



Tutkintaselostus

C8/2007L

Lento-onnettomuus Kangasniemellä 8.11.2007

OH-HLA

Hughes 369D, H-500

Kansainvälisen siviili-ilmailun yleissopimuksen liitteen 13 (Annex 13) kohdan 3.1 mukaan ilmailuonnettomuuden ja sen vaaratilanteen tutkinnan tarkoituksena on onnettomuuksien ennaltaehkäiseminen. Ilmailuonnettomuuden tutkinnan ja tutkintaselostuksen tarkoituksena ei ole käsitellä onnettomuudesta mahdollisesti johtuvaa vastuuta tai vahingonkorvausvelvollisuutta. Tämä perussääntö on ilmaistu myös onnettomuuksien tutkinnasta annetussa laissa (373/85) sekä Euroopan Unionin neuvoston direktiivissä 94/56/EY. 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-00580 HELSINKI 00580 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

Henkilöstö / Personal / Personnel:

Johtaja / Direktör / Director Tuomo Karppinen

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 Hannu Melaranta
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

Kangasniemen Koittilassa tapahtui torstaina 8.11.2007 kello 10.05 lento-onnettomuus, jossa sähkölinjan oksasahauslennolla ollut Hughes 369D -tyyppinen helikopteri, rekisteritunnukseltaan OH-HLA putosi maahan. Helikopterissa yksin ollut ohjaaja loukkaantui lievästi. Helikopteri tuhoutui. Onnettomuustutkintakeskus asetti 8.11.2007 päätöksellään n:o C8/2007L onnettomuutta tutkimaan tutkintalautakunnan. Sen puheenjohtajaksi nimettiin tutkija Juhani Hipeli ja jäseneksi tutkija Risto Nyqvist. Onnettomuustutkintakeskus muutti tutkintapäätöstään 20.11.2007 ja vapautti tutkija Risto Nyqvistin tutkintalautakunnan jäsenen tehtävästä. Samalla tutkintalautakunnan jäseniksi nimettiin majuri Jari Multanen ja kapteeni Rauno Purho.

Helikopteri oli lähtenyt oksasahauslennolle noin puolitoista tuntia ennen onnettomuutta. Helikopteri oli varustettu 369 kg painavalla ja 25 metriä helikopterin alapuolelle ulottuvalla oksasahalla. Lennon aikana satoi heikosti lunta. Välillä lumisade voimistui räntäsateeksi, jolloin lunta kertyi joitakin senttimetrejä. Noin tunnin lennon jälkeen helikopteri laskeutui maahan tankkausta varten, joka tehtiin helikopterin moottorin käydessä. Uuden lentoonlähdön jälkeen sahaaminen jatkui heikossa lumisateessa. Leijunnassa lähes paikallaan tapahtuneen oksasahauksen aikana helikopterin moottori sammui. Ulkoisen kuorman ja ohjaajan ohjaustoimenpiteiden vaikutuksesta ohjattua maahantulovaihetta ei ollut, vaan helikopteri sahan puomin ohjaamana kääntyi noin tulosuuntaansa, törmäsi puihin ja iskeytyi lopulta maahan. Loukkaantumisestaan ja helikopterin vaurioitumisesta huolimatta ohjaaja pääsi omin toimenpitein ulos ohjaamosta.

Helikopterissa käytetyn tyyppisen suihkuturbiinimoottorin sammumisen tiedetään olevan mahdollista, mikäli lunta tai jäätä imeytyy moottoriin riittävästi. Moottorin valmistaja on tiedottanut käyttäjiä ominaisuudesta julkaisemillaan tiedotteilla. Yritys oli varustanut helikopterin moottorin ilmanoton lumilevyllä sekä määrännyt lumisateesta johtuvia toimintarajoituksia helikopterin turvallisen käytön varmistamiseksi. Onnettomuuslennolla voimakkaimman räntäsateen aikana vallinneet sääolosuhteet eivät täyttäneet yrityksen säälle asettamia vaatimuksia. Lennonaikaisen lumisateen ja varsinkin voimakkaamman räntäsateen aikana lunta ja räntää kertyi todennäköisesti helikopterin ilmanottokammioon, mistä se ilman minkäänlaista varoitusta irtosi ja imeytyi moottoriin johtaen moottorin sammumiseen. Helikopteri oli varustettu moottorin sammumisesta varoittavalla järjestelmällä, joka automaattisesti käynnistää myös uudelleensytytysjärjestelmän moottorin käynnistämiseksi. Onnettomuuslennolla tämä järjestelmä oli kytketty pois toiminnasta, mikä on vastoin helikopterin lentokäsikirjan ohjeita. Lisäksi tutkinnassa kävi ilmi, että yrityksen lentotoimintaohjeistuksessa oli puutteita ja että yrityksessä ei aina noudateta voimassa olevia ohjeita.

Onnettomuuden syynä oli lentäminen epäsuotuisissa sääolosuhteissa lumisateessa, mikä johti helikopterin moottorin sammumiseen todennäköisesti imukammioon kerääntyneen märän lumen imeytyessä moottoriin. Myötävaikuttavana tekijänä oli se, ettei moottorin sammumisenvaroitusjärjestelmä ja täten myöskään automaattinen uudelleensytytysjärjestelmä ollut kytkettynä.

Tutkintalautakunta esitti turvallisuussuositukseensa, että lentoyritys tarkastaa lentotoimintaohjeidensa säärajoitukset vallitsevan käytännön mukaiseksi. Lisäksi esitettiin, että yrityksessä ryhdytään tarvittaviin toimenpiteisiin lentokäsikirjojen saattamiseksi koneyksilöittäin ajantasalle sekä henkilöstön menettelytapojen muuttamiseksi voimassa olevien käsikirjojen ja toimintaohjeiden mukaisiksi. Yrityksen henkilöstön toimintatapoihin kohdistuvaa valvontaa esitettiin lisättäväksi.

SAMMANDRAG

FLYGOLYCKA I KANGASNIEMI 2007-11-8

I Kotila, Kangasniemi inträffade torsdagen 2007-11-08 klockan 10:05 en flygolycka, där en helikopter av typ Hughes 369D, registreringsbeteckning OH-HLA, som var ute på grensågningsuppdrag störtade. Piloten, som var ensam i helikoptern, skadades lindrigt. Helikoptern totalhavererade. Centralen för undersökning av olyckor tillsatte 2007-11-08 genom beslut C8/2007L en haveriutredning för att undersöka olyckan. Som ordförande utsågs utredare Juhani Hipeli och som medlem utredare Risto Nyqvist. Centralen för undersökning av olyckor ändrade sitt beslut om utredningen 2007-11-20 och entledigade utredare Risto Nyqvist som medlem i haveriutredningen. Samtidigt utsågs major Jari Multanen och kapten Rauno Purho som medlemmar i haveriutredningen.

Helikoptern hade åkt ut på grensågningsuppdrag ungefär en och en halv timme innan olyckan inträffade. Helikoptern var försedd med en grensåg som vägde 369 kg och nådde 25 meter under helikoptern. Under flygningen rådde lätt snöfall. Ibland ökade snöfallet till snöblandat regn, så att snötäcket blev några centimeter. Efter ungefär en timmes flygning landade helikoptern för tankning, vilket gjordes med helikopterns motor i gång. Efter omstarten fortsatte sågningen i svagt snöfall. Under grensågningen hovrade helikoptern nästan på samma ställe då helikopterns motor stannade. Beroende på den yttre belastningen och pilotens styråtgärder blev det ingen kontrollerad landningsfas, utan helikoptern styrdes av sågbommen och vreds ungefär i den riktning varifrån helikoptern kommit varefter helikoptern slog emot träden och slog därefter i marken. Trots att piloten var skadad och helikoptern havererad kunde piloten ta sig ut på egen hand ur hytten.

Det är känt att den typ av jetmotor som används i helikoptern kan stanna, om snö eller is i tillräcklig mängd sugs in i motorn. Motortillverkaren har informerat användarna om denna egenskap genom publicerade tekniska meddelanden. Företaget hade försett helikoptermotorns luftintag med snöskiva samt infört funktionsbegränsningar under snöfall för att säkerställa säker användning av helikoptern. De väderförhållanden som rådde, kraftigt snöblandat regn, uppfyllde inte de krav som företaget ställer på väderförhållandena. Snöfallet under flygningen och särskilt det kraftiga snöblandade regnet medförde sannolikt att snö och slask samlades i helikopterns luftintag. Utan föregående varning lossnade snön sannolikt och sögs in i motorn med resultat att motorn stannade. Helikoptern var försedd med ett system som varar för motorstopp och som automatiskt aktiverar återstartssystemet för motorn igen. Under olycksflygningen var detta system bortkopplat, vilket strider mot de instruktioner som anges i helikopterns handbok. Dessutom visade undersökningen, att det fanns brister i företagens anvisningar för flygning och att de anvisningar som fanns inte alltid följdes.

Orsaken till olyckan var flygning vid ogynnsamma väderförhållanden i snöfall, vilket orsakade att motorn stannade, sannolikt då blötsnö som samlats i insugskammaren sögs in i motorn. En bidragande orsak var att motorns varningssystem för motorstopp och därigenom också det automatiska återstartssystemet inte var aktiverat.

Haveriutredningen utfärdade en säkerhetsrekommendation om att flygföretaget ska se över sina anvisningar för flygverksamheten så att väderbegränsningarna motsvarar vad som allmänt tillämpas. Dessutom angavs, att företaget ska vidta nödvändiga åtgärder för att flyghandböckerna ska



uppdateras för varje enskilt luftfartyg och att personalens arbetsrutiner ska förändras så att de följer gällande handböcker och verksamhetsinstruktioner. Även övervakningen av personalens arbetsrutiner måste förbättras.

SUMMARY

HELICOPTER ACCIDENT AT KANGASNIEMI ON 8 NOVEMBER 2007

An accident occurred at 10:05 on Thursday, 8 November 2007 at Koittila in Kangasniemi municipality. A Hughes 369D helicopter, registration OH-HLA, collided with the ground. The helicopter in question was maintaining a transmission line by sawing tree branches off with an external saw. The pilot, the sole occupant of the helicopter, was slightly injured, however, the helicopter was completely destroyed. On 8 Nov 2007 Accident Investigation Board Finland (AIB) appointed investigation commission C8/2007L for this accident. Investigator Juhani Hipeli was named investigator-in-charge and Investigator Risto Nyqvist as a member of the commission. On 20 Nov 2007 AIB revised the decision by relieving Investigator Risto Nyqvist from his duties. Concurrently, Major Jari Multanen and Captain Rauno Purho were appointed as members of the investigation commission.

The helicopter departed for the sawing flight approximately one hour and thirty minutes prior to the accident. The helicopter was fitted with a 369 kg heavy external saw that extended 25 m below it. During the flight it was snowing lightly. At times the snowfall turned into heavy sleet, with snow accumulating a few centimetres on the ground. After flying for about an hour the helicopter landed for hot refuelling. After the helicopter became airborne again it continued the sawing operation in light snowfall. While the helicopter was sawing branches in an almost completely stationary hover the engine failed. Because of the external load and the steering input of the pilot there was not a controlled descent, but rather, pivoting around the saw boom, the helicopter yawed into the direction it had come from, collided with trees and finally crashed into the ground. In spite of his injuries and the damage to the helicopter the pilot made it out of the cabin on his own accord.

It is known that a jet engine such as the one used in this helicopter may flame out if it ingests enough snow or ice. The engine manufacturer has advised users of this propensity by publishing bulletins explaining the phenomenon. The company had fitted the helicopter with a particle separator at the air inlet and issued restrictions concerning snowfall in order to ensure the safe conduct of helicopter operations. When it was sleeting the heaviest the meteorological conditions did not fulfil the company's weather requirements. While the helicopter was aloft snow and sleet probably built up in the air intake, particularly, during heavy snowfall and sleet. Without warning, the engine probably ingested snow from the air intake, resulting in a flame-out. The helicopter was equipped with an engine warning system that also activates an automatic reignition system, thereby providing an automatic engine restart capability. During the accident flight the system was switched off, which is a violation of the helicopter Flight Manual. Moreover, the investigation revealed that there were shortcomings in the company's operations manuals and that the personnel do not always comply with valid regulations.

