

## HELIKOPTER VERONGELUKT TIJDENS EEN FOTOVLUCHT

*In Nederland wordt er naar gestreefd het gevaar van ongevallen en incidenten zoveel mogelijk te beperken. Wanneer het toch (bijna) misgaat, kan herhaling voorkomen worden door, los van de schuldvraag, goed onderzoek te doen naar de oorzaak. Het is dan van belang dat het onderzoek onafhankelijk van de betrokken partijen plaatsvindt. De Onderzoeksraad voor Veiligheid kiest daarom zelf zijn onderzoeken en houdt daarbij rekening met de afhankelijkheidspositie van burgers ten opzichte van overheden en bedrijven. De Raad is in een aantal gevallen wettelijk verplicht onderzoek te doen.<sup>1</sup>*

### ALGEMENE GEGEVENS

Nummer voorval:	2010042
Classificatie:	Ongeval
Datum, tijd voorval:	27 juni 2010, omstreeks 12.55 uur <sup>2</sup>
Plaats voorval:	Maasvlakte, gemeente Rotterdam
Registratie:	PH-ECJ
Type luchtvaartuig:	Eurocopter EC 130 B4
Soort luchtvaartuig:	Helikopter
Soort vlucht:	Fotovlucht
Fase van de vlucht:	Standvlucht (hover)
Schade aan luchtvaartuig:	Volledig vernield
Aantal bemanningsleden:	Een
Aantal passagiers:	Vier
Persoonlijk letsel:	Vier personen overleden, een persoon zwaar gewond
Overige schade:	Milieuschade
Lichtcondities:	Daglicht

---

<sup>1</sup> Onderzoek naar schuld of aansprakelijkheid maakt nadrukkelijk geen deel uit van het onderzoek door de Raad. Verklaringen die zijn afgelegd in het kader van een onderzoek van de Raad, informatie die de Raad heeft verzameld, resultaten van technische onderzoeken en analyses, opgestelde documenten (inclusief het gepubliceerde rapport) mogen niet worden gebruikt als bewijs in strafrechtelijke, tuchtrechtelijke of civielrechtelijke procedures.

<sup>2</sup> Alle tijden in dit rapport zijn lokale tijden tenzij anders vermeld.

## **SAMENVATTING**

De helikopter maakte een fotovlucht boven de Maasvlakte waar een wielerronde werd gehouden. De passagiers, drie fotografen en een medewerker van de organisatie, maakten foto-opnamen van de wielrenners. Toen de helikopter op lage hoogte stil hing, draaide het toestel plotseling snel om zijn top-as en verloor enige hoogte. Deze rotatie stopte niet waarbij de helikopter snel hoogte verloor. De helikopter stortte met een hoge verticale snelheid neer. Vier inzittenden, waaronder de piloot, overleden als gevolg van de inslag, de vijfde inzittende raakte zwaar gewond. De helikopter werd volledig vernield.

### **1. FEITELIJKE INFORMATIE**

#### *1.1 Het verloop van de vlucht*

De helikopter met de registratie PH-ECJ vertrok op 27 juni 2010 omstreeks 11.00 uur, vanaf Amsterdam Heliport voor een vlucht naar Rotterdam The Hague Airport. De piloot was de enige inzittende. De geschatte hoeveelheid brandstof aan boord bedroeg 427 kg, de maximale hoeveelheid. De PH-ECJ was ingehuurd voor het maken van een fotovlucht van de Tour du Port, een wielerronde die op de Maasvlakte werd gehouden. Daarvoor zouden drie fotografen en een medewerker van de organisatie op de Rotterdamse luchthaven instappen. De helikopter kwam daar omstreeks 11.25 uur aan waarna de passagiers instapten. De piloot zat in de linker voorstoel, de medewerker van de organisatie daarnaast en een fotograaf zat op de rechtervoorstoel. Achter in de helikopter zaten de twee andere fotografen, op de linkerstoel en op de stoel daarnaast. De twee rechterstoelen achter in de helikopter waren niet bezet. De PH-ECJ steeg om 12.12 uur op en vloog naar de Maasvlakte. Uit radarbeelden bleek dat de helikopter daar omstreeks 12.20 uur aankwam en gedurende ongeveer een half uur rondvloog boven de Maasvlakte en de omgeving van Brielle en Oostvoorne. Daarna vloog de helikopter naar het gebied waar de wielerronde plaatsvond.

De organisatie van de wielerronde had nog een tweede helikopter ingehuurd voor het maken van filmopnamen. Aan boord van deze helikopter waren de piloot en een cameraman. Beide helikopters vlogen boven de Maasvlakte en maakten opnamen van de wielrenners. Omstreeks 12.55 uur reden de wielrenners over de Westplaatweg in noordoostelijke richting. De helikopter met de cameraman aan boord vloog aan het einde van de groep en de PH-ECJ met de fotografen aan boord, hing op dat moment stil boven de Westplaatweg, vóór de groep wielrenners, zodat de wielrenners in hun richting reden. De linkerachterdeur van de helikopter was opengeschoven. De helikopter hing op een hoogte van ongeveer 220 voet<sup>3</sup> boven de weg met de langsas dwars op de weg waarbij de rechterzijde van de helikopter naar de richting gericht was waar de wielrenners vandaan kwamen. Aan die kant zat de fotograaf die voorin zat, de twee andere fotografen zaten aan de andere zijde. De helikopter draaide opeens snel om zijn top-as en verloor enige hoogte. De draaibeweging stopte niet waarna de helikopter snel hoogte verloor en na een aantal seconden hard op de grond terecht kwam.

---

<sup>3</sup> Ongeveer 67 meter.



*Figuur 1: de PH-ECJ na het ongeval.*

Vanwege de wielerronde was er nagenoeg meteen hulp aanwezig. Degenen die als eerste ter plaatse waren, verklaarden dat de persoon die op de rechtervoorstoel in de helikopter had gezeten, naast de helikopter lag, de overige inzittenden waren nog in de helikopter aanwezig. Drie inzittenden zijn tijdens of kort na het ongeval overleden, de twee andere inzittenden zijn zwaargewond naar het ziekenhuis vervoerd waar één van hen later is overleden. De helikopter was totaal vernield (zie figuur 1).

Een aantal getuigen van het ongeval is geïnterviewd. Hoewel de verklaringen uiteenliepen, zijn de overeenkomsten dat iedereen had gezien dat de helikopter op lage hoogte, stil boven de weg hing en opeens begon te draaien en snel hoogte verloor. De helikopter raakte binnen enkele seconden de grond. Een deel van de getuigen verklaarde dat de helikopter rechtersom draaide, anderen verklaarden dat de helikopter linksom draaide. De enige passagier die het ongeval had overleefd, kon zich niet meer van het ongeval herinneren.

### *1.2 Letsel*

<i>Letsel</i>	<i>Bemanning</i>	<i>Passagiers</i>	<i>Totaal</i>
Overleden	1	3	4
Zwaargewond	-	1	1
Lichtgewond	-	-	-
Totaal	1	4	5

*Tabel 1: overzicht van het letsel van de inzittenden.*

### *1.3 Schade aan de helikopter*

Het onderstel van de helikopter was zwaar beschadigd. De gehele voorzijde van de helikopter was weggeslagen, alleen de bodemplaat resteerde. Hierdoor ontbraken onder andere het instrumentenpaneel, de hendel om de brandstofaanvoer te onderbreken en de rotorrem in de cockpit.

Het samenstel van de 'main gear box' en de 'main rotor head'<sup>4</sup> was gedeeltelijk van de romp losgescheurd en helde over naar links. Drie van de vier gearboxsteunen waren gebroken. De drie hoofdrotorbladen waren zwaar beschadigd en deels gebroken, ook de ophanging van de rotorbladen aan de rotormast was zwaar beschadigd.

De staart en de staartrotor waren relatief licht beschadigd. De staart had een scheur ter hoogte van de overgang naar de romp en was naar rechts gebogen ten opzichte van de romp. De onderzijde van de staart was ter hoogte van de staartrotor, naar rechts weggeslagen.

Van de bedieningsorganen voor de tweede piloot, de middelste zitplaats, was de cyclic<sup>5</sup> voor de vlucht verwijderd. De collective<sup>6</sup> en pedalen waren niet voor de vlucht verwijderd of afgedekt. De middenstoel en het rechterpedaal waren door de hulpdiensten na het ongeval weggeknipt om het slachtoffer dat op de middelste zitplaats had gezeten en met een voet onder het pedaal beklemd lag, te bevrijden. De inzittende die zwaar gewond was, zat op de stoel links achter in de cabine.

