



## *Slutrapport RL 2014:09*

**Olycka i Porjus Norrbotten län, den  
8 november 2012, med helikoptern  
SE-HOM av typen Bell 206B, opererad av  
Fiskflyg AB.**

Diariennr L-125/12

2013-07-03

SHK undersöker olyckor och tillbud från säkerhetssynpunkt: Syftet med undersökningarna är att liknande händelser ska undvikas i framtiden. SHK:s undersökningar syftar däremot inte till att fördela skuld eller ansvar, vare sig straffrättsligt, civilrättsligt eller förvaltningsrättsligt.

Rapporten finns även på SHK:s webbplats: [www.havkom.se](http://www.havkom.se)

(ISSN 1400-5719)

Illustrationer i SHK:s rapporter skyddas av upphovsrätt. I den mån inte annat anges är SHK upphovsrättsinnehavare.

Med undantag för SHK:s logotyp, samt figurer, bilder eller kartor till vilka någon annan än SHK äger upphovsrätten, tillhandahålls rapporten under licensen Creative Commons Erkännande 2.5 Sverige. Det innebär att den får kopieras, spridas och bearbetas under förutsättning att det anges att SHK är upphovsrättsinnehavare. Det kan t.ex. ske genom att vid användning av materialet ange ”Källa: Statens haverikommission”.



I den mån det i anslutning till figurer, bilder, kartor eller annat material i rapporten anges att någon annan är upphovsrättsinnehavare, krävs dennes tillstånd för återanvändning av materialet.

Omslagets bild tre - Foto: Anders Sjödén/Försvarmakten

## Innehåll

Allmänna utgångspunkter och avgränsningar .....	4
Utredningen.....	4
<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>7</b>
<b>1. FAKTAREDOVISNING .....</b>	<b>8</b>
1.1 Redogörelse för händelseförloppet .....	8
1.2 Personskador .....	9
1.3 Skador på luftfartyget .....	10
1.4 Andra skador.....	10
1.5 Besättningen/personalinformation .....	10
1.5.1 Instruktören.....	10
1.5.2 Befälhavaren.....	10
1.6 Luftfartyget .....	11
1.6.1 Luftvärdighet och underhåll .....	11
1.6.2 Helikopterns historia och berörda komponentgångtider.....	11
1.6.3 Beskrivning av helikopterns motor- och rotorsystem .....	11
1.7 Meteorologisk information .....	13
1.8 Navigationshjälpmedel .....	13
1.9 Radiokommunikationer.....	13
1.10 Flygfältsdata.....	13
1.11 Färd- och ljudregistratorer .....	13
1.12 Luftfartygsvrak och olycksplats.....	14
1.12.1 Luftfartygsvrak .....	14
1.12.2 Olycksplats .....	14
1.13 Medicinsk information.....	14
1.14 Brand.....	14
1.15 Överlevnadsaspekter.....	14
1.15.1 Räddningsinsatsen .....	14
1.16 Särskilda prov och undersökningar.....	15
1.16.1 Huvudtransmission med smörjsystem .....	15
1.16.2 Undersökning av rotormasten.....	20
1.16.3 Frihjulet .....	21
1.16.4 1 500 timmars inspektion av transmissionen.....	22
1.16.5 Föreskrifter för en ren miljö vid underhållsarbete.....	22
1.17 Operatörens organisation och ledning.....	23
1.18 Övrigt.....	23
1.18.1 Beskrivning av frihjulets användning vid flygning .....	23
1.18.2 Andra händelser av notsvarande slag .....	23
1.18.3 Miljöaspekter.....	24
1.19 Särskilda eller verkkningsfulla utredningsmetoder.....	24
<b>2. ANALYS .....</b>	<b>25</b>
2.1 Flygningen .....	25
2.2 Olycksförloppet .....	25
2.3 Känsligheten för föroreningar i frihjulets smörjsystem .....	26
<b>3. UTLÅTANDE .....</b>	<b>27</b>
3.1 Undersökningsresultat.....	27
3.2 Orsaker till olyckan.....	27
<b>4. REKOMMENDATIONER.....</b>	<b>28</b>

## Allmänna utgångspunkter och avgränsningar

Statens haverikommission (SHK) är en statlig myndighet som har till uppgift att undersöka olyckor och tillbud till olyckor i syfte att förbättra säkerheten. SHK:s olycksundersökningar syftar till att så långt som möjligt klarlägga såväl händelseförlopp och orsak till händelsen som skador och effekter i övrigt. En undersökning ska ge underlag för beslut som har som mål att förebygga att en liknande händelse inträffar igen eller att begränsa effekten av en sådan händelse. Samtidigt ska undersökningen ge underlag för en bedömning av de insatser som samhällets räddningstjänst har gjort i samband med händelsen och, om det finns skäl för det, för förbättringar av räddningstjänsten.

SHK:s olycksundersökningar syftar till att ge svar på tre frågor: *Vad hände? Varför hände det? Hur undviks att en liknande händelse inträffar?*

SHK har inga tillsynsuppgifter och har heller inte någon uppgift när det gäller att fördela skuld eller ansvar eller rörande frågor om skadestånd. Det medför att ansvars- och skuldfrågorna varken undersöks eller beskrivs i samband med en undersökning. Frågor om skuld, ansvar och skadestånd handläggs inom rättsväsendet eller av t.ex. försäkringsbolag.

I SHK:s uppdrag ingår inte heller att vid sidan av den del av undersökningen som behandlar räddningsinsatsen undersöka hur personer förda till sjukhus blivit behandlade där. Inte heller utreds samhällets aktiviteter i form av socialt omhändertagande eller krishantering efter händelsen.

Utredningar av luftfartshändelser regleras i huvudsak av förordningen (EU) nr 996/2010 om utredning och förebyggande av olyckor och tillbud inom civil luftfart och lagen (1990:712) om undersökning av olyckor. Utredningarna genomförs i enlighet med Chicagokonventionens Annex 13.

## Utredningen

SHK underrättades den 8 november 2012 om att en olycka med en helikopter med registreringsbeteckningen SE-HOM inträffat på Porjus flygfält, Norrbottens län, samma dag klockan 12.30.

Olyckan har undersökts av SHK som företrätts av Jonas Bäckstrand, ordförande, Staffan Jönsson, utredningsledare t.o.m. den 21 augusti 2013 och därefter Sakari Havbrandt, samt Agne Widholm, operativ utredare, från den 2 december.

Som ackrediterad representant har Brad Vardy deltagit för Transportation Safety Board of Canada.

Undersökningen har följts av Transportstyrelsen genom Yngve Östlund.