The accident was caused by flying in inclement weather, snowfall, which resulted in an engine flame-out that was probably caused by the engine ingesting wet snow accumulated on the engine air intake surface. The fact that the engine warning system was turned off, effectively eliminating the automatic reignition system, was a contributing factor.



The investigation commission recommended that the company update the weather restrictions in its operation manuals so as to correspond with regulations. In addition, the commission recommended that the company take appropriate actions to bring the fleet's Flight Manuals up to date as well as alter the practices of its staff so as to comply with valid manuals and regulations. The commission also recommended increased supervision with regard to staff procedures.



SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	III
SAMMANDRAG.....	IV
ALKUSANAT	XI
1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET	1
1.1 Onnettomuuslento.....	1
1.1.1 Tapahtumat ennen lentoa.....	1
1.1.2 Lennon kulku	2
1.2 Henkilövahingot.....	4
1.3 Ilma-aluksen vahingot	5
1.4 Muut vahingot.....	5
1.5 Henkilöstö	5
1.6 Ilma-alus.....	5
1.6.1 Perustiedot	5
1.6.2 Lentokelpoisuus.....	6
1.6.3 Massa ja massakeskiö	6
1.7 Sää.....	7
1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat	7
1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet	7
1.10 Lentopaikka.....	8
1.11 Lennonrekisteröintilaitteet	8
1.12 Onnettomuuspaikan ja ilma-aluksen jäännösten tarkastus	8
1.12.1 Onnettomuuspaikka.....	8
1.12.2 Ilma-aluksen jäännösten tarkastus	8
1.13 Lääketieteelliset tutkimukset	9
1.14 Tulipalo.....	9
1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat.....	9
1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset.....	10
1.16.1 Helikopterin teknillinen tutkimus	10
1.16.2 Moottorin jäänestöjärjestelmän tutkimus.....	12
1.16.3 Moottorin koekäyttö ja värinämittaus	12
1.16.4 N2-säätimen tutkimus	12
1.16.5 Helikopterissa käytetyn polttoaineen tutkimus	13
1.16.6 Helikopterin huoltohistorian tarkastelu	13
1.16.7 Satelliittipaikannuslaitteen tutkimus	14



1.16.8	Moottorin sammumisesta varoittavan järjestelmän ja moottorin automaattisen uudelleensytytysjärjestelmän käyttö	14
1.16.9	Ohjaajan toiminta	15
1.17	Organisaatiot ja johtaminen	16
1.17.1	Yleistä	16
1.17.2	Lentotoiminta.....	16
1.17.3	Huoltotoiminta	17
1.18	Muut tiedot	18
1.18.1	Lumisateen vaikutus helikopterin moottorin toimintaan	18
1.18.2	Sahauslentotoiminta.....	18
2	ANALYYSI.....	21
2.1	Onnettomuuslento.....	21
2.2	Ohjaajan toiminta.....	21
2.3	Helikopterin varustelutaso ja helikopterissa käytetty lentokäsikirja	22
2.4	Moottorin sammumiseen vaikuttavat tekijät	23
2.4.1	Vika ahtimen jäänestöjärjestelmässä	23
2.4.2	N2-säätimen toiminta	23
2.4.3	Sään vaikutus.....	23
2.5	Sään huomioon ottaminen sahaustoiminnassa	24
3	JOHTOPÄÄTÖKSET	25
3.1	Toteamukset.....	25
3.2	Onnettomuuden syy.....	26
4	TURVALLISUUSSUOSITUKSET	27

ALKUSANAT

Kangasniemen Koittilassa tapahtui torstaina 8.11.2007 kello 10.05 (ajat ovat Suomen aikaa, UTC+2 tuntia) lento-onnettomuus, jossa sähkölinjan oksasahauslennolla ollut ruotsalaisen Malmkogens Aerocenter AB:n omistama ja suomalaisen Heliwest Oy:n käyttämä Hughes 369D – tyyppinen helikopteri OH-HLA putosi maahan. Helikopterissa yksin ollut ohjaaja loukkaantui lievästi. Helikopteri tuhoutui. Helikopterin oli valmistanut Hughes Helicopter Inc. vuonna 1980.

Onnettomuustutkintakeskus asetti 8.11.2007 päätöksellään n:o C8/2007L onnettomuutta tutki-
maan tutkintalautakunnan. Sen puheenjohtajaksi nimettiin tutkija Juhani Hipeli ja jäseneksi tutkija Risto Nyqvist. Onnettomuustutkintakeskus muutti tutkintapäätöstään 20.11.2007 ja vapautti tutkija Risto Nyqvistin tutkintalautakunnan jäsenen tehtävästä. Samalla tutkintalautakunnan jäseniksi nimettiin majuri Jari Multanen ja kapteeni Rauno Purho.

Helikopteri siirrettiin 8.11.2007 Urajärvelle tarkempaa teknillistä tutkintaa varten. Ilmailuhallinnolle annettiin 23.11.2007 ilmoitus helikopterin jäänestoilmaputken katkeamisesta, koska katkeaminen oli tapahtunut jo jonkin aikaa ennen onnettomuutta. Jäänestoilmaputken vaurioselvitys tehtiin Tampereen teknillisen yliopiston Materiaaliopin laitoksella. Moottorin koekäyttö, värinämittaus ja tarvittavat lisätutkimukset tehtiin ES Partners:lla Arbogassa Ruotsissa.

Tutkintaselostuksen lopullisesta luonnoksesta pyydettiin lausunto Ilmailuhallinnolta ja Ilmailulaitos Finavialta sekä kommentit asianosaisilta. Lausunnon antajilla ei ollut tutkintaselostukseen huomautettavaa. Kommenteissa saatu palaute on otettu tutkintalautakunnan harkinnan mukaan huomioon tutkintaselostuksessa. Tutkintaan liittyvä materiaali on taltioituna Onnettomuustutkintakeskuksessa.

Tutkinta saatiin päätökseen 6.12.2008.

1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET

1.1 Onnettomuuslento

1.1.1 Tapahtumat ennen lentoa

Helikopteri oli seisonut tukeutumisalueena toimineella pellolla peiteltynä maanantai-iltapäivästä 5.11.2008 alkaen. Tällöin se oli tankattu valmiiksi seuraavaa lentoa varten. Helikopterin lentoa edeltävä tarkastus tehtiin onnettomuuspäivän aamuna. Tarkastuksen yhteydessä se puhdistettiin lumesta ja polttoaineen vesikoe otettiin sekä polttoainesäiliöstä että polttoaineen jäänestosuodattimelta.

Helikopteri oli varustettu talvikäyttöä varten ilmanoton lumilevyllä. Helikopterin ulkopuoliseksi kuormaksi oli asennettu oksasaha. Se on polttomoottorikäyttöinen kymmenellä päällekkäin asennetulla pyörivällä terällä varustettu saha, jonka pituus on noin 7 metriä ja sitä kannattavan puomin pituus 18 metriä. Sahan ja puomin kokonaispaino on 369 kg. Sahaustyötä varten ohjaamon vasen ovi oli korvattu alaosaltaan matalalla ovella ja yläosaltaan ulkonevalla suojakuvulla, jonka alta ohjaaja näkee koneen alla riippuvan sahan.

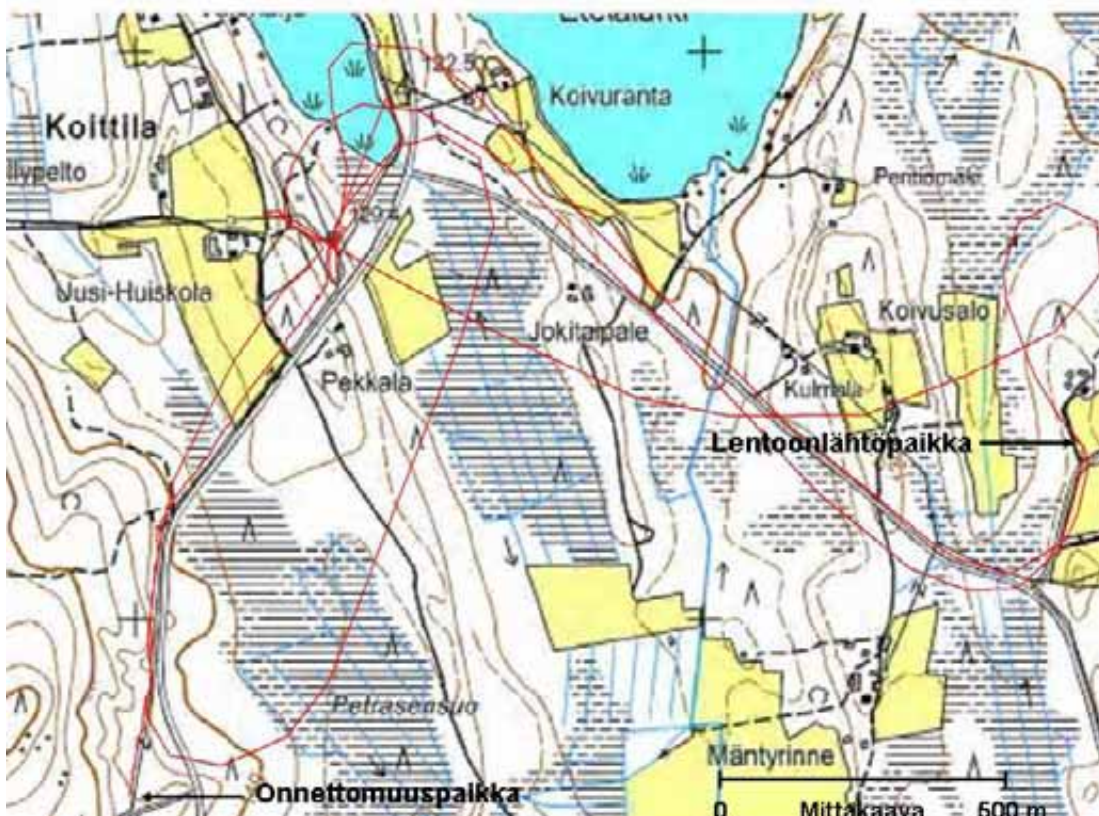


Kuva 1. Helikopteri ja sahausvarustus onnettomuuden jälkeen

1.1.2 Lennon kulku

Helikopteri lähti päivän ensimmäiselle lennolle klo 8.38. Sähkölinjakatujen oksasahausta tehtiin tukeutumisalueen läheisyydessä, joten varsinaista matkalentoa ei lennetyt. Sahaaminen tapahtui käytännössä leijunnassa. Ohjaajan mukaan moottorin tehon tarve sahattaessa oli vääntömomentti (torque) 70–80 psi:n (paunaa/neliötuumaa) välillä. Sahaustoimintaan osallistuneiden mukaan satoi heikosti lunta ja tuuli oli etelälounaasta voimakkuudeltaan noin 5 solmua. Lennon puolivälin jälkeen alueen ylitti kohtalaisen voimakas lumisadekuuro, jolloin arviolta 10–20 minuutin aikana märkää ja suurihiutaleista lunta satoi joitakin senttimetrejä. Noin 1,5 km:n paluulennon ohjaaja lensi noin 40–50 solmun nopeudella. Helikopteri laskeutui lähtöpaikkaansa klo 9.41 sekä helikopterin että sahan tankkausta varten.

