



Dedicated to innovation in aerospace

NLR-CR-2024-298 | januari 2025

Actualisatie ongevalkansen turbine-helikopters

Ten behoeve van berekening externe-veiligheidsrisico's rond helihavens

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat



Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

22 →

Actualisatie ongevalkansen turbine-helikopters

Ten behoeve van berekening externe-veiligheidsrisico's rond helihavens



Probleemstelling

Het externe-veiligheidsmodel voor helihavens dat geïmplementeerd is het GEVERS-pakket was opgezet in 2008. In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (Min. IenW) heeft het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) onlangs een review uitgevoerd op de Nederlandse rekenmethode externe veiligheid luchtvaart. Daaruit is gebleken dat een update van het model noodzakelijk is gezien het feit dat de onderliggende gegevens gedateerd zijn.

Beschrijving van de werkzaamheden

In navolging van de conclusie en toetsing van het RIVM onderzoek heeft NLR in opdracht van Min. IenW een onderzoek uitgevoerd naar de actualisering van de externe-veiligheidsongevalkansen van turbinehelikopters.

In de actualisatie zijn gegevens van ongevallen en vluchtaantallen van turbinehelikopters gebruikt en geselecteerd uit negentien West Europese landen voor de periode 2005-2019 & 2022-2023. Vanwege de corona-pandemie zijn de

RAPPORTNUMMER

NLR-CR-2024-298

Bescherming persoonlijke levens

RUBRICERING RAPPORT

ONGERUBRICEERD

DATUM

januari 2025

KENNISGEBIED(EN)

Luchtvaartveiligheid
Externe Luchtvaart
Veiligheid en
beleidsondersteuning

TREFWOORD(EN)

Ongevalkansen
Turbine helikopters
Externe Veiligheid
Plaatsgebonden Risico

jaren 2020 en 2021 niet representatief voor het volume van het normale luchtverkeer en daarom worden de gegevens van die twee jaren uitgesloten. Door het ontbreken van of de beperkte informatie over het gebruiksdoel van de helikopters in de gegevens van vluchtaantallen is het niet mogelijk om de ongevalkansen in te delen naar gebruikscategorieën. De ongevalkansen worden ingedeeld naar het aantal geïnstalleerde turbinemotoren (Single Engine Turbine of Multi Engine Turbine) en naar het type ongeval tijdens de start of landing.

Resultaten en conclusies

De ongevalkansen van turbinehelikopters die worden toegepast in de wettelijke berekeningen van externe veiligheidsrisico's voor helihavens zijn geactualiseerd met recente data. De geactualiseerde EV-ongevalkansen zijn in vergelijking met de oorspronkelijke kansen kleiner. De verklaringen hiervoor zijn:

- (1) het gebruik van nieuwe generatie helikopters waarbij de betrouwbaarheid van de motoren en helikopters steeds hoger wordt, en het toegenomen gebruik van terrain awareness warning systems (TAWS) in helikopters; en
- (2) het Europese programma voor helikopterveiligheid met aandacht voor veiligheidspromotie door het verplichte veiligheidsmanagementssysteem, ontwikkeling en gebruik van training toolkits, betere inspecties, en voortdurende verbeteringen na analyse en rapportage van incidenten/ongevallen.

Toepasbaarheid

De geactualiseerde EV-ongevalkansen voor turbinehelikopters kunnen worden toegepast in de officiële berekening van externe-veiligheidsrisico's voor helihavens. Hiervoor dienen de waarden zoals opgenomen in de bijlage 2 van Regeling burgerluchthavens (Rbl), tabel 7, onderdeel 4.1 Ongevalkans, te worden vervangen met de gewijzigde waarden.

De nieuwe waarden mogen alleen worden toegepast met de toestemming van Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

NLR

Anthony Fokkerweg 2

1059 CM Amsterdam

p) +31 88 511 3113

e) info@nlr.nl i) www.nlr.nl



Dedicated to innovation in aerospace

NLR-CR-2024-298 | januari 2025

Actualisatie ongevalkansen turbine-helikopters

Ten behoeve van berekening externe-veiligheidsrisico's rond helihavens

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Bescherming persoonlijke levenssfeer



Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de eigenaar en/of opdrachtgever.

| | |
|--------------------------|---|
| OPDRACHTGEVER | Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat |
| CONTRACTNUMMER | Opdrachtbrief: LVV4-9.5 |
| EIGENAAR | NLR |
| NLR DIVISIE | Aerospace Operations |
| VERSPREIDING | Beperkt |
| RUBRICERING TITEL | ONGERUBRICEERD |

| GOEDGEKEURD DOOR: | | |
|--------------------------------------|----------|--------------------|
| AUTEUR | REVIEWER | BEHERENDE AFDELING |
| Bescherming persoonlijke levenssfeer | | |
| | | |

Samenvatting

Het extern-veiligheidsmodel voor het helikopterverkeer dat geïmplementeerd is in het GEVERS-pakket was opgezet in 2008. De modelparameters (ongevalkansen, ongevallocaties en ongevalgevolgen) zijn ontleend aan de dataverzameling uit de periode 1990-2000. In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (Min. IenW) heeft het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) onlangs een review uitgevoerd op de Nederlandse rekenmethode externe veiligheid luchtvaart. Daaruit bleek dat een update noodzakelijk is aangezien de onderliggende gegevens gedateerd zijn. In navolging van de conclusie en toetsing van het RIVM heeft NLR in opdracht van Min. IenW de ongevalkansen van helikopters geactualiseerd met recentere gegevens.

In de actualisatie zijn gegevens van ongevallen en vluchtaantallen van turbinehelikopters gebruikt en geselecteerd uit negentien West Europese landen over de periode 2005-2019 & 2022-2023. Vanwege de corona-pandemie zijn de jaren 2020 en 2021 niet representatief voor het volume van het normale luchtverkeer en daarom worden de gegevens van die twee jaren uitgesloten.

Door de beperkte informatie over het gebruiksdoel van de helikopters in de set gegevens van vluchtaantallen is het niet mogelijk om de helikopters in te delen in verschillende gebruikscategorieën. De ongevalkansen worden daarom ingedeeld naar het aantal geïnstalleerde turbinemotoren (Single Engine Turbine of Multi Engine Turbine) en naar de type ongevallen tijdens de start of landing. De resultaten van geactualiseerde ongevalkansen over de eerder genoemde periode zijn weergegeven in de onderstaande tabel.

Geactualiseerde ongevalkans (per miljoen vluchten) per ongevaltype en per categorie turbinehelikopters (2005-2019 & 2022-2023)

| Helikoptercategorie | Ongevaltype | Ongevalkans |
|-----------------------------|-------------|-------------|
| Single Engine Turbine (SET) | Departure | 0,922 |
| Single Engine Turbine (SET) | Arrival | 1,181 |
| Multi Engine Turbine (SET) | Departure | 0,269 |
| Multi Engine Turbine (SET) | Arrival | 0,706 |

De geactualiseerde externe-veiligheidsongevalkansen voor turbinehelikopters zijn in vergelijking met de oorspronkelijke modellering kleiner. De verklaringen hiervoor zijn:

- (1) het gebruik van nieuwe generatie helikopters waarbij de betrouwbaarheid van de motoren en helikoptertechniek steeds hoger wordt, en het gebruik van technisch systeem als Helicopter Terrain Awareness Warning System (HTAWS) draagt bij een hogere veiligheid; en
- (2) het Europese programma voor helikopterveiligheid met aandacht voor veiligheidspromotie door het verplichte veiligheidsmanagementsysteem, ontwikkeling en gebruik van training toolkits, betere inspecties, en voortdurende verbeteringen na analyse en rapportage van incidenten/ongevallen.

Er wordt voorgesteld om op termijn de geactualiseerde ongevalkansen te introduceren voor gebruik in de berekening van externe veiligheidsrisico's. De geactualiseerde ongevalkansen zijn geschikt voor:

1. Overige burgerluchthavens – de luchthavens van nationale betekenis en de luchthavens van regionale betekenis – waar helikopterverkeer aanwezig is;
2. Luchthaven Schiphol indien risico's ten gevolge van het helikopterverkeer een onderdeel wordt van de berekening; en
3. Heliterreinen en ziekenhuizen waar verkeer van turbinehelikopters voorkomt.

Hiervoor dienen de ongevalkansen zoals opgenomen in de bijlage 2 van Regeling burgerluchthavens (Rbl), tabel 7, onderdeel 4.1 Ongevalkans, te worden vervangen door de gewijzigde waarden.

Inhoudsopgave

| | |
|---|-----------|
| Afkortingen | 5 |
| 1 Inleiding | 7 |
| 1.1 Achtergrond studie | 7 |
| 1.2 Uitgangspunten | 8 |
| 1.3 Leeswijzer | 8 |
| 2 Externe-veiligheidsongeval helikopter | 9 |
| 3 Databronnen | 11 |
| 3.1 Ongevalsegegevens | 11 |
| 3.2 Gebruiksgegevens | 11 |
| 4 Data selectiecriteria | 13 |
| 4.1 Selectie ongevallen | 13 |
| 4.2 Selectie vluchtaantallen | 15 |
| 5 Datasets | 17 |
| 5.1 Dataset EV-ongevallen turbinehelikopters | 17 |
| 5.2 Dataset vluchtaantallen turbinehelikopters | 18 |
| 6 Resultaten en bespreking | 20 |
| 6.1 Geactualiseerde EV-ongevalkansen turbinehelikopters | 20 |
| 6.2 Helikopteroperaties in Nederland | 25 |
| 7 Conclusies en aanbevelingen | 28 |
| 7.1 Conclusies | 28 |
| 7.2 Aanbevelingen | 28 |
| 8 Referenties | 30 |
| Appendix A EV-ongevallen turbine helikopters | 31 |

Afkortingen

| ACRONIEM | OMSCHRIJVING |
|--------------|--|
| AAIASB | Air Accident Investigation & Aviation Safety Board (Griekenland) |
| AAIB UK | Air Accidents Investigation Branch (Verenigd Koninkrijk) |
| AAIU Belgium | Air Accident Investigation Unit – Belgium (Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer, België) |
| AAIU Ireland | Air Accident Investigation Unit – Ireland (Ierland) |
| AIBN / SHT | Accident Investigation Board Norway / Statens havarikommisjon for transport (Noorwegen) |
| ANSV | Agenzia Nazionale per la Sicurezza del Volo (Italië) |
| ASN | Aviation Safety Network |
| BEA | Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (Frankrijk) |
| BFU | Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (Duitsland) |
| BMK | Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (Oostenrijk) |
| BMVIT | Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Oostenrijk) |
| CFIT | Controlled Flight Into Terrain |
| CIAAIC | Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil (Spanje) |
| CS | Certification Specifications (certificatie-eisen van EASA) |
| EASA | European Union Aviation Safety Agency (Europese luchtvaartveiligheid organisatie) |
| EHEST | European Helicopter Safety Team |
| EHSAT | European Helicopter Safety Analysis Team |
| EHSIT | European Helicopter Safety Implementation Team |
| EPGWS | Enhanced Ground Proximity Warning System |
| ESSI | European Strategic Safety Initiative |
| EV | Externe Veiligheid |
| eVTOL | Electric Vertical Take-Off and Landing |
| HEMS | Helicopter Emergency Medical Services |
| ICAO | International Civil Aviation Organization (Internationale burgerluchtvaart organisatie) |
| FSF | Flight Safety Foundation |
| GEVERS | Geïntegreerd Externe VEiligheid RekenSysteem |
| GPIAAF | Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários (Portugal) |
| HTAWS | Helicopter Terrain Awareness Warning System |
| LHB | Luchthavenbesluit |
| LHR | Luchthavenregeling |
| MET | Multi Engine Turbine helicopter (helikopter met meerdere turbinemotoren) |
| MTOW | Maximum Take Off Weight (maximaal startgewicht) |
| NLR | Koninklijke NLR – Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum |

| ACRONIEM | OMSCHRIJVING |
|-------------|--|
| NPA | Notice of Proposed Amendment |
| OVV | Onderzoeksraad voor Veiligheid |
| Rbl | Regeling burgerluchthavens |
| RIVM | Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu |
| SC | Special Condition |
| SEP | Single Engine Piston helicopter (helikopter met één zuigermotor) |
| SET | Single Engine Turbine helicopter (helikopter met één turbinemotor) |
| SHK | Statens haverikommission / Swedish Accident Investigation Board (Zweden) |
| SMS | Safety Management System (Veiligheidsmanagement systeem – luchtvaart) |
| SUST / STSB | Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle / Swiss Transportation Safety Investigation Board (Zwitserland) |
| TAWS | Terrain Awareness Warning System |
| UAM | Urban Air Mobility |
| VTOL | Vertical Take Off and Landing |
| WE-19 | Regio met negentien West Europese landen |
| Wlv | Wet luchtvaart |

1 Inleiding

1.1 Achtergrond studie

Voor het berekenen van het externe veiligheidsrisico voor helihavens of voor luchthavens met helikopterverkeer in het kader van luchthavenbesluit (LHB) of luchthavenregeling, op grond van de Wet luchtvaart (Wlv; artikel 8.1a, derde lid), dient er gebruik te worden gemaakt van het GEVERS-pakket dat voldoet aan de rekenschrift volgens de bijlage 2 van Regeling burgerluchthavens (Rbl). Het rekenmodel voor het helikopterverkeer dat geïmplementeerd is in het GEVERS-pakket was opgezet in 2008 (Ref. 1). De bijhorende modelparameters (ongevalkansen¹, ongevallocaties en ongevalgevolgen) in dit model zijn ontleend aan een analyse op basis van dataverzameling voor de periode 1990-2004.

