



Tutkintaselostus

B4/2009L

Helikopterin lento-onnettomuus Porvoossa 7.5.2009

OH-HVK

Bell 412EP

Kansainvälisen siviili-ilmailun yleissopimuksen liitteen 13 (Annex 13) kohdan 3.1 mukaan ilmailuonnettomuuden ja sen vaaratilanteen tutkinnan tarkoituksena on onnettomuuksien ehkäiseminen. Ilmailuonnettomuuden ja tutkintaselostuksen tarkoituksena ei ole käsitellä onnettomuudesta mahdollisesti johtuvaa vastuuta tai vahingonkorvausvelvollisuutta. Tämä perussääntö on ilmaistu myös turvallisuustutkintalaissa (525/2011) sekä Euroopan Unionin parlamentin ja neuvoston asetuksessa nro 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
FIN-00500 HELSINKI

Adress: Sörnäs strandväg 33 C
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

Henkilöstö / Personal / Personnel:

Johtaja / Direktör / Director

Veli-Pekka Nurmi

Hallintopäällikkö / Förvaltningsdirektör / Administrative Director
Erikoissuunnittelija / Specialplanerare / Senior Officer
Osastosihteeri / Avdelningssekreterare / Assistant
Toimistosihteeri / Byråsekreterare / Assistant

Pirjo Valkama-Joutsen
Mari Haapalainen
Sini Järvi
Leena Leskelä

Ilmailuonnettomuudet / Flygolyckor / Aviation accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Air Accident Investigator
Erikoistutkija / Utredare / Air Accident Investigator

Ismo Aaltonen
Tii-Maria Siitonen

Raideliikenneonnettomuudet / Spårtrafikolyckor / Rail accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Rail Accident Investigator
Erikoistutkija / Utredare / Rail Accident Investigator

Esko Värttiö
Reijo Mynttinen

Vesiliikenneonnettomuudet / Sjöfartsolyckor / Marine accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Marine Accident Investigator
Erikoistutkija / Utredare / Marine Accident Investigator

Martti Heikkilä
Risto Repo

Muut onnettomuudet / Övriga olyckor / Other accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Accident Investigator

Kai Valonen

TIIVISTELMÄ

Torstaina 7.5.2009 kello 12.21 Suomen kesäaika tapahtui Porvoon Ali-Vekkoskella lento-onnettomuus. Onnettomuudessa Rajavartiolaitoksen omistama ja operoima Bell Helicopter Textron -yhtiön valmistama Bell 412EP -tyyppinen keskiraskas helikopteri, rekisteritunnukseltaan OH-HVK, törmäsi viranomaisyhteistyöharjoitukseen kuuluneen laskeutumisen yhteydessä maahan niin suurella vajoamisnopeudella, että sen laskuteline petti ja pohjarakenne vaurioitui. Helikopterissa oli kolmen hengen miehistö ja kuuden hengen valmiusryhmä. Kaksi valmiusryhmään kuulutta matkustajaa sai lieviä vammoja.

Onnettomuuslennolla harjoitusryhmän tehtävänä oli paenneiden henkilöiden etsintä ja kiinniotto maastosta. Havaittuaan kiinniotettavan kohdehenkilön helikopterin päällikkö teki päätöksen valmiusryhmän jalkauttamisesta maastoon kohteen etupuolelle. Laskeutumispaikaksi valittu peltoaukea oli miehistölle vieras ja sijaitsi helikopterin lähestymissuunnasta nähden etuoikealla metsäniemekkeen takana. Valmiusryhmän jalkauttaminen kohdehenkilön etupuolelle oli tärkeää kiinniottotehtävän onnistumisen kannalta. Helikopterin päällikkö aloitti lähestymisen valitulle laskeutumisalueelle kiihdyttämällä helikopterin etsintänopeudelta 107 solmun (kts) nopeudelle säilyttäen noin 250 jalan (ft) lentokorkeuden. Helikopterin hidastaminen laskua varten aloitettiin, kun etäisyys laskupaikalle oli noin 300 metriä.

Helikopterin päällikkö aloitti helikopterin hidastamisen laskemalla nousuvivun ala-asentoon vetäen samalla ohjaussauvaa taaksepäin. Pääroottorin kierrosluku alkoi nopeasti kasvaa ylittäen 104,5 %, jolloin varoitusjärjestelmä antoi pääroottorin ylikierrosvaroituksen. Nopeuden hidastuttua suoritettu nousuvivun nosto aiheutti pääroottorin vastuksen nopean kasvun ja pääroottorin kierrosluvun alenemisen alle 95 %, jolloin varoitusjärjestelmä antoi pääroottorin alikierrosvaroituksen. Päällikkö joutui hetkellisesti keskeyttämään nousuvivun noston, jolloin helikopteri jatkoi edelleen vajoamista kiihtyvällä nopeudella. Pääroottoriin alkoi kehittyä pyörrevirtaustila. Helikopterin mootoreiden kiihdyttyä pääroottorin kierrokset palautuivat, jolloin päällikkö jatkoi nousuvivun nostoa.

Pyörrevirtaustilan aikana jatkettu nousuvivun nosto ei pysäyttänyt vajoamista. Suurimmillaan vajoamisnopeus oli noin 1100 ft/min. Helikopteri törmäsi maahan noin neljä sekuntia alikierrosvaroituksesta.

Huomatessaan törmäyksen olevan väistämätön päällikkö varoitti muuta miehistöä tulevasta kovasta laskusta ja oikaisi helikopterin asentoa siten, että törmäys loivasti nousevaan kynnetyyn peltoon tapahtui vahinkojen välttämiseksi lähes optimaalisessa asennossa.

Tutkinnassa ei todettu helikopterissa olleen teknistä vikaa tai toimintahäiriötä. Helikopteri oli lentokelpoinen. Helikopterin lentomassa ja massakeskiö olivat sallituissa rajoissa. Sääolosuhteet olivat soveltuvat tehtävän suorittamiselle. Miehistön kelpuutukset olivat voimassa ja kokemus oli riittävä.

Onnettomuuden välittömänä syynä oli helikopterin joutuminen laskeutumisen yhteydessä pääroottorin alkavaan pyörrevirtaustilaan olosuhteissa, joissa korjaavat toimenpiteet eivät enää olleet mahdollisia.

Myötävaikuttavina tekijöinä olivat

- suuri lähestymisnopeus ja myöhään suurilla tehonmuutoksilla aloitettu hidastaminen raskaasti kuormatulla helikopterilla
- ohjaamoyhteistyön puutteet muun muassa tarkastuslistojen sekä nopeuden, korkeuden, vajoamisnopeuden ja tuulen suunnan monitoroinnin osalta
- puutteet helikopterin lentotilan ja tuntemattoman laskeutumisalueen havainnoinnissa ohjaamomiehistön keskittyessä korostuneesti taktisen tehtävän suorittamiseen
- puutteet tehtävätyypin vakioituissa menetelmissä ja menetelmäohjeistuksessa.

Rajavartiolaitoksen lakisääteiset tehtävät edellyttävät lentotehtävien suorittamista poikkeavissa tilanteissa ja vaativissa olosuhteissa, joissa erityistehtävien riskit muodostuvat normaalia lento-toimintaa suuremmiksi. Vartiolentolaivue vastaa Rajavartiolaitoksen lentotoiminnasta, myös erityislentotoimintana toteutettavasta viranomaisyhteistyöstä.

Tutkintalautakunta teki seuraavat neljä turvallisuussuositusta Rajavartiolaitokselle:

- Vartiolentolaivueen tulisi täydentää lentomenetelmäohjeet ja koulutusohjelmat havaittujen puutteiden osalta. Erityisesti tulisi huomioida ohjaamoyhteistyöhön liittyvät monitorointimenettelyt.
- Vartiolentolaivueen tulisi lisätä ohjaajien tietoisuutta pyörrevirtaustilaan joutumisen riskeistä ja ohjaustoimenpiteistä tilasta poistumiseksi.
- Oman lentoturvallisuustoimintansa kehittämiseksi Vartiolentolaivueen tulisi tutustua ja arvioida ICAO:n mukaisen Safety Management System (SMS) -turvallisuudenhallintajärjestelmän soveltuvuutta toimintaansa.
- Rajavartiolaitoksen tulisi määrittää operatiiviseen toimintaan liittyvä vaarallisten aineiden kuljetustarve. Tämän jälkeen Rajavartiolaitoksen tulisi hakea uudet luvat ja uudistaa ohjeistus.

Lisäksi tutkintalautakunta teki esityksen Liikenteen turvallisuusvirastolle (Trafi Ilmailu) tutkinta-edellytysten parantamiseksi. Tutkintalautakunta esittää, että Trafi Ilmailu muuttaisi kansallista määräystä AIR M16-1 (ensikatsastus) siten, että JAR-OPS 3 mukainen vaatimus lentoarvotallenteen helposta purettavuudesta koskisi kaikkia lentoarvotallentimilla varustettuja helikoptereita.

SAMMANDRAG

HELIKOPTERFLYGOLYCKA I BORGÅ 7 MAJ 2009

Torsdagen 7 maj 2009 klockan 12:21 finsk sommartid inträffade en flygolycka i Borgå, Ali-Vekkos. En av Gränsbevakningsväsendet ägd och använd medeltung helikopter tillverkad av företaget Bell Helicopter Textron, av typen Bell 412EP, registreringsbeteckning OH-HVK, störtade till marken i samband med en landning under en övning i myndighetssamverkan med så stor sjunkhastighet att dess landningsställ gick sönder och bottenkonstruktionen skadades. Det fanns en besättning om tre personer och en beredskapsenhet på sex personer i helikoptern. Två av medlemmarna i beredskapsenheten fick lindriga skador.

Vid olycksflygningen var övningsenhetens uppgift att leta efter förrymda personer och fånga in dem i terrängen. Helikopterbefälhavaren upptäckte ett personobjekt som skulle fångas in och tog beslutet att fördela beredskapsenheten i terrängen framför objektet. Den åkerglänta som valdes ut som landningsplats var obekant för besättningen och fanns framåt till höger bakom en skogsudde sett i anflygningsriktningen. Det var viktigt att fördela beredskapsenheten framför objektspersonen för att infångandet skulle lyckas. Helikopterbefälhavaren påbörjade planen mot det valda landningsområdet genom att öka helikopterns hastighet från sökhastigheten till 107 knop (kts) och behålla flyghöjden på ungefär 250 fot. Inbromsningen av helikoptern för landningen påbörjades, när avståndet till landningsplatsen var ungefär 300 meter.

När helikopterbefälhavaren påbörjade inbromsningen av helikoptern genom att minska stigspaksutslaget till nedre läget och samtidigt dra styrspaken bakåt började huvudrotorns varvtal snabbt växa och överskred 104,5 % varvid varningssystemet gav en övervarvsvarning för huvudrotorn. Ökningen av stigspaksutslaget efter att hastigheten minskats orsakade en snabb ökning av motståndet i huvudrotorn och att huvudrotorns varvtal minskades till under 95 %, varvid varningssystemet gav en undervarvsvarning för huvudrotorn. Helikopterbefälhavaren tvingades att momentant avbryta ökningen av stigspaksutslaget, varvid helikoptern fortsatte sjunka med accelererad hastighet. Huvudrotorn började utvecklas mot en vortex ring state. När helikoptermotorerna accelererat återställdes huvudrotorns varvtal, varvid befälhavaren fortsatte att öka stigspaksutslaget.

Under vortex ring state kunde sjunkningen inte stoppas genom ökning av stigspakens utslag. Som störst var sjunkhastigheten ungefär 1100 ft/min. Helikoptern störtade i marken ungefär 4 sekunder efter undervarvsvarningen.

När befälhavaren insåg att sammanstötningen var oundviklig varnade befälhavaren besättningen för en kommande hårt landning och riktade upp helikoptern så att sammanstötningen med den svagt uppåtlutande plöjda åkern gjordes i nära optimalt läge för att undvika skador.

Utredningen kunde inte påvisa att det fanns tekniska fel eller funktionsstörningar i helikoptern. Helikoptern var flygduglig. Helikopterns flygvikt och masstyngdpunkt låg inom de tillåtna gränserna. Väderförhållandena var lämpliga för utförande av uppgiften. Besättningens licenser var giltiga och erfarenheten tillräcklig.

Den omedelbara orsaken till olyckan var att helikoptern i samband med landningen hamnade i börjande vortex ring state under omständigheter där rättelseåtgärder inte längre var möjliga.

Bidragande orsaker var

- hög anflygningshastighet och en sent påbörjad inbromsning med stora effektändringar i en tungt lastad helikopter
- brister i besättningens samarbete bland annat avseende checklistor samt uppföljning av hastighet, höjd, sjunkhastighet och vindriktning
- brister i att identifiera helikopterns flygsituation och att observera det okända landningsområdet medan besättningspersonalen koncentrerade sig mest på att utföra den taktiska uppgiften
- brister i uppgiftstypens standardiserade rutiner och meto danvisningar.

Gränsbevakningsväsendets lagstadgade uppgifter förutsätter att flygupdrag utförs under avvikande situationer och krävande förhållanden, varvid specialuppgifternas risker är större än vid normal flygverksamhet. Bevakningsflyget ansvarar för Gränsbevakningsväsendets flygverksamhet, även vid myndighetssamarbete i samband med specialflygverksamhet.

Haveriutredningen lämnade följande fyra säkerhetsrekommendationer till Gränsbevakningsväsendet:

- Bevakningsflyget bör komplettera flygmeto danvisningarna och utbildningsprogrammen avseende upptäckta brister. Särskilt bör man uppmärksamma övervakningsmetoder i samband med samarbetet i förarkabinen.
- Bevakningsflyget bör öka piloternas medvetenhet om riskerna med att hamna i vortex ring state och om metoder för att komma ur sådana lägen.
- För att utveckla den egna flygsäkerhetsverksamheten bör bevakningsflygflottan ta del av och bedöma tillämpligheten av säkerhetsstyrssystem enligt ICAO:s Safety Management System (SMS) för den egna verksamheten.
- Gränsbevakningsväsendet bör definiera behovet av transport av farliga ämnen inom den operativa verksamheten. Därefter bör Gränsbevakningsväsendet söka nya tillstånd och förnya anvisningarna.

Dessutom lämnade haveriutredningen ett förslag till Trafiksäkerhetsverket (Trafi Luftfart) för att förbättra undersökningsförutsättningarna. Haveriutredningen föreslår, att Trafi Luftfart ändrar den nationella bestämmelsen AIR M16-1 (första översyn) så, att kravet enligt JAR-OPS 3 på enkel åtkomst till registrerade flygdata ska beröra alla helikoptrar som har flygdataregistrator.



SUMMARY

HARD LANDING FOR HELICOPTER IN PORVOO ON 7 MAY 2009

An accident occurred at Ali-Vekkoski near the city of Porvoo on Thursday, 7 May 2009 at 12:21 Finnish Daylight Saving Time. A Textron-manufactured Bell Helicopter, the Bell 412EP Medium Transport Helicopter, registration OH-HVK, owned and operated by the Finnish Border Guard, made such a hard landing during an operational exercise that its landing gear fractured and the sub-floor structure of its fuselage buckled. The helicopter had three crewmembers and a six-man team from the Counter Terrorist Unit (CTU) of the Finnish Police as passengers. Two members of the team sustained minor injury.

The task of the exercise team was to conduct a search in order to detain fugitives in the terrain. Once the pilot-in-command (PIC) of the helicopter spotted their target he decided to land the team in the terrain in front of the target. The crew was unfamiliar with the clearing that was designated as the landing site; it was to the right of where the helicopter was making its approach, behind a spit of trees. It was elemental to the success of the task that the team deplanes in front of their target. The PIC began his approach to the landing site by accelerating from the search airspeed to 107 kts while maintaining the approximate altitude of 250 ft. When there was approximately 300 m to go to the landing site he began to reduce airspeed for landing.

The pilot-in-command reduced the airspeed of the helicopter by simultaneously lowering the collective and applying aft cyclic. At this time the main rotor RPM rapidly surged and exceeded 104.5%, at which time the warning system gave a high RPM warning. Once the airspeed had bled off and the collective lever had been raised, rotor drag rapidly increased which resulted in the main rotor RPM dropping below 95%. Consequently, the warning system sounded a low RPM warning. The PIC had to suspend raising the collective lever for a moment, which increased the helicopter's rate of descent. The main rotor was entering into a developing vortex ring state. When the engines spooled up, rotor RPM also resumed and the PIC continued to raise the collective lever.

Raising the collective lever in a vortex ring state did not stop the helicopter from sinking. According to the DFDR the maximum sink rate was approximately 1100 ft/min. The helicopter collided with the ground approximately four seconds after the low RPM warning.

When the PIC realised that a crash was unavoidable, he warned the rest of the crew of an impending hard landing and straightened out the helicopter. It hit the gently rising ploughed field in the nearly optimal position for minimising damage.

The investigation found no technical fault or malfunction in the helicopter. The helicopter was airworthy. Its weight and centre of gravity were within the permissible range. The meteorological conditions were suitable for the task. Crew ratings were valid and they had the required experience to fly the mission.

The cause of the accident was the helicopter's main rotor entering into a developing vortex ring state during landing in conditions that prevented any further corrective actions.

Contributing factors included

- A high approach speed and the late reduction of airspeed combined with sizeable power setting changes with a heavily laden helicopter,
- Inadequate Multi Crew Co-operation, for example, as regards checklists as well as air-speed, altitude, sink rate and wind direction monitoring,
- Insufficient attention to the helicopter's state of flight as well as the unfamiliar landing site during the time when the flight crew was deeply focused on the tactical mission, and
- Deficient standard operating procedures (SOP) and guidelines for this particular type of task.

The Finnish Border Guard's statutory tasks require flight operations in nonstandard situations and demanding conditions, moreover special tasks carry more risks than normal flight operations. The Air Patrol Squadron is responsible for carrying out the Border Guard's flight operations, including special air operations related to cooperation with the authorities.

The investigation commission gave the four following safety recommendations for the Finnish Border Guard:

- The Air Patrol Squadron should review their flight procedures and training syllabi as regards the observed shortcomings. Special attention should be given to Multi Crew Co-operation-related monitoring techniques.
- The Air Patrol Squadron should improve their pilots' awareness of the risks of the vortex ring state as well as associated corrective actions.
- In order to improve flight safety, the Air Patrol Squadron should analyse and consider the applicability of the ICAO's Safety Management System (SMS) in their operations.
- Related to their operational duties the Finnish Border Guard should specify their requirements for the transport of dangerous goods by air. Following this, the Border Guard should revalidate the relevant permits and modernise the regulations.

In addition, the investigation commission gave a proposal for Trafi Aviation, i.e. the Finnish Transport Safety Agency with regard to improving the requisites of investigation. The investigation commission further proposes that Trafi Aviation amend the national Aviation Regulation AIR M16-1 (initial aircraft inspection) so as to extend the JAR-OPS 3's requirement of readily available recorded flight data to all helicopters fitted with flight recorders.



SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	III
KÄYTETYT LYHENTEET	XI
ALKUSANAT	XIII
1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET	1
1.1 Onnettomuuslento.....	1
1.1.1 Tapahtumat ennen lentoa.....	1
1.1.2 Onnettomuuslennon tapahtumat	2
1.1.3 Tapahtumat onnettomuuslennon jälkeen.....	6
1.2 Henkilövahingot.....	6
1.3 Ilma-aluksen vahingot	7
1.4 Muut vahingot.....	7
1.5 Henkilöstö	7
1.6 Ilma-alus.....	9
1.7 Sää	10
1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat	11
1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet	11
1.10 Lentopaikka.....	11
1.11 Lennonrekisteröintilaitteet	11
1.12 Onnettomuuspaikan ja ilma-aluksen tarkastus.....	13
1.13 Lääketieteelliset tutkimukset	15
1.14 Tulipalo.....	15
1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisenäkökohdat	15
1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset.....	15
1.16.1 Lentoarvo- ja ohjaamoäänitallentimen tietojen tarkastelu.....	15
1.16.2 Komponenttien korjaustiedot	16
1.16.3 Poliisin kenttäjärjestelmälaite.....	17
1.16.4 Lentotehtävän tehtävävaatimusten arvioiminen.....	17
1.16.5 Kuulemiset ja haastattelut.....	18
1.17 Organisaatiot ja johtaminen.....	18
1.18 Muut tiedot	21
1.18.1 Helikopterin yleisiä aerodynaamisia ominaisuuksia.....	21
1.18.2 Vastaavanlainen onnettomuus	22
1.18.3 Ilmoitukset	23
1.19 Käytetyt tutkintamenetelmät.....	24
1.19.1 Tallennintietojen yhdistäminen	24
1.19.2 Tehtäväanalyysi.....	24
2 ANALYYSI	26



2.1	Lentoprofiili	26
2.2	Pääroottorin kierrosten tarkastelua	27
2.3	Moottoreiden vääntömomenttieron tarkastelua	28
2.4	Tehtävä- ja olosuhdetekijät	29
2.4.1	Laskeutumispaikan havainto-olosuhteet	29
2.4.2	Tehtävän kognitiiviset kuormitustekijät	31
2.5	Organisaation toiminta	37
2.6	Pelastautumisen näkökohdat	38
2.7	Ilmoitukset	39
3	JOHTOPÄÄTÖKSET	40
3.1	Toteamukset	40
3.2	Onnettomuuden syyt	43
4	TURVALLISUUS SUOSITUKSET	44
4.1	Operaattorin tutkinnan aikana toteuttamat toimenpiteet	44
4.2	Turvallisuussuosituksien sisältö	44
4.3	Muita huomiota ja ehdotuksia	45

LIITTEET

Liite 1 Yhteenveto lausunnoista



KÄYTETYT LYHENTEET

Lyhenne	Englanniksi	Suomeksi
ARCC	Aeronautical Rescue Co-ordination Centre	Etelä-Suomen lentopelastuskeskus
ATPL	Airplane Transport Pilot Licence	Liikennelentäjän lupakirja
BEA	Bureau d'Enquêtes et d'Analyses	Ranskan tutkintaviranomainen
CG	Centre of Gravity	Massakeskiö
CPITCH	Collective Pitch	Nousuvivun kulma
CVR	Cockpit Voice Recorder	Ohjaamoäänitin
DFDR	Digital Flight Data Recorder	Digitaalinen lentoarvotallennin
EASA	European Aviation Safety Agency	Euroopan lentoturvallisuusvirasto
EFHF	Helsinki-Malmi Airport	Helsinki-Malmin lentoasema
ELT	Emergency Locator Transmitter	Hätäpaikannuslähetin
FAA	Federal Aviation Administration	Yhdysvaltojen ilmailuviranomainen
FAR	Federal Aviation Regulations	Yhdysvaltojen ilmailumääräykset
FCL	Flight Crew Licensing	Ohjaamomiehistön lupakirjat
FDAU	Flight Data Acquisition Unit	Lentoarvotallentimen tiedonkeräysyksikkö
FMS	Flight Management System	Lennonhallintajärjestelmä
FP	Flight Plan	Lentosuunnitelma
ft	Feet	Jalkaa
GPS	Global Positioning System	Satelliittipaikannusjärjestelmä
HTA	Hierarchical Task Analysis	Hierarkkinen tehtävänälyysi
IBIT	Initiated Built-In Test	Sisäinen testi
ICAO	International Civil Aviation Organization	Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö
JAR	Joint Aviation Requirements	Yleiseurooppalaiset ilmailumääräykset
kts	Knots	Solmua (lentonopeus)
lbs	Pounds	Paunaa
MRCS	Maritime Rescue Coordination Subcentre	Meripelastuslohkokeskus
MTOW	Maximum Takeoff Weight	Maksimi lentoonlähtöpaino
N2	Free Turbine RPM (%),(T2)	Työturbiinin kierrosluku (%)
NR	Main Rotor RPM (%)	Pääroottorin kierrosluku (%)
OFP	Operational Flight Plan	Operatiivinen lentosuunnitelma
PF	Pilot Flying	Ohjaava ohjaaja
POKE	Finnish Police Field Command System	Poliisin kenttäjärjestelmä
RFM	Rotorcraft Flight Manual	Lentokäsikirja
RPM	Revolutions Per Minute	Kierrosluku minuutissa
SCT	Scattered	Osittain pilvistä
SMS	Safety Management System	Turvallisuudenhallintajärjestelmä
TOW	Takeoff Weight	Lentoonlähtöpaino
Trafi	Finnish Transport Safety Agency	Liikenteen turvallisuusvirasto
TT	Total Time	Kokonaiskäyntiaika
UTC	Coordinated Universal Time	Koordinoitu yleisaika
VHF	Very High Frequency	Hyvin suuret taajuudet, puheradio
VIRVE	Finnish Authority Network	Viranomaisverkko



VMC	Visual Meteorological Conditions	Näkösääolosuhteet
VRS	Vortex Ring State	Pyörrevirtaustila

ALKUSANAT

Torstaina 7.5.2009 kello 12.21 Suomen kesäaika tapahtui Porvoon Ali-Vekkoskella lento-onnettomuus. Onnettomuudessa Rajavartiolaitoksen omistama ja operoima Bell Helicopter Textron yhtiön valmistama Bell 412EP -tyyppinen keskiraskas helikopteri, rekisteritunnukseltaan OH-HVK, törmäsi viranomaisyhteistyöharjoitukseen kuuluvan tilanteenmukaisen laskeutumisen yhteydessä maahan niin suurella vajoamisnopeudella, että sen laskuteline petti ja pohjarakenne vaurioitui. Helikopterissa oli kolmen hengen miehistö ja kuuden hengen valmiusryhmä. Kaksi valmiusryhmään kuulunutta matkustajaa sai lieviä vammoja.