Tankkaus tehtiin tavanomaisesti kuumatankkauksena helikopterin moottorin käydessä tyhjäkäynnillä. Tankkaamisen suoritti tehtävään koulutettu helikopterisahan huoltomies ohjaajan istuessa ohjaamossa. Polttoainetta tankattiin 140 litraa, mikä ohjaajan mukaan oli sopiva määrä yhden tunnin sahauslentoa varten. Kertomansa mukaan ohjaaja kiristää kuumatankkauksen aikana ohjainten ja kiertokaasun kitkat, mutta ei kytke mitään laitteita pois päältä.



Kuva 2. Onnettomuuslennon reitti (lupa: KTJ/Oikeusministeriö/MML)

Onnettomuuslennolle helikopteri lähti klo 9.46. Aluksi ohjaaja lensi noin 1,5 km matkan alueelle, missä sahasi muutaman edelliseltä lennolta sahaamatta jääneen puun. Tämän

jälkeen hän siirtyi etelä-lounaan suuntaiselle linjalle, jonka oikeata puolta edeten jatkoi pääosin yksittäisten suurten puiden sahaamisella. Edettyään linjaa noin yhden kilometrin matkan, ohjaaja aloitti noin 34 metriä korkean kuusen sahaamisen latvasta alaspäin. Sahaamisen aikana helikopteri leijui käytännössä paikallaan. Sahan edestakainen liikuttaminen tapahtui pienellä ohjaussauvan eteen taakse – liikkeellä. Runtas puoli minuuttia sahattuaan ohjaaja lisäsi tehoa. Nousuvipua nostettuaan ohjaaja kertoi tajunneensa, ettei vivun käyttö vaikuttanut tehoihin niin kuin olisi pitänyt. Ohjaaja tunsu tehon häviävän ja moottori sammui. Sammumisesta hän ilmoitti välittömästi radiolla maassa työskenteleville avustajilleen. Ohjaaja ei muista kuulleen sa moottorin sammumisesta ilmoittavaa varoitusääntä. Varoitusääni ei myöskään kuulunut radioilmoituksessa maahenkilöstölle.

Ohjaajan mukaan helikopterin nokka kääntyi vasemmalle, jolloin hän ohjasi helikopteria sähkölinjasta pois päin nostamalla nokkaa ylös. Ohjaaja toivoi maahantulon tapahtuvan takapainoisesti. Vajotessaan helikopteri katkaisi sahattavana olleen kuusen 4-5 metriä latvan alapuolelta. Sahan vajottua maahan sähkölinjan suunnassa noin 9 metriä kuusen jälkeen helikopteri kääntyi osittain sahan puomin ohjaamana oikean kautta tulosuuntaansa. Käännöksen aikana pääroottori katkaisi noin 25 metriä korkean koivun 17,5 metrin korkeudelta. Helikopteri törmäsi lopulta noin 26 metriä korkeaan kuuseen, jonka pääroottori katkaisi 17,4 metrin korkeudelta. Kuusi tunkeutui ohjaamoon oikean etuistuimen jalkatilan kohdalta. Törmäyksen jälkeen helikopteri vajosi kuusen runkoon nojaten ja iskeytyi lopuksi kuusen juurelle sahan puomin jäädessä pystykaarelle helikopterin ja sahan väliin. Ohjaaja ei kertomansa mukaan yrittänyt pudottaa sahaa kuormakoukusta.

Ohjaaja kertoi olleensa tajuissaan koko ajan, mutta puihin osumisen jälkeen hänellä ei ole käsitystä helikopterin liikkeistä. Helikopterin iskeydyttyä maahan ohjaaja avasi istuinvyönsä ja ryömi ulos peläten tulipalon syttymistä. Tulipaloa ei syttynyt. Ohjaaja jäi odottamaan apua helikopterin viereen maaten maassa oikealla kyljellään, koska tunsu kipua alaselässään ja vasemmassa pakarassaan.



Kuva 3. Helikopteri puuhun ja maahan törmäyksen jälkeen

1.2 Henkilövahingot

Ohjaaja sai lieviä vammoja alaselkäänsä ja vasempaan pakaraan.

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

1.3 Ilma-aluksen vahingot

Helikopteri tuhoutui.

1.4 Muut vahingot

Helikopterin maahan putoamisen yhteydessä katkesi kaksi kuusta ja yksi koivu. Lisäksi yksi mänty vaurioitui.

1.5 Henkilöstö

Ohjaaja: Ikä 39 vuotta.

Lupakirjat: Helikopteriansiolentäjä CPL(H), voimassa 24.8.2009 saakka.

Lääketieteellinen kelpoisuustodistus: Luokka 1, voimassa 15.1.2008 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	1 h 1 lasku	46 h 45 laskua	134 h 134 laskua	8500 h
Ko. ilma-alustyyppillä	1 h 1 lasku	44 h 36 laskua	131 h 125 laskua	noin 2800 h

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-HLA
Rekisterinumero:	1611
Valmistaja:	Hughes Helicopter Inc.
Valmistusnumero:	500718D
Valmistusvuosi:	1980
Suurin lentoonlähtömassa:	3000 lbs (1360 kg) ilman ulkoista kuormaa 3550 lbs (1610 kg) ulkoisen kuorman kanssa
Omistaja:	Malmskogens Aerocenter Aktiebolag, Linköping, Ruotsi
Käyttäjä:	Heliwest Oy
Helikopterilla oli lennetty:	11576 tuntia

Moottori:

Tyyppi:	Allison 250-C20B
Sarjanumero:	CAE-833724
Valmistaja:	Allison
Kokonaiskäyntiaika:	3727 tuntia
Polttoaine:	JET-A1

1.6.2 Lentokelpoisuus

Rekisteröimistodistus oli annettu 21.2.2002. Helikopterille 30.11.2005 tehdyn katsastuksen perusteella lentokelpoisuustodistus oli voimassa 31.1.2008 saakka.

1.6.3 Massa ja massakeskiö

Helikopteri oli punnittu 11.3.2004, jolloin sen perusmassa oli ollut 1458 lbs (661 kg) ja massakeskiöasema 110,31 in (tuumaa). Helikopterissa oli lentoonlähdessä polttoainetta noin 320 lbs (145 kg) ja onnettomuusajankohtana noin 250 lbs (113 kg). Lentoonlähtömassaksi laskettiin ulkopuolinen kuorma (oksa-saha) mukaan lukien 2795 lbs (1268 kg)

suurimman sallitun ollessa 3550 lbs (1610 kg). Massakeskiö oli sallitulla alueella koko lennon ajan. Massakeskiö oli sallitulla alueella myös poikittaisvakavuuden osalta.

1.7 Sää

Ilmatieteen laitoksen Kuopion yksikön onnettomuusalueen säätilanteesta tekemän sää-analyysin mukaan heikkenevän matalapaineen keskus oli Itämerellä ja Baltian rannikolla. Toinen laajempi alainen matalapaine oli Norjan luoteispuolella. Etelä- ja Keski-Suomi olivat kahden matalapaineen välissä. Maanpinnan lähellä vallitsi pääasiassa heikko tai kohtalainen eteläpuoleinen ilmapvirtaus.

Etelä- ja Keski-Suomen yli liikkui 8.11.2007 aamupäivän aikana heikkenevä lumi- ja räntäsadealue. Koittilassa heikko lumisade alkoi noin klo 8, jolloin vaakanäkyvyys oli mahdollisesti vielä kostean sameuden (udun) takia 1-3 km. Lumisateen alettua näkyvyys on mahdollisesti hieman parantunut ollen 4-10 km. Kello 9.15–9.45 välisenä aikana lumisade oli voimakkaampaa (kohtalaista), jolloin näkyvyys on ajallisesti ja paikallisesti voinut olla 2-4 km. Kello 8-11 välisenä aikana maanpinnan lähellä tuulen nopeus oli 2-3 m/s. Pilvipeite oli kattava 8/8, alaraja 200–500 jalkaa nousten kello 9-11 välisenä aikana 500–1100 jalkaan.

Maanpinnan lähellä lämpötila oli 0-0,5 °C ja 100–300 metrin korkeudella -2-0 °C. Pilvessä on voinut esiintyä heikkoa tai paikoin kohtalaista jäätämistä. Jäätävää tihkusadetta, joka olisi voinut aiheuttaa kohtalaista jäätämistä pilven alarajan alapuolella, on pienellä todennäköisyydellä voinut esiintyä klo 8-9 välillä, mutta lumisateen hieman voimistuttua klo 9.15 jälkeen jäätävän tihkusateen mahdollisuus on lähes olematon. Jäätävän tihkusateen esiintymisen arvioon liittyy huomattava epävarmuus. Ilman suhteellinen kosteus oli noin 100 %.

Paikalla työskennelleiden henkilöiden käsitys tukee säätilanteesta tehtyä analyysia. Voimakkaamman sadekuuron aikana lumihiutaleet olivat suuria ja märkiä. Jäätävästä sateesta ei ollut havaintoa.

1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat

Suunnistuslaitteilla ei ollut vaikutusta tapahtumaan.

1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet

Helikopterin moottorin sammuttua ohjaaja ilmoitti radiopuhelimella moottorin sammumisesta. Sekä helikopteria avustaneet, muutaman sadan metrin etäisyydellä autossa olleet henkilöt että helikopterin tukeutumisesta vastaava henkilö kuulivat ilmoituksen ja käynnistivät pelastustoimenpiteet.

1.10 Lentopaikka

Helikopterin tukeutumisaikapaikka sijaitsi pisteessä 62°10,339' N, 26°40,987' E noin kaksi kilometriä onnettomuuspaikasta koilliseen olevalla pellolla.

1.11 Lennonrekisteröintilaitteet

Lennonrekisteröintilaitteita ei ollut.

1.12 Onnettomuuspaikan ja ilma-aluksen jäännösten tarkastus

1.12.1 Onnettomuuspaikka

Onnettomuuspaikka sijaitsee Kangasniemen kunnan Koittilan kylässä paikassa, jonka koordinaatit ovat 62°10,004' N, 26°39,068' E. Paikka on noin 40 metrin etäisyydellä Vilskantieltä ja noin 200 metrin etäisyydellä maantieltä 446. Korkeus merenpinnasta on noin 149 metriä. Helikopteri oli törmännyt noin 26 metriä korkeaan ja noin 9 metriä 20 kV:n sähkölinjan sivussa olevaan kuuseen pyörähdettyään sitä ennen lähes tulosuuntaansa.

1.12.2 Ilma-aluksen jäännösten tarkastus

Helikopteri oli kuusen juurella noin 200° tulosuunnastaan oikealle kääntyneenä, noin 20° oikealle kallistuneena ja nokka noin 25° alaspäin. Kuusi oli tunkeutunut helikopterin ohjaamoon oikean etuistuimen jalkatilaan. Ohjaamon etuosa oli vaurioitunut pahoin. Vain mittaritaulu oli alaosastaan kiinni rungossa. Kolme pääroottorin lavoista oli katkennut melko läheltä roottorin napaa, kahden lavan pääosat olivat paikoillaan, mutta voimakkaasti vääntyneet. Kaksi irronneista lavoista oli hylyn vieressä ja yksi oli lentänyt alkupe räiseen lentosuuntaan noin 46 metrin etäisyydelle. Pyrstöpuomi oli katkennut noin yhden metrin etäisyydeltä pyrstöroottorin navasta. Pyrstön irronnut osa ja siinä oleva pyrstöroottori olivat lähes vahingoittumattomina helikopterin peräosan vieressä. Pienempiä pääroottorin lapojen palasia ja pleksin kappaleita oli ympäriinsä noin 20 metrin säteellä hylystä.

Helikopterin ulkoisena kuormana ollut oksasaha oli maassa sahauslinjalla. Sahan 18 metrin puomi oli taipuneena kaarelle sahan ja helikopterin välissä. Puomi oli taipuneen murtunut noin puolivälistä. Puomi oli kiinni sekä sahasa että helikopterissa.