In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (hierna: Min. IenW) heeft het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) onlangs een review uitgevoerd op de Nederlandse rekenmethode externe veiligheid luchtvaart (Ref. 2). Daarin wordt onder meer geconcludeerd dat voor helikopters slechts algemene ongevalkansen zijn afgeleid, maar geen specifieke kentallen zijn beschikbaar voor verschillende typen helikoptervluchten, zoals commerciële vluchten, medische vluchten, instructievluchten enzovoort.

Aangezien er geen actualisatie meer is geweest sinds de opzet van het model in 2008 is het mogelijk dat de onderliggende gegevens verouderd zouden kunnen zijn. Hierdoor is het mogelijk dat een deel van de huidige operaties en veiligheidsniveau van het helikopterverkeer minder goed wordt gepresenteerd. Als gevolg daarvan bestaat er een beleidsbehoefte om het model te actualiseren. In navolging van de conclusie en toetsing van het RIVM worden de ongevalkansen van helikopters geactualiseerd met meer recentere gegevens.

In opdracht van Min. IenW heeft het NLR een onderzoek uitgevoerd naar de actualisering van de externe-veiligheids-ongevalkansen van helikopters. Hierbij gaat de aandacht in het bijzonder uit naar de operaties met turbinehelikopters, aangezien deze types hoofdzakelijk worden gebruikt voor commerciële en (semi-)overheidsvluchten, maar ook voor privé gebruik. Aan het commercieel gebruik kan men denken aan rondvluchten met passagiers en vluchten voor industriële toepassingen zoals controle van industriële objecten (zoals hogespanningsmasten en petrochemische installaties) en de operaties van offshore-vluchten. Aan het (semi-)overheid gebruik kan men denken aan de verkenningsvluchten van politie, medische vluchten van trauma- en ambulancehelikopters, en inspecties door de overheid. Voor privé gebruik wordt gedacht aan training en recreatie, veelal met eenmotorige helikopters.

In de NLR-studie wordt verder onderzocht in hoeverre een onderscheid gemaakt kan worden voor verschillende operatietypes en helikoptercategorieën. De nieuw te actualiseren ongevalkansen kunnen worden toegepast in de berekening van externe veiligheidsrisico's voor helikopter operaties. Hiervoor dienen de waarden zoals opgenomen in de bijlage 2 van Rbl, tabel 7, onderdeel 4.1 Ongevalkans, te worden vervangen met de gewijzigde waarden.

¹ In dit rapport wordt gekozen om de schrijfwijze zonder 's' te gebruiken voor ongeval(s)kans, ongeval(s)locatie, ongeval(s)gevolgen en ongeval(s)type om aan te sluiten bij de officiële bewoording zoals gehanteerd in Regeling burgerluchthavens (Rbl).

1.2 Uitgangspunten

Het rekenmodel van externe-veiligheid (EV) voor helihavens onderscheidt vier helikoptercategorieën met elk een eigen ongevalkans (hoofdstuk 4 van bijlage 2 als bedoeld in artikel 5, eerste lid, Rbl) per vluchtfase.

De helikoptercategorieën worden onderscheiden naar type motor²: 'Single Engine Piston' (SEP), 'Single Engine Turbine' (SET) en 'Multi Engine Turbine' (MET). Voor de type 'Single Engine Piston' is verder een onderscheid gemaakt in lesvlucht of overige vlucht. Tabel 1-1 geeft de helikoptercategorieën weer.

Tabel 1-1: De vier helikoptercategorieën zoals gebruikt in het EV-model voor helihavens (bijlage 2, hoofdstuk 2.6.2, Rbl)

| Aanduiding | Omschrijving categorie |
|----------------------------|--|
| SEP training en instructie | Helikopter met één zuigermotor voor training en instructie |
| SEP overige doeleinden | Helikopter met één zuigermotor voor doeleinden anders dan training en instructie |
| SET | Helikopter met één turbinemotor |
| MET | Helikopter met meerdere turbinemotoren |

Voor het onderhavig onderzoek worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1. De wijze van afleiding dient (zoveel mogelijk) aan te sluiten bij de wijze die gehanteerd was in de oorspronkelijke modelopzet uit 2008 (Ref. 1).
2. De focus is gelegd op de turbinehelikopters, dat betekent dat alleen de ongevalkansen van de helikoptercategorieën SET en MET worden geactualiseerd. Er wordt gekeken of er voldoende gedetailleerde informatie in de gegevens beschikbaar is om ook de ongevalkansen te differentiëren naar verschillende operaties.
3. De ongevalkansen worden afgeleid voor twee type ongevallen: 'departure' en 'arrival', te vergelijken met start en landing. In consistentie met de oorspronkelijke modelopzet en vanwege de hele korte start- en landingsfase die een helikopter kan hebben, behelst een 'departure' niet alleen de start- en de (initiële) klimfase, maar ook een kort stukje en-route fase na de klim. Vergelijkbaar behelst een 'arrival' niet alleen de daling, (finale)nadering en landingsfase, maar ook een kort stukje en-route vóór de daling.
4. Ongevalkans wordt bepaald als een ratio tussen het aantal ongevallen en het aantal vluchten.
5. De verzameling van gegevens (ongevallen en vluchten) voor het bepalen van de ongevalkans wordt gedaan voor de periode 2005-2019 en 2022-2023. Er wordt niet gekozen voor een aaneengesloten periode van 2005 tot en met 2023 doordat de corona-pandemie in de periode 2020-2021 de luchtvaart wereldwijd abrupt heeft verstoord. De (vervoers)cijfers van de jaren 2020 en 2021 worden daarom niet representatief geacht voor gebruik in de bepaling van ongevalkansen.

1.3 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt georganiseerd. Na de inleiding (hoofdstuk 1) wordt in hoofdstuk 2 ingegaan op de definitie van een extern-veiligheidsongeval voor helikopter. Daarna behandelt hoofdstuk 3 de gebruikte databronnen voor het verzamelen van ongevals- en vluchtgegevens. De gehanteerde selectiecriteria van data zijn beschreven in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 presenteert de verkregen datasets van ongevallen en vluchtaantallen. Deze informatie wordt verder toegepast in de afleiding van de ongevalkansen; hoofdstuk 6 is gewijd aan de resultaten van de bepaling van ongevalkansen, inclusief een beknopte bespreking. Als afsluiting van het rapport geeft hoofdstuk 7 de conclusies en enkele aanbevelingen ten aanzien van de resultaten.

² De motortypes 'Single Engine' en 'Multi Engine' sluiten aan bij de categorieën zoals gehanteerd door EASA in Easy Access Rules for Small Rotorcraft (CS-27) en Large Rotorcraft (CS-29).

2 Externe-veiligheidsongeval helikopter

In de modellering van externe-veiligheidsrisico voor helihavens (Ref. 1) is een beschrijving in het Engels opgenomen hoe een EV-ongeval voor helikopter wordt gedefinieerd. Omwille van volledigheid van informatie is die definitie hier gegeven en nader toegelicht.

De basisdefinitie van een EV-ongeval “elk onbedoelde (of ongewenst) contact met de grond buiten de start- en landingsbaan” zoals gebruikt voor vastevleugelvliegtuigen schiet tekort voor helikopters. Dit komt omdat helikopters unieke eigenschappen hebben om, na toestemming, buiten luchthaventerreinen te kunnen opstijgen of daarop te landen. Bovendien kan een helikopter opereren (en starten en landen) in een gebied met beperkte ruimte, de zogenaamde ‘confined area’. Om die reden is een start- en landingsbaan (een ‘runway’) niet per se nodig.

Verder specificeert de definitie van een EV-ongeval niet onder welke condities het contact met de grond ‘onbedoeld’ of ‘ongewenst’ is. Een helikopterpiloot kan afhankelijk van omstandigheden een voorzorgslanding (‘precautionary landing’) maken. Een onderscheid wordt gemaakt in type voorzorgslanding: ‘land as soon as practicable’ of ‘land as soon as possible’. In geval van nood wordt vanzelfsprekend een noodlanding, ‘land immediately’, uitgevoerd. In deze gevallen heeft de piloot nog (enige) mogelijkheid om toestel te sturen. Hierdoor landt de piloot op een locatie van eigen keuze. Om die reden mag een succesvol uitgevoerde autorotatie, zonder enige nadelige gevolgen voor de omgeving, niet tot een EV-ongeval worden gerekend.

Vanwege de mogelijkheid dat een helikopter op (bijna) alle locaties kan opereren is daarom in referentie 1 een eigen basisdefinitie voor een EV-ongeval van helikopter gegeven. De oorspronkelijke basisdefinitie in het Engels is als volgt:

Every contact with the ground outside the runway or the take-off and landing site, in which:

1. a person is fatally or non-fatally injured as a result of:
 - a) being in the helicopter (helicopter occupants, crew and passenger);
 - b) being outside the helicopter (third party) and having direct contact with any part of the helicopter, including parts which have become detached from the helicopter; (injuries self-inflicted or inflicted by other persons are excluded)

OR

2. the helicopter sustains damage;

OR

3. the external objects sustain damage.

De bovenstaande definitie laat zien dat een incident tot een EV-ongeval van een helikopteroperatie behoort wanneer er schade is ontstaan bij de helikopter zelf, de externe objecten zoals gebouwen, of een persoon (aan boord of externe) is verwond, niet per se met een dodelijk afloop. Deze definitie laat zien dat de gebeurtenis pas tot een EV-ongeval kan worden gerekend als deze gepaard gaat met bepaalde ‘ernst’ van de gebeurtenis. Een gebeurtenis zonder enige consequentie (schade aan materieel of letselschade) wordt niet beschouwd als een EV-ongeval.

Ter verduidelijking van de basisdefinitie van een EV-ongeval voor helikopter, kan verder een aantal opmerkingen worden gemaakt als volgt:

1. De definitie voor een EV-ongeval van helikopter impliceert dat zowel zware ongevallen als lichte incidenten worden inbegrepen. De oorzaken van die gebeurtenissen zijn niet beschouwd in de bepaling van een EV-ongeval.
2. Ongevallen die op een start- en landingsplaats (helihaven, heliport, helispot, helipad) of op een start- en landingsbaan (runway) plaatsgevonden hebben of geëindigd, zijn niet beschouwd als EV-ongevallen. Ongevallen die eindigen buiten de start- en landingsplaats of runway, maar wel binnen de begrenzing van luchthaventerrein blijven, voldoen wel aan de definitie en zijn daarom geldig als EV-ongevallen.
3. Doordat in de definitie er effecten van een ongeval worden beschouwd betekent dat succesvolle autorotaties en voorzorgslandingen zonder consequenties (schade of verwondingen veroorzaakt) buiten beschouwingen zijn gelaten. Want er zijn geen risico's aanwezig voor externen. Autorotaties, voorzorgslandingen, noodlandingen die tot schade en/of verwondingen hebben geleid worden wel beschouwd.
4. "Grond" wordt geïnterpreteerd als ieder deel van open terrein, een bebouwd gebied, een bebost terrein of een gebied met obstakel(s). Bij voorbeeld, een helikopter die crashte en belandde op het dak van een huis of op een boom voldoet aan de definitie van een EV-ongeval van helikopter, hoewel de helikopter fysiek niet op de grond raakt.
5. Externe objecten zijn bij voorbeeld gebouwen, lantaarnpalen, bomen.

Aanvullend op het bovengenoemde zijn additionele criteria gespecificeerd voor de selectie van helikopterongevallen relevant voor externe-veiligheid. In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op die selectiecriteria.

3 Databronnen

Voor de bepaling van ongevalkansen van turbinehelikopters worden twee types databronnen toegepast: (1) ongevalsgegevens, en (2) gebruiksgegevens per registratie van helikopter. Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van deze twee databronnen.

3.1 Ongevalsegegevens

Bij de verzameling van ongevalsgegevens zijn meerdere databronnen geraadpleegd en gebruikt. Overeenkomstig de afleiding van EV-ongevalkansen in de oorspronkelijk modelopzet worden gegevens van ongevallen en incidenten in eerste instantie geëxtraheerd uit de digitale ongevallendatabase Airclaims. De Airclaims database bevat een verzameling van gebeurtenis (ongevallen, incidenten) waarbij een 'claim' op een verzekering is gemaakt.

Hoewel de website van Aviation Safety Network (ASN) geen officiële bron is, blijkt uit NLR-ervaring dat deze soms wel degelijk toegevoegde waarde heeft om de verzameling van gegevens te kunnen vergroten. Met name de wikibase van ASN: deze bevat vaak de links naar de websites met nieuwsberichten over de gebeurtenissen en naar de officiële ongevalsrapporten van onderzoeksautoriteiten of veiligheidsraden. Voor de controle van de informatie en de eindcontrole op de juistheid van de toekenning van het EV-ongevaltypes worden de officiële onderzoeksrapporten van diverse onderzoeksraden geraadpleegd. De onderzoeksraden³ zijn onder andere de OVV van Nederland, de AAIB van Verenigd Koninkrijk, de BEA van Frankrijk en de BFU van Duitsland. Indien een officiële rapportage ontbreekt wordt als laatste de informatie uit verschillende nieuws website(s) geraadpleegd om de gegevensbasis te vergroten.