Itä-Uudenmaan poliisilaitos ja Onnettomuustutkintakeskuksen tutkijat suorittivat onnettomuuden paikkatutkinnan. Helikopterin miehistö ja valmiusryhmän johtaja kuultiin onnettomuuspaikalla. Kuulemisia täydennettiin myöhemmin.

Onnettomuustutkintakeskus asetti 27.5.2009 päätöksellään B4/2009L tutkintalautakunnan, jonka puheenjohtajaksi nimettiin tutkija Ari Anttila sekä jäseniksi Rajavartiolaitoksen Vartiolentolaivueen lentotoiminnanjohtaja Jari Multanen ja Vartiolentolaivueen Malmin ilma-aluskorjaamon päällikkö kapteeni Jari Huhtala. Asiantuntijoiksi lautakuntaan nimettiin äänitutkijaksi FT Päivikki Eskelinen-Rönkä sekä inhimillisen toiminnan ja olosuhdetekijöiden arvioijaksi psykologi Krista Oinonen. Pelastustoimintaa ja tiedonkulkua arvioi VTM Kari Ylönen.

Tutkintalautakunta pyysi asiantuntijalausunnon säätilasta Ilmatieteen laitokselta. Ilmavoimien Materiaalilaitoksen Koelentokeskus teki helikopterissa olleiden tallentimien sekä GPS-pohjaisen poliisin kenttäjärjestelmän (POKE) perusteella lennon loppuvaiheita kuvaavan 3D-animaation ja parametrikuvaajat. Tutkintalautakunta haastatteli Helsingin vartiolentueen lentoturvaupseeria sekä poliisin valmiusyksikön harjoitusosaston johtajaa, joka oli myös tapahtuman silminnäkijä. Lisäksi lautakunta haastatteli asiantuntijana AB/Bell 412 -tyyppiohjaaja, lennonopettaja Esa Rintalaa.

Tutkintaselosteessa käytetyt kellonajat on esitetty Suomen kesäaikoina (UTC +3).

Tutkinnassa esitetyt parametrit perustuvat lentoarvotallentimelta purettuun tietoon ja saattavat sisältää epätarkkuuksia absoluuttisissa arvoissa, mutta parametrien muutoksien suuruuksia voidaan pitää luotettavina.

Rajavartiolaitoksen lakisääteiset tehtävät edellyttävät lentotehtävien suorittamista poikkeavissa tilanteissa ja vaativissa olosuhteissa, joissa erityistehtävien riskit muodostuvat normaalia lento-toimintaa suuremmiksi.

Rajavartiolaitoksen Vartiolentolaivueen ja Helsingin poliisilaitoksen valmiusyksikön yhteistoimintaharjoitukset ovat osa Vartiolentolaivueen erityislentotoimintaa. Sen ohjeistuksesta ja koulutuksesta vastaa operaattorin ominaisuudessa Vartiolentolaivue. Poliisin valmiusyksikön sisäisistä ohjeista ja koulutuksesta vastaa Helsingin poliisilaitos. Helikopterissa valmiusryhmän toiminta tapahtuu miehistön alaisuudessa.



Harjoitusryhmän toimintaa tarkasteltiin menetelmäohjeistusten ja koulutusohjelmien perusteella. Tutkinnassa arvioitiin operaattorin ja poliisin ohjeistuksen kattavuutta sekä näiden välistä yhteistoimintaohjeistusta. Tutkinnassa tarkasteltiin myös Vartiolentolaivueen lentoturvallisuustoimintaa ja siihen liittyvää ohjeistusta.

Tutkinnassa selvitettiin lentotehtävän tehtävävaatimuksia ja ohjaajien tehtävänäikaista tiedonkäyttöön liittyvää kognitiivista kuormitusta. Vartiolentolaivue järjesti selvitystä varten perehdytyksen tehtävätyypille ominaisen harjoituslennon ohjaamotyöskentelyyn sekä toteutti jäljittelylennon onnettomuuspaikalle. Molemmat tapahtumat videoitiin.

Onnettomuudesta tehtiin ICAO Annex 13 kohta 4.2 mukaiset ilmoitukset 12.5.2009 helikopterin suunnitteluvaltion tutkintaviranomaiselle, National Transport Safety Board (NTSB) USA ja helikopterin valmistajavaltion tutkintaviranomaiselle, Transportation Safety Board of Canada (TSB).

Tutkintaselostuksen luonnos on lähetetty lausunnolle Rajavartiolaitokselle, Helsingin poliisilaitokselle, Liikenteen turvallisuusvirasto Trafille, Finavia Oyj:lle, EASA:lle, NTSB:lle, TSB:lle, tutkinnassa avustaneelle Ranskan siviili-ilmailun tutkintaviranomaiselle BEA:lle, Bell Helicopter Textron Inc:lle ja asianosaisille. Saadut lausunnot ja kommentit on huomioitu tutkintaselostuksen viimeistelyssä. Lausuntojen yhteenveto on tutkintaselostuksen liitteenä.

Tutkinta valmistui 11.8.2011. Tutkintaselostus käännettiin englanniksi.

Tutkinnassa käytetty lähdeaineisto on tallennettuna Onnettomuustutkintakeskuksessa.

1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET

1.1 Onnettomuuslento

1.1.1 Tapahtumat ennen lentoa

Vartiolentolaivueen ja Helsingin poliisilaitoksen valmiusyksikön yhteistoimintaharjoitus koostui kahdesta osasta. Ensimmäisessä osuudessa harjoiteltiin köysilaskeutumisia ja jalkautumisia Helsinki-Malmin lentoaseman kenttäalueella. Toinen osa oli maastossa toteutettava tilanteenmukainen soveltava osuus. Onnettomuus tapahtui harjoituksen soveltavassa osuudessa.

Harjoituksen alussa poliisin valmiusyksikön harjoitusosaston johtaja, yksi valmiusryhmän poliisijäsen ja helikopterin päällikkö kävivät keskenään harjoitussuunnitelman läpi. Lennon valmistelut suoritettiin normaaliin tapaan tarkastamalla aktiiviset ampuma-alueet, lennonvarmennustiedot ja säätiedot sekä laatimalla operatiivinen lentosuunnitelma (OFP). Ensimmäisen osan lentosuunnitelma (FP) tehtiin myöhemmin puhelimitse Helsinki-Malmin lentoasemalla olevaan Malmin lähilennonjohtoon. Lentomekaanikko suoritti helikopterille päivätarkastuksen ja valmisti sen valmiusryhmän kanssa harjoituksia varten.

Köysilaskeutumisia sisältävä harjoitus alkoi kello 10.40 ja oli kestoaltaan 45 minuuttia. Lennon jälkeen helikopteri tankattiin, jolloin polttoaineen kokonaismäärä oli noin 950 litraa (1700 lbs). Soveltavan harjoituslennon valmistelut aloitettiin välittömästi.

Soveltavan osuuden harjoitusryhmä koostui helikopterin kolmen hengen miehistöstä ja poliisin valmiusryhmästä. Helikopterin miehistöön kuuluivat päällikkö, perämies ja lentomekaanikko. Helikopterin päällikkö vastasi lennon turvallisesta suorittamisesta ja käytettävistä menetelmistä. Lisäksi päällikkö toimi lennolla ohjaavana ohjaajana (PF). Perämiehen tehtävänä oli hoitaa monitorointi, navigointi, ilmailuradioliikenne sekä yhteydet harjoituksen taktiseen johtoon. Lentomekaanikon tehtävänä oli toimia matkustamon vanhimpana ja johtaa matkustamon toimintoja. Helikopterin miehistö oli päivystysvuorossa.

Perämies antoi soveltavan osuuden lentosuunnitelman (FP) puhelimitse Malmin lähilennonjohtoon. Lentosuunnitelmassa lennon henkilömääräksi ilmoitettiin kymmenen henkeä. Viime hetkellä tulleen muutoksen johdosta yksi valmiusryhmän jäsen jäi pois lennolta. Lennolla oli mukana yhdeksän henkilöä.

Poliisin valmiusryhmä koostui ryhmänjohtajasta (laskeutumisen johtaja) ja viidestä jäsenestä. Ryhmänjohtajan tehtävänä oli johtaa koneessa ollutta valmiusryhmää ja kuunnella viranomaisverkon (VIRVE) radioliikennettä. Poliisin valmiusyksikön harjoitusosaston johtaja oli autolla harjoitusalueella ja toimi myös harjoituksen taktisena johtajana.

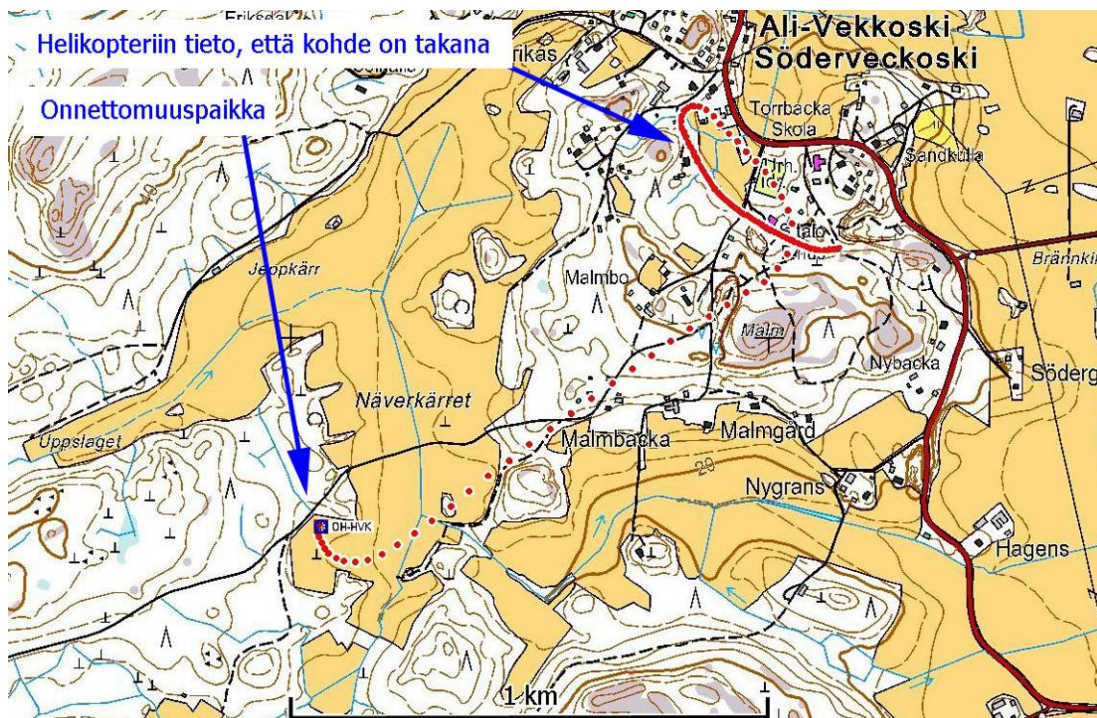
Soveltavan osuuden tavoite oli harjoitella tilanteenmukaisesti etsintää ja valmiusryhmän nopeaa jalkautumista helikopterista maastoon. Harjoitusryhmän tehtävänä oli kahden aseistautuneen henkilön etsintä ja kiinniotto etsinnän aikana saatavien ohjeiden mukaisesti.

Ennen lentoa lentomekaanikko kertasi normaalit matkustamon turvallisuusohjeet valmiusryhmälle. Matkustamossa laskeutumisen johtaja istui oikealla takana, valmiusryhmän jäsenistä kolme istui keskiosan poikittaisilla istuimilla ja kaksi lattialla kytkettyinä köysi-laskeutumisjärjestelmän lattiaköyteen. Takimmaisista istuimista kolme oli tyhjillään. Lentomekaanikko oli matkustamon etuosassa ilman istuinta turvavaljaisiin kytkettynä.

Helikopterin päällikön, perämiehen ja lentomekaanikon kuulokkeisiin oli yhdistetty sisäpuhelinjärjestelmän kautta ilmailuradio, VIRVE-radio, Meri-VHF. Ilmailuradiolla he olivat yhteydessä Malmin lähilennonjohtoon. VIRVE-radiolla miehistöllä oli yhteys harjoituksen johtajaan ja meripelastuksen lohkokeskukseen. Valmiusryhmän johtaja ja yksi ryhmän jäsen (oven avaaja) kuuli kuulokkeistaan sisäpuhelimien ja VIRVE-radion liikenteen. Muut harjoitusryhmän jäsenet kuulsivat VIRVE-radioliikenteen korvanappiensa välityksellä.

1.1.2 Onnettomuuslennon tapahtumat

Miehistö suoritti lentoonlähdön Helsinki-Malmin lentoasemalta kello 11.45 suunnaten kohti Sipoota ja harjoituksen johdon suunnittelemaa harjoitusaluetta. Lennon aikana harjoitusryhmä sai tarkemmat tunnistetiedot etsittävästä kohteesta sekä tiedon, että kohde oli aseistettu. Noin kello 12.05 saatiin havainto autosta, jolla etsityn kohteen oletettiin liikkuvan. Helikopterin päällikkö esitti nopeaa jalkautumista kohteen pysäyttämiseksi. Tilanne kehittyi kuitenkin niin nopeasti, että päällikkö perui jalkautumisyrittäksen lähes välittömästi. Tämän jälkeen kohde katosi näkyvistä.



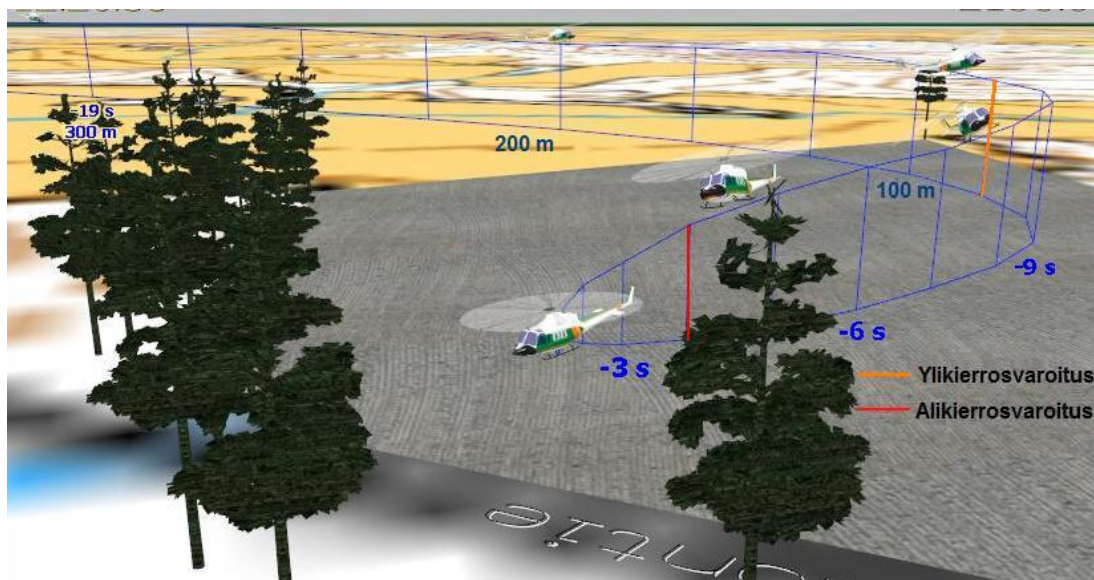
Kuva 1. Loppulennon lentoreitti ja onnettomuuspaikka. Punaisten pisteiden väli on yksi sekunti. (© Rajavartiolaitos) (Kartta: KTJ/Oikeusministeriö/MMJ)

Lento jatkui aktiivisena etsintälentona noin kello 12.20 asti, jolloin harjoituksen taktinen johto antoi helikopterille tiedon, että mahdollisen kohteen oli havaittu juoksevan pellolla helikopterin takana. Helikopteri oli tuolloin etenemässä noin 30 kts nopeudella suuntaan 325 astetta (kuva 1). Kaartaessaan oikealle suuntaan 140 astetta päällikkö havaitsi kohteen, joka oli lähestymässä kapeaa metsäaluetta kahden peltoalueen välissä. Etäisyys kohteeseen oli noin 1,2 kilometriä. Päällikkö jatkoi oikeaa kaarta suuntaan 225 astetta ja ilmoitti ”olkaa valmiita ulos” kiihdyttäen samalla lentonopeutta kohti laskeutumisaluetta. Laskeutumisalue sijaitsi helikopterin lähestymissuuntaan nähden etuoikealla kapean metsäalueen takana (kuva 5 sivu 6).

Seuraavassa kuvauksessa parametrien arvot on saatu helikopterin tallentimista (kuvat 2, 3 ja 4).

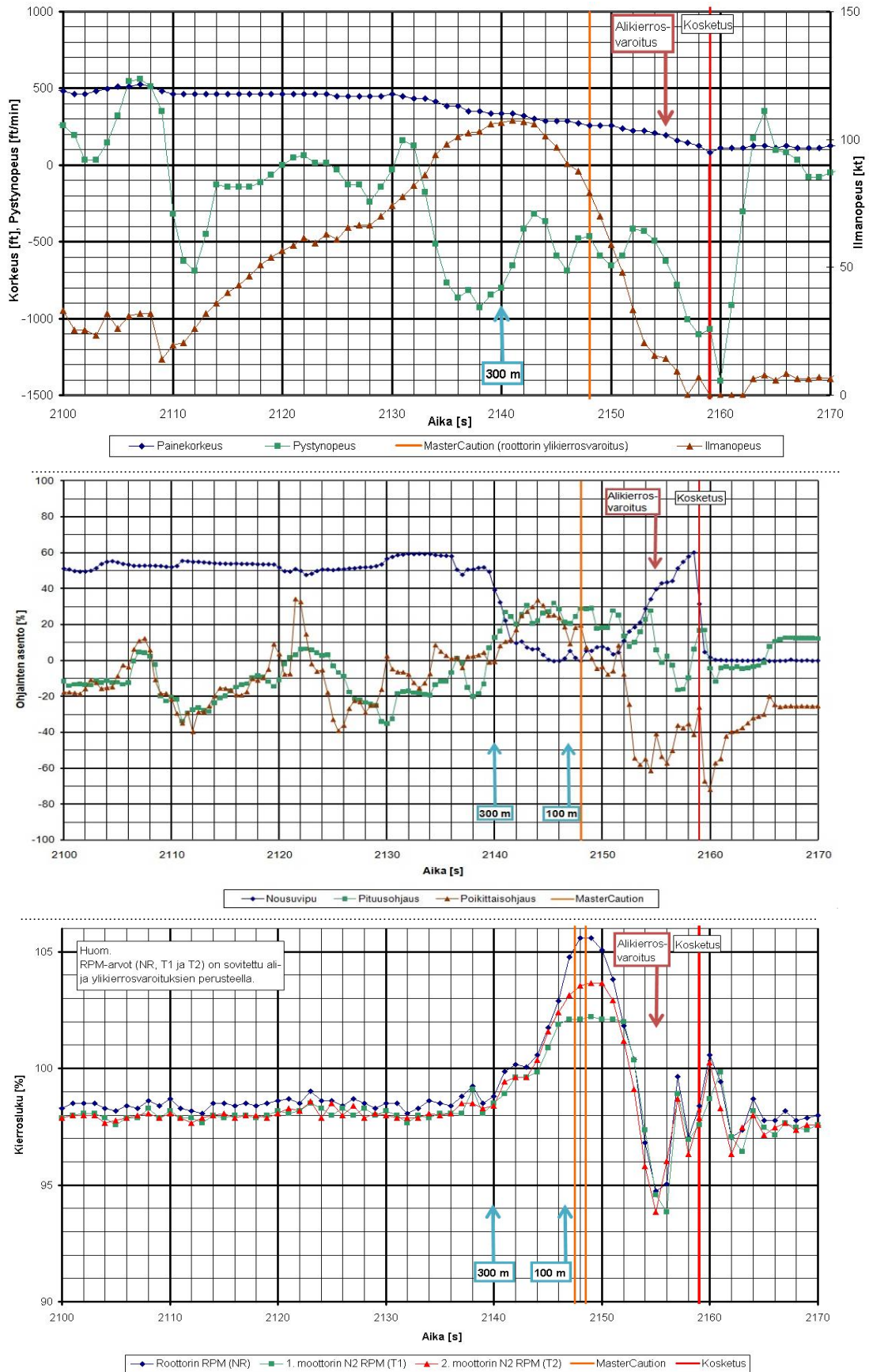
Kun etäisyys laskeutumispaikalle oli noin 300 metriä, aloitettiin nopeuden ja korkeuden pienentäminen laskemalla nousuvipu alas. Nopeus oli tällöin 107 kts ja korkeus maanpinnasta noin 250 ft. Etäisyyden ollessa noin 200 metriä laskeutumispäikalle nopeus oli edelleen 107 kts, korkeus noin 230 ft ja nokan asento 4 astetta horisontin yläpuolella. Nousuvipu oli lähellä ala-asentoa. Kaarto oikealle aloitettiin.