Helikopterin polttoainemäärä tarkastettiin silmämääräisesti ja se vastasi tankatuksi ilmoitettua määrää. Polttoainenäytteet otettiin sekä polttoainesäiliöstä että moottorin polttoainesuodattimelta. Polttoaineen jäänestosuodattimelta ei tullut polttoainetta, koska polttoainepumppua ei voitu käyttää.

Moottorin ahtimen jäänestventtiilin asentoa ei voitu päätellä ohjaamon käyttövivun asennosta syntyneiden vaurioiden takia. Venttiilin asento moottorissa valokuvattiin. Venttiili oli auki -asennossa ja venttiilistä lähtevistä putkista toinen oli poikki.

Ohjaamon tarkastuksessa todettiin, että ENG OUT -lämpölaukaisija oli ylhäällä (ei painettuna) ja vipukytkin AUTO RE-IGN ARM oli OFF -asennossa (ala-asento). Kolmiasentoinen päävirtakytkin oli ollut ulkoista virtalähdettä vastaavassa EXT PWR -asennossa (ala-asento), mutta se oli käännetty OFF -asentoon (keski-asento) pelastustyön aikana. Kääntämisen oli tehnyt paikalle saapunut paloiesimies ohjaajan opastamana tarkoituksena estää mahdollinen kipinöinti hyllyssä. Ulkopuolisen kuorman koukun lämpölaukaisin CARGO HOOK oli ylhäällä ja vipukytkin CARGO HOOK oli OFF -asennossa.

Helikopteri siirrettiin onnettomuuspäivän iltana Urajärvelle sisätiloihin teknistä tutkintaa varten.

1.13 Lääketieteelliset tutkimukset

Kello 10.50 ohjaajalle suoritettiin puhalluskoe ja veren sokerin määrittäminen. Puhalluskokeen tulos oli 0 promillea.

1.14 Tulipalo

Tulipaloa ei syttynyt.

1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat

Etelä-Savon hätäkeskus Mikkelissä sai ilmoituksen onnettomuudesta klo 10.08. Onnettomuuspaikalle hälytettiin pelastus- ja sairaankuljetusyksiköitä sekä Kangasniemeltä että Pieksämäeltä. Pelastushelikopteri Ilmari hälytettiin Varkaudesta.

Onnettomuuspaikalle Kangasniemeltä ensimmäisenä klo 10.27 saapunut paloiesimies (P6) tutki ohjaajan vammat. Tilannearvionsa perusteella hän ilmoitti hätäkeskukselle, ettei Ilmaria eikä Pieksämäen yksiköitä tarvita tehtävään. Ohjaajan opastamana P6 kytki helikopterista päävirran pois päältä. Onnettomuuspaikka eristettiin. Sairaankuljetusyksikön saavuttua paikalle ohjaajalle annettiin ensihoito ja hänet kuljetettiin Mikkelin keskussairaalaan.

Ohjaaja loukkasi puuhun törmäämisen jälkeisessä maahan iskeytymisessä lievästi alaselkensä ja pakaransa. Vammat syntyivät vallinneen pystynopeuden seurauksena. Helikopterin moottorin sammuttua ohjaaja ei pudottanut ulkoista kuormaa. Tämän ja ohjaajan ohjaustoimenpiteiden seurauksena helikopteri pyörähti ulkoisen kuorman ohjaamana tulosuuntaansa käytännössä ohjaamattomana. Liikkeen aikana ohjaaja ei voinut hallita pystynopeutta, jolloin maahan iskeytyminen oli voimakas.

1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset

1.16.1 Helikopterin teknillinen tutkimus

Ohjaamo ja runko

Kuomu tukirakenteineen ja ohjaamon oikea puoli istuinten tukirakenteeseen asti olivat tuhoutuneet puuhun törmäyksessä. Istuinten tukirakenteessa oli vasemman puolen etureunassa painauma. Oikean puolen rakenne oli painunut taaksepäin. Mittaritaulun ohjaamon lattiaan kiinnittävät tukirakenteet olivat tuhoutuneet, mutta itse taulu laitteineen ja sähköjärjestelmineen oli kunnossa. Ohjaamon vasemman puoleinen poljinten tukirakenne oli painunut alareunastaan sisään ja poljinten yläkiinnityskorvakkeet olivat murtuneet. Ohjaamon vasemman oven tukikaari ja ”sahausovi” olivat säilyneet lähes ehjinä. Ohjaamon kattoon keskelle sijoitetut lämmityslaitteen ja moottorin jäänestöjärjestelmän käyttölaiteet olivat irronneet ja vääntyneet puuhun törmäyksessä.

Alarungon oikealla sivulla sekä etummaisena että takimmaisena laskutelinejalan takana oli painumia. Rungon verhouksessa oli painumia oikean takaoven takana. Perärungon verhouksen moottoritilan rengaskaareen kiinnittävä niittisauma oli vaurioitunut keskilinjan molemmilta puolilta. Oikean moottoriluokun takaosassa oli painumia. Imukammion (”doghouse”) takapintaan laminoitu alumiininen antennilevy oli irronnut pääroottorin lavan iskusta. Rungon pohjassa oli painumia ja kuormakoukku oli painanut reiän pohjaverhoukseen. Pyrstöpuomi oli katkennut noin metrin etäisyydeltä pyrstöroottorista ja katkeamiskohdassa puomin alapinnalla oli iskemäjälki. Pyrstöroottorissa ja vakaajissa oli vain vähäisiä vaurioita. Kannus oli taittunut noin 90 astetta taaksepäin.

Laskutelineen jalasputket olivat murtuneet irti laskutelineen varsista. Laskutelinevaimentajien sekä laskutelinevarsien kiinnityspisteet olivat vaurioituneet.

Moottorin sammumisesta varoittavat ENGINE OUT -varoitussäili ja varoitussäili toimivat testattaessa. Uudelleensytytysjärjestelmä toimi testattaessa normaalisti. Varoitussäili ja niiden testaus toimivat testattaessa. Ulkoisen kuorman koukun mekaaninen laukaisu toimi normaalisti.

Voimansiirto- ja ohjausjärjestelmät

Voimansiirto moottorilta pääroottorin navalle oli kunnossa. Vapaakytkin toimi normaalisti. Pääkäyttöakselissa ei ollut merkkejä vaurioista. Päävaihteisto oli kunnossa, öljymäärä oli normaali ja magneettitulpat olivat puhtaat. Pääroottorin käyttöakseli oli kunnossa.

Pääroottorin napa ja lavat olivat tuhoutuneet puihin iskeytymisten yhteydessä. Ohjauslevyn pyörittäjä ja kolme lavan nousukulman säätötankoa olivat katkenneet.

Nousuohjausjärjestelmä oli kunnossa ja ohjauslevy liikkui vapaasti. Nousuvipu oli taipunut noin 3 cm vasemmalle päästä mitattuna. Nousuvivussa olevat kiertokaasun sekä nousuvivun kitkalaiteet olivat heikkotehoiset.

Ohjaussauva oli kunnossa ja liikkui vapaasti. Asento-ohjauksen yhdysputki oli katkennut oikean puoleisen tukilaakerin kohdalta. Asento-ohjausjärjestelmä oli muilta osiltaan toimiva.

Pyrstöroottorin ohjausjärjestelmän poljinten kiinnityskorvakkeen yläkiinnityskorvat olivat murtuneet ja kiinnityskorvake oli taipunut noin 70 astetta eteenpäin. Polkimet ja poljinvarret olivat ehjät. Jalkaohjainten yhdysputki oli katkennut mittaritaulun alla sijaitsevan tukilaakerin kohdalta. Jalkaohjainten ohjaamon lattian alla oleva tanko oli taipunut lähes poikki. Polkimet liikkuivat ja pyrstön ohjausjärjestelmä oli toimiva. Puomin irronneessa osassa olevat pyrstöroottorin ohjausjärjestelmän osat olivat kunnossa.

Pyrstöroottorin käyttöakseli oli katkennut pyrstöpuomin katkeamiskohdasta. Pyrstövaihteisto oli silmämääräisesti tarkasteltuna kunnossa ja pyöri normaalisti.

Polttoainejärjestelmä

Helikopterin polttoainemäärä oli määrämittarin mukaan noin 250 lbs (113 kg). Jäänestosuodatin avattiin. Tarkastuksessa ei havaittu vettä eikä epäpuhtauksia. Polttoainevirtaus tarkastettiin start-pumpun avulla. Pumpun tuotto oli 8,3 litraa minuutissa mitattuna moottorin polttoainepumpun liittimeltä. Polttoainejärjestelmän putkistoissa ja liitoksissa ei havaittu vuotoja. Polttoaineen hätäsulkuventtiili oli auki ja toimi testattaessa normaalisti.

Moottori

Moottori pyöri käsin pyöritettäessä normaalisti. Moottorin öljymäärä oli normaali, moottorivaihteiston magneettitulpat olivat normaalit ja lastunvaroituspölyt olivat kunnossa.

Moottorin ohjausjärjestelmästä tarkastettiin sekä kiertokaasun että N2-vivuston viritys. Kiertokaasun ollessa kiinni lukema säätimen asteikolla oli noin 5°, kiertokaasu tyhjäkäyntiasennossa noin 35° ja kiertokaasu auki noin 90°. Kiertokaasu toimi normaalisti nousuvivun taipumasta huolimatta. N2-vivusto ja -säädin sekä sitä tukeva N2-kierrosluvun sähköinen hienosäätöjärjestelmä, ns. "beep trim", toimivat normaalisti.

Moottorin polttoaineen syötön ohjausjärjestelmälle tehtiin ilmajärjestelmän vuototesti. Liitokset ja putket olivat kunnossa. Polttoainesuutin oli silmämääräisesti tarkasteltuna normaali.

Moottori irrotettiin ja ahdin tarkastettiin irrottamalla ahtimen ylempi puolisko. Ahtimella oli kaksi pientä iskemäjälkeä, jotka olivat eroosiosta päätellen syntyneet jo aiemmin. Ahtimen vaihteistoon kiinnittävien kiinnitysstukoiden ympärillä oli jonkin verran yleensä värinän seurauksena syntyvää mustaa tahnaa.

Oikean pakoputken suuosassa oli painauma.

Moottorin jäänestojärjestelmä

Moottorin ahtimen johdesiivistön vasemmalle puolelle jäänestoilmaa johtava putki oli poikki jäänestoventtiilin B-mutterin tukiholkin juuresta. Putken päiden murtopinnat olivat

hankautuneet toisiaan vasten, joten putki oli ollut poikki jo ennen onnettomuutta. Putki oli siirtynyt pois paikoiltaan. Putken ollessa pois paikoiltaan osa jäänestoilmasta pääsee virtaamaan ilman vastusta vapaasti moottoritilaan.

1.16.2 Moottorin jäänestojärjestelmän tutkimus

Katkennut jäänestoilmaputki toimitettiin Tampereen teknillisen yliopiston Materiaaliopin laitokselle vaurioselvitykseen. Elektronimikroskooppitutkimus osoitti putken katkenneen väsymismurtuman seurauksena.

Katkenneen jäänestoilmaputken vaikutuksesta johdesiivistön ja ahtimen jäätyminen estokykyyntä pyydettiin lausunto moottorin valmistajalta. Valmistajan mukaan jäänestojärjestelmä on suunniteltu johdesiivistön ja ahtimen jäätyminen estämiseen moottorin tyhjäkäynnillä $-4\text{ }^{\circ}\text{F} \dots -40\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($-20\text{ }^{\circ}\text{C} \dots -40\text{ }^{\circ}\text{C}$) lämpötiloissa. Jäänestokyky lennolla nollassaasteisessa ($^{\circ}\text{C}$) ilmassa olisi riittävä, vaikka toinen putkista olisikin poikki. Mikäli jäätä kuitenkin syntyisi ja se imeytyisi moottoriin, ahtimessa tulisi olla havaittavissa jään aiheuttamia vaurioita.