Vergeleken met de gegevens die destijds verzameld en geanalyseerd waren voor de opzet van het oorspronkelijke model (Ref.1) zijn de ongevalsgegevens voor de nieuwe periode voor helikopters beter beschikbaar en ze bevatten tevens meer en betere details. Dit komt doordat er meer informatie op internet beschikbaar is. Verder komt dit mede door de opkomst van 'social media' waardoor er vaker (eerste) beelden en informatie over helikoptervoorvallen worden gemeld. De kans dat een voorval ontbreekt in de verzameling wordt daardoor kleiner.

3.2 Gebruiksgegevens

Voor de bepaling van ongevalkansen zijn naast aantal ongevallen ook vluchtaantallen nodig. De vluchtaantallen zijn geschat op basis van aantal geregistreerde helikopters in een bepaald land dat beschouwd wordt in deze studie. De wijze van omwerking is in lijn met die methode zoals toegepast in de oorspronkelijke modelopzet (Ref. 1).

De gebruiksgegevens in termen van aantal vluchten zijn bepaald aan de hand van de Cirium database. In deze database is per helikopter-registratie informatie beschikbaar over helikopter-model, aantal motoren, motortype, de gebruiksdoelen (primaair gebruik en secundair gebruik, 'primary role' en 'secondary role'), operator, en de door Cirium gebruikte eigen code voor ieder helikoptertype. Gedetailleerde gegevens over het aantal uitgevoerde vluchten en vliegrepen per jaar voor elke helikopter ontbreken grotendeels in de Cirium database. Er is wel informatie beschikbaar

³ De geraadpleegde rapporten zijn afkomstig van onderzoeksraden: AAIASB Griekenland, AAIB VK, AAIU België, AAIU Ierland, AIBN/SHT Noorwegen, ANSV (Italië), BEA Frankrijk, BFU Duitsland, BMVIT Oostenrijk, CIAAIC Spanje, GPIAAF Portugal, OVV Nederland, SHK Zweden, en SUST Zwitserland.

over het gemiddeld aantal vliegreizen en vluchten wat een helikopter van een bepaalde categorie in een primaire rol jaarlijks uitvoert. Deze informatie is gebruikt om te schatten wat het voor elke helikopter in de Cirium database gemiddeld aantal vliegreizen en vluchten jaarlijks zou zijn. Deze aanpak is ook in het oorspronkelijk model voor helikopters toegepast.

Voor de verwerking van gebruiksgegevens is er inspanning en aandacht besteed aan het bepalen en koppelen van de juiste helikoptertypes. Dit komt enerzijds doordat Cirium eigen codes hanteert voor de helikoptertypes, anderzijds doordat eenzelfde helikoptertype door meerdere fabrikanten gebouwd kan worden via licentiebouw, en dat sommige fabrikanten overgegaan zijn naar of samengevoegd worden tot andere (grotere) fabrikanten. Een voorbeeld is de tweemotorige turbinehelikopter AW-139 die eerst door de fabrikant Agusta-Westland werd ontwikkeld en gebouwd, maar later door het luchtvaartconcern Leonardo wordt gebouwd sinds Agusta-Westland deel uitmaakt van die grote organisatie.

Er moet opgemerkt worden dat er geen volledige validatie mogelijk is over de schattingen die zijn gemaakt voor de vluchtaantallen van turbinehelikopters. In de opzet van het oorspronkelijke EV-model voor helihavens was reeds geconstateerd dat er geen centrale registratie was van gedetailleerde gebruiksgegevens van helikopters in Europa. Anno 2024 is de situatie niet veranderd. Voor het onderhavig onderzoek is er dan geen officiële databron beschikbaar waarmee een validatie gemaakt kan worden.

In referentie 1 was destijds voor vergelijking van gebruiksgegevens van helikopters gebruik gemaakt van de cijfers die direct aangeleverd waren door de Noorse en Zweedse luchtvaartautoriteiten (Civil Aviation Authority) en de statistieken die ontleend waren aan enkele studies waaronder Flight Safety Foundation (FSF) en 'Oil and Gas Producers' (OGP) met cijfers van VS, VK en Canada. Uit deze beschikbare databronnen was afgeleid dat een gemiddelde vluchtduur voor een turbinehelikopter ongeveer 20 minuten was.

Tabel 3-1 presenteert de gemiddelde vluchtduur voor de geschatte vluchtaantallen voor het huidige onderzoek. Hieruit is te zien dat de gemiddelde vluchtduur van een turbinehelikopter 21,4 minuten bedraagt, en het cijfer is goed vergelijkbaar met de eerdere schatting uit het oorspronkelijke model (Ref. 1). Ter vergelijking: in de eerdere schatting bedraagt de gemiddelde vluchtduur voor een turbinehelikopter geschat met wereldwijde data 19,8 minuten.

Tabel 3-1: Gemiddeld vluchtduur per helikoptercategorie

| Helikoptercategorie | Gemiddelde vluchtduur |
|----------------------------------|-----------------------|
| Single Engine Turbine | 20,1 min |
| Multi Engine Turbine | 22,9 min |
| Totaal turbinehelikopters | 21,4 min |

4 Data selectiecriteria

4.1 Selectie ongevallen

De selectie van de voor externe veiligheid relevante helikopter-ongevallen vindt plaats op basis van volgende criteria:

1. Het ongeval moet aan de basisdefinitie van EV-ongeval voor helikopter voldoen (zie voor definitie in hoofdstuk 2).
2. Het ongeval betreft een Single Engine Turbine (eenmotorige turbinehelikopter) of een Multi Engine Turbine (meermotorige turbinehelikopter). Ongeval met een zuigermotorige (Piston Engine) helikopter is buiten beschouwing gelaten.
3. Het ongeval moet hebben plaatsgevonden in één van de negentien landen in West Europa (WE-19 regio) (Tabel 4-1).
4. Het ongeval moet hebben plaatsgevonden in de periode 2005-2023, met uitzondering van de jaren 2020 en 2021 welke in de Covid-19 periode vallen.
5. Het ongeval betreft een Western-built helikoptertype. Voorbeelden van Western-built helikopters zijn Eurocopter EC 135, Leonardo AW-139 en Airbus Helicopters H-125.
6. Het ongeval moet hebben plaatsgevonden tijdens één van de volgende vluchtfases:
 - a. Start
 - b. Initieel klim
 - c. Klim naar kruisvlucht
 - d. Daling
 - e. (Eind) Nadering
 - f. Landing
 - g. Go-around
 - h. Kruisvlucht (tot beperkte afstand)
7. Het ongeval moet gerelateerd zijn tot een luchthaven, een helihaven, een helipad of heliport, of een start- en landingsplaats die ingericht is voor permanent gebruik of voor langere tijd. Tijdelijke landingsplaats voor medische vlucht bij voorbeeld behoort niet tot de selectie.
8. Het ongeval betreft alleen civiele operatie. Buiten beschouwing zijn:
 - a. ongevallen met militaire gevechts- of transporthelikoptertypes (bij voorbeeld Apache en Chinook);
 - b. ongevallen als gevolg van sabotage, terroristische aanslag, kaping ('hijack') en suïcidale actie;
 - c. ongevallen tijdens een air-show of vluchtdemonstratie;
 - d. ongevallen tijdens vliegproeven van een experimentele helikopter of een prototype;
 - e. ongevallen⁴ in relatie tot een tijdelijke operatiegebied tijdens de zogenaamde 'aerial work,' bij voorbeeld de sling-load operatie, agrarische operatie zoals sproeivlucht, patrouille en verkenningsvluchten van politie, medische vluchten, en vluchten ten behoeve van brandbestrijding.
 - f. ongevallen tijdens 'off-shore' operatie, vluchten⁵ in relatie tot boorplatforms;
 - g. ongevallen met helikopters met tilt-rotor technologie zoals het helikoptertype Bell-Boeing V-22 Osprey, bouwkit-helikopters ('home-built helicopters') en autogyro's.
 - h. ongevallen met VTOL-luchtvaartuigen (zie tekstkader verderop) zoals de eVTOL's die worden ingezet voor toekomstige operaties in stedelijke gebieden in het kader van Urban Air Mobility (UAM).

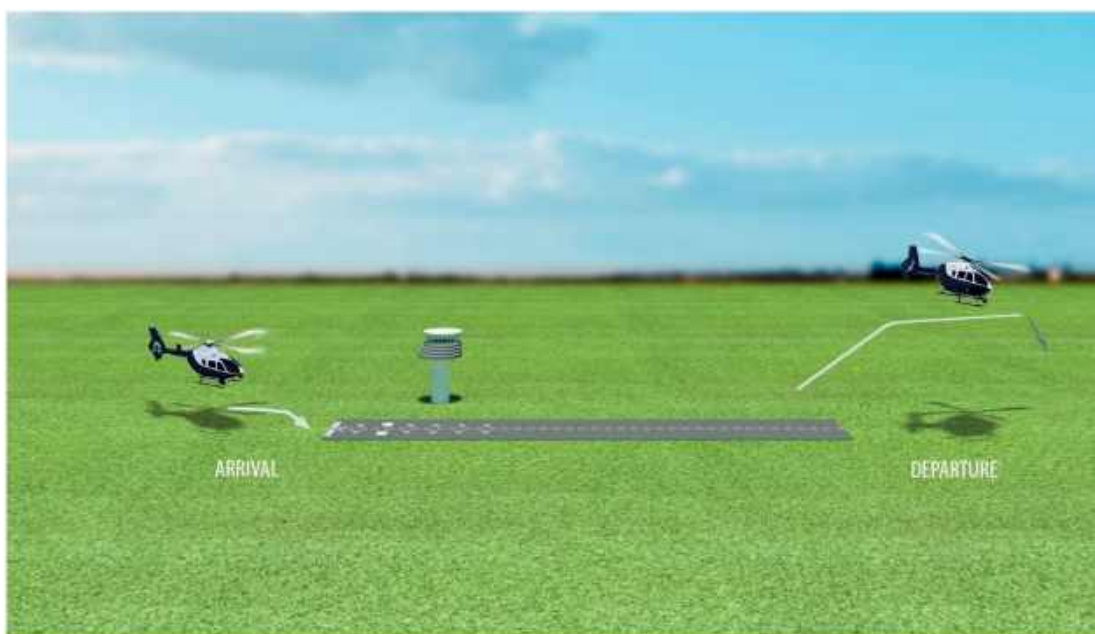
⁴ Ongevallen van helikopters van deze operaties die plaats hebben gevonden tijdens het vertrek van een helihaven, of de nadering naar een helihaven worden wel beschouwd als relevant voor externe veiligheid.

⁵ Ongevallen van off-shore helikopters die plaats hebben gevonden tijdens het vertrek van een helihaven of de nadering naar een helihaven worden wel beschouwd als relevant voor externe veiligheid.

Boven op deze criteria wordt ook rekening gehouden met de relevantie voor de omstandigheden van Nederland. De 'deselectie' van dergelijke ongevallen vindt echter plaats op basis van 'engineering judgement'. Bij voorbeeld, de aanwezigheid van een hoog terrein of een bergachtig gebied impliceert hoger risico voor de vluchtoperatie. Een CFIT-ongeval in een hoog terrein gebied zou waarschijnlijk niet zo gauw kunnen gebeuren in Nederland. Om die reden zijn zulke ongevallen uitgesloten zelfs als die voldoen aan de criteria 1 tot en met 7.

Tabel 4-1: Negentien landen in WE-19 regio

| | | | |
|----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|
| Austria / Oostenrijk | France / Frankrijk | Luxembourg / Luxemburg | Spain / Spanje |
| Belgium / België | Germany / Duitsland | Monaco | Sweden / Zweden |
| Cyprus | Greece / Griekenland | Netherlands / Nederland | Switzerland / Zwitserland |
| Denmark / Denemarken | Ireland / Ierland | Norway / Noorwegen | United Kingdom / VK |
| Finland | Italy / Italië | Portugal | |



Figuur 4-1: De twee externe-veiligheidsongevaltypen voor helikopter: Departure en Arrival ongevallen

Tabel 4-2: De vluchtfases die tot een Departure-ongeval en een Arrival-ongeval behoren

| |
|---|
| <p>Departure-ongeval</p> <p>Een ongeval dat plaatsgevonden heeft in één van de volgende vluchtfases:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Start, • Initieel klim, • Klim naar kruisfase ('climb-out'), begin-deel van de kruisvlucht (tot ruwweg 3 km afstand van het startpunt). |
| <p>Arrival-ongeval</p> <p>Een ongeval dat plaatsgevonden heeft in één van de volgende vluchtfases:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eind-deel van de daalvlucht (vanaf ruwweg 3 km afstand tot het landingspunt, welk niet tot het punt voor noodlanding of voorzorgslanding of autorotatie) • Nadering • Landing |

VTOL-luchtvaartuig

Hoewel een helikopter en een VTOL (Vertical Take Off and Landing) luchtvaartuig beide verticaal kunnen stijgen en landen, en in een beperkte ruimte ('confined area') kunnen opereren, behandelt EASA een VTOL-luchtvaartuig anders dan een conventionele helikopter.