Följande organisationer har notifierats: Europeiska byrån för luftfartsäkerhet (EASA), EU-kommissionen, Transportation Safety Board of Canada och Transportstyrelsen.

Utredningsmaterialet

Intervjuer har genomförts med besättningen.

**Slutrapport RL 2014:09**

---

Luftfartyg:	Helikopter
Registrering, typ, modell	SE-HOM, Bell Helicopter Textron
Modell	206B
Klass, luftvärdighet	Normal, luftvärdighetsbevis och gällande granskningsbevis (ARC)
Ägare och operatör	Fiskflyg AB
Tidpunkt för händelsen	2012-11-08, klockan 12.30 i dagsljus Anmärkning: all tidsangivelse avser svensk normaltid (UTC <sup>1</sup> + 1 timme)
Plats	Porjus flygstråk, Norrbottens län, (position N 66° 58' E 019° 50', 394 meter över havet)
Typ av flygning	Kompetensbedömning
Väder	Enligt SMHI:s analys: Västlig vind 5-10 knop, sikt >10 km, 1-2/8 med bas över 5 000 fot, temperatur/dagpunkt -6/-9 °C, QNH <sup>2</sup> 988 hPa
Antal ombord:	2
Besättning inklusive kabin	2
Passagerare	0
Personskador	Inga
Skador på luftfartyget	Begränsade
Andra skador	Inga
Instruktören:	
Ålder, certifikat	55 år, CPL (H) <sup>3</sup> , FIH <sup>4</sup>
Total flygtid	11 000 timmar, varav 7 000 timmar på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	72 timmar, varav 65 timmar på typen
Antal landningar senaste 90 dagarna	250
Befälhavare:	
Ålder, certifikat	54 år, CPL (H)
Total flygtid	10 288 timmar, varav 2 400 timmar på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	146 timmar, varav 46 timmar på typen
Antal landningar senaste 90 dagarna	367

---

<sup>1</sup> UTC (Coordinated Universal Time) - referens för angivelse av tid världen över.

<sup>2</sup> QNH anger det atmosfäriska trycket vid havsytans medelnivå.

<sup>3</sup> CPL (H) (Commercial Pilot License Helicopter) är ett trafikflygarcertifikat

<sup>4</sup> FIH (Flight Instructor Helicopter) - Flyglärare helikopter.

## SAMMANFATTNING

I samband med en OPC utfördes en autorotationslandning.

Strax efter sättningen började helikoptern vibrera samtidigt som ett kraftigt skrapande ljud hördes följt av vibrationer med en frekvens motsvarande rotorvarvtalet. Vibrationerna fortsatte när huvudrotorns varvtal minskade och de ökade kraftigt varefter hela huvudrotorn separerade från helikoptern och blev liggande ungefär 10 meter till vänster om helikoptern.

De ombordvarande, som var oskadda, kunde själva lämna helikoptern.

Den tekniska undersökningen visade att masten skjövats av p.g.a. överbelastning. Vidare hittades en förorening i oljesystemet som förser frihjulmekanismen med smörjning. Föroreningen fanns vid en avsiktlig strypning i oljesystemet. Den uteblivna smörjningen medförde att frihjulet inte fungerade på avsett sätt.

Det är troligt att frihjulet vid tidigare autorotationer släppte som avsett, men inte kopplade in när friturbinens varvtal skulle möta rotorns varvtal samtidigt som rotorn varvade ner. Om friturbinens varvtal var betydligt högre än rotorns då klossarna kopplade in, eventuellt hastigare än normalt, uppstod ett dynamiskt momenttillskott. Den energi som fanns upplagrad i motorn och transmissionen bromsades av trögheten i huvudrotorn, varvid momentet på masten översteg brotthållfastheten.

Olyckan orsakades av att utformningen av frihulets smörjsystem medgav att en förorening av en sådan storlek som kan förekomma i en Part 145 verkstad kunde blockera oljeflödet till frihjulet.

## Rekommendationer

EASA rekommenderas att tillse att:

- verka för att oljesystemets känslighet för föroreningar minskas. (RL 2014:09 R1)
- verka för att operatörer av helikoptertypen ges information och förslag på förebyggande åtgärder med avseende på risken för kontaminering av frihulets smörjsystem. (RL 2014:09 R2)

Transport Canada rekommenderas att:

- verka för att oljesystemets känslighet för föroreningar minskas. (RL 2014:09 R3).
- verka för att operatörer av helikoptertypen ges information och förslag på förebyggande åtgärder med avseende på risken för kontaminering av frihulets smörjsystem. (RL 2014: 09 R4)

## 1. FAKTAREDOVISNING

### 1.1 Redogörelse för händelseförloppet

Instruktören hade under två dagar genomfört ungefär tjugo autorotationsövningar utan störningar eller avvikelser. På förmiddagen, samma dag som händelsen inträffade, hade han genomfört OPC<sup>5</sup> med två andra förare.

Efter lunch startade föraren med instruktören. Flygningen som slutade med olyckan inleddes med normal flygning. Före händelsen genomfördes nödövningar, först med simulerade omställarfel på stjärtrotorn och därefter autorotationsövningar från 1000 fot med 180 graders sväng i högervarv med ungefär 50 knops fart till final för landning på den snötäckta grusbanan.

I slutfasen av den tredje autorotationen med ett rotorvarv på 100-102 % kom föraren lite för långt fram i förhållande till den tänkta sättningspunkten. Under utflytningen när föraren förde stigspaken uppåt för att reducera den vertikala sjunkhastigheten svängde nosen till vänster mot vinden. Helikoptern tog tillfälligt mark, instruktören påpekade avvikelsen, föraren korrigerade detta och lyfte samtidigt helikoptern till en höjd av en halv till en meter över banan före den slutliga sättningen. Strax efteråt när stigspaken var helt nere i botten började helikoptern vibrera. Instruktionen tog tag i styrspaken som då var i neutral position. Enligt besättningen var gasreglaget kvar i tomgångsläget.

Helikoptern stod stilla när ett kraftigt skrapande ljud hördes följt av vibrationer med en frekvens motsvarande rotorvarvtalet. Vibrationerna fortsatte när huvudrotorns varvtal minskade och de ökade därefter kraftigt. Instruktionen stängde av motorn. Samtidigt hördes ett ljud som lät ”schoff”, ”schoff”, varefter hela huvudrotorn separerade från helikoptern och blev liggande ungefär 10 meter till vänster om helikoptern, se figur 1.

De ombordvarande, som var oskadda, kunde själva lämna helikoptern.