1.16.3 Moottorin koekäyttö ja värinämittaus

Moottori irrotettiin helikopterista ja moottorille tehtiin koekäyttö 3.4.2008 ES Partners:lla Arbogassa Ruotsissa moottorin mahdollisten epänormaaleiden värinöiden havaitsemiseksi sekä moottorin ja sen säätöjärjestelmien toimintakunnon selvittämiseksi. Koekäytössä moottoria kuormitettiin voimanulosottoakseliin kytketyllä jarrulla vaiheittain 100, 200, 300, 400 ja 500 Nm jarrumomentilla. Jokaisen vaiheen aikana luettiin ja kirjattiin ylös moottorin parametrit. Koepenässä moottori käynnistyi ja toimi normaalisti jarrumomenttiin 400 Nm asti, joka vastasi noin 80 psi:n vääntömomenttiarvoa. Lisättäessä tämän jälkeen jarrumomenttia kohti 500 Nm:ä, ei N2 -kierroslukua kyetty pitämään koekäyttökonsolin säätimillä vakiona, vaan N2-kierrosluku alkoi laskea (engine droop) ja koekäyttö keskeytettiin. Koska koekäytön ensisijaisena tarkoituksena oli selvittää moottorissa mahdollisesti esiintyviä värinöitä, ei tehon rajoituksen syytä tutkittu tässä koekäytössä tarkemmin.

Koekäytön yhteydessä mitatut värinät 2,3 ips (tuumaa/sekunti) ahdinturbiinin kierrostaajuudella ylittivät selvästi moottorin peruskorjausohjeen antaman raja-arvon 1,2 ips. Värinöiden syyn selvittämiseksi ahdin ja turbiini irrotettiin, purettiin ja tarkastettiin. Ahtimen roottorin ja ahdinturbiinin tasapainotus tarkastettiin. Ahdinturbiinin epätasapaino tasossa 2 oli 8,3 gmm (gramma x millimetri) ohjearvon ollessa 1,4 gmm. Ahdinturbiini tasapainotettiin, moottori koottiin ja koekäytettiin uudelleen. Koekäytössä mitatun värinätason havaittiin alentuneen 1,8 ips:ään, jonka ES Partners tulkitsevi mittausjärjestely huomioon ottaen hyväksyttäväksi.

1.16.4 N2-säätimen tutkimus

Moottorin ensimmäisessä koekäytössä esiin tullutta tehon rajoittumista selvitetiin toisella koekäytöllä. Moottorin polttoainejärjestelmä säätiminen siirrettiin toiseen moottoriin

joka koekäytettiin. Koekäytössä havaittiin samanlainen tehon rajoittuminen ja N2-kierrosluvun lasku noin 80 psi:n vääntömomenttiarvon jälkeen kuin onnettomuusmoottorin koekäytössä. Tehon rajoittuminen rajattiin vianhaussa polttoainejärjestelmän N2-säätimeen. N2-säätimen tehtävänä on pitää työturbiinin N2-kierrosluku vakiona moottorin kuormituksesta riippumatta.

N2-säätimelle tehtiin ES Partners:n toimesta toimintakokeet. Kokeissa havaittiin säätimen käyttövivun olevan erittäin jäykkä (momentti 400 Ncm (Newton x senttimetri), annetun raja-arvon ollessa 135 Ncm) ja säätimen säätämän kierrosluvun olevan hiukan raja-arvon alapuolella. Käyttövipu välittää nousuvivun liikkeen mekaanisesti säätimelle. Toiminnalla estetään mekaanisen säätimen ominaisuudesta johtuvat turbiinin kierrosluvun muutokset kuormituksen muuttuessa. Tutkimuksissa havaittiin käyttövivun jäykkyyden johtuvan käyttöakselin (cam shaft) pinnoitteen osittaisesta irtoamisesta. N2-säädin oli käynyt peruskorjauksen jälkeen ainoastaan noin 60 tuntia.

Moottorin ollessa asennettuna helikopteriin N2-säätimen käyttövipua kääntävää voimaa rajoittaa helikopterin N2-säätövivuston ylikuormitusjousilaite (droop control override link). Jousilaite on asennettu vivustoon estämään sen vaurioituminen maksimi lapakulmilla. Tehtyjen mittausten mukaan jousilaite antaa käyttövipua kiertäväksi momentiksi 950–1100 Ncm.

1.16.5 Helikopterissa käytetyn polttoaineen tutkimus

Helikopterin tankkaajana toiminut helikopterisahan huoltomies teki onnettomuuspäivän aamuna vesikokeet tankkausauton säiliöstä ja pumpun suodattimelta otetuille polttoainenäytteille. Shell water detector -ilmaisimella tehtyjen kokeiden mukaan näytteet olivat puhtaat eikä niissä ollut vettä.

Onnettomuuden jälkeen helikopterista otettiin polttoainenäytteet sekä polttoainesäiliöstä että moottorin polttoainesuodattimelta. Silmämääräisesti tarkasteltuna näytteet olivat puhtaat.

Tankkausautosta otettiin näytteet sekä tankkaukseen käytetystä säiliöstä että pumpun suodattimelta. Silmämääräisesti tarkasteltuna näytteet olivat puhtaat.

Polttoaineena käytetyn JET A-1 -lentopetrolin käyttökelpoisuus selvitettiin käytössä ollut polttoaine-erä jäljittämällä. Hankasalmelle oli 30.10.2007 toimitettu säiliöautolla Helsinki-Malmin lentoasemalta noin 10000 litran polttoaine-erä. Samasta autosta ja samasta polttoaine-erästä oli tankattu Helsinki-Malmin lentoasemalla 29.10.2007 ja 1.11.2007 muita helikoptereita eikä niissä polttoaineen osalta ollut todettu normaalista poikkeavaa.

1.16.6 Helikopterin huoltohistorian tarkastelu

Helikopterin viimeisin huolto oli tehty Malmskogens Aerocenter AB:n toimesta Urajärvellä 4.10.2007 ilma-aluksen käyntiajalla 11513,55 tuntia. Moottorin käyntiaika oli 3664,7 tuntia.

Huollon yhteydessä oli tehty seuraavat toimenpiteet:

- rungon 300 tunnin huolto
- 100/200/300 tunnin huoltotoimenpiteet moottorille
- ahtimen, N2-säätimen, vuodatusventtiilin ja moottorivaihteiston vaihto
- pääroottorin lapojen 5 kpl vaihto

Huollon jälkeen suoritettujen koelentojen yhteydessä säädettiin pääroottorin lapojen ura ja tasapainotus sekä tehtiin tehontarkastus. Tehontarkastuksen mukaan moottori täytti vaatimukset.

Ilma-aluksen huoltohistoria tarkastettiin huoltoasiakirjoista. Tehdyistä havainnoista annettiin tieto yritykselle ja mahdollisuus vastata tutkintalautakunnalle. Saadun palautteen perusteella todetaan, että asiakirjoista löytyneet poikkeamat olivat vähäisiä eikä niillä ollut vaikutusta tapahtuneeseen.

Myös moottorin huolto- ja korjaushistoria tarkastettiin asiakirjoista. Asiakirjojen mukaan moottorille oli tehty viimeisten 300 tunnin aikana huomattava määrä vikakorjauksia ja laitevaihtoja tehonpuutteen vuoksi. Aikavalvottavista moottorin osista ja laitteista ainoastaan turbiinimoduulia ei ollut vaihdettu viimeisten 300 tunnin aikana tehonpuutteen syytä etsittäessä ja poistettaessa.

1.16.7 Satelliittipaikannuslaitteen tutkimus

Helikopterissa oli Garmin GPSMAP 296 -tyyppinen satelliittipaikannuslaite, joka säilyi onnettomuudessa ehjänä. Onnettomuuslennon kulku analysoitiin laitteen muistitietojen avulla.

1.16.8 Moottorin sammumisesta varoittavan järjestelmän ja moottorin automaattisen uudelleensytytysjärjestelmän käyttö

Onnettomuushelikopterin moottorin automaattinen uudelleensytytysjärjestelmä ja helikopterissa käytetyn lentokäsikirjan ohjeistuksen mukainen uudelleensytytysjärjestelmä eivät olleet samaa modifikaatiotasoa. Tasosta riippuen järjestelmien käyttöön liittyvät toimenpiteet poikkeavat toisistaan.

Helikopterin moottorin sammumisesta varoittavan järjestelmän (Engine Out Warning System) ja automaattisen uudelleensytytysjärjestelmän (Auto Reignition System) testaukset aloitetaan ennen moottorin käynnistämistä ENG OUT -lämpölaukaisimen ollessa painettuna. Moottorin sammumisesta varoittava järjestelmä testataan kytkemällä generaattori päälle, jolloin sekä ENGINE OUT -varoitussäiliö että varoitussäiliö aktivoituvat. Varoitukset loppuvat kytkettäessä generaattori pois päältä. Testaus on samanlainen riippumatta uudelleensytytysjärjestelmän modifikaatiotasosta. Mikäli ENG OUT -lämpölaukaisin ei ole painettuna, ei varoitusjärjestelmä eikä uudelleensytytysjärjestelmä ole toiminnassa.

Helikopterissa käytetyn lentokäsikirjan MD 500D (Model 369D) mukaan moottorin automaattinen uudelleensytytysjärjestelmä testataan ennen moottorin käynnistystä käyttämällä järjestelmän AUTO RE-IGN TEST -kytkintä TEST -asennossa. Tällöin RE-IGN - ja ARMED -valot palavat, moottorin sytytystulppa toimii ja sen kipinöinnin ääni kuuluu. Testin jälkeen AUTO RE-IGN TEST -kytkin palautuu OFF -asentoon ja uudelleensytytystoiminta loppuu. RE-IGN -valo kuitataan ja sammutetaan testauksen jälkeen valokalustetta painamalla. Järjestelmän lopputestaus tehdään moottorin käydessä. Kierrosluvulta $N_2 > 98 \pm 1$ % kierroslukua laskemalla tarkastetaan moottorin sammumisesta varoittavan järjestelmän aktivoituminen (ENGINE OUT -valo vilkkuu) ja uudelleensytytysjärjestelmän automaattinen päälle kytkeytyminen (RE-IGN -valo syttyy).

Onnettomuushelikopterin varustelua vastaavat testaustoimenpiteet moottorin automaattisen uudelleensytytysjärjestelmän osalta on kuvattu helikopterin vanhemman version MD 500 (Model 369HE/HS/HM) lentokäsikirjassa. Tämän mukaan uudelleensytytysjärjestelmän testaus tehdään ennen moottorin käynnistämistä kytkemällä AUTO RE-IGN ARM -kytkin ARM -asentoon. Tällöin sytytystulppa toimii, sen kipinöinnin ääni kuuluu ja sekä RE-IGN- että ARMED -valot palavat. Painettaessa valokalustetta uudelleensytytystoiminta loppuu ja RE-IGN -valo sammuu. Painettaessa valokalustetta uudelleen RE-IGN -valo pysyy sammuneena ja ARMED -valo jää palamaan. Tämän jälkeen uudelleensytytysjärjestelmä kytketään pois päältä (OFF -asentoon). Järjestelmän lopputestaus tehdään moottorin käydessä. Kierrosluvulla $N_2 > 98 \pm 1$ % uudelleensytytysjärjestelmä kytketään päälle (ARM -asentoon) ja kierroslukua laskemalla tarkastetaan moottorin sammumisesta varoittavan järjestelmän aktivoituminen (ENGINE OUT -valo vilkkuu) ja uudelleensytytysjärjestelmän automaattinen päälle kytkeytyminen (RE-IGN -valo syttyy). Tarkastuksen jälkeen uudelleensytytysjärjestelmä joko jätetään päälle tai kytketään pois olosuhteiden mukaan. Lentokäsikirjan mukaan lumisateessa lennettäessä järjestelmä on oltava kytkettynä päälle.