#### 1.4 Overige schade

De bodem waar de helikopter terecht was gekomen, raakte vervuild met brandstof en is later afgegraven.

#### 1.5 Gegevens van de bemanning

De piloot was een 54-jarige man. Hij vloog op oproepbasis voor het helikopterbedrijf waarbij hij gemiddeld twee keer per week een vlucht uitvoerde. Hij was sinds 1993 in het bezit van een Nederlands bewijs van bevoegdheid als beroepsvlieger voor helikopters (CPL(H)). Hij was bevoegd om drie typen helikopters te besturen. Tussen 28 november 2007 en 12 december 2007 heeft hij de type-opleiding EC 130 B4 gevolgd. Deze opleiding bestond uit acht uur theorieopleiding en vijf uur praktische training. Op 9 oktober 2009 heeft hij een 'prof check' vlucht gemaakt voor de helikoptertypes EC 120B en EC 130 B4. Hij scoorde voldoende op alle geteste onderdelen.

Het logboek van de bestuurder is niet gevonden. Het was niet aan boord van de helikopter, het was niet in zijn woning en het was ook niet op het helikopterbedrijf. Het aantal vlieguren in het overzicht is berekend aan de hand van de logboeken van diverse helikopters en van een eigen opgave uit december 2008. De laatste twee vluchten die hij met de EC 130 B4 had uitgevoerd, waren op 26 mei en 10 juni 2010 waarbij hij respectievelijk 1:41 en 2:11 uur had gevlogen. De aard van deze vluchten was 'transportvlucht'.

Hij had een geldige medische verklaring klasse 1 en 2, geldig tot 7 april 2011 met daarbij de aantekening "commercial single-pilot with pax"<sup>7</sup>, geldig tot 7 oktober 2010.

Uit opgaven van het helikopterbedrijf bleek dat hij verschillende soorten vluchten uitvoerde, zowel transportvluchten, rondvluchten en 'relay'vluchten waarbij voor het doorzenden van radio- of tv beelden wordt gezorgd. Hij had niet veel ervaring in het maken van foto- en filmvluchten.

---

<sup>4</sup> Tandwielkast en rotorkop

<sup>5</sup> De cyclic is een besturingsorgaan waarmee de invalshoek van de bladen van de hoofdrotor individueel wordt gewijzigd. Het uiteindelijke resultaat is dat de helikopter naar voren, achteren of zijwaarts beweegt. De cyclic bevindt zich gewoonlijk voor de piloot.

<sup>6</sup> De collective is een besturingsorgaan waarmee de invalshoek van de bladen van de hoofdrotor tegelijk wordt gewijzigd, de helikopter zal daardoor stijgen of dalen. De collective bevindt zich gewoonlijk links naast de stoel van de piloot. Met het wijzigen van de invalshoek van de bladen, verandert ook het vermogen.

<sup>7</sup> Commercieel vervoer van passagiers als enige bestuurder.

Type brevet	CPL(H) sinds 17 augustus 1993
Typebevoegdheid	EC 130 B4, gezagvoerder, VFR, geldig tot 1 november 2010; Bell 206/206L, gezagvoerder, VFR, geldig tot 1 juli 2011; EC120, gezagvoerder, VFR, geldig tot 1 november 2010.
Bevoegdverklaringen	RT/VFR flights only
Aantal uren in totaal	Ongeveer 1580 uur
Aantal uren op type	87 uur

Tabel 2: brevetgegevens en vlieguren van de piloot.

### 1.6 Gegevens helikopter

Registratie: PH-ECJ

Type luchtvaartuig: Eurocopter EC 130 B4

Fabrieksserienummer: 3604

Bouwjaar: 2002

Bewijs van luchtwaardigheid: geldig van 2 februari 2010 tot 20 februari 2011

Bewijs van inschrijving: afgegeven op 20 februari 2003

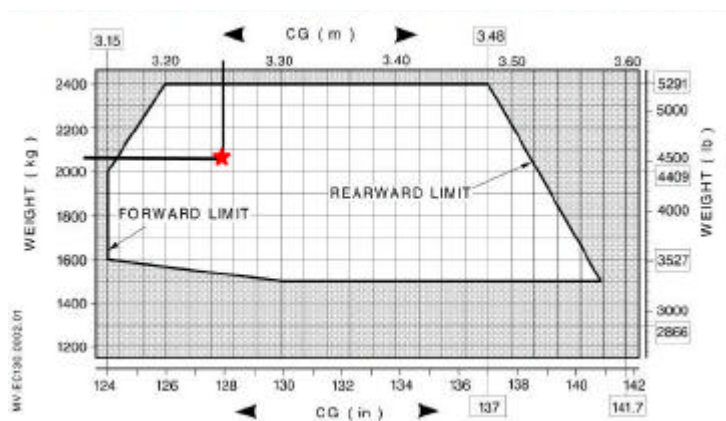
De Eurocopter EC 130 B4 is uitgerust met een gasturbine van het merk en type Turbomeca Arriel 2B1.

De PH-ECJ was een eenmotorige helikopter met zeven zitplaatsen, drie voor en vier achter. Volgens het vlieghandboek zit de piloot in de linker voorstoel en de eventuele tweede piloot in de middelste voorstoel. De helikopter heeft een driebladige hoofdrotor die rechtsom draait, de staartrotor is van het type Fenestron.<sup>8</sup> Er is een aantal verschillen tussen de conventionele staartrotor en de Fenestron. Zo is de Fenestron in de staart ingebouwd en heeft de staartrotor een kleinere diameter. Ondanks de kleinere diameter produceert de Fenestron de zelfde hoeveelheid luchtstroom als een conventionele staartrotor. De Fenestron vraagt echter in de hovervlucht grotere pedaaluitslagen om een rotatie te initiëren of te stoppen dan de conventionele staartrotor.

Op 14 mei 2010 was een 100-uurs inspectie aan de PH-ECJ uitgevoerd. De helikopter had toen 666.54 vlieguren. Zowel aan de motor als aan het airframe werden geen afwijkingen aangetroffen. Aan alle Airworthiness Directives (AD's) en Service Bulletins (SB) die van toepassing waren, was voldaan. Tot aan de dag van het ongeval had de helikopter 679:02 uur gevlogen. De dag voor het ongeval heeft de PH-ECJ vijf vluchten gemaakt waarbij in totaal 4:20 uur is gevlogen. Tijdens deze vluchten zijn geen bijzonderheden geconstateerd.

De helikopter had een maximaal toegestane startmassa van 2427 kg. Ten tijde van het ongeval was het geschatte gewicht van de helikopter ongeveer 2084 kg. Het zwaartepunt lag op 3,2546 meter vanaf het referentiepunt.

<sup>8</sup> De Fenestron is een staartrotor die is ingebouwd in de staart van de helikopter. De rotor bestaat uit een aantal kleine rotorbladen waarvan de invalshoek gelijktijdig wordt gewijzigd waardoor meer of minder zijwaartse kracht op de staart wordt uitgeoefend.



Figuur 2: diagram met het gewicht en zwaartepunt.

### 1.7 Meteorologische gegevens

Volgens opgave van het KNMI was het weer in de omgeving ten tijde van het ongeval als volgt:

Algemeen:	Aan de flank van een hogedrukgebied met het centrum boven de Oostzee, voerde een zwakke oostelijke stroming, droge, onstabiele lucht aan.
Wind:	Aan de grond: 360 graden 10 knopen 500 voet: 010 graden 5 knopen 1000 voet: 020 graden 5 knopen
Temperatuur	Aan de grond: 25 °C 500 voet: 23 °C 1000 voet: 22 °C
Zicht	Meer dan 10 kilometer
Bewolking	Geen
IJsaanzetting	Geen
Turbulentie	Geen
Thermiek	Matig
Luchtdruk	1019 HPa

Tabel 3: meteorologische gegevens ten tijde van het ongeval (bron KNMI).

### 1.8 Navigatiehulpmiddelen

Tijdens de vlucht werd op zicht gevlogen.

### 1.9 Communicatie

Na het verlaten van het plaatselijk luchtverkeersleidingsgebied van Rotterdam is er geen radiocommunicatie meer geweest met de PH-ECJ.

### 1.10 Vluchtregistratieapparatuur

De PH-ECJ was niet uitgerust met apparatuur die vluchtgegevens en cockpitgesprekken vastlegt. Dat is niet vereist voor dit type helikopter.

