



## Tutkintaselostus

C1/2009L

# Helikopterionnettomuus Pyhäselässä 5.2.2009

OH-HWH

Hughes 369D

Kansainvälisen siviili-ilmailun yleissopimuksen liitteen 13 (Annex 13) kohdan 3.1 mukaan ilmailuonnettomuuden ja sen vaaratilanteen tutkinnan tarkoituksena on onnettomuuksien ehkäiseminen. Tutkintaselostuksen tarkoituksena ei ole käsitellä onnettomuudesta mahdollisesti johtuvaa vastuuta tai vahingonkorvausvelvollisuutta. Tämä perussääntö on ilmaistu myös onnettomuuksien tutkinnasta annetussa laissa (373/85) sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa (EU) N:o 996/2010. Tutkintaselostuksen käyttämistä muuhun tarkoitukseen kuin turvallisuuden parantamiseen on vältettävä.

**Onnettomuustutkintakeskus**  
**Centralen för undersökning av olyckor**  
**Accident Investigation Board**

**Osoite / Address:** Sörnäisten rantatie 33 C **Address:** Sörnäs strandväg 33 C  
FIN-00500 HELSINKI 00500 HELSINGFORS

**Puhelin / Telefon:** (09) 1606 7643  
**Telephone:** +358 9 1606 7643

**Fax:** (09) 1606 7811  
**Fax:** +358 9 1606 7811

**Sähköposti:** onnettomuustutkinta@om.fi tai etunimi.sukunimi@om.fi  
**E-post:** onnettomuustutkinta@om.fi eller förnamn.släktnamn@om.fi  
**Email:** onnettomuustutkinta@om.fi or first name.last name@om.fi

**Internet:** [www.onnettomuustutkinta.fi](http://www.onnettomuustutkinta.fi)

**Henkilöstö / Personal / Personnel:**

Johtaja / Direktör / Director Veli-Pekka Nurmi

Hallintopäällikkö / Förvaltningsdirektör / Administrative Director Pirjo Valkama-Joutsen  
Osastosihteeri / Avdelningssekreterare / Assistant Sini Järvi  
Toimistosihteeri / Byråsekreterare / Assistant Leena Leskelä

Ilmailuonnettomuudet / Flygolyckor / Aviation accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Air Accident Investigator Markus Bergman  
Erikoistutkija / Utredare / Air Accident Investigator Tii-Maria Siitonen

Raideliikenneonnettomuudet / Spårtrafikolyckor / Rail accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Rail Accident Investigator Esko Värhtiö  
Erikoistutkija / Utredare / Rail Accident Investigator Reijo Mynttinen

Vesiliikenneonnettomuudet / Sjöfartsolyckor / Marine accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Marine Accident Investigator Martti Heikkilä  
Erikoistutkija / Utredare / Marine Accident Investigator Risto Repo

Muut onnettomuudet / Övriga olyckor / Other accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Accident Investigator Kai Valonen

---

## TIIVISTELMÄ

Pyhäselän Rasikummissa tapahtui torstaina 5.2.2009 kello 12.46 lento-onnettomuus, jossa sähkölinjan latvasahauslennolla ollut Hughes 369D -tyyppinen helikopteri, rekisteritunnukseltaan OH-HWH putosi maahan. Helikopterissa yksin ollut ohjaaja loukkaantui lievästi. Helikopteri tuhoutui. Onnettomuustutkintakeskus asetti 16.2.2009 päätöksellään C1/2009L onnettomuutta tutkimaan tutkintalautakunnan. Sen puheenjohtajaksi nimettiin tutkija Juhani Hipeli sekä jäseniksi tutkija Hans Tefke ja kapteeni Juha Kepsu. Tekniseksi asiantuntijaksi nimettiin opettaja Hannu Kokkonen.

Helikopteri oli varustettu 302 kg painavalla ja 17 metriä helikopterin alapuolelle ulottuvalla latvasahalla. Helikopteri tankattiin maassa edellisen lennon jälkeen moottorin käydessä joutokäyntiä. Tällöin havaittiin  $N_1$ -joutokäyntikierrosluvun olevan 61 %, lentokäsikirjan ohjearvon ollessa 64–65 %. Moottorin testauksen ja ohjaajan vaihdon jälkeen päätettiin lähteä seuraavalle lennolle. Kymmenen minuutin lennon jälkeen sahattaessa puunlatvoja leijunnassa helikopterin moottori menetti äkillisesti tehonsa. Ennalta arvaamattomasti syntyneessä tilanteessa ohjaajalla ei ollut muuta mahdollisuutta, kuin ohjata helikopteri metsään. Maahantulon yhteydessä helikopteri kaatui vasemmalle kyljelleen. Maassa ohjaaja ei onnistunut sammuttamaan helikopterin moottoria, vaan se jäi käymään. Ohjaaja ilmoitti onnettomuudesta radiopuhelimella lennonvalvojalle ja onnistui sen jälkeen poistumaan helikopterista omin toimenpitein.

Helikopterin moottorin tutkinnassa havaittiin polttoainesäätimen laakerin rikkoutuneen. Laboratoriotutkimuksissa laakerin rikkoutumisen syyksi paljastui laakerin puutteellinen voitelu. Tutkimuksissa selvisi, että voiteluaineena käytetty rasva oli vaatimusten mukaista ja että laakerin osissa käytetyt materiaalit olivat koostumukseltaan vaatimusten mukaiset. Tutkimuksissa pyrittiin selvittämään laakerin puutteelliseen voiteluun mahdollisesti vaikuttaneet tekijät. Neljä mahdollista tekijää määriteltiin, mutta mitään niistä ei voitu varmuudella vahvistaa eikä sulkea pois. Tutkinnassa kiinnitettiin huomiota myös siihen, ettei lentoonlähtöpäätöstä tehtäessä noudatettu lentokäsikirjan  $N_1$ -joutokäyntikierrosluvuvaatimusta. Ohjearvoa alhaisempi  $N_1$ -joutokäyntikierrosluku oli todennäköisesti oire jo ennen lentoa alkaneesta viasta.

Onnettomuuden syynä oli helikopterin moottorin polttoainesäätimen laakerin rikkoutuminen sen puutteellisen voitelun seurauksena. Polttoainesäätimeen syntynyt toimintahäiriö johti moottorin äkilliseen tehonmenetykseen ja pakkolaskuun, jossa helikopteri tuhoutui. Laakerin puutteellisen voitelun mahdollisia syytekijöitä olivat voiteluaineen voitelutehon huononeminen pitkän varastointiajan vuoksi, halkeama tai sellainen vaurio laakerissa, että voiteluaine ei pysynyt laakerin sisällä, leijuntatyöstä aiheutuvan jatkuvan tehon säätötarpeen aiheuttama kuluminen tai laakerin valmistusvirhe, jolloin laakeriin on tullut voiteluainetta liian vähän. Mitään kyseisistä syytekijöistä ei voitu varmuudella vahvistaa eikä sulkea pois.

Myötävaikuttavana tekijänä oli päätös lähteä lennolle, vaikka  $N_1$ -joutokäyntikierrosluku ei ollut lentokäsikirjan mukaisissa rajoissa. Pienintä sallittua arvoa alhaisempi joutokäyntikierrosluku oli mitä todennäköisimmin oire jo ennen lentoa alkaneesta viasta.

Tutkintalautakunta ei esittänyt turvallisuussuosituksia.





## SAMMANDRAG

### HELIKOPTEROLYCKA I PYHÄSELKÄ 2009-2-5

Vid Rasikumpu i Pyhäselkä inträffade 2009-02-05 klockan 12:46 en flygolycka, där en helikopter av typ Hughes 369D, registreringsbeteckning OH-HWH störtade under en toppkapsningsflygning vid elledning. Piloten, som var ensam i helikoptern, skadades lindrigt. Helikoptern totalhavere-rade. Centralen för undersökning av olyckor tillsatte 2009-02-16 med sitt beslut C1/2009L en haveriutredning för att undersöka olyckan. Till ordförande utsågs utredare Juhani Hipeli och till medlem utredare Hans Tefke och kapten Juha Kepsu. Som teknisk expert utsågs lärare Hannu Kokkonen.

Helikoptern var försedd med en toppsåg som vägde 302 kg och nådde 17 meter under helikop-tern. Helikoptern tankades på marken efter föregående flygning med motorn på tomgång. Därvid fann man att N1-tomgångsvarvtalet var 61 %, medan flyghandbokens riktvärden angav 64–65 %. Efter test av motorn och byte av pilot beslöt man att starta nästa flygning. Efter tio minuters flygning vid sågning av trädtoppar i hovringsläge förlorade helikopterns motor plötsligt effekten. I den oförutsedda situationen hade piloten ingen annan möjlighet än att styra helikoptern mot skogen. När helikoptern tog mark välte helikoptern och la sig på vänster sida. På marken lyckades piloten inte stänga av helikopterns motor, utan den fortsatte att gå. Piloten anmälde olyckshändelsen till ledaren för flygverksamhet via radion och lyckades därefter själv lämna helikoptern.

Vid undersökning av helikopterns motor konstaterade man att bränsleregulatorns lager var tra-sigt. Vid laboratorieundersökning av orsaken till lagerhaveriet konstaterades att lagrets smörjning var bristfällig. Undersökningen visade, att det fett som använts vid smörjningen uppfyllde kraven och att det material som använts i lagrets delar uppfyllde kraven. Vid undersökningen strävade man efter att klarlägga orsakerna som hade bidragit till lagrets bristande smörjning. Fyra möjliga faktorer fastställdes, men ingen av dessa kunde med säkerhet verifieras eller uteslutas. Vid un-dersökningen uppmärksammade man även, att flyghandbokens krav på varvtal vid N1-tomgång inte hade uppfyllts. Det lägre N1-tomgångsvarvtalet var sannolikt ett symptom på det fel som fanns redan innan flygningen påbörjades.

