

8	302	LUXEMBURG	930
AZ	419	TURIN	935
LH	1122	NEAPEL	935
LH	1906	MADRID	935
LH	1022	STUTTGA RT HBF	935
AF	1701	LYON	940
AY	822	HEL SINKI	940
AA	071	STANCTSCO-DAYDAS	945
AF	743	PRIS	945
LH	1118	VENEDIG	945
DL	023	DALLAS	950
8	892	AMSTERDAM	950

20.174.02 • april 2021

Procedures afhankelijke start- en landingsbanen – conflict tussen missed approach en start

Bevindingen t.a.v. de lokale veiligheidsstudie

Procedures afhankelijke start- en landingsbanen – conflict tussen missed approach en start

Bevindingen t.a.v. de lokale veiligheidsstudie

Voor:

Inspectie Leefomgeving en Transport
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Postbus 16191
2500 BD Den Haag

Door:

To70
Postbus 85818
2508 CM Den Haag, Nederland
tel. +31 (0)70 3922 322
Email: info@to70.nl

██████████
██████████

Den Haag, april 2021

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Achtergrond/Context.....	4
1.2	Vraagstelling.....	4
1.3	Scope.....	4
1.4	Aanpak.....	4
1.5	Leeswijzer.....	4
2	NLR rapport.....	5
2.1	Aanleiding en opdrachtgever.....	5
2.2	Doelstelling.....	5
2.3	Scope.....	5
2.4	Aanpak.....	5
2.5	Beoordelingscriteria.....	6
2.6	Resultaten.....	6
3	Regelgeving.....	12
3.1	EU 1035/2011.....	12
3.2	EU 2017/373.....	13
4	OVV rapport.....	14
5	Bevindingen.....	16
5.1	Aannames NLR studie.....	16
5.2	Aannames in relatie tot regelgeving en inzichten OVV.....	17
5.3	Risico van een fataal ongeval.....	19
6	Conclusies.....	21
6.1	Algemeen.....	21
6.2	Deelvraag a: welke aannames zijn gedaan en zijn deze nog geldig?.....	21
6.3	Deelvraag b: hoe hield de studie rekening met het risico van een fataal ongeval?.....	22
7	Referenties.....	23

1 Inleiding

1.1 Achtergrond/Context

Het Operations Manual Schiphol Tower/Approach bevat de start- en landingsprocedures voor de afhandeling van het vliegverkeer van Schiphol. Eén van deze veiligheidsonderzoeken die ten grondslag heeft gelegen aan deze start- en landingsprocedures is het NLR onderzoek 'Safety Case Take-off and Landing Schiphol' uit 2013 dat gemaakt is in opdracht van de Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL).

In het NLR rapport is o.a. onderzoek gedaan naar de veiligheid van de procedures voor afhankelijk baangebruik waarbij er conflicten aanwezig zijn tussen een missed approach en een start. Naar aanleiding van de aanbevelingen in het onderzoek 'Verminderde separatie na doorstart' van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV) doet de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) onderzoek naar verdere verbeteringen van de veiligheid.

1.2 Vraagstelling

To70 is door ILT gevraagd om te beoordelen hoe in 2013 door NLR het lokale veiligheidsonderzoek van starts- en landingen op Schiphol is uitgevoerd. Daarbij zijn als deelvragen geformuleerd:

- Welke aannames zijn gedaan? Worden de aannames nog als geldig beschouwd in relatie tot de huidige regelgeving en inzichten zoals verwoord in het rapport van de OVV (OVV, 2020)?
- Op welke manier hield de lokale veiligheidsstudie rekening met het risico van een fataal ongeval?

1.3 Scope

De vraagstelling heeft uitsluitend betrekking op de procedures voor afhankelijke start- en landingsbanen op Schiphol, waarbij conflicten tussen missed approaches en starts kunnen ontstaan. De beoordeling is gedaan op het NLR rapport Safety Case Take-off and Landing Schiphol (NLR-CR-2013-519) (NLR, 2015).

1.4 Aanpak

Voor het beantwoorden van de vragen is de volgende aanpak gehanteerd:

- Lezen NLR rapport,
- Inventarisatie relevante wetgeving,
- Inzichten OVV rapport,
- Vergelijking NLR rapport met relevante wetgeving en inzichten OVV.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de voor deze studie relevante inhoud van het NLR rapport kort samengevat. De relevante wetgeving wordt opgesomd in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 worden de belangrijkste bevindingen uit het OVV rapport samengevat. Met de informatie uit hoofdstuk 2, 3 en 4 worden in hoofdstuk 5 de deelvragen uit de vraagstelling beantwoord. Tenslotte worden in hoofdstuk 6 de conclusies gepresenteerd.