In de Special Condition VTOL-aircraft SC-VTOL 01, issue 1, 2019 (Ref. 3) geeft EASA aan dat een VTOL-luchtvaartuig van een conventioneel vastevleugelvliegtuig verschilt door de mogelijkheid van het verticaal starten en landen, en dat een VTOL-luchtvaartuig van een conventionele helikopter verschilt door de toepassing van gedistribueerde voortstuwing ('distributed propulsion') met meer dan twee 'lift/thrust' systemen voor de verticale vluchtoperatie.

Een eVTOL, een VTOL-luchtvaartuig met elektrisch voortstuwingssysteem, wordt gezien als het innovatieve transportmiddel in vorm van luchttaxi voor passagiers of vracht, dat in de stedelijke gebieden (Urban Air Mobility, UAM) veilig kan opereren. EASA heeft als eerste van de wereld de regels gepubliceerd voor de operatie van luchttaxi's in steden (NPA 2022-06, 2022, referentie 4).

De certificatiebasis zoals beschreven in de SC-VTOL 01 voor een VTOL-luchtvaartuig wijkt ook af van die voor een conventioneel vastevleugelvliegtuig of een helikopter geldt. De certificatie van een VTOL-luchtvaartuig is namelijk gekoppeld aan de aard van de operatie en de risico's die daarmee samenhangen, met name de risico's voor externe slachtoffers op de grond, 'Third Party Risk', wat in Nederland kent als externe veiligheid. Dit maakt de certificatie voor een VTOL uniek en anders dan de conventionele luchtvaartuigen.

De categorieën die gelden voor VTOL-luchtvaartuigen zijn 'Basic' en 'Enhanced'. In principe mag een VTOL met 'Enhanced' categorie boven een druk bebouwd, stedelijk gebied opereren. Voor VTOL met 'Basic' categorie geldt de operatie buiten de stedelijk gebieden, de zogenaamde 'rural areas'.

4.2 Selectie vluchtaantallen

De selectie van helikopter-vluchtaantallen vindt plaats op basis van volgende criteria:

1. Alleen turbinehelikopters zijn beschouwd; een onderscheid wordt gemaakt in Single Engine Turbine en Multi Engine Turbine.
2. Helikoptervluchten die gerealiseerd zijn binnen één van de negentien landen in West Europa (WE-19 regio) (zie Tabel 4-1).
3. Helikoptervluchten die gerealiseerd zijn in de periode 2005-2023, met uitzondering van de jaren 2020 en 2021 welke in de Covid-19 periode vallen.
4. Alleen 'Western-built' helikopters zijn geselecteerd.
5. Helikoptervluchten die gebruikt zijn voor demonstraties ('air-shows') en die gerelateerd zijn tot experimentele vluchten en (ontwikkeling van) prototype worden niet meegenomen.
6. Alleen civiele operatie.

Indeling naar gebruikscategorieën

Zoals vermeld in paragraaf 3.2 zijn gebruikscategorieën beschikbaar in de gebruiksgegevens van turbine helikopters. Deze zijn opgegeven in de 'primary role' en 'secondary role', te weten primair en secundair gebruik. Echter, uit verschillende veiligheidsstudies en ervaringen met helikopteroperaties is gebleken dat een helikopter niet altijd voor hetzelfde gebruiksdoel wordt gebruikt, en dat een gedetailleerde registratie van wanneer het toestel wordt gebruikt en voor welk doeleind niet altijd beschikbaar is. Bij voorbeeld, een helikopter die bestemd is voor commerciële passagiersvluchten kan tijdelijk worden gebruikt voor training van de piloot. Een ander voorbeeld, in Nederland is een traumahelikopter bestemd voor medische vluchten, maar in andere landen kan een commerciële helikopteroperator een eigen helikopter (tijdelijk kort) laten inzetten/verhuren voor vluchten in medische ondersteuning. Hierdoor is het vaak niet mogelijk om in de gebruiksdata goed vast te stellen wanneer een helikopter wordt ingezet voor welk gebruiksdoel.

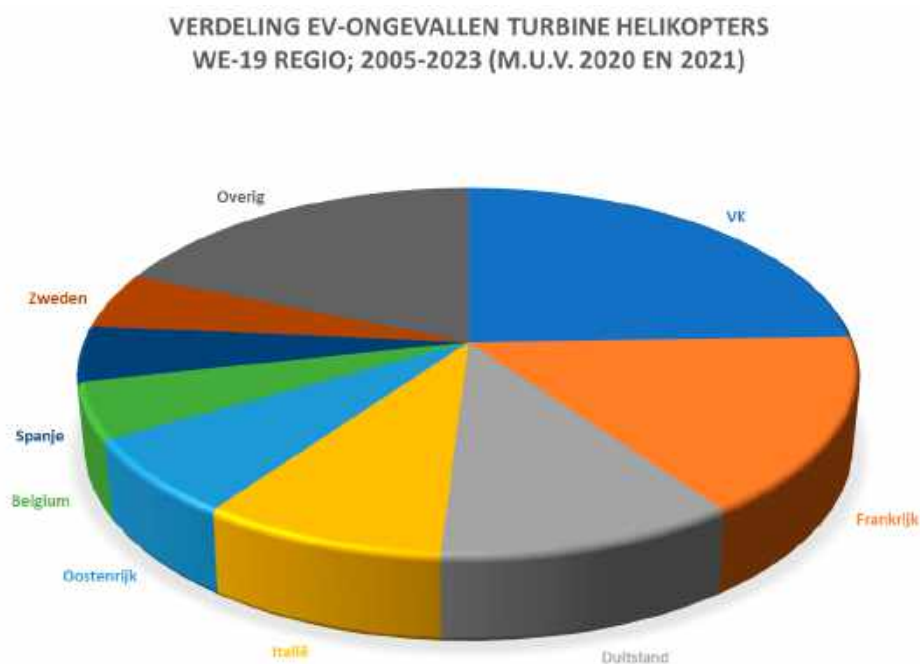
De enige mogelijke indeling die gemaakt kan worden in de gebruiksgegevens is op basis van het aantal geïnstalleerde motoren (single engine of multi engine) en generieke type motoren (piston of turbine). De vluchtdata kunnen daarom alleen worden ingedeeld in vluchten per aantal en type motoren. De huidige studie beschouwt alleen turbine aangedreven helikopters.

Kortom: doordat er in de gebruiksgegevens geen gedetailleerde informatie bevat over de verdeling van het primair en secundair gebruik van de helikopter, en dat het niet bekend is of er meerdere andere gebruiksdoelen zijn geweest, is het niet haalbaar om het helikopterverkeer in verschillende gebruikscategorieën in te delen.

5 Datasets

5.1 Dataset EV-ongevallen turbinehelikopters

De ongevallen van turbinehelikopters uit de WE-19 regio zijn verzameld en geanalyseerd voor de periode 2005-2019, en 2022-2023. In totaal zijn 102 ongevallen van turbinehelikopters bruikbaar en relevant gevonden voor dit externe-veiligheidsonderzoek. Uit de resultaten van dataverzameling is te zien dat 60% van de EV-ongevallen van turbinehelikopters afkomstig is van vier grote landen: Verenigd Koninkrijk, Frankrijk, Duitsland en Italië. Figuur 5-1 geeft een verdeling van de EV-ongevallen over verschillende landen.



Figuur 5-1: Verdeling EV-ongevallen turbinehelikopters voor de WE-19 regio voor de periode 2005-2023, uitgezonderd de jaren 2020 en 2021

Tabel 5-1 presenteert de aantallen ongevallen per helikoptercategorie. De dataset laat zien dat Single Engine Turbine helikopters bijna twee keer zoveel EV-ongevallen hebben als de Multi Engine Turbine helikopters. Verder is te zien dat er meer ongevallen zijn gebeurd tijdens de Arrival-fase dan de Departure-fase.

Tabel 5-1: Aantal externe-veiligheidsongevallen per helikoptercategorie in WE-19 regio

| Ongevaltype | Single Engine Turbine | Multi Engine Turbine |
|---------------|-----------------------|----------------------|
| Departure | 32 | 8 |
| Arrival | 41 | 21 |
| Totaal | 73 | 29 |

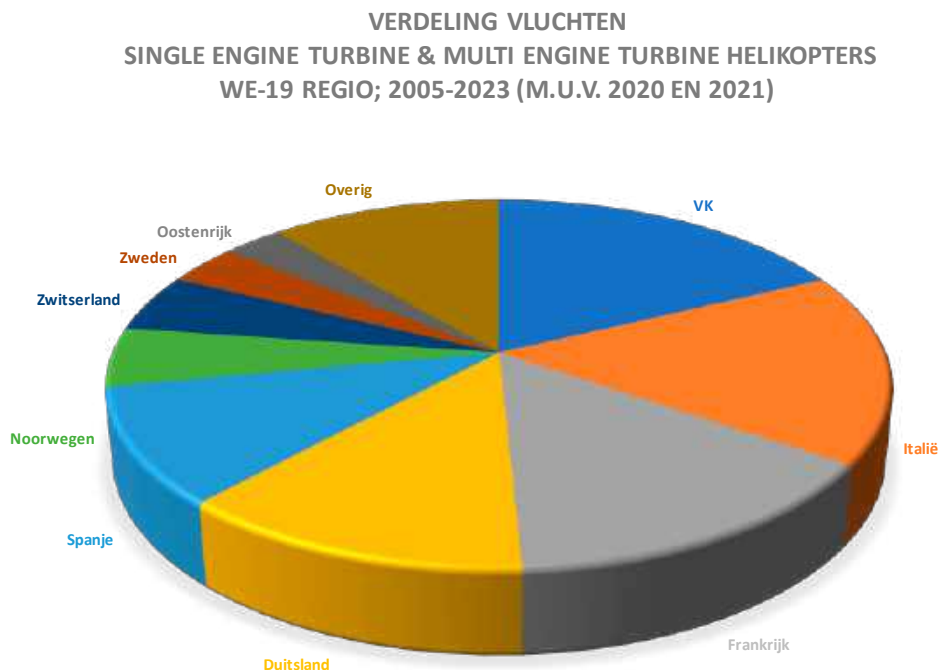
Tabel 5-2 presenteert een vergelijking tussen de nieuwe dataset bestaande uit gegevens van de totale periode 2005-2023 (met uitzondering van 2020 en 2021) en de dataset die eerder was gebruikt in de bepaling van EV-ongevalkansen voor helihaven. De cijfers laten zien dat de het aantal EV-ongevallen in de nieuwe dataset kleiner is dan in de oorspronkelijke eerdere dataset uit 2008. De onderliggende oorzaak is hier niet verder onderzocht.

Tabel 5-2: Vergelijking aantal externe-veiligheidsongevallen per helikoptercategorie

| Helikoptercategorie | Ongevaltype | Oorspronkelijk (1990-2004) | Geactualiseerd (2005-2023, m.u.v. 2020-2021) |
|-----------------------------|---------------|----------------------------|--|
| Single Engine Turbine (SET) | Departure | 56 | 32 |
| Single Engine Turbine (SET) | Arrival | 44 | 41 |
| Multi Engine Turbine (SET) | Departure | 17 | 8 |
| Multi Engine Turbine (SET) | Arrival | 26 | 21 |
| | Totaal | 143 | 102 |

5.2 Dataset vluchtaantallen turbinehelikopters

De vluchtaantallen van turbinehelikopters zijn verwerkt en geschat voor de landen uit de WE-19 regio. Figuur 5-2 geeft een verdeling weer van de vluchtaantallen. De figuur laat zien dat vijf landen (VK, Italië, Frankrijk, Duitsland en Spanje) verantwoordelijk zijn voor bijna 75% van het totaal.



Figuur 5-2: Verdeling vluchtaantallen turbinehelikopters voor de WE-19 regio voor de periode 2005-2023, uitgezonderd de jaren 2020 en 2021

Tabel 5-3 presenteert de vluchtaantallen per helikoptercategorie voor de WE-19 regio. In de periode 2005-2023 uitgezonderd de jaren 2020 en 2021, met een tijdspanne van 17 jaren, zijn bijna 64,5 miljoen vluchten geaccumuleerd, waarvan 34,7 miljoen vluchten van Single Engine Turbine helikopters zijn en ongeveer 29,8 miljoen vluchten van Multi Engine Turbine helikopters.

Tabel 5-3: Aantal vluchten per helikoptercategorie in WE-19 regio

| Helikoptercategorie | Update (2005-2023, m.u.v. 2020-2021) |
|-----------------------|---|
| Single Engine Turbine | 34.714.978 |
| Multi Engine Turbine | 29.762.544 |
| Totaal | 64.477.522 |

Tabel 5-4 presenteert een vergelijking tussen de nieuwe dataset en de dataset van het oorspronkelijke model. De cijfers laten zien dat het aantal vluchten in de nieuwe dataset groter is dan de oorspronkelijke dataset anno 2008. Opvallend is te zien dat het aantal SET-vluchten in de nieuwe dataset kleiner is geworden terwijl het aantal MET-vluchten in de nieuwe dataset juist toeneemt. De onderliggende oorzaak is hier niet onderzocht.