---

<sup>5</sup> OPC (Operational Proficiency Check) - operatörens kompetensbedömning.





Figur 1. Helikoptern efter olyckan (Foto Fiskflyg).

## 1.2 Personskador

	Besättning	Passagerare	Ombord- varande totalt	Övriga
Omkomna	-	-	0	-
Allvarligt skadade	-	-	0	-
Lindrigt skadade	-	-	0	Ej tillämpligt
Inga skador	2	-	2	Ej tillämpligt
<b>Totalt</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>-</b>

### 1.3 Skador på luftfartyget

Begränsade.

### 1.4 Andra skador

Inga.

### 1.5 Besättningen/personalinformation

#### 1.5.1 Instruktören

Instruktören, var 55 år och hade gällande CPL med (H) med FIH.

Flygtid (timmar)				
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	-	-	72	11 000
Aktuell typ	-	-	65	7 000

Antal landningar aktuell typ senaste 90 dagarna: 250.

Inflygning på typ gjordes den 1981.

Senaste PC (porficiency check) genomfördes den 29 november 2011 på EC120 B.

#### 1.5.2 Befälhavaren

Befälhavaren, var 54 år och hade gällande CPL (H)-certifikat.

Flygtid (timmar)				
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	-	-	146	10 288
Aktuell typ	-	-	46	2 400

Antal landningar aktuell typ senaste 90 dagarna: 367

Inflygning på typ gjordes den 1989.

Senaste OPC genomfördes den 8 november 2012 på Bell 206B.

## 1.6 Luftfartyget

### 1.6.1 Luftvärdighet och underhåll

---

Helikoptern	
Typcertifikatinnehavare	Bell Helicopter Textron
Typ	206B
Serienummer	2 394
Tillverkningsår	1978
Flygmassa, kg	Max tillåten 1 451 kg, aktuell 1 093 kg
Masscentrumläge	Inom tillåtna gränser.
Total gångtid,	19 787 timmar
Gångtid efter senaste	53,1 timmar
periodiska tillsyn, 100 och	
300 timmars inspektion	
Antal cykler	13 456
Typ av bränsle som tankats	Jet A1
före händelsen	

---

Frihjulet	
Total gångtid	6 583 timmar
Gångtid sedan översyn	2 737 timmar
Gångtid sedan installation	629 timmar

---

Luftfartyget hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis (ARC)<sup>6</sup>.

### 1.6.2 Helikopterns historia och berörda komponentgångtider

Helikoptern importerades begagnad till Sverige 1987 och har sedan dess opererats av Fiskflyg.

Flygtidsuttaget de senaste sex åren har i medeltal varit 410 timmar per år och som lägst 310 timmar per år. Förekommande uppdrag har varit bruksflyg, såsom rendrivning, kraftledningsinspektion, flygning med hängande last, samt kommersiell transport och kompetensbedömning.

Den inspektion som ska genomföras av huvudrotortransmissionen efter 1 500 flygtimmar utfördes 349 flygtimmar före händelsen.

### 1.6.3 Beskrivning av helikopterns motor- och rotorsystem

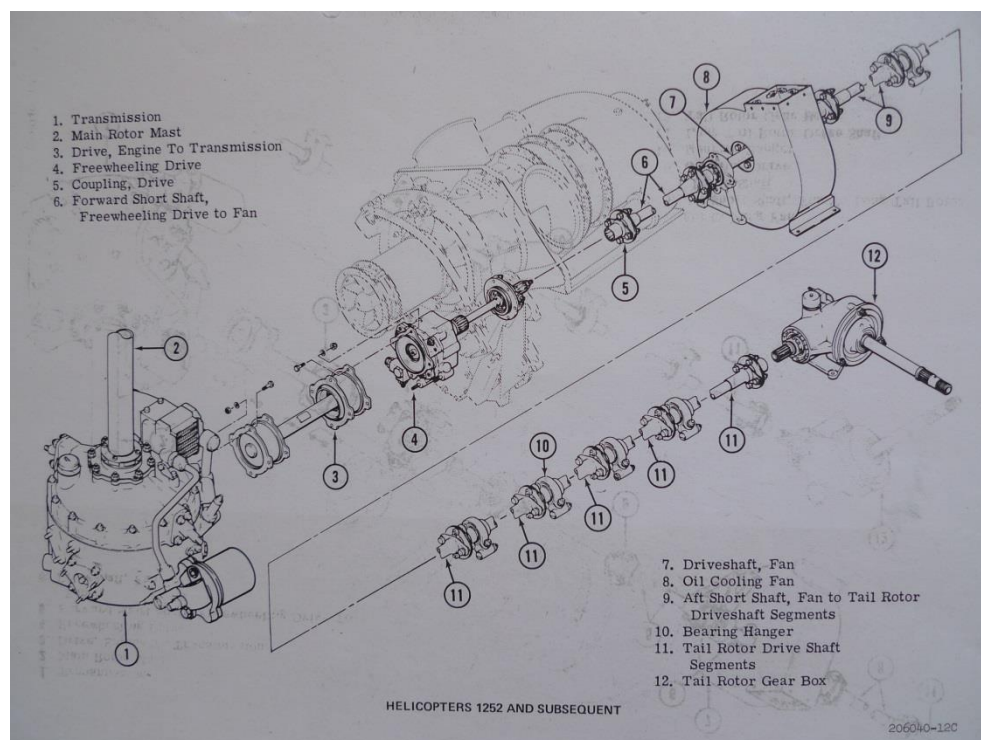
Helikoptern var utrustad med en Rolls Royce Corporation RRC 250-C20 B friturbinmotor. En kompressor, en brännkammare och en turbinmodul utgör tillsammans motorns gasgenerator och genererar ett gasflöde som driver en friturbin. Friturbinen driver, via en växellåda och ett frihjul, helikopterns rotorsystem. Genom en automatik regleras friturbinens varvtal, och därmed rotorvarvtalet, så att det förut-bestämda varvtalet erhålls vid normal flygning. Om föraren t.ex. lyfter stigspaken kommer mer effekt att behövas och

<sup>6</sup> ARC - Airworthiness Review Certificate.