2 NLR rapport

2.1 Aanleiding en opdrachtgever

In het NLR rapport "Safety Case Take-off and Landing Schiphol" (NLR, 2015) worden in opdracht van LVNL de veiligheidsrisico's gekwantificeerd die gepaard gaan met starts en landingen op Schiphol. De aanleiding voor de studie is tweeledig:

1. de ambitie van de Nederlandse overheid om een kwantitatieve veiligheidsnorm op te nemen in de wetgeving (beleidsmaatregel), en
2. de ambitie van LVNL om het eigen veiligheidsmanagement systeem te verbeteren.

2.2 Doelstelling

Het doel van de studie was het verzamelen van de beste kwantitatieve schattingen van ATC gerelateerde veiligheidsrisico's met betrekking tot starts en landingen op Schiphol tijdens alle mogelijke baancombinaties, weersomstandigheden (goed en slecht zicht) en tijdstip van de dag (binnen of buiten de uniforme daglichtperiode). ATC gerelateerde veiligheidsrisico's worden gedefinieerd als ongevallen door botsingen tussen twee vliegtuigen, tussen een vliegtuig en een voertuig en als gevolg van zogturbulentie.

2.3 Scope

De start- en landingsoperatie op Schiphol betreft de operatie beschreven in het VDV (Voorschriften Dienst Verkeersleiding, inmiddels vervangen door het Operations Manual) dat tijdens het opstellen van het rapport tussen 2013 en 2015 in gebruik was.

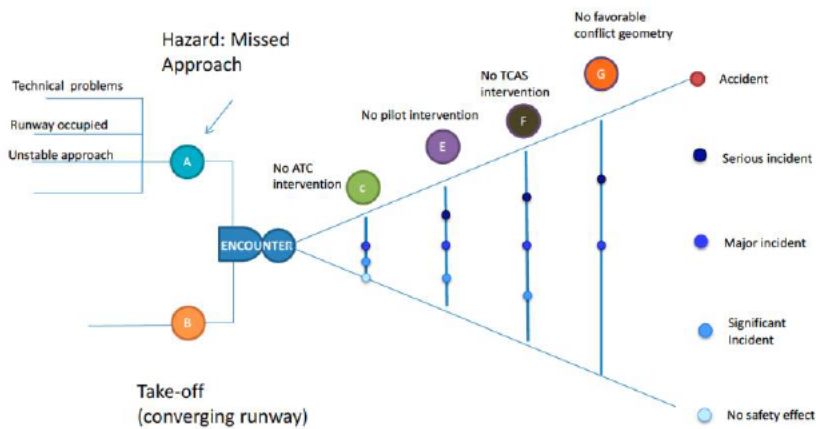
2.4 Aanpak

In de studie worden ongevalskansen ingeschat op een:

- Pragmatische wijze; door het ontbreken van een formele wetenschappelijke methode, is gebruik gemaakt van een door LVNL en NLR ontwikkelde methode op basis de best beschikbare data, die iteratief worden gecombineerd om een consistent, onbevooroordeeld en zo nauwkeurig mogelijke inschatting te krijgen.
- Op bewijs gebaseerde wijze; d.w.z. zoveel als realistisch mogelijk wordt informatie van een bepaalde operatie en bijbehorende risico's verzameld en gebundeld (bijvoorbeeld op basis van radar informatie van daadwerkelijk uitgevoerde vluchten).

Voor de meeste schattingen van ongevalskansen wordt gebruik gemaakt van fault-trees in de vorm van zogenaamde bow-ties (vlinderdas). Deze kwalitatieve methode voor risicoanalyse is in het begin van de jaren '90 ontwikkeld door Shell bij het onderzoek naar de oorzaken van de ramp met het Piper Alpha boorplatform.

Centraal in de bow-tie is de ongewenste gebeurtenis (zie "encounter" in Figuur 1), de linkerkant van de gebeurtenis geeft inzicht in de oorzaken (missed approach en take-off) en de rechterkant mogelijke beheersmaatregelen (bijvoorbeeld door ingrijpen van verkeersleider, vlieger of TCAS) om te voorkomen dat de gebeurtenis leidt tot een incident of zelfs een ongeval.