### 1.11 Wrak/impact informatie

De helikopter was terechtgekomen in een duingebied naast de weg. Dit gebied was begroeid met lage struiken. Aan de linkerzijde en voorkant van de helikopter waren deze struiken cirkelvormig weggeslagen.



*Figuur 3: luchtfoto van de ongevalsplaats (bron KLPD).*

Na het onderzoek ter plaatse is de helikopter voor uitgebreid technisch onderzoek overgebracht naar een hangar. Een aantal malen, verspreid over een langere periode, is technisch onderzoek verricht. De helikopter is van Franse makelij. Dit onderzoek vond daarom plaats met assistentie van onderzoekers van het Franse Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation civile (BEA) geassisteerd door onderzoekers van de fabrikant Eurocopter en de motorfabrikant Turbomeca. Daarnaast is de elektronische apparatuur die aan boord van de helikopter was, voor zover mogelijk, uitgelezen door de BEA. Het resultaat van deze onderzoeken was:

De helikopter:

- Het frame en het onderstel waren zwaar beschadigd als gevolg van de inslag met een hoge verticale snelheid.
- Het hele hoofdrotorsysteem was zwaar beschadigd.
- De rotorbladen waren achterwaarts van de ophanging losgescheurd en vertoonden schade als gevolg van horizontale en verticale krachten door aanraking met de bodem.
- De verbinding tussen de motor en de main gear box was gebroken.
- De staartrotor (Fenestron) was vrijwel onbeschadigd.
- De koppelingen van de aandrijfjas naar de staartrotor waren gebroken.
- De kabel die de invalshoek van de staartrotorbladen regelt, was intact en om de afgebroken aandrijfjas gedraaid.
- De bedieningsorganen in de cockpit (cyclic, collective en pedalen) werkten naar behoren en waren met de stuurstangen verbonden. De 'mixing unit' waar de stangen samenkomen, had diverse breuken.
- De besturing van de hoofdrotorbladen en van de staartrotor werkte naar behoren.
- Gezien de vervorming van de helikopter was de daalsnelheid op het moment van de inslag minimaal 4,3 m/sec. (846 voet/min.) en was de verticale versnelling minimaal 20G.



De aangetroffen schade was het gevolg van het ongeval. Het schadebeeld gaf aan dat de hoofdrotor en staartrotor werden aangedreven op het moment van het ongeval. Er zijn geen aanwijzingen gevonden die duiden op een technisch probleem aan de helikopter.

De motor:

- Alle draaiende onderdelen van de motor konden vrij ronddraaien.
- Schade aan de bladen van de axiale compressor gaven aan dat deze draaide op het moment van de inslag.
- Er werden sporen aangetroffen dat de motor vermogen aan de tandwielkast leverde op het moment van de inslag.
- Er was sprake van 'overtorque' (overbelasting) in module 5 van de motor van ongeveer 300% op het moment van de inslag.<sup>9</sup>

Er zijn geen aanwijzingen gevonden die duiden op een technisch probleem aan de motor.

#### 1.12 Medische informatie

Op het lichaam van de piloot is sectie verricht. Het overlijden van de piloot was het gevolg van het ongeval. Er werd ietsel aangetroffen dat goed kan passen bij een positie van de rechtervoet op een pedaal ten tijde van de inslag.

#### 1.13 Overlevingsaspecten

De helikopter is uitgerust met 'high energy absorbtion seats'. De absorptie van energie vindt plaats door het indrukken van een frame waarop de stoel is gemonteerd. Bij maximale indrukking is sprake geweest van een neerwaarts gerichte versnelling van minimaal 14G voor een persoon van 77 kg. In de helikopter waren de frames onder de stoel van de piloot, onder de rechtervoorstoel en onder de twee stoelen linksachter, geheel ingedrukt. Het frame onder de twee stoelen rechts achter in de helikopter was niet ingedrukt.

Vier van de vijf inzittenden zaten na de inslag nog in de stoelen en in de veiligheidsgordels. De vijfde inzittende, degene die in de rechter voorstoel zat, werd naast de helikopter aangetroffen.

#### 1.14 Onderzoek elektronische apparatuur

De volgende elektronische apparatuur is in het laboratorium van de BEA onderzocht:

- Vehicle and engine multifunction display (VEMD)
- Digital engine control unit (DECU)
- GPS-ontvanger

De VEMD heeft twee beeldschermen die in de cockpit de verschillende parameters van de motor en de helikopter tonen. Het vervangt de traditionele instrumenten. De VEMD legt deze gegevens ook vast. Onderzoek aan de VEMD leerde dat een van de twee modules (AV1) zodanig was beschadigd dat de gegevens van de geheugenchip niet konden worden gedownload. De gegevens van de geheugenchip van de tweede module (AV2) konden wel worden gedownload. Uit deze gegevens bleek dat gedurende 53 minuten en 21,5 seconden gegevens waren opgeslagen en dat er geen storingen of overschrijding van de limieten van de helikopter en motor waren geweest.

---

<sup>9</sup> Module 5 is de tandwielkast tussen de turbine en de aandrijfvas.



De DECU heeft een systeem dat fouten in het motorsysteem signaleert en vastlegt. Uit de gegevens van de DECU bleek dat op kanaal A na 55 minuten en 3 seconden acht storingen waren geregistreerd. Op kanaal B waren na 55 minuten en 3 seconden vier storingen geregistreerd en acht storingen na 55 minuten en 5 seconden.

Volgens het onderzoeksrapport vonden alle gesignaleerde en vastgelegde storingen plaats op het moment van de inslag. Geen van deze storingen zou het ongeval kunnen verklaren, zij zijn alle het gevolg van de inslag.

Van de GPS konden geen gegevens worden uitgelezen omdat de optie 'track recording' niet was ingeschakeld.

De conclusie van het onderzoek was dat de gegevens van de VEMD en de DECU met elkaar in overeenstemming waren. Dat de VEMD geen storingen heeft vastgelegd is waarschijnlijk veroorzaakt door het verbreken van het contact tussen de VEMD en DECU of door het uitvallen van de stroomvoorziening. Het verschil in de duur van de gegevensopslag is te verklaren doordat de DECU bij het starten van de helikopter eerder wordt ingeschakeld dan de VEMD.

#### 1.15 *Filmbeelden*

Na het ongeval bleek dat op de filmopnamen die uit de andere helikopter waren gemaakt, het ongeval met de helikopter zichtbaar was. Aan de hand van die filmbeelden is getracht een reconstructie van het ongeval te maken.

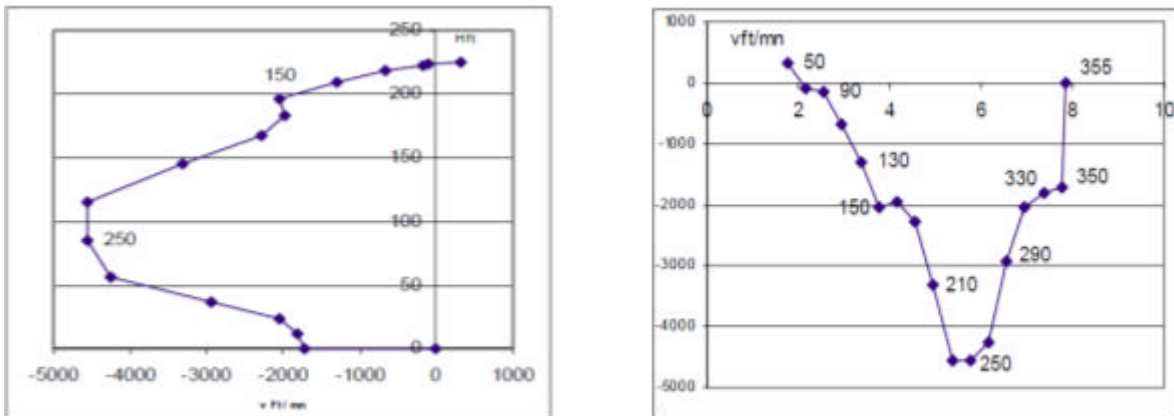
De kwaliteit van deze beelden is vanwege de grote afstand matig waardoor de bewegingen van de helikopter niet met volledige zekerheid zijn vast te stellen. De beelden beginnen op het moment dat de helikopter stil hangt met de neus in zuidelijke richting. Het is niet bekend wat de helikopter daarvoor heeft gedaan. Na enige seconden draait de helikopter ongeveer 180 graden waarbij de voorkant van de helikopter in noordelijke richting wijst en waarbij de helikopter enige hoogte verliest. De draairichting is zeer waarschijnlijk rechtsom. Hierna verliest de helikopter snel hoogte waarbij de rotatie niet stopt. Het is niet vast te stellen in welke richting de helikopter dan draait. De helikopter blijft draaien tot hij de grond raakt, dit is 6,5 seconden na het begin van de rotatie.