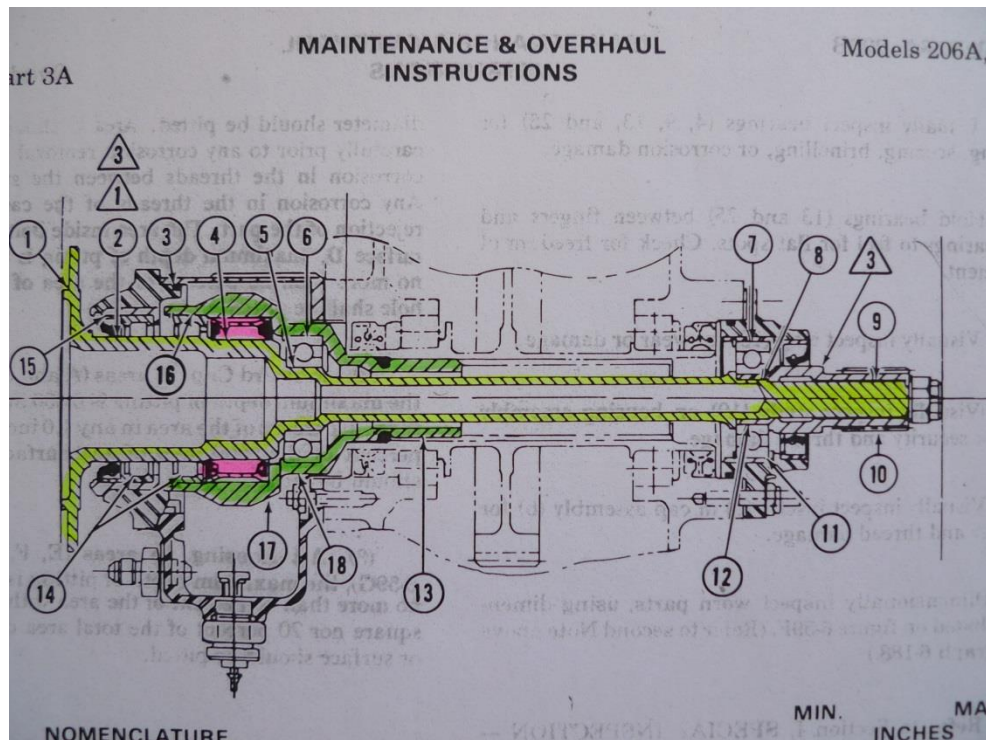
gasgeneratoren kommer automatiskt att få mer bränsle, ökar sitt gasflöde och friturbinen och rotorsystemet kan därmed bibehålla sitt varvtal. Om föraren minskar stigspakens utslag får gasgeneratoren mindre bränsle vilket förhindrar att rotorvarvet ökar.

Frihjulets yttre del är kopplad direkt till den utgående drivaxeln från motorns växellåda. En klosskoppling överför frihjulets effekt till den inre axeln i frihjulet, se figur 2. Frihjulet är del 4 på bilden.

När motorn överför kraft, och den utgående drivaxelns varvtal är lika med varvtalet på huvudtransmissionens ingående axel, låser frihjulet och överför moment. När motorn inte överför kraft, kommer varvtalet på den utgående drivaxeln att bli lägre än varvtalet på huvudtransmissionens ingående axel. Frihjulet frikopplas då från transmissionen, se figur 3. Motorn bromsar på så sätt inte rotorsystemet vid motorbortfall utan tillåter rotorsystemet att fortsätta rotera vilket möjliggör landning trots motorbortfall.



Figur 2. Helikopterns drivlina. (Bell Maintenance & Overhaul Instructions).



Figur 3. Frihjulets principiella uppbyggnad. (Bell Maintenance & Overhaul Instructions)

I figur 3 illustreras hur frihjulet är konstruerat. Vid normal drift förs momentet från motorn in genom den grönmarkerade yttre drivaxeln och överförs till den gulmarkerade inre drivaxeln via de rödmarkerade klossarna. Den stora flänsen på den gulmarkerade drivaxeln är ansluten till huvudrotortransmissionen.

### 1.7 Meteorologisk information

Enligt SMHI:s analys: Västlig vind 5-10 knop, sikt >10 km, 1-2/8 med bas över 5 000 fot, temperatur/dagpunkt -6/-9 °C, QNH 988 hPa.

### 1.8 Navigationshjälpmedel

Inte aktuellt.

### 1.9 Radiokommunikationer

Inte aktuellt.

### 1.10 Flygfältsdata

Inte aktuellt.

### 1.11 Färd- och ljudregistratorer

Fanns inte, erfordrades inte.

## **1.12 Luftfartygsvrak och olycksplats**

### **1.12.1 Luftfartygsvrak**

Skadorna på helikoptern inskränkte sig till huvudrotorn, mastbrott, avslitna pitchlänkar och brusten ”drive collar”. Vid huvudrotorns separation slog ett av bladen i kåporna som täcker huvudrotorväxellådan och träffade sedan även vänster sida av kroppsspanetet vid delningen mellan kropp och stjärtbom.

### **1.12.2 Olycksplats**

Platsen hade dimensionerna 400 x 30 meter och ytan var täckt med ungefär 15 cm snö.

## **1.13 Medicinsk information**

Ingenting har framkommit som tyder på att besättningens allmänkondition varit nedsatt före eller under flygningen.

## **1.14 Brand**

Brand uppstod inte.

## **1.15 Överlevnadsaspekter**

### **1.15.1 Räddningsinsatsen**

Bestämmelser om räddningstjänst finns framför allt i lagen (2003:778) om skydd mot olyckor (LSO) och förordningen (2003:789) om skydd mot olyckor (FSO).

Med räddningstjänst avses, enligt 1 kap. 2 § första stycket LSO, de räddningsinsatser som staten eller kommunerna ska ansvara för vid olyckor och överhängande fara för olyckor för att hindra och begränsa skador på människor, egendom eller miljön. Staten ansvarar för fjällräddningstjänst, flygräddningstjänst, sjöräddningstjänst, miljöräddningstjänst till sjöss, räddningstjänst vid utsläpp av radioaktiva ämnen samt efterforskning av försvunna personer i vissa fall. I andra fall ansvarar respektive kommun för räddningstjänst (3 kap. 7 § LSO).

Instruktören kontaktade flygföretaget efter olyckan. Händelsen utlöste ingen annan räddningsinsats.

Nödsändaren (ELT<sup>7</sup>) av typ Artex och modell ME406 aktiverades inte vid haveriet.

---

<sup>7</sup> ELT (Emergency Locator Transmitter) - nödsändare.

## 1.16 Särskilda prov och undersökningar

### 1.16.1 Huvudtransmission med smörjsystem

Haverikommissionen har demonterat rotortransmissionen och tagit prov på oljan dels i filterhuset, dels i botten av transmissionen. I figur 4 syns en del av det material som återfanns i transmissionens filterhus.

Förekomsten av järn (Fe) och vatten var förhållandevis hög i båda oljeproven. Partikelräkning utfördes på provet från botten av transmissionen och provet uppvisade en stor mängd partiklar.



