntrykket stammer fra diverse ulykkesundersøkelser SHT har foretatt gjennom en årrekke, og det underbygges også av funnene i EHEST (ref. 1.18.9.2). Flere av punktene på lista handler om mangler ved sikkerhetsledelsesarbeid generelt, etterlevelse av prosedyrer spesielt, samt mangelfull myndighetsoppfølging. Dette er ting havarikommisjonen mener den nasjonale luftfartsmyndigheten kan og bør ta fatt i.

- 2.10.4 SHT mener samfunnet bør kunne ha forventninger til at den offentlig finansierte sikkerhetsstudien som skal være ferdig i 2013 vil tilføre informasjon som kan omsettes i økt sikkerhet, forutsatt at de ansvarlige viser nødvendig handlekraft. Man kan trolig komme langt med å etablere en bransjestandard for Norge og eventuelt Sverige. Eksempelvis kan denne omfatte utstyr og andre tiltak som ikke er naturlig å forskriftsfeste og/eller som vil ta tid å få på plass, samt elementer som en mener er for dårlig ivaretatt i det felleseuropeiske regelverket. På den måten kan man bidra til økt sikkerhet samtidig som utfordringen med like konkurransevilkår ivaretas. En eventuell bransjestandard må følges av alle hvis den skal være virkningsfull, siden det ellers vil oppstå ulike konkurransevilkår. Man må forvente at timeprisen på helikoptertjenester på innlandet øker som følge av eventuelle utstyrskrav og treningskrav etc. man måtte enes om.
- 2.10.5 Ett eksempel på et sikkerhetsfremmende tiltak som ikke innebærer kostnader og som det trolig er urealistisk å forskriftsfeste på kort sikt, er å innføre begrensninger for manøvrering med passasjerer om bord, slik Airlift har gjort. SHT mener tilsvarende begrensninger med fordel kunne vurderes som en bransjestandard. Et slikt initiativ synes å passe godt med mandatet til FSF, og SHT fremmer en sikkerhetstilråding på dette området.

2.11 Behov for flygeregistrator

- 2.11.1 For å finne årsaker til ulykker som denne med LN-OXC, ville det være en stor fordel for havarikommisjonen å ha tilgang til pålitelige data fra flygeregistratorer. Tradisjonelle, brann- og kollisjonsbeskyttede registratorer er svært kostbare, relativt store og tunge og uaktuelle å installere i lette helikoptre. Alternativer i form av lettvektsoptakere som kan godkjennes for installasjon i forskjellige luftfartøytyper er nå på markedet og forventes å bli vanlige i årene som kommer (ref. 1.18.9.3). Disse skal også ha beskyttelse mot skade i henhold til gjeldende industristandard.
- 2.11.2 Uten øyenvitner og GPS-data hadde havarikommisjonen hatt svært sparsomme opplysninger å forholde seg til i denne saken. Havarikommisjoner verden over har ofte undersøkt ulykker der det har vært umulig å fastslå hva som har skjedd uten tilgang til flygeregistratordata. SHT mener bruk av lettvektsoptakere vil være et stort fremskritt som langt på vei kan oppfylle behovet havarikommisjoner har. Det er svært positivt at EHEST har påbegynt et arbeid på teknologiområdet, i tillegg til å jobbe med strategier som innebærer styrking av mykere barrierer som standardiserte prosedyrer og sikkerhetsledelse for øvrig (ref. 1.18.9.3).
- 2.11.3 For at innføring av teknologi som lettvektsoptakere skal bli vellykket, må myndighetene følge opp med godkjenninger av installasjoner (Supplementary Type Certificate, STC) og regelverk som gir tilstrekkelig personvern²⁶. Innenfor andre segmenter av luftfarten har man etablert ordninger som gjør det mulig å utnytte registrerte data også for treningsformål og i det

²⁶ Bruk av data fra systemer som registrerer lyd og bilde fra flygeregistratorer i forbindelse med undersøkelser av ulykker og hendelser er strengt regulert (jf. EU OPS 1.160 (c), EU-forordning 996/2010 og luftfartslovens § 12-10).

forebyggende flysikkerhetsarbeidet for øvrig på en måte som ivaretar personvern hensyn. SHT mener Luftfartstilsynet bør engasjere seg for å rydde eventuelle hindringer av veien, slik at Flight Data Monitoring (FDM) for innlandshelikopteroperasjonene kan bli en realitet. Tiltrådingen i havarikommisjonens rapport [SL2011/08](#) omfatter denne problemstillingen (ref. 1.18.9.3), og det fremmes derfor ingen ny tilråding til Luftfartstilsynet.

- 2.11.4 Ved avgivelse av denne rapporten fremmer SHT, slik flere andre havarikommisjoner i Europa har gjort, en tilråding til EASA om å vurdere å innføre krav om flygeregistrator på flere luftfartøy enn de som omfattes av dagens regler. SHT lar bevisst være å spesifisere type registrator, samt hvilke luftfartøytyper, type operasjoner eller vektklasser som bør prioriteres. Enhver utvidelse av gyldighetsområdet for kravet om flygeregistratorer vil være positiv sett fra undersøkelsesmyndighetens ståsted. Havarikommisjonen forventer at luftfartsmyndighetene utreder hva som er rimelige avgrensninger som en del av saksbehandlingen i forbindelse med oppfølgingen av de relevante tilrådingene.