Technici van Eurocopter hebben de film beeld voor beeld (380 beelden) geanalyseerd en hebben van deze analyse een rapport opgesteld. Uit deze analyse is onder andere de verticale snelheid van de helikopter berekend ten opzichte van de hoogte en ten opzichte van de tijd. Daarnaast is de rotatiesnelheid berekend. Deze zijn weergegeven in de onderstaande diagrammen. De grafieken beginnen bij beeld 50 op het moment dat de helikopter begint met bewegen en eindigen bij beeld 355, het moment waarop de helikopter de grond raakt (het getal bij de punten is het nummer van het beeld).

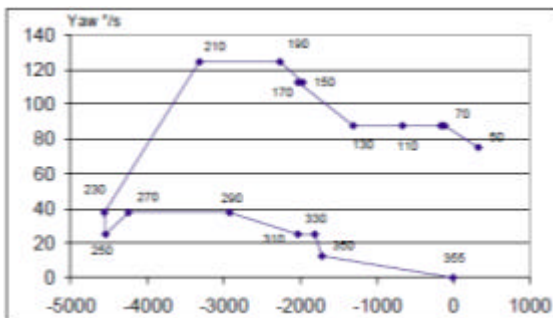
Uit de analyse van de filmbeelden bleek onder andere het volgende:

- De helikopter vloog op een hoogte van ongeveer 220 voet (beeld 30).
- De voorzijde van de helikopter wees ongeveer in zuidelijke richting (170°).
- De helikopter startte een draai, zeer waarschijnlijk rechtsom.
- Na ongeveer 2 seconden was de helikopter ongeveer 180 graden gedraaid en was er sprake van hoogteverlies (beeld 130).
- Gedurende deze 2 seconden nam de daalsnelheid toe tot ongeveer 1300 voet per minuut.
- Na ongeveer 2,5 seconden was de daalsnelheid toegenomen tot ongeveer 2000 voet per minuut (beeld 150).

- Het hoogteverlies nam daarna snel verder toe waarbij ook de daalsnelheid toenam tot maximaal ongeveer 4500 voet per minuut (beeld 230).
- Na ongeveer 6,5 seconden nam de daalsnelheid weer af tot ongeveer 1700 voet per minuut (beeld 350).
- Hierna volgde de inslag.
- De rotatiesnelheid nam af gedurende de daling.
- In totaal roteerde de helikopter 440 graden.



Figuur 4: de verticale snelheid in voet/minuut ten opzichte van de hoogte (l) en tijd (r).



Figuur 5: de rotatiesnelheid in graden/seconde ten opzichte van de verticale snelheid.

#### 1.16 Aanvullende informatie

##### De locatie

De Maasvlakte is een haven- en industriegebied in ontwikkeling. De Maasvlakte bestaat uit een grote zandvlakte die omgeven is door water. In het midden ligt de Slufter, een grote waterplas. De locatie waar de helikopter was neergestort, bestaat uit een weg met aan de zuidkant een smalle strook duin- en zandgebied. Voorts is de plaats omsloten door water: aan de westkant de Noordzee en de Slufter en aan de zuidkant de uitloper van het Haringvliet. Rondom de Slufter staat een groot aantal windturbines. Drie van deze windturbines staan in lijn, ten noorden van de plaats van het ongeval.



Figuur 6: het gedeelte van de Maasvlakte waar het ongeval plaatsvond.

### Laagvliegen

Ingevolge artikel 45 van het Luchtverkeersreglement is de minimum VFR<sup>10</sup>-hoogte voor luchtvaartuigen:

- a) *boven gebieden met aaneengesloten bebouwing, industrie- en havengebieden daaronder begrepen, dan wel boven mensenverzamelingen: tenminste 300 m (1000 voet) boven de hoogste hindernis, gelegen binnen een afstand van 600 m van het luchtvaartuig;*
- b) *elders dan onder a aangegeven: tenminste 150 m (500 voet) boven de grond of het water, of wel zoveel hoger als door Onze Minister is bepaald.*

Ingevolge de Vrijstellingsregeling Luchtverkeersreglement geldt deze bepaling niet voor vluchten voor onder andere het maken van audio of visuele opnamen ten behoeve van professionele nieuwsgaring en cartografie:

- *die niet plaatsvinden binnen een plaatselijk luchtverkeersleidingsgebied of boven gebieden met aaneengesloten bebouwing, industrie- en havengebieden daaronder begrepen of boven mensenverzamelingen en,*
- *die worden uitgevoerd met een vliegtuig of helikopter door een gezagvoerder die beschikt over een CPL.*

De minimum vlieghoogte bedraagt in dat geval 60 meter (200 voet) boven de grond of het water.

## 2. ANALYSE

De Onderzoeksraad heeft aan de hand van de feitelijke bevindingen die in hoofdstuk 1 zijn beschreven, het voorval geanalyseerd. Hierin worden achtereenvolgens de rol van de helikopter, de rol van de piloot en de vlucht geanalyseerd.

---

<sup>10</sup> VFR= visual flight rules, regels die gelden bij zichtvliegomstandigheden.

## 2.1 De helikopter

De PH-ECJ had een geldig bewijs van luchtwaardigheid en alle voorgeschreven inspecties en onderhoud waren uitgevoerd. Aan alle Airworthiness Directives en Service Bulletins die van toepassing waren, was voldaan. De helikopter had de dag er voor 4:20 uur gevlogen en daarbij waren geen gebreken of andere onregelmatigheden geconstateerd.

De PH-ECJ had voldoende brandstof aan boord om de vlucht uit te voeren en het gewicht en zwaartepunt lagen tijdens de vlucht binnen de limieten.

Uit het technisch onderzoek kan geconcludeerd worden dat de PH-ECJ in orde was en dat er geen aanwijzingen zijn dat het ongeval is veroorzaakt door een technisch gebrek. Het ontbreken van de voorzijde van de helikopter na het ongeval kan verklaard worden doordat de hoofdrotorbladen op het moment dat de PH-ECJ de grond raakte, naar beneden doorbogen en al draaiend de gehele voorzijde van de helikopter hebben weggeslagen. Hierdoor werd ook de begroeiing rondom de linkervoorzijde van de helikopter weggeslagen. De rotorbladen draaiden met een hoge rotatiesnelheid op het moment van de inslag. Bij een hoge rotatiesnelheid zullen de bladen minder snel doorbuigen. Dat de rotorbladen desondanks zo ver zijn doorgebogen dat zij de voorkant van de helikopter wegsloegen geeft aan dat er sprake was van een hoge daalsnelheid.

De gebroken koppelingen tussen de motor en de 'main gear box' ervan de aandrijving naar de staartrotor zijn ontstaan bij de inslag op de grond. Gezien het feit dat de stuurkabel om de as was gewikkeld, is het aannemelijk dat de aandrijf-as draaide op het moment dat de helikopter de grond raakte. Er zijn sporen aan de Fenestron staartrotor gevonden die erop duiden dat de staartrotor tijdens de inslag op de grond draaide. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de staartrotor werd aangedreven op het moment van de inslag.

Alle schade aan de helikopter was het gevolg van de inslag op de grond. Door de schade was het niet mogelijk de stand van de besturingsorganen op het moment van de inslag te beoordelen.

Onderzoek aan de motor wees uit dat de motor draaide op het moment dat de helikopter de grond raakte. De overtorque (overbelasting) van ongeveer 300% die in de motor is gemeten, is waarschijnlijk veroorzaakt doordat de hoofdrotorbladen werden aangedreven toen deze plotseling werden gestopt bij de inslag op de grond. Omdat de motor doordraaide, ontstond er overbelasting. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de motor ook vermogen, via de tandwielkast, op de rotorbladen leverde.

Er zijn geen aanwijzingen dat een technisch gebrek aan de motor invloed heeft gehad op het ontstaan van het ongeval. Dit wordt ook bevestigd door de afwezigheid van foutmeldingen in de elektronische apparatuur (VEMD en DECU) tijdens de vlucht.