Figur 4. Föroreningar från filterhuset (nätfilter) på huvudtransmissionen, rester av o-ringar, tätningsmedel, textilier och färg.

Transmissionen har en nätsil för att rensa den cirkulerande oljan från större föroreningar. Här återfanns bitar av fasta föremål, se figur 5. De vanligaste föroreningarna var färgrester och tätningsmaterial.



Figur 5. Huvudtransmissionens grova nätsil med föroreningar av tätningsmedel och färgrester.

I transmissionens filter fanns endast mycket fina, uniformt fördelade, partiklar, vilket är normalt. Senaste oljebyte var utfört 151 timmar för händelsen. Ingen av de magnetiska chip-detektorerna lokaliserade i samma område som nätsilen hade spår av partiklar.

Både lager och klossar i frihjulet uppvisade förslitningsskador.



Figur 6. Munstycke P/N 206-040-244-001, föroreningen syns vid pilens spets.

Längst ner på figur 8, något till höger, syns ”Restrictors in fitting” där flödet ut till frihjulssmörjningen begränsas med ett munstycke med 0,99-1,12 mm diameter. Vid denna strypning, se även figur 9, återfanns en förorening.



I figur 6 syns föroreningen som en svart punkt vid pilspetsen. I figur 7 finns föroreningen i större förstoring.



Figur 7. Föroreningens storlek var ungefär 1,4 x 4,2 mm.

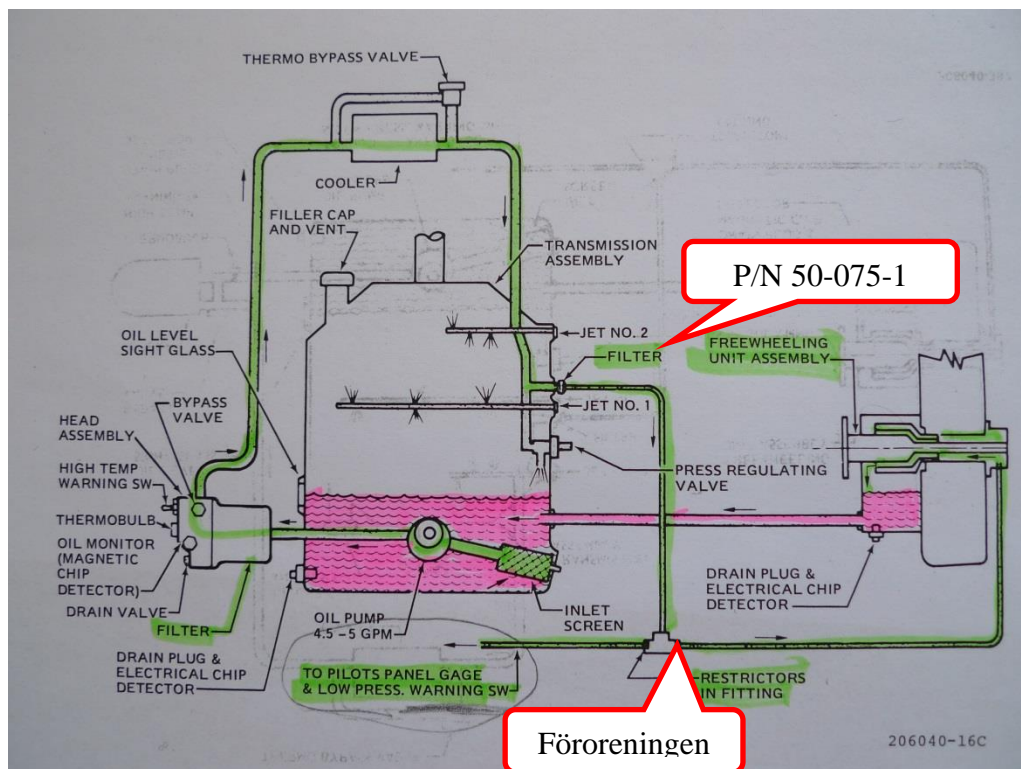
Med SEM<sup>8</sup> och FTIR-analys<sup>9</sup> har det varit möjligt att fastställa föroreningens ursprung. Jämförelser med annat tätningsmedel och färgrester från huvudtransmissionen visar att proppen består av tätningsmedel typ Pro Seal 890 Class B (AMS-S-8802, Class B, MIL-S-8802).

En analys av föroreningen har visat att den består av sådant tätningsmaterial som använts mellan lock och transmissionshus.

---

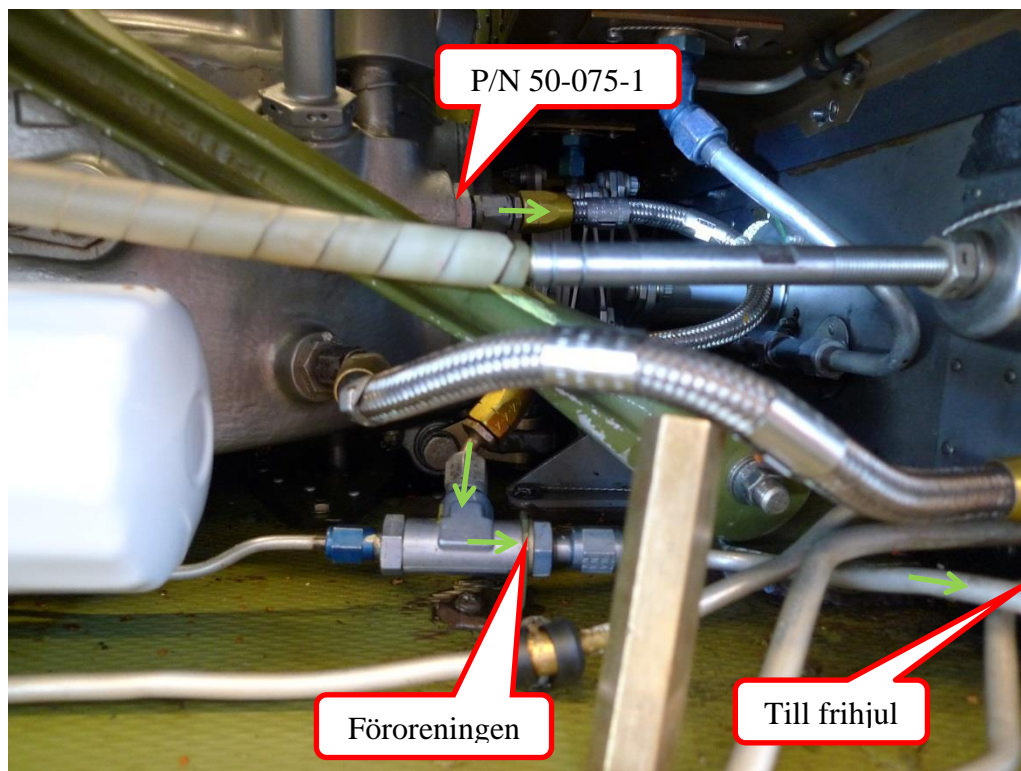
<sup>8</sup> SEM - Svepelektronmikroskop.

