



ONDERZOEKSRaad
VOOR VEILIGHEID

Samenvatting

Fly-away na kompasverstoring

DJI Inspire 2 onbemand luchtvaartuigstelsel



Samenvatting

Fly-away na kompasverstoring

DJI Inspire 2 onbemand luchtvaartuigstelsel

Den Haag, februari 2023

De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar en beschikbaar op www.onderzoeksraad.nl.

Foto cover: De foto betreft een weergave van de DJI Cadence afstandsbediening en het DJI Inspire 2 onbemande vliegtuig zonder payload. (Bron foto's: djicdn.com)

De Onderzoeksraad voor Veiligheid

Als zich een ongeval of ramp voordoet, onderzoekt de Onderzoeksraad voor Veiligheid hoe dat heeft kunnen gebeuren, met als doel daar lessen uit te trekken. Op die manier draagt de Onderzoeksraad bij aan het verbeteren van de veiligheid van Nederland. De Raad is onafhankelijk en besluit zelf welke voorvallen hij onderzoekt. Daarbij richt de Raad zich in het bijzonder op situaties waarin mensen voor hun veiligheid afhankelijk zijn van derden, bijvoorbeeld van de overheid of bedrijven. In een aantal gevallen is de Raad verplicht onderzoek te doen. De onderzoeken gaan niet in op schuld of aansprakelijkheid.

Onderzoeksraad

Plv. voorzitter: prof. dr. mr. S. Zouridis
dr. E.A. Bakkum

Secretaris-directeur: mr. C.A.J.F. Verheij

Bezoekadres: Lange Voorhout 9
2514 EA Den Haag

Postadres: Postbus 95404
2509 CK Den Haag

Telefoon: 070 333 7000

Website: onderzoeksraad.nl
E-mail: info@onderzoeksraad.nl

N.B: Indien er verschil bestaat in de interpretatie van het Engelse rapport en deze Nederlandse samenvatting, is het Engelse rapport leidend.

Algemene gegevens.....	5
Samenvatting	6
Aanbevelingen	9

ALGEMENE GEGEVENS

Nummer voorval:	2020020
Classificatie:	Ernstig incident
Datum, tijd voorval:	11 april 2020, 13.30 uur ¹
Plaats voorval:	Soestdijksekade, Den Haag
Luchtvaartmaatschappij:	Nationale Politie
Registratie luchtvaartuig:	PH-5MV
Type luchtvaartuig:	Da-Jiang Innovations Science and Technology Co., Ltd. (DJI) Inspire 2 – T650A
Soort luchtvaartuig:	Onbemand luchtvaartuigstelsel
Soort vlucht:	Surveillance
Fase van de vlucht:	Opstijgen
Schade aan luchtvaartuig:	Schade aan de propellers, het landingsgestel en de payload
Aantal bemanningsleden:	Twee (piloot en payload operator) en twee waarnemers
Aantal passagiers:	Niet van toepassing
Persoonlijk letsel:	Geen
Overige schade:	Geen
Lichtcondities:	Daglicht

¹ Alle tijden in dit rapport zijn lokale tijden, tenzij anders aangegeven.

Het voorval

Op 11 april 2020 was de bemanning van de PH-5MV, bestaande uit de piloot, de *payload operator* en twee waarnemers, van plan om een surveillancevlucht uit te voeren in het Zuiderpark, Den Haag. De vlucht werd uitgevoerd met een DJI Inspire 2 onbemand luchtvaartuigstelsel (UAS)² met een camera als *payload*. Kort na het opstijgen, tijdens de *post take-off checks*, verloor de piloot de controle over het luchtvaartuig. Ongeveer 30 minuten later kreeg de bemanning de melding dat getuigen het onbemande luchtvaartuig (UA) op de stoep van een straat in Den Haag hadden aangetroffen en dit bij de politie hadden gemeld. Na de crash stelde de exploitant een veiligheidsonderzoek in. De Onderzoeksraad voor Veiligheid besloot een onderzoek in te stellen vanwege de kans op schade en letsel bij derden.

Het verlies van controle: kompasverstoring als gevolg van payloadwissel

In het kader van het onderzoek heeft de Onderzoeksraad de vluchtgegevens van de Inspire 2 geanalyseerd. Uit deze analyse blijkt dat kort na de start het UA niet consequent reageerde op de input van de Remote Controller (RC) van de piloot. Deze inconsistentie deed zich vooral voor bij de rol- en stampbeweging. De Inspire 2 registreerde tegelijkertijd meerdere kompasfouten. Dit wijst, samen met een afwijking tussen de kompashoek en de hoek van de GPS-track, erop dat een kompasverstoring bijdroeg aan de onverwachte respons van het UA.