Tabel 5-4: Vergelijking vluchtaantallen per helikoptercategorie

| Helikoptercategorie | Oorspronkelijk (1990-2004) | Update (2005-2023, m.u.v. 2020-2021) |
|-----------------------|-------------------------------|---|
| Single Engine Turbine | 37.789.000 | 34.714.978 |
| Multi Engine Turbine | 16.172.950 | 29.762.544 |
| Totaal | 53.961.950 | 64.477.522 |

6 Resultaten en bespreking

De resultaten van de actualisering EV-ongevalkansen voor turbinehelikopters worden gepresenteerd in dit hoofdstuk. Eerst worden de nieuw afgeleide ongevalkansen per helikoptercategorie gegeven. De geactualiseerde ongevalkansen worden vergeleken met de oorspronkelijke. Het hoofdstuk sluit af met een discussie over de ontwikkeling van helikopter-veiligheid sinds de opzet van het oorspronkelijke model.

6.1 Geactualiseerde EV-ongevalkansen turbinehelikopters

De EV-ongevalkansen per categorie turbinehelikopters worden bepaald met de volgende eenvoudige relatie:

$$\text{ongevalkans} = \frac{\# \text{Ongevallen}}{\# \text{Vluchten}}$$

De ongevalkans is berekend als een ratio tussen het aantal ongevallen en het aantal vluchten voor een periode.

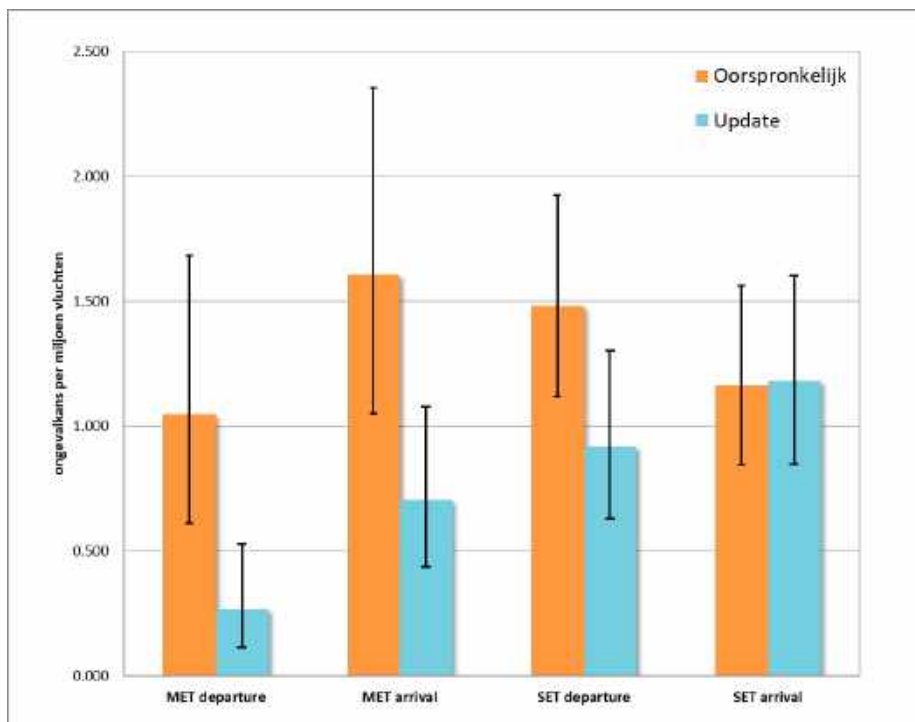
Tabel 6-1 geven per helikoptercategorie de ongevalkansen de nieuwe (geactualiseerde) dataset. De kansen zijn uitgedrukt in per miljoen vluchten. Ter vergelijking worden de ongevalkansen van oorspronkelijke dataset gepresenteerd.

Tabel 6-1 : Ongevalkans (per miljoen vluchten) per ongevaltype en per categorie turbinehelikopters

| Helikoptercategorie | Ongevaltype | Oorspronkelijk | Geactualiseerd |
|-----------------------------|-------------|----------------|----------------|
| Single Engine Turbine (SET) | Departure | 1,482 | 0,922 |
| Single Engine Turbine (SET) | Arrival | 1,164 | 1,181 |
| Multi Engine Turbine (SET) | Departure | 1,051 | 0,269 |
| Multi Engine Turbine (SET) | Arrival | 1,608 | 0,706 |

Figuur 6-1 geeft grafisch de puntschattingen van ongevalkans weer inclusief de 95%-betrouwbaarheidsintervallen⁶. Uit de figuur en tabel is te zien dat geactualiseerde ongevalkansen in het algemeen kleiner zijn dan de oorspronkelijke ongevalkansen. Een uitzondering is de SET Arrival-ongevalkans: deze is nagenoeg gelijk aan de oorspronkelijke waarde.

⁶ Bepaling van het betrouwbaarheidsinterval is uitgevoerd volgens de methode van de NEN 1047 blad 4.6 (paragraaf 4.3.1) "Betrouwbaarheidsinterval voor een fractie". Deze methode maakt gebruik van een *F*-verdelingsfunctie.



Figuur 6-1: Ongevalkans (per miljoen vluchten) per EV-ongevaltype en helikoptercategorie met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval

Tabel 6-2 geeft de relatieve verschillen tussen de oorspronkelijke en de geactualiseerde ongevalkansen. De relatieve verschillen geven aan dat behalve de SET Arrival, de ongevalkansen van overige combinaties ongevaltype en helikoptercategorie afgenomen zijn. De afname bedraagt tussen de -38% en -74%.

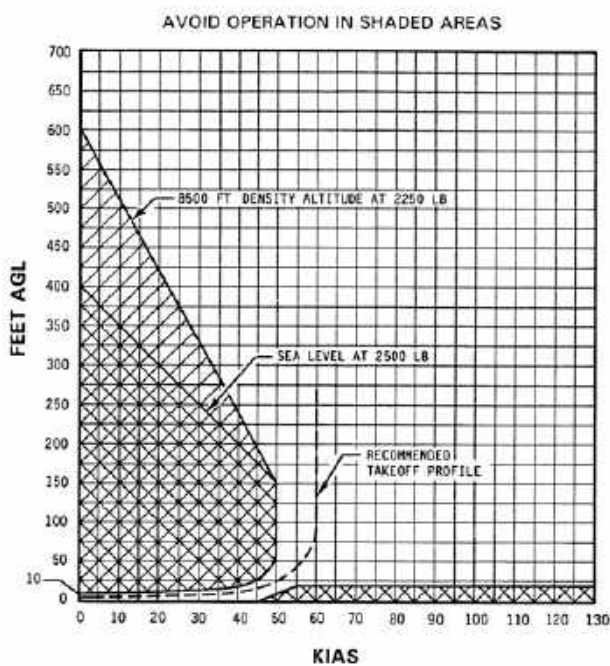
Tabel 6-2 : Ongevalkans (per miljoen vluchten) per ongevaltype en categorie turbinehelikopters, en relatief verschil

| Helikoptercategorie | Ongevaltype | Oorspronkelijk | Geactualiseerd | Relatief verschil |
|-----------------------------|-------------|----------------|----------------|-------------------|
| Single Engine Turbine (SET) | Departure | 1,482 | 0,922 | -38% |
| Single Engine Turbine (SET) | Arrival | 1,164 | 1,181 | +1% |
| Multi Engine Turbine (SET) | Departure | 1,051 | 0,269 | -74% |
| Multi Engine Turbine (SET) | Arrival | 1,608 | 0,706 | -56% |

Het feit dat SET Arrival ongevalkans niet afgenomen is kan worden verklaard als volgt. Motorstoringen met als resultaat het geheel wegvallen van het motorvermogen spelen een grote rol bij ongevallen met helikopters. Een motorstoring bij SET kan grotere gevolgen hebben dan bij MET (mits beide motoren niet tegelijkertijd falen). Wanneer de motor faalt bij een eenmotorige helikopter zal de vlieger een autorotatie noodlanding moeten uitvoeren. Daarvoor moet een helikopter genoeg hoogte en/of snelheid hebben om door de voorwaartse en opwaartse lucht de hoofdrotor en de gekoppelde staartrotor aan te drijven. Alleen dan kan de helikopter in een glijvlucht, veilig en gecontroleerd geland worden.

In Figuur 6-2 is een voorbeeld gegeven van een hoogte-snelheid diagram voor eenmotorige helikopter. Hierin staat het gebied aangegeven waarin de helikopter zou moeten opereren. Wanneer er een motorstoring zou optreden in het gearceerde gebied, dan is er geen mogelijkheid om de helikopter in een zodanige positie te brengen dat een veilige autorotatie glijvlucht uitgevoerd kan worden. Dit gebied is voornamelijk kritiek tijdens een naderingsmanoeuvre aangezien de voorwaartse snelheid op een zeker moment voor langere tijd laag is en de hoogte gering is in vergelijking

tot de start. Er is dus een grotere kans om tijdens de landing van een helikopter in het gebied te komen waarin een glijvlucht na een motorstoring niet meer mogelijk is. Deze situatie is veel minder waarschijnlijk tijdens de start aangezien er dan eerst snelheid wordt opgebouwd op geringe hoogte alvorens te klimmen. Het bovenstaande scenario geldt ook wanneer beide motoren zouden falen bij een tweemotorige helikopter. Echter de kans dat beide motoren gelijktijdig falen is vele malen kleiner⁷. Wanneer er één motor zou falen, dan kan een tweemotorige helikopter meestal nog steeds veilig vliegen. De kans op een motorstoring is niet heel veel veranderd in de loop der jaren wat een verklaring kan zijn voor het feit dat voor eenmotorige helikopters de kans op een EV-ongeval tijdens de landing niet is verbeterd.



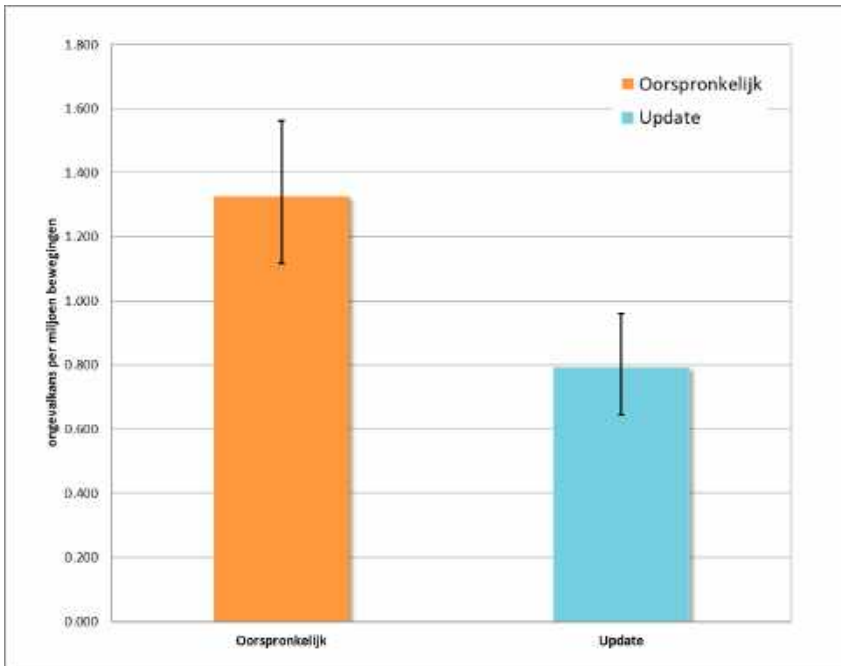
Figuur 6-2: Voorbeeld hoogte-snelheid diagram voor eenmotorige helikopter

Verskil in veiligheidsniveau

Om te bepalen of een verschil in ongevalkansen tussen verschillende categorieën berust op toeval of niet, kan gebruik worden gemaakt van een statistische toets (ook toets van hypothese genoemd). Dat kan bijvoorbeeld door het bepalen van een p -waarde of door het onderling vergelijken van de 95%-betrouwbaarheidsintervallen. De genoemde methodes kunnen ook toegepast worden om te kijken of de veiligheidsniveaus verschillen tussen de periode 1990-2004 (oorspronkelijk model) en de periode 2005-2023 met uitzondering van 2020 en 2021 (geactualiseerd model). Figuur 6-3 laat een vergelijking zien tussen de totale ongevalkansen⁸ van de “departure en arrival ongevallen” van turbinehelikopters voor de twee periodes, inclusief de 95%-betrouwbaarheidsintervallen. De onderlinge vergelijking van de 95%-betrouwbaarheidsintervallen toont aan dat er een statistisch significant verschil is tussen de totale ongevalkansen van die twee periodes.