<sup>9</sup> FTIR (Fourier transform infra red) - kemiskt analysinstrument som detekterar grupper av kemiska bindningar.



Figur 8. Smörjsystem huvudtransmission och frihjul. Grön färg markerar trycksatt olja och rosa färg returoolja. Normalt oljetyck är mellan 2,1 och 3,5 bar. (Bell Maintenance & Overhaul Instructions).

TB 206-79-31 är en rekommenderad modifiering som var installerad. Denna innebär att ett filter med partnummer P/N 50-075-1 installerats.

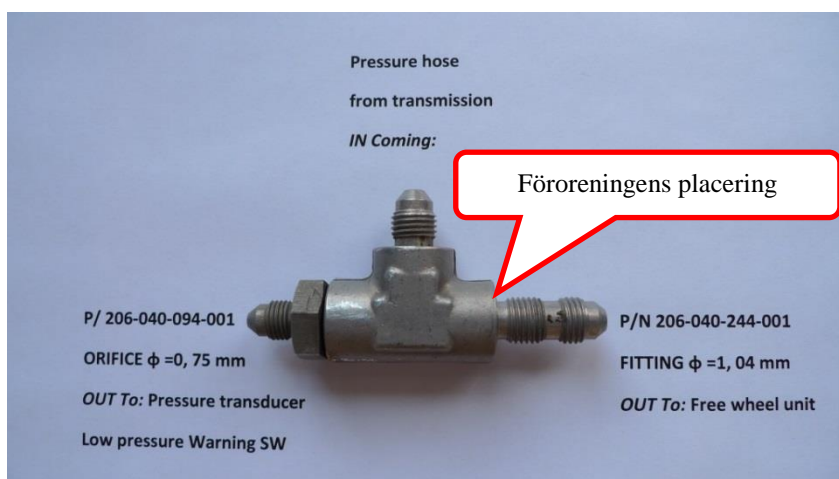


Figur 9. Delar av smörjsystemet till frihjulet.



Figur 10. Filter P/N 50-075-1. Vid undersökningen var filtret fritt från visuella föroreningar

Filter P/N 50-075-1 sitter monterat på huvudtransmissionen på den utgående smörjslingan till frihjulet, se figur 8. Efter filtret, men före strypningen, leds oljan i en slang som är ungefär en halv meter lång, se figur 9. Filtret och övriga delar ska enligt underhållssystemet kontrolleras var 1 500 gåntimme.



Figur 11. Ingående fysiska delar med munstycket till frihjulssmörjningen respektive tryckindikeringen på instrumentbrädan med varning för lågt oljetryck.

### 1.16.2 *Undersökning av rotormasten*

Haverikommissionen har undersökt masten i ett materiallaboratorium.



Figur 12. Övre delen av helikopterns mast.

Undersökningen visade att brottytorna hade sekundära skador på grund av "glidning" mellan de båda brottytorna. Ungefär 30 - 40 procent av snittet var oskadat och det kunde konstateras att denna del av brottytan inte uppvisade några spår av utmattning. Brottmoden var momentan överbelastning i vridning, dvs. ett skjuvbrott. Mastens materialsammansättning överensstämmer med de av tillverkaren angivna stålqualitéerna AMS 4340 och AMS 4340H.

Området runt det avskjuvade snittet undersöktes med magnetpulverprovning. Vid undersökningen framkom inga indikationer på sprickor eller defekter.

Motorns maximala effekt är 420 hk. Varvtalet och därmed momentet i motor och transmission växlas ner i flera steg. Varvtalet på rotormasten är 394 rpm vid 100 % rpm.

Mekanisk effekt definieras som  $Effekt = Mt \cdot \dot{\omega} = Mt \cdot n \cdot 2\pi/60$

$Mt =$  Moment vridande (Nm)

$\dot{\omega} =$  Vinkelhastighet (Rad/s)

$\pi = 3,14$

$n =$  varv/min

1 HK = 735,5 W

Vridmomentet på masten vid maximal effekt blir därmed:

$$M_t = \text{Effekt} / (n * 2\pi / 60) = 420 * 735,5 / (394 * 2\pi / 60) = 7\,491 \text{ Nm}$$

Mastens geometri i brottytan:

$$\varnothing_{\text{out}} = 50,9 \text{ mm}, \varnothing_{\text{in}} = 40,7 \text{ mm}$$

$$\text{Mastens vridmotstånd}, W_v = \pi(\varnothing_{\text{out}}^4 - \varnothing_{\text{in}}^4) / (16 * \varnothing_{\text{out}}) = 15\,300 \text{ mm}^3$$

$$\text{Skjuvspänningen}, T = M_t / W_v = 490 \text{ MPa}$$

Materialet i masten, AMS 4340, har en angiven dragbrottsänning av 2 070 MPa.

Genom von Mises hypotes<sup>10</sup>, skjuvspänning motsvarar dragspänning/ $\sqrt{3}$ , erhålls en skjuvbrottsänning av 1242 MPa.

Säkerhetsfaktorn vid statisk belastning vid full effekt är  $1\,242/490 = 2,6$ .

Helikoptermodellen hade en flygoperativ begränsning som medger att maximalt uttagen effekt motsvarar 317 hk vid 100% Tq. Detta innebär att den verkliga säkerhetsfaktorn är högre än den ovan framräknade.