Etäisyyden ollessa noin 100 metriä laskeutumispäikalle nopeus oli 90 kts ja korkeus noin 200 ft. Nousuvipu oli ala-asennossa. Hidastuksen aikana pääroottorin kierrosluku kohosi. Noin kaksi sekuntia kaarron aloittamisesta aktivoitui pääroottorin ylikierrosvaroitus (104,5 %), joka ilmenee kuvissa 3 ja 4 Master Caution -merkinnällä. Perämies ilmoitti päällikölle asiasta ilmaisulla ”kierrokset”, jonka päällikkö kuittasi. Pääroottorinkierrokset nousivat tasoon 105,5 %. Samanaikaisesti moottoreiden vaihteistojen vapaakytkimet irtikötkivät moottorit vaihteistosta noin viiden sekunnin ajaksi.

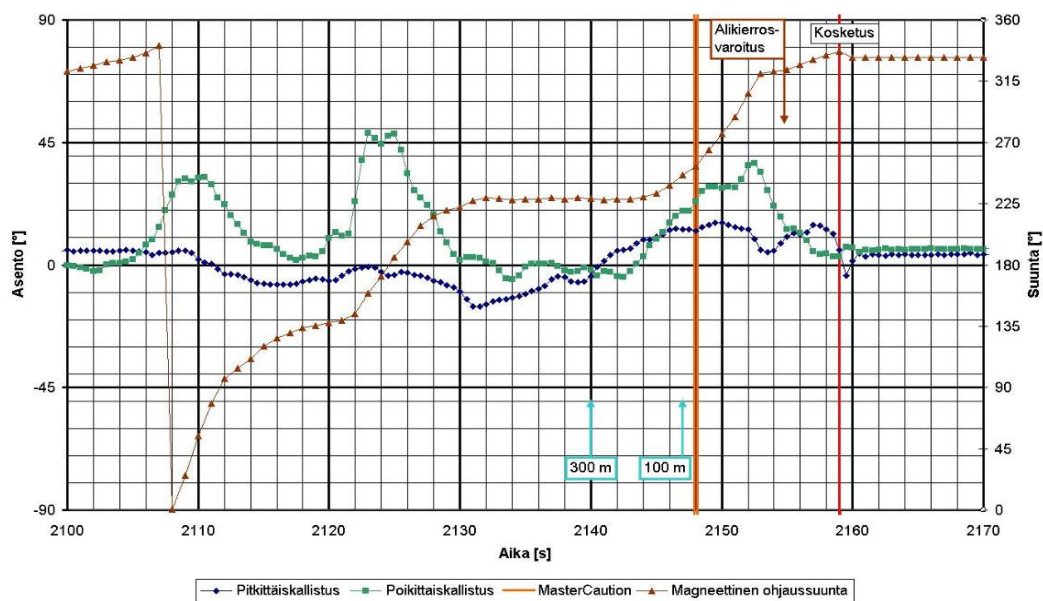


Kuva 2. Lennon loppuvaihe. Sinisten pystyviivojen väli on yksi sekunti. Etäisyydet ovat suoria etäisyyksiä laskupaikalle. Helikopterin asento ei täysin vastaa todellisuutta tallenninjärjestelmän näytteenottotaajuuden vuoksi. Kuva on tehty animaatiosta. (© Puolustusvoimat)

Helikopterin lento-onnettomuus Porvoossa 7.5.2009



Kuva 3. Helikopterin tallentimesta saatuja arvoja.



Kuva 4. Helikopterin tallentimesta saatuja arvoja.

Neljä sekuntia ylikierrosvaroituksesta aloitettiin nousuvivun nosto. Tällöin kallistus oikealle oli suurimmillaan 37 astetta, etäisyys laskeutumipaikkaan oli noin 50 metriä, nopeus oli 35 kts ja korkeus 140 ft. Pystynopeus oli -430 ft/min.

Nousuvivun nostosta kolmen sekunnin kuluttua aktivoitui pääroottorin alikierrosvaroit (95 %). Tällöin kallistus oikealle oli 20 astetta, nopeus oli 15 kts ja korkeus noin 100 ft. Pystynopeus oli -530 ft/min.

Alikierrosvaroitusta seuranneen neljän sekunnin aikana pystynopeus kasvoi edelleen ol- len enimmillään -1100 ft/min. Noin kaksi sekuntia ennen törmäystä ohjaussauvaa työn- nettiin eteenpäin. Noin sekunti ennen törmäystä päällikkö varoitti muuta miehistöä, että tulee kova lasku.

Helikopteri törmäsi maahan kello 12.21 (kuva 5).

Lentoarvotallentimen mukaan pääroottorin kierrosluku säädettiin lentoonlähdön jälkeen noin 98,5 %:iin. Loppulennon aikana kierroslukua ei säädetty. Ohjaamoäänitallentei- den mukaan lennon viimeisen 29 minuutin aikana ei luettu laskeutumiseen liittyviä tar- kastuslistoja.



Kuva 5. Onnettomuuspaikka ympäristöineen. (Kuva: Rajavartiolaitos.)

1.1.3 Tapahtumat onnettomuuslennon jälkeen

Maassa miehistö totesi laskutelineiden vaurioituneen ja helikopterin olevan pohjansa varassa pellolla (kuva 6). Miehistö ei havainnut muuta epänormaalia ja sammutti helikopterin normaalien menetelmien mukaisesti. Vakavia loukkaantumisia tai vammoja ei todettu.

Kello 12.31 helikopterin perämies ilmoitti tapahtuneesta kovasta laskusta Malmin lähilennonjohdolle päättäen samalla lentosuunnitelman ”Sipoon pellolle aikaan 12.25”. Helikopterin päällikkö ilmoitti tapahtuneesta Vartiolentolaivueen komentajalle ja lentotoiminnan johtajalle sekä sen jälkeen Onnettomuustutkintakeskuksen johtavalle tutkijalle kello 12.36.

Lentomekaanikko tarkisti koneen alustan polttoainevuodon varalta sekä irrotti helikopterin akun ohjaamoääni- ja lentoarvotallenteiden turvaamiseksi. Lentomekaanikko ilmoitti tapahtumasta Vartiolentolaivueen Malmin ilma-aluskorjaamon päällikölle.

Harjoitusosaston johtaja ilmoitti tapahtuneesta Helsingin poliisilaitoksen johtokeskukseen ja Itä-Uudenmaan poliisilaitokselle.

1.2 Henkilövahingot

Vammat	Miehistö	Matkustajat	Muut
Kuolemaan johtaneet			
Vakavat			
Lievät/ei vammoja	3	6	



Kuva 6. Helikopteri pohjansa varassa onnettomuuspaikalla.

1.3 Ilma-aluksen vahingot

Pahoin vaurioitunut.

1.4 Muut vahingot

Ei muita vahinkoja.

1.5 Henkilöstö

Helikopterin päällikkö: Ikä 37 vuotta. Rajavartiolaitoksen palveluksessa vuodesta 1990 lähtien.

Lupakirjat: Liikennelentäjän lupakirja, ATPL(H), voimassa 6.4.2010.

Kelpuutukset: JAR-FCL3 luokka 1, voimassa 2.11.2009.

Mittarilentokelpuus, voimassa 31.5.2009.

Tyypikelpuutukset Agusta-Bell/Bell (AB/B) 206/206L, AB/B 212/412. AB 412 -tyypikoulutus 1995.

Rajavartiolaitoksen päivystysohjaajakelpuus AB 412 -kalustolle 1998.

Työaika: Työvuoro alkoi 7.5.2009 kello 8.00. Työvire oli henkilön oman kertoman mukaan hyvä. Edellisenä päivänä työ-

vuoro oli ollut kello 6.30–16.00 ja sitä edellisenä päivänä 9.00–16.00.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia
Kaikilla konetyypeillä	1 h 45 min 5 laskua	50 h 73 laskua	98 h 132 laskua	7400 h
Ko. helikoptertyyppillä	1 h 45 min 5 laskua	40 h 46 laskua	77 h 93 laskua	4500 h

Helikopterin perämies: Ikä 32 vuotta. Rajavartiolaitoksen palveluksessa vuodesta 2000 lähtien.

Lupakirjat: Liikennelentäjän lupakirja, ATPL(H), voimassa 30.11.2009.

Kelpuutukset: JAR-FCL3 luokka 1, voimassa 3.8.2009.

Mittarilentokelpuus, 30.9.2009.

Tyypikelpuutukset AB/B 206/206L, AB/B 212/412. AB/B 412 -tyypikoulutus 2004.

Rajavartiolaitoksen päivystysohjaajakelpuus AB/B 412 -kalustolle 2005.

Työaika: Työvuoro alkoi 7.5.2009 kello 8.00. Työvire oli henkilön oman kertoman mukaan hyvä. Edellisenä päivänä työvuoro oli ollut kello 6.30–15.30 ja sitä edellinen päivä oli ollut vapaa.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia
Kaikilla konetyypeillä	4 h 15 min 21 laskua	39 h 72 laskua	107 h 193 laskua	2729 h
Ko. helikoptertyyppillä	4 h 15 min 21 laskua	29 h 58 laskua	92 h 175 laskua	1433 h

Helikopterin lentomekaanikko: Ikä 47 vuotta. Rajavartiolaitoksen palveluksessa vuodesta 1991 lähtien.

Lupakirjat: Part 66 Aircraft Maintenance License, voimassa 9.3.2012.

Kelpuutukset: Tyypikelpuutukset AB/B 206/206L, AB/B 212/412. AB 412 -tyypikoulutus 1991.

Rajavartiolaitoksen lentomekaanikon päivystyskelpuus AB 412 -kalustolle 1998.



Työaika: Työvuoro alkoi 7.5.2009 kello 8.00. Työvire oli henkilön oman kertoman mukaan hyvä. Edellisenä päivänä työvuoro oli ollut kello 8.00–18.00 ja sitä edellisenä 8.00–16.00.

Lentokokemus	Yhteensä tuntia
Kaikilla konetyypeillä	2217 h

1.6 Ilma-alus

Bell 412EP on kahdella suihkuturbiinilla varustettu, FAR Part 29 -luokan keskiraskas helikopteri. Helikopteri oli lisävarusteltu Rajavartiolaitoksen (operaattorin) suorittamia valvonta-, etsintä- ja pelastuslento- tehtäviä varten.

Helikopteri:

Rekisteritunnus	OH-HVK
Omistaja ja käyttäjä	Rajavartiolaitos
Tyyppi	Bell 412EP
Valmistaja	Bell Helicopter Textron
Valmistusnumero	36242
Valmistusvuosi	1999
Kokonaislentoaika	3 418 h

Voimalaitteet:

Valmistaja	Pratt & Whitney
Tyyppi	PT6T-3D Twin pack (1800 shp)
Sarjanumerot	TH0001, käyntiaika TT: 3923 h TH0418, käyntiaika TT: 3379 h

Lentokelpoisuus:

Rekisterinumero	1789, rekisteröity 19.10.2000
Lentokelpoisuustodistus	voimassa 31.10.2010 saakka

Massa ja massakeskiö:

Helikopteri punnittu	7.10.2005
Laskennallinen korjaus suoritettu	22.1.2009
Perusmassa (maavaltaversiona)	3 640 kg
Suurin lentoonlähtömassa (MTOW)	5 398 kg

Lentosuunnitelman mukainen

- lentoonlähtömassa (TOW) 5 277 kg
- massakeskiö (CG) 3,504 m

Onnettomuushetkellä

- massa noin 5 050 kg
- massakeskiö 3,477 m

Bell 412EP -helikopterin suihkumoottorit ovat vapaaturbiinimoottoreita. Vapaaturbiinimoottorissa ahdin- ja työturbiinilla ei ole mekaanista yhteyttä. Työturbiini on kytketty alennusvaihteiston, vapaakytkimen ja voimansiirtoakselien välityksellä päävaihteistoon. Päävaihteisto on edelleen kytketty maston välityksellä helikopterin roottorijärjestelmään. Pääroottorin kierroslukua (NR) ja työturbiinin kierroslukua (N2) pyritään pitämään ohjaajan säättämässä vakioarvossa (97–103,5 % molemmat moottorit toiminnassa) hydromekaanispneumaattisen tehonsäätöjärjestelmän avulla. Työturbiinin säädin (power turbine governor) reagoi työturbiinin kierrosluvun muutokseen ja ohjaa kaasugeneraattorin säädintä (fuel control unit). Työturbiinin säädin pyrkii pitämään työturbiinin ja sitä kautta roottorin kierrokset vakiona.¹

Nousuvipua nostettaessa roottorin lapakulmat suurenevat ja roottorin vastus kasvaa, jolloin pääroottorin ja työturbiinin kierrosluku hetkellisesti laskee. Työturbiinin kierrosluvun laskiessa alle säädetyn arvon polttoaineen säätöjärjestelmä syöttää lisää polttoainetta moottoriin, jolloin kaasugeneraattorin kierrosluku nousee palauttaen työturbiinin ja pääroottorin kierrosluvun säädettyyn arvoon. Säätöjärjestelmän teknisiin ominaisuuksiin liittyen kierrosluvun palautumiseen liittyy viivettä. Viiveen suuruuteen vaikuttaa tehdyn muutoksen suuruus ja muutoksen nopeus. Ohjaajalla on erillisellä kytkimellä mahdollisuus säätää kakkosmoottorin tuottamaa vääntömomenttia suhteessa ykkösmoottoriin.

Helikopterissa on alumiiniseoksesta valmistettu putkirakenteinen laskuteline. Laskuteline muodostuu kahdesta pitkittäissuuntaisesta jalasputkesta (skid tube), jotka on yhdistetty toisiinsa kahdella kaarevalla poikittaisputkella (cross tube).

1.7 Sää

Onnettomuus tapahtui päiväaikaan näkösääolosuhteissa (VMC) näkyvyyden ollessa yli 30 kilometriä. Päivä oli aurinkoinen ja heikkotuulinen kevätpäivä. Heikko korkeapaineen selänne liikkui maan yli kaakkoon. Pilvisyys oli aamulla runsasta, mutta väheni aamupäivällä. Kuuro- ja ukkospilviä ei esiintynyt.

Tutkintalautakunta pyysi Ilmatieteen laitokselta lausunnon onnettomuuspäivän säätilasta ajalta 9.00–14.00. Saatu lausunto perustui sää tietoihin onnettomuuspaikkaa lähimmältä havaintoasemalta Harabackasta, joka sijaitsee Porvoossa noin 12 km onnettomuuspaikasta itäkoilliseen. Lausunnon mukaan voimakkain 10 minuutin keskituuli oli 3 m/s. Voimakkain puuska oli luokkaa 4 m/s. Tuuli oli jakson alussa pohjoisesta, mutta kääntyi jakson aikana idän kautta etelään. Sateita ei jakson aikana havaittu. Lämpötila jakson alussa +7 °C ja jakson lopulla +15 °C. Juuri ennen onnettomuushetkeä kello 12.20 tuulen suunta oli 142 astetta, tuulen nopeus 2,7 m/s (10 minuutin keskituuli) ja tuulen puuskat 4,4 m/s.

Lentosuunnitelmaan kirjatut Helsinki-Malmin lentoaseman tuulitiedot olivat: suunta 330 astetta ja nopeus 5 solmua.

Onnettomuuden jälkeen perämies kuunteli ja kirjasi operatiiviseen lentosuunnitelmaan Helsinki-Malmin lentoaseman sää tiedotuksen Kilo: 0920 (UTC), tuuli 240 astetta 3 sol-

¹ Raunio, J. (2000). *Helikopterin rakenteet ja järjestelmät*. Helsinki: Edita.

mua, näkyvyys 30 km, pilvet hajanaisia (SCT), alaraja 4000 ft, lämpötila +14 °C, kastepiste +2 °C, ilmanpaine QNH 1006 hPa.

Onnettomuuden jälkeisessä kuulemisessa helikopterin päällikkö kertoi tapahtuman jälkeen havainneensa pintatuulen olleen myötäinen.

1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat

Helikopterissa oli Racalin valmistama R-NAV-2-tyyppinen FMS-laskin (lennonhallintajärjestelmä), joka saa paikkatiedon Trimblen TNL8100 -tyyppiseltä GPS-vastaanottimelta ja Racalin Dopler 91 -laitteelta (81077/DDTW005). FMS esittää helikopterin ohjaamoon laskennallisen tuulitiedon.

Helikopterin ohjaamoon oli asennettu poliisin kenttäjärjestelmään (POKE) liittyvät GPS-paikannin ja karttanäyttö.

1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet

Helikopterin miehistö oli yhteydessä ilmailuradiolla Malmin lähilennonjohtoon (EFHF TWR) sekä VIRVE-radiolla meripelastuksen Helsingin lohkokeskukseen (MRCS) ja yhteistoimintaviranomaisiin. Lisäksi kuuntelulla oli Meri-VHF. Radiot toimivat normaalisti.

1.10 Lentopaikka

Lento oli alkanut Helsinki-Malmin lentoasemalta (EFHF).

1.11 Lennonrekisteröintilaitteet

Helikopteri oli varustettu analogisella ohjaamoäänittimellä (CVR) ja digitaalisella lentoarvotallentimella (DFDR).

Ohjaamoäänitin (CVR):

Valmistaja	Fairchild
Tyyppi	A100
Sarjanumero	51248
Valmistettu	3/86
Tallennuskapasiteetti	30 minuuttia

Nelikanavaisen päällekirjoittavan tallentimen sisältämä tieto purettiin tutkintalautakunnan valvonnassa Ranskan siviili-ilmailun tutkintaviranomaisen BEA:n laboratoriossa (Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile, Le Bourget, France). Laite oli täysin vaurioitumaton, hyväkuntoinen, toiminut normaalisti ja sen sisältämät tallenteet olivat hyvälaatuisia. Tallennetta oli 31 minuuttia ja 10 sekuntia alkaen 29 minuuttia 10 sekuntia ennen onnettomuutta ja päättyen 2 minuuttia onnettomuuden jälkeen.

Tallenteiden avulla selvitettiin helikopterin sisäpuhelinliikenne sekä ulkopuoliset radioyhteydet 31 minuutin ajalta. Tallennintyyppin kapasiteetin rajallisuus ei mahdollistanut koko lennon eri vaiheiden tarkastelua.

Puhekanavien sisällön selvittämisen lisäksi ohjaamomikrofonin (area microphone) kautta tallentunutta ääntä analysoitiin pääroottorin kierrosluvun tason määrittämiseksi.

Lentoarvotallennin (DFDR):

Valmistaja	Fairchild
Malli	F1000
Tyyppinumero	S800-2000-00
Sarjanumero	02454
Valmistettu	10/99

Laitteen tiedot purettiin Ranskan siviili-ilmailun tutkintaviranomaisen BEA:n laboratorioissa. Laite oli täysin vaurioitumaton ja hyväkuntoinen.

Purku suoritettiin Rose L3 Communications Version 3.7a -laitteistolla. Purettu data saatiin binäärisessä raakadatamuodossa (binary raw data, 256 words/frame ja 12 bits/word). Purku onnistui hyvin ja saatu data oli hyvälaatuista.

Datan muuttamiseksi luettaviksi lentoarvoiksi tarvitaan FAA:n säännöksen AC 20-141 Annex 1 (Oct 1999)² mukainen helikopteriyksilökohtainen muunnoskaavataulukko (Download Grid). Taulukon tulisi seurata asiakirjana ilma-alusta. Valmistaja ei ollut toimittanut muunnoskaavataulukkoa operaattorille, eikä sen puuttumista oltu (ensikatsastus) havaittu. Kirjeenvaihdon jälkeen valmistaja toimitti puuttuneen tiedoston 15.6.2009³.

Tallenteen kehysrakenteesta purettiin 38 raakatietoa, joista muodostettiin 20 parametria. POKE-järjestelmästä saatiin viisi GPS-parametria.

Parametrimäärittelyssä havaittiin puutteita ja virheitä. Ilmavoimien Materiaalilaitoksen Koelentokeskus laati virheiden korjaamiseksi laskukaavat perustuen parametrien resoluutioon ja niiden raja-arvoihin lennon aikana. Muun muassa helikopterin pääroottorin kierrosluvun tason määrittelyssä käytettiin apuna kierroslukuvaroittimien antamaa indikaatiota.