3. KONKLUSJON

3.1 Undersøkelseresultater

- a) Luftfartøyet var forskriftsmessig registrert og hadde gyldig luftdyktighetsbevis.
- b) Masse og tyngdepunkts plassering var innenfor tillatte begrensninger på hendelsestidspunktet.
- c) Helikopteret var strukturelt intakt før sammenstøtet med bakken.
- d) Helikopteret ble totalvrak som følge av kollisjonskreftene og brannen som oppstod i havariet.
- e) De omfattende brannskadene gjorde at deler av systemene ikke kunne undersøkes på en meningsfylt måte, men det kunne fastslås at motoren leverte kraft til rotorene da ulykken skjedde.
- f) Det var mulig å verifisere at sentrale deler av flygekontrollene var intakte før helikopteret traff bakken.
- g) Det er ikke avdekket feil eller uregelmessigheter ved luftfartøyet eller dets vedlikehold som kan ha bidratt til ulykken.
- h) Den utvendige lastekurven antas å ha hatt minimal negativ innflytelse i form av generelt reduserte ytelser på helikopteret.
- i) Fartøysjefen hadde gyldig sertifikat og rettighet på luftfartøytypen, og hadde som en del av utdanningen gjennomgått praktisk trening/demonstrasjon av fenomenet Servo transparency om bord i helikopteret.
- j) Obduksjonen av fartøysjefen viste ikke tegn til sykdom eller spor av berusende eller bedøvende midler, og det anses som lite trolig at hans arbeidsevne var nevneverdig nedsatt på grunn av mangel på søvn.

- k) En anbefaling fra en spesialist om å foreta nærmere undersøkelser av fartøysjefen med tanke på mulig epilepsi basert på funn fra en rutinemessig EEG-undersøkelse i 2005 ble ikke fulgt opp av luftfartsmyndigheten. Kravet om å foreta rutinemessig EEG-undersøkelse ved utstedelse av trafikkflygersertifikat har senere bortfalt.
- l) Fartøysjefen hadde ingen sykehistorie som tydet på at han hadde epilepsi, og det regnes som lite sannsynlig at han fikk et anfall eller illebefinnende som kan ha forårsaket ulykken.
- m) Vind, turbulens eller meteorologiske siktforhold var ikke faktorer ved ulykken.
- n) Innflygingen startet etter passering av en skrent, og ble ifølge vitner som stod på planlagt landingssted innledet med en krapp høyre sving inn mot stigende terreng.
- o) Helikopteret ble i svingen observert med unormalt stor krenkning, anslått til 60-90°. Det tapte raskt høyde og avvek fra forventet kurs.
- p) Krenkningen ble observert å avta før helikopteret traff bakken.
- q) En kombinasjon av parameterne som fremskynder overbelastning av hydraulikk-systemet var til stede, slik at forholdene lå til rette for at fenomenet Servo transparency kan ha oppstått ved overdreven manøvrering.
- r) Ved aktuell masse og rådende forhold, ville innslagspunktet for Servo transparency ligge på ca. 2 G ved en hastighet på 100 kt og ca. 1,63 G ved en hastighet på 130 kt.
- s) Farene forbundet med at helikopteret vil kunne avvike betydelig fra planlagt flygebane dersom Servo transparency oppstår i høyre sving er ikke beskrevet fra fabrikantens side, hverken i flygemanualen eller i treningsprogrammet.
- t) Helikopteret traff bakken med en beregnet hastighet på 102 - 107 kt forover, med en gjennomsynkning som ga over 15 G vertikalt, og med ca. 45 grader krenkning mot høyre.
- u) Kreftene i nedslaget påførte de om bord dødelige skader, og umiddelbart etter kollisjonen oppstod det en eksplosjonsartet brann.
- v) Varsling av ulykken ble forsinket av at nødpeilesenderen ikke sendte signaler og av at det ikke var mobildekning i området, men hverken dette eller omfanget av redningsinnsatsen hadde betydning for utfallet.
- w) En anonym spørreundersøkelse blant samtlige innlandsflygere og lastemenn i selskapet ga inntrykk av at de ansatte i all hovedsak var fornøyd med selskapets flysikkerhetsarbeid i videste forstand.
- x) Den anonyme spørreundersøkelsen tydet på at risikoatferd har forekommet. Majoriteten av flygerkorpset i selskapet svarte at de har vært med på å fly ekstra lavt og/eller manøvrert heftig med passasjerer om bord.
- y) Mangel på nøyaktige, pålitelige data ga begrensede muligheter til å fastslå med sikkerhet hva som skjedde under den siste delen av flygingen.

- z) Det er ikke påbud om flygeregistratorer for lette luftfartøy som det aktuelle helikopteret, men ny teknologi har frembragt lettvektsoptakere som har fått myndighetsgodkjent installasjon.

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Undersøkelsen av denne ulykken har avdekket flere områder hvor havarikommisjonen ser behov for å fremme tilrådinger for å forbedre sikkerheten:²⁷

4.1 Sikkerhetstilråding SL 2012/08T

Overdreven manøvrering i lav høyde reduserer sikkerhetsmarginene. Airlift har etter ulykken satt en grense på 30 grader krenkning og 15 grader pitch under 500 ft når de transporterer passasjerer. Siden det ikke er naturlig å forskriftsfeste slike manøvreringsbegrensninger, kan et mulig tiltak være å etablere en bransjestandard.

Statens havarikommisjon for transport (SHT) tilrår at Luftfartstilsynet gjennom sitt lederverv i Flysikkerhetsforum for innlandshelikopter (FSF) sikrer at det etableres en bransjestandard for manøvreringsbegrensninger ved passasjertransport.

