



# Onbemande luchtvaart (UAS)

Domeinprofiel 2024-2025





# Onbemande luchtvaart (UAS)

## Domeinprofiel 2024-2025

Datum 26 februari 2025

## Colofon

Uitgegeven door Inspectie Leefomgeving en Transport

Postadres	Postbus 16191, 2500 BD Den Haag
Telefoon	088 489 00 00
Website	<a href="http://www.ilent.nl">www.ilent.nl</a>
X en Instagram	@inspectieLenT

# Inhoudsopgave

1. Introductie.....	4
1.1 Geen regels maar hulpmiddel .....	4
1.2 Samenwerking draagt bij aan veiliger luchtvaart.....	4
1.3 Onderwerpen.....	4
1.4 ILT-Luchtvaartautoriteit .....	5
1.5 Aansluiting met internationale en nationale luchtvaartveiligheidsprogramma's.....	5
1.6 Beperkingen domeinprofielen .....	6
1.7 Contact met ILT-Luchtvaartautoriteit .....	7
2. Kenmerken van het domein .....	8
2.1 Vluchtuitvoering onder Europese regelgeving.....	8
2.2 Vluchtuitvoering onder nationale regelgeving.....	12
2.3 Onbemande luchtvaartuigen.....	13
2.4 Vliegbewegingen .....	13
3. Positieve ontwikkelingen en resultaten .....	20
3.1 Open, transparant en lerend.....	20
3.2 Just Culture.....	20
3.3 Melding van voorvallen .....	20
3.4 Safety Management System (SMS) .....	20
3.5 GoDrone .....	20
3.6 EU Drone Strategie 2.0 .....	20
4. Veiligheidsinitiatieven en doelstellingen .....	22
5. Veiligheidsissues .....	23
5.1 Veiligheidsissues bij menselijke factoren en prestaties.....	23
5.2 Veiligheidsissues algemeen .....	24
5.3 Veiligheidsissues: filmopnamen.....	27
5.4 Veiligheidsissues: externe last .....	30
5.5 Veiligheidsissues: inspecties van objecten.....	31
5.6 Veiligheidsissues: brandweer en politie.....	33
6. Prestaties en trends .....	35
6.1 Nalevingsprestaties en -trends.....	35
6.2 Nederlandse veiligheidsprestaties en -trends .....	36
6.3 Europese veiligheidsprestaties en -trends.....	38
7. Aanbevelingen .....	40
7.1 Aanbevelingen van EASA .....	40
7.2 Aanbevelingen van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV).....	40
8. Nieuwe of toekomstige issues .....	42
Bronnenlijst.....	43

# 1. Introductie

Luchtvaart is een veilige vorm van transport. Maar om dat niveau te handhaven is voortdurende en proactieve aandacht nodig. Daarom gaat de luchtvaartautoriteit van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT-Luchtvaartautoriteit) zich in haar toezicht meer richten op de grootste risico's in de luchtvaart, naast het meer traditionele toezicht op de naleving van regels. Risicogestuurd toezicht stelt de luchtvaartautoriteit in staat haar middelen beter in te zetten en flexibeler te reageren. Een belangrijk instrument hierbij zijn domeinprofielen. Dat zijn rapporten die de belangrijkste risico's in kaart brengen per luchtvaartdomein, in dit geval onbemande luchtvaart, en bijdragen aan een betere beheersing van deze risico's.

## 1.1 Geen regels maar hulpmiddel

Domeinprofielen zijn gebaseerd op inzichten uit inspecties en data uit eigen onderzoek, maar ook op nationale en internationale luchtvaartrapporten en veiligheidsprogramma's. Domeinprofielen zijn niet bedoeld als extra regels, ze zijn een hulpmiddel en kennisbron. Ze moeten er vooral voor zorgen dat betrokkenen (organisaties én individuele medewerkers) zich beter bewust zijn van de belangrijkste risico's in dat domein en hoe deze risico's nog meer beperkt kunnen worden. Ook kunnen luchtvaartorganisaties de profielen gebruiken om hun veiligheidsmanagementsystemen (SMS) beter te laten aansluiten op nationale en internationale veiligheidsprogramma's en -plannen. En de domeinprofielen kunnen het directoraat-generaal Luchtvaart en Maritieme zaken helpen om beleid en regelgeving te ontwikkelen die nauw aansluiten bij werkelijke veiligheidsrisico's, en zo overregulering voorkomen.

## 1.2 Samenwerking draagt bij aan veiliger luchtvaart

Dit 1<sup>e</sup> domeinprofiel over onbemande luchtvaart is opgesteld door de ILT-Luchtvaartautoriteit. Vanaf 2025 zullen we samenwerken met vertegenwoordigers van het domein Onbemande luchtvaart aan het domeinprofiel. Omdat het domeinprofiel wordt ontwikkeld door alle partners, ontstaat wederzijds begrip en een nog scherper, gezamenlijk gedragen beeld. Bovendien bevordert de samenwerking een goede veiligheidscultuur (just culture). Dit alles draagt bij aan een nog veiliger luchtvaart.

[De domeinprofielen worden ieder jaar geüpdatet en gepubliceerd op de website van de ILT.](#)

## 1.3 Onderwerpen

Dit domeinprofiel biedt waardevolle inzichten in:

- De kenmerken van het domein Onbemande luchtvaart.
- Positieve ontwikkelingen en resultaten.
- Veiligheidsinitiatieven en doelstellingen.
- Belangrijkste veiligheidsissues.
- Nalevings- en veiligheidsprestaties.
- Relevante aanbevelingen van de European Union Aviation Safety Agency (EASA) en de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV).
- Eventuele nieuwe en toekomstige issues.

Het domeinprofiel is een resultaat van het veiligheidsrisicomanagementproces van de ILT-Luchtvaartautoriteit. In 2025 zal het domeinprofiel met de sector worden besproken. Het doel is dat het profiel door consultatie en afstemming een actueel en relevant beeld van het domein biedt. Een beeld dat wordt gedragen door zowel de sector als de ILT-Luchtvaartautoriteit.

## 1.4 ILT-Luchtvaartautoriteit

De ILT-Luchtvaartautoriteit gebruikt de domeinprofielen als input voor:

- Het [Nederlands Actieplan voor Luchtvaartveiligheid](#).
- De [Nationale Veiligheidsanalyse](#).
- Het toezichtprogramma (State Safety Oversight program) van de ILT-Luchtvaartautoriteit.
- De [Staat van de luchtvaart](#).

## 1.5 Aansluiting met internationale en nationale luchtvaartveiligheidsprogramma's

Internationale richtlijnen van de International Civil Aviation Organization (ICAO) en van het Europese agentschap voor de luchtvaart EASA benadrukken het belang van risicogestuurd toezicht voor een veilige luchtvaart. De ILT-Luchtvaartautoriteit zorgt ervoor dat het domeinprofiel aansluit op de internationale veiligheidsprogramma's van ICAO en EASA:

- ICAO [Global Aviation Safety Plan](#).
- ICAO European [Regional Aviation Safety Plan](#).
- EASA [European Plan for Aviation Safety](#).

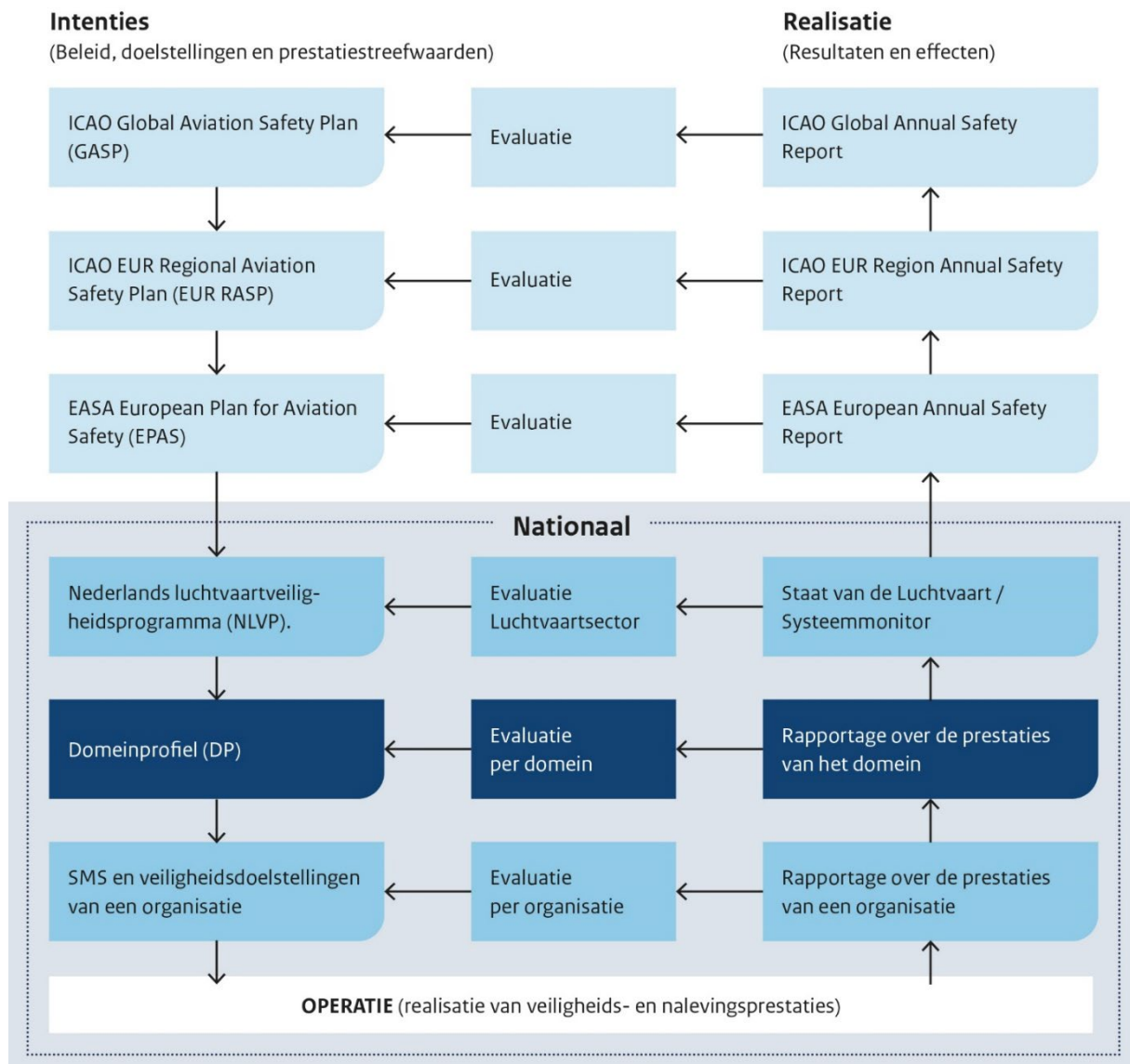
Ieder jaar publiceren ICAO en EASA nieuwe versies van deze veiligheidsprogramma's en -plannen. Deze jaarcyclus is gebaseerd op data over nalevings- en veiligheidsprestaties uit de verschillende domeinen. De rapporten bevatten steeds de meest actuele inzichten en worden gebruikt voor het opzetten of aanpassen van veiligheidsinitiatieven.

Het [Nederlands luchtvaartveiligheidsprogramma](#) (NLVP), waarin de ILT-Luchtvaartautoriteit samenwerkt met de directie Luchtvaart van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW), ondersteunt deze aanpak. De domeinprofielen zorgen voor de noodzakelijke verbinding tussen het NLVP en de veiligheidsmanagementsystemen van luchtvaartorganisaties in het domein onbemande luchtvaart.

Figuur 1.1 toont de positie van het domeinprofiel in de internationale context.

Figuur 1.1: Plaats van het domeinprofiel binnen de nationale en internationale context

Het domeinprofiel binnen de nationale en internationale context



## 1.6 Beperkingen domeinprofielen

Hoewel een domeinprofiel talrijke voordelen biedt, zijn er ook enkele beperkingen om rekening mee te houden. Deze 1<sup>e</sup> uitgaven van de profielen zijn grotendeels een product van de ILT-Luchtvaartautoriteit. Zij beschikt wellicht nog niet overal over de meest actuele gegevens. Ook kan het specialisme van de opstellers in bepaalde mate de selectie van veiligheidsrisico's en -issues beïnvloeden. Bovendien is de ILT-Luchtvaartautoriteit zich ervan bewust dat het vaststellen en prioriteren van veiligheidsrisico's en -issues slechts een deel is van het proces. Het daadwerkelijk invoeren en toepassen van beheersmaatregelen kan in de praktijk uitdagend zijn. De luchtvaartautoriteit overlegt echter al intensief met de sector over risicobeheersing en maatregelen.

## **1.7 Contact met ILT-Luchtvaartautoriteit**

Heeft u vragen over de inhoud van dit domeinprofiel? Neem dan contact op via [www.ilent.nl/contact](http://www.ilent.nl/contact).

## 2. Kenmerken van het domein

Het domein onbemande luchtvaart (Unmanned Aerial Systems: UAS) bestaat uit verschillende segmenten. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van deze segmenten.

### 2.1 Vluchtuitvoering onder Europese regelgeving

Het grootste gedeelte van dit domein is gereguleerd door de Europese regelgeving voor de exploitatie van onbemande luchtvaartuigen met uitvoeringsverordening (EU) 2019/947. Onbemande luchtvaartuigen staan ook bekend als drones. De termen worden in dit domeinprofiel beide gebruikt en verwijzen allebei naar luchtvaartuigen die bestuurd worden zonder piloot aan boord.