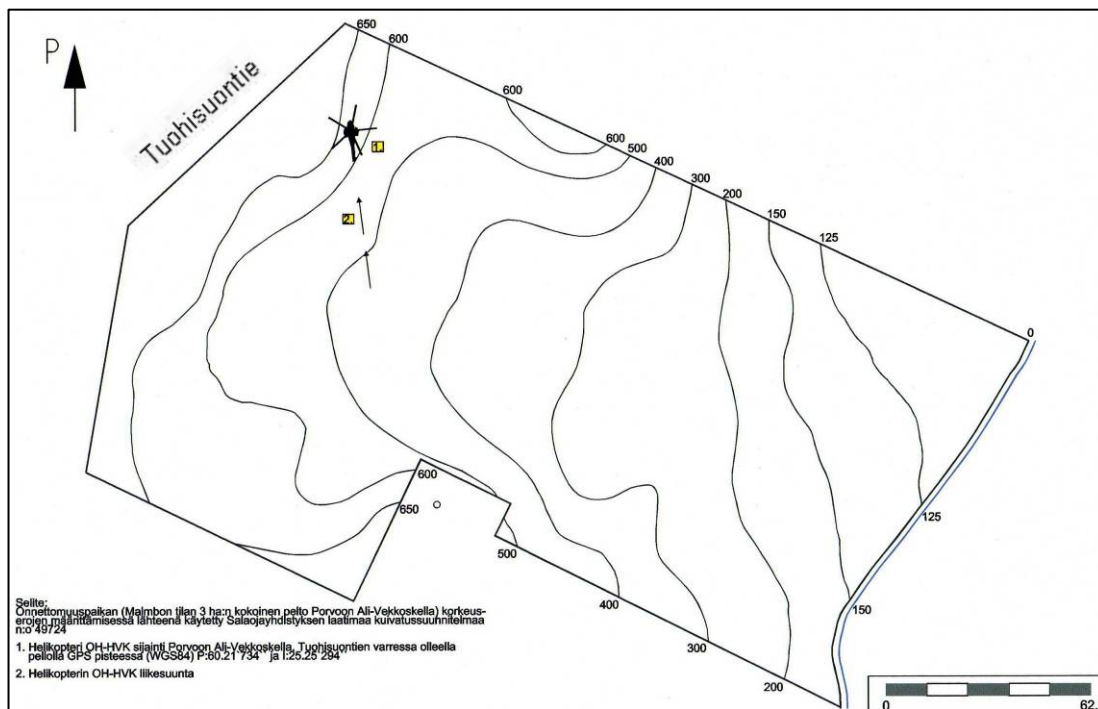
Tallentimelle ja sen tiedonkeräysyksikölle (FDAU) ei ollut asetettu huoltovaatimuksia. Huoltotoimenpiteet ja parametrikalibroinnit eivät kuuluneet operaattorin huolto-ohjelmaan. Laitteet olivat statuksella *On Condition* eli niiden toimintakuntoa valvoivat laitteiden omat sisäiset testit (self test/IBIT) aina laitteiden käynnistyksen yhteydessä. Kalibrointien puuttumisen takia järjestelmistä saatu tallennetieto saattaa sisältää epätarkkuuksia absoluuttisissa arvoissa, mutta parametrien muutoksien suuruutta voidaan pitää luotettavana.

² Voimassa helikopterin toimitusajankohtana.

³ Bell 412 DDAFCS. - 6/15/09 6:11:39 PM .Configuration Description - Bell 412 SSFDR With DDAFCS Mod 20 Nov. 1992.

1.12 Onnettomuuspaikan ja ilma-alueksen tarkastus

Onnettomuus tapahtui Porvoon Ali-Vekkoskella Tuohisuontien varressa olevalla pellolla koordinaattipisteessä (WGS84) N 60°21.734 ja E 025°25.294. Onnettomuuspaikan korkeus merenpinnasta on 25 metriä.



Kuva 7. Laskeutumispellon kartta. (Pohjakartta: Salaojajyhdistys, kuva: poliisi.)

Onnettomuuspaikka on noin kolmen hehtaarin suuruisen kynnöspellon pohjoiskulmassa noin 25 metrin etäisyydellä Tuohisuontiestä (kuva 7). Pellon pinta kohoaa itäkulman alimmasta kohdasta 225 metrin päässä olleelle onnettomuuspaikalle noin 6,5 metriä.

Helikopterin loppulähestymissuunta oli noin 340 astetta. Lähestymissuunnassa pellon pinta kohoaa noin 60 metrin matkalla onnettomuuspaikalle noin kaksi metriä. Maasto törmäyspaikalla on helikopterin laskusuuntaan nähden oikealle kalteva.

Helikopteri oli maassa pohjansa varassa (kuvat 8 ja 9). Kynnöspellon pinnassa oli selvät liukujäljet laskutelineen jalasten takaosissa olleista muovilevyistä (kuva 9). Jälkien pituus oli noin kaksi metriä. Jalaksien takapäät olivat taittuneet ylöspäin. Vasemman jalaksen putki oli murtunut lähes irti laskutelineen poikkiputkista. Poikkiputket olivat taittuneet taaksepäin. Oikea jalasputki oli irronneena rungon vieressä. Rungon etuosassa ollut lämpökamera oli taipunut taaksepäin ja sen kiinnitys oli murtanut pohjan kerrosrakennelvyä. Rungon vasemmalla sivulla ollut isompi valonheitin oli osunut pellon pintaan ja kääntynyt taaksepäin. Rungon takapäin pienempi valonheitin ei ollut osunut maahan.

Silmämääräisessä tarkastelussa helikopterin roottoreissa ja pyrstöpuomissa ei havaittu vaurioita.



Kuva 8. Vauriot helikopterin vasemmalla puolella.



Kuva 9. Vauriot helikopterin oikealla puolella. Kuvassa näkyy jalaksen liukujälki.

1.13 Lääketieteelliset tutkimukset

Poliisi teki kello 13.36 helikopterin miehistölle alkometri-puhalluskokeen. Kokeen tulos oli koko miehistön osalta 0 promillea.

1.14 Tulipalo

Tulipaloa ei syttynyt.

1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat

Pelastustoiminta

Pelastustoimia ei tarvittu eikä hälytetty.

Pelastautumisnäkökohdat

Maahan törmäyshetkellä helikopterin maanopeus oli hyvin pieni. Putoamiselta suojaavaan turvavaljaaseen kiinnittynyt lentomekaanikko oli kyykyssä ohjaajien takana istuinten välissä selkä menosuuntaan. Päällikön ilmoitettua kovasta laskusta lentomekaanikko otti tukea käsillään ohjaajien istuinten selkänojista ja pysyi törmäyksen aikana jaloillaan eikä loukkaantunut.

Kaksi valmiusryhmän jäsentä istui lattialla kiinnitettynä putoamiselta suojaavilla valjailla köysilaskeutumisjärjestelmän lattiaköyteen.

Helikopterin valmistajan mukaan laskuteline on suunniteltu vaimentamaan elastisella taipumisellaan laskeutumisen energian vajoamisnopeudelle 2,5 metriä sekunnissa (8,3 ft/s) ilman, että laskutelineeseen tulee rakenteellisia muutoksia. Vaimennuskyky riittää nopeuteen 3,1 metriä sekunnissa (10,2 ft/s) asti, mutta tuolloin laskutelineen rakenteeseen saattaa syntyä pysyviä muutoksia.⁴

Helikopterin vajoamisnopeus törmäyshetkellä oli DFDR:n tallenteen mukaan noin 5,6 metriä sekunnissa (1100 ft/min, noin 18 ft/s).

Törmäyksen jälkeen ohjaamon ja matkustamon ovet toimivat normaalisti.

Helikopterissa asennettuna ollut hätäpaikannuslähetin EBC-302 ELT P/N EBC-302HM S/N 203824GAHM ei aktivoitunut.

1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset

1.16.1 Lentoarvo- ja ohjaamoäänitallentimen tietojen tarkastelu

Ilmavoimien Materiaalilaitoksen Koelentokeskus suoritti puretun raakadatan analysoinnin sekä muuntamisen parametreiksi BBN Probe[®] -ohjelmalla. Parametritiedoista laadittiin MS Excel[®] -taulukkolaskentaohjelmalla lennon tapahtumien kuvaajia. Tapah-

⁴ Bell Helicopter Textron (2002). *Product data*.

tumista tehtiin DFDR:sta purettujen tietojen, ohjaamoäänien ja POKE GPS -paikkatiedon perusteella 3D-animaatio. 3D-animointivideoiden tekemiseen käytettiin Insight Animation® v.3.0 ja Insight Analysis® v.3.0 -ohjelmia. Eri kuvakulmista valmistettujen animaatioiden katseluun käytettiin Insight View® -ohjelmaa. Animaation karttapohjina käytettiin Puolustusvoimien kartta-aineistoa.

Ohjaamoäänitteestä kirjattiin puheet sekä analysoitiin tekniset ja aerodynaamiset äänet.

Eri tallenteiden kellonajat on synkronoitu määrittämällä onnettomuushetki DFDR-tallenteen kiihtyvyytiedoista, äänitallenteesta sekä POKE GPS korkeuden muutoksesta.

Tietojen tarkastelussa ei havaittu helikopterin järjestelmien toiminnallisia puutteita.

1.16.2 Komponenttien korjaustiedot

Valmistajan huolto-ohjekirjallisuudessa määrittämät korjausmenettelyt edellyttivät peruskorjausarviointitarkastuksen päävaihteistolle (transmission), pääakselille (main drive shaft) ja mastolle (mast). Muille dynaamisille komponenteille ja helikopterin rungolle tehtiin silmämääräisiä tarkastuksia. Seuraavat korjausraportissa esitetyt johtopäätökset ovat tarkastuksen suorittajien tekemiä.

Moottoreille tehtiin kovan laskun edellyttämät tarkastukset. Molemmat moottorit peruskorjattiin.

Ennen moottorien irrottamista tarkastettiin niiden ulkoinen kunto sekä ahtimien ja turbiniinien vapaa pyörintä. Moottorien lastunilmaisimet (chip detector) olivat puhtaat. Ulkopuolisessa tarkastuksessa ei ilmennyt mitään moottorien toimimiseen liittyvää vauriota.

Moottorien purkamisen yhteydessä tehdyissä tarkastuksissa havaittiin seuraavaa:

- S/N TH0001
 - moottorin sisäinen ja ulkopuolinen kunto oli hyvä
 - ahtimen ja työturbiinin ohjaussiivistössä (stator) oli havaittavissa pinnoitteen kulumista
 - ahtimen toisen laakerin tiivisteessä oli jälkiä öljyn palamisesta tiivistepintoihin
- S/N TH0418
 - moottorin sisäinen ja ulkopuolinen kunto oli hyvä
 - ahtimen ja turbiinin siivissä (blades) oli havaittavissa kevyttä korroosiota sekä ohjaussiivistön pinnoitteen kulumista.

Moottorien vaihteistoista ei löydetty muuta kuin normaalia käytön aiheuttamaa laakeripinnoitteiden kulumista.

Päävaihteistossa havaittiin normaalia käytön aiheuttamaa kulumista laakereissa sekä hammaspyörissä.

Pääakselissa havaittiin normaalia käytön aiheuttamaa kulumista. Iskeytymiä tai vauriota pääakselin liitoskohdissa ei ollut havaittavissa.

Mastossa havaittiin käytön aiheuttama mastolaakerin kuluminen.

Rungon vauriot rajoittuivat lähinnä laskutelineisiin ja niiden runkorakenteisiin sekä helikopterin etuosaan, missä sijaitsevat lämpökameran ja etsintävalon kiinnityskohdat.

Etu- ja takaosan laskutelinekuilun rakenteissa oli syviä painaumuja ja repeytymiä. Laskutelineiden kiinnityskohdissa oli repeytymiä ja vääntymiä. Laskutelineiden kaarirakenteissa oli vääntymiä ja painaumuja. Pohjarakenteissa oli muutamassa kohdissa havaittavissa painaumuja.

Laskutelineen jalasputki oli vasemmalta puoleltaan vääntynyt ylöspäin takaosasta. Jalasputki oli murtunut takimaisen poikkiputken liitoskohdan etupuolelta. Oikea takimainen poikkiputki oli kokonaan murtunut irti jalasputken liitoskohdasta. Etummainen poikkiputki oli murtunut irti jalasputkista molemmilta puolilta. Laskuteline oli vaurioitunut korjauskelvottomiksi.

Doppler-antennin muotosuoja oli litistynyt etuosastaan noin kuuden senttimetrin matkalta. Tarkemmassa tarkastuksessa havaittiin sisäisiä vaurioita elektroniikkaosissa ja runkorakenteissa.

Etsintävalon (SX-16) kiinnitysteline oli vääntynyt ylöspäin etsintävalon kiinnityskohdasta. Kiinnityskohdan kiinnityslaippa oli repeytynyt osittain irti muusta kiinnitystelineestä. Etsintävalossa oli havaittavissa ulkoisia vaurioita.

Lämpökamera (FLIR) oli vääntynyt taaksepäin noin 50 astetta. Vääntyminen aiheutti etuosan laitetilapaneelin kerroslevyrakenteen irtoamisen, etuosan muotosuojien hajoamisen sekä laitetilassa olleiden eräiden laitteiden vahingoittumisen ulkoisesti. Lämpökamerassa oli myös merkkejä ulkoisista vaurioista.

Eturungon alapuolella olevat **antennit** olivat vääntyneet ja osittain repeytyneet irti kiinnityksistään. Myös eturungon alapuolelle sijoitetut valonheittimet olivat saaneet ulkoisia vaurioita.

Suunta- ja asentohyrrien laakereissa ja kiinnityskehikoissa havaittiin vaurioita. Vauriot olivat tulleet ilmeisesti osittain kovan laskun aiheuttamasta äkillisestä pysähdyksestä ja iskusta.

1.16.3 Poliisin kenttäjärjestelmälaite

Tutkintalautakunnan pyynnöstä Vartiolentolaivueen Malmin ilma-aluskorjaamon henkilöstö purki POKE:n tallenteet. Tallenteen purkuun käytettiin GpxExport-ohjelmaa, jolla järjestelmässä ollut GPS-sensoriin liitetyn muistin tallenne muokattiin GPSX-tiedostomuotoon. Tuloksena saatiin GPSX-pohjaiset aika-, paikka-, nopeus-, suunta-, pystynopeus- ja korkeustiedot. Tietoja tarkasteltiin Prune-ohjelmalla.

1.16.4 Lentotehtävän tehtävävaatimusten arvioiminen

Vartiolentolaivue järjesti tutkintalautakunnalle perehdytyksen lentotehtävän ohjaamotyöskentelyyn sekä jäljittelylennon. Lennolla tarkasteltiin laskeutumispaikan maastoa ja

havainto-olosuhteita sekä tehtiin peruslento-ohjeiden mukainen laskeutuminen onnettomuuspaikalle. Perehdytys ja lento videoitiin tarkempaa tehtäväänalyysia varten.

1.16.5 Kuulemiset ja haastattelut

Välittömästi onnettomuuden jälkeen suoritetuissa kuulemisissa helikopterin miehistö kertoi helikopterin toimineen normaalisti. Myöhemmin suoritetussa täydentävässä kuulemisessa helikopterin päällikkö toi esiin, että loppulähestymisen aikana moottoreissa oli ilmennyt hetkellinen suuri vääntömomenttiero, jonka vuoksi nousuvivun nosto jouduttiin hetkeksi keskeyttämään.

Onnettomuushelikopterin päällikkö toimi oman toimensa ohella Vartiolentolaivueen lentoturvallisuuspäällikkönä. Tästä syystä hänen täydentävässä kuulemisessaan käsiteltiin myös lentoturvatoimintaa. Tutkintalautakunta haastatteli Helsingin vartiolentueen lentoturvallisuusupseeria Vartiolentolaivueen lentoturvallisuusorganisaation toiminnasta.

Tutkintalautakunta haastatteli lentotehtävään liittyvän perehdytyksen yhteydessä Helsingin vartiolentueen päällikköä tehtävään liittyvistä erityispiirteistä.

Tutkintalautakunta haastatteli poliisin harjoitusosaston johtajaa valmiusryhmän menetelmistä ja koulutuksesta sekä tutustui poliisin valmiusyksikön koulutusohjeisiin.

1.17 Organisaatiot ja johtaminen

Rajavartiolaitos on sisäasiainministeriön alainen sotilaallisesti organisoitu viranomainen. Rajavartiolaitoksen lentotoiminnasta vastaa Vartiolentolaivue. Vartiolentolaivue on itsenäinen hallintoyksikkö, jonka toimintaa johtaa Vartiolentolaivueen komentaja. Lentotoiminta on hajautettu kolmeen operatiiviseen Vartiolentueeseen (Helsingin, Rovaniemen ja Turun vartiolentueet), jolloin lentotoiminta on saatu kattamaan koko maa.

Rajavartiolaitoksen harjoittama lentotoiminta on valtion lentotoimintaa, jossa noudatetaan siviili-ilmailussa annettuja säädöksiä Liikenteen turvallisuusviraston (Trafi) hyväksymien poikkeuksin. Valvova viranomainen lentotoiminnan osalta on Trafi.

Rajavartiolaitoksen lentotoiminta jakautuu Rajavartiolaitoksen lakisääteisten tehtävien mukaiseen lentotoimintaan ja sen harjoitteluun, lentotyöluvan alaiseen lentotoimintaan sekä JAR-FCL:n mukaiseen lentokoulutukseen. Erityislentotoiminnassa noudatettavat määräykset, jotka eivät sisälly siviili-ilmailua koskeviin määräyksiin, on sisällytetty Rajavartiolaitoksen lentotoimintakäsikirjaan.

Rajavartiolaitoksen lentotyöluva (Aerial Work Certificate) monimoottorisille potkurilentokoneille ja helikoptereille (MM, H) oli voimassa 31.12.2011 saakka.

Rajavartiolaitoksen lentotoimintaa ohjaavat muun muassa seuraavat sisäiset määräykset ja ohjeet:

- lentotoimintakäsikirja
- JAR-FCL2-lentokoulutuksen toimintakäsikirja
- kalustokohtaiset lentomenetelmäohjeet (sisältävät ohjaamoyhteistyömenetelmäohjeet)

- koulutuskäsikirjat
- huoltotoiminta- ja korjaamokäsikirja
- Rajavartiolaitoksen pysyväisasiakirjat.

Tutkinnan aikana tutkintalautakunta tutustui Vartiolentolaivueen organisaatioon ja lentoturvallisuustoimintaan sekä lentotoiminnan luonteeseen ja ohjeistukseen.

Lentotoimintakäsikirja

Rajavartiolaitoksen lentotoimintakäsikirjassa määrätään muun muassa lentopalveluksen johtosuhteista, lentopalvelukseen osallistuvasta henkilöstöstä (mukaan lukien henkilöstön tehtävät ja vastuut), matkustajien ja matkatavaran kuljetuksista sekä lentoturvallisuustoiminnasta.

Lentotoimintakäsikirjan mukaan sen määräyksistä saa poiketa vain silloin, kun kysymyksessä on valtakunnan turvallisuus tai ihmishenkien pelastaminen tai milloin se on ilma-aluksen päällikön harkinnan mukaan turvallisuussyistä ehdottoman välttämätöntä.

Lentotoimintakäsikirjan mukaan kaikessa koulutuksessa ja lentotehtävien antamisessa on korostettava lentomenetelmien tinkimätöntä noudattamista. Vartiolentolaivueessa on käytössä tavallisuudesta poikkeavien tapausten kirjaamisjärjestelmä.

Lentotoimintakäsikirjan mukaan ilma-aluksen miehistö koostuu ohjaamomiehistöstä ja matkustamomiehistöstä. Ohjaamomiehistöön kuuluvat ilma-aluksen päällikkö, perämies ja lento-oppilas. Matkustamomiehistöön kuuluvat lentomekaanikko, vinssaaja, operaattori ja pintapelastaja sekä edellä mainittuihin tehtäviin koulutusta saavat henkilöt. Ohjaimia ja muita ilma-aluksen lentoturvallisuuteen vaikuttavia laitteita saa lennon aikana käsitellä ainoastaan miehistöön kuuluva tarvittavan lupakirjan ja kelpuutuksen omaava henkilö.

Lentotoimintakäsikirjan mukaan matkustajia kuljetettaessa on matkustajista laadittava nimiluettelo, kun kuljetettavat ovat Rajavartiolaitoksen ulkopuolista henkilöstöä. Lisäksi määrätään, että jokaisella neljä vuotta täyttäneellä matkustajalla on oltava hyväksytty turvavöillä varustettu istuin tai makuupaikka. Matkustajien on käytettävä turvavöitä aina.

Käsikirjan matkatavaraa ja kuormaa koskevassa kohdassa määrätään vaarallisten esineiden kuljettamisesta ja Rajavartiolaitokselle myönnetystä poikkeusluvasta vaarallisten aineiden kuljettamiseksi.

Lentotoimintakäsikirjan mukaan tarkastus/työlistoja käytetään kaikissa niissä tilanteissa, joita varten listat on laadittu. Näitä ovat muun muassa lähestymistarkastukset ja tarkastukset loppulähestymisessä.

Lentomenetelmät

Lentotoimintakäsikirjan mukaan ilma-alusten lentomenetelmäohjeet hyväksyy käyttöön Vartiolentolaivueen komentaja lentotoiminnan johtajan esityksestä. Lentomenetelmät ja kautuvat JAR-FCL:n mukaisiin lentomenetelmiin (osa I) ja erityislentomenetelmiin (osa II). Vartiolentolaivueen lentomenetelmäasiakirjat ovat turvaluokiteltuja asiakirjoja. Len-

tomenetelmäohjeissa havaittiin taktisen lentotoiminnan osalta puutteita, joista on informoitu tutkinnan aikana operaattoria.

Lentokoulutus

Rajavartiolaitoksen AB 412 -ohjaajien lentokoulutus jakautuu JAR-FCL2:n mukaiseen tyyppikoulutukseen sekä Rajavartiolaitoksen erityislentokoulutusohjelmien mukaiseen koulutukseen ja määräaikaiseen kertaavaan koulutukseen. Erityislentokoulutusohjelmat sisältävät pääosin etsintä- ja pelastustoimintaan liittyvää koulutusta. Varsinaista taktista lentokoulutusta ohjelmat eivät sisällä.

Rajavartiolaitoksen pysyväisasiakirjat

Pysyväisasiakirjoissa määrätään muun muassa Rajavartiolaitoksen ilma-alusten käytöstä ja matkustajien kuljettamisesta sekä ohjeistetaan köysilaskeutumiskoulutus.

Lentoturvallisuustoiminta

Rajavartiolaitoksen ilmailutoiminnan sisäisen valvonnan menettelyt on ohjeistettu lentotoimintakäsikirjassa sekä huoltotoiminta- ja korjaamokäsikirjassa. Lentotoimintakäsikirjan mukaan sisäisessä valvonnassa noudatetaan Trafin ilmailumääräystä GEN M1-2.