4.2 Sikkerhetstilråding SL 2012/09T

Hvis Servo transparency oppstår i høyre sving, vil den ukontrollerte krenkningsøkningen og mulige hevingen av nesepartiet som oppstår kunne forårsake betydelig avvik fra planlagt flygebane. Hvis dette skjer i liten avstand fra terreng eller hindringer, kan det innebære stor risiko.

Statens havarikommisjon for transport (SHT) tilrår at EASA pålegger typesertifikat-innehaveren Eurocopter å utstede en advarsel om den særskilte faren forbundet med Servo transparency i høyre sving, fortrinnsvis i form av en permanent advarsel i flygemanualen for de berørte helikoptertypene.

4.3 Sikkerhetstilråding SL 2012/10T

Flygeregistrator er et nyttig verktøy for å kunne fastslå hva som skjedde i en luftfartsulykke. Registreringer kan også benyttes til trening og annet forebyggende flysikkerhetsarbeid når forholdene legges til rette for dette. Den teknologiske utviklingen har kommet så langt at havarikommisjonen mener det er på tide at luftfartsmyndighetene krever egnede opptakere også for mindre luftfartøy, herunder lette helikoptre.

Statens havarikommisjon for transport (SHT) tilrår at EASA vurderer å innføre krav om flygeregistrator på flere luftfartøy enn de som omfattes av dagens regler.

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 1. november 2012

²⁷ Samferdselsdepartementet besørger at sikkerhetstilrådinger blir forelagt luftfartsmyndigheten og/eller andre berørte departementer til vurdering og oppfølging, jf. Forskrift om offentlige undersøkelser av luftfartsulykker og luftfartshendelser innen sivil luftfart, § 17.

VEDLEGG

Vedlegg A: Aktuelle forkortelser

Vedlegg B: Skisse over havaristedet

Vedlegg C: Hydraulikksystem Eurocopter AS 350

Vedlegg D: Eurocopter Lettre-Service No. 1648-29-03

Vedlegg E: FAA Special Airworthiness Information Bulletin

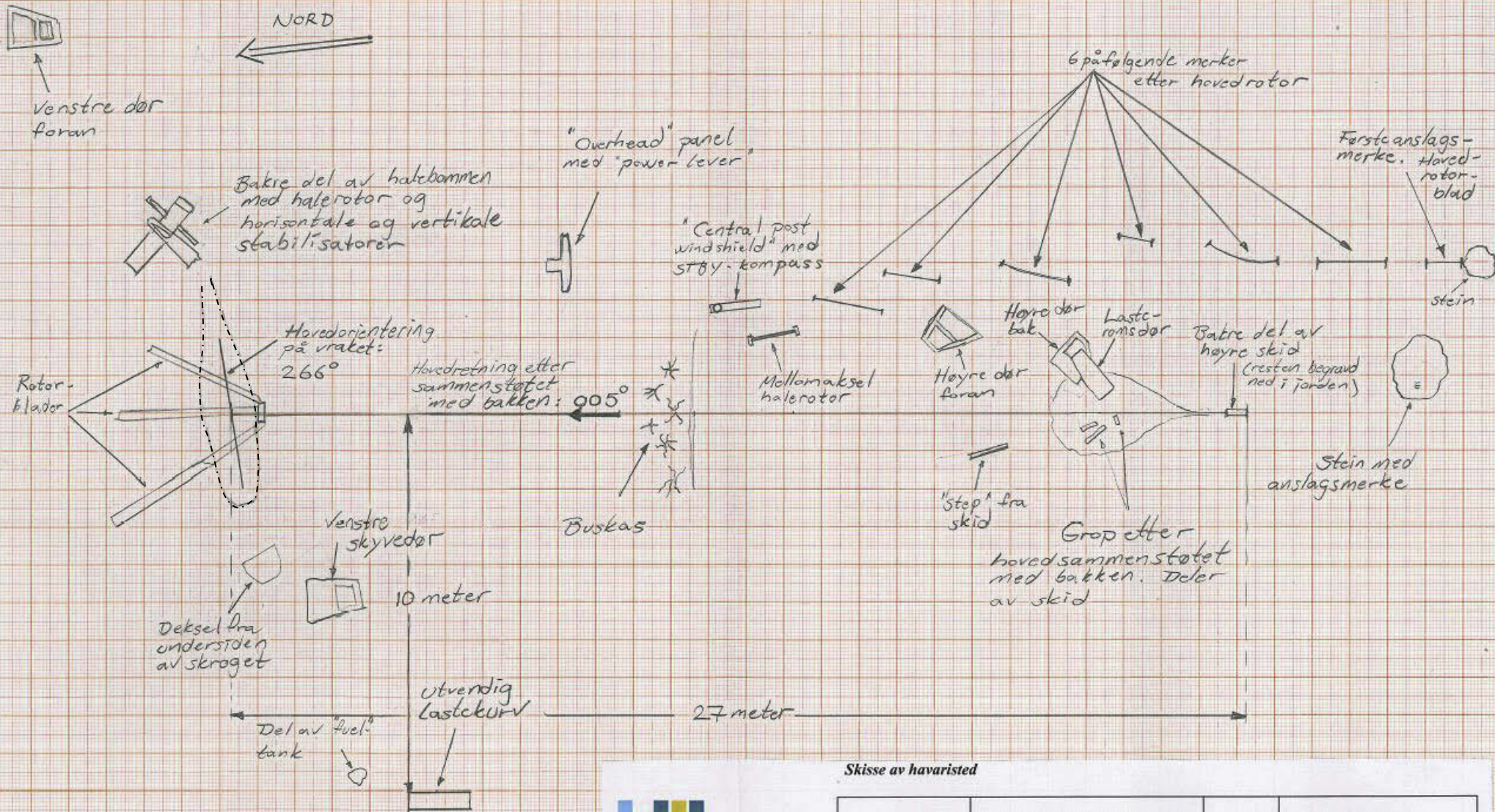
Vedlegg F: UK CAA AIC Helicopter Hydraulic-powered Flying Controls “Servo Transparency”