Orsaken till olyckan var ett haveri av lagret till motorns bränsleregulator beroende på bristfällig smörjning. Funktionsfelet i bränsleregulatorn ledde till en plötslig effektminskning i motorn och en nödlandning, varvid helikoptern totalförstördes. Möjliga orsaker till lagrets bristfälliga smörjning var att smörjmedlets smörjeffekt hade avtagit på grund av långvarig lagring, spricka eller sådan skada i lagret att smörjmedlet inte kunde hållas kvar i lagret, den ständiga effektomställningen beroende på hovringsarbetet som orsakat slitage eller tillverkningsfel i lagret, som lett till att lagret fått för lite smörjmedel. Ingen av ovanstående faktorer kunde med säkerhet verifieras eller uteslu-tas.

En bidragande orsak var beslutet att starta flygningen trots att N1-tomgångsvarvtalet inte låg inom de gränser som angavs i flyghandboken. Att tomgångsvarvtalet låg under det minsta tillåtna värdet var mycket sannolikt ett symptom på det fel som börjat inträffa redan innan flygningen.

Haveriutredningen utfärdade inga säkerhetsrekommendationer.





## SUMMARY

### HELICOPTER COLLISION WITH THE GROUND AT PYHÄSELKÄ ON 5 FEBRUARY 2009

An accident occurred at Pyhäselkä on Thursday, 5 February 2009 at 12:46. A Hughes 369D helicopter, registration OH-HWH, collided with the ground on a power line sawing flight. The pilot, who was the sole occupant in the helicopter, sustained minor injuries. The helicopter was destroyed. On 16 February 2009 Accident Investigation Board of Finland appointed investigation commission C1/2009L for this incident. Investigator Juhani Hipeli was named Investigator-in-Charge, accompanied by Investigator Hans Tefke and Captain Juha Kepsu serving as members of the commission. Mr. Hannu Kokkonen, a teacher of aircraft maintenance, was designated as technical expert to the commission.

The helicopter was equipped with a topping saw (heli-saw) weighing 302 kg and hanging 17 metres below the helicopter. Following its previous flight the helicopter was refuelled while the engine was idling. At this time it was noticed that the  $N_1$  idle RPM was 61%, whereas according to the flight manual the desired value is 64–65%. After an engine runup and pilot change it was decided that the aircraft could take off again. After ten minutes of treetop trimming in hover the engine suddenly lost power. In the sudden, unexpected circumstances the pilot's only option was to steer the helicopter into the woods. When the helicopter hit the ground it tipped over onto its left side. On the ground the pilot was unable to turn the engine off. The pilot reported the accident to the flight's supervisor by radio after which he managed to get out the helicopter on his own.

When the helicopter's engine was inspected, it was detected that the bearing of the Gas Producer Fuel Control Unit was broken. Laboratory tests concluded that the bearing failed due to insufficient lubrication of the spool bearing. Tests established that the grease that was used as the lubricant met the requirements and that the materials used in bearing components met their requirements. The investigation aimed at determining the factors that possibly contributed to the insufficient lubrication of the bearing. While four possible factors were determined, none of them could be definitively confirmed or eliminated. The investigation also called attention to the fact that the RFM's  $N_1$  idle RPM requirement was not followed when the decision was made to take off again. The  $N_1$  idle RPM that was lower than the desired value was possibly a symptom of a defect that was already present before the flight.

The accident was caused when the bearing of the Gas Producer Fuel Control Unit failed due to insufficient lubrication. The malfunction of the Fuel Control Unit caused a sudden loss of engine power that resulted in an emergency landing in which the helicopter was destroyed. Possible causes for degraded lubrication could be attributed to shelf life, a flaw or impact damage that prevented the bearing from retaining its lubrication, wear due to continuous fuel scheduling variations due to hovering operations, or a manufacturing flaw resulting from an insufficient amount of lubricant. None of the aforementioned factors could be definitively confirmed or eliminated.

The decision to take off again even though the  $N_1$  idle RPM was not within the flight manual's limits was a contributing factor. It is highly likely that the  $N_1$  idle RPM that was lower than the desired value was a symptom of a defect that was already present before the flight.



The investigation commission made no safety recommendations.



## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	III
SAMMANDRAG.....	V
SUMMARY .....	VII
KÄYTETYT LYHENTEET .....	XI
ALKUSANAT .....	XIII
1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET .....	1
1.1 Onnettomuuslento.....	1
1.1.1 Tapahtumat ennen lentoa .....	1
1.1.2 Tapahtumat lennolla.....	1
1.2 Henkilövahingot.....	3
1.3 Ilma-aluksen vahingot .....	3
1.4 Muut vahingot.....	3
1.5 Henkilöstö .....	4
1.6 Ilma-alus.....	4
1.6.1 Perustiedot .....	4
1.6.2 Lentokelpoisuus .....	5
1.6.3 Massa ja massakeskiö .....	5
1.7 Sää.....	6
1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat .....	6
1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet .....	6
1.10 Lentopaikka.....	6
1.11 Lennonrekisteröintilaitteet .....	6
1.12 Onnettomuuspaikan ja ilma-aluksen jäännösten tarkastus .....	6
1.12.1 Onnettomuuspaikka .....	6
1.12.2 Ilma-aluksen jäännösten tarkastus .....	7
1.13 Lääketieteelliset tutkimukset .....	7
1.14 Tulipalo.....	7
1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat .....	7
1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset.....	8
1.16.1 Helikopterin teknillinen tutkimus .....	8
1.16.2 Moottorin polttoainesäätimien tutkimus .....	11
1.16.3 Satelliittipaikannuslaitteen tutkimus.....	13
1.17 Organisaatiot ja johtaminen.....	13
1.17.1 Yleistä .....	13
1.17.2 Lentotoiminta.....	13
1.17.3 Huoltotoiminta .....	13



2	ANALYYSI .....	15
2.1	Onnettomuuslento .....	15
2.1.1	Lenolle valmistautuminen.....	15
2.1.2	Tapahtumat lennolla .....	15
2.1.3	Tapahtumat lennon jälkeen.....	16
2.2	Helikopterin tekninen kunto.....	16
2.3	Helikopterin lentokelpoisuus .....	17
2.4	Lentotoiminnan johtaminen.....	17
3	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	19
3.1	Toteamukset .....	19
3.2	Onnettomuuden syyt.....	20
4	TURVALLISUUSSUOSITUKSET .....	23
4.1	Tutkinnan aikana toteutetut toimenpiteet .....	23
4.2	Turvallisuussuosituksset.....	23



## KÄYTETYT LYHENTEET

Lyhenne	Englanniksi	Suomeksi
cl/dl	centiliter/deciliter	senttilitra/desilitra
CPL(H)	Commercial Pilot Licence (Helicopter)	ansiolentäjän lupakirja (helikopteri)
FAA	Federal Aviation Administration	Yhdysvaltain ilmailuviranomainen
FCU	Fuel Control Unit	polttoainesäädin (N <sub>1</sub> -säädin)
GPS	Global Positioning System	maailmanlaajuinen satelliittipaikannusjärjestelmä
HE	Honeywell Engineering	
hPa	hectopascal	hehtopascal (ilmanpaineen yksikkö)
kg	kilograms	kilogramma
lb	pound	naula (painon yksikkö)
m	meter(s)	metri(ä)
N <sub>1</sub> RPM	Gas producer speed	ahdinturbiinin kierros-luku
N <sub>2</sub> RPM	Power turbine speed	työturbiinin kierros-luku
N <sub>R</sub> RPM	Rotor speed	roottorin kierros-luku
NTSB	National Transportation Safety Board	Yhdysvaltain onnettomuustutkinta- viranomainen
OTKES	Accident Investigation Board	Onnettomuustutkintakeskus
P <sub>c</sub>	Compressor discharge air pressure	ahtimen jälkeinen servopaine
PTG	Power Turbine Governor	työturbiinisäädin (N <sub>2</sub> -säädin)
P <sub>x</sub>	Acceleration bellows pressure	kiihtyvyysspalkeen paine
QNH	Altimeter sub-scale setting to obtain elevation when on the ground	korkeusmittarin asetus, jolla maassa oltaessa saadaan korkeustaso meren-pinnasta standardiolosuhteissa
RRC	Rolls-Royce Corporation	



UTC

Coordinated universal time

Koordinoitu maailmanaika

## ALKUSANAT

Pyhäselän Rasikummussa tapahtui torstaina 5.2.2009 kello 12.46 (ajat ovat Suomen aikaa, UTC+2 tuntia) lento-onnettomuus, jossa sähkölinjan latvasahauslennolla ollut ruotsalaisen Malmkogens Aerocenter AB:n omistama ja suomalaisen Heliwest Oy:n operoima Hughes 369D -tyyppinen helikopteri OH-HWH putosi maahan ja tuhoutui. Helikopterissa yksin ollut ohjaaja loukkaantui lievästi. Helikopterin oli valmistanut Hughes Helicopters Inc. vuonna 1980.

Onnettomuustutkintakeskus asetti 16.2.2009 päätöksellään C1/2009L onnettomuutta tutkimaan tutkintalautakunnan. Sen puheenjohtajaksi nimettiin tutkija Juhani Hipeli sekä jäseniksi tutkija Hans Tefke ja kapteeni Juha Kepsu. Tekniseksi asiantuntijaksi nimettiin opettaja Hannu Kokkonen.

Helikopterin moottorin tutkinnassa kävi ilmi, että moottorin polttoainesäätimen laakeri oli rikkoutunut. Tutkintalautakunta lähetti 5.6.2009 moottorin molemmat säätimet yksityiskohtaisiin tutkimuksiin USA:han. Tutkinta tehtiin yhteistyönä säätimien valmistajan Honeywell Engineeringin (HE) ja moottorin valmistajaa edustavan Rolls-Royce Corporationin (RRC) kesken. Yhdysvaltain ilmailuviranomaisen, Federal Aviation Administration (FAA), edustaja valvoi tutkimusta USA:n onnettomuustutkintaviranomaisen, National Transportation Safety Board (NTSB), pyynnöstä. Tutkimusraportti valmistui 2.9.2009. Tämän jälkeen HE ja RRC jatkoivat polttoainesäätimen laakerin rikkoutumisen perussyiden selvittämistä. Tutkimuksen loppuyhteenveto valmistui 13.9.2010.