Rajavartiolaitoksen lentoturvallisuustoiminnan päämääränä on mahdollistaa lentotoiminnalle määrättyjen tehtävien suorittaminen tehokkaasti ja turvallisesti sekä vähentää lento-onnettomuuksien ja -vaurioiden määrää ja uhkaa.

Lentoturvallisuuden ohjauksesta ja valvonnasta vastaavat laivueen komentaja, lentotoiminnan johtaja, lentotekninen johtaja ja lentotekninen tarkastaja.

Lentotoiminnan johtaja vastaa lentoturvallisuuden kehittämisestä ja valvonnasta. Lentotoiminnan johtajan apuna toimii lentoturvallisuuspäällikkö ja tämän alaisuudessa lentoturvallisuusorganisaatio.

Lentueiden lentoturvallisuudesta vastaavat työjärjestyksen mukaisesti lentueiden päälliköt.

Lentoturvallisuuteen tai tehtävän suorittamiseen vaikuttaneesta tapahtumasta, esimerkiksi tekninen vika tai miehistön virhetoiminta, laaditaan TURVA-järjestelmään poikkeamailmoitus. Ilmoitukset käsitellään Vartiolentolaivueen lentoturvallisuusorganisaation toimesta säännöllisesti. Onnettomuuksista, vakavista vaaratilanteista ja poikkeamista laaditaan lisäksi ilmailumääräyksen GEN M1-4 mukainen ilmoitus.

Haastattelujen yhteydessä tuli ilmi, että tapahtumia on kirjattu TURVA-järjestelmään vähän suhteessa vuosittaiseen lentotuntimäärään. Tapahtumien käsittelyssä todettiin olevan puutteita.

Vartiolentolaivueessa ei ole käytössä vakioituja riskinarviointimenetelmiä eikä lentotehtäväkohtaisia riskiarviointeja ole toteutettu.

Viranomaisyhteistyö

Poliisin valmiusyksikön koulutus toteutetaan yhteistoiminnassa operaattorin kanssa. Helsingin poliisilaitoksen valmiusyksikkö vastaa laskeutumisvälineistä ja oman henkilöstönsä koulutuksesta pois lukien lentotoimintaan liittyvä turvallisuus- ja yhteistoimintakoulutus, josta vastaa operaattori. Viranomaisyhteistyöhön liittyvät asiakirjat ovat turvaluokiteltuja. Yhteistoiminta- ja menetelmäohjeissa havaittiin puutteita, joista on informoitu tutkinnan aikana operaattoria ja poliisia.

1.18 Muut tiedot

1.18.1 Helikopterin yleisiä aerodynaamisia ominaisuuksia

Seuraavat kohdat pohjautuvat FAA:n ohjekirjaan Rotorcraft Flying Handbook (FAA-H-8083-21, 2000) ja Raunion teokseen Helikopteriteoria (1989).

Pääroottorin kierrosluvun vaikutus

Pääroottorista saatavissa oleva työntövoima on suuresti riippuvainen pääroottorin kierrosluvusta. Esimerkiksi 5 %:n lasku pääroottorin kierrosluvussa aiheuttaa noin 10 % vauksen työntövoimassa.

Alhainen kierrosluku pienentää roottorin läpi alaspäin kulkevan ilmavirran nopeutta.

Maanvaikutus

Helikopterin leijussa lähellä maanpintaa tiettyä työntövoimaa vastaava tehontarve pienenee verrattuna leijuntaan korkeammalla, koska maanpinta estää virtauksen vapaan muodostumisen. Tämä maanvaikutus päättyy käytännössä, kun roottori on halkaisijansa korkeudella maasta. Maanvaikutuksessa pääroottorin lapojen kärjissä olevat kärkipyörteet ovat pienemmät kuin leijuttaessa maanvaikutuksen ulkopuolella. Suurimmillaan maanvaikutuksesta johtuva työntövoimanlisäys on 15 %:n luokkaa.

Pääroottorin pyörrevirtaustila

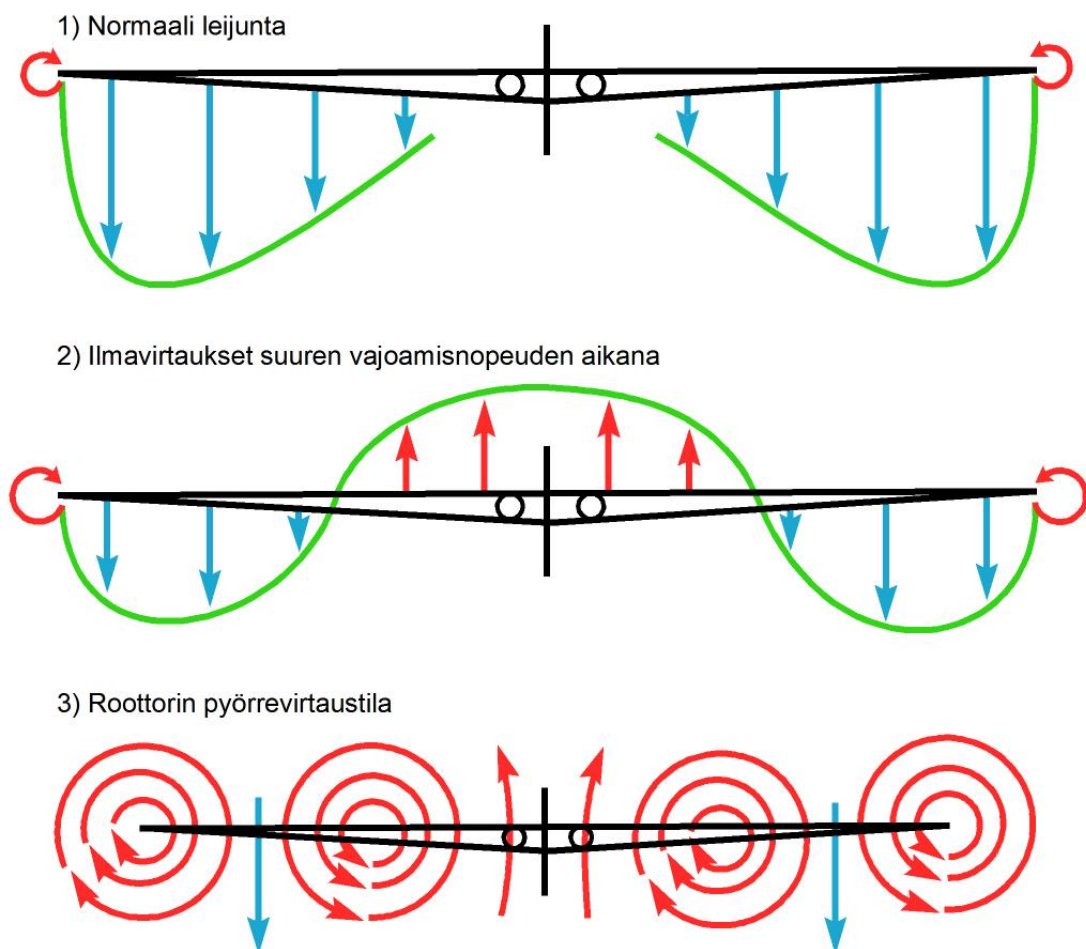
Tilanteessa, jossa helikopterin lentonopeus on pieni (alle 20 kts) ja moottoritehot 20–100 % sekä vajoamisnopeus yli 300 ft/min, kasvaa riski pääroottorin ajautumisesta pyörrevirtaustilaan (Vortex Ring State⁵, VRS; kuva 10). Normaaliassa leijunassa roottorin läpi alaspäin suuntautuva ilmavirta aiheuttaa työntövoiman, joka pitää helikopterin leijunnassa. Roottorin lapojen kärjissä ovat ilman pakenemisestä johtuvat kärkipyörteet. Pystysuoran vajoamisnopeuden kasvaessa kääntyy virtaus roottorin keskiosassa vastavirtaukseksi. Roottorin sisäosasta yläpuolelle suuntautunut ilmavirta imeytyy takaisin ulommalle roottorikehälle, jolloin myös lavan tyviosaan muodostuu pyörre. Tilanteen edelleen kehittyessä molemmat pyörteet vahvistuvat, jolloin työntövoima menetetään ja joudutaan niin sanottuun pyörrevirtaustilaan.

⁵ Kirjallisuudessa ilmiöstä käytetään myös nimiä *settling with power* (SwP) ja *power settling* (PS).

Pyörrevirtaustilassa helikopteri vajoaa itse aiheuttamansa pyörteisen ilman keskellä. Pyörrevirtaustilassa helikopterin vajoamisnopeus on 750–2300 ft/min.

Tilaan voidaan joutua esimerkiksi kun tehdään lähestymistä jyrkällä kulmalla ja pienellä tehoeservillä (painava kone) tai käännettäessä myötätuuleen pienellä lentonopeudella. Myös niin kutsuttu pikapysäytys myötätuuleen voi aiheuttaa pyörrevirtaustilaan joutumisen.

Pyörrevirtaustilasta ei päästä nousuvipua nostamalla, vaan se vain pahentaa tilannetta. Oikaisu on tehtävä lentokoneen sakkauksesta oikaisun tapaan lisäämällä eteenpäin menevää nopeutta (vipua alas – sauvaa eteen).



Kuva 10. Pyörrevirtaustila.

1.18.2 Vastaavanlainen onnettomuus

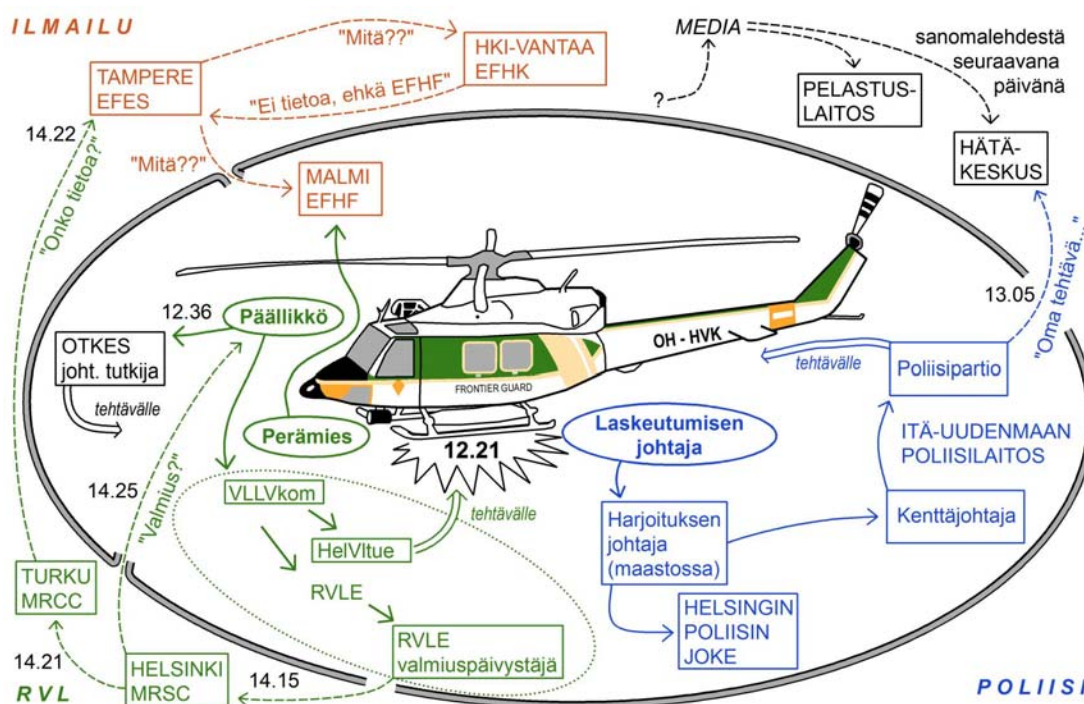
Karlsborgissa Ruotsissa tapahtui vuonna 2003 onnettomuus, jossa pelastusharjoituksia tehnyt Agusta Bell 412HP -helikopteri joutui pyörrevirtaustilaan pudoten Bottensjö-järveen. Ruotsin onnettomuustutkintaviranomainen Statens haverikommission on laatinut onnettomuudesta tutkintaraportin RM 2005:01e.

1.18.3 Ilmoitukset

Onnettomuuden tapahduttua paikalla olleet arvioivat, ettei kukaan ollut loukkaantunut niin vakavasti, että ambulanssille olisi ollut tarvetta. Polttoainevuotoa tai muuta lisäonnettomuuden vaaraa ei havaittu, joten onnettomuudesta ei ilmoitettu hätäkeskukseen.

Onnettomuuden jälkeen onnettomuuspaikalle ajoi harjoitukseen kuulumaton henkilö, jonka ajokuntoa paikalla olleet poliisit epäilivät. Harjoituksen johtaja otti yhteyden suoraan Itä-Uudenmaan poliisilaitoksen Porvoon kenttäjohtajaan pyytäen häntä lähettämään paikalle partion tutkimaan tapausta. Tehtävälle lähtenyt poliisipartio ilmoitti hätäkeskukselle kello 13.05 oma-aloitteisesta tehtävästä. Tähän ilmoitukseen sisältyi lisäksi tieto siitä, että paikalla on myös ”helikopterin alastulo”. Ilmoituksen mukaan kohteessa ei ollut henkilövahinkoja eikä pelastustoimille ollut tarvetta, joten hätäkeskus ei ryhtynyt toimenpiteisiin.

Helikopterin perämies ilmoitti kovasta laskusta Malmin lähilennonjohtoon. Lennonjohtaja ei ilmoittanut tapahtumasta Etelä-Suomen lentopelastuskeskukseen (ARCC), Ilmailuviranomaiselle eikä Onnettomuustutkintakeskukseen. Tutkintalautakunnan saaman tiedon mukaan Finavia Oyj käsitteli asian myöhemmin laatupoikkeamana.



Kuva 11. Tiedonkulku onnettomuuden jälkeen. Kuvassa tiedonkulku poliisiorganisaatiossa on kuvattu sinisellä, Rajavartiolaitoksen sisällä vihreällä ja Finavia Oyj:ssä ruskealla. Tieto tapahtuneesta jäi harmaan ellipsin sisälle.

Helikopterin päällikkö ja lentomekaanikko ilmoittivat kumpikin erikseen tapahtuneesta omille esimiehilleen. Rajavartiolaitoksen sisällä tieto kulki Suomenlahden merivartioston johtokeskukseen kello 14.15, kun esikunnan valmiuspäivystäjä ilmoitti asiasta. Varmistusottojen jälkeen kello 14.25 johtokeskukselle selvisi, että onnettomuushelikopteri ei

ollut lentokelpoinen eikä sen miehistö siten pystynyt toimimaan päivystävänä meripelastusmiehistönä.

Harjoituksen johtajana toiminut poliisimies ilmoitti tapahtuneesta Helsingin poliisilaitoksen johtokeskukseen.

Päällikön tekemä ilmailumääräyksen GEN M1-4 (Onnettomuuksista, vakavista vaaratilanteista ja poikkeamista ilmoittaminen) mukainen ilmoitus tapahtuneesta on päivätty 15.6.2009. Määräyksen mukaan ilmoitus on tehtävä Ilmailuhallinnolle (nykyisin Trafi Ilmailu) mahdollisimman pian tapahtuman jälkeen.

Operaattorin sisäisen TURVA-raportointijärjestelmän mukainen tapahtumailmoitus laadittiin 10.11.2009.

1.19 Käytetyt tutkintamenetelmät

1.19.1 Tallennintietojen yhdistäminen

Tutkinnassa yhdistettiin lentoarvotallentimen (DFDR) ja poliisin kenttäjärjestelmän (POKE) tiedot. Ohjaamoäänittimen (CVR) ja paikkatutkinnan tiedot yhdistettiin ja sovitettiin animaatioksi karttapohjalle Ilmavoimien Materiaalilaitoksen Koelentokeskuksessa. Lennon tapahtumista tehtiin DFDR:sta purettujen parametrien, CVR:n tallenteen ja POKEn GPS-paikkatiedon perusteella 3D-animaatio.

3D-animoituvideoiden tekemiseen käytettiin Insight Animation® v.3.0 ja Insight Analysis® v.3.0 -ohjelmia. Eri kuvakulmista tehtyjen animaatioiden katseluun käytettiin Insight View® -ohjelmaa. Yksi animaatioista esittää tapahtuman maassa silminnäkijänä olleen harjoitusosaston johtajan katsontakulmasta.

Tutkintalautakunta käytti analyysissään Ilmavoimien Materiaalilaitoksen Koelentokeskuksen tuottamia parametrien graafisia raportteja.

POKE:n GPS-korkeustiedoissa ja DFDR:n korkeustiedossa oli eroja. POKE-järjestelmän GPS-korkeuden luotettavuudesta ei ollut tarkkaa tietoa, joten animaatiossa ja analyysissä on käytetty koneen omilta järjestelmiltä saatavaa DFDR:n korkeustietoa ja POKE:n paikkatietoa.

1.19.2 Tehtäväanalyysi

Lentotehtävän tehtäväanalyysin tavoitteena oli kuvata tehtävän rakenne, osatavoitteet ja niihin tarvittavat toimenpiteet erityisesti ohjaavan ohjaajan osalta. Menetelmänä käytettiin hierarkkista tehtäväanalyysia (HTA)⁶. Tarkastelun kohteeksi valittiin osatehtävä, jonka tavoitteena on valmiusryhmän jalkauttaminen maastoon.

⁶ Shepherd, A (2002). *Hierarchical task analysis*. London: Taylor & Francis.

Hierarkkisen tehtäväanalyysin jälkeen tehtävän kognitiivisia vaatimuksia ja kuormitustasoa arvioitiin tiedonkäsittelyn moniresurssimallin ⁷ ⁸ viitekehyksessä. Malli mahdollistaa erityisesti samanaikaisten tehtävien ja toimenpiteiden kognitiivisen kuormitustason teoreettisen tarkastelun.

Tehtäväanalyysi toteutettiin siten, että Vartiolentolaivueen Bell 412EP -ohjaaja havainnollisti maassa olevan koneen ohjaamossa lentotoimintakäsikirjan ja lentomenetelmien mukaiset toimenpiteet vastaavalla lennolla. Tämän jälkeen toteutettiin jäljittelylento onnettomuuspaikalle. Maassa tapahtunut tehtävän läpikäynti, ohjaajan haastattelu sekä jäljittelylennon aikainen ohjaamotyöskentely videoitiin. Tehtävän rakennetta ja tiedonkäsittelyn vaatimuksia tarkennettiin edelleen ohjaajan kanssa videotallenteilta.

Myös onnettomuuslennosta laadittiin myöhemmin vastaava tehtäväkuvaus. Kuvaus perustui miehistön kuulemisiin sekä lentoarvo- ja ohjaamoäänitallentimista saatuun tietoon. Vertaamalla tehtäväkuvauksia keskenään voitiin havainnollistaa muun muassa poikkeavat tai puuttuvat toimenpiteet ja analysoida niiden yhteyttä onnettomuuteen. Tehtäväanalyysi kuvauksineen käsitellään tutkimusselosteen analyysiosiossa.

⁷ Wickens, C. D. (2002). Multiple resources and performance prediction. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 3, 159–177.

⁸ Wickens, C. D. & McCarley, J. S. (2008). *Applied attention theory*. Boca Raton: CRC Press.

2 ANALYYSI

Helikopterissa ja sen laitteissa ei havaittu teknisiä vikoja tai toimintahäiriöitä. Helikopteri oli lentokelpoinen. Helikopterin lentomassa ja massakeskiö olivat sallituissa rajoissa. Miehistön kelpuutukset olivat voimassa ja kokemus oli riittävä. Olosuhteet soveltuivat lentotehtävään. Lennonjohdon toiminnalla ei ollut merkitystä onnettomuuden syntyyn.

Analyysi keskittyy miehistön välittömään toimintaan ja erityisesti siihen vaikuttaneisiin tehtävä- ja olosuhdetekijöihin sekä organisaation toimintaan. Analyysissa on hyödynnetty James Reasonin tarkastelumallia⁹ onnettomuuden syntyyn vaikuttavista inhimillisistä ja organisatorisista tekijöistä.

2.1 Lentoprofiili

Harjoituksen taktisen tilanteen nopea kehittyminen aiheutti tarpeen päästä pikaisesti laskuun kohdehenkilön etupuolelle. Käytetyllä lähestymisprofiililla helikopterin nopeuden hidastaminen aloitettiin liian lähellä laskeutumispaiikkaa. Helikopterin hidastumiseen vaikutti epäsuotuisesti koneen suhteellisen raskas lentomassa (noin 5 050 kg), tutkintalautakunnan käsityksen mukaan laskusuunnassa vallinnut sivumyötäinen tuuli ja pääroottorin kierrosten jättäminen matkalentotasolle.

Tuulen suunta oli lennon aikana muuttumassa idän kautta kaakkoon, jolloin loppulähestyminen tapahtui tutkintalautakunnan arvion mukaan myötätuuleen. Muuttumassa ollutta tuulen suuntaa ei havaittu tehtävän aikana.

Hidastaakseen helikopterin nopeutta loppulähestymistä varten ohjaava ohjaaja (PF) laskeutumisvaiheen alkuun nousuvivun ala-asentoon vetäen samalla ohjaussauvaa. Kaartaminen loppulähestymisvaiheeseen lisäsi osaltaan ohjaussauvan vedon tarvetta, jotta helikopterin vajoamisnopeus ei kasvaisi. Nämä ohjausliikkeet johtivat pääroottorin kierrosten nousuun ja ylikierrosvaroituksen aktivoitumiseen (104,5 %).

Ylikierrosvaroituksen jälkeen PF jatkoi nopeuden hidastamista ja korkeuden vähentämistä jatkaen samalla kaartoa. Nousuvipu oli edelleen lähes ala-asennossa. Normaalit välittömät toimenpiteet ylikierrosvaroituksen aktivoitumisen jälkeen ovat nousuvivun nosto ja/tai ohjaussauvan vedon vähentäminen, jolloin pääroottorin kierrokset saadaan laskeutumaan. Onnettomuuslennolla suurempi nousuvivun nosto ja ohjaussauvan vedon vähentäminen olisivat johtaneet lentonopeuden ja -korkeuden riittämättömään pieneneeseen, jolloin laskeutuminen kyseiselle laskupaikalle ei olisi onnistunut. Tässä vaiheessa suoritettu lähestymisen keskeytys ja ylösveto olisi estänyt onnettomuuden.