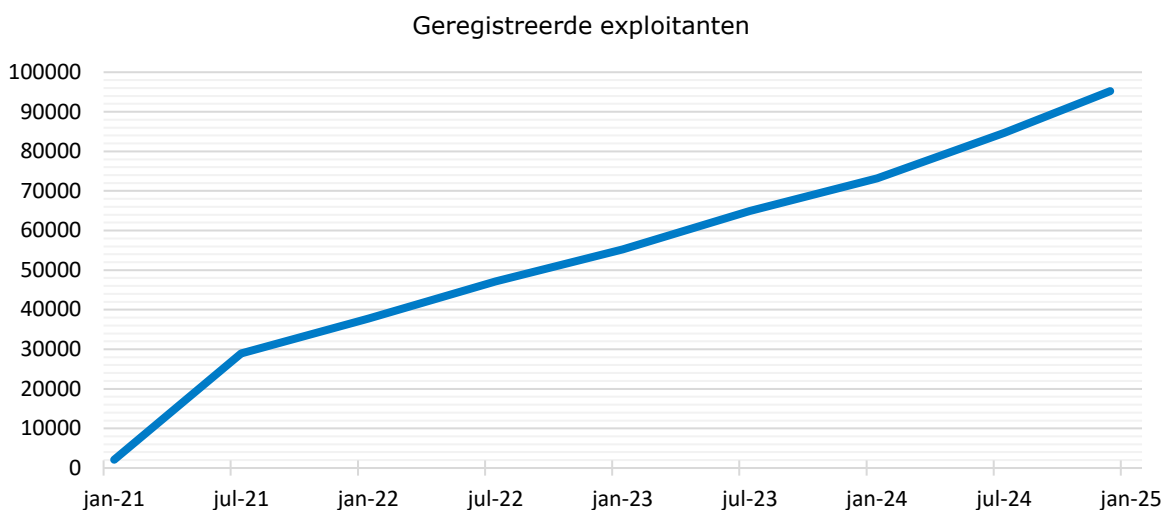
#### Geregistreerde exploitanten

Sinds 31 december 2020 is het volgens Europese regelgeving verplicht dat exploitanten van onbemande luchtvaartuigen zich registreren bij de RDW:

- Bij gebruik van een drone binnen de categorie 'Open':
  - Met een maximaal startgewicht van 250 g of meer, of een drone die bij een botsing een kinetische energie van meer dan 80 joule aan een mens kan overdragen.
  - Die is uitgerust met een sensor die persoonlijke gegevens kan vastleggen, tenzij de drone voldoet aan Richtlijn 2009/48/EG.
- Bij gebruik van een drone binnen de categorie 'Specifiek'.

Inmiddels hebben meer dan 95.000 exploitanten zich geregistreerd. Het aantal geregistreerde exploitanten stijgt na een sterke stijging in het 1<sup>e</sup> halfjaar van 2021 lineair door, zoals te zien is in figuur 2.1. Uit de grafiek is daarmee af te leiden dat er een constante groei is van het aantal exploitanten.

*Figuur 2.1: Geregistreerde exploitanten bij het RDW (Bron: RDW)*



## **Categorie Open**

De Europese regelgeving voor onbemande luchtvaartuigen, die sinds 31 december 2020 van kracht is, verdeelt de onbemande luchtvaart in 3 categorieën: Open, Specifiek, en Gecertificeerd. Deze indeling is gebaseerd op het risiconiveau van de vlucht en bepaalt de eisen waaraan moet worden voldaan.

De categorie Open omvat laagrisico-operaties waarvoor geen voorafgaande goedkeuring door de ILT-Luchtvaartautoriteit of een verklaring van de exploitant vereist is. Binnen deze categorie zijn er drie subcategorieën (A1, A2 en A3), elk met operationele beperkingen en vereisten. Waaronder het behalen van een vliegbewijs in bepaalde gevallen. Daarnaast mogen vluchten alleen plaatsvinden buiten de gebieden waar een verbod geldt voor vluchten in de categorie Open volgens de [Regeling zonering onbemande luchtvaartuigen](#).

## **Categorie Specifiek**

De categorie Specifiek omvat operaties met een hoger risico die een voorafgaande goedkeuring van de ILT-Luchtvaartautoriteit vereisen. Operators moeten onder andere een risicobeoordeling uitvoeren volgens de Specific Operations Risk Assessment (SORA) methode en passende risicobeperkende maatregelen implementeren. Enkele voorbeelden van operaties in deze categorie zijn:

- Vliegen in het luchtruim rondom luchthavens.
- Operaties in de nabijheid van vitale infrastructuur.
- Vliegen met onbemande luchtvaartuigen zwaarder dan 25 kilogram.

Exploitanten mogen ook vluchten uitvoeren met een standaardscenario (STS). EASA heeft al een risicoanalyse voor de operator uitgevoerd en de operator moet verklaren dat hij voldoet aan alle vereiste mitigerende maatregelen. Nadat de exploitant van de ILT-Luchtvaartautoriteit een ontvangstbevestiging van de verklaring heeft ontvangen, mag hij starten met het uitvoeren van de vluchten.

## **Categorie Gecertificeerd**

De categorie Gecertificeerd is bedoeld voor vluchten in de hoogste risiconiveaus, vergelijkbaar met bemande luchtvaart. Dit geldt voor de volgende operaties:

- Transport van gevaarlijke goederen, wat bij ongevallen een groot gevaar kan opleveren voor derden.
- Vluchten met onbemande luchtvaartuigen van 3 meter of groter boven bijeenkomsten van mensen.
- Vluchten met onbemande luchtvaartuigen waarbij mensen aan boord zijn.

Deze categorie vereist certificering van de mens, machine en organisatie die betrokken is bij de vluchttuitvoering. De certificeringseisen zijn vergelijkbaar met die voor bemande luchtvaart, inclusief typecertificering van het luchtvaartuig, licenties voor piloten en operationele certificering voor operators.

## **Modelluchtvaart**

De modelluchtvaart is ook gereguleerd met Europese regelgeving en de [Regeling modelluchtvaartuigclubs of -verenigingen](#).

In Nederland zijn er ongeveer 150 modelvliegclubs en -verenigingen. Binnen de modelluchtvaart zijn er 3 koepelverenigingen waar modelvliegclubs zich bij kunnen aansluiten, dit zijn:

- KNNvL afdeling modelvliegsport
- Federatie Limburgse Modelvliegers

- Samenwerkende Nederlandse Modelvliegverenigingen

De European Model Flying Union (EMFU) behartigt de belangen van de modelvliegsport in Europa. Voor vluchten met modelvliegtuigen in club- of verenigingsverband is een vergunning nodig. Het merendeel van de clubs heeft in 2024 een vergunning aangevraagd voor hun activiteiten in clubverband.

### **Aangewezen examenentiteiten**

Voor het veilig opereren van drones is het behalen van een vliegbewijs in bepaalde gevallen verplicht. Daarmee wordt zeker gesteld dat de gebruiker van de drone beschikt over bepaalde theoretische kennis. De vereiste kennis is afhankelijk van de categorie en de operaties die uitgevoerd worden.

De examens en trainingen zijn overwegend online. Deze examens worden afgenomen door exameninstellingen die zijn aangewezen door het ministerie van IenW. De examens zijn afgestemd op de subcategorieën A1, A2 en A3 van de categorie Open en op standaard scenario's in de categorie Specifiek. Als een piloot 1 van deze examens heeft gehaald, kan hij zijn vliegbewijs aanvragen bij de RDW.

### **Uitgegeven vliegbewijzen**

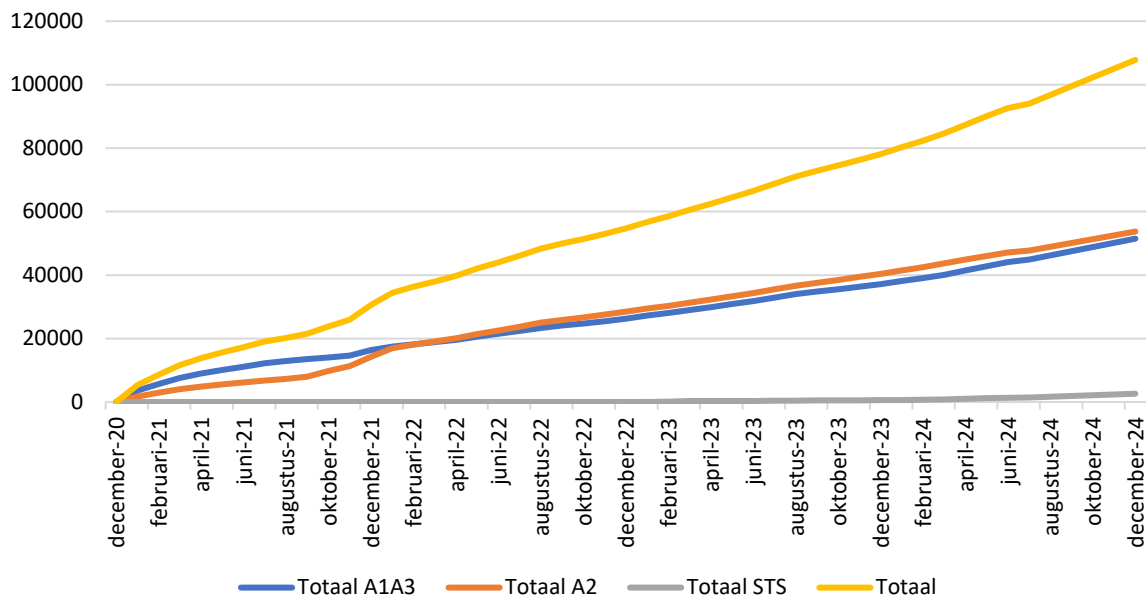
Het is verplicht om een vliegbewijs te behalen voor het besturen van een drone met een startgewicht van 900 gram of meer. In totaal heeft de RDW ruim 107.000 vliegbewijzen afgegeven.

In figuur 2.2 zijn de uitgegeven vliegbewijzen te zien over de tijd en verdeeld in de volgende categorieën:

- Uitgegeven A1/A3-vliegbewijzen
- Uitgegeven A2-vliegbewijzen.
- Uitgegeven STS-vliegbewijzen
- Totaal uitgegeven vliegbewijzen

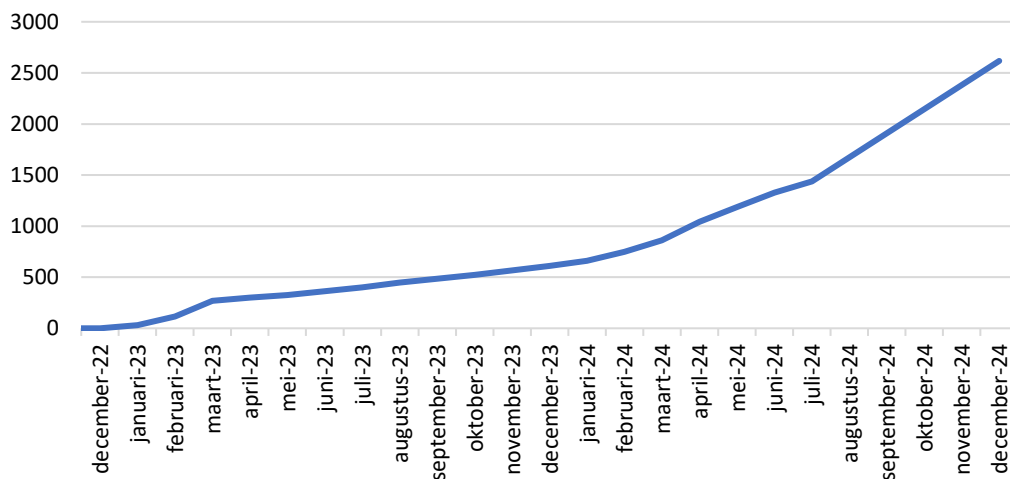
Wat opvalt, is dat de uitgifte van de vliegbewijzen lineair toeneemt over de tijd. Dit betekent dat er een constante vraag is naar dronenvliegbewijzen.

Figuur 2.2: Uitgegeven dronevliegbewijzen (Bron: RDW)



Ten opzichte van de A1/A3 en A2 vliegbewijzen is het aantal afgegeven STS-vliegbewijzen zo'n laag getal, dat dit niet duidelijk te bepalen is in figuur 2.2. Het aantal uitgegeven STS-vliegbewijzen staat daarom apart in figuur 2.3. In deze grafiek is te zien dat het aantal afgiftes per januari 2024 is toegenomen. De voornaamste reden hiervoor is de invoering van de Cx-markeringen en het daarmee kunnen toepassen van standaardscenario's.

Figuur 2.3: Uitgegeven STS-vliegbewijzen (Bron: RDW)



### Erkende opleidings- en exameninstellingen

Voor het veilig besturen van drones is het behalen van een accreditatie als erkenning van praktische vaardigheden in bepaalde gevallen verplicht. Dit geldt op dit moment voor vluchten die worden uitgevoerd onder STS-01, STS-02, PDRA-S01 en PDRA-S02. De vereiste vaardigheden zijn afhankelijk van de vluchten die uitgevoerd worden.

De ILT-Luchtvaartautoriteit heeft 4 organisaties op aanvraag erkend. Deze erkende organisaties mogen accreditaties afgeven aan piloten die in opleiding zijn en moeten afgegeven accreditaties melden bij de ILT-luchtvaartautoriteit .

## Vergunningen

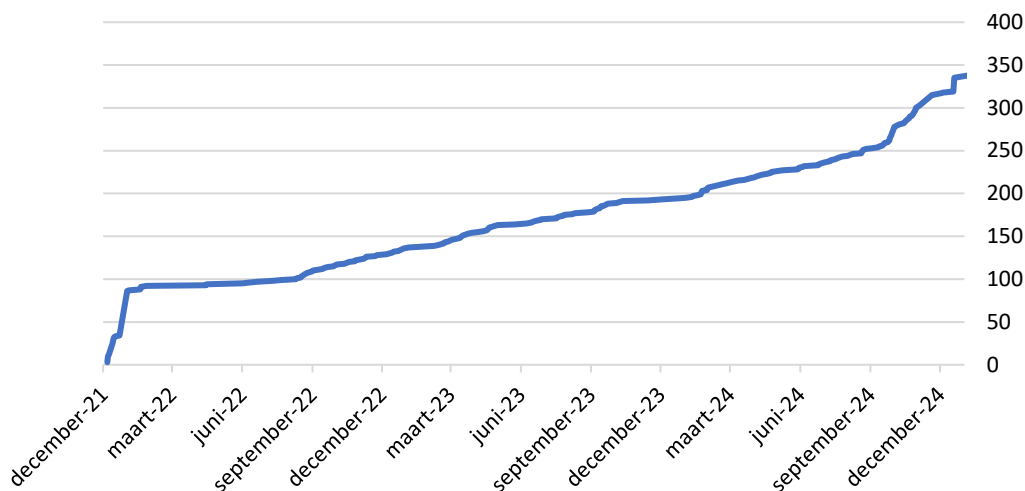
Binnen de categorie Specifiek zijn er tot 1 januari 2025 in totaal 270 operationele autorisaties (OA's) uitgegeven aan exploitanten.