Tutkintaselostus käännettiin englannin kielelle.

Tutkintalautakunta pyysi tutkintaselostuksen luonnoksesta lausunnot Trafi Ilmailulta, Finavia Oyj:ltä, NTSB:n välityksellä HE:itä ja RRC:itä sekä kommentit asianosaisilta. Lausunnot ja kommentit saatiin 8.3.2011 mennessä ja niissä ei esitetty muutoksia luonnokseen.

Tutkinta saatiin päätökseen 9.3.2011. Tutkinnassa käytetty lähdeaineisto on taltioituna Onnettomuustutkintakeskuksessa.



## **1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET**

### **1.1 Onnettomuuslento**

#### **1.1.1 Tapahtumat ennen lentoa**

Ohjaaja lensi helikopterilla päivän ensimmäisen lennon siirtolentona Imatralta Pyhäselkään. Lennon kesto oli 1 tunti 15 minuuttia ja lasku sahaustyön tilapäiselle lentopaikalle tapahtui kello 9.50. Maahenkilöstön valmisteleva latvasaha asennettiin tämän jälkeen helikopteriin. Pyhäselän alueella oltiin aloittamassa sähkölinjojen raivausta, jolloin latvasahalla katkaistaan linjojen ylipitkät reunapuut. Latvasaha on polttomootorikäyttöinen kahdella pyörivällä vaakatasoon asennetulla halkaisijaltaan noin metrin kokoisella terällä varustettu saha. Sahan korkeus puomeineen on noin 17 metriä. Sahavarustuksen kokonaispaino on 302 kg. Sahaustyötä varten ohjaamon vasen ovi oli korvattu alaosaltaan matalalla ovella ja yläosaltaan ulkonevalla suojakuvulla, jonka alta ohjaaja näkee koneen alla riippuvan sahan. Sahauskorkeuden määrittämistä varten puomiin oli asennettu kaksi videokameraa, joiden näytöt oli asennettu ohjaajan eteen kuomun kehykseen. Sahaustennoilla helikopteria ohjataan vasemmalta puolelta.

Ohjaaja ja hänen lentojensa valvojana ja kouluttajana toiminut yrityksen lentotoiminnanjohtaja ruokailivat ennen sahaustyön aloittamista. Ensimmäisen sahauslennon lensi lentotoiminnanjohtaja kello 11.25–12.31 välisenä aikana. Omaan koulutukseensa liittyen ohjaaja seurasi sahausta maasta sahaustyötä avustavan laadunvalvojan kanssa.

Lennon päätyttyä helikopteri tankattiin maassa lentotoiminnanjohtajan istuessa ohjaamossa ja moottorin käydessä joutokäyntiä. Tällöin lentotoiminnanjohtaja havaitsi moottorin  $N_1$ -joutokäyntikierrosluvun olevan 61 %. Kertomansa mukaan hän kiinnitti poikkeavaan arvoon huomiota, koska tavallisesti joutokäyntikierrosluku oli 63–64 %. Lentotoiminnanjohtaja testasi moottorin toimintaa nostamalla kierrosluvun lentoarvoille. Ohjaamon lämmityksen, moottorin jäänestön ja generaattorin päältä pois kytkennät eivät muuttaneet kierroslukua. Kierrosluku ei muuttunut myöskään kytkettäessä generaattori takaisin päälle. Lentotoiminnanjohtaja ja ohjaaja keskustelivat epätavallisesta joutokäyntikierrosluvusta, jolloin todettiin, että päivän molempien lentojen alussa  $N_1$ -joutokäyntikierrosluku oli ollut 63–64 %. Poikkeava kierrosluku ei aiheuttanut toimenpiteitä. Tämän jälkeen tapahtui ohjaajan vaihto.

#### **1.1.2 Tapahtumat lennolla**

Lentoonlähtö tapahtui kello 12.36. Pian lentoonlähdön jälkeen ohjaajan huomio kiinnittyi roottorin kierrosukuosoittimen ( $N_R$ ) pieneen heilahteluun (ohjaajan mukaan viiputus). Ohjaaja kysyi radiopuhelimella edellisen lennon lentäneeltä lentotoiminnanjohtajalta oliko tämä havainnut kyseistä heilahtelua. Myönteisen vastauksen saatuaan ohjaaja jatkoi lentoa sahaustyön aloituskohtaan, joka oli noin 5 km tilapäiseltä lentopaikalta pohjoisluoteeseen. Ohjaaja ei ollut itse havainnut  $N_R$ -kierrosukuosoittimen heilahtelua aamun ensimmäisellä lennolla.

Ohjaaja aloitti sahaustyön kello 12.41 sahaten noin suunnassa 140°-160° olevan 110 kV:n sähkölinjan kulkusuunnassa vasemmalla puolella olevan puuston latvustoja. Lennonvalvojana toiminut lentotoiminnanjohtaja ja laadunvalvoja saapuivat autolla seuraamaan ohjaajan sahaustyöskentelyä. Maasta seuraten sahaus näytti etenevän ongelmitta. Noin viiden minuutin sahaamisen jälkeen ohjaaja kuuli moottorin sammumisesta ja matalasta roottorin kierrosluvusta varoittavan ENG OUT-varoitusaänen. Välittömästi tämän jälkeen hän totesi  $N_R$ -kierrosluvun laskevan. Kertomansa mukaan ohjaaja yritti lisätä kierroslukua laskemalla hiukan noususauvaa ja kääntämällä kiertokaasua. Kiertokaasu oli kuitenkin jo täysin auki. Moottorin tehon menetyksen takia helikopteri vajosi. Ohjaajan onnistui ohjata se linjan vasemmalle puolelle metsään.

Alas tullessaan helikopteri kääntyi oikean kautta kohti sähkölinjaa kaatuen vasemmalle kyljelleen. Kaikki pääroottorin lavat katkesivat navan läheltä maahan osuessaan. Sahaa kannattava puomi vääntyi kaarelle helikopterin ja sahan väliin. Kaatumisen yhteydessä ohjaajan pää jäi puristuksiin maan ja helikopterin rakenteiden väliin. Ohjaajan onnistui kuitenkin vapauttaa päänsä puristuksesta. Hän ei onnistunut sammuttamaan helikopterin moottoria noususauvasta helikopterin asennon ja vasempaan käteensä saamansa vamman takia. Ohjaaja ei pystynyt vetämään polttoaineen sulkuventtiiliä (Fuel Shut-off Valve) kiinni-asentoon järjestelmän jäykkyyden ja käsien liukkauden takia. Moottori jäi käyntiin, jolloin maston pyöriessä pääroottorin lavan tyvet kaivoivat kuopan maahan. Istuinvyöt avattuaan ohjaaja poistui ohjaamosta rikkoontuneen tuulilasin kautta.

Onnettomuus tapahtui kello 12.46. Tapahtumalla ei ollut silminnäkijöitä. Sahaustyökohdan siirtyessä eteenpäin lähti lentotoiminnanjohtaja kääntämään autoa paikkaan, josta helikopteri ei ollut nähtävissä. Palatessaan takaisin noin minuutin kuluttua lentotoiminnanjohtaja ei nähnyt helikopteria. Hän kutsui sitä radiopuhelimella saamatta vastausta. Helikopteria tiedusteltiin puhelimella myös tilapäiseltä lentopaikalta. Hetken kuluttua ohjaaja ilmoitti radiopuhelimella onnettomuuden tapahtuneen. Lentotoiminnanjohtaja ilmoitti onnettomuudesta hätäkeskukseen kello 12.49.





Kuva 1. Helikopteri onnettomuuden jälkeen

## 1.2 Henkilövahingot

Ohjaaja sai vammoja päähänsä ja vasempaan käteensä.

Vammat	Miehistö	Matkustajat	Muut
Kuolemaan johtaneet	-	-	-
Vakavat	-	-	-
Lievät/ei vammoja	1	-	-

## 1.3 Ilma-aluksen vahingot

Helikopteri tuhoutui.

## 1.4 Muut vahingot

Helikopterin pudotessa vaurioitui muutamia pieniä ja keskikokoisia puita. Raivaustöiden yhteydessä jouduttiin joitakin puita kaatamaan helikopterin ympäriltä. Poltto- tai voiteluaineita ei vuotanut maastoon.



## 1.5 Henkilöstö

- Ohjaaja:** Ikä 51 vuotta.
- Lupakirjat:** Helikopteriansiolentäjä CPL(H), voimassa 2.11.2012 saakka.
- Lääketieteellinen kelpoisuustodistus:** Luokka 1, voimassa 26.6.2009 saakka.
- Kelpuutukset:** Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia ja laskua
Kaikilla kone-tyypeillä	7 h 9 laskua	7 h 9 laskua	55 h 117 laskua	5005 h 14193 laskua
Ko. ilma-alustyyppillä	7 h 9 laskua	7 h 9 laskua	40 h 101 laskua	600 h 500 laskua

Ohjaajan lentokokemus ulkopuolisen kuorman kanssa oli 1100 tuntia. Sahauslentoja ohjaaja oli lentänyt 32 tuntia.

## 1.6 Ilma-alus

### 1.6.1 Perustiedot

Hughes 369D on yhdellä Allison 250-C20B kaasuturbiinimoottorilla varustettu viisipaikainen metallirakenteinen kevyt helikopteri.