Uit de vervorming van de frames van de stoelen kan worden opgemaakt dat de PH-ECJ met een grote verticale versnelling van minimaal 14G de grond had geraakt<sup>11</sup>. De fabrikant had aan de hand van de schade aan het frame van de helikopter berekend dat de versnelling waarschijnlijk meer dan 20G was geweest.

---

<sup>11</sup> 14G is gelijk aan 14 keer de zwaartekracht.

## 2.2 *De piloot*

De piloot had een geldig bewijs van bevoegdheid en een geldige medische verklaring om de vlucht uit te voeren. Omdat zijn logboek niet werd aangetroffen is het niet exact vast te stellen hoeveel vlieginguren hij precies heeft gemaakt. Hij had ongeveer 1580 uur ervaring en had een geldig type bevoegdheid voor drie typen helikopters. Uit een eigen opgave van 21 december 2008 bleek dat hij toen 1495 vlieginguren had gemaakt op vier verschillende typen helikopters. Op die datum had hij verreweg de meeste vlieginguren op het type Eurocopter EC120 gemaakt; 615 uur. Daarnaast had hij op die datum 45 uur op de EC130 gemaakt en uit de journaals van de helikopters bleek dat hij tot aan het ongeval in totaal 87 uur op de EC130 had gemaakt.

De piloot had de bevoegdheid om op drie type helikopters te vliegen: EC 120, EC 130 B4, en Bell 206/206L. De EC120 en EC130 B4 zijn het zelfde type helikopter die beide zijn uitgerust met een Fenestron staartrotor. Qua vliegeigenschappen is er weinig verschil tussen beide helikopters alleen is de EC130 B4 zwaarder en heeft een krachtigere motor. De afgelegde vliegingtest met de EC 120 was daarom ook geldig voor de EC 130 B4. De Bell 206/206L is een ander type helikopter, de hoofdrotor draait linksom, heeft twee bladen en de helikopter heeft een conventionele staartrotor. Uit de eigen opgave van 21 december 2008 bleek dat hij op dat moment 245 uur op de Bell 206/206L had gevlogen.

Hoewel hij volgens opgave van het helikopterbedrijf niet veel ervaring had in het maken van foto- en filmvluchten, had hij wel regelmatig 'relayvluchten' gemaakt. Hierbij wordt gedurende langere tijd op hoogte met weinig voorwaartse snelheid gevlogen waarbij de helikopter zwaar is als gevolg van de hoeveelheid brandstof.

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat hij een ervaren helikopterpiloot was die veel vliegingervaring had op het type Eurocopter EC120 en EC130, die beide zijn uitgerust met een Fenestron staartrotor. Er is niet gebleken dat het gebrek aan ervaring met zowel dit type helikopter als type vlucht van invloed is geweest op het ontstaan van het ongeval.

Het bevreemdt de Onderzoeksraad overigens dat het logboek van de piloot niet is gevonden.

## 2.3 *De vlucht*

Bij het ongeval spelen twee aspecten een rol: de rotatie van de helikopter die niet werd gestopt en de snelle daling gevolgd door de inslag. Als eerste wordt de rotatie van de helikopter geanalyseerd, daarna de snelle daling en het eventueel verband tussen deze twee.

### 2.3.1 *De rotatie*

Omdat de hoofdrotor van de EC 130 rechtsom draait, zal de romp van de helikopter bij het uitvallen van de staartrotor, als reactie linksom draaien. Dit rechtvaardigt de conclusie dat de draai rechtsom werd geïnitieerd door een input en niet het gevolg was van het uitvallen van de staartrotor. Uit de analyse van de filmbeelden bleek dat de draai met een rotatiesnelheid van meer dan 80 graden per seconde ging. Deze snelheid is hoger dan gebruikelijk en is ook hoger dan comfortabel voor de inzittenden is. Hieruit volgt tevens dat een grote input op het voetenstuur nodig was om een rotatiesnelheid zoals berekend, te bereiken.

Het is niet bekend hoe deze grote input werd geïnitieerd. Het is mogelijk dat de piloot een snelle draai wilde maken. De eerste groep wielrenners reed in de richting van de helikopter. De rechterkant van de helikopter was gericht naar de kant waar deze wielrenners vandaan kwamen,

zodoende hadden de personen die rechts in de helikopter zaten zicht op de wielrenners die in de richting van de helikopter reden.

Het is mogelijk dat de piloot de helikopter 180 graden wilde laten draaien om daarmee de fotografen die linksachter in de PH-ECJ zaten, de mogelijkheid te geven om de kopgroep wielrenners, via de openstaande schuifdeur, te fotograferen. Door deze draai werd namelijk de linkerzijde van de helikopter gericht op de groep wielrenners die in de richting van de helikopter reed.

Zoals eerder is vermeld, draait de hoofdrotor van de EC 130 rechtsom en zal een rotatie linksom minder motorvermogen kosten omdat de romp al de neiging heeft om linksom te draaien als reactie op de draairichting van de hoofdrotor. Dat de piloot desondanks gekozen heeft om een draai rechtsom te maken, kan worden verklaard doordat bij een draai rechtsom de piloot en de inzittenden zicht hielden op de groep wielrenners.

Een andere mogelijkheid voor de snelle rotatie is dat dit door een passagier werd geïnitieerd of werd versterkt. Zoals vermeld was op de plaats van de tweede piloot, waar nu een passagier zat, alleen de stuurknuppel (cyclic) verwijderd, de collective en de stuurpedalen waren nog aanwezig. Het is daarom dan ook mogelijk dat de rotatie veroorzaakt is door de input van de passagier die op de plaats van de co-piloot zat. Uit onderzoek naar andere helikopterongevallen is gebleken dat passagiers zich soms onbedoeld kunnen vastgrijpen aan of afzetten tegen één van de stuurorganen waardoor de besturing wordt beïnvloed of de bediening door de piloot wordt bemoeilijkt of verhinderd.

In het geval van de PH-ECJ zou dit gebeurd kunnen zijn doordat de passagier op de stoel van de co-piloot zich onbedoeld met zijn voeten op de pedalen heeft afgezet of met zijn voet onder of tussen deze pedalen is gekomen. In beide gevallen wordt een rotatie ingezet en zou het de piloot kunnen beperken in het stoppen van de rotatie. Het is ook mogelijk dat de rotatie werd ingezet door de piloot en dat de passagier zich heeft schrap gezet tegen de pedalen waardoor de rotatie werd versterkt. In alle gevallen zou de piloot de rotatie kunnen opheffen door meer kracht op het linkerpedaal te zetten. Dit zal echter wel kracht en tijd kosten en met name bij de Fenestron staartrotor is een snelle reactie en een grotere uitslag met de pedalen vereist om een snelle rotatie te stoppen. Tot slot bestaat de mogelijkheid dat tijdens de draai een losliggend voorwerp onder een van de pedalen is gekomen waardoor de bediening werd verhinderd. Dit was echter niet meer vast te stellen.

De helikopter was uitgerust met een dubbele bediening: de bediening voor de piloot, die in de linkerstoel zat en een bediening voor de middelste stoel, waar tijdens deze vlucht een passagier zat. Van de bedieningsorganen was alleen de cyclic (stuurknuppel) verwijderd. De collective en de pedalen waren nog aanwezig. Ingevolge JAR-OPS 3.100 is het niet toegestaan dat er passagiers in de cockpit zijn, tenzij wordt voldaan aan de voorwaarden die de operator in het handboek, het Basic Operational Manual (BOM), heeft vermeld.

Ingevolge JAR-OPS 3.001 zijn deze voorschriften echter alleen van toepassing op commercieel luchtvervoer met burger helikopters. Deze voorschriften zijn niet van toepassing op vluchten die onder 'aerial work' vallen wanneer er niet meer dan zes personen aan boord zijn die nodig zijn voor de uitvoering voor het 'aerial work'. Een vlucht ten behoeve van foto- en filmopnamen valt onder 'aerial work'.

Het helikopterbedrijf heeft in het Basic Operations Manual (BOM) de volgende passage opgenomen:

*JAR-OPS 3.100 / 3.005f*

*Dual controls are only installed during introduction/training/multi-crew/check-flights.*

*Transport flights with a passenger occupying a pilot's seat are only allowed if:*

- *The dual controls are removed.*
- *The passenger is instructed not to distract the pilot and not to interfere with equipment and controls.*

De BOM is echter ook alleen geldig voor vluchten die onder JAR-OPS3 vallen. De dubbele besturing mocht dus in de helikopter aanwezig zijn tijdens deze vlucht. Uit onderzoeken naar andere voorvallen met helikopters blijkt dat het voorkomt dat een passagier onbedoeld invloed uitoefent op de besturing van de helikopter door zich vast te grijpen of af te zetten tegen een besturingsorgaan. Ook komt het voor dat bijvoorbeeld een draagriem achter een besturingsorgaan blijft haken waardoor de besturing wordt beïnvloed.