1.16.9 Ohjaajan toiminta

Ohjaajan kaikki toimintatavat eivät olleet helikopterin varustelutasoa vastaavan ohjeistuksen eivätkä helikopterissa käytetyn lentokäsikirjan mukaiset. Onnettomuuden kannalta merkittävimmät poikkeamat olivat moottorin sammumisesta varoittavan järjestelmän ja automaattisen uudelleensytytysjärjestelmän käytön sekä ulkoisen kuorman käsittelyn osalla.

Käyttämänsä menettelyn mukaan ohjaaja piti moottorin automaattisen uudelleensytytysjärjestelmän AUTO RE-IGN ARM -kytkimen koko ajan ARM -asennossa ja lentojen välisenä aikana ENG OUT -lämpölaukaisimen ylä-asennossa (ei kytkettynä). Testatessaan moottorin sammumisesta varoittavan järjestelmän ohjaaja kytki ENG OUT -lämpölaukaisimen päälle ja testaamisen jälkeen hän nosti lämpölaukaisimen ylös. Tällöin sekä varoitus- että uudelleensytytysjärjestelmät eivät ole toiminnassa. Ohjaajan mukaan hän painoi ENG OUT -lämpölaukaisimen uudelleen päälle moottorin käydessä $N_2 102-103$ % kierrosluvulla ennen moottorin sammumisen varoitusjärjestelmän ja uudelleensytytysjärjestelmän testaamista. Ohjaajan toiminta ei siis ollut helikopterin varustelutasoa vastaavan lentokäsikirjan ohjeistuksen mukaista kummankaan järjestelmän käytön osalta.

Ohjaajan kertoman mukaan maassa tyhjäkäynnin aikana ENG OUT -lämpölaukaisin saatetaan joskus ottaa ylös, koska jonkun helikopteriyksilön moottorin sammumisen varoitusta saattaa olla kovaääninen.

Ulkoinen kuorma voidaan pudottaa käyttämällä kuormakoukkuja joko ohjaussauvassa olevalla painonapilla (sähköinen laukaisu) tai laukaisukahvalla (mekaaninen laukaisu). Lentokäsikirjan mukaan ulkoista kuormaa kuljetettaessa CARGO HOOK -lämpölaukaisimen on oltava painettuna. Moottorihäiriötilanteessa ulkoinen kuorma tulisi muut lentoon vaikuttavat tekijät huomioon ottaen pudottaa niin pian kuin on tarkoituksenmukaista.

Käyttämänsä menettelyn mukaan ohjaaja piti tarkoituksellisesti CARGO HOOK -lämpölaukaisimen irtikytkettynä. Myös järjestelmän CARGO HOOK -vipukytkin oli onnettomuuden jälkeen OFF-asennossa. Menettelyllään ohjaaja kertoi pyrkivänsä estämään kuorman tahattoman pudottamisen. Sähköinen kuormanvapautusnappi on ohjaussauvassa trimmikytkimen vieressä.

1.17 Organisaatiot ja johtaminen

1.17.1 Yleistä

Heliwest Oy:n lentotyöhön oikeuttava ansiolentolupa oli voimassa 29.2.2008 saakka. Luvan mukaisesti yrityksellä oli lentotoimintaa varten Heliwest Oy Operations Manual for Aerial Work Operations -käsikirja (OM). Ilmailuviranomainen ei ole vaatinut yritykseltä huoltotoimintakäsikirjaa. Yrityksen OM:n mukaisessa organisaatiossa vastuullinen johtaja toimii myös laatujohtajana. Vastuullisen johtajan alaisuudessa toimivat lentotoiminnan johtaja/koulutuspäällikkö, huoltotoiminnan johtaja ja maatoimintojen johtaja. Laatu toimintojen arviointia varten on yrityksessä nimetty laatujohtajan alaisuuteen erillinen arvioija (auditor). Yrityksessä oli viisi helikopterilentäjää ja neljä lentoteknisen alan henkilöä.

Yrityksen käytössä oli kolme Hughes 369D (H-500) ja kaksi Robinson R44 helikopteria. Yksi Robinson R44 helikopteri oli yrityksen omassa omistuksessa, muut helikopterit oli vuokrattu.

Oksa- ja latvasahaus ovat Heliwest Oy:n lentotyön päätoimialue. Muita yrityksen OM:n mukaisia lentotöitä ovat muun muassa sähkölinjojen tarkastus, ilmakuvaus ja erilaisilla riippuvilla kuormilla tehtävät työt kuten tulipalojen sammutus sekä lumen ja jään poistaminen sähkölinjoilta. Sahaustoiminnassa Heliwest Oy operoi yhteistyössä Eltel Networks Oy:n kanssa, joka ylläpitää sähkönjakeluverkkoja. Sahaustoimintaa käsittelevä ohjeistus on sekä yrityksen OM:ssa että Eltel Networks Oy:n julkaisemassa ohjeessa helikopterilla suoritettavasta linjakatujen raivauksesta.

1.17.2 Lentotoiminta

Yrityksen OM:n mukaan lentotoiminnan johtaja johtaa ja valvoo yrityksen lentotoimintaa. Käytännössä johtamiseen osallistuu myös vastuullinen johtaja. Johtaminen toteutetaan

pääsääntöisesti puhelinta ja sähköpostia käyttäen. Toiminnan alueellisesta hajautuneisuudesta johtuen henkilöiden keskinäisiä tapaamisia on harvoin. Vastuullisen johtajan mukaan pienessä yrityksessä henkilöstö on käytännössä päivittäin yhteydessä toisiinsa puhelimitse. Lentotoiminnan johtajan mukaan etäjohtamisessa ei ole mainittavia vaikeuksia. Yrityksen lentotoiminnassa lentoturvallisuutta pidetään tärkeänä. Turvalliseen toimintaan pyritään muun muassa kokeneen ja ammattitaitoisen henkilöstön käytöllä sekä poikkeamaraportointiin perustuvalla laatutoiminnalla.

Yritys harjoittaa sahaustoimintaa käytännössä kahdella H-500 helikopterilla. Päätyönään sahauslentoja lentää kolme ohjaajaa. Yrityksen asettamat vaatimukset sahauslentäjälle ovat 2000 tunnin helikopterilentokokemus, joista 1000 tuntia turbiinikäyttöisillä helikoptereilla.

Onnettomuuslennon ohjaaja sai yrityksessä oksasahauskoulutuksen 2.9.2003 – 26.3.2004 välisenä aikana. Hän siirtyi yrityksen vakinaiseen palvelukseen vuoden 2007 keväällä. Hän oli lentänyt sahauslentoja neljän vuoden aikana yhteensä 319 tuntia, joista 134 tuntia vuonna 2007. Ohjaaja oli lentänyt ulkoisen kuorman kanssa yhteensä 1074 tuntia, joista lähes 500 tuntia lannoituslentoja.

Sahauslentoihin liittyvästä maatoiminnasta vastaa Eltel Networks Oy. Käytännössä tämä tarkoittaa helikopterin tukeutumispaikkojen ja polttoainehuollon järjestämistä maastossa. Yritys huolehtii myös sahaustoiminnassa tarvittavasta maahenkilöstöstä ja sen tehtävistä sekä sahalaiteista. Heliwest Oy:n osuutena sahauslentotoiminnassa on helikopteri, sen teknillinen tuki sekä ohjaaja.

Sahauslentotoiminnan perusteina ovat sahausta käsittelevät ohjeet ja helikopterin lentokäsikirja. Ohjeissa on esitetty myös sahaustoiminnan säärajoitukset. Yrityksen vastuullisen johtajan ja lentotoiminnan johtajan mukaan sahauslennot heikossa lumisateessa (-SN) sallittiin sen jälkeen, kun helikoptereihin asennettiin ilmanoton lumilevyt. Lumilevy on moottorin ilmanottoa ohjaava rakenne, jonka tarkoituksena on estää tai vähentää lumen kerääntymistä moottorin ilmanottoon. Yrityksen OM:ssa esitetyt säärajoitukset eivät ole yhteneväiset Eltel Networks Oy:n ohjeen eivätkä yrityksen johdon esittämien rajoitusten kanssa. OM:n oksasahausohjeen mukaan jäätävät olosuhteet rajoittavat lentämistä. Latvasahausohjeen mukaan kova vesisade (+RA) ja kohtalainen lumisade (SN) rajoittavat lentämistä (edellyttää lumilevyasennusta). Eltel Networks Oy:n ohjeen mukaan lumi ja jäätävä vesisade estävät helikopterisahausten.

1.17.3 Huoltotoiminta

Heliwest Oy:llä oli voimassa huoltosopimus ruotsalaisen huoltoyritys Malmskogens Aerocenter Ab:n (MAC) kanssa. Yritys on samalla helikopterin omistaja. Ilma-alusta huollettiin MAC:n Maintenance Organisation Exposition (MOE) käsikirjan mukaisesti linjahuoltotoimipisteessä Urajärvellä. Malmskogens Aerocenterillä oli Ruotsin Lentoturvallisuushallinnon myöntämä JAR-145 vaatimusten mukainen huolto-organisaation toimilupa.

1.18 Muut tiedot

1.18.1 Lumisateen vaikutus helikopterin moottorin toimintaan

On tiedossa, että Allison 250 -sarjan moottorilla varustetuilla helikoptereilla ja lentokoneilla on lumisateessa, pölyävissä lumiolosuhteissa tai jäätävissä olosuhteissa toimittaessa riski moottorin sammumiseen. Rolls-Royce on julkaissut syyskuussa 1980 ja päivittänyt viimeksi lokakuussa 2005 asiasta varoittavan tiedotteen (ALERT commercial service letter, Engine Flameouts due to Snow or Ice Ingestion – WARNING). H-500 helikopterissa erityisesti moottorin etupuoliseen imukammioon kerääntyvä lumi/lumisohjo imeytyessään ahtimelle sammuttaa moottorin helposti.

Lähes onnettomuustapahtumaa vastaava onnettomuus tapahtui Yhdysvalloissa 1.4.2007. USA:n onnettomuustutkintaviranomaisen, National Transportation Safety Board (NTSB), tutkintaselostuksen mukaan Hughes 369D helikopteri teki ulkopuolisen kuorman siirtoja pitkällä nostovaijerilla heikossa kuivassa lumisateessa. Työn aikana sade voimistui ja muuttui räntäsateeksi. Näkyvyys oli noin 800 metriä ja ilman lämpötila +1 °C. Säätilanteen huonontuessa ohjaaja päätti lopettaa työn ja poistua alueelta, mutta maahenkilöstö pyysi häntä suorittamaan vielä yhden noston. Ohjaaja suostui ja liikehti alaspäin kohti kuormaa. Leijuntaan siirtyminen tapahtui siten, että nostokoukku heilahdattaa eteenpäin. Leijuntaan siirryttäessä moottori sammui eikä uudelleenkäynnistymistä tapahtunut. Ohjaaja viivytti tarkoituksellisesti autorotaation aloittamista antaakseen maahenkilöstölle mahdollisuuden suojautua. Tämän jälkeen hän ei kyennyt hallitsemaan vajoamista, joten lasku tapahtui liian suurella vajoamisnopeudella. Maahantulossa ohjaaja vammautui vakavasti ja helikopteri vaurioitui pahoin. Ohjaajan käsityksen mukaan hänen muuttaessaan helikopterin kohtauskulmaa kuomuun tarttuneet märkä lumi ja jääkiteet irtosivat kuomusta imeytyen moottoriin aiheuttaen sammumisen.

Edellä kuvatun tapahtuman onnettomuustutkinnassa ei tullut esille mitään tekniseen viikään viittaavaa. Onnettomuuden todennäköisenä syynä pidettiin ohjaajan tietoista lentämistä epäsuotuisissa sääolosuhteissa, mikä johti moottorin sammumiseen leijunnan aikana lumen ja jään imeytyessä moottoriin. Myötävaikuttavina tekijöinä pidettiin lumi- ja jäätäviä olosuhteita. Tutkintaselostuksen tiivistelmästä ei käy ilmi helikopterin varustelutaso eikä jäänesto- ja uudelleensytytysjärjestelmien toiminta ja käyttö.