Vedlegg G: Fenomenet Servo Transparency presentert av Eurocopters treningsavdeling

AKTUELLE FORKORTELSER

AAIB	Air Accidents Investigation Branch
AOC	Air Operator Certificate
BEA	Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile
BSL	Bestemmelser for sivil luftfart
CAT	Commercial Air Transportation
CPL	Commercial Pilot's Licence
CPL(H)	Commercial Pilot's Licence Helicopter
daN	Enhet for kraft. 1 daN tilsvarer en kraft på ca. 1 kg
EASA	European Aviation Safety Agency (EASA)
EHEST	European Helicopter Safety Team
ELT	Emergency Locator Transmitter – nødpeilesender
FSF	Flysikkerhetsforum for operatører av innlandshelikoptre
GPS	Global Positioning System
hPa	Hektopascal
HRS-S	Hovedredningsentralen Sør-Norge
H σ	Tetthetshøyde (density altitude)
IHST	International Helicopter Safety Team
JAR	Joint Aviation Requirements
KIAS	Indikert flyfart målt i knop
Kt/KT	Knop, dvs. nautiske mil per time
LWR	Light Weight Recorder
m.o.h	Meter over havet
MCP	Max Continuous Power

MGB	Main Gear Box
MTOM	Maximum Take Off Mass
N	Nord
OM	Operations Manual
OPS	Operations
PC	Proficiency Check
QNH	Q-kode som angir lufttrykk
rpm	Revolutions per minute
SOP	Standard Operativ Prosedyre
STC	Supplementary Type Certificate
UK	United Kingdom
UTC	Universal Time Coordinated
VFR	Visual Flight Rules - Visuelle flygeregler
VMC	Visual Meteorological Conditions
Ø	Øst



Skisse av havaristed

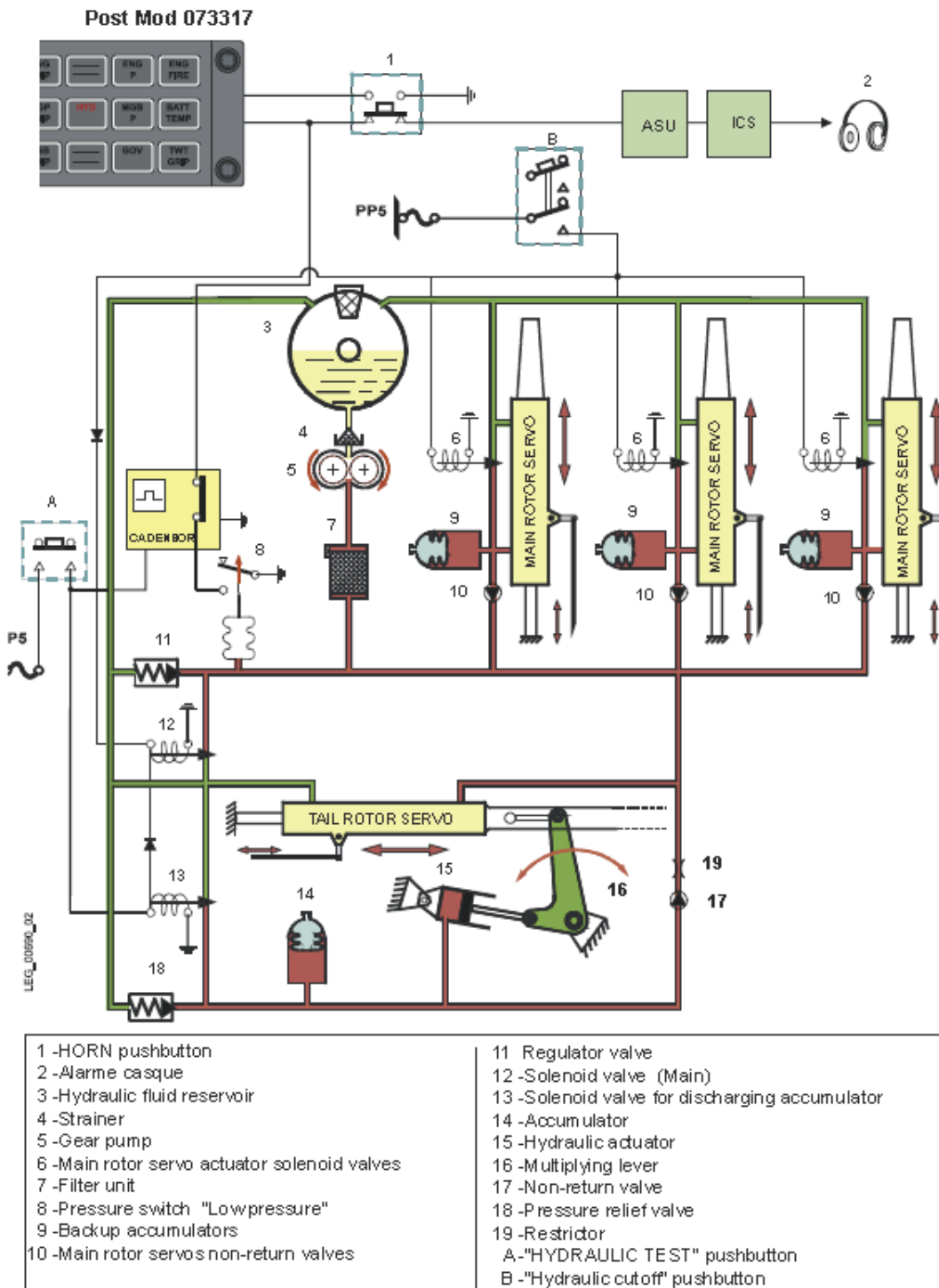


Ulykke:	Eurocopter AS 350 B3, LN-OXC	Dato:	Mandag 4. juli 2011
Sted:	Dalamot i Hardanger	Posisjon:	N60°24,442' Ø006°58,311' WGS-84
Høyde over havet:	ca. 950 m	Skala:	1:100