Voor de Europese regelgeving verstrekte de ILT-Luchtvaartautoriteit al vergunningen, de zogenoemde RPAS Operator Certificates (ROC). In totaal zijn er 173 ROC's afgegeven tot eind 2021. 140 (80%) ROC's zijn omgezet naar een Europese vergunning, de OA. Niet elke ROC-operator heeft een aanvraag voor omzetting gedaan. De voornaamste redenen hiervoor waren dat de operators verder konden gaan in de Open Categorie, of dat ze besloten hun dronebedrijf te stoppen. Bedrijven die nooit een ROC hebben gehad, kunnen sinds 1 januari 2022 een OA aanvragen.

In figuur 2.4 is het aantal afgegeven operationele autorisaties aan exploitanten in de loop van de tijd verwerkt. Er is een lineaire toename van het aantal operationele autorisaties, behalve in de periode van december 2023 tot en met maart 2024. De oorzaak hiervan was een bevinding van EASA op vergunningen met 'enhanced containment'. Het gevolg was een tijdelijke pauze op afgifte van vergunningen met enhanced containment.

Sinds eind 2024 worden ook autorisaties afgegeven aan modelvliegclubs- en verenigingen. Tot 1 januari 2025 waren dit 66 autorisaties.

*Figuur 2.4: Afgegeven Operationele Autorisaties (Bron: ILT-Luchtvaartautoriteit)*



## 2.2 Vluchtuitvoering onder nationale regelgeving

Naast recreatieve en commerciële vluchten, vinden ook vluchten met drones plaats onder de verantwoordelijkheid van een lidstaat. Deze worden in het algemeen belang uitgevoerd door of namens een orgaan met overheidsbevoegdheden. Denk hierbij aan militaire, douane-, politie-, reddings-, brandbestrijdings- en grensbewakingsactiviteiten. Dit zijn de zogenaamde staatsoperaties. Overheidsinstanties mogen onder bepaalde voorwaarden afwijken van de standaardregels die gelden voor civiele operators. Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat zij in gebieden mogen vliegen waar andere operators dat niet mogen.

### Opt-in naar Europese regelgeving

Het ministerie van IenW heeft per 1 juni 2022 een opt-in gedaan naar de Europese regelgeving om uniformiteit in regelgeving en operationele veiligheid te waarborgen. Dit zorgt ervoor dat bepaalde staatsoperaties met onbemande luchtvaartuigen onder dezelfde Europese normen vallen. Met als

doel om de coördinatie en efficiëntie tussen lidstaten te bevorderen. Voor operators betekent dit, dat zij moeten voldoen aan de eisen binnen deze Europese regelgeving. Dit betekent dat bepaalde overheidsdiensten zoals opsporings- en reddingsdiensten (SAR), kustbewakingsactiviteiten en inspectie- en surveillancediensten onder deze Europese regelgeving vallen.

### **Nationale regelgeving voor staatsoperaties**

De opt-in geldt niet voor militaire, douane-, politie-, brandbestrijdings- en grenscontroleoperaties die onder nationale regelgeving blijven vallen. Zoals de Regeling op afstand bestuurde luchtvaartuigen (ROABL) en andere relevante nationale luchtvaartwetgeving. Staatsoperaties spelen een cruciale rol in de samenleving, met name bij noodsituaties en wetshandhaving.

## **2.3 Onbemande luchtvaartuigen**

De registratie van het aantal exploitanten toont aan dat het gebruik van onbemande luchtvaartuigen groeit in Nederland. Exacte cijfers over het totale aantal drones in Nederland zijn niet beschikbaar. Onbemande luchtvaartuigen die onder Europese regelgeving worden gebruikt en die niet gecertificeerd zijn, worden namelijk niet geregistreerd.

Onbemande luchtvaartuigen die gebruikt worden onder nationale regelgeving, worden wel ingeschreven in het luchtvaartuigregister. Op 1 januari 2025 waren er 335 geregistreerde drones ingeschreven in het luchtvaartuigregister.

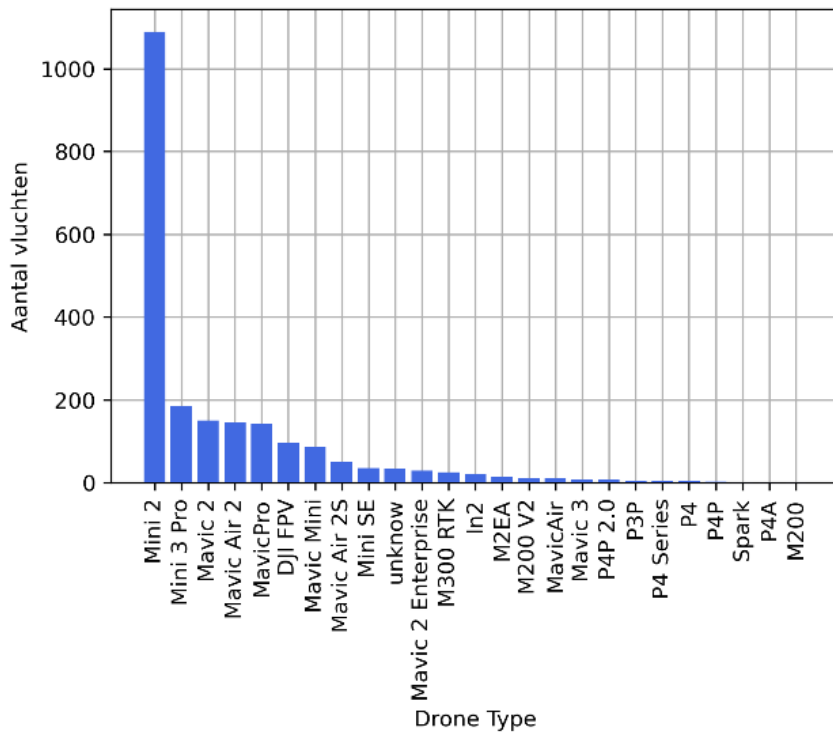
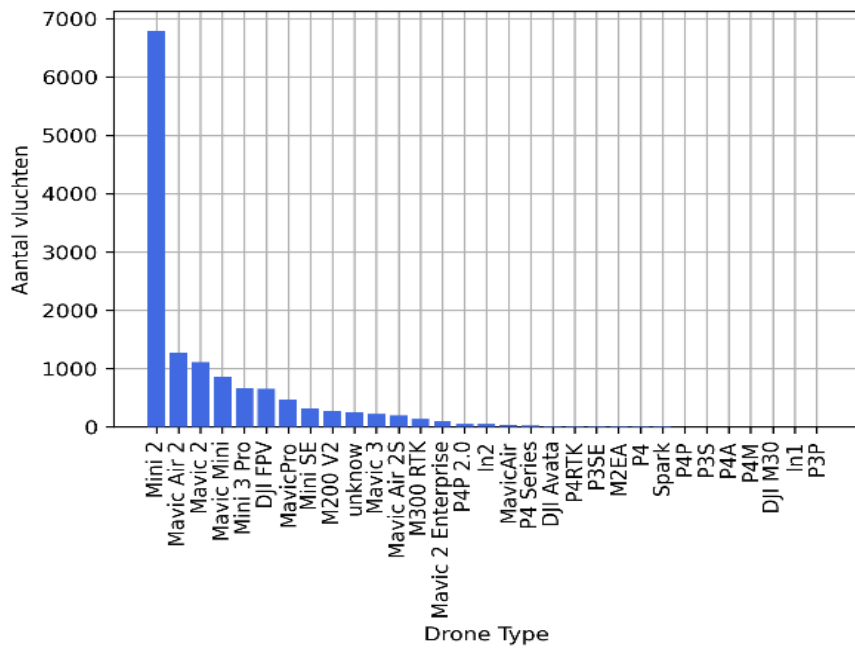
## **2.4 Vliegbewegingen**

Het totaal aantal dronevluchten in Nederland wordt niet bijgehouden, waardoor er gegevens ontbreken over het jaarlijkse aantal dronevluchten. Maar het Commando Luchtstrijdkrachten (CLSK) van het ministerie van Defensie verzamelt gegevens met behulp van dronedetectiesystemen die 24 uur per dag actief zijn. Hierbij worden gegevens zoals dronetype, vlieghoogte, vliegafstand, tijd en locatie geregistreerd. Deze systemen registreren voornamelijk drones van het merk DJI. De organisatie To70 heeft in opdracht van het ministerie van IenW data-onderzoek uitgevoerd met behulp van de gegevens uit de dronedetectiesystemen. In 2022 zijn er ongeveer 13.500 dronevluchten door het dronedetectiesysteem waargenomen binnen de Amsterdam CTR. (Inspectie Leefomgeving en Transport, 2023)

### **Dronetypes**

In figuur 2.5 is de classificatie te zien van alle dronevluchten per dronetype. In de diagrammen worden alle vluchten van december 2021 tot en met december 2022 voor Schiphol (boven) en Eindhoven (onder) weergegeven. Verreweg het meest voorkomende dronetype is de DJI Mini 2. Andere dronetypes met een significant aantal vluchten zijn Mavic Air 2, Mavic 2, Mavic Mini, FPV en Mini 3 Pro. (To70 Aviation, 2023)

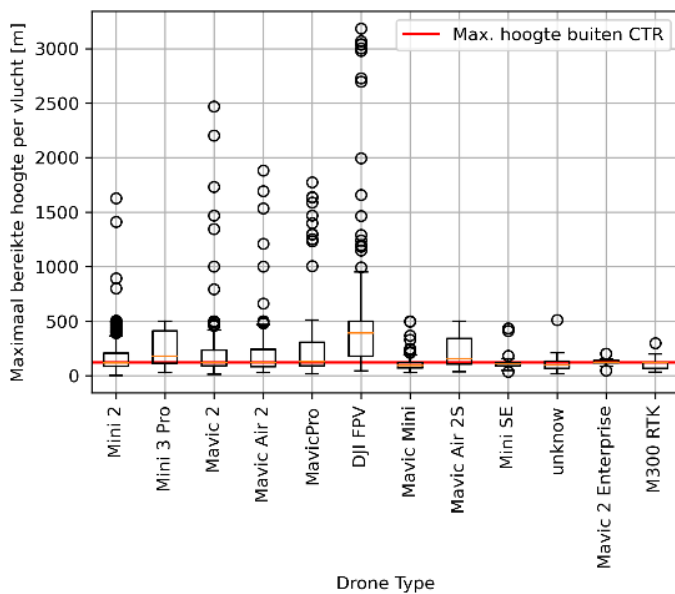
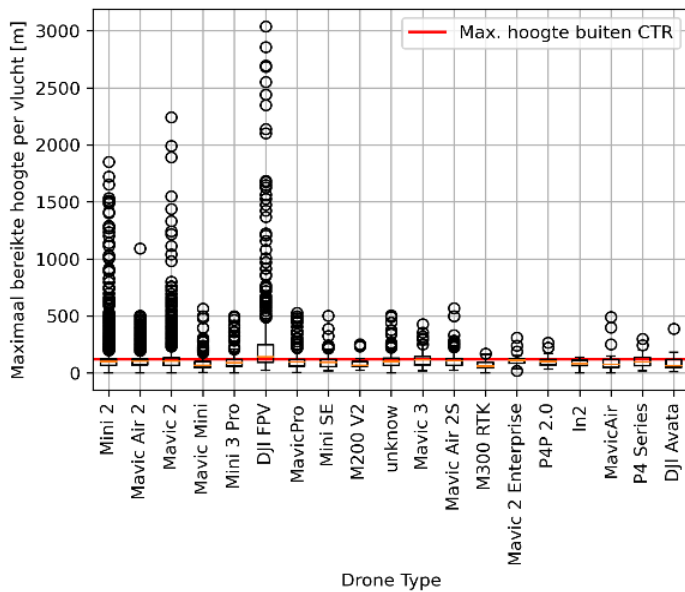
Figuur 2.5: Analyse type drones Schiphol (boven) en Eindhoven Airport (onder)



## Vlieghoogte per drone type

In figuur 2.6 is de verdeling in de vorm van boxplots met de maximaal bereikte hoogtes per dronevlucht rond Schiphol (boven) en Eindhoven (onder) inclusief uitschieters. Voor de leesbaarheid van de figuren worden hier alleen de drone types met meer dan 20 vluchten getoond. In de figuren valt op dat de extremen vooral bij de DJI FPV voorkomen. Ook de Mini 2 en Mavic 2 vertonen op Schiphol uitschieters boven de 1000 en zelfs 2000 meter, daarnaast valt de MavicPro in Eindhoven op met relatief veel vluchten op vergelijkbare (grote) hoogtes, vermoedelijk uitgevoerd door een enkele gebruiker. (To70 Aviation, 2023)