Suomen ilmavoimien kahden H-500-tyyppisen helikopterin moottorit sammuivat saman matkalennon aikana 14.3.1994 onnettomuuslennon sääolosuhteita vastaavissa olosuhteissa. Uudelleensytytysjärjestelmät toimivat, jolloin helikopterit tekivät sammumisten jälkeen maastolaskut häiriöiden toteamiseksi. Molempien helikoptereiden imukanavissa oli märkää lumisohjoa, jonka moottoriin imeytymisen pääteltiin sammuttaneen moottorit. Helikoptereissa ei ollut ilmanoton lumilevyjä asennettuina.

1.18.2 Sahauslentotoiminta

Oksasahaus on jo lähtökohtaisesti helikopterin lentämisen osalta vaativaa. Lentäminen tapahtuu maavaikutuksen ulkopuolella hyvin pienellä nopeudella epäedullisella lentoalueella (korkeus-nopeus -kuvaaja), jota lentokäsikirjan mukaan tulee välttää. Suotuisissa

kin olosuhteissa voi onnistuneen autorotaatiolaskun suorittaminen ko. lentoalueella toimittaessa olla vaikeaa. Oksasahaukseen liittyvät olosuhteet (leijunta, lentokorkeus ja -nopeus, maasto ja saharustus) ovat moottorihäiriötilanteessa lähes huonoimmat mahdolliset. Roottorin kierrosluvun säilyttäminen riittävänä on epäedullisesta lähtötilanteesta johtuen erittäin vaikeata, lähes mahdotonta. Kun lisäksi laskeutumiseen käytettävissä olevalla alueella on puustoa ja sähkölinja, ei onnistuneen autorotaatiolaskun todennäköisyys ole suuri. Käytännössä autorotaation sijaan kysymyksessä onkin vain lennon maahantulovaihe. Jo etukäteen tiedossa olevia epäedullisia olosuhteita voi parantaa lentomassaa keventämällä eli saharustuksen pudottamalla.



2 ANALYYSI

2.1 Onnettomuuslento

Onnettomuuslento oli kaksiosainen. Lennon ensimmäinen vaihe lentoonlähdestä välitankkaukseen kesti yhden tunnin ja kolme minuuttia. Lennon puolivälin jälkeen heikko lumisade muuttui kohtalaisen voimakkaaksi räntäsateeksi. Maahenkilöstön mukaan satoi suuria märkeä hiutaleita, ajoittain sakeastikin. Maassa työskennellyt mittamies oli aikunut huomauttaa ohjaajalle voimakkaasta sateesta, mutta oli lopulta päättänyt olla puuttumatta ohjaajalle kuuluvaan päätöksentekoon. Muun muassa läheiselle maantielle märkää lunta kertyi joitakin senttimetrejä. Sade heikkeni alueella ennen välitankkausta.

Lennon toisen vaiheen alkuosan aikana toiminta oli tavanomaista ja lumisade heikkoa. Helikopterin moottori sammui sahausajan aikana helikopterin ollessa leijunnassa. Kertomansa mukaan ohjaaja tunsu, ettei nousuvivun käyttö vaikuttanut tehoon halutulla tavalla. Välittömästi tämän jälkeen hän tajusi moottorin sammuneen. Moottorin sammumisesta varoittava varoitusääni ei aktivoitunut eikä moottorin automaattinen uudelleensytytysjärjestelmä toiminut. Ulkoisen kuorman ja ohjaajan ohjaustoimenpiteiden vaikutuksesta ohjattua maahantulovaihetta ei ollut. Loppulento tapahtui voimakkaasti ulkoisen kuorman puomin ohjaamana ja päättyi noin tulosuuntaan päättyneen kaarron jälkeen hallitsemattomaan puuhun ja maahan törmäykseen. Kaarron aikana pääroottorin lavat osuivat puihin ja lopulta pyrstöpuomi katkesi osuttuaan saharustuksen puomiin.

2.2 Ohjaajan toiminta

Syntyneen käsityksen mukaan ENG OUT -lämpölaukaisin ei ollut kytkettynä moottorin sammumishetkellä. Moottorin sammuttua sammumisesta varoittavaa ääntä ei kuulunut, eikä moottori käynnistynyt. Ohjaaja ei muista kuulleensa varoitusääntä, eikä se kuulunut myöskään radiopuhelinliikenteen aikana. Äänivaroituksen poisjääminen todennäköisesti viivästytti hiukan ohjaajan reagoimista helikopterin hallitsemiseksi moottorin sammumisen jälkeen. Kun ENG OUT -lämpölaukaisin ei ollut kytkettynä, ei myöskään moottorin automaattinen uudelleensytytysjärjestelmä, eikä siis moottorin uudelleenkäynnistys toiminut. Uudelleensytytysjärjestelmän AUTO RE-IGN ARM -kytkimen lennon aikaisesta asennosta ei ole täyttä varmuutta. Se on voinut olla ARM -asennossa, mutta kääntynyt törmäyksen aikana alaspäin OFF -asentoon, missä se oli onnettomuuden jälkeen. Uudelleensytytystoiminnon kannalta kytkimen asennolla ei ole merkitystä ENG OUT -lämpölaukaisimen ollessa irtikytkettynä.

Teknisen tutkinnan perusteella tutkintalautakunta ei pidä todennäköisenä sitä, että ENG OUT -lämpölaukaisin olisi lauennut onnettomuudessa törmäyskiihtyvyyden tai oikosulun seurauksena. Suunnitteluspesifikaation mukaan lämpölaukaisimen on kestettävä kaikissa olosuhteissa vähintään 30 g:n (maan vetovoimakihtyvyyden) iskukuormitus. Sekä moottorin sammumisesta varoittava järjestelmä että uudelleensytytysjärjestelmä toimivat teknillisen tutkinnan yhteydessä normaalisti. Kaikki muut lämpölaukaisimet olivat säilyttäneet alkuperäisen asentonsa. Tutkintalautakunta pitää todennäköisenä, että ohjaaja oli

välilaskun aikana kytkenyt harkiten tai tiedostamattaan ENG OUT -lämpölaukaisimen pois päältä ja unohtanut uudelleenkytkennän ennen uutta lentoonlähtöä. Ohjaajan mukaan poiskytkentä tehdään joskus varoitusäänen eliminoimiseksi tyhjäkäynnillä.

Ohjaajan lentokäsikirjan mukaisesta toiminnasta poikkeamisen eräänä perustana oli yrityksessä oleva käytäntö. Käytännön mukaan AUTO RE-IGN ARM -kytkin pidetään koko ajan ARM -asennossa ja järjestelmää käytetään ENG OUT -lämpölaukaisimella. Yrityksen lentotoiminnan johtajan mukaan käytäntö on muotoutunut lentokäsikirjasta poikkeavaksi. Hänen mukaansa käytäntö on melko yleinen, mutta hän ei pitänyt lentokäsikirjasta poikkeamista lentokäsikirjan vastaisena. Yrityksen ohjaajien osalta käytännöt eivät olleet keskenään yhteneväisiä. Lentokäsikirjasta poikkeavilla käytännöillä pyritään välttämään moottorin sammumisesta varoittavan järjestelmän äänivaroituksen kuulumista tarkastus- ja käynnistystoimenpiteiden aikana.

Moottorin sammuttua ohjaaja ei yrittänyt eikä halunnutkaan pudottaa ulkoista kuormaa. Menettely perustui hänen omaan käsitykseensä toiminnasta moottorihäiriötilanteessa. Menettelytapa on sekä lentokäsikirjan että yrityksen OM:n ohjeistuksen vastainen. Sahavarustuksen kokonaispaino oli 369 kg. Ohjaaja pyrki välttämään sähkölinjaan törmäämisen ohjaamalla helikopterin nokkaa ylös. Pienestä lentonopeudesta, matalasta lentokorkeudesta ja suuresta lentopainosta johtuen varsinaista autorotaatiota ei ollut, vaan saha kosketti maahan lähes välittömästi moottorin sammumisen jälkeen. Loppulento eteni käytännössä ohjaamattomassa lentotilassa. Helikopterin parempi ohjattavuus ja hallittavuus olisi voitu epäedullisista olosuhteista huolimatta saavuttaa ulkoinen kuorma pudottamalla.

Ohjaajan ohjeistetuista menettelytavoista poikkeamisille ei ole yksiselitteistä syytä. Eräänä syynä voidaan pitää yritykseen muotoutuneita käytäntöjä. Ohjaajien itsenäinen ja yksin tapahtuva työskentely mahdollistaa omien käytäntöjen muotoutumisen. Vuosittain lennettävä tarkastuslento on ainoa ohjaajan toimintaa analysoiva valvontatoimenpide. Lentotoiminnasta yrityksessä vastaavien mahdollisuus valvoa todellisuudessa turvallisuuteenkin vaikuttavia käytäntöjä tai niissä tapahtuvia muutoksia on vähäinen. Turvallisten toimintatapojen varmistamiseksi on vaadittava voimassa olevien menettely- ja toimintatapojen noudattamista. Henkilöstön toimintatapoja on valvottava riittävästi.

2.3 Helikopterin varustelutaso ja helikopterissa käytetty lentokäsikirja

Onnettomuushelikopterin varustelutaso ei vastannut helikopterissa käytetyn lentokäsikirjan mukaista varustelua moottorin automaattisen uudelleensytytysjärjestelmän osalta. Helikopterissa käytetyn lentokäsikirjan ohjeistus vastaa uudelleensytytysjärjestelmän myöhempää modifikaatiotasoa. Modifikaatiossa poistettiin AUTO RE-IGN ARM -kytkin ja tilalle tuli AUTO RE-IGN TEST -kytkin. Samalla uudelleensytytysjärjestelmän toimintaperiaate muuttui. Järjestelmää ei tarvitse kytkeä erikseen päälle, vaan se kytkeytyy testauksen jälkeen tietyillä ehdoilla automaattisesti ja on toimintavalmis, mikäli ENG OUT -lämpölaukaisin on kytkettynä. Koska onnettomuushelikopteriin ei ollut tehty esitettyä modifikaatiota, olisi lentokäsikirjassa pitänyt säilyttää vanhan järjestelmän käyttämiseen tarvittava ohjeistus ja toimia sen mukaisesti.



2.4 Moottorin sammumiseen vaikuttavat tekijät

2.4.1 Vika ahtimen jäänestojärjestelmässä

Heti onnettomuuspaikalla havaittiin, että moottorin jäänestuventtiili oli auki ja että toinen siitä ahtimen johdesiivistöön jäänestoilmaa johtava putki oli poikki. Putken päiden hankautumien perusteella putki oli ollut poikki jo ennen onnettomuutta. Vikaa ei ollut havaittu lentoa edeltävässä päivätarkastuksessa. Putken elektronimikroskooppitutkimus osoitti putken katkenneen väsymismurtuman seurauksena. Murtuma oli todennäköisesti seuraus moottorin värinästä. Värinän syntyymiseen vaikutti ahdinturbiinin epätasapaino.

Moottorin valmistajan antaman lausunnon perusteella ahtimen johdesiivistön tai ahtimen jäätymistä siten, että se olisi aiheuttanut moottorin sammumisen, ei pidetä todennäköisenä. Käsitystä tukee erityisesti se, ettei ahtimella eikä muuallakaan moottorissa ollut jään moottoriin imeytymisen aiheuttamia jälkiä.