Helikopterin ollessa kallistuneena oikealle 37 astetta suuntautui roottorivirta vinovirtauksena sivulle, jolloin haluttua aerodynaamista jarruttavaa vaikutusta ei saavutettu täysimääräisenä.

Nopeuden hidastuessa roottorin kierrokset alkoivat laskea. Tämän jälkeen aloitettu nousuvivun nosto lisäsi roottorin vastusta ja vähensi roottorin kierroksia edelleen ennen kuin

⁹ Reason, J. (1997). *Managing the risk of organizational accident*. Brookfield, VT: Ashgate.

moottorit kiihtyivät tuottamaan tehoa. Kolmen sekunnin kuluttua nousuvivun noston aloituksesta aktivoitui pääroottorin alikierrosvaroitusta (95 %), jolloin nousuvivun nosto keskeytettiin hetkellisesti. Tällöin kallistus oikealle oli 20 astetta, nopeus oli 15 kts ja korkeus noin 100 ft. Vajoamisnopeus oli 530 ft/min. Koska helikopteri lähes pysähtyi maanvaikutusalueen yläpuolelle, maanvaikutuksen myönteisiä ominaisuuksia (pienempi tehontarve, pienemmät lavan kärkipyörteet) ei saavutettu. Pääroottorin nopeasti kasvaneen vääntömomentin kumoamiseksi tarvittu pyrstöroottorin teho lisäsi kokonaistehontarvetta.

Kallistuksen ja nopeuden pienentyessä helikopteri oli tilanteessa, jossa

- ilmanopeus oli alle 15 kts
- tehoista (vääntömomentista) oli käytössä noin 80 %
- vajoamisnopeus oli yli 500 ft/min
- tuuli oli myötäinen
- pääroottorin kierrosluku oli alhainen (alle 95 %).

Pääroottoriin alkoi kehittyä pyörrevirtaustila. Pyörrevirtaustilan aikana jatkettu nousuvivun nosto ei pysäyttänyt vajoamista, vaan kiihdytti sitä. Suurimmillaan vajoamisnopeus oli noin 1100 ft/min. Helikopteri törmäsi maahan noin neljä sekuntia alikierrosvaroituksesta.

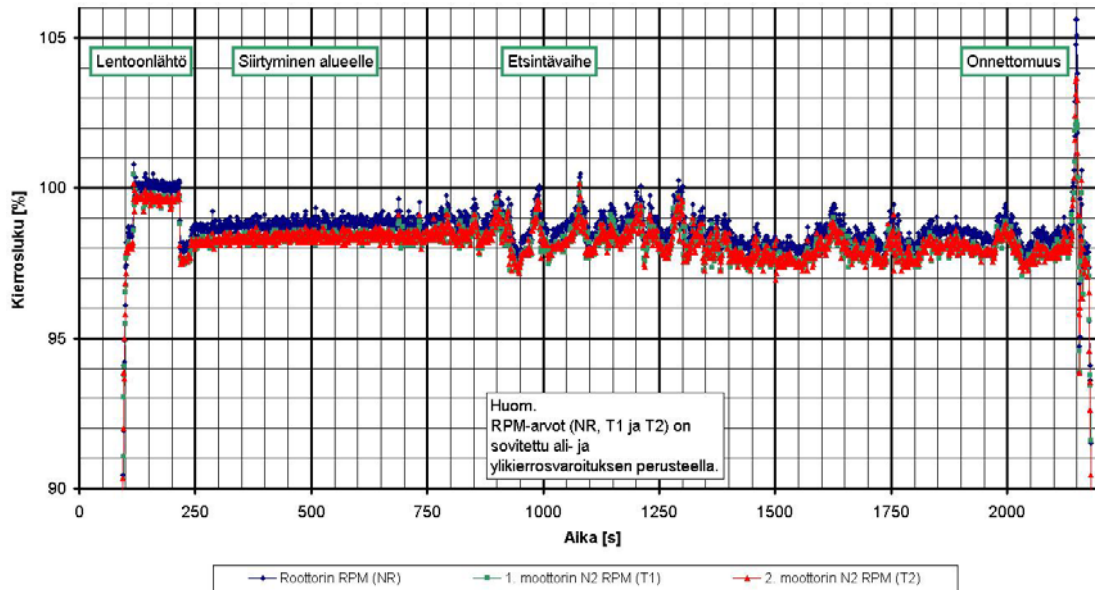
Välittömät korjaavat toimenpiteet pyörrevirtaustilassa ovat nousuvivun lasku ja ohjaussauvan työntö eteen, jolloin eteenpäin menevä nopeus kasvaa ja roottorivirta saadaan suunnatuksi helikopterin taakse. Tämä ei ollut mahdollista alhaisen korkeuden ja laskeutumissuunnassa olleen puuston vuoksi.

Ohjaussauvan työntö eteen kaksi sekuntia ennen törmäystä oikaisi helikopterin asentoa siten, että törmäys maahan tapahtui vahinkojen välttämiseksi lähes optimaalisessa asennossa.

2.2 Pääroottorin kierrosten tarkastelua

Onnettomuuslennolla pääroottorin (NR) kierroksia ei ollut säädetty lentokäsikirjan (RFM) mahdollistamaan CAT A -lähestymisen 103 %:iin¹⁰. DFDR-tallennetiedon mukaan (kuva 12) kierrokset olivat säädettyinä tasoon 98,5 %, joten kaikki roottorin työntövoima ei ollut käytössä. Alhaiset roottorikierrokset laskeutumisen aikana (alle 95 %) ja siten pienempi alaspäin suuntautunut ilmavirta altistivat pääroottorin pyörrevirtaustilalle.

¹⁰ Bell 412EP Rotorcraft Flight Manual BHT-412-FMS-62.3 & 62.4



Kuva 12. Pääroottorin kierrokset onnettomuuslennon aikana.

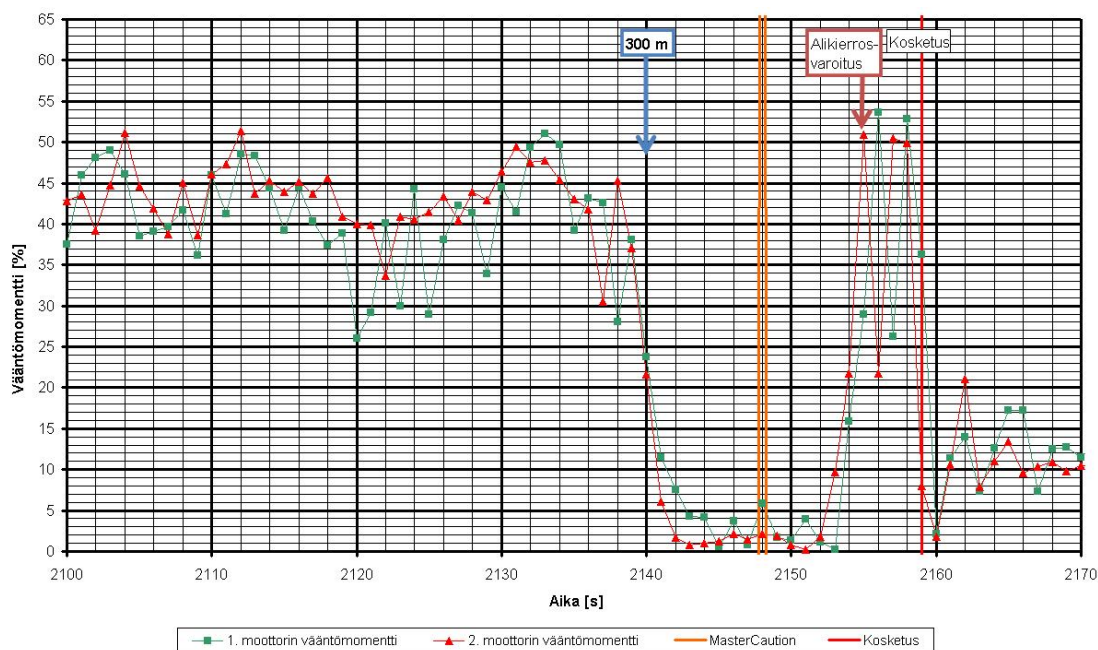
2.3 Moottoreiden vääntömomenttieron tarkastelua

Täydentävässä kuulemisessa helikopterin päällikkö toi esille havaintonsa moottoreiden vääntömomenttien suuresta keskinäisestä erosta laskeutumisen aikana. Päällikkö kertoi keskeyttäneensä tämän vuoksi nousuvivun noston. Onnettomuuspaikalla suoritetuissa miehistön kuulemisissa ei tullut esiin tietoa helikopterin toimintahäiriöstä tai teknisestä viasta. Kaiken todettiin toimineen normaalisti.

Koska tutkintalautakunnalla ei ollut tietoa mahdollisesta toimintahäiriöstä ennen voimailaitteiden ja niiden tehonsäätimien purkua, ei moottoreiden koekäyttöä testipenkissä tehty. Myöskään lentoarvotallentimesta saadut tiedot eivät antaneet tarvetta moottoreiden lisätutkimuksiin. Peruskorjausraporteista ei löytynyt mitään normaalia poikkeavaa.

Tutkintalautakunta päätyi analyysissään seuraavaan:

- Nousuvivun nosto aloitettiin lähes sen ala-asennosta ja keskeytettiin välittömästi pääroottorin kierrosluvun alikierrosvaroituksen (äänivaroitus) aktivoiduttua. Nostoa jatkettiin kierrosten noustua (ks. kuva 3 sivu 4, ohjainten asennot).
- Mahdollinen moottoreiden välinen vääntömomenttiero on ollut hetkellinen ja on ominaista moottoreiden kiihtyessä minimitehoilta nopeasti. Ero on muodostunut moottoreiden normaalista kiihtymisnopeuksien erosta. Lennon aikana mahdollisesti korkeammalle säädetty 2. moottorin asetus on saattanut lisätä 1. moottorin reagointia tehontarvevaihteluihin. Moottorit tuottivat vääntömomenttia, kuten lennolla aiemmin.
- Kuvassa 13 alikierrosvaroituksen jälkeen ilmenevä moottoreiden vääntömomenttiero nousuvivun noston keskeyttämisen jälkeen on seurausta keskeytyksestä sekä pyörrevirtaustilasta johtuvista suurista pääroottorin vastuksen muutoksista.



Kuva 13. Moottoreiden vääntömomentit lennon viimeisen minuutin aikana.

Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan vääntömomenttiero ennen alikierrosvaroitusta ja nousuvivun noston keskeytystä ei ollut poikkeavan suuri eikä vaikuttanut onnettomuustapahtumaan.

2.4 Tehtävä- ja olosuhdetekijät

2.4.1 Laskeutumispaikan havainto-olosuhteet

Laskeutumispaikan havainto-olosuhteet, kuten maaston visuaaliset yksityiskohdat ja valaistus, vaikuttavat ohjaajan tekemiin tulkintoihin koneen lentotilasta. Hyvissä näkölento-olosuhteissa kokenut ohjaaja tekee tulkintaa koneen korkeudesta (etäisyydestä) ja nopeudesta tarkkailemalla koneen mittariston sijaan ohjaamon ulkopuolista ympäristöä. Nämä ulkopuoliseen havaintoympäristöön perustuvat tulkinnat ovat pääosin tiedostamattomia. Tutussa ympäristössä aikaisempi kokemus tukee havaintoprosessia, jolloin havaintovirheen todennäköisyys on pienempi. Sen sijaan vieraassa ympäristössä havainto on alttiimpi virhetulkintoille.

Etäisyyden silmämääräinen **havaitseminen** perustuu ympäristön erilaisiin visuaalisiin vihjeisiin. Näitä ovat muun muassa ympäristön kohteiden tuttu tai suhteellinen koko, kohteiden pintarakenteen ja -kuvion (tekstuurin) ominaisuudet sekä yksityiskohtien erotuvuus. Esimerkiksi etäisyyden tulkitaan olevan suurempi silloin, kun kohteet ovat totuttua pienempiä tai kohteiden yksityiskohdat erottuvat huonosti. Myös tummien kohteiden tulkitaan olevan kooltaan pienempiä tai muuta ympäristöä kauempana.

Nopeuden arvioiminen perustuu ympäristön kohteiden, tekstuurin sekä erityisesti näiden suhteellisen liikkeen havaitsemiseen. Nopeuden silmämääräinen arvioiminen on heikompaa, jos ympäristön pintarakenteet (kuten alla olevan maaston yksityiskohdat) erottuvat huonosti tai niitä on vähän. Esimerkiksi korkealla lennettäessä nopeuden arvi-

ointi on epätarkempaa kuin lennettäessä matalalla, jolloin maaston tekstuuri erottuu ja tekstuurin (esimerkiksi alapuolella tai ympärillä olevan puuston) suhteellinen liike tulee selvemmin havaittavaksi.

Egosentrisen liikkeen (oma liike suhteessa ympäristöön) havaitseminen tapahtuu pääosin ääreisnäön alueella, mutta tarkka etäisyysvihjeiden ja niiden muutosten havaitseminen edellyttää katseen kohdistamista kohteeseen (esimerkiksi laskupaikkaan tai reunaesteeseen). Koska helikopterin ohjaajan täytyy vastaavassa maastolaskeutumisessa havainnoida useita tietolähteitä ja siirtää katsettaan usean tarkkailtavan kohteen välillä (laskeutumispaikka, reunaesteet, kiinni otettava henkilö, mittaristo) muodostuu lähestymisnopeudesta havaitsemisen kannalta merkittävä tekijä. Mitä suurempi lähestymisnopeus on, sitä enemmän havaintoympäristö muuttuu sinä aikana, kun katse on suunnattuna toisaalle. Kun etäisyyden ja yksityiskohtien muutokset ovat suurempia havaintotosten välillä, kasvaa havainnon epätarkkuus ja kriittiset etäisyysvihjeet voivat jäädä huomioimatta.

Miehistön jalkauttamiseen valittu **laskeutumispaikka** havaintoympäristöineen (kuva 14) oli miehistölle vieras. Laskeutumisaluetta ympäröi vaihtelevan korkuinen puusto. Alueen pohjoispuolella oli osittainen hakkuualue, joka sijoittui helikopterin lähestymissuunnassa suoraan sen eteen. Tämän takana nousi tummaa havumetsää. Hakkuualueella kasvava puusto oli muuta puustoa selvästi matalampaa. Puusto oli pääosin lehtipuuta, joka vuodenajasta johtuen erottui vähäisten lehtiensä vuoksi maastosta normaalia heikommin. Kauempaa tarkasteltuna matala ja heikosti yksityiskohdillaan erottuva lehtipuusto saattaa ohjata tulkitsemaan, että etäisyys puustoon on todellisuutta suurempi. Myös muuta ympäristöä selvästi tummempi havupuusto voi muodostaa saman vaikutelman.

Lähestyminen tapahtui peltoaukealla, jonka maasto nousi loivasti kohti laskeutumispaikkaa. Pelto oli kyntömaata, jonka pinta oli kuivunut ja vaalentunut kevätoringossa. Kuiva ja vaalea pinta heijasti auringon valoa muuta ympäristöä voimakkaammin. Tämä heikensi pinnan muodon ja yksityiskohtien havaitsemista etenkin korkeammalta (katso myös kuva 5, sivu 6). Peltoalueen pohjoisreunassa ollut maantie erottui selvästi hakkuualueen muodostamaa taustaa vasten. Tämän kaltainen ympäristöstään selvästi erottuva visuaalinen muoto tai hahmo voi ohjata havaintoa tulkitsemaan myös ympäristön noudattelevan samaa muotoa tai linjaa. Myöhemmin toteutetulla jäljittelylennolla ohjaajat tekivät huomion, että pellon pinnan loivasti nouseva ja kumpuileva muoto ei ollut havaittavissa korkeammalta tarkasteltuna. Pinnan muodot erottuivat vasta helikopterin ollessa huomattavan matalalla.

Laskeutumisalue ja sen havainto-olosuhteet olivat kuitenkin helikopterin maastolaskeutumiseen soveltuvat. Edellä kuvattu visuaalinen ympäristö oli sellainen, että maastolaskeutuminen olisi ollut turvallisesti toteutettavissa. Lähestymisen nopeus on voinut myötävaikuttaa siihen, että maaston ja ympäristön etäisyysvihjeiden havaitseminen on jäänyt puutteelliseksi.

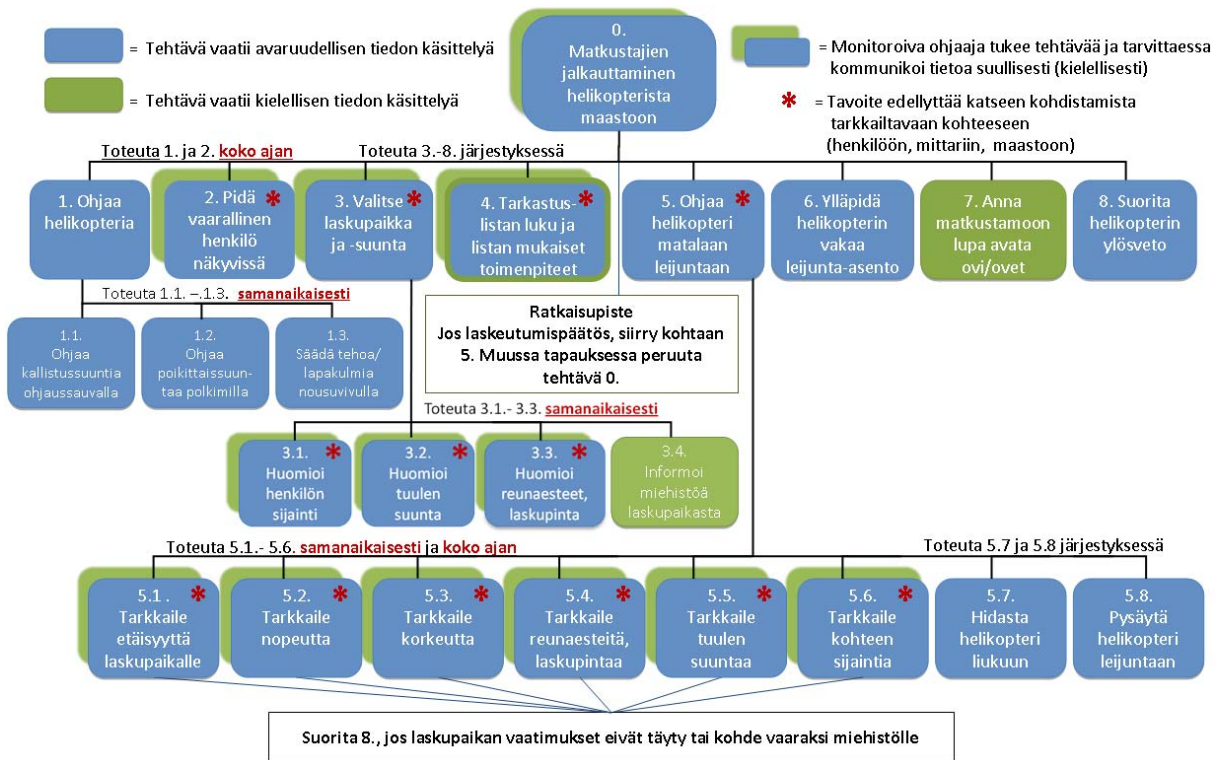


Kuva 14. Näkymä laskeutumisalueelle. Helikopterin lentoreitti kulki kuvan oikeasta alareunasta kaartaen pellon vasenta reunaa kohti laskeutumispaikkaa. (Kuva: Rajavartiolaitos.)

2.4.2 Tehtävän kognitiiviset kuormitustekijät

Tehtävän kognitiivisia eli tiedonkäsittelyyn liittyviä kuormitustekijöitä arvioitiin tarkemmin analysoimalla lentotehtävän tehtävärakennetta hierarkkisen tehtäväanalyysin avulla. Tämän jälkeen tehtävän kognitiivista kuormitustasoa arvioitiin tiedonkäsittelyn moniresurssimallin mukaisesti.

Tehtäväanalyysi suoritettiin siten, että tarkastelun lähtökohdaksi laadittiin lentotoimintakäsikirjaan ja -menetelmiin perustuva kuvaus ohjaavan ohjaajan toimenpiteistä vastavassa lentotehtävässä (kuva 15). Tarkastelu rajattiin kuvaamaan etsintälennon loppuosaa, jossa ylätavoitteena on matkustajien eli valmiusryhmän jalkauttaminen maastoon sen jälkeen, kun ohjaaja on tehnyt alustavan päätöksen laskeutumispaikasta ja lähestyminen aloitetaan. Ylätavoite on jaettu kuvauksessa pienempiin osatavoitteisiin. Onnettomuustapahtuman kannalta keskeiset osatavoitteet on jaettu tarkempiin alatavoitteisiin. Hierarkkisessa kuvauksessa on ilmaistu myös se, mitkä tavoitteet edellyttävät jatkuvaa suorituksen ylläpitämistä ja mitkä tavoitteista on tehtävä samanaikaisesti.