Er wordt in de regelgeving dus verschil gemaakt tussen commercieel vervoer en aerial work. Het verschil tussen deze vluchten is de aard van de vlucht. Bij vervoer is er sprake van passagiers die van de ene plaats naar de andere plaats worden vervoerd of een rondvlucht maken. Bij aerial work wordt de helikopter gebruikt als platform waarmee werkzaamheden, zoals het maken van foto's en filmopnamen, worden verricht. In beide gevallen zijn er veelal personen in de cabine van de helikopter die geen lid zijn van de bemanning en in voorkomende gevallen op een stoel zitten die bestemd is voor een tweede piloot. Het is vreemd dat zowel in de wetgeving als in het BOM, in het ene geval de stuurorganen wel verwijderd moeten worden en in het andere geval niet. In beide gevallen kunnen er personen in de cockpit zitten die geen bemanningslid zijn die invloed kunnen hebben op de besturing van de helikopter. Het is daarom raadzaam de regels op dit gebied voor beide soorten vluchten gelijk te maken en de dubbele besturing te verwijderen als er geen tweede piloot aanwezig is en een passagier op de stoel voor de tweede piloot zit tijdens vluchten waarbij dit is toegestaan.

Gezien de windsnelheid wordt het niet waarschijnlijk geacht dat de wind, die recht achterop de staart van de helikopter blies, de rotatie heeft veroorzaakt of versneld. Daarvoor was de wind te zwak.

Op de beelden is te zien dat de helikopter vlak voordat het toestel de grond raakt, nog steeds draaide. Gelet op de kwaliteit van de beelden is het niet met volledige zekerheid vast te stellen in welke richting de helikopter draaide, het meest waarschijnlijk is rechtsom. Omdat het begin van de rotatie zeer waarschijnlijk rechtsom was, zou de helikopter tijdens de snelle daling van draairichting zijn veranderd zijn indien de helikopter linksom draaide bij het neerkomen, dit is echter niet aannemelijk. Een richtingsverandering is niet waarneembaar op de film en getuigen spreken hier ook niet over. Daarnaast was de onderzijde van de staart ter hoogte van de staartrotor, naar rechts weggeslagen en waren de struiken links van de staart meer beschadigd dan aan de rechterkant. Dit wijst er op dat de staart van de helikopter naar links bewoog.

In totaal roteerde de helikopter 440 graden, dat is bijna een en een kwart keer om de as. De rotatiesnelheid is in het begin van de daling het hoogst en neemt gedurende het laatste deel van de daling af. Dit wijst er op dat de bestuurder de rotatie op enige wijze heeft weten te vertragen. Uit de analyse van Eurocopter blijkt dat de piloot tijdens het laatste deel van de daling



vermoedelijk collective heeft getrokken en het rechterpedaal heeft ingedrukt zodat de rotatiesnelheid tussen 20 en 40 graden per seconde bleef. Het letsel van de piloot, wat er op wees dat hij zijn rechervoet op het pedaal had, wordt hiermee verklaard.

Het is onbekend waarom de rotatie niet volledig werd gestopt. Er zijn geen feiten aangetroffen die dit zouden kunnen verklaren. Daarom kunnen alleen mogelijke oorzaken worden genoemd of worden uitgesloten.

- Het kan worden uitgesloten dat het ongeval het gevolg was van een falen van de staartrotor of van de aandrijving daarvan. Zoals eerder vermeld werd geen aanwijzing gevonden voor een defect voorafgaand aan het ongeval. Daarnaast zou bij het niet goed functioneren van de staartrotor de rotatie worden afgeremd en zou de helikopter de andere kant op gaan draaien. Om dezelfde reden is het niet waarschijnlijk dat de staartrotor aerodynamisch heeft gefaald ('loss of tail rotor effectiveness').
- Het is ook onwaarschijnlijk dat de rotatie niet werd gestopt doordat de piloot onwel werd. Bij de sectie zijn hiervoor geen aanwijzingen gevonden. Ook in het geval dat de piloot onwel zou zijn geworden, had de helikopter de andere kant opgedraaid. Bovendien is het uit de analyse van de filmbeelden duidelijk geworden dat de piloot tijdens de daling de stuurorganen tot het laatste moment heeft bediend.
- Zoals vermeld is het mogelijk dat een passagier invloed heeft gehad op de rotatie doordat hij zijn voeten op, tussen of onder de pedalen heeft gehad. In alle gevallen zal een volledige uitslag niet mogelijk zijn en zal de rotatie niet gestopt kunnen worden. Na het ongeval moest het rechterpedaal worden losgeknipt omdat de passagier met zijn voet onder dit pedaal beklemd zat. Het is echter niet bekend of deze beklemming voor of na de inslag is gebeurd.
- Zoals later wordt beschreven, is de snelle daling waarschijnlijk het gevolg geweest van 'Vortex ring state' (zie hoofdstuk 2.3.2). Een van de in de vakliteratuur beschreven gevolgen van deze situatie is dat willekeurige bewegingen rondom de drie assen van de helikopter kan leiden tot een totaal verlies van controle over het toestel. (*"Random pitching, rolling and yawing motions can lead to a total loss of control in flight"*).<sup>12</sup> Bewegingen rondom de top-as (yawing) kunnen de oorzaak zijn van rotaties van de helikopter.

### 2.3.2 De snelle daling

Uit de analyse van de filmbeelden blijkt dat de helikopter tijdens de eerste rotatie daalde waarna de daalsnelheid snel toenam en waarna het toestel neerstortte.

De daalsnelheid nam tijdens het eerste deel van de rotatie toe en bedroeg ongeveer 670 voet per minuut toen de helikopter ongeveer 135 graden was gedraaid. De daalsnelheid nam daarna snel toe tot ongeveer 1300 voet/minuut toen de helikopter ongeveer 180 graden was gedraaid.

Er is onderzocht waardoor deze daling is veroorzaakt. Er is geen verklaring gevonden waarom de helikopter al tijdens de draai een daalsnelheid van meer dan 600 voet per minuut bereikte anders dan dat de piloot de collective heeft afgedrukt. Mogelijk is dit gedaan om een overschrijding van de

---

<sup>12</sup> 'Principles of helicopter flight', W.J. Wagtendonk, 2006.

'torque limiet' te voorkomen. Als er namelijk een snelle draai wordt gemaakt door een grote input op een pedaal, zal dit veel motorvermogen kosten. Dit zal ten koste gaan van het vermogen dat aan de hoofdrotor wordt geleverd. Om een daling van de helikopter te voorkomen is het motorsysteem zo ontworpen dat er automatisch meer vermogen wordt gegenereerd. Om te voorkomen dat er te veel vermogen op het aandrijfsysteem van de rotor wordt gegeven, zal de piloot de collective iets naar beneden drukken waardoor krachten op het rotorsysteem (torque) iets wordt verminderd. Dit heeft wel tot gevolg dat de helikopter zal dalen. Het dalen van de helikopter tijdens de draai was dus waarschijnlijk het gevolg van een handeling van de piloot. Het kan echter ook niet worden uitgesloten dat dit werd veroorzaakt doordat een van de passagiers per ongeluk op de collectieve heeft geleund. Als dit gebeurd zou zijn, zou de piloot dit wel meteen gemerkt hebben omdat hij de collective voortdurend vast heeft.

Met het bereiken van een daalsnelheid van meer dan 600 voet per minuut kwam deze in de buurt van de daalsnelheid waarbij de zogenaamde 'vortex ring state' zou kunnen ontstaan.

'Vortex ring state' of 'Settling with power' is, kort beschreven, een potentieel gevaarlijke situatie waarbij de hoofdrotorbladen van een helikopter in de turbulente lucht terechtkomen die door de rotorbladen zelf is opgewekt.<sup>13</sup> Hierbij wordt de luchtstroom aan de binnenkant van het rotorvlak, die onder normale omstandigheden naar beneden is gericht, naar boven gericht.