2.4.2 N2-säätimen toiminta

Moottorin koekäytössä ilmeni, että moottorin teho rajoittui noin 80 psi:iin. N2-säätimen toimintaa tutkittaessa havaittiin sen käyttövivussa jäykkyyttä, mikä johtui käyttöakselin pinnoitteen osittaisesta irtoamisesta. Käyttöakselin jäykkyys (momentti 400 Ncm) on voinut vaikuttaa säätimen toimintaan siten, että moottori vastaa lisääntyneeseen tehontarpeeseen viiveellä, jolloin moottorin N2/NR-kierrosluku pienenee. Nousuvipua nostettaessa saattaa tulla tunne moottorin tehonpuutteesta. Jäykkyys olisi saattanut näkyä kierrosluvun heilahteluna, käytännössä kierrosluvun muutoksen viiveenä sekä laskettaessa että nostettaessa nousuvipua. Ohjaaja ei kertonut kierrosluvun heilahtelusta. Säätimen hitaudesta johtuva kierrosluvun heilahtelu ei kuitenkaan sammuttaisi moottoria eikä vaikuttaisi merkittävästi moottorista saatavaan tehoon. Teknisessä tutkinnassa tehtyjen havaintojen perusteella moottori oli sammunut ennen kuin helikopterin roottori osui esteisiin. Onnettomuuden jälkeisenä päivänä tehdyssä vivustojen tarkastuksessa N2-säätöjärjestelmä toimi normaalisti eikä siinä havaittu takertelua. Tutkintalautakunta ei pidä N2-säätimen toiminnassa havaittua jäykkyyttä moottorin sammumisen syytekijänä.

2.4.3 Sään vaikutus

Allison 250 -moottorin valmistaja Rolls-Royce on varoittanut tiedotteellaan moottoreita helikoptereissaan tai lentokoneissaan käyttäviä omistajia, operaattoreita ja ohjaajia siitä, että ilma-aluksiin kertynyt lumi tai jää voi irrotessaan ja moottoriin joutuessaan sammuttaa moottorin. Käytännön kokemusten perusteella tiedetään, että H-500 -helikopterissa erityisesti moottorin etupuoliseen imukammioon kerääntyvä lumi/lumisohjo imeytyessään ahtimeen voi sammuttaa moottorin. Heliwest Oy:n käyttämät ohjeet sääolosuhteiden aiheuttamien rajoitusten osalta eivät ole yksiselitteiset. Yrityksen johdon ja ohjaajan käsitykset lumisateen aiheuttamista rajoituksista olivat kuitenkin yhteneväiset; vain heikossa lumisateessa lentäminen on sallittua, kun helikopterissa on ilmanoton lumilevy asennettuna. Rajoituksen määrittelyyn yrityksessä oli päädytty lumilevyjen käyttöönoton jälkeen saatujen kokemusten perusteella.

Onnettomuuslennon ensimmäisen vaiheen aikana satoi räntää vähintään kohtalaisesti noin 20–30 minuutin ajan. On oletettavaa, että märkää lunta kertyi imukammioon sateen aikana. Muuna aikana sade oli heikompaa, mutta koko lennon ajan ilman suhteellinen kosteus oli käytännössä 100 %. Lumi ei sulanut imukammioista välilaskunkaan aikana, koska moottori kävi tyhjäkäyntiä ja esti lämmön siirtymisen imukammioon. Lumen tai lumisohjon irtoaminen imukammioista ja sitä seuraava moottorin sammuminen tapahtuvat ennalta arvaamattomasti ja varoittamatta. Kokemusten perusteella moottorin uudelleensyötysjärjestelmän toimiessa moottori yleensä käynnistyy välittömästi. On todennäköistä, että helikopterin moottori sammui imukammioon kerääntyneen märän lumen imeytyttyä moottoriin. Käsitystä tukevat ohjaajan ensimmäisessä haastattelussa tapahtumasta kertomat muistikuvat moottorin yllättävästä ja äkillisestä sammumisesta.

2.5 Sään huomioon ottaminen sahaustoiminnassa

Ennen lentoja ohjaaja selvitti yleissäätilanteen internetin avulla. Maasto-olosuhteissa sahaustoiminnan aikana säätilan havainnointi tapahtuu lähes yksinomaan ohjaajan omin toimenpitein. Sahaamisen aikana huomio keskittyy voimakkaasti itse työhön, jolloin esimerkiksi lumisateen luonteessa ja voimakkuudessa tapahtuvat muutokset voivat jäädä liian vähälle huomiolle. Tuuli on näkyvyyttä merkittävämpi ja rajoittavampi säätekijä sahauslentojen aikana.

Ohjaajalla oli onnettomuuslennon aikaisen lumisateen voimakkuudesta erilainen käsitys kuin maassa työskenneillä avustajilla. Ohjaajan mukaan lumisade ei rajoittanut lentämistä. Ilmatieteenlaitoksen lausunnon ja maastohavaintojen mukaan märkää lunta satoi melko paljon ja selvästi ohjaajan käsitystä enemmän. Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan kohtalaisen voimakkaan räntäsateen aikana sade oli voimakkaampaa kuin yhtiön sääminimit sallivat. Vallinneissa olosuhteissa moottorin sammumisriski oli valmistajan asiasta julkaiseman varoittavan tiedotteen mukainen. Ohjaajan päätökseen jatkaa sahaamista lumisateesta huolimatta on saattanut vaikuttaa edellispäivien huonot sääolosuhteet, jolloin sahauslentoja ei pystytty lentämään.

3 JOHTOPÄÄTÖKSET

3.1 Toteamukset

1. Heliwest Oy:llä oli voimassa oleva ansiolentolupa.
2. Helikopterin rekisteröimis- ja lentokelpoisuustodistukset olivat voimassa.
3. Ohjaajalla olivat vaadittavat lupakirjat ja kelpuutukset voimassa.
4. Helikopteri oli varustettu ilmanoton lumilevyllä ja sen ulkoisena kuormana oli oksasaha.
5. Onnettomuuslennon noin tunnin kestäneen ensimmäisen vaiheen jälkeen helikopteri tankattiin maassa moottorin käydessä tyhjäkäynnillä.
6. Lennon ensimmäisen vaiheen aikana heikko lumisade muuttui kohtalaisen voimakkaaksi räntäsateeksi. Arviolta 10–20 minuutin aikana satoi suuria märkiä hiutaleita, ajoittain sakeastikin.
7. Allison 250 -moottorin valmistaja on julkaissut tiedotteen moottoriin imeytyvän lumen tai jään moottorille aiheuttamasta sammumisvaarasta.
8. Heliwest Oy:ssä H-500 -helikopterilla lentämistä lumisateessa on rajoitettu. Enintään heikossa lumisateessa lentäminen on sallittu, mikäli lumilevy on asennettuna. Rajoitusta ei ole kirjattu yhtiön toimintakäsikirjaan, mutta se oli ohjaajan tiedossa.
9. Heliwest Oy:n sahaustoiminnassa käyttämien ohjeiden säärajoitukset eivät ole keskenään yhteneväiset eivätkä yrityksessä olevan käytännön mukaiset.
10. Lennon toisessa vaiheessa oksasahauksen aikana leijunnassa tehonlisäyksen yhteydessä ohjaaja tunsu tehon puutetta. Helikopterin moottori sammui välittömästi tämän jälkeen.
11. Moottorin sammumisesta varoitettava varoitusääni ei aktivoitunut eikä moottorin automaattinen uudelleensytytysjärjestelmä toiminut, koska ENG OUT -lämpölaukaisin ei ollut painettuna.
12. Ohjaaja oli todennäköisesti välilaskun aikana kytkenyt harkiten tai tiedostamattaan ENG OUT -lämpölaukaisimen pois päältä ja unohtanut uudelleenkytkennän ennen uutta lento-ohjelmointia.
13. Ohjaaja ei tietoisesti pudottanut ulkoista kuormaa helikopterin moottorin sammuttua.
14. Ulkoisen kuorman ja ohjaajan ohjaustoimenpiteiden vaikutuksesta varsinaista ohjattua autorotaatiiovaihetta ei ollut.

15. Loppulento tapahtui voimakkaasti ulkoisen kuorman puomin ohjaamana ja päätyi noin tulosuuntaan päättyneen kaarron jälkeen hallitsemattomaan puuhun ja maahan törmäykseen.
16. Ohjaaja loukkasi maahan törmäyksessä alaselkensä ja pakaransa, mutta kykeni poistumaan helikopterista.
17. Helikopterissa käytetty lentokäsikirja ei ollut onnettomuushelikopterin varustelun mukainen.
18. Ohjaajan kaikki toimintatavat eivät olleet helikopterin lentokäsikirjan mukaiset. Onnettomuuden kannalta merkittävimmät poikkeamat olivat moottorin sammumisesta varoittavan järjestelmän ja automaattisen uudelleensytytysjärjestelmän käytön sekä ulkoisen kuorman käsittelyn osalla.
19. Käyttämänsä menettelyn mukaan ohjaaja piti tarkoituksellisesti CARGO HOOK -lämpölaukaisimen irtikytkettynä.
20. Helikopterin moottorin sammumishetkellä jäänestventtiili oli auki ja toinen siitä ahtimen johdesiivistöön jäänestoilmaa johtava putki oli poikki. Putki oli ollut poikki jo ennen onnettomuutta.
21. Ohjaaja ei havainnut päivätarkastuksessa jäänestoilmaputken olevan poikki.
22. Jäänestoilmaputki oli katkennut väsymismurtuman seurauksena. Murtuma oli todennäköisesti seuraus moottorin värinästä. Värinän syntymiseen vaikutti ahdinturbiinin epätasapaino.
23. Moottorin valmistajan antaman lausunnon mukaan vallinneissa olosuhteissa ahtimen johdesiivistön ja ahtimen jäänestokyky on riittävä vaikka toinen jäänestoilmaa johtavista putkista on poikki.
24. Helikopterin moottorissa oli havaittu useasti aikaisemminkin tehon puutetta. Korjausten yhteydessä useita moottorin osia oli vaihdettu.
25. Yrityksen lentotoimintaan oli muotoutunut ohjeistetuista menettelytavoista poikkeavia käytäntöjä, joista eräs oli moottorin sammumisesta varoittavan järjestelmän ja moottorin uudelleensytytysjärjestelmän lentokäsikirjan ohjeista poikkeava käyttö.
26. Henkilöstön toimintatapojen valvonta yrityksessä oli vähäistä.

3.2 Onnettomuuden syy

Onnettomuuden syynä oli lentäminen epäsuotuisissa sääolosuhteissa lumisateessa, mikä johti helikopterin moottorin sammumiseen todennäköisesti imukammioon kerääntyneen märän lumen imeytyessä moottoriin. Myötävaikuttavana tekijänä oli se, ettei moottorin sammumisenvaroitusjärjestelmä ja täten myöskään automaattinen uudelleensytytysjärjestelmä ollut kytkettynä.



4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

Heliwest Oy:n lentotoiminnassaan käyttämien ohjeiden säärajoitukset eivät olleet keskenään eivätkä käytännössä noudatettavien säärajoitusten kanssa yhteneväiset. Onnettomuushelikopterissa käytetty lentokäsikirja ei ollut helikopterin varustelun mukainen. Yrityksen joidenkin ohjaajien käyttämät toimintatavat eivät olleet kaikilta osin lentokäsikirjan mukaiset. Yrityksen henkilöstön toimintatapojen valvonta oli vähäistä.

1. Tutkintalautakunta esittää, että Heliwest Oy tarkastaa lentotoimintaohjeidensa säärajoitukset ja vallitsevan käytännön keskenään yhdenmukaiseksi. Lisäksi esitetään, että yrityksessä ryhdytään tarvittaviin toimenpiteisiin lentokäsikirjojen saattamiseksi koneyksilöittäin ajantasalle sekä henkilöstön menettelytapojen muuttamiseksi voimassa olevien käsikirjojen ja toimintaohjeiden mukaisiksi. Yrityksen henkilöstön toimintatapoihin kohdistuvaa valvontaa esitetään lisättäväksi.

Helsingissä 6.12.2008

Juhani Hipeli

Jari Multanen

Rauno Purho