#### Helikopteri:

- Tyyppi:** Hughes 369D
- Rekisteritunnus:** OH-HWH
- Rekisterinumero:** 1761
- Valmistaja:** Hughes Helicopters Inc.
- Valmistusnumero:** 500702D
- Valmistusvuosi:** 1980
- Suurin lentoonlähtömassa:** 3000 lb (1360 kg) ilman ulkoista kuormaa  
3550 lb (1610 kg) ulkoisen kuorman kanssa

Omistaja:	Malmskogens Aerocenter Aktiebolag, Linköping, Ruotsi
Käyttäjä:	Heliwest Oy
Helikopterilla oli lennetty:	12380 tuntia
<b>Moottori:</b>	
Tyyppi:	Allison 250-C20B
Sarjanumero:	CAE-831630
Valmistaja:	Allison
Kokonaiskäyntiaika:	5839 tuntia
Polttoaine:	JET-A1

### 1.6.2 Lentokelpoisuus

Rekisteröimistodistus oli annettu 12.3.2002. Helikopterille 25.9.2007 tehdyn katsastuksen perusteella lentokelpoisuustodistus oli voimassa 30.9.2009 saakka.

#### Matkapäiväkirja

Matkapäiväkirjan sivulla 53 sarakkeessa XI 30.12.2008 oli kaksi avointa vikaa, joihin ei ollut kannanottoa: Päävirta ei tule päälle. Radio kuuluu huonosti. Avoimien vikojen listassa (Remaining Remark List) oli kolme kohtaa, jotka oli merkitty tehtäväksi viimeistään 11000 tunnin käyntiajalla. Merkintää tehdyistä töistä ei ollut.

#### Helikopterin lentokäsikirja

Helikopterissa käytetty lentokäsikirja ei vastannut helikopterin varustelutasoa moottorin automaattisen uudelleensytytysjärjestelmän osalta. Helikopterissa käytetyn lentokäsikirjan ohjeistus on uudelleensytytysjärjestelmän myöhempää modifikaatiotasoa varten. Koska helikopteriin ei ollut tehty esitettyä modifikaatiota, olisi lentokäsikirjassa pitänyt säilyttää vanhan järjestelmän käyttämiseen tarvittava ohjeistus. Yrityksen toiselle samantyyppiselle helikopterille 8.11.2007 tapahtuneen lento-onnettomuuden tutkinnan (OTKES C8/2007L) yhteydessä todettiin vastaava puute.

### 1.6.3 Massa ja massakeskiö

Helikopteri oli punnittu 27.9.2004, jolloin sen perusmassa oli ollut 1489 naulaa (lb) (675 kg) ja massakeskiöasema 109,70 tuumaa (in). Helikopterissa oli lentoonlähdössä polttoainetta noin 185 litraa (330 lb/150 kg) ja onnettomuusajankohtana noin 165 litraa. Lentoonlähtömassaksi laskettiin ulkopuolinen kuorma (latvasaha 666 lb / 302 kg) mukaan lukien 2683 lb (1217 kg) suurimman sallitun ollessa 3550 lb (1610 kg). Massakeskiö oli sallitulla alueella koko lennon ajan sekä pitkä- että poikittaisvakavuuden osalta.

## 1.7 Sää

Säätiedot ovat Joensuun lentoasemalta, joka sijaitsee onnettomuuspaikalta noin 28 km luoteeseen. Sää kello 12.20: tuulen suunta 40–100° voimakkuus 10 solmua, näkyvyys 8 km, heikkoa lumisadetta, pilven alarajan korkeus 850 metriä, lämpötila -13 °C, kastepiste -14 °C ja ilmanpaine QNH 1008 hPa.

Sää kello 12.50: tuulen suunta 70° voimakkuus 10 solmua, näkyvyys 4,4 km, heikkoa lumisadetta, pilven alarajan korkeus 975 metriä, lämpötila -13 °C, kastepiste -14 °C ja ilmanpaine QNH 1008 hPa.

Sääennusteen mukaan oli odotettavissa heikkoa lumisadetta, jossa näkyvyys vaihteli 8-3 km:n välillä, tuulen suunta 60° voimakkuus 8 solmua ja pilven alarajan korkeus 900 metriä.

Sahaustoimintaan osallistuneiden mukaan sää oli hyvä sahaamisen kannalta. Tuuli oli tasainen eikä heikko lumisade vaikuttanut toimintaan. Aurinko näkyi ajoittain pilven läpi.

## 1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat

Suunnistuslaitteilla ei ollut vaikutusta tapahtumaan.

## 1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet

Helikopterin ohjaajan ja lentotoiminnanjohtajan välillä oli radiopuhelinyhteys. Kadotettuun näköyhteyden helikopteriin lentotoiminnanjohtaja kutsui helikopteria tuloksetta. Hiukan maahan putoamisen jälkeen ohjaaja ilmoitti radiopuhelimella onnettomuuden tapahtuneen. Tämän jälkeen lentotoiminnanjohtaja ilmoitti onnettomuudesta matkapuhelimellaan hätäkeskukselle ja myöhemmin Onnettomuustutkintakeskukselle.

## 1.10 Lentopaikka

Helikopterin tilapäinen lentopaikka sijaitsi Joensuun kaupungin Pyhäselässä noin 2 km Hammaslahden taajamasta koilliseen paikassa, jonka koordinaatit ovat N 62°26,455' E 30°00,784'. Paikan korkeus on 123 metriä merenpinnasta.

## 1.11 Lennonrekisteröintilaitteet

Lennon rekisteröintilaitteita ei ollut.

## 1.12 Onnettomuuspaikan ja ilma-aluksen jäännösten tarkastus

### 1.12.1 Onnettomuuspaikka

Onnettomuuspaikan koordinaatit ovat N 62°28,636' E 29°59,621'. Korkeus on 90 metriä merenpinnasta. Paikka on noin 5 km Pyhäselän Hammaslahden keskustasta pohjoiskoilliseen. Helikopteri oli pudonnut noin 30 metriä sähkölinjan itäpuolelle tiheään sekametsään, kääntynyt lähes tulo-suuntaansa ja kaatunut vasemmalle kyljelleen.

### 1.12.2 Ilma-aluksen jäännösten tarkastus

Helikopteri oli tiheässä metsikössä vasemmalla kyljellään siten kääntyneenä, että nokka oli lähes maassa olevaa sahaa kohti. Saha oli maahan tullessaan jäänyt lähes paikoilleen ja se oli sähkölinjan ja helikopterin välissä. Sahan puomi oli pystysuunnassa kaarella sahan ja helikopterin välissä. Puomin kiinnitys nostokoukusta oli irronnut.

Vasen laskuteline oli taittunut helikopterin alle. Helikopterin rungon vasen etualaosa ja vasemman oven kehyksen yläosa olivat maahan iskeytymisen seurauksena painuneet sisäänpäin. Tuuli- ja kattolasit olivat rikkoutuneet. Kaikki pääroottorin lavat olivat katkenneet läheltä roottorin napaa ja olivat irtonaisina ja melkein kokonaisina kasassa helikopterin maston vieressä. Moottorin jäätyä käyntiin olivat lapojen tyviosat kaivaneet maahan kuopan. Pyrstöroottori oli puihin osuessaan revennyt vaihteistostaan ja irronnut paikoiltaan. Pyrstöroottorin lavat olivat ehyet. Pyrstöpuomi oli kiertynyt vastapäivään ja taittunut alaspäin noin metrin etäisyydeltä puomin kärjestä.

Helikopterin sivu/korkeusvakaaja irrotettiin maastossa kuljetuksen helpottamiseksi. Helikopteri oli varustettu moottorin ilmanoton lumilevyllä.

Sekä kiertokaasun että nousuvivun yhteydet voimalaitteen säätimille olivat kunnossa. Helikopterin rungon ja moottorin polttoainesuodattimien puhtaus tarkastettiin. Rungon suodattimessa oli noin 0,3 dl polttoainetta ja noin 1 cl vettä. Moottorin suodattimessa ei ollut polttoainetta ja suodatinkupissa oli pieni määrä sakkaa. Polttoainesäätimen (Fuel Control Unit), sormisuodatin oli puhdas. Polttoainesuutin oli silmämääräisesti tarkasteltuna kunnossa, mutta sen suodattimessa oli vähäinen määrä pieniä, mahdollisesti metallisia partikkeleita. Pc-linjan suodatin (ilmasuodatin) oli puhdas. Moottorin ahtimen vuodatusventtiili oli auki. Moottorin jäänestventtiili oli kiinni ja se toimi käyttövaijerista kokeiltaessa. Jäänestventtiilin säädin ohjaamossa oli OFF-asennossa. Silmämääräisesti tarkastettuna moottoritulassa kaikki putket ja letkut olivat asianmukaisesti kiinnitettyinä. Polttoainesäiliössä oli polttoainetta.

Ohjaamossa trimmin lämpölaukaisija oli ylhäällä (OFF-asento), muut lämpölaukaisimet olivat painettuina. Polttoaineen sulkuventtiili oli vedettynä eli suljettu-asennossa.

### 1.13 Lääketieteelliset tutkimukset

Ohjaajalle suoritettiin puhalluskoe, jonka tulos oli 0 promillea.

### 1.14 Tulipalo

Tulipaloa ei syttynyt.

### 1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat

Onnettomuuspaikan läheisyydessä olleen yrityksen lentotoiminnanjohtajan ilmoitus onnettomuudesta otettiin vastaan Pohjois-Karjalan hätäkeskuksessa Joensuussa kello 12.49. Paikalle hälytettiin kaksi pelastusyksikköä, kaksi sairaankuljetusautoa sekä johtoyksikkö ja kevyt mönkijä. Ensimmäiset yksiköt olivat paikalla 15 minuutin kuluttua ilmoi-

tuksesta. Ohjaajan poistuttua omatoimisesti hylystä, ei varsinaisia pelastus- ja evakuointitoimenpiteitä tarvittu. Ensimmäisenä onnettomuuspaikkaa lähestynyt laadunvalvoja avusti ohjaajan lähimmän talon pihaan, jonne pelastusyksiköt saapuivat. Pelastushenkilöstö antoi ohjaajalle ensihoidon, kuljetti hänet Pohjois-Karjalan keskussairaalaan Joensuuun sekä varmisti helikopterin hyllyn palo- ja ympäristöturvallisuuden. Pelastustoimintaa johtaneen viranomaisen mukaan tehtävään hälytetty vaste oli sopiva ja pelastustoiminnan resurssit olivat riittävät.