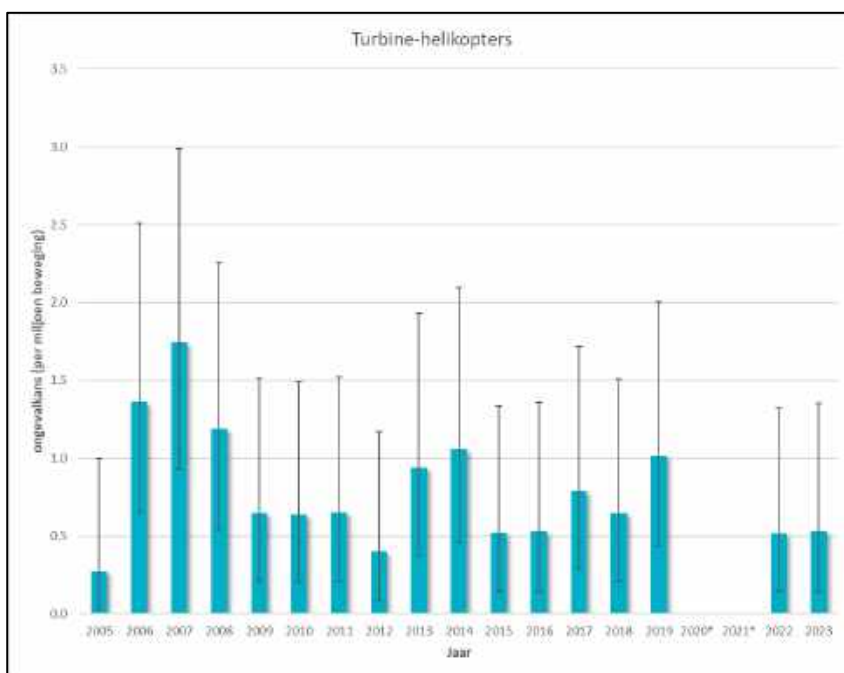
⁷ Als de kans op het falen van een motor gelijk is aan p dan is de kans dat een motor faalt op een tweemotorige helikopter de som van de faalkansen van de individuele motoren, dus $2p$. De kans dat twee motoren gelijktijdig falen is gelijk aan p^2 , onder de aanname dat de motorstoring niet veroorzaakt wordt door ‘common-cause failure’. De verhouding tussen de kansen is dan $2p / p^2$ wat gelijk is aan $2/p$. De kans op een geheel verliezen van al het motor vermogen voor een MET helikopter is dus $2/p$ groter dan het verliezen van het vermogen van één motor van een MET helikopter. In vergelijking tot de SET is kans op het verliezen van al het vermogen $1/p$ keer groter met een SET helikopter dan met een MET helikopter.

⁸ De totale ongevalkansen van arrival en departure ongevallen samen is uitgedrukt in kans per beweging.



Figuur 6-3: Vergelijking totale ongevalkans turbinehelikopters (uitgedrukt per miljoen *bewegingen*) tussen oorspronkelijk model (periode 1990-2004) en geactualiseerd model (periode 2005-2023, m.u.v. 2020 en 2021)

Uit de vorige vergelijking is gebleken dat er verschil is tussen twee blokken periodes: 1990-2004 en 2005-2023 m.u.v. 2020 en 2021. Binnen de geactualiseerde dataset is ook gekeken of er sprake is van een veiligheidsverbetering in de loop van jaren. Een beknopte trendanalyse van de totale ongevalkansen per jaar van turbinehelikopters is uitgevoerd. Figuur 6-4 laat zien dat de kansen per jaar met bijbehorende 95%-betrouwbaarheidsintervallen nauwelijks verschillen van elkaar. Er is dus geen sprake van een (dalende) trend in de ongevalkansen per jaar in de periode 2005-2023 exclusief 2020-2021.



Figuur 6-4: Trendanalyse van ongevalkansen (per miljoen bewegingen) turbinehelikopters per jaar inclusief de 95%-betrouwbaarheidsintervallen. (*) Jaar 2020 en 2021 zijn niet beschouwd vanwege Covid-19 periode

Verbetering in veiligheid in helikopteroperaties

Waarom is er een verschil tussen de totale ongevalkans van de twee periodes: 1990-2004 versus 2005-2023 uitgezonderd 2020-2021 ?

De eerste mogelijke verklaring is het gebruik van nieuwere generatie helikopters met motoren met hogere betrouwbaarheid. Er is al waargenomen bij het commercieel verkeer met vastevleugelvliegtuigen dat het gebruik van nieuwste generatie vliegtuigen tot hogere veiligheid (dus kleinere ongevalkans) leidt. Ook het gebruik van nieuw technologisch systeem heeft bijgedragen aan hogere veiligheid. In de afgelopen jaren is het Enhanced Ground Proximity Warning System (EGPWS) beschikbaar als Class A⁹ Helicopter Terrain Awareness Warning System (HTAWS) (Ref. 5). Zo'n systeem is reeds geïnstalleerd en toegepast in een aantal helikoptertypes. EGPWS/TAWS wordt reeds gebruikt in vastevleugelvliegtuigen en kan CFIT-ongevallen helpen voorkomen. Naar analogie, als een helikopter uitgerust is met een HTAWS wordt de kans op een CFIT-ongeval verkleind.

De tweede mogelijke verklaring is als volgt. Ten tijde van de ontwikkeling van het externe-veiligheidsmodel voor helihavens was binnen het Europese kader een programma opgezet met het doel om de Europese luchtvaartveiligheid te verbeteren. Het programma heet 'European Strategic Safety Initiative' (ESSI) en behelst ook de European Helicopter Safety Team (EHST) die zich specifiek met de veiligheid van helikopteroperaties bezighoudt (zie tekstkader verderop).

De promotie van veiligheid door de introductie van Veiligheidsmanagementsysteem (Safety Management System, SMS), verschillende training en risk assessment toolkits, inspectie door autoriteiten, verbeterd onderhoud, training, de toegenomen aandacht op menselijke factoren ('human performance') hebben bijgedragen aan verdere verbetering van de veiligheid van helikopteroperaties in Europa. De combinatie van deze factoren resulteert in een kleinere kans op externe-veiligheidsongevallen.

European Helicopter Safety Team (EHST) en EASA Rotorcraft Safety

De EHST is één van de drie onderdelen van de European Strategic Safety Initiative (ESSI), een tienjarig programma dat gestart was in 2006 met het doel om de veiligheid van de Europese luchtvaart te verbeteren. Die andere twee onderdelen van het ESSI-programma zijn gewijd aan de commerciële luchtvaart en fixed-wing kleine luchtvaart (General Aviation). Het programma was een samenwerking tussen onder andere EASA, nationale luchtvaartautoriteiten in Europa, fabrikanten, operators, luchtvaartverenigingen en onderzoeksinstituten.

Vanuit het EHST zijn twee werkgroepen gecreëerd met een eigen werkproces en doelen.

- De eerste is European Helicopter Safety Analysis Team (EHSAT). Deze analyseert de helikopterongevallen en incidenten en doet aanbevelingen voor interventie ('Intervention Recommendations').
- De tweede werkgroep, die pas in 2009 was opgezet, is de European Helicopter Safety Implementation Team (EHSIT). Deze maakt gebruik van de analyses en de aanbevelingen voor interventie om de veiligheidsverbetering door middel van strategieën en actieplannen te ontwikkelen.

Gedurende het ESSI-programma zijn diverse toolkits ontwikkeld en uitgebracht. Deze zijn gericht op de operatie en het veiligheidsmanagementsysteem (Safety Management System, SMS), waaronder handboeken voor instructeurs, promotiematerialen als Leaflets. Daarnaast zijn er rapporten met analyses van ongevallen en incidenten geproduceerd om de sector in Europa (de operators, piloten, fabrikanten, 'communities', enz.) te helpen een hoger veiligheidsniveau te bereiken en waarborgen.

Het ESSI-programma is in 2016 beëindigd. Diverse onderdelen daarvan zijn overgegaan naar EASA die deze taken nu beheert. EASA publiceert jaarlijks de zogenaamde Annual Safety Review (ASR) en European Plan for Aviation Safety (EPAS). 'Rotorcraft Safety', helikopterveiligheid, blijft een belangrijk aandachtsgebied binnen deze initiatieven.

⁹ Class A Helicopter TAWS zijn toegepast in de offshore-commercieel passagierstransport helikopters en in HEMS operaties.

6.2 Helikopteroperaties in Nederland

Tot dusverre zijn de ongevalkansen geactualiseerd voor turbinehelikopters. Niet alleen helihavens en/of luchthavens waar veel turbinehelikopters operaties zijn worden hierdoor beïnvloed, maar ook ziekenhuizen waar trauma- en ambulancehelikopters (met Eurocopter EC 135/H135 en Airbus H145) aandoen.

Om inzicht te krijgen van de helikopteroperaties op Nederlandse vliegvelden is er gekeken naar het gerealiseerd helikopterverkeer van drie typen civiele luchthavens: luchthaven Schiphol, regionale luchthavens (gedefinieerd als overige burgerluchthavens van nationale betekenis), kleine velden (overige burgerluchthavens van regionale betekenis). Daarnaast wordt het helikopterverkeer van Den Helder Airport, de exploitant van het civiel medegebruik van Marine Vliegkamp de Kooy, beschouwd.

Luchthaven Schiphol

Voor Schiphol is gekeken naar geselecteerde jaartallen: 2010, 2012, 2014, 2016 en 2018. Uit de gegevens van het helikopterverkeer is naar voren gekomen dat het merendeel uit het verkeer met Multi Engine Turbine helikopters bestaat (98% of meer). Het meest gebruikte helikoptertype is Eurocopter EC 135 (ICAO type: EC35) van politie en Lifeliner (traumahelikopter).

Regionale luchthavens exclusief Lelystad

Voor de regionale luchthavens zijn Maastricht-Aachen Airport, Groningen-Eelde Airport en Rotterdam-The Hague airport beschouwd. Hiervoor zijn verkeersgegevens van de periode 2010-2019 gebruikt. Figuur 6-5 toont de procentuele verdeling van de verschillende helikoptercategorieën. Het merendeel van het helikopterverkeer bestaat uit bewegingen van Multi Engine Turbine helikopters (meer dan 80% in 2019). Het aandeel verkeer met eenmotorige helikopters is niet groot. Voor zuigermotorige helikopters (Single Engine Piston) is dat slechts 10% (in 2019) en het aandeel van eenmotorige turbinehelikopters (Single Engine Turbine) is ongeveer 5% (in 2019). Kortom, het aandeel met eenmotorige helikopters (zuiger of turbine) is niet groot.

Kleine velden

De kleine velden behelzen luchthavens Ameland, Budel, Drachten, Hoogeveen, Hilversum, Midden-Zeeland, Seppe, Teuge en Texel. Luchthaven Oostwold is niet meegenomen vanwege onvolledige informatie.

Figuur 6-6 presenteert de procentuele verdeling van de verschillende helikoptercategorieën. Uit de figuur is te zien dat 80% (2019) van het helikopterverkeer uit het verkeer met eenmotorige helikopters (zuigermotor en turbinemotor) bestaat. De cijfers van 2019 laten zien dat zuigermotorige helikopters (SEP) en eenmotorige turbinehelikopters (SET) ongeveer een even groot aandeel hebben. De bewegingen van Multi Engine Turbine (MET) helikopters vormen een vijfde van het verkeer.

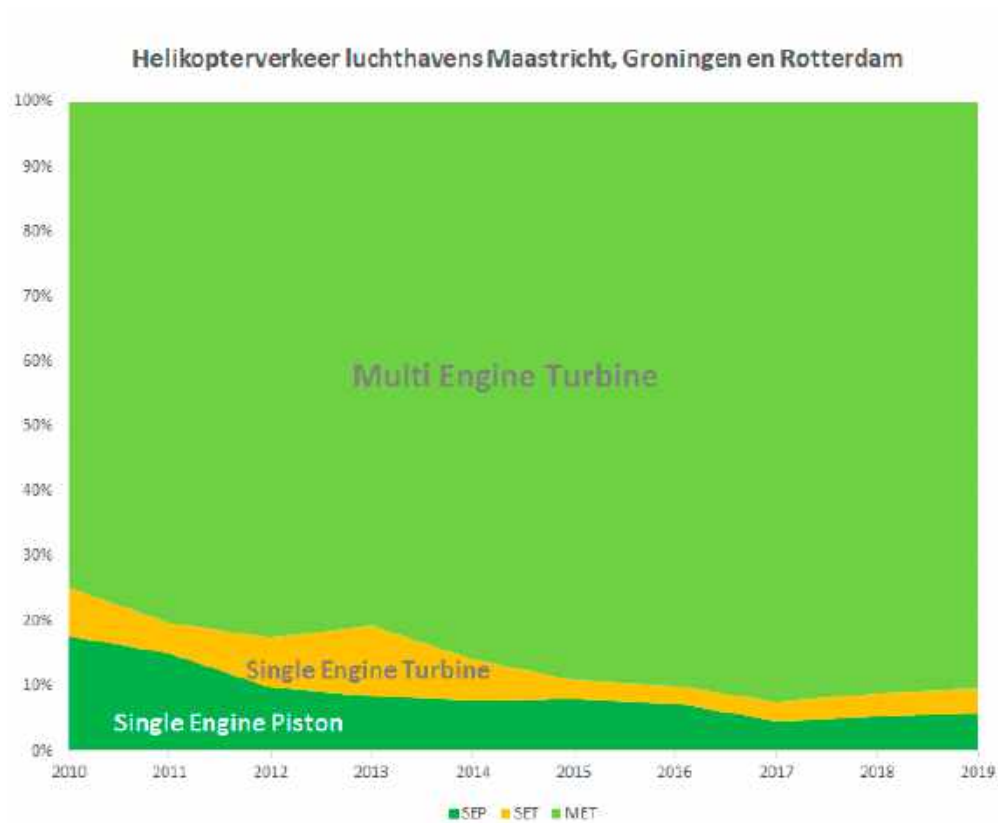
Luchthaven Lelystad

Luchthaven Lelystad is separaat behandeld omdat het verkeersaanbod nogal afwijkt van andere regionale luchthavens (Maastricht-Aachen, Groningen-Eelde en Rotterdam-The Hague). Op de luchthaven wordt veel recreatief verkeer en lesverkeer uitgevoerd. Figuur 6-7 geeft de procentuele verdeling van de verschillende helikoptercategorieën weer. Hieruit is te zien dat eenmotorige helikopters (zuigermotor en turbinemotor) een belangrijk aandeel vormen van het helikopterverkeer (> 85% in 2019). Het aandeel zuigermotorige helikopters (Single Engine Piston) is veruit het grootste, circa 70% in 2019.