Vrak og deler er ikke gjengitt i korrekt skala



10.1.2 HYDRAULIC SYSTEM COMPONENTS AND THEIR FUNCTIONS

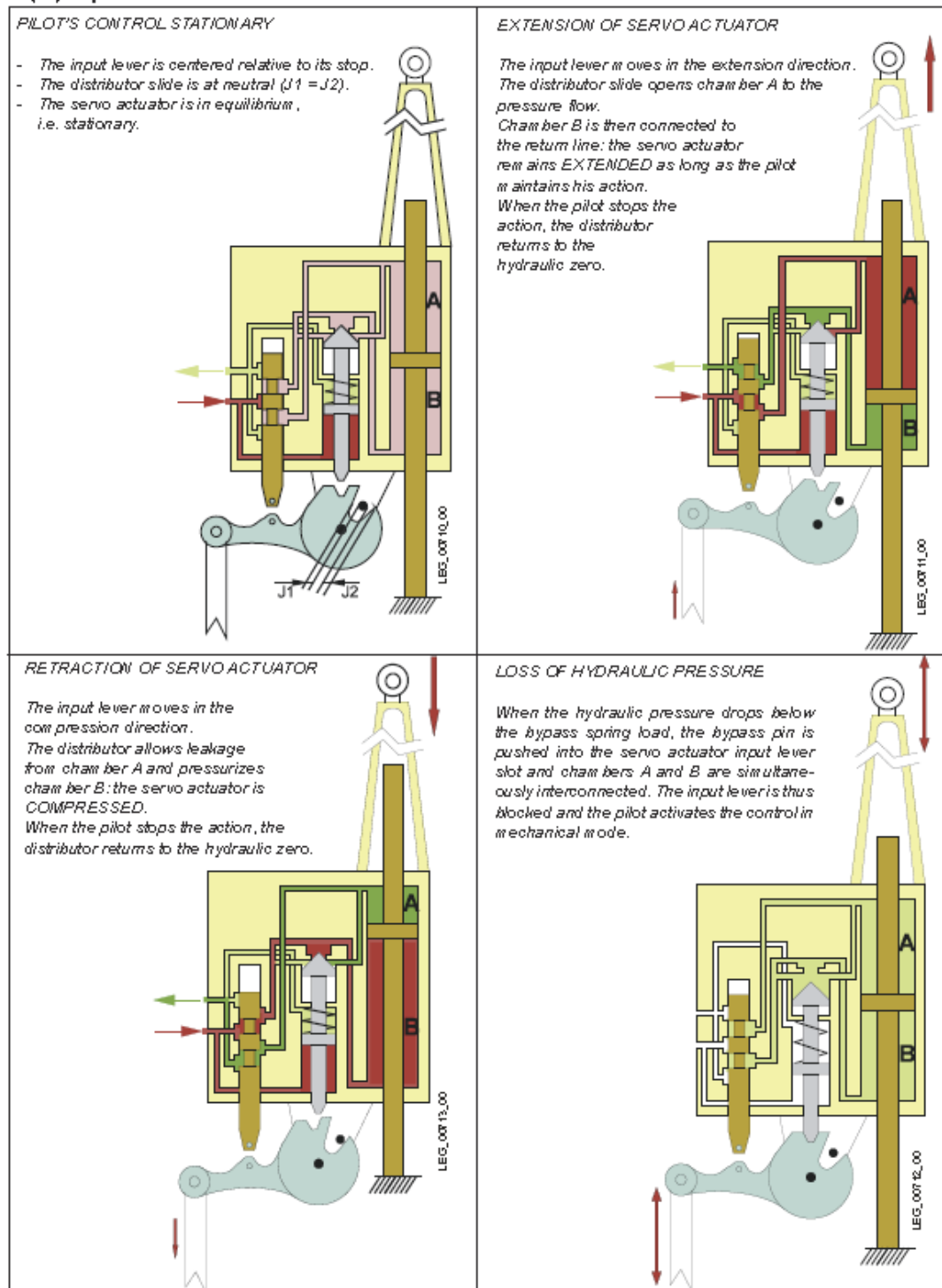


FOR INSTRUCTION ONLY



10.2.1 "SAMM" SERVO ACTUATORS (Cont'd)

(2) Operation



FOR INSTRUCTION ONLY



DIFFUSION/ISSUE
AUSGABE/PUBLICATION

B R

Service à la Clientèle
Direction Technique Support

13725 Marignane Cedex - France
Tél. + 33 (0) 4 42.85.85.85 - Fax. + 33 (0) 4.42.85.99.66
Télex HELIC 420506
Télégramme : EUROCOPTER Marignane

Lettre-Service
No. 1648-29-03

Marignane 04.12.2003

SUBJECT:

350	D	B	B1	B2	B3	BA	BB	L1
550	U2	C2	C3	A2				
355	E	F	F1	F2	R			
555	UN	UN	UN	UP	UP	AN		
EC 130	UN							

HYDRAULIC POWER SYSTEM: Servo Transparency

Dear Customer,

This message is being issued as a reminder about the Servo Transparency phenomenon that can be encountered during excessive maneuvering of any single hydraulic system equipped helicopter, if operated beyond its approved flight envelope. This phenomenon is known variously as Servo Transparency or Servo Reversibility, but is referred to here as Servo Transparency. This aircraft phenomenon occurs smoothly and is not dangerous, if properly anticipated by a pilot during an abrupt or excessive high load maneuver such as a high positive g-turn or pull-up. The factors that affect Servo Transparency are airspeed, collective pitch input, gross weight, "G"-loads and density altitude.

What Happens ?

Hydraulic control boost is accomplished by irreversible hydraulic systems, which isolate the pilot from the aerodynamic forces of the main rotor by the use of servos. The loads are transmitted from the blades through the pitch rods to the swash plate assembly. The hydraulic power system counter-acts these forces through the servos. Since this results in zero control forces, artificial pilot control forces are then created by frictions, springs or force-trims. The maximum force the servo actuators can produce is constant and is a function of hydraulic pressure and of the servo characteristics. The system is designed to exceed the requirements of the approved helicopter flight envelope. However, the maximum available hydraulic power must be limited by design to protect the airframe against overstress, if the approved flight envelope is exceeded. With excessive maneuvering and under a combination of the above listed factors, the aerodynamic forces can increase beyond the opposing servos forces and Servo Transparency occurs. The aerodynamic forces in excess of the hydraulic forces are then transmitted back through the control links to the pilot's cyclic and collective controls.

On clockwise turning rotors as on the AS-350 and EC 120, the right servo is the highest loaded when maneuvering (retreating blade), so servo-transparency results in gradually increasing left cyclic control loads required to avoid uncommanded right cyclic motion accompanied by down collective movement due to the general overload on the swash plate assembly. The cyclic and collective control inputs required to counter these control motions may give a pilot who is not aware of this phenomenon an impression that the controls are jammed. If the severity of the maneuver is not reduced, the aircraft will roll right and may pitch-up. The amplitude of the induced control feedback loads is proportional to the severity of the maneuver, but the phenomenon normally lasts less than 2 seconds since the resultant aircraft reaction helps to reduce the factors that contribute to the severity of the maneuver and of the Servo Transparency.

The Pilot's Reaction.

The pilot's reaction to the first indication of control forces feedback should be to IMMEDIATELY reduce the severity of the maneuver. Once developed, Servo Transparency will reduce the helicopter's speed due to some pitch-up, and reduce control loads by induced down collective movement, so the servo transparency phenomenon is self-correcting. The pilot reaction is to follow the control movement and allow the collective pitch to decrease (of course, monitor main rotor rpm speed at very low pitch) to reduce the overall load on the rotor system, and smoothly counteract the right cyclic tendency to prevent an abrupt left cyclic movement as hydraulic assistance is restored.

Pilots should understand that Servo Transparency is a natural phenomenon for a perfectly flyable helicopter. Basic airmanship should prevent encountering this phenomenon by avoiding combinations of high speed, high gross weight, high density altitude and aggressive maneuvers which exceed the aircraft's approved flight envelope. It is a basic rule tells you that it is particularly inappropriate to perform maneuvers which reach and exceed several aircraft limitations simultaneously.

Yours sincerely,

M. SOULHIARD



Technical Support Operations
Customer Service

**SPECIAL
AIRWORTHINESS
INFORMATION
BULLETIN**

Aircraft Certification Service
Washington, DC



U.S. Department
of Transportation

**Federal Aviation
Administration**

No. SW-04-35
December 19, 2003

www.faa.gov - Search "SAIBs"

This is information only. Recommendations aren't mandatory.

Introduction

This Special Airworthiness Information Bulletin alerts owners and operators of **Eurocopter France AS350B, BA, B1, B2, B3, D, AS355E, and EC120B model helicopters**, that the pilot can encounter a phenomenon known as *Servo Transparency, Servo Reversibility, or Jack Stall*. To clarify this concept, we will refer to the phenomenon as **Servo Transparency**.

Reference: Eurocopter Service Letters	
1) For Astar family	#1648-29-03
2) For Colibri family (EC 120B)	#1649-29-03

Background

Pilots and operators may misunderstand this phenomenon. This aircraft phenomenon occurs smoothly, and can be managed properly if the pilot anticipates it during an abrupt or high load maneuver such as a high positive g-turn or pull-up. The factors that affect Servo Transparency are high airspeed, high collective pitch, high gross weight, high "G"-loads, and high-density altitude.

The maximum force that the servo actuators can produce is constant and is a function of hydraulic pressure and of the servo characteristics. The system is designed to exceed the requirements of the flight limitations in the approved flight manual. With excessive maneuvering and under a combination of the above listed factors, the aerodynamic forces can increase beyond the opposing hydraulic servo forces and Servo Transparency can occur. An improperly serviced/maintained hydraulic system can also effect the onset of Servo Transparency.

Servo Transparency begins when the aerodynamic forces exceed the hydraulic forces and is then transmitted back to the pilot's cyclic and collective controls. On **clockwise turning main rotor systems**, the right servo receives the highest load when maneuvering, so Servo Transparency results in uncommanded right and aft cyclic motion accompanied by down collective movement. The pilot control force to counter this aerodynamically-induced phenomena are relatively high and *could give* an unaware pilot the impression that the controls are jammed. If the pilot does not reduce the maneuver, the aircraft will roll right and pitch-up.