Helikopterin maahantulo tapahtui osittain hallitsemattomasti saharustuksen ollessa siihen kytkettynä lennon loppuun saakka. Istuinvöiden ansiosta ohjaaja pysyi paikallaan ja välttyi enemmiltä vammoilta ohjaamon säilyessä melko hyvin muodossaan. Pehmeän maapohjan ansiosta ohjaajan päävammat jäivät lieviksi, vaikka helikopterin kaatumisen yhteydessä ohjaajan pää jäi joksikin aikaa maan ja helikopterin rakenteiden väliin. Ohjaaja ei käyttänyt kypärää.

Tulipalovaaran vähentämiseksi ohjaaja kytki päävirran pois ennen kuin poistui ohjaamosta.

## **1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset**

### **1.16.1 Helikopterin teknillinen tutkimus**

#### **Ohjaamo ja runko**

Helikopterin eturungon vasen alakulma oli painunut maahan iskeytymisen voimasta sisään. Muodonmuutosten seurauksena ohjaajan jalkapolkimien tukirakenteet olivat murtuneet ja vääntyneet. Akku, joka sijaitsee ohjaajan jalkatilan alla, oli ahtautuneena rakenteiden välissä. Tämän johdosta akun johtimet irrotettiin akusta vasta helikopterin siirron yhteydessä. Vasemman etuoven yläkehys oli painunut sisään. Sahauslennoilla käytettävä kuplamainen "sahausovi" oli revennyt yläosastaan, mutta säilyttänyt muotonsa. Vasemman laskutelineen varret olivat murtuneet kiinnityksistään ja jalasputki oli irronnut varsista.

Helikopterin rungon oikea puoli oli ehyt. Moottoriluukut olivat paikoillaan ja ehyet. Pyrstöpuomi oli kiertynyt noin 30° vastapäivään ja hiukan alaspäin korkeusvakaajaan tulleen puuniskun seurauksena. Sivu- ja korkeusvakaajien etureunoissa oli puun osumisjälkiä.

#### **Voimansiirto- ja ohjausjärjestelmät**

Voimansiirto moottorilta pääroottorin navalle oli kunnossa. Vapaakytkin toimi normaalisti. Päävaihteisto ja pääroottori pyörivät käsin kokeiltaessa normaalisti. Pääroottorin lavat olivat katkenneet läheltä roottorin napaa. Lavat olivat kokonaisia ja niissä oli iskuista aiheutuneita muodonmuutoksia.

Nousu- ja asento-ohjausjärjestelmät olivat kunnossa ja ohjauslevy liikkui normaalisti. Oikean puolen kaksoisohjaimet olivat asennettuina, jalkapolkimet olivat irtikytettyinä.

Pyrstöroottorin ohjausjärjestelmä oli toimintakuntoinen ohjaajan jalkapolkimilta pyrstöpuomin kärkeen saakka. Ohjaajan jalkapolkimien kiinnityskorvakkeet olivat murtuneet ja polkimien yhdysputki oli vääntynyt. Pyrstöroottorin käyttöakseli oli katkennut pyrstöpuomin vääntymiskohdasta. Pyrstöroottorin vaihteisto oli repeytynyt ja pyrstöroottori irronnut paikoiltaan. Irronneessa osassa olevat pyrstöroottorin ohjausjärjestelmän osat olivat kunnossa.

### **Moottorin tutkimus**

Moottorin alustava tutkimus tehtiin sen ollessa rungossa paikoillaan. Kaikki putket ja letkut olivat kiinni, samoin apulaitteet paikoillaan ja toimintakuntoisen näköisiä. Säätimien käyttötangot olivat kiinni ja säätimien vivut liikkuivat liikealueellaan oikein. Myös sähköjohtimet ja -laitteet olivat moottorin osalta kunnossa, pl. roottorin kierroslukugeneraattorin liitin, joka oli löysällä.

Moottorin polttoainejärjestelmälle tehtiin moottorin valmistajan huolto-ohjeen mukainen ilmavuototarkastus (Fuel Control System Pneumatic Leak Check). Tarkastuksessa havaittiin polttoainesäätimellä runsas ilmavuoto. Ilmavuoto ilmeni paineistettaessa Pc-linja, jolloin säätimellä huolto-ohjeen mukaan ei sallita vuotoa lainkaan. Moottori irrotettiin apulaitteineen tarkempaa tutkimusta ja vuodon selvittämistä varten.

Polttoainesäädin irrotettiin moottorista ja huolto-ohjeen mukainen ilmavuototarkastus toistettiin pelkälle säätimelle. Vuoto ilmeni säätimen alapuolella olevan huohotusreiän kautta. Tämä reikä on tarkoitettu mahdollisten polttoaine- ja öljykertymien huohotukseen säätimen sisältä. Huohotusreikä on yhteydessä samaan tilaan säätimen keskipakopainojen kanssa. Tämän tilan kautta tapahtuu myös säätimen säätötoiminnan aikana ilman vuodatus ulkoilmaan.

Säädin avattiin ja purettiin osittain. Tällöin havaittiin, että säätimen keskipakopainoja (flyweights) pyörittävän akselin (driver shaft) päässä olevan työntimen (bushing) laakeri (spool bearing) oli rikkoutunut. Laakerikuulat olivat levinneet säätimen sisäosiin ja sieltä löytyi myös irrallinen ohut laakerin lukitusrengas. Keskipakopainojen ympärillä oleva pronssinen pinnoite oli kuoriutunut pois. Säätimen kotelossa oli metallisilppua. Mekaanisen vaurion takia työnnin oli siirtynyt ylöspäin ja kallistunut jumiuttaen Px-linjan auki. Koska paine linjassa vaikuttaa suoraan moottorin polttoaineen säätöön, ei vian seurauksena polttoaineen säätöjärjestelmä ollut toimintakuntoinen eikä moottorin tehonkäyttö ohjaajan hallittavissa.





Kuva 2. Moottorin polttoainesäädin avattuna

### **Moottorin historiaa**

Moottori oli otettu käyttöön uutena 16.1.1979. Moottorille viimevuosina tehdyistä korjauksista todettiin, että siihen oli lämpöongelmien takia vaihdettu ahdin huhtikuussa 2008, vuodatusilmaventtiili kesäkuussa 2008 ja turbiini marraskuussa 2008. Moottorin vaihteisto oli vaihdettu syyskuussa 2008 moottorin öljyssä olevasta metallista saadun varoituksen (engine chips) takia.

### **Moottorin polttoainesäätimen historia**

Polttoainesäätimen kokonaiskäyntiaika ei ole tiedossa. Säädin oli peruskorjattu vuonna 2004 ja otettu käyttöön vuonna 2005 käyntiajalla nolla. Peruskorjauksesta ja sitä edeltäneistä huoltotoimenpiteistä ei ole asiakirjoja.

Ennen edelliseen moottoriin asennusta säädin oli ollut vikakorjauksessa käyntiajan ollessa 271 tuntia. Vikakorjauksen syynä oli operaattorin ilmoituksen mukaan moottorin kuumakäynnistyminen (hot start). Korjauksessa säädin oli säädetty oikeisiin arvoihin ja testattu. Tästä työstä on huoltoasiakirjat. Tällä käyntiajalla säädin asennettiin moottoriin, joka oli silloin asennettuna onnettomuushelikopteriin. Helikopteriin vaihdettiin onnettomuuslennolla käytössä ollut moottori vuonna 2007. Tällöin polttoainesäädin siirrettiin irrotetusta moottorista asennettuun moottoriin. Säätimen käyntiaika oli tällöin 723 tuntia.

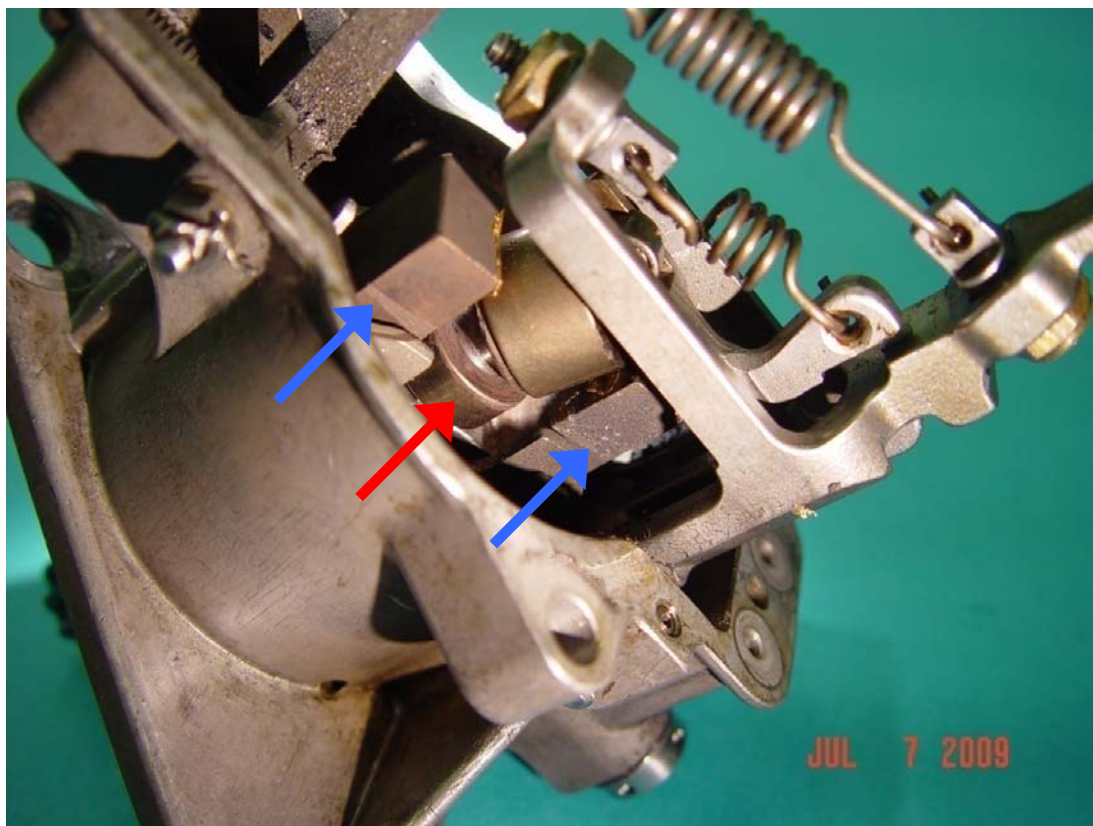


Onnettomuushetkellä käyntiaika oli 1572 tuntia. Laitteen peruskorjausjakso on 2500 tuntia.