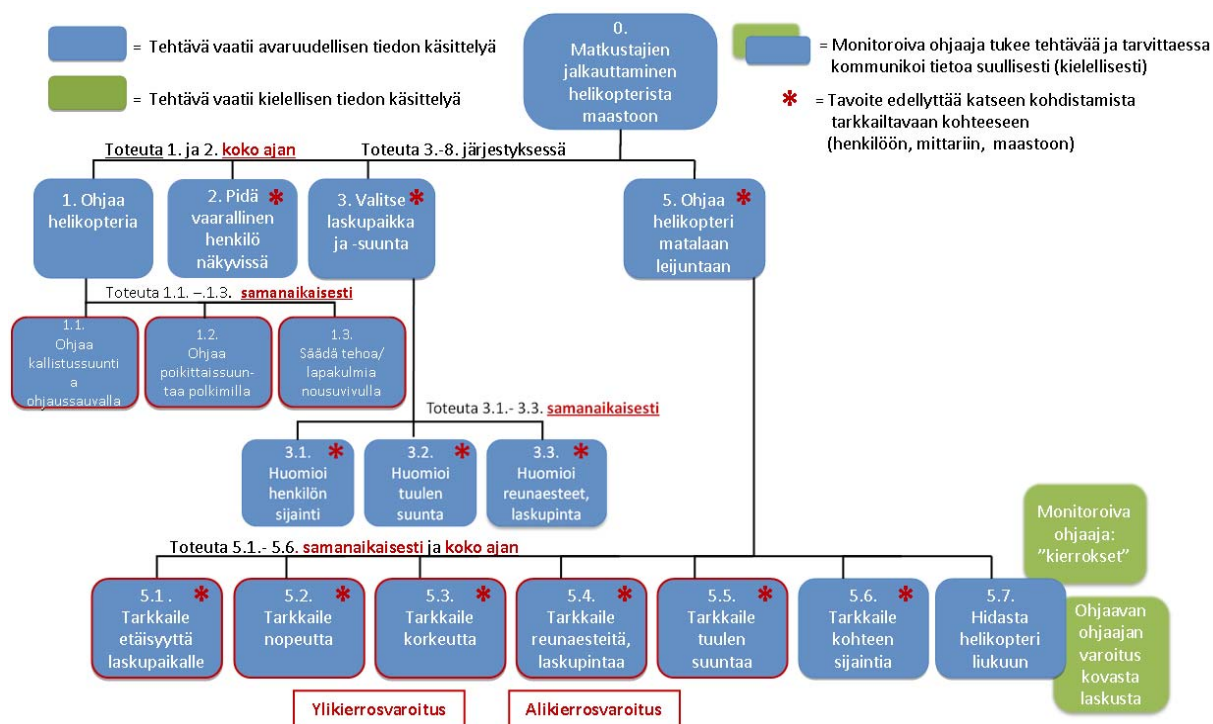


Kuva 15. Hierarkkinen tehtäväkuvaus onnettomuuslentoa vastaavan lentotehtävän toimenpiteistä lentotoimintakäsikirjan ja lentomenetelmien mukaisesti.

Tehtävän kuormitustasoa voidaan arvioida sen perustella, kuinka paljon tehtävä edellyttää samanaikaisia toimenpiteitä, toiminnan aktiivista kontrolloimista ja tiedon ylläpitoa työmuistissa. Moniresurssimallin mukaan samanaikaiset tehtävät ja toimenpiteet häiritsevät toisiaan voimakkaammin, jos tehtävät edellyttävät samojen tiedonkäsittelyn resurssien käyttöä. Vastaavasti tehtävien toisiinsa kohdistuva häiriövaikutus on vähäisempi, jos osatehtävät kuormittavat eri resursseja. Tehtävien joutuessa "kilpailemaan" samoista tiedonkäsittelyn ja tarkkaavaisuuden resursseista kasvaa tehtävän kognitiivinen kuormitus. Tämä saattaa näkyä esimerkiksi toiminnan epätarkkuutena, virheiden lisääntymisenä tai toimenpiteiden unohtumisena.

Ihmisen tiedonkäsittelyn resurssit voidaan karkeasti jakaa kielellisen tai avaruudellisen tiedonkäsittelyyn. Kuvassa 15 osatehtävät, jotka kuormittavat pääasiassa avaruudellista tiedonkäsittelyä, on merkitty sinisellä värillä. Kielellistä tiedonkäsittelyä vaativat tehtävät on merkitty tehtäväkuvaukseen vihreällä. Ohjaamoyhteistyöhön liittyvä kommunikointi, jossa monitoroiva ohjaaja tukee ohjaavaa ohjaajaa tarkkailemalla samoja tietolähteitä ja tarvittaessa kommunikoimalla tietoa suullisesti (kielellisesti), on merkitty kyseisten osatehtävien taustalle vihreällä.

Helikopterin lento-onnettomuus Porvoossa 7.5.2009



Kuva 16. Hierarkkinen tehtäväkuvaus lennon aikaisista toimenpiteistä.

Moniresurssimallin mukaan tehtävien pelkkä samanaikaisuus ei yksinään ennusta tai selitä tehtävän kokonaiskuormitusta. Myös tiedonkäsittelyn kognitiivinen vaativuus muodostaa oman resurssinsa. Mitä enemmän tehtävä vaatii tietoista toiminnan kontrolloimista ja tiedon aktiivista käsittelyä työmuistissa, sitä suurempi on tehtävän kognitiivinen kuormitustaso. Kognitiivisesti vaativa tehtävä, joka niin sanotusti varaa käyttöönsä ihmisen rajalliset tarkkaavaisuuden ja työmuistin resurssit, on vaikeammin yhdistettävissä muihin samanaikaisiin tehtäviin. Sen sijaan tehtävä, joka vaatii vähän tarkkaavaisuuden kontrollia, on kuormitustasoltaan alhaisempi ja helpommin yhdistettävissä muihin tehtäviin. Tämän kaltaisia tehtäviä ovat muun muassa luonteelta yksinkertaiset havaintoreaktiotoimenpiteet tai hyvin opitut (lähes tai kokonaan automaattiset) taidot.

Helikopterin ohjaamiseen tarvittavat toimenpiteet tapahtuvat hyvissä lento-olosuhteissa ja kokeneen ohjaajan toimesta melko automaattisella tasolla. Toiminnan ohjaaminen tapahtuu pääosin tiedostamatta (implisiittisesti) yhdistäen näköhavainnon ja lihasten asennotuntoaistin kautta tulevaa tietoa. Kokeneen ohjaajan ei tarvitse ylläpitää lentämistä ja sen yksityiskohtaisia osatavoitteita aktiivisesti tarkkaavaisuuden kohteenaan. Tästä syystä helikopterin peruslentäminen on mahdollista yhdistää esimerkiksi kohteen etsintään maastossa ilman merkittävää muutosta tehtävän kuormitustasoon. Tämä voi kuitenkin johtaa tahattomasti liialliseen tarkkaavaisuuden siirtymiseen pois helikopterin lentämisestä.

Myös aistimodalityetti (näkö vs. kuulo) muodostaa oman tiedonkäsittelyä rajoittavan resurssinsa. Mikäli samanaikaiset tehtävät edellyttävät tiedon vastaanottamista saman aistimodalityetin kautta, häiritsevät tehtävät toisiaan. Esimerkiksi näköhavaintoa rajoittaa näköaistin tarkan näkemisen alue. Silmän kyky havaita tarkasti kohteiden yksityiskohtia rajoittuu silmän verkkokalvon keskikohtaan fovean alueelle. Alue on noin kahden näkö-

kulma-asteen suuruinen. Tämä tarkoittaa sitä, että silmä pystyy näkemään tarkkoja yksityiskohtia vain noin kahden asteen alueelta kohdasta, johon katse on sillä hetkellä kohdistettuna. Fovean ulkopuolella silmä erottaa vain hyvin karkeita hahmoja sekä liikettä.

Ihmisen kokemus näkökentän kattavasta tarkasta havainnosta on illuusiota, joka perustuu silmän nopeisiin liikkeisiin ja siirtymiin näkökentässä. Katseen ollessa kohdistettuna tiettyyn kohteeseen on ääreisnäön alueelle sijoittuva yksityiskohtainen havaintokokemus pääosin muistinvaraista. Ympäristössä, jossa tarkkailtavia visuaalisia kohteita on useita, vaatii tarkka havainto katseen aktiivista kierrättämistä kohteesta toiseen. Mitä enemmän tarkkailtavia kohteita on ja mitä kauempana toisistaan ne sijaitsevat, sitä enemmän ympäristön havainnointi vaatii tarkkaavaisuuden resursseja ja aikaa havaintojen tekemiselle.

Tehtäväkuvauksessa (kuva 15) on havaittavissa, että tehtävä edellyttää suurelta osin avaruudellisen tiedonkäsittelyä. Tehtävän kuormittavuus muodostuu samanaikaisista avaruudellisista tehtävistä, jotka lisäksi edellyttävät saman aistimodaliteetin (näköaistin) käyttämistä tiedon vastaanottamiseen. Erityisesti osatehtävässä 5., jossa tavoitteena on ohjata kone matalaan leijuntaan, edellytetään usean visuaalisen tietolähteen tarkkailemista samanaikaisesti. Lisäksi kohteiden visuaalisavaruudelliset ominaisuudet (muun muassa sijainti, suunta, etäisyys, koko, muoto ja visuaaliset yksityiskohdat) muuttuvat lähestymisen edetessä. Vaatimukset korostuvat entisestään laskeutumiskaikan maaston ja havainto-olosuhteiden ollessa vieraita. Koska havainnointi edellyttää sarjallista ympäristön kohteiden havainnointia, on tehtävään käytettävissä oleva aika kuormituksen kannalta merkitsevä tekijä.

Yllä kuvattujen kuormitustekijöiden yhteyttä onnettomuuslennon tapahtumiin arvioitiin laatimalla onnettomuuslennon loppuosasta vastaavanlainen kuvaus (kuva 16). Kuvaus perustuu miehistön kuulemisiin sekä ohjaamoääni- ja lentoarvotallentimien tietoihin. Lentoprofiilin analyysissä todetaan, että helikopterin nopeuden hidastaminen aloitettiin liian myöhään. Tämä viittaa inhimilliseen virhearvioon helikopterin lentotilan ja laskeutumisalueen etäisyysvihjeiden havainnoimisessa (kuva 16, osatehtävät 5.1.–5.6.).

Tilanteessa, jossa ohjaava ohjaaja ilmoitti miehistölle ”Olkaa valmiita ulos” helikopteri oli noin 300 ft korkeudella maanpinnasta ja yli 800 metrin etäisyydellä laskeutumiskaikasta (taulukko 1). Ohjaajalla ei ollut kuitenkaan vielä näköyhteyttä lopulliselle laskeutumiskäikalle, sillä laskeutumiskaikka sijaitsi metsäniemekkeen takana. Helikopterin lentoreitin perusteella laskeutumiskaikka tuli näkyviin reilun kymmenen sekunnin kuluttua. Tehtäväkuvauksessa (kuva 16) kuvatut toimenpiteet käynnistyvät tästä ajankohdasta. Etäisyyttä laskeutumiskaikalle oli tuolloin noin 300 metriä, helikopterin korkeus noin 260 ft ja nopeus yli 100 kts. Viimeisen noin viiden sekunnin aikana helikopterin lentorata ja asento peittivät ohjaajalta ainakin osittain näkyvyyden laskeutumiskaikalle. Paikka jäi helikopterin alapuolelle katveeseen ohjaajan kaartaessa oikealle ja hidastaessa nopeutta helikopterin nokkaa nostamalla. Näin ollen ohjaajalla oli näköyhteys laskeutumiskaikkaan arviolta vain noin 15 sekunnin ajan. Tänä aikana helikopteri eteni noin 300 metrin etäisyydeltä kohti laskupaikkaa keskinopeudella 75 kts. Tehtävään käytettävissä oleva aika oli huomattavan lyhyt huomioiden näköaistiin ja visuaaliseen tarkkaavaisuuteen kohdistuvat vaatimukset (kuva 15) ja lähestymisnopeuden seurauksena nopeasti muuttuvat havainto-olosuhteet.

Ohjaamoäänitallenteen perusteella sekä ohjaava että monitoroiva ohjaaja osallistuivat etsintälennon aikana aktiivisesti henkilön etsintään ja siihen liittyvään keskusteluun. Koska vaarallisen henkilön etsintä on koko harjoituksen ylätavoite, voi tämä johtaa siihen, että henkilön etsinnästä muodostuu myös tarkkavaisuutta ohjaava ylätavoite.

Etsintälennon aikana, jolloin kokeneiden ohjaajien toimesta helikopterin peruslentäminen ei vaadi merkittävästi tarkkavaisuuden resursseja, on ohjaajien huomio ollut pääasiassa maastossa ja henkilön etsimisessä. Kuulemisten perusteella myös lähestymisprofiiliin ja laskeutumipaikan valintaa ohjasi tavoite ehtiä pakenevan henkilön edelle ennen tämän katoamista peltoaukealta metsään. Henkilön kadottaminen olisi johtanut tehtävän epäonnistumiseen. Valmiusryhmän jalkauttamiseen liittyvä subjektiivisesti koettu suoritus- ja aikapaine on voinut tahattomasti johtaa siihen, että lentotehtävän vaatimusten kasvaessa ei tarkkaavaisuus ole riittävässä määrin siirtynyt takaisin lentämiseen.

Taulukko 1. Helikopterin lentotila, keskeiset tapahtumat ja arvioitu ohjaajan näköyhteys laskupaikkaan viimeisen 30 sekunnin aikana.

Aika onnettomuuteen [s]	Helikopterin			Tapahtuma	Ohjaajan arvioitu näköyhteys laskupaikkaan
	Korkeus maan pinnasta [ft]	Suora etäisyys laskupaikkaan [m]	Ilmanopeus [kts]		
-30	300	850	70 ...	"...olkaa valmiita ulos!"	ei näköyhteyttä laskupaikkaan
-28			<i>kiihtyvä nopeus (70 → 107 kts), keskinop. 90 kts</i>		
-26			...		
-24	280	550	...		
-22			107		
-20			...		
-18	260	260	107		näköyhteys laskupaikkaan
-16			...		
-14			<i>hidastuva nopeus (107 → 20 kts), keskinopeus 75 kts</i>	yliekierrosvaroit	
-12	190	100	...		
-10			20		
-8			...		
-6			14	aliekierrosvaroit	laskupaikka koneen alapuolella osittain katveessa
-2			0		
0			0	onnettomuus	

Onnettomuuslennon tehtäväkuvauksessa oli havaittavissa eroja lentotoimintakäsikirjan ja lentomenetelmän mukaisiin toimenpiteisiin. **Ohjaamoyhteistyö** ei sisältänyt ohjeiden mukaisia toimenpiteitä, jotka tulisi tehdä ennen laskeutumista. Näitä olisivat olleet lähestymiseen/laskeutumiseen kuuluvien tarkastuslistojen lukeminen ja ratkaisupisteestä informointi.

Lentomenetelmäohjeistuksen mukaan monitoroivan ohjaajan tehtävänä on tukea ohjaavaa ohjaajaa seuraamalla mittareita ja lentotilaa, sekä pysyä tietoisena koneen sijainnista ja käytettävistä menetelmistä. Ohjaamoäänitallenteen mukaan lähestymisen aikana ainoa ohjaajien välinen kommunikointi on ollut monitoroivan ohjaajan ilmoitus ylikierrosvaroituksesta. Tämä viittaa monitoroivan ohjaajan seuranneen mittariarvoja lähestymisen aikana. Sen sijaan lentomenetelmään, lähestymisprofiiliin, laskeutumispaikan sijaintiin tai ratkaisupisteeseen liittyvää tiedonvaihtoa ei ohjaajien välillä käyty. Näin ollen monitoroivan ohjaajan käsitys suunnitellusta lähestymisprofiilista ja laskeutumispaikasta on perustunut oletukseen. Tämä heikentää monitoroivan ohjaajan mahdollisuuksia ennakoida helikopterin lentotilan muutoksia, arvioida laskeutumispaikan olosuhteita (mukaan lukien reunaesteet ja tuulen suunta) suhteessa helikopterin lentotilaan ja kommunikoida tarvittavaa tietoa oikea-aikaisesti.

Tarkastuslistoja lukuun ottamatta tarkempaa ohjeistusta miehistöyhteistyölle ja siihen sisältyvälle kommunikaatiolle ei taktisen lentotoiminnan maastolaskeutumisten osalta ole. Lentotehtävään liittyvän perehdytyksen yhteydessä tuli esille, että maastossa toteutettavalla etsintälennolla tarkastuslistan luku ja listan mukaiset toimenpiteet saatetaan tehdä jo aikaisemmin siirryttäessä aktiiviseen etsintälentovaiheeseen. Tätä toimintatapaa käytetään siitä syystä, että tilanteenmukaisessa toiminnassa tarve valmiusryhmän jalkauttamiselle voi ilmetä niin pikaisesti, että toiminnan nopeuttamiseksi listan luku toteutetaan jo ennen laskeutumispäätöstä. Toimintatapaa ei ole kuitenkaan vakioitu tai ohjeistettu.

Harjoitusryhmän eli helikopterin miehistön ja valmiusryhmän välistä **yhteistyötä** ja siihen sisältyvää kommunikaatiota ei ole taktisen erityislentotoiminnan osalta tarkemmin ohjeistettu. Toimintatavat ovat muotoutuneet harjoitustoiminnan kehittyessä.

Ohjaava ohjaaja vastaa lennon turvallisesta suorittamisesta ja taktiseen lentämiseen liittyvistä päätöksistä. Hän on sisäpuhelin yhteydessä koneessa olevaan valmiusryhmän johtajaan ja kuuntelee VIRVEä sekä osallistuu aktiivisesti kiinniotettavan henkilön tähtäamiseen lentotoimien ohella. Myös maastolaskeutumisen aikana ohjaavan ohjaajan tehtävänä on säilyttää tieto vaarallisen henkilön sijainnista. Tämä tapahtuu siten, että ohjaava ohjaaja pyrkii edelleen seuraamaan henkilön sijaintia tarkkaavaisuutta vaativien laskeutumistoimiensa aikana. Ohjaava ohjaaja määrää myös monitoroivan ohjaajan toimenpiteitä, kuten tarkastuslistojen luvun, sekä informoi matkustamo taktisista toimenpiteistä ja antaa laskeutumisessa/leijunnassa matkustamoon luvan ovien avaamiseksi.

Harjoitusryhmän välinen kommunikointi etsintälennon aikana tapahtuu pääosin huutamalla, sillä koko harjoitusryhmä ei ole liitetty sisäpuhelinjärjestelmään. Esimerkiksi varoitus kovasta laskusta ennen maahan törmäämistä ei välittynyt kaikille. Kuulemisten yhteydessä tuli esiin, että harjoitusryhmällä oli myös erilaisia käsityksiä siitä, missä vaiheessa laskeutumista vyöt tai matkustamon ovi on lupa avata. Harjoitusryhmän jäsenillä oli myös erilaisia odotuksia siitä, oliko helikopteri menossa leijuntaan vai laskuun.

Tilanteenmukaisen lentotoiminnan ennakoimattomuus on kuormitustekijä, joka vaikeuttaa miehistöyhteistyön vakioimista. Kuitenkin toimenpiteiden toteuttaminen vakioidusti tietyssä tilanteessa tai tehtävävaiheessa helpottaa toimenpiteiden muistamista ja vähentää tehtävän aikaista kuormitusta. Kyseinen tilanne ja tehtävävaihe toimivat muistivihjeinä. Jos toimenpiteen toteuttamistapaa tai -ajankohtaa ei ole vakioitu, sen toteuttaminen jää muistinvaraiseksi. Muistinvaraiset toimenpiteet unohtuvat herkemmin, etenkin tehtäväkuormituksen kasvaessa.

Tilanteenmukaiselle lentotoiminnalle on tyypillistä myös tilanteiden nopea kehittyminen ja subjektiivisesti koettu aikapaine tehtävän loppuun saattamiseksi. Aikapaine voi johtaa kommunikoinnin vähenemiseen kuormituksen hallitsemiseksi. Tämä puolestaan edelleen heikentää muun miehistön, erityisesti monitoroivan ohjaajan, mahdollisuuksia tukea ohjaavan ohjaajan tehtävää ja jakaa tehtävän kognitiivista kuormitusta. Tehtävän vaatavuus ja kokonaiskuormitus kohdistuu siten pääosin ohjaavaan ohjaajaan, eikä muun miehistön tai ryhmän resursseja hyödynnetä riittävässä määrin.

Tehtävän keskeiset kuormitustekijät:

- Laskeutumisaikka havainto-olosuhteineen oli miehistölle vieras.
- Tehtävän kognitiivinen kuormittavuus syntyy useista samanaikaisista tehtävistä, jotka edellyttävät avaruudellista tiedonkäsittelyä ja saman aistimodalityetin (näköaistin) käyttämistä (kuva 15). Tehtävään käytettävissä oleva aika muodostuu kuormituksen kannalta merkittäväksi tekijäksi.
- Tilanteenmukaiseen toimintaan liittyi subjektiivisesti koettu aikapaine tehtävän suorittamiseksi. Nopeutettu suoritus lisää kokonaiskuormitusta. Tämä on todennäköisesti johtanut helikopterin lentotilan ja toimintaympäristön puutteelliseen havainnointiin sekä lentomenetelmän mukaisten toimenpiteiden unohtumiseen.
- Ohjaajien korkea kokemustaso mahdollistaa etsintälennon aikana tarkkaavaisuuden kohdistamisen pääosin maastoon ja henkilön etsintään. Tavoite etsintätehtävän onnistumisesta on voinut tahattomasti johtaa siihen, että lentotehtävän vaatimusten kasvaessa tarkkaavaisuus ei ole riittävässä määrin siirtynyt takaisin lentämiseen.
- Nyt käytetty miehistöyhteistyö asettaa suurimmat vaatimukset ohjaavalle ohjaajalle, joka maastolaskeutumisen lisäksi osallistuu aktiivisesti vaarallisen henkilön seuraamiseen tarkkaavaisuutta vaativien laskeutumistoimien aikana.
- Tarkempaa ohjeistusta miehistöyhteistyölle ja siihen sisältyvälle kommunikaatiolle ei taktisen lentotoiminnan ja maastolaskeutumisten osalta ole. Miehistön ja koko harjoitusryhmän yhteistyön vakioimattomuus lisää tehtävän kuormitusta ja heikentää mahdollisuuksia jakaa kuormitusta tasaisemmin miehistön ja ryhmän kesken.

2.5 Organisaation toiminta

Helsingin vartiolentue on vastannut pääosin Vartiolentolaivueen ja Helsingin poliisilaitoksen valmiusyksikön yhteistoiminnasta ja sen kehittämisestä. Toimintamuodot ja -menetelmät ovat kehittyneet kertyneiden kokemusten myötä vuosien kuluessa. Toimintaan liittyvää ohjeistusta ja koulutusta ei ole päivitetty vastaamaan toiminnan nykytilaa.

Ohjeistuksen ja koulutuksen puutteista johtuen miehistön ja valmiusryhmän toimintatavat eivät ole vakioituja, mikä osaltaan vaikeuttaa miehistöyhteistyötä.

Ohjeistuksessa käsitellään puutteellisesti tai ristiriitaisesti muun muassa ohjaamoyhteistyömenettelyjä, matkustamon istuinpaikkojen ja turvavöiden käyttöä sekä helikopterista poistumista.

On syntynyt toimintakulttuuri, jossa toimitaan osittain ohjeistuksesta poiketen tai niitä soveltaen. Esimerkiksi valmiusryhmän jäseniä käytetään miehistönomaisiin tehtäviin ilman hyväksyttyä koulutusta ja kelpuutusta. Myöskään Rajavartiolaitoksen poikkeuslupa vaarallisten aineiden kuljettamiseen (Ilmailulaitoksen päätös 362/74/88) ei vastaa nykyisiä toiminnan tarpeita.