The amplitude of the induced control feedback loads is proportional to the severity of the maneuver, but the phenomenon normally lasts less than 2 seconds.

Recommendations

- You should review Chapter 14, Aeronautical Decision Making, Rotorcraft Flying Handbook FAA-H-8083-21.
- You should properly service the Hydraulic system before each flight.
- The pilot should follow (*not fight*) the control movement. Allow the collective pitch to decrease (monitoring Rotor RPM, especially at very low collective pitch settings) to reduce the overall load. You should be aware that as the load is reduced, hydraulic assistance will be restored and force being applied to the controls could result in undesired opposite control movement. Follow the aircraft limitations in accordance with the Aircraft Flight Manual.
- You should understand that *Servo Transparency is a natural phenomenon* for any flyable helicopter. **BASIC AIRMANSHIP** should prevent encountering this phenomenon by avoiding combinations of high speed, high gross weight, high-density altitude, and aggressive maneuvers, which exceed the aircraft's approved flight limitations.

For Further Information Contact

Mr. James Arnold, Aerospace Engineer, ASW-111, FAA Rotorcraft Directorate, ASW-111 Standards Staff, Fort Worth, Texas 76193-0110; phone: (817) 222-5126; fax: (817) 222-5961; email: james.r.arnold@faa.gov

NATS**NATS Ltd**

UK Aeronautical Information Service

Heathrow House

Bath Road

Hounslow, Middlesex TW5 9AT

URL: <http://www.ais.org.uk/>

Phone: 020-8750 3778 (Editorial)

Phone: 0870-8871410 (Distribution - Tangent Direct)

Phone: 01293-573914 (Content - Flight Operations Policy)

UNITED KINGDOM
AERONAUTICAL INFORMATION
CIRCULAR

AIC: P 043/2009

18-JUN-2009

Safety



HELICOPTER HYDRAULIC-POWERED FLYING CONTROLS 'SERVO TRANSPARENCY'

1 Introduction

1.1 Following their investigation into a helicopter accident involving a UK-registered Eurocopter AS350B2 Squirrel, the Air Accidents Investigation Branch (AAIB) recommended that owners and operators of similar helicopters be reminded of the phenomenon of 'Servo Transparency' (Safety Recommendation 2008-068). There were several other notable safety recommendations made within the report which is referenced and linked below.

1.2 The purpose of this Circular is to draw to the attention of such operators the nature of this phenomenon, which may also be known as 'Servo reversibility' or 'Jack stall'. A full description of this feature is provided below through information issued by Eurocopter in their Service Letter 1648-29-03 dated 14 December 2003.

2 The Eurocopter Service Letter

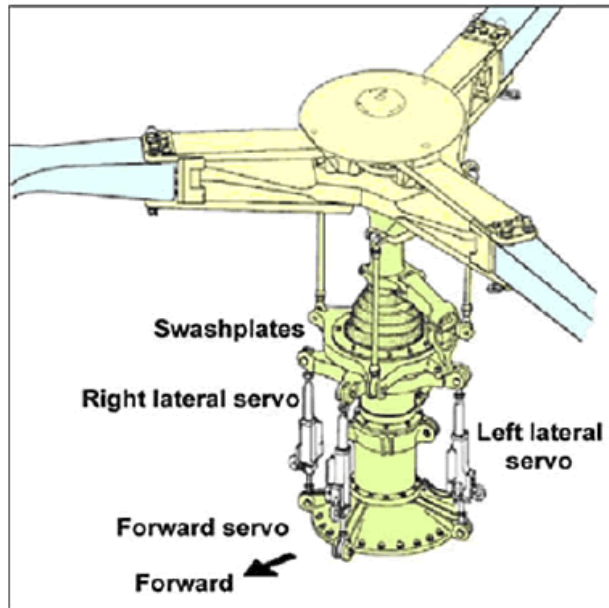
2.1 The content of the Eurocopter Service Letter is reproduced below which, although published for Eurocopter France AS350B, BA, B1, B2, B3, D, AS355E and EC120B models, provides more generic advice for similar types:

This message is being issued as a reminder about the Servo Transparency phenomenon that can be encountered during excessive manoeuvring of any single hydraulic system equipped helicopter, if operated beyond its approved flight envelope. This phenomenon is known variously as Servo Transparency or Servo Reversibility, but is referred to here as Servo Transparency. This aircraft phenomenon occurs smoothly and is not dangerous, if properly anticipated by a pilot during an abrupt or excessive high load manoeuvre such as a high positive g-turn or pull-up. The factors that effect Servo Transparency are airspeed, collective pitch input, gross weight 'G' loads and density altitude'

2.2 What Happens?

2.3 Hydraulic control boost is accomplished by irreversible hydraulic systems which isolate the pilot from the aerodynamic forces of the main rotor by the use of servos. The loads are transmitted from the blades through the pith rods to the swash plate assembly. The hydraulic power system counter-acts these forces through the servos. Since this results in zero control forces, artificial pilot control forces are then created by frictions, springs or force trims. The maximum force the servo actuators can produce is constant and is a function of hydraulic pressure and of the servo characteristics. The system is designed to exceed the requirements of the approved helicopter flight envelope. However, the maximum available power must be limited by design to protect the airframe against overstress, if the approved flight is exceeded. With excessive manoeuvring and under a combination of the above listed factors, the aerodynamic forces can increase beyond the opposing servos forces and Servo Transparency occurs.