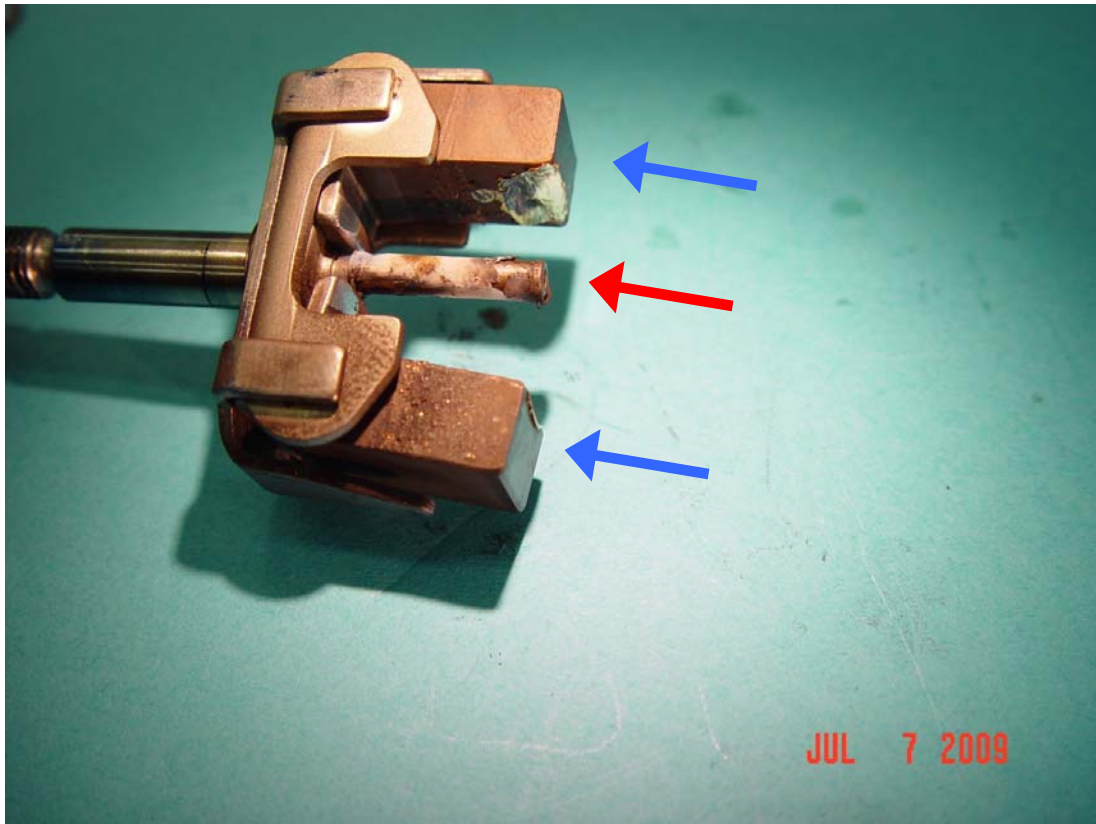
### 1.16.2 Moottorin polttoainesäätimien tutkimus

Moottorin molemmat säätimet, polttoainesäädin (Fuel Control Unit) ja työturbiinisäädin (Power Turbine Governor), lähetettiin tutkittaviksi USA:han. Tutkimus tehtiin säätimen valmistajan Honeywell Engineeringin (HE) tiloissa South Bendissä yhteistoiminnassa helikopterin moottorin valmistajaa edustavan Rolls-Royce Corporationin (RRC) kanssa. Työturbiinisäädin oli toimintakuntoinen, eikä sen tutkimusta käsitellä tarkemmin.

Polttoainesäätimen tutkinnassa pyrittiin selvittämään ne tekijät, jotka olivat johtaneet säätimen laakerin rikkoutumiseen. Tutkittujen laakerin osien kunnon perusteella voitiin päätellä, että rikkoutuminen oli seuraus laakerin riittämättömästä voitelusta. Tähän johtopäätökseen tultiin pintojen hiertymisen, sirpaloitumisen, pintakorroosion ja kuumuuden aiheuttamien värimuutosten perusteella. Puutteellisen voitelun syytä tai syitä ei pystytty määrittämään. Voiteluaineena käytetyn rasvan todettiin olleen luokitellun vaatimuksen (ES-1962) mukaista. Elektronimikroskopiatutkimuksella (Energy Dispersive Spectroskopy) todettiin, että laakerin osissa käytetyt materiaalit olivat koostumukseltaan vaatimusten mukaiset.



Kuva 3. Polttoainesäädin sisältä kuvattuna (kuva Honeywell). Keskipakopainot on osoitettu sinisillä nuolilla ja työnnin sekä rikkoutunut laakeri on osoitettu punaisella nuolella.



Kuva 4. Polttoainesäätimen akseli ja keskipakopainot (kuva Honeywell). Vaurioituneet keskipakopainot on osoitettu sinisillä nuolilla ja sulanut teflon punaisella nuolella.

Laboratoriotutkimusten jälkeen RRC halusi jatkaa laakerin puutteellisen voitelun perussyyn selvittämistä yhdessä HE:n kanssa. Tutkimuksen loppuyhteenvedossa laakerin puutteelliselle voitelulle esitettiin kolme mahdollista syytekijää, joita ei voitu vahvistaa, mutta ei myöskään sulkea pois. Syytekijät olivat: voiteluaineen voitelutehon huononeminen pitkän varastointiajan vuoksi, halkeama tai (isku)vaurio laakerissa siten, että voiteluaine ei pysynyt laakerissa ja leijuntatyöstä aiheutuvan jatkuvan tehon säätötarpeen aiheuttama kuluminen.

Laakerin pitkän varastointiajan mahdollisuutta pidettiin minimaalisena, koska HE:n valtuuttaman säätimen huoltaneen korjaamon huoltokokemus on lähes 40 vuoden ajalta. Laakerissa mahdollisesti olleen vian todennäköisyyttä pidettiin pienenä, mutta vikamahdollisuutta ei voitu kuitenkaan sulkea pois kokonaan, koska vain pieni osa laakerin lukitusrenkaasta (shield) oli jäljellä ja tutkittavissa. Laakerin kulumista pidettiin epätodennäköisenä, koska vastaavantyyppistä leijuntatyötä tehdään maailmassa erittäin paljon. Tämä tapaus on ainoa raportoitu polttoainesäätimen laakerin rikkoutuminen 160 miljoonan lentotuntin aikana. Vika ilmenee siis  $6,25 \times 10^{-9}$  kertaa lentotuntia kohti laskettuna. Laakerin valmistuksessa käytetyn suunnitteluperusteen mukaan 90 % vastaavanlaisessa käytössä olevista laakereista saavuttaa 9178 käyttötuntin iän. Laakerin vaihtojakso on 2500 tuntia.

Edellä esitetyn perusteella loppuyhteenvedossa todetaan, että toimenpiteitä laakerin suunnitteluun, valmistukseen tai käytön rajoittamiseen liittyen ei nähdä tarpeellisina eikä perusteltuina.

### **1.16.3 Satelliittipaikannuslaitteen tutkimus**

Helikopterissa oli Garmin GPSMAP 196 - ja GPSMAP 296 -tyyppiset satelliittipaikannuslaitteet. Onnettomuuslennon kulkua analysoitiin GPSMAP 296 -laitteesta saatujen muistitietojen perusteella.

## **1.17 Organisaatiot ja johtaminen**

### **1.17.1 Yleistä**

Heliwest Oy:n lentotyölupa oli voimassa 28.2.2013 saakka ja lupa kattaa myös sahauslennot. Yrityksen toimintaa kuvataan Heliwest Oy Operations Manual for Aerial Work Operations -käsikirjassa (OM). Yrityksen vastuullisen johtajan alaisuudessa toimivat lentotoiminnan-, huoltotoiminnan- ja maatoimintojenjohtajat sekä koulutuspäällikkö. Vastuullinen johtaja on myös laatupäällikkö ja lentotoiminnanjohtaja toimii myös koulutuspäällikkönä. Yrityksen palveluksessa oli vastuullisen johtajan lisäksi kolme helikopterilentäjää ja neljä huoltohenkilöstöön kuuluvaa henkilöä.

Yrityksen käytössä oli kaksi Hughes 369D, yksi MD-500D ja kaksi Robinson R44 helikopteria. Yksi Robinson R44 helikopteri oli yrityksen omistuksessa, muut helikopterit oli vuokrattu.

Oksa- ja latvasahaus ovat Heliwest Oy:n lentotyön päätoimialue. Sahaustoiminnassa Heliwest Oy operoi yhteistoiminnassa Eltel Networks Oy:n kanssa, joka toteuttaa sähkölinjojen raivausta linjat omistavalle Fingrid Oyj:lle. Sahaustoimintaa käsittelevä ohjeistus on sekä Heliwest Oy:n OM:ssa että Eltel Networks Oy:n julkaisemassa ohjeessa helikopterilla suoritettavista linjakatujen raivauksesta ja turvallisuussuunnitelmassa.