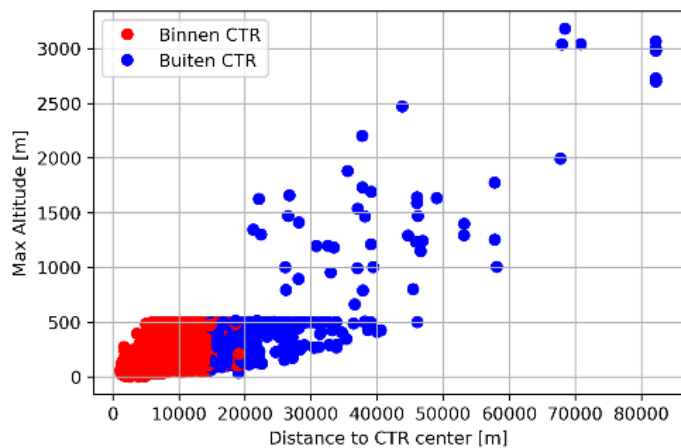
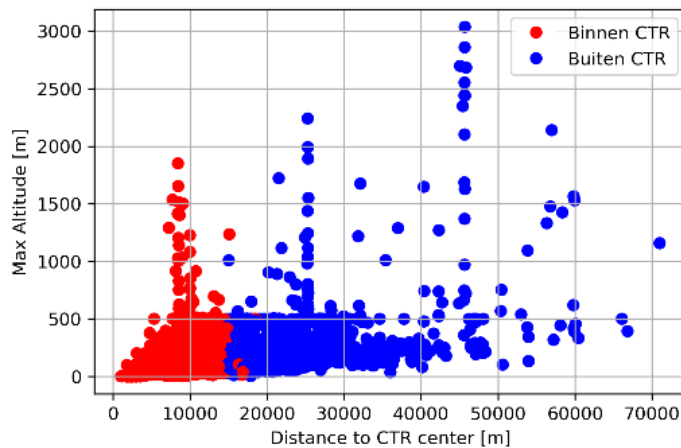
Figuur 2.6: Analyse maximale vlieghoogte Schiphol (boven) en Eindhoven Airport (onder)



## Vlieghoogte in en buiten CTR

In figuur 2.7 is de verdeling te zien van alle dronevluchten met maximale hoogte ten opzichte van afstand tot het middelpunt van de CTR (Schiphol boven, Eindhoven onder). In beide figuren valt sterk op dat 500 meter een bovengrens van veel vluchten lijkt. Nader onderzoek bevestigt dat veel DJI onbemande luchtvaartuigen een elektronische begrenzing hebben op 500 meter. Verder valt met name op Schiphol op dat op sommige afstanden veel activiteiten plaatsvinden op verschillende hoogtes. Het sterke vermoeden is dat het hier om een dezelfde gebruiker gaat die regelmatig op deze locatie (weliswaar op verschillende hoogten) met onbemande luchtvaartuigen vliegt. (To70 Aviation, 2023)

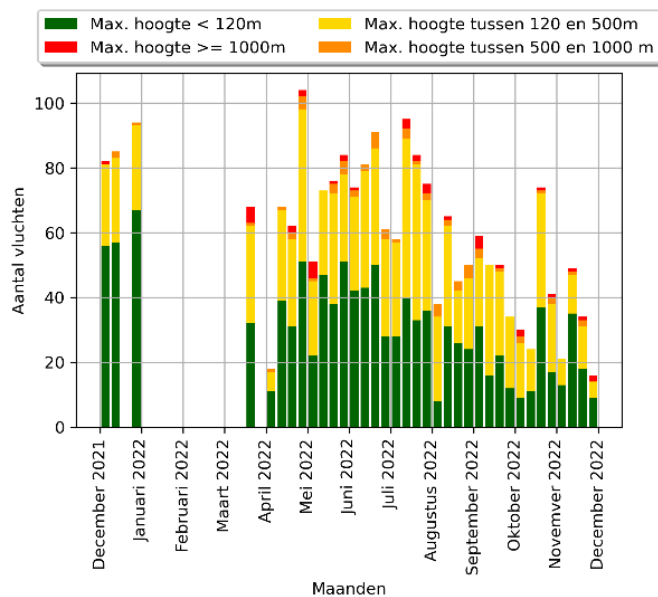
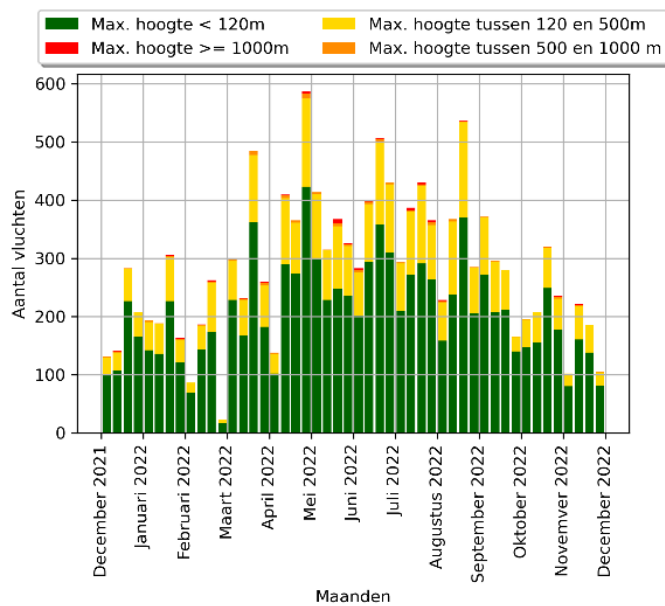
Figuur 2.7: Analyse maximale vlieghoogte ten opzichte van middelpunt CTR Schiphol (boven) en Eindhoven Airport (onder)



## Vlieghoogte per maand

In figuur 2.8 staat de verdeling van alle dronevluchten per week en de maximaal bereikte hoogte (Schiphol boven, Eindhoven onder). Hieruit blijkt dat de meeste dronevluchten de maximale vlieghoogte in de open categorie van 120 meter niet overschrijden. Een aanzienlijk aantal bereikt hoogtes tussen 120 en 500 meter, en slechts een klein aantal vluchten bereiken meer dan 500 meters. Verder blijkt hieruit dat het aantal dronevluchten in de zomermaanden (april tot en met september) meestal hoger ligt dan in de wintermaanden. Tot slot registreerde de ontvanger in Eindhoven gedurende enkele weken tussen de winter en het voorjaar van 2022 geen vluchten. Het CLSK bevestigt van deze periode om technische redenen geen detectie te bezitten. (To70 Aviation, 2023)

Figuur 2.8: Analyse van vlieghoogtes per maand bij Schiphol (boven) en Eindhoven Airport (onder)

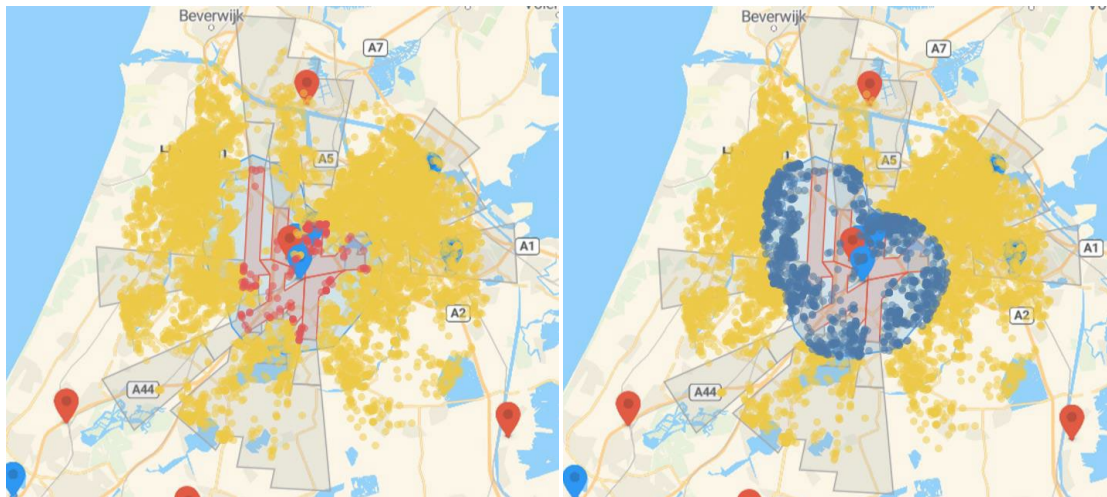


## Vluchten in voormalige DJI geozones

Figuur 2.9 geeft een overzicht van vluchten in het gecontroleerd luchtruim van Schiphol in de voormalige DJI restricted en authorised zones en daarbuiten. Ongeveer 1% (182) van de vluchten betrad de restricted zone, 10% (1575) de authorised zone. De overige vluchten bleven daarbuiten. (To70 Aviation, 2023)

Op dit moment past DJI bovenstaande zones niet meer toe in Nederland.

*Figuur 2.9: Analyse van vluchten in voormalige DJI geozones bij Schiphol*



## Conclusies onderzoek dronegebruik rondom luchthavens

- Het doel van de opdracht is om kennis te verzamelen over (ongeautoriseerd) dronegebruik rondom luchthavens.
- Voor de opdracht heeft CLSK dronedetectiedata van Schiphol en Eindhoven over het jaar 2022 geleverd. De data hebben stellige beperkingen: met name onbemande luchtvaartuigen van DJI, geen identificatie en geen vliegpfad.
- Er is veel activiteit in het gecontroleerd luchtruim rond Schiphol en Eindhoven gedetecteerd:
  - Het meest gedetecteerd is de relatief kleine en goedkope DJI Mini 2.
  - Ongeveer 75% van de vluchten opereert beneden de 120 meter. De DJI FPV bereikt hier en daar uitzonderlijke hoogtes in vergelijking met de andere dronetypes.
  - De meest overvlogen stad is Amsterdam (ongeveer 5.000 keer) gevolgd door Haarlem, wat een historisch centrum met grootste interesse heeft. De data voor Eindhoven lijkt niet representatief, mogelijk vanwege verstoring door bebouwing tussen de sensoren en de stad.
  - DJI heeft geozones gebouwd in de bediening van haar onbemande luchtvaartuigen die het vliegen elektronisch kunnen beperken. Desondanks vliegt 1% van de vluchten in het gecontroleerd luchtruim in de restricted zone, dicht bij de start en landingsbanen. Daarnaast vliegt ongeveer 10% van de vluchten in authorised zones, in de buurt van het luchthaventerrein. Merk op dat deze geozones een indicatie geven van de risico's van vliegen nabij een luchthaven, ze hebben alleen geen wettelijke status.

(To70 Aviation, 2023)



## 3. Positieve ontwikkelingen en resultaten

Het domein van de onbemande luchtvaart vertoont diverse positieve ontwikkelingen die bijdragen aan de veiligheid en duurzaamheid van de operaties.

### 3.1 Open, transparant en lerend

Allereerst valt op dat dronebedrijven een open, transparante en lerende houding aannemen. Deze bedrijven tonen een sterke bereidheid om te innoveren en zichzelf continu te verbeteren.

De ILT-Luchtvaartautoriteit waardeert deze instelling en moedigt deze zeer aan, omdat het een cruciale factor is voor de voortdurende verbetering van veiligheid en naleving binnen het domein.

### 3.2 Just Culture

Een ander bemoedigend aspect is de aanwezigheid van een 'Just Culture' bij vrijwel elk bedrijf dat door de ILT-Luchtvaartautoriteit is bezocht. Dit wordt ondersteund door de resultaten van de ingevulde safety culture questionnaires. Die tonen aan dat bedrijven veiligheidsculturen hebben waarin medewerkers fouten kunnen melden, zonder angst voor onterechte sancties. Deze cultuur draagt bij aan een open communicatie over veiligheidskwesties en helpt bij het identificeren en oplossen van potentiële risico's.

### 3.3 Melding van voorvallen

Daarnaast blijkt dat voorvallen op basis van de huidige inzichten zorgvuldig worden bijgehouden door de bedrijven. Hoewel er nog enige onduidelijkheid bestaat over wat precies gerapporteerd moet worden, toont dit aan dat bedrijven zich bewust zijn van het belang van het monitoren van incidenten om veiligheidsrisico's beter te begrijpen en te mitigeren.

### 3.4 Safety Management System (SMS)

Opmerkelijk is ook dat een groot aantal bedrijven een SMS hebben geïmplementeerd, hoewel dit niet in alle gevallen een wettelijke vereiste is. Dit getuigt van een proactieve houding en een diepgaande inzet voor veiligheid. De aanwezigheid van dergelijke systemen ondersteunt de systematische aanpak van veiligheidsbeheer en helpt bedrijven veiligheidsrisico's op een gestructureerde manier te identificeren, analyseren en beheersen .

### 3.5 GoDrone

[GoDrone](#) is een verzameling van applicaties die tools bieden voor de vluchtvoorbereiding en vluchttuitvoering. En belangrijke veiligheidsinformatie voor gebruikers van drones in Nederland. In 2024 heeft GoDrone verbeteringen in de functionaliteiten en gebruiksvriendelijkheid aangebracht.

### 3.6 EU Drone Strategie 2.0

De Europese Commissie heeft haar visie voor 2030 op onbemande luchtvaartuigen vastgelegd in het document: 'Drone Strategy 2.0 for a smart and sustainable unmanned aircraft eco-system in Europe'. Deze visie omvat een drone-ecosysteem dat volledig geïntegreerd is in het dagelijks leven van EU-burgers. Onbemande luchtvaartuigen zullen worden ingezet voor uiteenlopende diensten, zoals noodhulp, inspectie, toezicht, en het leveren van goederen. Innovatieve luchtmobiliteitsdiensten (Innovative Air Mobility: IAM) zullen passagiersvervoer verzorgen,

aanvankelijk met piloten aan boord, maar uiteindelijk volledig geautomatiseerd. Dit draagt bij aan de koolstofvermindering en de integratie van onbemande luchtvaartuigen in bestaande transportsystemen. Het Europese luchtverkeersleidingssysteem U-Space begeleidt onbemande luchtvaartuigen en onbemande vliegtuigen

Het benutten van synergiën tussen civiel en militair gebruik van onbemande luchtvaartuigen, inclusief tegen-drone ('counter-drone') technologieën, is een belangrijke succesfactor voor de concurrentiekracht van het Europese drone-ecosysteem en de verdedigingscapaciteiten van de Unie.

Met het juiste kader kan de markt voor onbemande luchtvaartuigen services in Europa tegen 2030 een waarde van € 14,5 miljard bereiken, met een samengesteld jaarlijks groeipercentage van 12,3%, en 145.000 banen creëren in de EU. De verschillende segmenten van deze markt groeien voortdurend in termen van bedrijven en operationele omvang.

Kortom, de positieve ontwikkelingen en resultaten binnen het domein onbemande luchtvaart benadrukken een sterke veiligheidsgerichtheid en een voortdurende inzet voor verbetering, wat bijdraagt aan een veilige en duurzame groei van het domein.