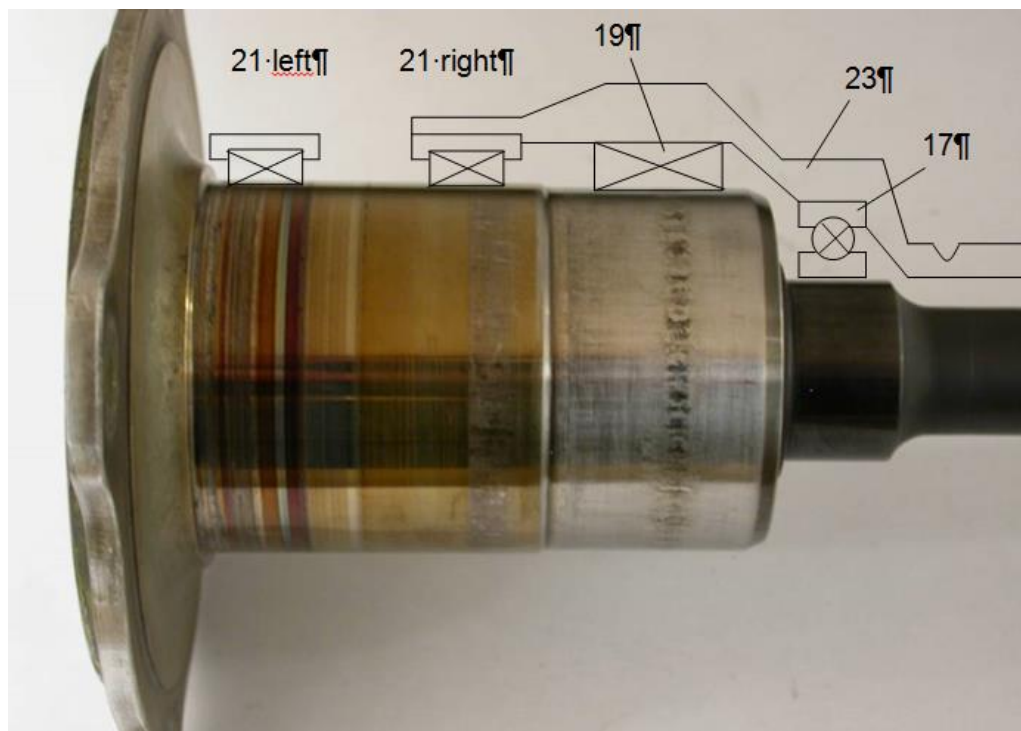
### 1.16.3 Frihjulet

Haverikommissionen har undersökt frihjulet. Alla frihjulets fyra lager visade skador och missfärgningar förorsakade av oljebrist. På motsvarande sätt var frihjulets yttre och inre kontaktytor och dess klossar skadade av brist på smörjning. Inga spånor förekom vid spånvarningssystemets indikeringsplugg på frihjulets returoljesida.

Såväl kontaktytorna för lager som frihjulskopplingen var värme-påverkade, men inte i den omfattningen att ythårdheten var nedsatt. Lagerytorna uppvisade färgförändring. Slitagemärken på innerdelen av klossarna i frihjulet och motsvarande kontaktytor visar att utsmetning av material ägt rum, se figur 13.

---

<sup>10</sup> von Mises hypotes – En i hållfasthetssammanhang allmänt vedertagen jämförelse mellan drag- och skjuvspänning.



Figur 13. Inre frihjulssaxel med schematisk beskrivning av lager och klossar. Frihjulets klossar är artikel 19 i bilden. Alla lager (artikel 21 L, 21 R och 17) var skadade på grund av bristande smörjning. (Foto: Exova)

#### **1.16.4 1 500 timmars inspektion av transmissionen**

Operatörens Part-145 verkstad hade genomfört en 1 500 timmars komponentinspektion av huvudtransmissionen den 21 november 2011. Vid detta arbete demonterades transmissionen från helikoptern och locket på transmissionen öppnades. Innan det var möjligt att öppna locket måste det befintliga tätningmedlet mellan lock och transmission avlägsnas.

Efter inspektionen återmonterades locket till transmissionen. Skarven mellan de båda delarna tätades utvändigt med ett polymert tätningmedel, i detta fall Pro Seal 890 Class B. Avslutningsvis återmonterades transmissionen i helikoptern och slangar samt övriga rotorkomponenter sattes på plats. Transmissionsolja återfylldes. Transmissionen monterades i helikoptern den 3 april 2012.

#### **1.16.5 Föreskrifter för en ren miljö vid underhållsarbete**

I föreskriften PART 145, avsnitt 145.A.25 Facility requirements, som är utgiven av EASA, anges i punkt (c) att om inte annat är särskilt angivet för den aktuella arbetsuppgiften föreskrivs följande:

Damm och andra luftburna föroreningar ska hållas till ett minimum och ska inte tillåtas att nå en nivå, vid arbetsområdet, då föroreningar på luftfartygs/komponenters ytor blir tydligt synliga.

Haverikommissionen har inte funnit några särskilda regler, i typcertifikatinnehavarens Maintenance Manual<sup>11</sup> eller operatörens Part 145 organisations MOE<sup>12</sup> om instruktioner avseende en ren miljö vid arbete med helikoptertypens transmission.

### **1.17 Operatörens organisation och ledning**

Operatören har lång erfarenhet av flygning i fjällvärlden och innehade tillstånd för bruksflyg av olika slag och kommersiell flygtransport.

Vidare hade operatören ett PART 145-tillstånd som bl.a. omfattade periodisk tillsyn, reparation och modifieringar.

### **1.18 Övrigt**

#### **1.18.1 Beskrivning av frihjulets användning vid flygning**

Beroende på hur helikoptern opereras belastas frihjulet i olika omfattning. Frihjulet är installerat som en säkerhetslösning för att en felfunktion på motorn inte ska bromsa huvudrotorn. Vid normal operation frikopplar frihjulet i samband med att motorn stängs av. Rotorsystemet fortsätter då att rotera tills det stannar.

Vid autorotationsövningar eftersträvas att i stora delar av flygningen hålla huvudrotorvarvtalet nära 100 %. Tillåtet rotorvarvtal vid autorotation är 90-107 %.

Beroende på höjd vid ingång i autorotation varierar flygtiden i övningen normalt mellan 30 och 100 sekunder. Autorotationsövningar ger större belastning på frihjulet än då motorn stängs av, eftersom skillnaden i varvtal mellan huvudrotor och motor då är större och oftast sker under längre tid. Dessutom sker en förnyad inkoppling vid pådrag efter autorotationsövningen.

#### **1.18.2 Andra händelser av notsvarande slag**

TSB Canada har utrett ett liknande fall med samma helikoptertyp då föroreningar i smörjsystemet till frihjulet medfört att frihjulet inte fungerat som avsett vilket medfört brusten rotormast. Vid den händelsen hade fukt kommit in i smörjsystemet och förorsakat korrosion som reducerat oljeflödet. I TSB Canadas rapport<sup>13</sup> konstateras att tillverkaren, Bell Helicopter, i en teknisk bulletin, TB 206-79-31, har rekommenderat att ett filter installeras på den utgående smörjslingan till frihjulet, se figur 9 och 10.