Nader onderzoek wijst uit dat voor de vlucht voorafgaand aan de vlucht van het incident een luidspreker als *payload* is gebruikt. Deze *payload*, met zijn eigen (elektromagnetische) eigenschappen en vervaardigd door een derde partij, verschilde van de camera *payload* die werd gebruikt toen het incident zich voordeed. Tijdens de voorbereiding van de incidentvlucht gaf de DJI GO 4-app³ geen waarschuwing voor de kalibratie van het kompas weer op het hoofdscherm en daarom heeft de bemanning het kompas niet opnieuw gekalibreerd. Als gevolg daarvan werd de vlucht uitgevoerd met een op de luidspreker gekalibreerd kompas, waardoor het UA uiteindelijk onbestuurbaar werd.

Oorzaak van de crash

Na het verlies van de controle over het luchtvaartuig ontstond een *fly-away*⁴. Terwijl de piloot probeerde de controle terug te krijgen, vloog het UA over een rij bomen, waardoor de zichtlijn tussen de RC en het UA werd geblokkeerd. Hierop werd de verbinding tussen

2 UAS bestaan doorgaans uit een grondstation (ground station) of afstandsbediening (remote controller) en een onbemand luchtvaartuig (unmanned aircraft). Dit wordt nader toegelicht in paragraaf 2.3 van het rapport.

3 DJI GO 4 is een programma voor mobiele apparaten waarmee het onbemande luchtvaartuig kan worden bestuurd.

4 Een *fly-away* is een toestand waarin het UA een ongewenste snelheid ontwikkelt, bijvoorbeeld onder invloed van wind en/of als gevolg van systeemfouten, terwijl de piloot (via de RC) geen controle heeft over de beweging van het UA (verlies van controle).

het UA en de RC verbroken. Vervolgens vloog het UA ongecontroleerd over de stad Den Haag. Na ongeveer 18 minuten vliegen startte het UA een automatische landingsprocedure vanwege lage accuspanning, maar kon deze niet voltooien. Het luchtvaartuig bleef zweven totdat er onvoldoende batterijvermogen overbleef en stortte vervolgens in stedelijk gebied neer op een trottoir. De crash bleef zonder gevolgen voor derden, maar gezien de massa en grootte van het UA had een botsing met een persoon ernstige gevolgen kunnen hebben.

Geleerde lessen: kompaskalibratie, vliegmodeselectie en het veilige gebruik van payload

De exploitant had geen procedures voor het kalibreren van het kompas na het wisselen van *payload* en vertrouwde op aanwijzingen van de DJI GO 4-app. Daarmee voldeed de exploitant aan de richtlijn van de fabrikant van het UAS, die benadrukt het kompas alleen te kalibreren wanneer de software dit aangeeft. Uit dit onderzoek blijkt dat de DJI GO 4-app niet in alle gevallen een onjuist gekalibreerd kompas kan detecteren. Daarom is het raadzaam om na een verandering van *payload* handmatig een kompaskalibratie te starten, om een ongewenste afwijking van het kompas te voorkomen die kan leiden tot controleverlies.

Na het controleverlies schakelde de piloot over op de Return-To-Home (RTH) vliegmodus. Dit was in overeenstemming met de procedures van de exploitant en de richtlijnen van de UAS-fabrikant. De RTH-vluchtmodus is ook afhankelijk van het kompas. Daarom moet in sommige gevallen prioriteit worden gegeven aan de overschakeling naar de A(altitude)-modus omdat deze de afhankelijkheid van het kompas wegneemt. Overschakelen naar de A-modus is raadzaam als de bemanning niet zeker weet of er een kompasverstoring is, omdat RTH nog steeds werkt wanneer in de A-modus wordt gevlogen.

Volgens de nationale regelgeving is het wettelijk niet toegestaan te vliegen met een andere *payload* dan de *payload* die is in combinatie met het luchtvaartuig is gekeurd om het speciaal bewijs van luchtwaardigheid (S-BvL) te verkrijgen. De exploitant en de ontwikkelaar van de *payload* waren niet op de hoogte van deze eis. Derhalve is voor de luidspreker *payload* geen S-BvL-keuring uitgevoerd. De fabrikant van de luidspreker *payload* heeft aangegeven dat het product onder een beperkt aantal condities is getest voordat het ter beschikking van de klant werd gesteld. Het is belangrijk dat de risico's van het gebruik van *payload* vooraf door de gebruiker worden onderkend. Aangezien dit niet altijd mogelijk is, blijft het van belang dat gebruikers extra goed opletten bij het gebruik van verschillende *payloads*.

In de loop van dit onderzoek heeft de exploitant een aantal wijzigingen in zijn eigen operatie aangebracht, waarbij de lessen die uit het incident zijn getrokken, zijn opgevolgd.