## 4. Veiligheidsinitiatieven en doelstellingen

De initiatieven en doelstellingen om de veiligheids- en nalevingsprestaties van het domein verder te verbeteren worden voor de periode 2025-2026 in overleg met het domein vastgesteld.

Door het vakinhoudelijk overleg werkt de ILT-Luchtvaartautoriteit samen met belanghebbenden uit het domein aan het verbeteren en de verduidelijking van normen en kaders voor een veilige onbemande vluchtuitvoering. Onder het vakinhoudelijk overleg zijn diverse werkgroepen actief, waarvan er 1 een operationeel handboek opstelt. Verder werkt de ILT-Luchtvaartautoriteit aan het transparanter, duidelijker en eenvoudiger maken van het vergunningverleningsproces. Omdat duidelijke en eenvoudige eisen beter begrepen worden, is men eerder bereid overeenkomstig te werken. Dit komt de luchtvaartveiligheid ten goede. Hiertoe is ILT-Luchtvaartautoriteit onder andere actief betrokken binnen EASA-overlegstructuren.

De ILT-Luchtvaartautoriteit vraagt de sector om aandacht te geven aan:

1. De inhoud van het domeinprofiel tijdens veiligheidsvoorlichtingsbijeenkomsten (safety briefings) of trainingen.
2. Vergroten van de kennis over relevante regelgeving.
3. Blijven werken aan een open veiligheidscultuur ('Just Culture').
4. Verhogen van het aantal vliegveiligheidsmeldingen ('occurrence reporting') en de volledigheid en juistheid ervan. Daarnaast het verbeteren van de terugkoppeling over de analyse door de ILT-Luchtvaartautoriteit.
5. Het terugdringen van luchtruimschendingen

## 5. Veiligheidsissues

De EASA definieert veiligheidsissues als veiligheidsgebreken die verband houden met 1 of meerdere gevaren en zich manifesteren in een specifieke context. Ze kunnen worden beoordeeld in termen van risico en praktisch worden beheerst (gemitigeerd).

De ILT-Luchtvaartautoriteit heeft de belangrijkste veiligheidsissues voor dit domein geïnventariseerd.

Het overzicht is bedoeld om organisaties van onbemande luchtvaart te helpen bij het identificeren, analyseren en prioriteren van veiligheidsissues. Met het aanpakken van deze problemen dragen organisaties van onbemande luchtvaart bij aan een veilige, efficiënte en duurzame luchtvaartomgeving. Dit in overeenstemming met de internationale standaarden.

Het overzicht bestaat uit 2 delen:

1. Het 1<sup>e</sup> deel heeft betrekking op menselijke factoren en prestaties (human factors/performance).
2. Het 2<sup>e</sup> deel gaat over de technische veiligheidsissues die betrekking hebben op luchthavens.

Uiteraard is elke organisatie van onbemande luchtvaart uniek en kent zo haar eigen specifieke veiligheidsrisico's. Het overzicht met veiligheidsissues in dit domeinprofiel dient als basis voor het Safety Management Systeem (SMS) van een organisatie en moet worden aangevuld met gevaren, veiligheidsrisico's en -issues die specifiek zijn voor de organisatie, haar operatie, cultuur en unieke context.

### Beheermaatregelen

Organisaties worden aangemoedigd om de geïdentificeerde veiligheidsissues, wanneer relevant, te gebruiken voor het ontwikkelen van effectieve beheersmaatregelen, het voorlichten en trainen van personeel, en het optimaliseren van haar processen.

#### 5.1 Veiligheidsissues bij menselijke factoren en prestaties

Menselijke factoren en prestaties zijn van grote invloed op risico's in de luchtvaart. Daarom moet 'de mens' als factor meegenomen worden in veiligheidsrisicomanagement. Mensen zijn zowel een bron als een oplossing voor veiligheidsrisico's en -issues. Zo kunnen zij:

- Bijdragen aan een ongeval of incident omdat menselijke beperkingen prestaties beïnvloeden en variabel maken.
- Anticiperen op een (potentieel) gevaarlijke situatie door oplossingen te bedenken en beslissingen te nemen die de risico's beperken.

Bij het identificeren, beoordelen en beheersen van veiligheidsrisico's in de luchtvaart is het belangrijk dat de sector professionals betreft met de juiste expertise op het gebied van menselijke factoren en prestaties.

De belangrijkste risico's op het gebied van menselijke factoren en prestaties voor de onbemande luchtvaart zijn:

## **Overmatig vertrouwen in technologie**

Een belangrijk risico is het overmatig vertrouwen in technologie. Exploitanten kunnen de neiging hebben om te veel te vertrouwen op automatische systemen, wat leidt tot verminderde waakzaamheid en mogelijk tot het niet tijdig opmerken en corrigeren van fouten door deze systemen. Dit kan ernstige gevolgen hebben, vooral in situaties waar menselijke tussenkomst essentieel is. Een duidelijk voorbeeld is het niet controleren van bepaalde instellingen zoals de Return to Home functie.

## **Communicatie**

Effectieve communicatie tussen teamleden, zoals tussen piloten en ondersteunend personeel, is essentieel voor veilige operaties. Misverstanden en gebrekkige informatieoverdracht kunnen leiden tot verkeerde inschattingen en beslissingen, wat de veiligheid in gevaar kan brengen. Dit probleem wordt verergerd door de fysieke afstand die vaak bestaat tussen piloten en hun onbemande luchtvaartuigen, wat de complexiteit van effectieve communicatie vergroot.

## **Situational awareness**

Situational awareness is een andere kritieke factor. Dit is het vermogen van piloten om zich volledig bewust te zijn van de omgeving en de status van de drone. Gebrek aan situational awareness kan ertoe leiden dat piloten belangrijke signalen missen die wijzen op potentiële gevaren of veranderende omstandigheden, wat kan resulteren in ongevallen of incidenten.

## **Recente ervaring**

Operators die niet regelmatig oefenen of vluchten uitvoeren, kunnen vaardigheden verliezen en minder snel en accuraat reageren op onverwachte situaties. Recente ervaring is essentieel om de operationele scherpste en het vermogen om effectief te reageren op noodsituaties te behouden.

Om deze risico's te beheersen (mitigeren), is het essentieel om te investeren in continue training en opleiding van operators, het implementeren van duidelijke protocollen en communicatiekanalen, en het bevorderen van een cultuur van alertheid en voortdurende verbetering. Deze maatregelen zijn belangrijk om de menselijke factor als risicovariant in het domein onbemande luchtvaart effectief aan te pakken en de veiligheid te waarborgen.

## **5.2 Veiligheidsissues algemeen**

De ILT-Luchtvaartautoriteit identificeert de volgende veiligheidsissues als de belangrijkste voor onbemande luchtvaart, omdat deze de grootste risico's vormen voor de veiligheid van zowel bemande als onbemande operaties. Factoren zoals de kans op incidenten, potentiële schade en impact op regelgeving spelen hierbij een rol.

### **Botsingen met bemande luchtvaartuigen**

Onbemande luchtvaartuigen delen het luchtruim met bemande vliegtuigen, wat het risico op botsingen verhoogt. Uit hoofdstuk 2 blijkt dat in 2022 binnen de Amsterdam CTR 13.500 dronevluchten werden geregistreerd, waarvan sommige extreem hoge hoogtes bereikten, oplopend tot boven de 1000 meter.

Het risico wordt vergroot doordat sommige dronegebruikers regelgeving negeren. Daarbij zijn de eisen voor geobewustzijnssystemen in drones beperkt effectief. Botsingen met bemande luchtvaartuigen kunnen leiden tot gevaarlijke manoeuvres en ernstige incidenten.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Het onbemande luchtvaartuig raakt een bemand vliegtuig tijdens de nadering of landing.
- Het onbemande luchtvaartuig vliegt per ongeluk gecontroleerd luchtruim binnen zonder coördinatie.
- Een piloot van een bemand luchtvaartuig moet uitwijken voor een onbemand luchtvaartuig, wat leidt tot een gevaarlijke manoeuvre.

### **Verlies van link (signaalverlies)**

Onbemande luchtvaartuigen vertrouwen op draadloze communicatie met hun operator. Signaalverlies kan leiden tot verlies van controle, wat een potentieel gevaar is voor personen en eigendommen op de grond en voor andere luchtgebruikers.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Het onbemande luchtvaartuig raakt buiten controle en vliegt ongepland verder.
- Het onbemande luchtvaartuig crasht in een stedelijk gebied.
- Het onbemande luchtvaartuig komt in een verboden of gevaarlijk luchtruim terecht.

### **Technische storingen**

Mechanische of elektronische defecten kunnen onbemande luchtvaartuigen onbestuurbaar maken of hun functionaliteit aantasten. Dit vormt een gevaar voor schade aan eigendommen of letsel bij personen.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Motorfalen leidt tot een ongecontroleerde val van het onbemande luchtvaartuig.
- Sensorstoringen zorgen voor navigatiefouten.
- Een storing in de besturing leidt tot een ongeplande afwijking van de vluchtroute.

### **Ongevallen bij opstijgen of landen**

De meeste incidenten vinden plaats tijdens de kritieke fasen van opstijgen en landen, vaak door slechte coördinatie of onvoorziene obstakels.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Het onbemande luchtvaartuig raakt een persoon bij de landing.
- Het onbemande luchtvaartuig raakt beschadigd door een harde landing en wordt onbruikbaar.
- Een opstijgend onbemand luchtvaartuig komt in botsing met een ander object in de buurt.

### **Botsingen met obstakels (bomen, gebouwen)**

Onbemande luchtvaartuigen opereren vaak in complexe omgevingen met natuurlijke en door de mens gemaakte obstakels. Slechte detectie of besturing kan tot impact leiden.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Het onbemande luchtvaartuig raakt een hoogspanningskabel, wat leidt tot stroomuitval.
- Het onbemande luchtvaartuig crasht tegen een gebouw en veroorzaakt schade.
- Het onbemande luchtvaartuig botst tegen een brug of mast en valt op een drukke weg.

## **Ongeoorloofd gebruik of cyberaanvallen**

Onbemande luchtvaartuigen kunnen doelwit zijn van hacking, waardoor kwaadwillenden controle kunnen overnemen of vertrouwelijke gegevens kunnen onderscheppen.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Een kwaadwillende partij neemt de controle over en stuurt het onbemande luchtvaartuig naar een verboden gebied.
- Gegevens van een surveillancevlucht worden onderschept en gelekt.
- Een onbemand luchtvaartuig wordt gebruikt voor illegale activiteiten zoals smokkel of spionage.

## **Nalatigheid in de bediening**

Een gebrek aan training, onvoldoende ervaring of onzorgvuldigheid kan leiden tot onveilige situaties bij het gebruik van onbemande luchtvaartuigen.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Een operator verliest de controle over het onbemande luchtvaartuig door misinterpretatie van sensorgegevens.
- Het onbemande luchtvaartuig wordt gelanceerd in een verboden gebied zonder juiste toestemming.
- Een piloot negeert weersomstandigheden en vliegt in onveilige condities.

## **Weersomstandigheden**

Extreme weersomstandigheden kunnen onbemande luchtvaartuigen destabiliseren, zichtbaarheid verminderen en sensorfunctionaliteit beïnvloeden.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Een onbemand luchtvaartuig raakt uit balans en crasht door harde windstoten.
- Regen en sneeuw beschadigen de elektronica van het onbemande luchtvaartuig .
- Lage temperaturen zorgen voor accuverlies en een plotselinge uitval.

## **Accu- en energiefalen**

Batterijproblemen kunnen onbemande luchtvaartuigen plotseling uitschakelen, wat een gevaar vormt voor zowel lucht- als grondgebruikers.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Een onbemand luchtvaartuig valt uit de lucht door een plotselinge accudip.
- Batterijoververhitting leidt tot brand in het onbemande luchtvaartuig.
- Door een mislukte energiemanagementberekening keert een onbemand luchtvaartuig niet terug naar de operator.

## **Privacy- en gegevensbeschermingsissues**

Onbemande luchtvaartuigen met camera's of sensoren kunnen onbedoeld of opzettelijk inbreuk maken op de privacy van personen of gevoelige gegevens verzamelen.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Onbedoelde opname van privé-eigendommen zonder toestemming.
- Opslag en transmissie van gevoelige gegevens zonder encryptie.

- Beelden van onbemande luchtvaartuigen worden illegaal gebruikt voor surveillance zonder autorisatie.

### **Verstoring van de natuur**

Onbemande luchtvaartuigen kunnen dieren verstoren, vooral in natuurgebieden, waardoor hun gedrag en migratiepatronen worden beïnvloed.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Vogels raken gedesoriënteerd en vliegen tegen onbemande luchtvaartuigen aan.
- Onbemande luchtvaartuigen storen broedgebieden, wat invloed heeft op de voortplanting van dieren.
- Wilde dieren reageren angstig en vluchten ongecontroleerd, wat kan leiden tot ongelukken.

### **Geluidsoverlast**

Drones kunnen geluidshinder veroorzaken, vooral in stedelijke gebieden of rustige natuurgebieden. Dit kan zorgen voor irritatie bij omwonenden en verstoring van menselijke en dierlijke activiteiten.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Het geluid van een onbemand luchtvaartuig verstoort de nachtrust van bewoners.
- Dieren in natuurgebieden worden afgeschrikt door het continue gezoem.
- Onbemande luchtvaartuigen worden als hinderlijk ervaren tijdens evenementen of publieke bijeenkomsten.

### **Processen van het operationele handboek manual niet in lijn met de operatie**

Het operationele handboek in de categorie Specifiek is complex qua omschrijving.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- De piloot is onvoldoende op de hoogte van de processen
- De vliegoperatie is niet geheel in lijn met het operationeel handboek.