*Figuur 7: luchtstroom onder normale omstandigheden en tijdens 'vortex ring state' (bron: internet).*

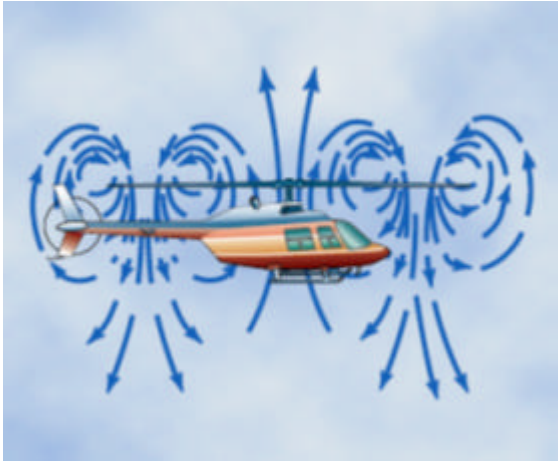
Hierdoor verliezen de rotorbladen draagkracht en zal de daalsnelheid van de helikopter snel toenemen. Daalsnelheden van 5000 tot 6000 voet/minuut zijn daarbij mogelijk. Een poging om de daalsnelheid af te remmen door meer vermogen te geven (collective trekken), heeft geen of een averechts effect.

De situatie van 'vortex ring state' kan optreden als zich drie omstandigheden tegelijkertijd voordoen:

- Geen of een lage voorwaartse luchtsnelheid (minder dan 30 knopen).
- Overschrijding van een bepaalde daalsnelheid (ongeveer 400 tot 800 voet/minuut, afhankelijk van het type helikopter en de omstandigheden).
- Het gebruik van vermogen (20 tot 100 procent).

Als een helikopter zich in deze situatie bevindt, kan het aerodynamisch effect op de rotorbladen grote en plotselinge bewegingen om de top-as, langs-as en dwars-as van de helikopter veroorzaken. Deze gier-, rol- en stampbewegingen kunnen leiden tot het verlies van de besturing van de helikopter.

<sup>13</sup> Bronnen: W.J. Wagtendonk, 'Principles of helicopter flight', 2006; 'Rotorcraft Flying handbook', FAA document H-8083-21, 2000 en 'Safety considerations for helicopter pilots', EHEST, 2010.



*Figuur 8: luchtcirculatie bij een 'vortex ring state' (bron FAA 'Rotorcraft Flying handbook').*

Eén van de situaties waarbij gevaar voor 'vortex ring state' bestaat, is volgens de literatuur het uitvoeren van een fotovlucht omdat daarbij de kans aanwezig is dat zich de drie bovengenoemde condities tegelijk voordoen.

De beste manier om uit de situatie van de 'vortex ring state' te komen is door het verhogen van de voorwaartse snelheid en het 'afdrukken' van de collective, waardoor het vermogen terug wordt genomen. Hiervoor is een aanzienlijke vlieghoogte vereist. Voor demonstraties en training van deze situatie wordt in de vakliteratuur een vlieghoogte van minimaal 1500 voet aanbevolen.

Het gevaar van de 'vortex ring state' wordt wel tijdens de opleiding tot helikopterpiloot behandeld. Hierbij wordt veel aandacht besteed aan het vermijden van situaties waarbij 'vortex ring state' kan ontstaan, met name bij steile naderingen. Dit wordt niet in de praktijk beoefend.

De snelle toename van de daalsnelheid kan verklaard worden doordat de PH-ECJ kennelijk snel in de 'vortex ring state' situatie terechtkwam. Uit de analyse van Eurocopter blijkt dat de daalsnelheid daarna snel toename tot ongeveer 4500 voet per minuut. Dit kan worden verklaard door het terugnemen van het vermogen. Bij het terugnemen van het vermogen zal de rotatie naar links afnemen. Kennelijk is daarna weer vermogen bijgegeven waarna de daalsnelheid weer afnam tot ongeveer 1800 voet per minuut. Het terugnemen van vermogen is een reactie die past bij een manoeuvre om uit de 'vortex ring state' te komen: hierbij wordt het vermogen teruggenomen en voorwaartse snelheid opgebouwd door het naar voren duwen van de cyclic. Dat na enige seconden de daalsnelheid weer afnam doordat er kennelijk vermogen werd gegeven komt overeen met trekken van de collective. Dit kan een reactie van de piloot zijn geweest in een poging om de daalsnelheid te verminderen toen bleek dat een botsing met de grond onafwendbaar was.

De hoogte waarop de PH-ECJ hoverde, ongeveer 220 voet, was absoluut te laag om op een veilige wijze uit deze situatie te komen. Bij een situatie waarin dit wordt geoefend, wordt weliswaar een hoogte van minimaal 1500 voet aangeraden maar gezien de daalsnelheid die zich kan ontwikkelen is het verstandig een grotere hoogte aan te houden. Daarnaast is het voor een helikopterpiloot die een dergelijke situatie nooit heeft meegemaakt, moeilijk te onderkennen dat de helikopter in een 'vortex ring state' terecht is gekomen. In de tijd die nodig is voor het herkennen van de situatie, heeft de helikopter, gezien de hoge daalsnelheid, al een grote hoogte verloren. Daarna moet de piloot nog aan de herstelprocedure beginnen.

Samengevat is de meest waarschijnlijke verklaring dat de helikopter in eerste instantie een snelle rechterdraai heeft gemaakt van 180 graden. Bij deze manoeuvre verloor de helikopter hoogte waarna het toestel in een 'vortex ring state' situatie terecht kwam en de rotatie niet werd gestopt. Gezien de lage hoogte waarop de helikopter vloog, kon deze situatie niet meer hersteld worden.

### 2.3.3 Externe invloed

Tijdens het onderzoek is onderzocht of het ongeval mogelijk is veroorzaakt of is beïnvloed door externe factoren. Allereerst is onderzocht of de karakteristieken van de omgeving invloed hebben gehad. De Maasvlakte bestaat voornamelijk uit zand waarvan bekend is dat deze ondergrond, bij warm weer, veel warmte uitstraalt. Andere ondergrond, zoals water, zal veel minder warmte uitstralen waardoor de lucht in het gebied rond om het ongeval ongelijk zal worden verwarmd. Op de dag van het ongeval was het ongeveer 25 °C en was het zeewater nog relatief koud, ongeveer 15 graden. Aan het K.N.M.I. is gevraagd of deze ongelijke verwarming kan leiden tot ernstige turbulentie waardoor de besturing van een helikopter wordt bemoeilijkt. Volgens een deskundige van het K.N.M.I. is dit zeer onwaarschijnlijk; er zal wel sprake zijn van enige luchtstroming als gevolg van ongelijke verwarming, maar dit zal niet groot zijn. Er is derhalve geen aanleiding om te veronderstellen dat de lokale weersomstandigheden invloed hebben gehad op het ontstaan van het ongeval.

Ten noorden van de ongevalslocatie staan drie windturbines. Deze turbines hebben een ashoogte van 65 meter en een rotordiameter van 70,5 meter. Uit de filmbeelden bleek dat de rotorbladen draaiden en dat de wind, gezien de richting waarin de rotorkoppen staan, uit noordelijke richting waaide. Dit komt overeen met de weergegevens van het K.N.M.I. Gezien de windrichting van dat moment werd eventuele zog van de turbines in de richting verplaatst naar de plaats waar de helikopter zich bevond (zie figuur 5).

Op verzoek van de Onderzoeksraad heeft ECN Wind Energy een studie uitgevoerd naar de zog-parameters van de drie windturbines. De belangrijkste zog-parameter is de turbulentie-intensiteit. De turbulentie-intensiteit is een maat voor de turbulentie, d.w.z. luchtwervelingen die ontstaan door verstoringen van de luchtstroom, o.a. door bomen, gebouwen of windturbines. De turbulentie-intensiteit is gedefinieerd als de standaarddeviatie van de windsnelheid gedeeld door de gemiddelde windsnelheid.

Uit de studie bleek dat de turbulentie intensiteit zonder zog-effecten op een hoogte van 80 meter ongeveer 13% is geweest. De maximale absolute toename van de turbulentie-intensiteit als gevolg van de windturbinezoggen op de locatie van het ongeval is ongeveer 10% geweest, op een hoogte van 85 meter. De turbulentie-intensiteit inclusief de zog-effecten zal dus maximaal 23% geweest zijn op een hoogte van 85 meter. De helikopter vloog op een hoogte van ongeveer 67 meter. Uitgaande van een windsnelheid tussen 5 en 10 knopen, zou de windsnelheid dus kunnen variëren tot waarden tussen ongeveer 7 tot ongeveer 23 km/u.<sup>14</sup> Het is niet waarschijnlijk dat dergelijke windsnelheden een rotatie veroorzaken die zoveel snelheid heeft als de berekenende rotatiesnelheid van de PH-ECJ.