### **1.17.2 Lentotoiminta**

Heliwest Oy on lentänyt sähkölinjojen raivauslentoja helikoptereilla yli kymmenen vuoden ajan. Päätyönään sahauslentoja on lentänyt kolme ohjaajaa. Yhden ohjaajan siirryttyä yrityksestä muihin tehtäviin, aloitettiin onnettomuuslennon ohjaajan koulutus sahauslentäjäksi marraskuussa 2008. Ohjaaja on kokenut helikopterilentäjä ja hänellä on myös huomattava lentokokemus ulkopuolisen kuorman kanssa. Yrityksen latvasahauskoulutusohjelma sisältää 18 tuntia teoriakoulutusta, 9 tuntia lentokoulutusta lennonopettajan kanssa sekä 40 tuntia valvottua sahauslentotoimintaa. Onnettomuus tapahtui valvotun sahauslennon aikana.

### **1.17.3 Huoltotoiminta**

Heliwest Oy:llä oli Hughes ja MD -helikoptereiden osalta voimassa huoltosopimus ruotsalaisen huolto-organisaation Malmskogens Aerocenter Ab:n (MAC) kanssa. Yritys myös omistaa helikopterit. Helikopteria huollettiin MAC:n Maintenance Organisation Ex-



position (MOE) -käsikirjan mukaisesti linjahuoltopisteessä Urajärvellä. MAC on EASA Part-145 vaatimusten mukainen huolto-organisaatio.

## **2 ANALYYSI**

### **2.1 Onnettomuuslento**

#### **2.1.1 Lennolle valmistautuminen**

Ennen onnettomuuslentoa maassa moottori käynnissä suoritettuna välitankkauksen aikana moottorin  $N_1$ -joutokäyntikierrosluvun todettiin olevan 61 %. Helikopterin lentokäsikirjan mukaan  $N_1$ -joutokäyntikierrosluku on 64–65 %. Moottorin käyttörajoituksissa pienin sallittu  $N_1$ -joutokäyntikierrosluku on 64 % (Rotorcraft Flight Manual MD500D [Model 369D] sivu 2-6, kohta 2-7. Powerplant Limitations Allison 250-C20B). Kyseessä on moottorityypille annettu rajoitus, jota lentokäsikirjan sivun F-i mukaan on noudatettava. Helikopterilla paljon lentäneen yrityksen lentotoiminnanjohtajan mukaan kyseisellä helikopteryksilöllä kierrosluku oli normaalisti 63–64 %. Kun ennen lentoa tehdyssä moottorin toiminnan testauksessa ei tullut esille muuta tavanomaisesta poikkeavaa, tehtiin päätös lennolle lähtemisestä. Sekä ohjaajan että lentotoiminnanjohtajan mukaan  $N_1$ -joutokäyntikierrosluvun säätäminen olisi edellyttänyt huoltohenkilön paikalle saapumista ja säätämisen jälkeen lentäminen ja sahaustyö olisivat jatkuneet, kuten onnettomuuslennollakin tapahtui.

Moottorin polttoainesäätimen teknisessä tutkimuksessa todettiin, että säätimen laakerin rikkoutuminen oli seuraus sen puutteellisesta voitelusta ja että rikkoutuminen on voinut alkaa ennen onnettomuuslentoa, johon tavanomaista alhaisempi  $N_1$ -joutokäyntikierrosluku viittaa. Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan  $N_1$ -joutokäyntikierrosluvun selvä poikkeaminen lentokäsikirjan ohje-arvosta ja pienimmästä sallitusta arvosta oli tekijä, jonka syy olisi pitänyt selvittää ennen seuraavaa lentoa.  $N_1$ -joutokäyntikierrosluvun muutos oli tapahtunut edellisen lennon aikana.

#### **2.1.2 Tapahtumat lennolla**

Lentoonlähtö ja lento moottorihäiriön alkamiseen saakka etenivät normaalisti. Lennon alussa havaittua moottorin  $N_R$ -kierroslukuosoittimen pientä viipotusta lentotoiminnanjohtaja piti helikoptertyypille ominaisena. Kyseessä oli ilmeisesti kierroslukugeneraattorin mekaanisesta kulumisesta johtuva ja mittarissa havaittava pieni värinä tai johdinliitosten kosketushäiriö.

Moottorin polttoainesäätimen laakerin rikkoutuminen johti moottorin äkilliseen tehonmenetykseen ennalta arvaamattomasti. Leijunnassa tapahtuneessa latvasahaustilanteessa ohjaajalla ei ollut muuta mahdollisuutta, kuin ohjata helikopteri metsään pois linjan päältä. Maahantulon yhteydessä sahaa kannattava puomi taipui kaarelle ja helikopteri kaatui kyljelleen. Kaatumiseen vaikutti todennäköisesti osaltaan se, ettei ohjaaja pudottanut saharustusta. Menettely on ymmärrettävä, koska matalalla tapahtuvan sahaustyön aikana yllättäen esiin tulevassa häiriötilanteessa ohjaajan harkinta-aika on erittäin lyhyt ja on toimittava nopeasti. Yrityksen lentotoimintaohjeen mukaan moottorihäiriötilanteessa saha on pudotettava välittömästi. Helikopterin lentokäsikirjan mukaan moottorihäiriötilanteessa ulkopuolinen kuorma tulisi pudottaa niin pian kuin se lennon muut turvallisuustekijät huomioon ottaen on käytännöllistä. Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan heli-

kopterin parempi ohjattavuus ja hallittavuus epäedullisista olosuhteista huolimatta olisi voitu saavuttaa saavarustus pudottamalla.

### 2.1.3 Tapahtumat lennon jälkeen

Helikopterin kaaduttua maahan ohjaaja ei kyennyt sammuttamaan moottoria helikopterin asennon ja vasemman käden lievän loukkaantumisen takia. Polttoaineen sulkuventtiilin sulkeminen ei todennäköisesti onnistunut järjestelmän jäykkyyden, käsien liukkauden ja nopean ohjaamosta ulospääsemistarpeen yhteisvaikutuksesta. Ohjaajan kädet olivat liukkaat pään haavasta vuotaneen veren takia. Ohjaaja ei käyttänyt lennolla kypärää, koska se hänen mukaansa on tilanpuutteen takia käytännössä mahdotonta. Ohjaaja poistui ohjaamosta ja lähti kävelemään kohti lähintä taloa. Helikopterin moottori jäi käymään.

Ohjaajalle annetun ensiavun jälkeen lentotoiminnanjohtaja oli ensimmäinen, joka saapui onnettomuuspaikalle. Hän sammutti helikopterin moottorin noin 21 minuuttia maahan putoamisen jälkeen sulkemalla polttoaineen sulkuventtiilin, jonka toimintaa hänkin piti jäykkänä. Tässä tapauksessa, kun polttoainevuotoja ei ollut eikä tulipaloa syttynyt, ei polttoaineen sulkuventtiilin aukiololla ollut merkitystä. Mahdollisessa polttoaineen vuoto-tilanteessa sulkuventtiilin sulkeminen pienentää tulipalon todennäköisyyttä ja sen laajuutta. Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan polttoaineen sulkuventtiili oli toimintakuntoinen vielä onnettomuuden jälkeenkin.

## 2.2 Helikopterin tekninen kunto

Helikopteri oli onnettomuuslennolle lähdettäessä moottorin toimintaa lukuun ottamatta toimintakuntoinen.

Helikopterin moottorin  $N_1$ -joutokäyntikierrosluku 61 % ennen lentoa ei ollut lentokäsikirjan ohjearvon 64–65 %, eikä pienimmän sallitun 64 % mukainen. Alentunut kierrosluku oli mitä todennäköisimmin oire alkaneesta viasta, joka johti moottorin tehonmenetykseen kymmenen minuutin lennon jälkeen.

Teknisissä tutkimuksissa (HE ja RRC) vian syyksi paljastui moottorin polttoainesäätimen laakerin rikkoutuminen sen puutteellisen voitelun seurauksena. Laakerin puutteellisen voitelun osalta tuotiin esille kolme mahdollista syytekijää: voiteluaineen voitelutehon huononeminen pitkän varastointiajan vuoksi, halkeama tai (isku)vaurio laakerissa siten, että voiteluaine ei pysynyt laakerin sisällä ja leijuntatyöstä aiheutuvan jatkuvan tehon säätötarpeen aiheuttama kuluminen. Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan kyseessä voi olla myös laakerin valmistusvirhe, jolloin laakeriin on laitettu voiteluainetta liian vähän. Mitään kyseisistä syytekijöistä ei voida varmuudella vahvistaa eikä sulkea pois.

HE:n ja RRC:n tutkimuksissa kävi ilmi, että tämä polttoainesäätimen laakerin rikkoutuminen on ainoa, josta on raportoitu 160 miljoonan lentotunnin aikana. Tapaus on siis äärimmäisen harvinainen. Tutkintalautakunta on samaa mieltä tutkimuksen tehneiden kanssa siitä, että jatkotoimenpiteet laakerin suunnitteluun, valmistukseen tai käytön rajoittamiseen liittyen eivät ole tarpeen. Koska ennen onnettomuuslentoa pienin sallittu  $N_1$ -joutokäyntikierrosluku 64 % ei täyttynyt, ei helikopteri ollut lentokelpoinen.

### 2.3 Helikopterin lentokelpoisuus

Helikopterin matkapäiväkirjassa oli kaksi avointa vikaa ja avointen vikojen listassa kolme vikaa, joita ei ollut merkitty korjatuiksi. Helikopterin lentokäsikirja ei vastannut helikopterin varustuksen mukaista ohjeistusta moottorin uudelleenkäynnistysjärjestelmän toiminnan osalta. Onnettomuuslennolle lähdettäessä helikopterin moottorin  $N_1$ -joutokäyntikierrosluku ei ollut lentokäsikirjan rajoituksissa esitetyn vaatimuksen mukainen. Esitetyistä syistä johtuen helikopteri ei ollut onnettomuuslennolle lähdettäessä lentokelpoinen.