### **Complexiteit van wet- en regelgeving**

De steeds veranderende en complexe wet- en regelgeving rondom het gebruik van onbemande luchtvaartuigen kan een veiligheidsissue vormen. Operators moeten voldoen aan uiteenlopende nationale en internationale eisen, wat de kans vergroot op onbedoelde overtredingen of operationele fouten.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Onjuiste interpretatie van regelgeving leidt tot operaties in verboden gebieden.
- Operators voldoen niet aan de vereisten voor vliegveiligheid en certificering.
- Handhaving en naleving worden bemoeilijkt door tegenstrijdige of snel veranderende voorschriften.

## **5.3 Veiligheidsissues: filmopnamen**

Het gebruik van drones voor het filmen van evenementen en sportwedstrijden brengt veiligheidsissues met zich mee. Vooral gezien de vaak grote menigten en de dynamische omgeving. Hieronder volgt een overzicht van belangrijke aanvullende veiligheidsissues bij de UAS-operatie in deze contexten.

### **Botsingsgevaar met mensen of structuren**

Drones kunnen in contact komen met personen of infrastructuur, vooral in drukke gebieden waar precisiebesturing cruciaal is.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Een drone raakt een toeschouwer en veroorzaakt letsel.
- Een drone botst tegen een podium of tribune, wat schade oplevert.
- Een crashende drone valt op een kwetsbare locatie, zoals een geluidsinstallatie.

### **Verstoring van de openbare orde**

Drones kunnen het publiek afleiden, paniek veroorzaken of het evenement verstoren, vooral als ze onverwachts of zonder duidelijke communicatie worden ingezet.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Het publiek reageert paniekerig op een laagvliegende drone.
- Een drone veroorzaakt visuele of auditieve hinder bij optredens of presentaties.
- Mensen raken afgeleid en verstoren het verloop van het evenement.

### **Inbreuk op privacy**

Drones met camera's kunnen per ongeluk of opzettelijk de privacy van bezoekers, sporters of omwonenden schenden.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Onbedoelde opname van personen zonder hun toestemming.
- Klachten of juridische stappen vanwege inbreuk op privacy.
- Beelden worden zonder toestemming gedeeld of gebruikt.

### **Verlies van controle over de drone**

Storingen of signaalproblemen kunnen ervoor zorgen dat een drone buiten de controle van de operator raakt.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Een drone vliegt ongecontroleerd door het luchtruim en verdwijnt.
- Het toestel crasht in het publiek of op een kwetsbare locatie.
- De drone wijkt af van de geplande route en komt in verboden luchtruim.

### **Weersinvloeden op drone-operaties**

Weersomstandigheden zoals harde wind, regen of temperatuurschommelingen kunnen de vluchtprestaties van drones negatief beïnvloeden.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Sterke wind zorgt ervoor dat een drone uit koers raakt of neerstort.
- Neerslag beschadigt de elektronica en leidt tot uitval van het toestel.
- Plotselinge weersveranderingen maken een veilige vluchtuitvoering onmogelijk.

## **Ongeautoriseerd gebruik van drones door derden**

Buitenstaanders kunnen ongeautoriseerde drones inzetten, wat risico's met zich meebrengt voor de veiligheid en coördinatie van het evenement.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Ongewenste drones belemmeren de officieel goedgekeurde drone-operaties.
- Drones vliegen in verboden zones, zoals boven publiek of spelers.
- Onbekende drones veroorzaken beveiligingszorgen of verstoren de wedstrijd.

## **Communicatie- en frequentie-interferentie**

Drones werken op radiofrequenties die interferentie kunnen ondervinden van andere elektronische systemen op een evenement.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Signaalverlies leidt tot onvoorspelbaar dronegedrag.
- Interferentie met draadloze microfoons of omroepsystemen.
- Storing in de communicatie tussen beveiliging en organisatie.

## **Botsingsgevaar met sporters**

Drones die te dicht bij actieve sporters vliegen, kunnen een ernstig veiligheidsrisico vormen.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Een drone botst tegen een atleet, wat leidt tot letsel.
- Sporters raken afgeleid en presteren minder goed.
- Een onverwachte dronebeweging veroorzaakt een gevaarlijke situatie op het veld.

## **Afleiding van sporters**

Drones kunnen de concentratie van sporters beïnvloeden door geluid, beweging of visuele afleiding.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Een sporter verliest focus en maakt een cruciale fout.
- Drones verstoren het zichtveld of de communicatie tussen spelers.
- Beïnvloeding van de spelomgeving door schaduw of reflecties.

## **Verwondingen door drone-ongelukken**

Wanneer een drone defect raakt of neerstort, kunnen omstanders letsel oplopen.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Een drone raakt een persoon op de grond en veroorzaakt verwondingen.
- Beschadigde propellers of vallende onderdelen kunnen gevaarlijk zijn.
- Medische assistentie is nodig bij een ongeval veroorzaakt door een drone.

## **Verstoring van officiële communicatie en sporttechnologie**

Drones kunnen onbedoeld interfereren met technische systemen die cruciaal zijn voor de wedstrijdorganisatie.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Tijdregistratiesystemen worden verstoord door dronefrequenties.

- Communicatie tussen coaches en spelers wordt beïnvloed.
- Scoreborden of andere technologieën ondervinden storingen.

## **5.4 Veiligheidsissues: externe last**

Bij drone-operaties waarbij externe lasten worden vervoerd, oftewel sling operations, komen veiligheidsissues kijken die aanvullend zijn op de algemene veiligheidsissues bij UAS-operaties. Hieronder volgt een overzicht van veiligheidsissues voor het vervoeren van lasten met drones.

### **Verlies van lading tijdens de vlucht**

Als de lading niet stevig is bevestigd, kan deze tijdens de vlucht losraken en schade of letsel veroorzaken.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Een vallende lading veroorzaakt schade aan eigendommen of infrastructuur.
- Letsel bij personen op de grond als gevolg van een losgeraakte last.
- De drone raakt uit balans, wat kan leiden tot een ongecontroleerde vlucht.

### **Onnauwkeurige plaatsing van de lading op de grond**

Bij verkeerd afzetten van de lading kan deze op een onbedoelde plek terechtkomen, wat risico's met zich meebrengt voor de veiligheid en efficiëntie van de operatie.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- De lading raakt beschadigd door een onjuiste afzetlocatie.
- Objecten of voertuigen worden geraakt door een verkeerd geplaatste last.
- Een foutieve plaatsing leidt tot vertragingen of operationele verstoringen.

### **Interactie met onvoorspelbare externe omgevingen**

Factoren zoals wind, obstakels of veranderende terreinomstandigheden kunnen de vlucht en het afzetten van de lading beïnvloeden.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Een plotselinge windvlaag verstoort de stabiliteit van de drone en lading.
- Obstakels op de grond verhinderen een veilige plaatsing van de last.
- Onverwachte weersomstandigheden beïnvloeden de controle over de drone.

### **Schade aan de lading tijdens transport**

De lading kan beschadigd raken door turbulentie, ruwe bewegingen van de drone of ongeschikte ophangingssystemen.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- De lading raakt onbruikbaar door schokken of trillingen.
- Beschadiging van kwetsbare goederen leidt tot financiële verliezen.
- Vervorming van de lading beïnvloedt de vluchtstabiliteit.

### **Botsingen door afleiding van de dronepilot (focus op de lading)**

De operator kan te veel gefocust zijn op de lading en daardoor onvoldoende aandacht hebben voor de vliegroute en omgeving.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- De drone raakt obstakels zoals bomen of gebouwen.
- De operator mist waarschuwingen over naderende luchtverkeer of objecten.
- Onverwachte manoeuvres leiden tot een ongecontroleerde vlucht.

### **Overbelasting van de drone door het dragen van te zware lasten**

Als de last te zwaar is, kan dit leiden tot instabiliteit, accuproblemen of structurele schade aan de drone.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- De drone verliest hoogte en crasht door overbelasting.
- Snellere slijtage van motoren en accu's, wat de operationele betrouwbaarheid vermindert.
- Minder bestuurbaarheid, waardoor precisie en veiligheid in gevaar komen.

### **Verlies van controle door bewegingen van de lading (dynamische lading)**

Een last die tijdens de vlucht beweegt, kan het zwaartepunt en de aerodynamische stabiliteit van de drone beïnvloeden.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- De drone begint te slingeren, wat kan leiden tot verlies van controle.
- De last raakt een onderdeel van de drone en veroorzaakt schade.
- Onverwachte bewegingen zorgen voor instabiliteit tijdens het landen.

### **Juridische en regulatorische naleving bij sling operations**

Er zijn strikte wet- en regelgevingen voor het vervoeren van lasten met drones, en niet naleven kan juridische gevolgen hebben.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Boetes of juridische stappen vanwege niet-naleving van voorschriften.
- Beperking of verbod op verdere operaties door regelgevende instanties.
- Vertragingen door aanvullende goedkeuringsprocedures of audits.

## **5.5 Veiligheidsissues: inspecties van objecten**

Drones worden steeds vaker gebruikt voor inspecties van maritieme assets zoals schepen en offshore windmolens, vooral voor taken zoals het monitoren van uitstoot en het inspecteren van constructies. Deze toepassingen brengen veiligheidsissues met zich mee die adequaat beheerd moeten worden binnen een veiligheidsmanagementsysteem (SMS). Hieronder volgt een overzicht van belangrijke veiligheidsissues voor drone-operaties in deze contexten.

### **5.5.1 Inspectie van schepen voor controle uitstoot**

#### **Interferentie van scheepselektronica**

Elektronische systemen aan boord van schepen kunnen storingen veroorzaken in de communicatie- en besturingssystemen van drones, wat de vluchtveiligheid in gevaar brengt.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- De drone verliest tijdelijk of permanent het signaal door elektromagnetische interferentie.
- Sensoren functioneren onjuist, wat leidt tot onnauwkeurige inspectieresultaten.
- Onverwachte stuurfouten of verlies van controle tijdens de vlucht.

#### **Extreme maritieme omgevingscondities**

Drones die in een maritieme omgeving opereren, worden blootgesteld aan sterke wind, zout water, vochtigheid en temperatuurschommelingen, wat de betrouwbaarheid van hun prestaties beïnvloedt.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Schade aan drone-elektronica door blootstelling aan zout en vochtigheid.
- Verlies van stabiliteit en precisie bij harde wind of turbulentie.
- Kortere operationele levensduur van drones door corrosie en extreme omstandigheden.

#### **Veiligheid tijdens aan- en afvliegoperaties vanaf een bewegend platform**

Het opstijgen en landen op een bewegend schip brengt extra risico's met zich mee, zoals instabiliteit en het verlies van de drone in zee.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- De drone mist de landingszone en belandt in het water.
- Botsing met scheepsstructuren door verkeerde timing of windinvloeden.
- Noodsituaties waarbij de operator snel moet ingrijpen om schade te voorkomen.

### **5.5.2 Inspectie van offshore windmolens**

#### **Toegang tot moeilijk bereikbare locaties**

Offshore windmolens bevinden zich op grote afstand van de kust, wat uitdagingen met zich meebrengt voor bereik en energiebeheer van drones.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- De drone heeft onvoldoende bereik en keert niet op tijd terug.
- De vlucht wordt onderbroken door batterijproblemen, waardoor een noodlanding nodig is.
- Beperkingen in de vluchtduur leiden tot incomplete inspecties.

#### **Interactie met rotorbladen**

Drones die inspecties uitvoeren in de buurt van draaiende rotorbladen lopen het risico op botsingen, vooral bij plotselinge windveranderingen of technische storingen.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Een drone raakt een rotorblad en raakt beschadigd of valt in zee.
- Rotorbladen worden geraakt, wat schade veroorzaakt en mogelijk invloed heeft op de prestaties van de windmolen.
- De operator verliest controle door turbulentie rondom de bladen.

#### **Corrosie en uitval van dronecomponenten in de zoute maritieme omgeving**

De continue blootstelling aan zout water en vochtige lucht versnelt corrosie en degradatie van cruciale dronecomponenten zoals motoren, elektronica en sensoren.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Versnelde slijtage en falen van motoren, leidend tot een plotselinge crash.
- Sensoren raken aangetast, wat de nauwkeurigheid van inspectiegegevens vermindert.
- Elektronica faalt door oxidatie, wat communicatieproblemen of totale uitval van de drone veroorzaakt.

### **Communicatieverlies door afstand en omgevingsfactoren**

Door de grote afstand tot de kust en de invloed van weersomstandigheden kunnen drones communicatieproblemen ondervinden, wat een risico vormt voor vluchtveiligheid.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- De drone verliest het signaal en kan niet veilig terugkeren.
- Storingen in de datatransmissie zorgen voor incomplete inspectiegegevens.
- De operator kan niet tijdig ingrijpen bij afwijkingen in de vlucht.

## **5.6 Veiligheidsissues: brandweer en politie**

De inzet van drones door de brandweer en politie kan een belangrijke rol spelen bij het verbeteren van de veiligheid en effectiviteit tijdens brandbestrijdings- en reddingsoperaties. Hier volgt een lijst van belangrijke veiligheidsissues voor deze toepassing van drones.

### **Interferentie met andere luchtoperaties (zoals politie-, ANWB-helikopters)**

Bij noodsituaties delen drones het luchtruim met andere luchtvaartuigen, zoals trauma- en politiehelikopters, wat een verhoogd risico op interferentie en botsingen met zich meebrengt.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Een drone komt te dicht bij een bemand luchtvaartuig, wat een uitwijkmanoeuvre afdwingt.
- Verlies van controle of botsing met een helikopter, met mogelijk ernstige gevolgen.
- Verwarring in de luchtcoördinatie, wat kan leiden tot inefficiënte noodhulpverlening.

### **Verlies van communicatie en besturing**

Drones in noodsituaties kunnen te maken krijgen met signaalstoringen door interferentie of extreme omstandigheden, wat kan leiden tot verlies van controle.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- De drone crasht of vliegt ongecontroleerd verder.
- Belangrijke operationele gegevens gaan verloren door signaaluitval.
- Noodoperaties worden verstoord door onvoorspelbaar dronedrag.

### **Nauwkeurigheid bij het leveren van payloads (zoals water of brandvertragers)**

Bij brandbestrijding of andere noodsituaties moeten drones nauwkeurig ladingen zoals blusmiddelen of reddingsuitrusting afleveren.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Een lading mist het beoogde doel, waardoor brandbestrijding minder effectief is.
- Reddingsmateriaal wordt verkeerd afgeleverd en bereikt slachtoffers niet op tijd.
- Beschadiging van infrastructuur of verwondingen door onjuist afgeleverde payloads.