The aerodynamic forces in excess of the hydraulic forces are then transmitted back through the control links to the pilots cyclic and collective controls. On clockwise turning rotors, as on the AS350 and EC120, the right servo is the highest loaded when manoeuvring (retreating blade), so servo transparency results in gradually increasing left cyclic control loads required to avoid un-commanded right cyclic motion accompanied by down collective movement due to the general overload on the swash plate assembly. The cyclic and collective control inputs required to counter these control motions may give a pilot who is unaware of this phenomenon an impression that the controls are jammed. If the severity of the manoeuvre is not reduced, the aircraft will roll right and may pitch up. The amplitude of the induced control feedback loads is proportional to the severity of the manoeuvre, but the phenomenon normally lasts less than 2 seconds since the resultant aircraft reaction helps to reduce the factors that contribute to the severity of the manoeuvre and of the Servo Transparency.



2.4 The Pilots Reaction

2.5 The pilots reaction to the first indication of control forces feedback should be to IMMEDIATELY reduce the severity of the manoeuvre. Once developed Servo Transparency will reduce the helicopter speed due to some pitch-up and reduce control loads by included down collective movement, so the servo transparency phenomenon is self correcting. The pilot reaction is to follow the control movement and to allow the collective pitch to decrease (of course, monitor main rotor rpm speed at very low pitch) to reduce the overall load on the rotor system and smoothly counteract the right cyclic tendency to prevent an abrupt left cyclic movement as hydraulic assistance is restored.

Pilots should understand that Servo Transparency is a natural phenomenon for a perfectly flyable helicopter. Basic airmanship should prevent encountering this phenomenon by avoiding combinations of high speed, high gross weight, high density altitude and aggressive manoeuvres which exceed the aircrafts approved flight envelope. It is a basic rule tells (sic) you that it is particularly inappropriate to perform manoeuvres which reach and exceed several aircraft limitations simultaneously.


3 Comment

3.1 It can not be emphasised enough that pilots should ensure that they fly their aircraft within the limits published in the appropriate Flight Manual. If these limits are inadvertently exceeded, structural or handling problems may be experienced in any aircraft, and it is important that any recovery manoeuvre should be carried out smoothly, which may require considerable height to complete.

3.2 The Federal Aviation Administration (FAA) Special Airworthiness Bulletin SW-04-35 on the subject of Servo Transparency makes several recommendations including:

- a The pilot should follow (not fight) the control movement. Allow the collective pitch to decrease (monitoring Rotor RPM, especially at very low collective pitch settings) to reduce the overall load. You should be aware that as the load is reduced, hydraulic assistance will be restored and force being applied to the controls could result in undesired opposite control movement. Follow the aircraft limitations in accordance with the Aircraft Flight Manual.

Fenomenet Servo Transparency presentert av Eurocopters treningsavdeling



eurocopter
Training Services
an Airbus Company

SERVO CONTROLS TRANSPARENCY

The factors that affect Servo transparency are:

- High airspeed
- High collective pitch
- High gross-weight
- High "G" loads
- High-density altitude.

With excessive manoeuvring and under a combination of the previous listed factors,

the aerodynamic forces can increase beyond the opposing hydraulic servo forces and Servo Transparency can occur.

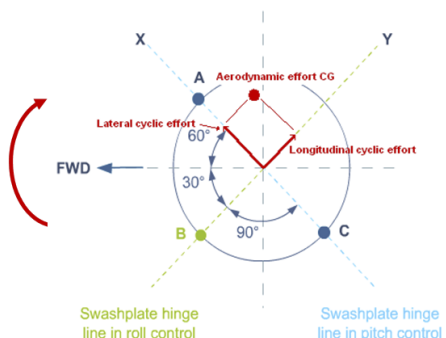
On clockwise turning main rotor systems, the right servo receives the highest load when manoeuvring,

If the pilot takes no action to counter* the servo transparency then it will result in a roll, a pitch up and a lowering by itself of the collective.

The pilot should leave the extreme flight condition by lowering the collective to reduce the overall load and by correcting the roll angle with cyclic.

Care should be taken to avoid an increase in rotor RPM when lowering the collective, especially at low collective settings.
If it is not possible to lower the collective, for example when too close to the ground, then it is always possible for the pilot to manually counteract* the control forces and to control the aircraft trajectory.

* The forces to be applied on the controls to counteract the natural effect of the servo controls transparency can reach 7.5 daN on collective (down) and 12 daN in lateral on the cyclic stick(to the right). 1 / 1



The diagram illustrates the rotor hub geometry and the resulting cyclic efforts. It shows a circular rotor hub with a central 'Aerodynamic effort CG' (center of gravity). The hub is divided into four quadrants by a vertical dashed line (pitch control) and a horizontal dashed line (roll control). The 'Swashplate hinge line in roll control' is shown as a green dashed line, and the 'Swashplate hinge line in pitch control' is shown as a blue dashed line. The 'Lateral cyclic effort' is shown as a red arrow pointing left, and the 'Longitudinal cyclic effort' is shown as a red arrow pointing right. The angles between the hinge lines and the effort vectors are marked as 60°, 30°, and 90°. A red curved arrow indicates the direction of rotation.

The maximum force that the servo actuators can produce is constant and is a function of hydraulic pressure and of the servo characteristics.

Servo Transparency begins when the aerodynamic forces exceed the hydraulic forces and is then transmitted back to the pilot's cyclic and collective controls.

You should be aware that as the load is reduced, hydraulic assistance will be restored and force being applied to the controls could result in undesired opposite control movement.