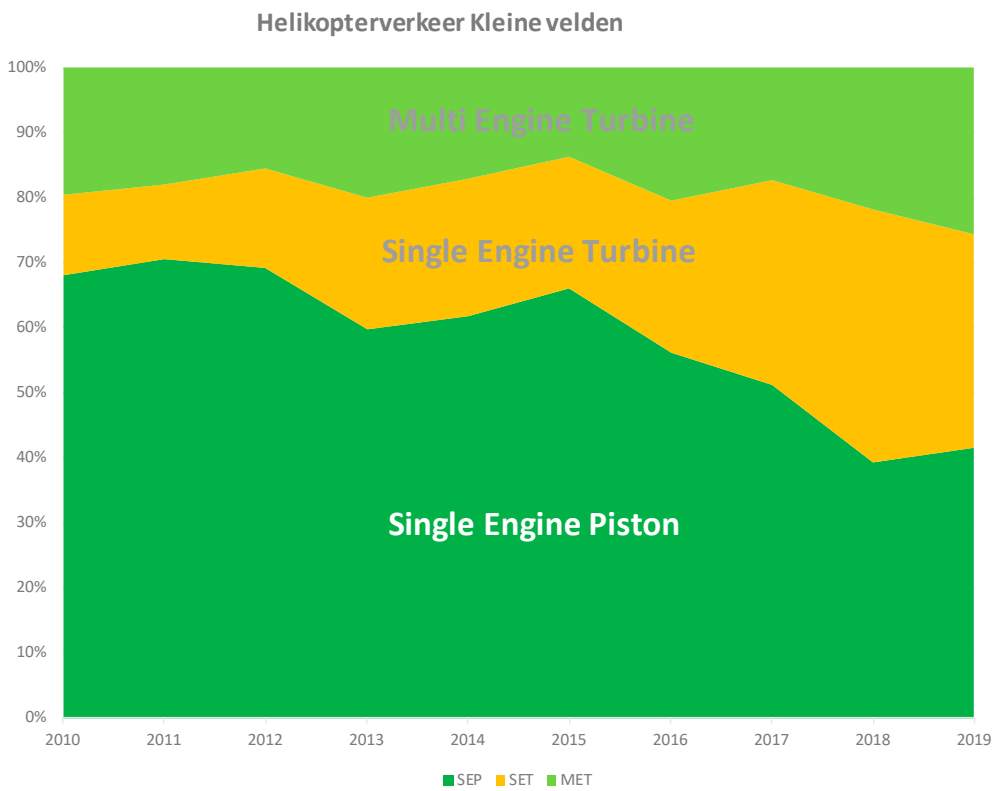
Qua verdeling helikopterverkeer lijkt Lelystad juist meer op de kleine velden. Hierdoor is Lelystad duidelijk anders dan andere drie regionale luchthavens.

Den Helder Airport

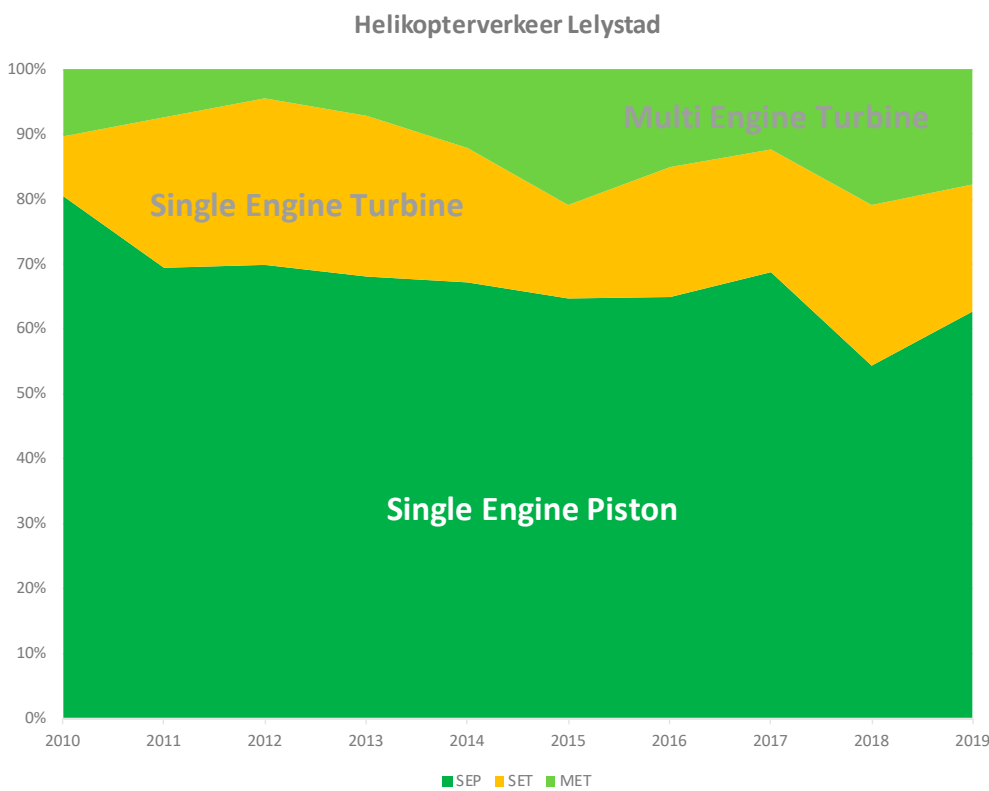
Op Maritiem Vliegkamp de Kooy is civiel medegebruik mogelijk en de exploitant van het civiel verkeer is Den Helder Airport. Offshore helikoptertransport – het vervoer van personeel en vracht per helikopter naar de offshore olie- en boorplatforms - vormt een belangrijk aandeel op Den Helder. De cijfers van de periode 2010-2019 laten zien dat 99% van het helikoptertransport tot Multi Engine Turbine helikopters behoort. De veelvoorkomende MET helikoptertypes zijn de Agusta-Westland AW139, Aerospaiale AS32/65 series, Eurocopter EC55/75 series en Sikorsky helikopters.



Figuur 6-5: Procentuele verdeling van drie helikoptercategorieën (SEP, SET en MET) voor luchthaven Maastricht, Groningen en Rotterdam



Figuur 6-6: Procentuele verdeling van drie helikoptercategorieën (SEP, SET en MET) voor kleine velden



Figuur 6-7: Procentuele verdeling van drie helikoptercategorieën (SEP, SET en MET) voor luchthaven Lelystad

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

In dit onderzoek zijn de ongevalkansen van turbinehelikopters die worden toegepast in de wettelijke berekeningen van externe-veiligheidsrisico's voor helihavens geactualiseerd (zie Tabel 7-1). In de actualisatie zijn recente gegevens van ongevallen en vluchtaantallen gebruikt van Westerse helikopters geselecteerd uit 19-tal West Europese landen voor de periode 2005-2019 & 2022-2023. Vanwege de corona-pandemie zijn de jaren 2020 en 2021 niet representatief voor het volume van het normale luchtverkeer en daarom worden de gegevens van die twee jaren uitgesloten.

Tabel 7-1: Geactualiseerde ongevalkansen (per miljoen vluchten) per ongevaltype en per categorie turbinehelikopters

| Helikoptercategorie | Ongevaltype | Ongevalkans |
|-----------------------------|-------------|-------------|
| Single Engine Turbine (SET) | Departure | 0,922 |
| Single Engine Turbine (SET) | Arrival | 1,181 |
| Multi Engine Turbine (SET) | Departure | 0,269 |
| Multi Engine Turbine (SET) | Arrival | 0,706 |

Door het ontbreken van of de beperkte informatie over het gebruiksdoel van de helikopters in de gegevens van het aantal vluchten is het niet mogelijk om de helikopters in te delen in verschillende gebruikscategorieën.

De ongevalkansen kunnen alleen worden ingedeeld naar de helikoptercategorieën (SET en MET) en naar de type ongevallen (Departure en Arrival).

De geactualiseerde EV-ongevalkansen zijn in vergelijking met de oorspronkelijke modellering kleiner. De verklaringen hiervoor zijn:

- het gebruik van nieuwe generatie helikopters waarbij de betrouwbaarheid van de motoren steeds hoger wordt, en het gebruik van technisch systeem als HTAWS dat een hogere veiligheid bijdraagt;
- het Europese programma voor helikopter veiligheid met aandacht voor veiligheids promotie door het verplichte veiligheidsmanagementsysteem, ontwikkeling en gebruik van training toolkits, betere inspecties, en verbeteringen door analyse van incidenten/ongevallen en ongevalsrapportages.

7.2 Aanbevelingen

Er wordt voorgesteld om op termijn de geactualiseerde ongevalkansen te introduceren voor gebruik in de berekening van externe veiligheidsrisico's. De geactualiseerde ongevalkansen zijn geschikt voor:

1. Overige burgerluchthavens – de luchthavens van nationale betekenis en de luchthavens van regionale betekenis – waar helikopter verkeer aanwezig is;
2. Luchthaven schiphol indien risico's ten gevolge van het helikopter verkeer een onderdeel wordt van de berekening; en
3. Heliterreinen en ziekenhuizen waar verkeer van turbinehelikopters voorkomt.

Hiervoor dienen de ongevalkansen zoals opgenomen in de bijlage 2 van Rbl, tabel 7, onderdeel 4.1 Ongevalkans, te worden vervangen door de gewijzigde waarden zoals gepresenteerd in Tabel 7-1 hierboven. Opgemerkt wordt dat alleen de waarden van ongevalkansen voor SET en MET helikopters worden gewijzigd.

De nieuwe modelparameters mogen alleen met de toestemming van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat toegepast worden in de officiële externe-veiligheidsberekeningen in het kader van m.e.r.-studies, Luchthavenverkeersbesluit (Schiphol), en luchthavenbesluiten burgerluchthavens.

Verder geeft het onderzoek inzicht in het helikopterverkeer op de kleine velden en luchthaven Lelystad. Het helikopterverkeer van deze luchthavens wordt vooral bepaald door de zuigermotorige helikopters (Single Engine Piston, SEP). Voorgesteld wordt dat de ongevalkansen van dit type helikopters op termijn worden geactualiseerd met recentere gegevens.

Min. IenW zou naar beleidsbehoefte ook kunnen overwegen de ongevallocaties en ongevalgevolgen van helikopters op termijn te laten actualiseren aangezien de onderliggende gegevens van deze twee modelonderdelen van het EV-model voor helihavens gedateerd zijn.

8 Referenties

1. A model to calculate third party risk due to civil helicopter traffic at heliports, With the focus on inland heliports in the Netherlands, NLR-CR-2007-003, NLR, December 2008.
2. Review Nederlandse rekenmethode externe veiligheid luchtvaart, de overdraagbaarheid en wetenschappelijke waarde”, RIVM-rapport 2023-0331, RIVM, juli 2023.
3. Special Condition for small-category VTOL aircraft, SC-VTOL-01, Issue 1, EASA, 2 July 2019.
4. Introduction of a regulatory framework for the operation of drones — Enabling innovative air mobility with manned VTOL-capable aircraft, the IAW of UAS subject to certification, and the CAW of those UAS operated in the 'specific' category, NPA 2022-06, EASA, 30 June 2022.
5. Report for UK Civil Aviation Authority on Class A Terrain Awareness Warning System (TAWS) for Offshore Helicopter Operations, Prepared by Peter Clapp (flightdatapeople.com) and David Howson (UK CAA), FDP-CAA-Report 150922, April 2017.