### **Blootstelling aan hoge temperaturen en vlammen**

Bij brandbestrijding worden drones blootgesteld aan extreme hitte en rook, wat kan leiden tot storingen of schade aan de hardware.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- Smelten of beschadiging van componenten, waardoor de drone onbestuurbaar wordt.
- Sensoren raken verstoord, wat leidt tot onnauwkeurige detectie van vuurhaarden.

- Verminderde betrouwbaarheid van drones voor toekomstige operaties door structurele schade.

### **Beperkt zicht door rook en as**

Bij branden en rampen kan rook het zicht van drones beperken, waardoor navigatie en gegevensverzameling moeilijker worden.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- De drone raakt gedesoriënteerd en vliegt tegen obstakels.
- Slechte beeldkwaliteit belemmert effectieve besluitvorming door hulpdiensten.
- Noodzakelijke informatie over brandhaarden of slachtoffers wordt gemist.

### **Onbedoeld contact met waterbronnen tijdens blusoperaties**

Drones die opereren in de buurt van waterbronnen zoals meren of blushelikopters lopen het risico op contact met water, wat schade of uitval kan veroorzaken.

Mogelijke negatieve gevolgen:

- De drone raakt per ongeluk het wateroppervlak en wordt onbruikbaar.
- Kortsluiting of schade door waterinfiltratie, wat leidt tot verlies van controle.
- Belangrijke beeld- of meetgegevens gaan verloren doordat de drone niet meer functioneert.

## 6. Prestaties en trends

### 6.1 Nalevingsprestaties en -trends

#### Open categorie

Het aantal onbemande luchtvaartuigen in Nederland is in 2023 sterk toegenomen. Dronegebruikers lijken niet altijd goed te weten waar ze wel of niet met hun drone mogen vliegen. Daarom vliegen ze regelmatig in gebieden waar ze in botsing kunnen komen met ander luchtverkeer of een risico kunnen vormen voor personen op de grond of de aanwezige vitale infrastructuur. Het lijkt met name te gaan om dronevluchten in de categorie Open. De aanpak van het probleem is lastig, omdat deze groep gebruikers divers is en meestal niet georganiseerd.

Het wordt steeds drukker in het Nederlandse luchtruim. Vooral het aantal dronevluchten met een lager risico (categorie 'Open') groeit voortdurend. Deze categorie vluchten is niet streng gereguleerd. Toezicht is beperkt tot voorlichting en handhaving op excessen. Vluchten in de categorie "Open" die volgens wet- en regelgeving worden uitgevoerd worden gezien als risicovol.

Dronegebruikers lijken soms onvoldoende te beseffen dat zij het luchtruim delen met bemande luchtvaart en lijken ook niet altijd op de hoogte van de regels voor verantwoord dronegebruik. Goede voorlichting ('safety promotion') kan een bijdrage leveren aan meer bewustwording. Serieuze incidenten zijn er gelukkig nog heel weinig. Door de groei van het aantal dronevluchten nemen de veiligheidsrisico's wel toe. (Inspectie Leefomgeving en Transport, 2024)

#### Categorie Specifiek

Uit de audits die zijn uitgevoerd binnen de categorie Specifiek, zijn verschillende belangrijke nalevingskwesties aan het licht gekomen. Bij 26% van de audits bleek dat er voorafgaand aan de vlucht geen risicoanalyse werd gemaakt. Het belang van een grondige risicoanalyse voorafgaand aan elke vlucht kan niet genoeg benadrukt worden. Een dergelijke analyse helpt bij het identificeren en mitigeren van potentiële gevaren, waardoor de veiligheid van zowel de operatie als de omgeving aanzienlijk wordt verhoogd. Zonder deze stap lopen operators het risico op onverwachte incidenten die vermeden hadden kunnen worden met een adequate voorbereiding.

Daarnaast werd bij 45% van de audits geconstateerd dat het operationeel handboek niet toereikend was voor de organisatie. Een goed opgesteld en operationeel handboek is essentieel voor de consistentie en veiligheid van drone-operaties. Het biedt duidelijke richtlijnen en procedures voor alle aspecten van de operatie, wat niet alleen helpt bij het waarborgen van de veiligheid maar ook bij het voldoen aan wettelijke en operationele eisen. Een ontoereikend handboek kan leiden tot misverstanden en fouten, wat de effectiviteit en veiligheid van de operaties in gevaar kan brengen.

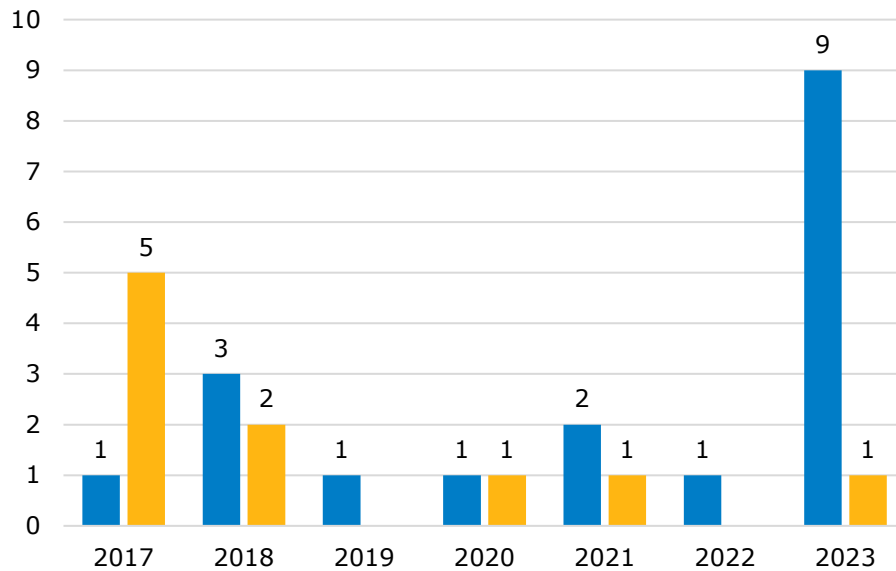
Verder toonden de audits aan dat in 70% van de gevallen niet werd voldaan aan de trainingseisen: 45% van de operators voerde geen training uit en 21% voerde wel training uit, maar hield deze niet bij. Regelmatige en goed gedocumenteerde training is cruciaal om ervoor te zorgen dat alle betrokkenen de benodigde vaardigheden en kennis hebben om veilig en efficiënt te opereren. Training helpt operators om zich aan te passen aan nieuwe technologieën en veranderende regelgeving, en zorgt ervoor dat ze voorbereid zijn op onverwachte situaties. Het niet voldoen aan trainingseisen verhoogt het risico op menselijke fouten en operationele tekortkomingen, wat de algehele veiligheid van de drone-operaties negatief beïnvloedt.

Door te focussen op een grondige risicoanalyse, een toereikend operationeel handboek, en adequate training en documentatie, kunnen operators de veiligheid en efficiëntie van hun operaties aanzienlijk verbeteren.

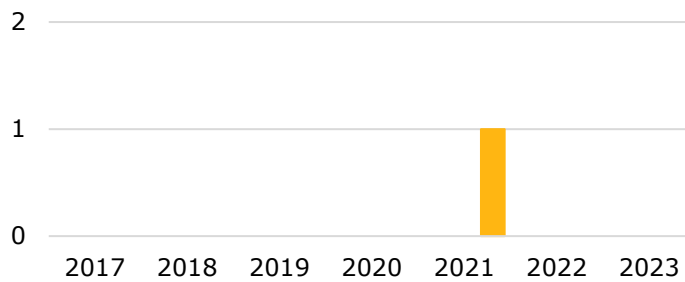
## 6.2 Nederlandse veiligheidsprestaties en -trends

De volgende gegevens zijn gebaseerd op de meldingen die ontvangen zijn bij het Analysebureau Luchtvaart (ABL) en gaan over de veiligheidsprestaties van de Nederlandse luchtvaartsector.

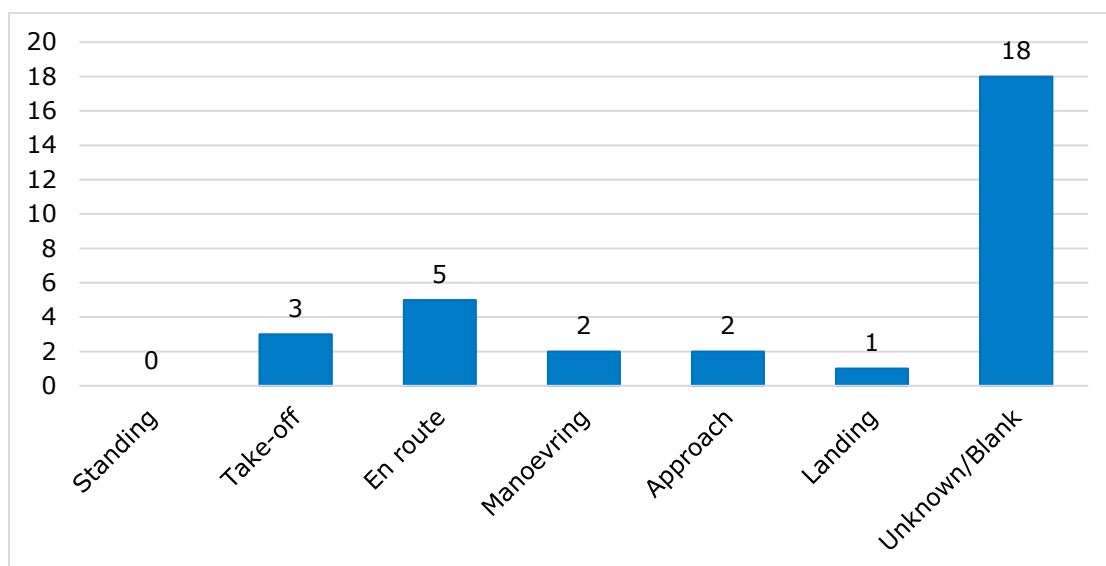
*Figuur 6.1: Aantal ongevallen en serieuze incidenten met onbemande luchtvaartuigen (periode 2017-2023)*



*Figuur 6.2: Aantal ongevallen met fatale gevolgen, serieus letsel en beperkt letsel met onbemande luchtvaartuigen (periode 2017-2023)*

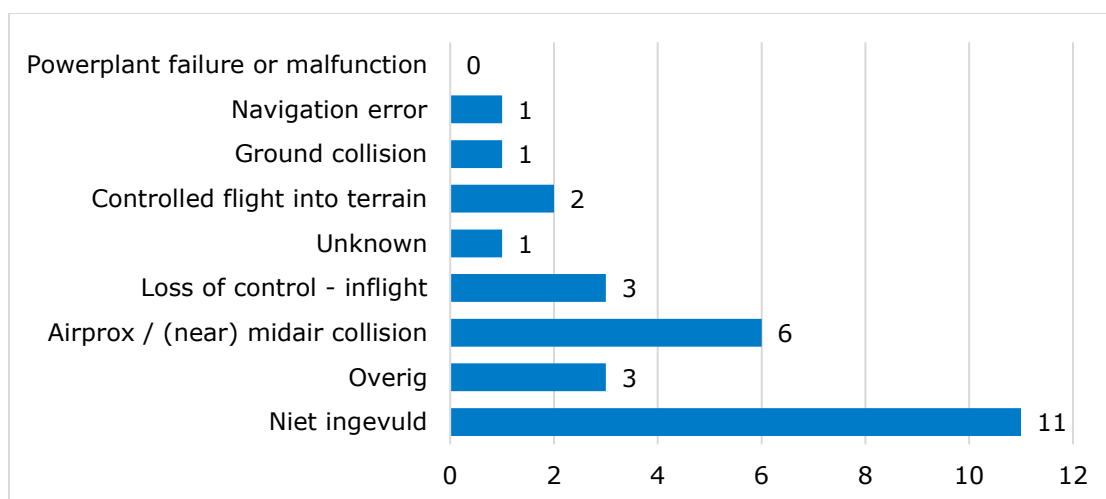


Figuur 6.3: Aantallen voorvallen per vliegfase met onbemande luchtvaartuigen (jaar 2023)



Als bij een voorvalmelding meerdere luchtvaartuigen betrokken zijn met elk een eigen/aparte vluchtfase, dan wordt de melding bij elke vluchtfase apart geteld.

Figuur 6.4: Verdeling gemelde voorvallen per voorvalcategorie met onbemande luchtvaartuigen (jaar 2023)

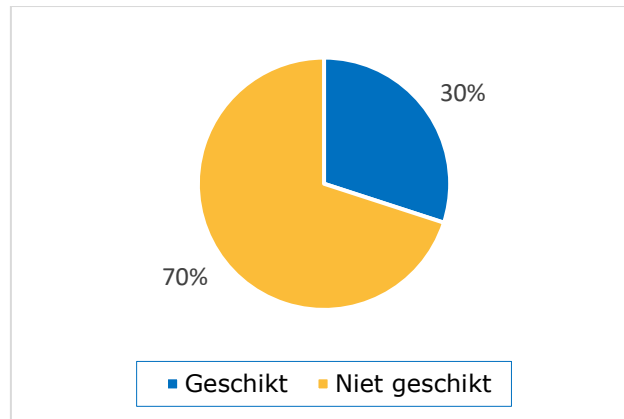


### Datakwaliteit

Het ABL geeft aan dat van alle meldingen die binnenkomen slechts ongeveer 30 procent geschikt is voor analyse. De overige meldingen zijn niet geschikt vanwege het ontbreken van essentiële informatie. Dit is niet alleen van toepassing op dit domein maar op de gehele luchtvaart. Voor onbemande luchtvaartuigen is bij 18 van de 31 meldingen (58%) de vluchtfase niet ingevuld of onbekend.