Den australiensiska luftfartsmyndigheten har med hänvisning till händelsen i Kanada och liknande tillbud i Australien rekommenderat

<sup>11</sup> Maintenance Manual – Underhållsföreskrifter.

<sup>12</sup> MOE – Maintenance Organisation Exposition (Underhållsorganisationens verksamhetshandbok).

<sup>13</sup> TSB Canada Aviation Investigation Report A11C0152.

operatörer att installera det filter som avses i Bell Helicopters tekniska bulletin samt att även kontrollera filtret med viss regelbundenhet.<sup>14</sup>

**1.18.3 Miljöaspekter**

Inte aktuellt.

**1.19 Särskilda eller verkningsfulla utredningsmetoder**

Inga.

---

<sup>14</sup> Airworthiness Bulletin AWB 62-002, issue 3, 27 november 2013.



## 2. ANALYS

### 2.1 Flygningen

Besättningen höll sig inom de begränsningar som framgår av flyghandboken. Inflygningar och landningar utfördes med rekommenderade rotorvarvtal. Den avslutande landningen var normal för övningen. Varken miljömässiga eller flygoperationella faktorer bidrog till olyckan.

### 2.2 Olycksförloppet

Det är sannolikt att den lilla bit tätningssmedel som fastnade i munstycket (strypningen) hamnade i slangen mellan filtret och strypningen i samband med arbeten på helikoptern vid 1 500 timmarsinspektionen.

Utredningen har inte kunnat fastställa under hur lång tid frihjulet varit utan tillräcklig smörjning. Bristen på smörjning har bl.a. medfört en förhöjning av temperaturen i frihjulet. Detta har sannolikt skadat frihjulets klossar varvid frihjulet inte fungerat på avsett sätt.

De tjugotal autorotationer som utfördes flygtimmarna före olyckan har sannolikt varit avgörande då skadorna uppkommer fortare när frihjulet inte hinner kylas av mellan övningarna.

Materialanalysen visar att masten vridits av pga. överbelastning. Haverikommissionens beräkning visar att säkerhetsfaktorn till vridbrott är minst 2,6 vid statisk belastning med full motoreffekt. För att åstadkomma ett överbelastningsbrott krävs således ett ökat moment genom dynamiska effekter.

Ett rimligt scenario är att brottet kan ha uppkommit stegvis i samband med pådragen efter de föregående autorotationerna, vilket skulle kunna innebära att endast en del av masten var intakt före den sista landningen.

Det är troligt att frihjulet vid tidigare autorotationer släppte som avsett, men inte kopplade in när friturbinens varvtal skulle möta rotorns varvtal samtidigt som rotorn varvade ner. Om friturbinens varvtal var betydligt högre än rotorns då klossarna kopplade in, eventuellt hastigare än normalt, uppstod ett dynamiskt momenttillskott. Den energi som fanns upplagrad i motorn och transmissionen bromsades av trögheten i huvudrotorn, varvid momentet på masten översteg brotthållfastheten.

Hur stort ett sådant momenttillskott blir beror på varvtalsskillnaden, masströgheten i motorsystemet och hur fort kopplingen sker. Av dessa tre variabler går inte varvtalsskillnaden och inkopplingstiden att fastställa, vilket medför att förloppet inte går att bestämma rent numeriskt.

Det står dock klart att varvtalsskillnadens storlek mellan friturbin och rotor är avgörande för vilken energi som finns upplagrad och kan omvandlas till den kraft som överförs till rotormasten.

I det fall frihjulet inte kopplar in när friturbinens varvtal ökar och går förbi rotorvarvtalet blir motståndet för friturbinen lågt, vilket medför att varvtalsökningen kan ske mycket hastigt. Detta medför att det kan vara svårt för besättningen att hinna uppfatta skeendet.

### **2.3 Känsligheten för föroreningar i frihjulets smörjsystem**

I det aktuella fallet var föroreningen av storleken 1,4 x 4,2 mm. Då strypningens diameter är 1,1 mm räcker det med en kula med diametern 1,2 mm för att helt blockera strypningen.

De generella föreskrifterna anger att föroreningar i arbetsområdet inte får överstiga en nivå där de blir tydligt synliga på ett luftfartygs ytor.

Haverikommissionens tolkning är att enstaka föroreningar med någon millimeters storlek kan förekomma innan det blir tydligt synligt på ett luftfartygs yta.

Detta medför att det finns en risk för att föroreningar, som kan leda till katastrofala följder kan komma in i systemet vid underhållsarbete.

### **3. UTLÅTANDE**

#### **3.1 Undersökningsresultat**

- a) Bestättningen hade behörighet att utföra flygningen.
- b) Helikoptern hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis.
- c) Helikoptern opererades i enlighet med flyghandboken
- d) Bell Helicopters bulletin TB 206-79-31 om introduktion av filter i frihjulssmörjningen var införd.
- e) En förorening hade kommit in i ett område mellan ett filter och strypningen av oljeflödet till frihjulet.
- f) Genom föroreningen reducerades oljeflödet till frihjulet under en kritisk nivå för godtagbar smörjning.
- g) Rotormasten brast pga. överbelastning genom dynamiska effekter.

#### **3.2 Orsaker till olyckan**

Olyckan orsakades av att utformningen av frihjulets smörjsystem medgav att en förorening av en sådan storlek som kan förekomma i en Part 145 verkstad kunde blockera oljeflödet till frihjulet.

#### 4. REKOMMENDATIONER

EASA rekommenderas att tillse att:

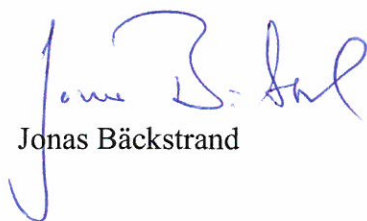
- verka för att oljesystemets känslighet för föroreningar minskas. (RL 2014:09 R1)
- verka för att operatörer av helikoptertypen ges information och förslag på förebyggande åtgärder med avseende på risken för kontaminering av frihulets smörjsystem. (RL 2014:09 R2)

Transport Canada rekommenderas att:

- verka för att oljesystemets känslighet för föroreningar minskas. (RL 2014:09 R3).
- verka för att operatörer av helikoptertypen ges information och förslag på förebyggande åtgärder med avseende på risken för kontaminering av frihulets smörjsystem. (RL 2014:09 R4)

SHK emotser besked senast den **6 oktober 2014** om vilka åtgärder som har vidtagits med anledning av de rekommendationer som har lämnats i rapporten.

På haverikommissionens vägnar

  
Jonas Bäckstrand

  
Sakari Havbrandt