Appendix A EV-ongevallen turbine helikopters

Deze appendix geeft een overzicht (in het Engels) van de EV-ongevallen turbinehelikopters uit de landen van WE-19 regio voor de periode 2005-2023 met uitzondering van 2020 en 2021.

| Datum | Land | Fabrikant (model and type) | ICAO type | categorie | Registratie | EV_ongeval |
|------------|-------------|------------------------------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| 11-03-2005 | Germany | MD Helicopters | EXPL | MET | D-HITH | departure |
| 08-05-2005 | UK | Airbus Helicopters | GAZL | SET | F-GJSL | arrival |
| 02-01-2006 | UK | MD Helicopters | H500 | SET | G-LINC | arrival |
| 11-01-2006 | Ireland | Leonardo (AgustaWestland) | A109 | MET | N745HA | arrival |
| 05-04-2006 | UK | Agusta-Bell AB 206B | B06 | SET | G-GLSS | arrival |
| 10-04-2006 | Austria | McDonnell Douglas MD 520N | MD52 | SET | OE-XKI | departure |
| 01-05-2006 | Austria | Airbus Helicopters | EC35 | MET | OE-XEH | arrival |
| 27-05-2006 | Italy | Airbus Helicopters | LAMA | SET | I-MROS | departure |
| 09-06-2006 | UK | MD Helicopters | H500 | SET | G-ORRR | arrival |
| 16-07-2006 | UK | Bell | B06 | SET | G-NEWS | arrival |
| 09-10-2006 | UK | Agusta A109A Hirundo | A109 | MET | G-DNHI | arrival |
| 13-12-2006 | Ireland | MBB Bo 105DB | B105 | MET | EI-BLD | arrival |
| 12-03-2007 | Spain | Bell | B412 | MET | EC-HXX | arrival |
| 07-04-2007 | UK | Airbus Helicopters | AS55 | MET | G-CAMB | departure |
| 01-05-2007 | UK | Airbus Helicopters | AS55 | MET | G-BYPA | arrival |
| 03-05-2007 | Austria | Aérospatiale AS 350B1 Ecureuil | AS50 | SET | OE-BXN | arrival |
| 25-06-2007 | France | Airbus Helicopters | AS50 | SET | F-GPHE | arrival |
| 11-07-2007 | UK | Enstrom | EN48 | SET | N480KP | arrival |
| 05-08-2007 | Belgium | Eurocopter AS 350BA | AS50 | SET | OO-HCW | arrival |
| 02-09-2007 | Belgium | Leonardo (Agusta-Bell) | B06 | SET | OO-ACR | departure |
| 15-09-2007 | UK | Eurocopter AS 350B2 Squirrel | AS50 | SET | G-CBHL | arrival |
| 31-10-2007 | Austria | MD Helicopters | EXPL | MET | OE-XAD | arrival |
| 09-11-2007 | Germany | Airbus Helicopters | AS50 | SET | D-HAUM | departure |
| 14-11-2007 | Germany | MD Helicopters | EXPL | MET | D-HPNB | arrival |
| 20-11-2007 | UK | Eurocopter AS 332L2 Super Puma Mk2 | AS3B | MET | G-CHCF | departure |
| 26-01-2008 | UK | Airbus Helicopters | GAZL | SET | YU-HEW | departure |
| 29-01-2008 | Germany | Eurocopter EC 120B Colibri | EC20 | SET | D-HSHB | arrival |
| 30-03-2008 | Italy | Airbus Helicopters | ALO2 | SET | I-GKBM | departure |
| 23-06-2008 | Switzerland | Leonardo (AgustaWestland) | A109 | MET | HB-XWJ | arrival |
| 11-07-2008 | France | Aerospatiale AS 350B2 | AS50 | SET | F-GFZC | arrival |
| 26-07-2008 | Germany | Bell | B06 | SET | D-HOPY | departure |
| 24-09-2008 | Norway | Bell | B06 | SET | LN-OAR | departure |
| 23-11-2008 | Belgium | Airbus Helicopters | AS55 | MET | OO-HSB | departure |
| 18-12-2008 | Monaco | Leonardo (AgustaWestland) | A109 | MET | F-GXDF | departure |
| 09-01-2009 | Sweden | Airbus Helicopters | AS50 | SET | SE-JKF | arrival |
| 13-01-2009 | UK | Agusta A109A II | A109 | MET | N745HA | arrival |
| 18-02-2009 | France | Airbus Helicopters | AS50 | SET | F-GMBH | departure |

| Datum | Land | Fabrikant (model and type) | ICAO type | categorie | Registratie | EV_ongeval |
|------------|-------------|------------------------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| 04-04-2009 | Germany | Hughes 500C (369HS) | H500 | SET | D-HMRG | departure |
| 19-06-2009 | Germany | Airbus Helicopters | EC20 | SET | D-HRGB | arrival |
| 02-04-2010 | Netherlands | Airbus Helicopters | EC20 | SET | EC-KYR | departure |
| 23-05-2010 | Spain | Eurocopter AS 350B3 Écureuil | AS50 | SET | EC-LBF | departure |
| 05-06-2010 | Switzerland | Airbus Helicopters | LAMA | SET | HB-XND | arrival |
| 17-07-2010 | Sweden | MD Helicopters | H500 | SET | SE-HRK | arrival |
| 31-07-2010 | France | Airbus Helicopters | AS50 | SET | F-GKBF | arrival |
| 20-03-2011 | Italy | Bell | B06 | SET | I-ETBR | departure |
| 20-05-2011 | France | Leonardo (AgustaWestland) | A109 | MET | F-GLIE | arrival |
| 10-06-2011 | France | Bell | B06 | SET | F-GLUP | arrival |
| 12-06-2011 | France | Bell | B06 | SET | F-GHST | arrival |
| 18-06-2011 | Spain | Leonardo (PZL-Swidnik) | W3 | MET | SP-SUI | departure |
| 15-01-2012 | Germany | Fairchild-Hiller | FH11 | SET | N63HZ | arrival |
| 22-08-2012 | France | MD Helicopters | H500 | SET | F-GHLF | arrival |
| 29-12-2012 | Germany | Airbus Helicopters | AS50 | SET | D-HAIE | departure |
| 16-01-2013 | UK | Leonardo (AgustaWestland) | A109 | MET | G-CRST | arrival |
| 02-06-2013 | Greece | Leonardo (AgustaWestland) | A109 | MET | N101YS | arrival |
| 19-06-2013 | UK | Airbus Helicopters | AS50 | SET | G-ECUK | arrival |
| 23-08-2013 | UK | Airbus Helicopters | AS32 | MET | G-WNSB | arrival |
| 14-10-2013 | France | Eurocopter EC 130B4 | EC30 | SET | F-HAJJ | departure |
| 29-11-2013 | UK | Airbus Helicopters | EC35 | MET | G-SPAO | arrival |
| 12-12-2013 | Finland | Airbus Helicopters | AS50 | SET | OH-HKE | departure |
| 27-01-2014 | UK | MD Helicopters | H500 | SET | G-CCUO | departure |
| 24-02-2014 | Spain | Airbus Helicopters | AS55 | MET | EC-FTX | arrival |
| 13-03-2014 | UK | Leonardo (AgustaWestland) | A139 | MET | G-LBAL | departure |
| 22-06-2014 | Switzerland | Agusta A109SP | A109 | MET | HB-ZRU | arrival |
| 24-06-2014 | Norway | Airbus Helicopters | AS50 | SET | LN-OSY | departure |
| 25-07-2014 | France | Airbus Helicopters | EC20 | SET | F-GMHZ | arrival |
| 21-09-2014 | Italy | Airbus Helicopters | LAMA | SET | I-PITO | arrival |
| 02-10-2014 | France | Airbus Helicopters | EC30 | SET | HB-ZJC | arrival |
| 26-02-2015 | Switzerland | Leonardo (AgustaWestland) | A109 | MET | HB-ZRV | arrival |
| 04-08-2015 | France | Hughes 369HS | H500 | SET | D-HBRM | arrival |
| 12-09-2015 | UK | Robinson | R66 | SET | G-LROK | departure |
| 24-10-2015 | France | Airbus Helicopters | EC30 | SET | F-GOLH | departure |
| 10-02-2016 | UK | Bell | B06 | SET | G-OAMI | departure |
| 21-05-2016 | Italy | Airbus Helicopters | AS50 | SET | I-CMSZ | arrival |
| 01-07-2016 | France | Airbus Helicopters | EC20 | SET | F-GVTA | arrival |
| 21-12-2016 | Italy | Airbus Helicopters | AS50 | SET | I-ELTE | arrival |
| 14-03-2017 | Ireland | Sikorsky | S92 | MET | EI-ICR | arrival |
| 15-03-2017 | France | Bell | B06 | SET | F-GPPH | arrival |
| 24-03-2017 | UK | MD Helicopters | H500 | SET | G-MRRR | arrival |
| 05-05-2017 | UK | Airbus Helicopters | AS50 | SET | G-MATH | arrival |
| 24-05-2017 | Austria | Bell | HUCO | SET | N11FX | arrival |

| Datum | Land | Fabrikant (model and type) | ICAO type | categorie | Registratie | EV_ongeval |
|------------|----------|------------------------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| 26-09-2017 | Sweden | MD Helicopters | H500 | SET | SE-JVI | departure |
| 02-04-2018 | Germany | Bell | B06 | SET | D-HHNC | arrival |
| 25-05-2018 | Norway | Airbus Helicopters | EC20 | SET | LN-OTO | arrival |
| 05-09-2018 | Belgium | Aérospatiale SA341G Gazelle | GAZL | SET | N505HA | departure |
| 17-09-2018 | Austria | Leonardo (Agusta-Bell) | B06 | SET | OE-XBS | arrival |
| 30-09-2018 | Austria | Bell 206B Jet Ranger III | B06 | SET | OE-XHY | arrival |
| 25-06-2019 | UK | Airbus Helicopters | EC20 | SET | G-RCNB | departure |
| 10-08-2019 | Sweden | Bell | B06 | SET | SE-JOA | departure |
| 20-08-2019 | Greece | Agusta A109C | A109 | MET | SX-HTO | departure |
| 04-09-2019 | Portugal | Airbus Helicopters | AS50 | SET | D-HAUE | departure |
| 03-10-2019 | Finland | Airbus Helicopters | EC20 | SET | OH-HJJ | departure |
| 30-10-2019 | Sweden | Leonardo (AgustaWestland) | A139 | MET | SE-JRM | arrival |
| 24-11-2019 | Germany | Fama' Helicopters Kiss 209M | K209 | SET | F-PPUB | departure |
| 04-12-2019 | Italy | Airbus Helicopters | AS50 | SET | I-BMBO | departure |
| 27-02-2022 | Italy | Airbus Helicopters | EC20 | SET | PH-OMM | arrival |
| 28-03-2022 | Spain | Airbus Helicopters | EC45 | MET | EC-MSD | arrival |
| 27-05-2022 | Italy | Airbus Helicopters | ALO2 | SET | I-PLLY | departure |
| 01-11-2022 | Norway | Eurocopter AS 350B3 Ecureuil | AS50 | SET | LN-OBP | departure |
| 07-01-2023 | Belgium | Airbus Helicopters | EC30 | SET | OO-PAT | departure |
| 11-02-2023 | UK | Bell | B06 | SET | G-CDGV | arrival |
| 19-07-2023 | France | Airbus Helicopters | EC20 | SET | F-HBKY | arrival |
| 28-07-2023 | Greece | Airbus Helicopters | EC30 | SET | TC-HMV | arrival |



Dedicated to innovation in aerospace

Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

Het onderzoekscentrum Koninklijke NLR werkt op objectieve en onafhankelijke wijze met zijn partners aan een betere wereld van morgen. NLR biedt daarbij innovatieve oplossingen en technische expertise en zorgt voor een sterke concurrentiepositie van het bedrijfsleven.

NLR is ruim 100 jaar een kennisorganisatie met de diepgewortelde wil om te blijven vernieuwen en zet zich in voor een duurzame, veilige, efficiënte en effectieve lucht- en ruimtevaart.

De combinatie van diepgaand inzicht in de klantbehoefte, multidisciplinaire expertise en toonaangevende onderzoeksfaciliteiten, maakt snel innoveren mogelijk. NLR vormt in binnen- en buitenland de spilfunctie tussen wetenschap, bedrijfsleven en overheid, en overbrugt de kloof tussen fundamenteel onderzoek en toepassingen in de praktijk. Daarnaast werkt NLR als Groot Technologisch Instituut ruim tien jaar in de TO2-federatie samen aan toegepast onderzoek in Nederland.

Vanuit de hoofdvestigingen in Amsterdam en Marknesse en twee satellietvestigingen, draagt NLR bij aan een veilige en duurzame maatschappij en werkt met partners in vele (defensie)programma's, onder andere aan complexe composieten constructies voor verkeersvliegtuigen en aan doelgericht gebruik van het F-35-jachtvliegtuig. Daarnaast geeft NLR invulling aan Nederlandse en Europese (klimaat)doelstellingen conform de Luchtvaartnota, de European Green Deal, Flightpath 2050 en door deelname aan programma's zoals 'Luchtvaart in Transitie', Clean Aviation, Clean Hydrogen en SESAR.

Voor meer informatie bezoek: www.nlr.nl

Postal address

PO Box 90502
1006 BM Amsterdam, The Netherlands
e) info@nlr.nl i) www.nlr.org

Royal NLR

Anthony Fokkerweg 2
1059 CM Amsterdam, The Netherlands
p) +31 88 511 3113

Voorsterweg 31
8316 PR Marknesse, The Netherlands
p) +31 88 511 4444