In het belang van de veiligheid is het essentieel dat meldingen tijdig, correct en volledig gedaan worden. Alleen op die manier kan een grondige analyse plaatsvinden en kunnen op basis daarvan de juiste veiligheidsinitiatieven worden genomen. Om deze reden is het verbeteren van de voorvalmeldingen als veiligheidsdoelstelling opgenomen in hoofdstuk 3.

Figuur 6.5: Verdeling gemelde voorvallen per voorvalcategorie met onbemande luchtvaartuigen in 2023



### 6.3 Europese veiligheidsprestaties en -trends

De EASA Annual Safety Review (ASR) behandelt voor het eerst ongevallen en ernstige incidenten met onbemande luchtvaartsystemen binnen EASA-lidstaten. De gegevens zijn gebaseerd op verplichte rapportages volgens EU-verordeningen, maar zijn beperkt tot onbemande luchtvaartuigen waarvoor een certificaat of verklaring vereist is. Incidenten die buiten de EASA-lidstaten plaatsvinden of door de staat geëxploiteerde onbemande luchtvaartuigen, zoals militaire en politie-onbemande luchtvaartuigen, zijn niet opgenomen. Ditzelfde geldt voor incidenten met experimentele onbemande luchtvaartuigen tijdens test vluchten.

Door beperkingen in de huidige rapportagesystemen is het moeilijk te achterhalen in welke operationele categorie de onbemande luchtvaartuigen vallen (open, specifiek of gecertificeerd).

De Europese wetgever heeft de verplichte rapportage beperkt tot onbemande luchtvaartuigen waarvoor een certificaat of verklaring vereist is. Tenzij het voorval of andere veiligheid-gerelateerde informatie voor dergelijke onbemande luchtvaartuigen heeft geleid tot dodelijk of ernstig letsel van een persoon. Of wanneer het ging om andere luchtvaartuigen dan onbemande luchtvaartuigen.

Tabel 6.1 toont het totale aantal dodelijke ongevallen, niet-dodelijke ongevallen en ernstige incidenten in 2023 voor het domein onbemande luchtvaart. Dit zijn alle geregistreerde ongevallen en ernstige incidenten met onbemande luchtvaartuigen. Slechts enkele daarvan betroffen personen op de grond die ernstig gewond raakten of bemande luchtvaart die in gevaar kwam. In de meeste geregistreerde ongevallen met onbemande luchtvaartuigen (80%) die in de ECR werden gevonden, raakte geen persoon op de grond gewond en werd de bemande luchtvaart niet beïnvloed.

Tabel 6.1: Belangrijkste EU-statistieken voor onbemande luchtvaart

Type ongeval	Aantal ongevallen in 2023
Dodelijk	1
Niet-dodelijk	9
Ernstig	2

### **Betrokkenheid van personen op de grond bij ongevallen met onbemande luchtvaartuigen**

Vanwege de bijzondere kenmerken van het domein onbemande luchtvaart is het belangrijk om het risico te monitoren dat personen op de grond gewond raken door onbemande luchtvaartuigen. Twee ongevallen veroorzaakt door onbemande luchtvaartuigen leidden tot 1 dodelijk en 1 ernstig letsel bij personen op de grond.

Deze ongevallen waren afzonderlijke gebeurtenissen en vonden plaats op terreinen voor modelvliegtuigvliegerij die worden beheerd door modelvliegtuigclubs en -verenigingen.

- Bij het dodelijke ongeval raakte een 8 kilogram modelvliegtuig in volle vlucht een niet-betrokken afstandspiloot.
- Bij het niet-dodelijke ongeval week een 31 kilogram modelzweefvliegtuig van zijn pad af tijdens de sleepfase. Het raakte de grond voordat het met 1 van zijn vleugels een niet-betrokken afstandspiloot van een ander onbemand luchtvaartuig ernstig verwondde.

### **Betrokkenheid van bemande luchtvaart bij ongevallen en ernstige incidenten met onbemande luchtvaartuigen**

Vanwege de bijzondere kenmerken van het domein onbemande luchtvaart is het net zo belangrijk om het aantal voorvallen te monitoren waarbij bemande luchtvaart betrokken is. In 2023 werden in dit domein 2 voorvallen geregistreerd. Dit waren 2 ernstige incidenten van Airprox-gevallen tussen onbemande luchtvaartuigen en bemande vliegtuigen. Bij deze voorvallen kwamen grote bemande vliegtuigen onbemande luchtvaartuigen tegen tijdens de nadering en het vertrek van een luchthaven in een lidstaat. De betrokken vliegtuigen waren een Bombardier BD500 en een Airbus A320. In beide gevallen bleef de grootte van de tegengekomen onbemande luchtvaartuigen onbekend, of werd deze niet gecodeerd in het voorvalrapport.

## 7. Aanbevelingen

### 7.1 Aanbevelingen van EASA

Er zijn op dit moment geen aanbevelingen van EASA die van toepassing zijn op dit domein.

### 7.2 Aanbevelingen van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV)

#### **Kompasverstoring als gevolg van payload wissel: lessen voor gebruikers**

Kort na de take-off reageerde het onbemande luchtvaartuig (UA) niet consequent op de input van de piloot en werd het uiteindelijk onbestuurbaar als gevolg van een verkeerd gekalibreerd kompas. Bij de voorafgaande vlucht werd gebruik gemaakt van een luidspreker-payload (lading van de drone). Deze payload verschilde van de camera-payload die werd gebruikt tijdens de incidentvlucht. Tijdens de vluchtvoorbereiding van de incidentvlucht gaf de software van het onbemande luchtvaartuigstelsel (UAS) geen waarschuwing af om het kompas te kalibreren. Daarom heeft de bemanning het kompas niet opnieuw gekalibreerd.

De exploitant had geen procedures voor het kalibreren van het kompas na een payload wissel en vertrouwde op aanwijzingen van de software. 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 software niet in alle gevallen een onjuist gekalibreerd kompas kan detecteren. Daarom is het raadzaam om na een verandering van payload handmatig een kompas kalibratie 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, die ook afhankelijk is van het kompas. Ook dit was in overeenstemming met de procedures van de exploitant en de richtlijnen van de UAS-fabrikant. Omdat de RTH-vluchtmodus afhankelijk is van het kompas is het beter om in sommige gevallen prioriteit te geven aan overschakeling naar de A(titude)-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.

Dit onderzoek maakt duidelijk dat er risico's verbonden zijn aan het gebruik van (verschillende) payload. Het is daarom belangrijk dat gebruikers die risico's kennen en extra goed opletten bij het gebruik van verschillende typen payload. (Onderzoeksraad Voor Veiligheid, 2023)

#### **Fly-away na verlies van controle**

Na het opstijgen begon de door het magnetisch kompas bepaalde gierhoek af te wijken van de gierhoek die door de IMU werd aangeduid. Aangezien de UAS in P-modus (maakt gebruik van GPS en magnetisch kompas) opereerde, werd het toestel hierdoor onbestuurbaar en dit leidde uiteindelijk tot het neerstorten.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft de fabrikant van de UAS gevraagd om de vluchtgegevens te analyseren. Volgens de fabrikant waren de afwijkende gierhoeken van het kompas en de IMU waarschijnlijk het gevolg van elektromagnetische interferentie (EMI), veroorzaakt door het staal van de brug en de hoogspanningsleidingen in de buurt.

Fabrikant DJI vermeldt enkele vereisten voor de vliegomgeving in de gebruikershandleiding van de M210 V2. DJI geeft onder meer aan dat grote metalen constructies invloed kunnen hebben op het on-board kompas en GPS-systeem. Als er desondanks vluchten worden uitgevoerd in de buurt van dergelijke objecten, wordt de bemanning aangeraden om extra aandacht te schenken aan de

(risico's van de) omgeving en de vliegmodus daarop aan te passen. (Onderzoeksraad Voor Veiligheid, 2023)

### **Verlies van controle na opstijgen DJI M210**

Kort na de start reageerde de Unmanned Aircraft System (UAS) niet op de input van de piloot en vloog deze ongecontroleerd in de richting van de bemanning van de PH-6RM. Enkele seconden later stortte de UAS neer en raakte hierbij een bemanningslid. De UAS raakte aanzienlijk beschadigd. Het bemanningslid raakte licht gewond.

Het is niet met zekerheid vast te stellen dat de hoofdoorzaak van het verlies van controle een zwak, verlies van of onnauwkeurig GNSS-signaal, een foutieve kalibratie van het kompas of een combinatie van deze factoren was. Het onderzoeksmateriaal en de analyse lijken te duiden op een probleem met de kalibratie van het kompas, al kan ook dit niet met zekerheid vastgesteld worden. Vliegen met een onbemand luchtvaartuig in de bebouwde kom, vooral als er hoogbouw is, brengt risico's met zich mee. Zoals verlies van of een zwak satelliet signaal en externe invloeden op de boordsystemen. Deze factoren kunnen invloed hebben op de bestuurbaarheid van het onbemande luchtvaartuig. Bemanningen moeten zich ervan bewust zijn dat deze factoren kunnen optreden, zodat tijdig actie kan worden ondernomen als het onbemande luchtvaartuig onverwacht gedrag vertoont. In sommige gevallen kan het beter zijn om uit voorzorg in A-modus (Attitude-mode) te vliegen in een dergelijke omgeving. Vliegen in A-modus stelt de bemanning in staat om mogelijke GNSS-problemen te ondervangen, aangezien er in A-modus voor de plaatsbepaling geen gebruik wordt gemaakt van GNSS-informatie en het magnetisch kompas. (Onderzoeksraad Voor Veiligheid, 2022)

### **Onbemande luchtvaartuigen tijdens ballonfestival, Hardenberg**

Tijdens de start van de heteluchtballonnen op het ballonfestival te Hardenberg werden er meerdere onbemande luchtvaartuigen waargenomen nabij en boven het opstijgterrein, in luchtruimklasse G. Deze onbemande luchtvaartuigen waren niet bekend bij de organisatie van het ballonfestival. De gezagvoerder van een ballon meldde dat rond 800 voet hoogte een onbemand luchtvaartuig vlak bij zijn ballon vloog en op naar schatting twee meter afstand onder de mand doorvloog. De onbemande luchtvaartuigen en hun piloten zijn niet geïdentificeerd. De organisatie verzocht via de omroepinstallatie de UAS-piloten om het luchtruim rond het startveld vrij te maken. Dit had geen effect. Bij het ballonfestival was een groot aantal deelnemers en toeschouwers op het terrein aanwezig.

Bij de organisatie van een luchtvaartvertoning kan aandacht worden gegeven aan mogelijke maatregelen om risico's door UAS te beheersen. Zo kan de organisatie van een ballonfestival een aanvraag doen voor tijdelijke beperkingen van het luchtruim. Het is van belang om een dergelijke beperking, opgestelde gedragsregels of afspraken voorafgaand aan en tijdens het evenement expliciet te communiceren, zodat deze informatie de UAS-piloten bereikt. De organisator van het festival gaf aan dat duidelijke communicatie over onbemande luchtvaartuigen bij een ander ballonfestival in juli 2021 een positief effect heeft gehad.

(Onderzoeksraad Voor Veiligheid, 2022)

## 8. Nieuwe of toekomstige issues

Naast het toenemende aantal geregistreerde exploitanten en vliegbewijzen, is er een bredere trend zichtbaar waarin drones steeds vaker worden ingezet voor commerciële en overheidsdoeleinden. Sectoren zoals infrastructuurinspectie, landbouw, cartografie en logistiek integreren drones steeds vaker in hun werkprocessen.

Hoewel de groei van het dronegebruik door blijft zetten, vraagt deze ontwikkeling om continue monitoring en beleid om de veiligheid en naleving van de regelgeving te waarborgen.



## Bronnenlijst

- Inspectie Leefomgeving en Transport. (2023, november 20). Gemelde dronevoorvallen. Opgehaald van [www.ilent.nl](https://www.ilent.nl/onderwerpen/voorvallen-luchtvaart/documenten/transport/luchtvaart/drones-rpas/factsheets/factsheet-drones-2023): <https://www.ilent.nl/onderwerpen/voorvallen-luchtvaart/documenten/transport/luchtvaart/drones-rpas/factsheets/factsheet-drones-2023>
- Inspectie Leefomgeving en Transport. (2024). *Staat van de luchtvaart 2023*. Den Haag: Inspectie Leefomgeving en Transport. Opgeroepen op Juli 25, 2024, van <https://www.ilent.nl/documenten/transport/luchtvaart/luchthavens/rapporten/staat-van-de-luchtvaart-2023>
- Onderzoeksraad Voor Veiligheid. (2022, november 17). Onbemande luchtvaartuigen tijdens ballonfestival Hardenberg. Opgehaald van [www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl): <https://onderzoeksraad.nl/onderzoek/onbemande-luchtvaartuigen-tijdens-ballonfestival-hardenberg/>
- Onderzoeksraad Voor Veiligheid. (2022, november 17). Verlies van controle na opstijgen DJI M210 onbemand luchtvaartuig. Opgehaald van [www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl): <https://onderzoeksraad.nl/onderzoek/verlies-van-controle-na-opstijgen-dji-m210-v2-onbemand-luchtvaartuig/>
- Onderzoeksraad Voor Veiligheid. (2023, augustus 8). Fly-away na kompasverstoring. Opgehaald van [www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl): <https://onderzoeksraad.nl/onderzoek/fly-away-na-kompasverstoring/>
- Onderzoeksraad Voor Veiligheid. (2023). Kwartaalrapportage Luchtvaart Q3 2023. Den Haag: Onderzoeksraad Voor Veiligheid. Opgeroepen op mei 15, 2024, van <https://onderzoeksraad.nl/wp-content/uploads/2023/12/Kwartaalrapportage-Luchtvaart-Q3-2023.pdf>
- To70 Aviation. (2023). Rapport data-analyse dronedetecties Schiphol en Eindhoven. Den Haag: To70 Aviation.

Dit is een uitgave van de

**Inspectie Leefomgeving en Transport**

Postadres : Postbus 16191  
2500 BD Den Haag

Telefoon : 088 489 00 00

Website : [www.ilent.nl](http://www.ilent.nl)

X : @inspectieLenT

Instagram : @ilt\_in\_beeld