Vartiolentolaivueen lentoturvallisuustoiminta on ohjeistettu lentotoimintakäsikirjassa. Henkilöstöllä on mahdollisuus raportoida havaitsemistaan lentoturvallisuuteen liittyvistä poikkeamista TURVA-raportointijärjestelmään. Tutkinnassa tuli kuitenkin esiin, että tapahtumia on kirjattu järjestelmään vähän suhteessa vuosittaiseen lentotuntimäärään. On todennäköistä, että tapahtumia ei raportoida aktiivisesti. TURVA-raporttien käsittelyä pidettiin puutteellisena ja sen katsottiin tapahtuvan viiveellä. Lentoturvallisuusorganisaation toimijat toivat esiin, että työkuormituksen vuoksi oman työn ohella suoritettavat lentoturvallisuustehtävät olivat jääneet vähemmälle huomiolle.

Tutkintalautakunta katsoo puutteeksi myös taktiseen lentotoimintaan liittyvien riskianalyyysien puuttumisen.

Toiminnan keskittyminen operatiiviseen toimintaan sekä vähäinen poikkeamaraportointi ovat johtaneet tilanteeseen, jossa toiminnan turvallisuuden seuraaminen ja kehittäminen eivät tutkintalautakunnan käsityksen mukaan toteudu parhaalla mahdollisella tavalla.

2.6 Pelastautumisnäkökohdat

Helikopterin asento ja liike eteenpäin olivat maahan törmäämishetkellä sellaiset, että helikopterin laskuteline vaimensi törmäysenergiaa suunnitellusti. Helikopteri ei kaatunut eivätkä sen roottoreiden lavat osuneet maahan. Lyhyet jäljet (2 metriä) kyntöpellossa sekä kyykyssä turvaköyden varassa olleen lentomekaanikon pysyminen pystyssä indikoivat eteenpäin suuntautuneen nopeuden eteenpäin olleen törmäyshetkellä lähes pysähtynyt.

Matkustamossa oli lentomekaanikon lisäksi kaksi henkilöä, jotka eivät olleet istuimilla. He olivat kiinnittyneinä lattiaköyteen putoamiselta suojaavilla turvavaljailta, jotka eivät olisi suojanneet, mikäli törmäyssuunta ja -voima olisivat olleet toisenlaiset. Lisäksi kuulemisten yhteydessä ilmeni, että matkustamossa turvavyöt saatetaan avata jo ennen helikopterin pysähtymistä leijuntaan, mikä lisää toiminnan riskiä.

Sisäpuhelin yhteyksien puuttuminen valmiusryhmän jäseniltä ei mahdollistanut helikopterin päällikön antaman varoituksen "tulee kova lasku" perillemeno. Osa valmiusryhmän jäsenistä ei ollut tietoinen vaaratilanteesta, vaan valmistautui nopeaan poistumiseen leijuvasta helikopterista.

Miehistöllä ei ollut käytössään tarkistuslistaa tai vastaavaa onnettomuuden jälkeistä toimenpiteistä. Toimenpiteet suoritettiin riittävässä laajuudessa.

Törmäyksen aiheuttaman hidastuvuuden suunta ja voimakkuus olivat sellaiset, ettei hätälähetin aktivoitunut.

Onnettomuuslennolle ei ollut laadittu lentotoimintakäsikirjan mukaista matkustajaluetteloa. Matkustajaluettelon puute ja lentosuunnitelmassa annettu virheellinen henkilömäärä olisivat vaikeuttaneet pelastustoimia vakavammassa onnettomuustilanteessa.

2.7 Ilmoitukset

Helikopterin miehistö teki välittömät ilmoitukset ohjeistuksen mukaisesti. Ilmoitus Malmin lähilennonjohtoon oli sanamuodoltaan sellainen, ettei lennonjohtaja ryhtynyt jatkotoimenpiteisiin. Finavia Oyj käsitteli tiedonkulun ongelman laatupoikkeamana (ePHI 000688).

Helikopterin päällikön laatimat kirjalliset ilmoitukset Ilmailuhallinnon (nykyisin Trafi Ilmailu) ja operaattorin tietojärjestelmiin tehtiin viiveellä.

3 JOHTOPÄÄTÖKSET

3.1 Toteamukset

Helikopteri

1. Helikopterin lentokelpoisuus- ja rekisteröintitodistukset olivat voimassa.
2. Helikopterin lentomassa ja massakeskiö olivat sallituissa rajoissa.
3. Helikopterissa ja sen laitteissa ei havaittu teknistä vikaa tai toimintahäiriötä, joka olisi vaikuttanut tapahtuman syntyyn.

Miehistö

4. Helikopterin miehistöllä oli voimassa olevat lupakirjat ja tehtävän edellyttämät kelpuutukset. Miehistön lentokokemus oli riittävä.
5. Miehistön työ- ja lepoajat olivat määräysten mukaiset.

Onnettomuuslento

6. Lennonvalmistelut tehtiin määräysten mukaisesti pois lukien matkustajaluettelon puute ja lentosuunnitelmassa ollut väärä henkilöluku.
7. Lento tapahtui päiväsaikaan näkösääolosuhteissa. Olosuhteet soveltuivat lentotehtävään
8. Kyseessä oli viranomaisyhteistoimintaharjoitus, jonka tavoitteena oli harjoitella aseistautuneiden henkilöiden etsintää ja kiinniottoa maastossa. Harjoitusta johdettiin tilanteenmukaisena taktisena toimintana.
9. Helikopterin päällikkö teki päätöksen jalkauttaa valmiusryhmä kohteen etupuolelle. Tilanteen nopeasta kehittymisestä johtuen toimenpiteellä oli kiire.
10. Helikopterin laskeutumiseen liittyvää tarkastuslistaa ei luettu. Ohjaava ohjaaja ei kertonut muulle miehistölle käytettävästä laskeutumismenetelmästä.
11. Pääroottorin kierroksia ei säädetty helikopterin lentokäsikirjan mahdollistamaan CAT A -lähestymisen 103 %:iin.
12. Käytetty lähestymisnopeus oli noin 107 kts. Tutkintalautakunnan näkemyksen mukaan loppulähestyminen lennettiin myötätuuleen.
13. Lentotoiminnan aikana tapahtunutta tuulen suunnan muuttumista pohjoisesta kaakkoon ei havaittu.
14. Helikopterin hidastaminen aloitettiin liian myöhään.

15. Helikopterin nopeuden ja korkeuden vähentämisen yhteydessä ylikierrosvaroitusta aktivoitui. Moottoreiden vaihteistojen vapaakytkimet irtikytkivät moottorit vaihteistoista noin 5 sekunnin ajaksi.
16. Perämies informoi päällikköä ylikierrosvaroituksesta sanoen ”kierrokset”. Muuta ohjaajien välistä suullista kommunikointia loppulähestymisen aikana ei ollut.
17. Välittömät korjaavat toimenpiteet ylikierrosvaroituksen aktivoitumisen yhteydessä olisivat johtaneet laskeutumisen keskeytymiseen. Tässä vaiheessa suoritettu ylösveto olisi estänyt onnettomuuden.
18. Päällikkö jatkoi laskeutumista nousuvipu lähes ala-asennossa odottaen lentonopeuden vähenemistä ja pääroottorin kierrosnopeuden pienenemistä, jolloin nousuvivun nosto viivästyi.
19. Helikopterin ollessa kallistuneena oikealle 37 astetta suuntautui roottorivirta vinovirtauksena sivulle, jolloin haluttua aerodynaamista jarruttavaa vaikutusta ei saavutettu täysimääräisenä.
20. Nousuvivun nosto lisäsi pääroottorin vastusta ja pyrstöroottorin tehontarvetta eivätkä minimitehoille säätyneet moottorit ehtineet tuottamaan riittävää tehoa kierrosluvun säilyttämiseksi. Pääroottorin kierrosnumero aleni aiheuttaen alikierrosvaroituksen.
21. Nousuvivun noston hetkellinen keskeyttäminen palautti alentuneet roottorikierrokset.
22. Helikopteri lähes pysähtyi maanvaikutuksen yläpuolelle (90 ft). Ilmanopeus oli alle 15 kts, tehoista (vääntömomentista) oli käytössä noin 80 % ja vajoamisnopeus oli yli 500 ft/min.
23. Noin neljä sekuntia ennen törmäystä helikopterin pääroottoriin alkoi kehittyä pyörrevirtaustila. Vajoamisnopeus kiihtyi.
24. Noin kaksi sekuntia ennen törmäystä päällikkö työnsi ohjaussauvaa eteenpäin oikeastakseen helikopterin asennon ennen maata.
25. Noin sekunti ennen törmäystä päällikkö varoitti matkustajia kovasta laskusta. Helikopteri törmäsi maahan tallennintiedon mukaan vajoamisnopeudella noin 1100 ft/min.

Tehtävä ja olosuhdetekijät

26. Laskeutumispaikka havainto-olosuhteineen oli miehistölle vieras.
27. Ohjaajatehtävän kognitiivinen kuormittavuus syntyy useista samanaikaisista tehtävistä, jotka edellyttävät avaruudellista tiedonkäsittelyä ja saman aistimodaliteetin (näköaistin) käyttämistä. Kuormituksen hallintaan vaikuttaa merkittävästi tehtävään käytettävissä oleva aika.

28. Tilanteenmukaiseen toimintaan liittyi suoritus- ja aikapaine henkilön kiinni ottamiseksi. Subjektiiivisesti koettu aikapaine lisää kokonaiskuormitusta. Tämä on voinut myötävaikuttaa helikopterin lentotilan ja toimintaympäristön puutteelliseen havainnointiin sekä lentomenetelmän mukaisten toimenpiteiden unohtumiseen.
29. Korostunut keskittyminen harjoituksen taktisen tehtävän suorittamiseen on voinut johtaa siihen, että lentotehtävän vaatimusten kasvaessa tarkkaavaisuus ei ole riittävässä määrin siirtynyt takaisin lentämiseen.
30. Tarkempaa ohjeistusta miehistöyhteistyölle ja siihen sisältyvälle kommunikaatiolle ei taktisen lentotoiminnan ja maastolaskeutumisten osalta ole.
31. Toimenpiteiden vakioimattomuus lisää tehtävän kuormitusta ja heikentää mahdollisuuksia jakaa kuormitusta tasaisemmin miehistön ja ryhmän kesken.

Organisaation toiminta

32. Tutkintalautakunta totesi lentotoimintakäsikirjan ohjeistuksen olleen velvoittava miehistön toimia arvioitaessa.
33. Onnettomuuslento kuului operaattorin erityislentotoimintaan, joka ohjeistetaan operaattorin menetelmäohjeistuksella. Ohjeistus ei sisällä menetelmäohjeita onnettomuuslennon tyyppiselle taktiselle lentotoiminnalle.
34. Onnettomuuslennolla käytettyjä menetelmiä ei ole kirjattu ja vakioitu, vaan ne ovat muodostuneet käytännön kokemuksen myötä.
35. Helikopterin miehistön ja harjoitusryhmän välistä toimintaa ei ole ohjeistettu menetelmäohjeistuksella. Tutkintalautakunta katsoi harjoitusryhmän olleen matkustajien asemassa, vaikkakin heille oli määritetty toimia lennon aikana.
36. Valmiusryhmän sijoittuminen helikopterissa ei noudattanut lentotoimintakäsikirjan ohjeistusta matkustajien istumapaikoista ja turvavöistä.
37. Rajavartiolaitoksen poikkeuslupa vaarallisten aineiden kuljettamiseen (Ilmailulaitoksen päätös 362/74/88) ei vastaa nykyisiä toiminnan tarpeita.
38. Vartiolentolaivueessa ei ole käytössä vakioituja riskinarviointimenetelmiä eikä lento-tehtäväkohtaisia riskiarvioiteja ole toteutettu.
39. Henkilöstöllä on mahdollisuus raportoida havaitsemistaan lentoturvallisuuteen liittyvistä poikkeamista TURVA-raportointijärjestelmään. Tapahtumien kirjaamisessa ja käsittelyssä todettiin puutteita.
40. Vähäinen raportointi on johtanut tilanteeseen, jossa toiminnan turvallisuuden seuraaminen ja kehittäminen eivät tutkintalautakunnan käsityksen mukaan toteudu parhaalla mahdollisella tavalla.

Pelastautumisnäkökohdat

41. Helikopterin törmäys maahan tapahtui vahinkojen välttämisen kannalta lähes optimaalisessa asennossa.
42. Kaksi matkustajista ja lentomekaanikko eivät olleet istuimilla, vaan olivat kiinnittyneinä vain putoamiselta suojaavilla turvavaljailla.
43. Päällikön antama varoitus kovasta laskusta ei tavoittanut kaikkia matkustajia, koska heillä ei ollut sisäpuhelinyhteyttä.

3.2 Onnettomuuden syyt

Onnettomuuden välittömänä syynä oli helikopterin joutuminen laskeutumisen yhteydessä pääroottorin alkavaan pyörrevirtaustilaan olosuhteissa, joissa korjaavat toimenpiteet eivät enää olleet mahdollisia.

Myötävaikuttavina tekijöinä olivat

- suuri lähestymisnopeus ja myöhään suurilla tehonmuutoksilla aloitettu hidastaminen raskaasti kuormatulla helikopterilla
- ohjaamoyhteistyön puutteet muun muassa tarkastuslistojen sekä nopeuden, korkeuden, vajoamisnopeuden ja tuulen suunnan monitoroinnin osalta
- puutteet helikopterin lentotilan ja tuntemattoman laskeutumisalueen havainnoinnissa ohjaamomiehistön keskittyessä korostuneesti taktisen tehtävän suorittamiseen
- puutteet tehtävätyypin vakioituissa menetelmissä ja menetelmäohjeistuksessa.

4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

4.1 Operaattorin tutkinnan aikana toteuttamat toimenpiteet

Vartiolentolaivue on aloittanut lentomenetelmäohjeistuksen päivittämisen. AB/B412-lentomenetelmäohjeistusta on uusittu ja valmisteilla olevissa AW119 Ke -lentomenetelmissä huomioidaan tutkinnassa esille tulleita epäkohtia.

Uuden helikopterityypin (AW119 Ke) erityislentokoulutusohjelmaan laaditaan uutena osana taktinen lentokoulutus.

Vartiolentolaivueen lentoturvallisuusorganisaation toiminta on aktivoitunut verrattuna onnettomuutta edeltävään aikaan. Muun muassa raportointiin liittyvää koulutusta ja ohjeistusta on kehitetty.

Lentotehtäviin liittyvä riskienhallintakoulutus on annettu kaikille Vartiolentolaivueen yksiköille.

4.2 Turvallisuuksuositukset

Rajavartiolaitokselle

Rajavartiolaitoksen lakisääteiset tehtävät edellyttävät lentotehtävien suorittamista poikkeavissa tilanteissa ja vaativissa olosuhteissa, joissa erityistehtävien riskit muodostuvat normaalia lentotoimintaa suuremmiksi. Vartiolentolaivue vastaa Rajavartiolaitoksen lentotoiminnasta, myös erityislentotoimintana toteutettavasta viranomaisyhteistyöstä.

1. Taktisen lentotoiminnan toimintamuodot ja -menetelmät ovat Vartiolentolaivueessa kehittyneet kertyneiden kokemusten myötä vuosien kuluessa. Toimintaan liittyvää ohjeistusta ja koulutusta ei ole päivitetty vastaamaan toiminnan asettamia vaatimuksia. Ohjeistuksessa käsitellään puutteellisesti tai ristiriitaisesti muun muassa ohjaamoyhteistyömenettelyjä, matkustamon istuinpaikkojen ja turvavöiden käyttöä sekä helikopterista poistumista. Valmiusryhmän jäseniä on käytetty miehistönomaisiin tehtäviin. Ohjeistuksen ja koulutuksen puutteista johtuen miehistön toimintatavat eivät ole vakioituja, mikä osaltaan vaikeuttaa miehistöyhteistyötä.

Tutkintalautakunta suosittaa, että Vartiolentolaivue täydentää lentomenetelmäohjeet ja koulutusohjelmat havaittujen puutteiden osalta. Erityisesti tulee huomioida ohjaamoyhteistyöhön liittyvät monitorointimenettelyt.

2. Taktinen lentotoiminta suoritetaan usein poikkeavissa tilanteissa ja vaativissa olosuhteissa. Esimerkiksi laskeutumiset tehdään usein ennestään tuntemattomille paikoille. Riski pyörrevirtaustilaan johtavien tekijöiden esiintymiseen kasvaa.

Tutkintalautakunta suosittaa, että Vartiolentolaivue lisää ohjaajien tietoisuutta pyörrevirtaustilaan joutumisen riskeistä ja ohjaustoimenpiteistä tilasta poistumiseksi.

3. Vartiolentolaivueen lentoturvallisuustoiminta on ohjeistettu lentotoimintakäsikirjassa. Henkilöstöllä on mahdollisuus raportoida havaitsemistaan lentoturvallisuuteen liitty-

vistä poikkeamista TURVA-raportointijärjestelmään. Tutkinnassa tuli esiin, että tapahtumia on kirjattu järjestelmään vähän suhteessa vuosittaiseen lentotuntimäärään. Lisäksi tapahtumien käsittelyssä todettiin puutteita.

Tutkintalautakunta suosittaa, että oman lentoturvallisuustoimintansa kehittämiseksi Vartiolentolaivue tutustuu ja arvioi ICAO:n mukaisen Safety Management System (SMS) -turvallisuudenhallintajärjestelmän soveltuvuutta toimintaansa.

4. Rajavartiolaitoksella on poikkeuslupa vaarallisten aineiden kuljettamiseen (Ilmailulaitoksen päätös 362/74/88). Tutkinnan aikana havaittiin, että operatiivisten lentojen yhteydessä päätöksen sisältö ja lentotoimintakäsikirjan ohjeistus eivät vastaa nykyisiä toiminnan tarpeita.

Tutkintalautakunta suosittaa, että Rajavartiolaitos määrittää operatiiviseen toimintaan liittyvän vaarallisten aineiden kuljetustarpeen. Tämän jälkeen Rajavartiolaitoksen tulisi hakea uudet luvat ja uudistaa ohjeistus.

4.3 Muita huomiota ja ehdotuksia

Trafi Ilmailulle

Kaupallista ilmakuljetusta koskevan yhteiseurooppalaisen ilmailuvaatimuksen JAR-OPS 3.715 Lentoarvotallentimet -1 mukaan lentotoiminnan harjoittajalla on oltava käytettävissä menetelmä, jolla lentoarvotallentimeen tallentuneet tiedot voidaan helposti purkaa. Tämä edellyttää, että ilma-aluskohtaisissa asiapapereissa on mukana muunnoskaavataulukko.

Tutkintaedellytysten turvaamiseksi tutkintalautakunta esittää, että Trafi Ilmailu muuttaisi kansallista määräystä AIR M16-1 (ensikatsastus) siten, että JAR-OPS 3 mukainen vaatimus lentoarvotallenteen helposta purettavuudesta koskisi kaikkia lentoarvotallentimilla varustettuja helikoptereita.

Helsingissä 11.8.2011

Ari Anttila

Jari Multanen

Jari Huhtala

Päivikki Eskelinen-Rönkä

Krista Oinonen

Kari Ylönen

Yhteenveto lausunnoista

Rajavartiolaitos/Vartiolentolaivue

Vartiolentolaivueella ei ollut huomautettavaa tutkintaselostuksen luonnoksen turvallisuus-suosituksista eikä sisällöstä.

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi

Liikenteen turvallisuusviraston Ilmailutoimialalla ei ollut lausuttavaa tutkintaselostuksen luonnoksen turvallisuussuosituksista.

Finavia Oyj

Finavialla ei ollut huomautettavaa tutkintaselostuksen luonnoksesta.

Euroopan lentoturvallisuusvirasto, EASA

Tutkintaselostuksen luonnoksessa tehtiin esitys Euroopan lentoturvallisuusvirastolle paikka- ja radiokorkeustietojen lisäämisestä tallennettavien parametrien taulukkoon (JAR-OPS 3.715/3.720, Appendix 1, Table A.) Lausunnossaan EASA ilmoitti, että asia on jo aiemmin huomioitu säädösmuutoksissa, jotka tulevat voimaan vuonna 2016. Tutkintaselostuksen luonnoksessa ollut esitys poistettiin lopullisesta selostuksesta.

Valmistajavaltion tutkintaviranomainen, Transportation Safety Board of Canada

Valmistajavaltion tutkintaviranomaisella ei ollut lausuttavaa tutkintaselostuksen luonnoksesta.

Valmistajavaltion ilmailuviranomainen, Transport Canada

Valmistajavaltion ilmailuviranomainen haluaa lausunnossaan erottaa käsitteet *vortex ring state* ja *settling with power*, joita molempia pidetään suomenkielisessä kirjallisuudessa käsitteen *pyörrevirtaustila* synonyymeinä:

Older texts on helicopter aerodynamics refer to vortex ring state and settling with power as the same phenomenon however they are not. Transport Canada differentiates between vortex ring state and settling with power as follows:

Vortex ring state is as aerodynamic stalling phenomenon wherein the helicopter is descending in its own vortices, thereby losing lift. Conversely, settling with power is akin to stopping a heavily laden vehicle in a short distance from speed, where the inertia of the mass exceeds the available braking power for the distance remaining.

Ilmailuviranomainen oli eri mieltä tutkintaselostuksen luonnoksen johtopäätöksestä, jossa onnettomuuden syynä pidettiin pääroottorin joutumista kehittyvään pyörrevirtaustilaan (*vortex ring state*). Ilmailuviranomaisen mielestä onnettomuus oli seurausta inhimillisestä virheestä, joka johti moottoritehot päällä suoritettuun hallitsemattomaan laskuun (*settling with power*).

Liite 1/1(2)

Valmistaja, Bell Helicopter Textron Inc.

Valmistaja esitti tutkintaselostuksen luonnoksen käännöksessä olleen termin *landing gear failed* korvaamista termillä *landing gear fractured*, joka kuvaa paremmin tapahtumaa.

Valmistajan mielestä helikopteri ei joutunut pyörrevirtaustilaan (settling with power i.e. vortex ring state), vaan onnettomuus oli seurausta tilanteeseen sopimattomista ohjainliikkeistä, jotka johtivat suuren vajoamisnopeuden kehittymiseen.