### 2.4 Lentotoiminnan johtaminen

Yrityksen toiselle samantyyppiselle helikopterille 8.11.2007 tapahtuneen lento-onnettomuuden tutkinnan (OTKES C8/2007L) yhteydessä todettiin, että yrityksen lentotoimintaohjeissa ja helikopterin lentokäsikirjassa oli puutteita. Tutkinnan turvallisuussuosituksessa esitettiin, että yrityksessä lentokäsikirjat saatettaisiin koneyksilöittäin ajan tasalle ja että henkilöstön menettelytavat muutettaisiin voimassa olevien käsikirjojen mukaiseksi. Onnettomuushelikopterin lentokäsikirjan osalta suositusta ei ollut toteutettu. Lentotoimintakäsikirjaan on tehty muutoksia nyt tutkittavan lento-onnettomuuden jälkeen.

Yrityksen vastuullisen johtajan, lentotoiminnanjohtajan ja ohjaajan haastatteluissa tutkintalautakunnan huomiota kiinnitti se, että helikopterin lentokäsikirjan ohjeistusta  $N_1$ -joutokäyntikierrosluvun osalta ei ole välttämättömästi noudatettu. Ohjaajan ja lentotoiminnanjohtajan tekemän lennolle lähtemispäätöksen voidaan katsoa olevan yrityksen toimintakulttuurin mukainen. Toimintakulttuuri, jossa toimintaan käytettävät ohjeet eivät ole ajan tasalla eikä ohjeita noudateta, ei ole turvallisuushakuinen. Menettelyssä otetaan tietoisesti riskejä, joiden sisältöä ei tunneta. Tutkintalautakunta toteaa, että henkilöstön oikean ja turvallisen toiminnan perusteena on ajantasainen ohjeistus ja sen noudattaminen.





### 3 JOHTOPÄÄTÖKSET

#### 3.1 Toteamukset

1. Heliwest Oy:llä oli voimassa oleva lentotyöluva sahauslentoja varten.
2. Helikopterin rekisteröimis- ja lentokelpoisuustodistukset olivat voimassa.
3. Helikopteri ei ollut onnettomuuslennolle lähdettäessä lentokelpoinen, koska sen matkapäiväkirjassa oli avoimia vikoja, joihin ei ollut kannanottoja, sen lentokäsikirja ei ollut uudelleenkäynnistysjärjestelmän toiminnan osalta helikopterin varustuksen mukainen ja sen moottorin  $N_1$ -joutokäyntikierrosluku ei ollut lentokäsikirjan rajoituksissa esitetyn vaatimuksen mukainen.
4. Ohjaajalla olivat vaadittava lupakirja ja kelpuutukset voimassa.
5. Helikopteri oli varustettu ilmanoton lumilevyllä ja sen ulkoisena kuormana oli noin 302 kg painava ja puomeineen noin 17 metriä korkea latvasaha.
6. Yhden tunnin ja kuusi minuuttia kestäneen edellisen lennon jälkeen helikopteri tansattiin maassa moottorin käydessä joutokäyntiä.
7. Maassa  $N_1$ -joutokäyntikierrosluvun havaittiin olevan 61 %. Lentokäsikirjan ohjeavot ovat 64–65 %. Moottorin käyttörajoituksena pienin sallittu  $N_1$ -joutokäyntikierrosluku on 64 %.
8. Moottorin toimintaa testattiin, jonka jälkeen tehtiin uuden lennon aloittamispäätös. Testattaessa moottori näytti muilta arvoiltaan toimivan normaalisti.
9. Kymmenen minuutin lennon jälkeen helikopterin moottori menetti äkillisesti tehonsa.
10. Leijunnassa tapahtuneessa latvasahaustilanteessa ohjaajalla ei ollut muuta mahdollisuutta, kuin ohjata helikopteri metsään moottorihäiriön seurauksena.
11. Ohjaaja ei tietoisesti pudottanut saharavustusta. Yrityksen lentotoimintaohjeen mukaan moottorihäiriötilanteessa saha on pudotettava välittömästi. Helikopterin lentokäsikirjan mukaan moottorihäiriötilanteessa ulkopuolinen kuorma tulisi pudottaa niin pian kuin se lennon muut turvallisuustekijät huomioon ottaen on käytännöllistä.
12. Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan helikopterin parempi ohjattavuus ja hallittavuus epäedullisista olosuhteista huolimatta olisi voitu saavuttaa saharavustus pudottamalla.
13. Osittain saharavustuksen vaikutuksesta helikopteri kaatui maahan tullessaan vasemmalle kyljelleen.

14. Ohjaaja loukkaantui lievästi helikopterin kaatumisen seurauksena, mutta pystyi itse poistumaan ohjaamosta rikkoutuneen tuulilasin kautta.
15. Maassa ohjaaja ei kyennyt sammuttamaan helikopterin moottoria normaalisti helikopterin asennon ja vasemman käden lievän loukkaantumisen takia.
16. Ohjaaja ei kyennyt sulkemaan polttoaineen sulkuventtiiliä todennäköisesti järjestelmän jäykkyyden, käsien liukkauden ja nopean ohjaamosta ulospääsemistarpeen yhteisvaikutuksen takia.
17. Lentotoiminnanjohtaja sammutti käynnissä olleen helikopterin moottorin noin 21 minuuttia onnettomuuden jälkeen tultuaan ensimmäisenä onnettomuuspaikalle.
18. Ensihoidon jälkeen ohjaaja kuljetettiin Pohjois-Karjalan keskussairaalaan Joensuuun.
19. Teknisissä tutkimuksissa helikopterin moottorin polttoainesäätimen laakerin todettiin rikkoutuneen sen puutteellisen voitelun takia.
20. Laakerin puutteelliseen voiteluun mahdollisesti vaikuttaneita tekijöitä ovat voiteluaineen voitelutehon huononeminen pitkän varastointiajan seurauksena, halkeama tai sellainen vaurio laakerissa, että voiteluaine ei pysynyt laakerin sisällä, leijuntatyöstä aiheutuvan jatkuvan tehon säätötarpeen aiheuttama kuluminen tai laakerin valmistusvirhe, jolloin laakeriin on laitettu voiteluainetta liian vähän. Mitään kyseisistä tekijöistä ei voida varmuudella vahvistaa eikä sulkea pois.
21. Polttoainesäätimen laakerin rikkoutuminen on äärimmäisen harvinainen tapahtuma. Säätimen valmistajan mukaan tämä tapaus on ainoa, joka on raportoitu 160 miljoonan lentotunnin aikana.
22. Laakerin valmistajan mukaan laakerin suunnitteluun, valmistukseen tai käytön rajoittamiseen liittyviin jatkotoimenpiteisiin ei ole tarvetta. Tutkintalautakunta on asiasta samaa mieltä.
23. Yrityksen lentotoiminnassa ei noudatettu lentokäsikirjan rajoitusta N<sub>1</sub>-joutokäyntikierrosluvun osalta.
24. Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan N<sub>1</sub>-joutokäyntikierrosluvun selvä poikkeaminen lentokäsikirjan ohje-arvosta ja pienimmästä sallitusta arvosta oli tekijä, jonka syy olisi pitänyt selvittää ennen seuraavaa lentoa.

### 3.2 Onnettomuuden syyt

Onnettomuuden syynä oli helikopterin moottorin polttoainesäätimen laakerin rikkoutuminen sen puutteellisen voitelun seurauksena. Polttoainesäätimeen syntynyt toimintahäiriö johti moottorin äkilliseen tehonmenetykseen ja pakkolaskuun, jossa helikopteri tuhoutui. Laakerin puutteellisen voitelun mahdollisia syytekijöitä olivat voiteluaineen voitelutehon huononeminen pitkän varastointiajan vuoksi, halkeama tai sellainen vaurio laakerissa,

että voiteluaine ei pysynyt laakerin sisällä, leijuntatyöstä aiheutuvan jatkuvan tehon säätötarpeen aiheuttama kuluminen tai laakerin valmistusvirhe, jolloin laakeriin on tullut voiteluainetta liian vähän. Mitään kyseisistä syytekijöistä ei voitu varmuudella vahvistaa eikä sulkea pois.

Myötävaikuttavana tekijänä oli päätös lähteä lennolle, vaikka  $N_1$ -joutokäyntikierrosluku ei ollut lentokäsikirjan mukaisissa rajoissa. Pienintä sallittua arvoa alhaisempi joutokäyntikierrosluku oli mitä todennäköisimmin oire jo ennen lentoa alkaneesta viasta.



## **4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET**

### **4.1 Tutkinnan aikana toteutetut toimenpiteet**

Heliwest Oy on 22.9.2009 päivätyllä kirjeellään ilmoittanut Onnettomuustutkintakeskulle sen tutkintaselostuksessa C8/2007L yritykselle esitetyn turvallisuussuosituksen toteuttamiseksi tehdyistä toimenpiteistä. Ilmoituksen mukaan yrityksen lentotoimintakäsikirjan sisältöä on tarkistettu muun muassa säärajoitusten osalta. Ohjaajia on ohjeistettu noudattamaan lentotoimintakäsikirjan ohjeita ja ohjaajien toimintatapojen valvontaa on lisätty. Lentokäsikirjat on tarkistettu vastaamaan helikopterien varustelua.

### **4.2 Turvallisuussuositukset**

Tutkintalautakunta ei esitä turvallisuussuosituksia. Polttoainesäätimen laakerin rikkoutuminen on äärimmäisen harvinainen tapahtuma. Säätimen valmistajan mukaan tämä tapaus on ainoa, joka on raportoitu 160 miljoonan lentotunnin aikana.

Helsingissä 9.3.2011

Juhani Hipeli

Hans Tefke

Juha Kepsu