### 2.3.4 Vlieghoogte

Uit het onderzoek blijkt dat regelgeving toestond dat de helikopter beneden de minimale vlieghoogte van 500 voet vloog. In overeenstemming met de algemene vrijstelling gaven de locatie, de aard van de vlucht en de kwalificatie van de piloot de mogelijkheid om tot een hoogte

---

<sup>14</sup> 5 knopen = 9,26 km/u - 23% = 7,1 km/u. 10 knopen = 18,52 km/u + 23% = 22,8 km/u.

van 200 voet te vliegen. Vanwege het doel van de vlucht, het maken van foto-opnamen, is het gebruikelijk dat er op lage hoogte wordt gevlogen. Maar door de combinatie met een lage, of geen, voorwaartse snelheid is dit een kritische operatie die tot een gevaarlijke situatie kan leiden. Deze hoogte biedt weinig mogelijkheid om veilig uit een noodsituatie te komen. Bij een noodsituatie zoals de 'vortex ring state' is een hoogte van 200 voet volstrekt onvoldoende, maar ook in geval van een motorstoring met een eenmotorige helikopter, geeft 200 voet in combinatie met weinig of geen voorwaartse snelheid, niet veel marge om veilig uit deze noodsituatie te ontsnappen.

De piloot van een helikopter moet dan ook een afweging maken tussen het nut en de noodzaak om op lage hoogte met weinig voorwaartse snelheid te vliegen versus het risico dat hiermee wordt gelopen.

### **3. CONCLUSIE**

Een eenduidige oorzaak van het ongeval met de PH-ECJ kon niet met zekerheid worden vastgesteld. De Onderzoeksraad kan alleen mogelijke oorzaken benoemen en een aantal factoren uitsluiten:

- Het voorval begint met een rotatie die niet wordt gestopt gevolgd door een daling. Het niet stoppen van de rotatie kan niet verklaard worden, mogelijke oorzaken zijn:
  - Onbestuurbaarheid als gevolg van de 'vortex ring state'.
  - Invloed van een passagier.
  - Onvoldoende reactie van de piloot om de snelle rotatie te stoppen.
- Het begin van de daling kan niet verklaard worden anders dan door een handeling van de piloot.
- De snelle daling is waarschijnlijk het gevolg van een 'vortex ring state'.
- De lage hoogte waarop de standvlucht (hover) werd uitgeoefend, was onvoldoende om de ontstane situatie te herstellen.
- Een technische oorzaak is onwaarschijnlijk.
- Een medische oorzaak is onwaarschijnlijk.

### **4. AANBEVELING**

De staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu wordt aanbevolen om via de European Aviation Safety Agency (EASA) te bewerkstelligen dat de regelgeving met betrekking tot het verwijderen van stuurorganen tijdens aerial work, in overeenstemming wordt gebracht met de regelgeving voor commercieel vervoer.

## Bijlage 1

Het conceptrapport is ter inzage aan de betrokkenen gestuurd, overeenkomstig de Rijkswet Onderzoeksraad voor Veiligheid. Het doel van deze inzage is om feitelijke onjuistheden in het rapport te voorkomen. De volgende betrokkenen hebben inzage in het rapport gehad:

- De nabestaanden van de bestuurder
- De nabestaanden van de inzittenden
- De overlevende passagier
- Het helikopterbedrijf
- Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (BEA)
- European Aviation Safety Agency (EASA)

Een deel van de opmerkingen zijn overgenomen en in het rapport verwerkt. Deze worden niet verder genoemd. De opmerkingen die niet zijn overgenomen, worden hieronder vermeld en de redenen waarom deze niet in het rapport zijn verwerkt.

### De nabestaanden van de bestuurder

*Punt 1.5 Het logboek van de bestuurder is niet gevonden. Als de bestuurder zijn vliegingen niet elektronisch bijhield, moet er een logboek zijn. Waar is dit gebeven en waarom heeft de operator geen overzicht van het aantal vliegingen?*

Commentaar Onderzoeksraad:

Na het ongeval zijn alle documenten die aan boord van de helikopter waren, in beslaggenomen door de luchtvaartpolitie. Hierbij was het logboek niet aanwezig. De familie heeft zelf de computers nagezocht op eventuele bestanden met vliegingen maar dit had ook geen resultaat. Hoewel elke piloot verplicht is zijn vliegingen bij te houden, is ondanks alle naspeuringen geen overzicht gevonden.

De operator heeft geen verplichting de vliegingen van piloten bij te houden. Het helikopterbedrijf heeft evenwel op verzoek van de Onderzoeksraad een zo nauwkeurig mogelijk overzicht van de vliegingen gemaakt aan de hand van de journaals van de helikopters. Daarnaast heeft een ander helikopterbedrijf het overzicht van vliegingen van de piloot verstrekt die hij op 21 december 2008 heeft gemaakt. Met dit alles is een redelijk overzicht van zijn vliegingen bekend geworden.

*Punt 1.12 In helikopters heb je altijd beide voeten op de pedalen en eigenlijk verwacht ik dat de vlieger LINKS voeten wilde geven want hij wilde de draaiing rechtsom stoppen. Hoe zit het met het letsel aan de linkervoet?*

Commentaar Onderzoeksraad:

Het verslag van de patholoog spreekt alleen van letsel en schade dat goed kan passen bij een positie van de rechtervoet op een pedaal ten tijde van de crash. Er wordt in het verslag niets gezegd over de linkervoet.

## Het helikopterbedrijf

*Pagina 2.*

*Het komt ons niet aannemelijk voor dat de helikopter geheel stil hing in de lucht. Onze vliegers zullen bij fotovluchten altijd proberen enige snelheid in de helikopter te houden. Vaak maakt men een wat wijdere bocht met wat hogere snelheid om bv wielrijders bij te houden. Een draai op locatie is niet gebruikelijk omdat de wind dan ongunstig op de staart kan komen te staan. Normaliter vliegen we een rondje.*

Commentaar Onderzoeksraad:

Op het moment dat de helikopter in beeld komt, hangt deze stil. Het is niet bekend welke vliegbeweging de helikopter daarvoor heeft gemaakt. Dit is in het rapport verduidelijkt.

*Pagina 5.*

*Met betrekking tot de fenestron rotor zouden wij willen toevoegen dat een fenestron rotor juist minder effectief is. Het in het rapport gestelde "met dezelfde diameter" is niet aan de orde. Een fenestron is primair ontworpen om de rotorbladen te beschermen, niet om de effectiviteit te verhogen. Deze bouw vergt kortere bladen. Er worden daarom meer bladen gemonteerd om hetzelfde vermogen te leveren als de conventionele rotor. Die mindere effectiviteit vergt de grotere pedaaluitslag en veel meer vermogen van de motor. Om dat te compenseren trek je collective en dat werkt bij een vortex ring state averechts. De weerstand neemt sterker toe dan met een conventionele rotor: maximaal zo'n 30 tot 35% waar een conventionele rotor maximaal 12 tot 18% vermogen gebruikt.*

Commentaar Onderzoeksraad:

De tekst zoals die in het rapport staat, is geschreven in overleg met de fabrikant van de helikopter, Eurocopter. Deze tekst is bewust summier gehouden maar niet in tegenspraak met hetgeen het helikopterbedrijf schrijft.

*10. Uit het rapport blijkt dat de passagier midden voorin van het rechterpedaal moest worden bevrijd na het ongeval. Ook zegt het rapport dat analyse van Eurocopter aangeeft dat de vlieger vlak bij de grond vermoedelijk collective heeft getrokken en rechts voeten heeft gegeven. Nergens in het rapport is echter te vinden hoe de stand van de pedalen was na het ongeval. Is dat nog te achterhalen?*

Commentaar Onderzoeksraad:

In verband met de inslag en de acties van de hulpdiensten bij het bevrijden van de passagiers, is de stand van de pedalen niet meer na te gaan.

*13. Wij vragen ons af waarom de vlucht niet is nagevlogen/nagebootst (op grotere hoogte c.q. met grotere veiligheidsmarge)? Zie ook onze opmerkingen onder punt 7.*

Commentaar Onderzoeksraad:

In overleg met Eurocopter is besloten geen testvlucht te maken in verband met het risico.

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (BEA) en European Aviation Safety Agency (EASA) hadden geen commentaar op het rapport. Van de overige betrokken partijen is geen reactie ontvangen.