Medewerking aan veiligheidsonderzoek door de fabrikant

Ondanks meerdere verzoeken heeft de fabrikant van het UAS de Onderzoeksraad niet alle informatie verstrekt die nodig was voor het onderzoek. Daarom konden sommige aspecten (bijvoorbeeld waarom de storingstoestand in het kompas kon bestaan) niet worden onderzocht en is het onderzoek deels niet sluitend. Een deel van de informatie over de technische oorzaak is alleen bekend omdat de exploitant veel heeft geïnvesteerd in het vinden van de mogelijke oorzaak van de *fly-away*. Niet alle exploitanten beschikken over de middelen om voor dergelijke onderzoeken expertise van derden in te huren.

Om van ongevallen en incidenten met UAS te leren, verdient het aanbeveling dat alle betrokken partijen, waaronder fabrikanten, de voor het onderzoek benodigde informatie zoveel mogelijk delen. Ook door deel te nemen aan veiligheidsonderzoeken zouden alle betrokken partijen beter kunnen leren van ongevallen en incidenten, en de daaropvolgende onderzoeken zoals het onderzoek dat in dit rapport is beschreven. Al met al is de betrokkenheid van alle betrokken partijen essentieel om te leren van ongevallen en incidenten, teneinde de vliegveiligheid te verbeteren.

Voor het uitvoeren van vluchten met een onbemand luchtvaartuigstelsel (UAS) is het van belang dat de exploitant en de piloten toegang hebben tot geactualiseerde informatie over het UAS, de (werking van de) boordsystemen, de *payload* en de aanbevolen procedures en veiligheidsvoorschriften. Exploitanten en particuliere gebruikers zijn bij het gebruik van UAS grotendeels aangewezen op hetgeen aangeraden en voorgeschreven door de fabrikant.

De fabrikant heeft handleidingen en veiligheidsvoorschriften voor het UAS gepubliceerd. Hoewel de gemiddelde levensduur van een UAS korter is dan die van een regulier vliegtuig, kunnen UAS vele jaren in gebruik zijn, zelfs nadat de productie is stopgezet. Daarom blijft het belangrijk de voorschriften te actualiseren aan de hand van de meest recente veiligheidsinzichten, zodat gebruikers altijd toegang hebben tot geactualiseerde informatie over het veilige gebruik van hun UAS en de risico's van het vliegen ermee.

Om de veiligheid van het gebruik van UAS te verbeteren doet de Onderzoeksraad voor Veiligheid de volgende aanbeveling:

Aan Da-Jiang Innovations Science and Technology Co., Ltd. (DJI):

1. Herzie de UAS-gebruikershandleiding en veiligheidsvoorschriften aan de hand van de lessen geleerd uit dit voorval en verduidelijk daarbij de volgende aspecten:
 - a. Acties in het geval van besturingsproblemen en wanneer de RTH- en A(titude)-modus te gebruiken;
 - b. In welke gevallen het kompas moet worden gekalibreerd;
 - c. De risico's van het vliegen met (verschillende typen) *payload*.

Om van ongevallen en incidenten te leren en herhaling te voorkomen, is het essentieel dat alle betrokken partijen, zoals nationale veiligheidsonderzoeksinstanties en UAS-exploitanten, toegang hebben tot de relevante informatie. In dit verband is de medewerking van fabrikanten essentieel.

Fabrikanten zijn verantwoordelijk voor de kwaliteit en de veiligheid van een product. Op het gebied van samenwerking met betrekking tot veiligheidsonderzoeken ziet de Onderzoeksraad ruimte voor verbetering aan de kant van de fabrikant, zowel richting veiligheidsonderzoeksinstanties als exploitanten.

Daarom doet de Onderzoeksraad de volgende aanbeveling:

Aan Da-Jiang Innovations Science and Technology Co., Ltd. (DJI):

2. Verzeker dat veiligheidsonderzoeksinstanties en exploitanten tijdig technische ondersteuning en relevante informatie ter beschikking krijgen voor veiligheidsonderzoeken met betrekking tot DJI geproduceerde UAS.

Uit overleg met veiligheidsonderzoeksinstanties uit andere landen is gebleken dat bovengenoemde problematiek niet uniek is voor Nederland. Daarom zal de Onderzoeksraad, in aanvulling op de aanbeveling, de discussie over dit onderwerp met andere veiligheidsonderzoeksinstanties blijven stimuleren en het belang benadrukken van de medewerking van fabrikanten aan veiligheidsonderzoeken in de desbetreffende internationale gremia, met name de Internationale Burgerluchtvaartorganisatie (ICAO).



S. Zouridis
Plaatsvervangend voorzitter
Onderzoeksraad voor Veiligheid



C.A.J.F. Verheij
Secretaris-directeur



Bezoekadres
Lange Voorhout 9
2514 EA Den Haag
T 070 333 70 00

Postadres
Postbus 95404
2509 CK Den Haag

www.onderzoeksraad.nl