Figuur 1: Bow-tie voor afhankelijk naderen en starten

De ongevalsrisico's worden bepaald door het inschatten van de kans van de ongewenste gebeurtenis, onderliggende oorzaken en beheersmaatregelen. Hiervoor wordt uitgebreid gebruik gemaakt van eerdere studies door LVNL en NLR. Daar waar informatie niet meer up-to-date is of volledig ontbreekt wordt deze gecorrigeerd en/of aangevuld door resultaten uit rekenmodellen.

Dit betekent dat in de meeste gevallen ongevalsrisico's worden bepaald door het verzamelen en vermenigvuldigen van kans van optreden van de volgende vier situaties:

1. Kans dat een afwijking van de nominale situatie optreedt,
2. Kans dat deze afwijking leidt tot een conflict met een ander vliegtuig of voertuig,
3. Kans dat het conflict niet wordt opgelost door ingrijpen van verkeersleider of vlieger,
4. Kans dat bij uitblijven van conflictoplossing een botsing optreedt als gevolg van de geometrie en kinematica van de betrokken vliegtuigen of voertuigen.

2.5 Beoordelingscriteria

In de NLR studie wordt gebruik gemaakt van veiligheidsnormen uit de – op het moment van schrijven nog in ontwikkeling zijnde – beleidsregel veiligheidsnormen ATC (I&M, 2020). Hierin wordt gesteld dat LVNL er naar streeft dat ATC gerelateerde veiligheidsrisico's zoveel als redelijkerwijs mogelijk worden geminimaliseerd. De kwantitatieve norm die daarbij als acceptabel wordt beschouwd is een ongevalsrisico niet groter dan $3 \cdot 10^{-7}$ per vlucht.

Deze kwantitatieve norm is door LVNL onderverdeeld in budgetten voor de verschillende delen van de LVNL operatie. Voor een ATC gerelateerde ongevalsrisico's bij starts en landingen op Schiphol wordt ervan uitgegaan dat deze 8% van de norm bedraagt ($2,5 \cdot 10^{-8}$ per vlucht). Voor een nadere toelichting over hoe deze normen zijn bepaald en waar deze op zijn gebaseerd wordt in het rapport verwezen naar het document "LVNL safety criteria" uit 2009.

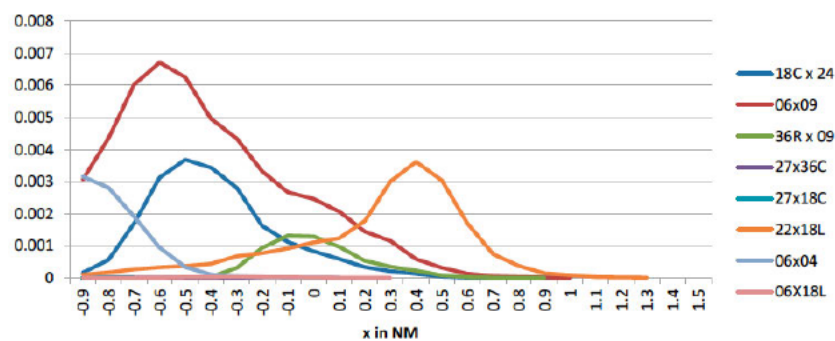
2.6 Resultaten

De ongevalsrisico's voor de verschillende baancombinaties met afhankelijk convergerend naderen en starten zijn concreet bepaald door vermenigvuldiging van de volgende kansen:

- De voorwaardelijke kans dat een naderend vliegtuig zich op een bepaalde afstand (x) van de landingsbaan bevindt als vanaf de andere baan wordt gestart,
- De kans dat het vertrekkende vliegtuig toestemming krijgt om te starten op het moment dat het naderende vliegtuig op een bepaalde afstand (x) van de landingsbaan een afgebroken naderen (of landing) inzet,
- De kans dat een potentiële botsing voorkomen kan worden door ingrijpen van de verkeersleider, vliegers of TCAS.

2.6.1 Voorwaardelijke kans dat een naderend vliegtuig zich op afstand x bevindt als op andere baan wordt gestart

De botsingskans tussen een naderend vliegtuig dat zich op een bepaalde afstand (x) van de baandrempel bevindt op het moment dat vanaf de andere baan wordt gestart, is bepaald aan de hand van het veelvuldig uitrekenen van de vliegbanen van een afgebroken nadering en de start op basis van een geometrisch model van de configuratie van de banen en rekening houdend met de prestaties van verschillende vliegtuigtypen. Uit deze berekeningen kunnen voor de verschillende baancombinaties de kans op een botsing afhankelijk van de afstand x worden bepaald (zie Figuur 2).

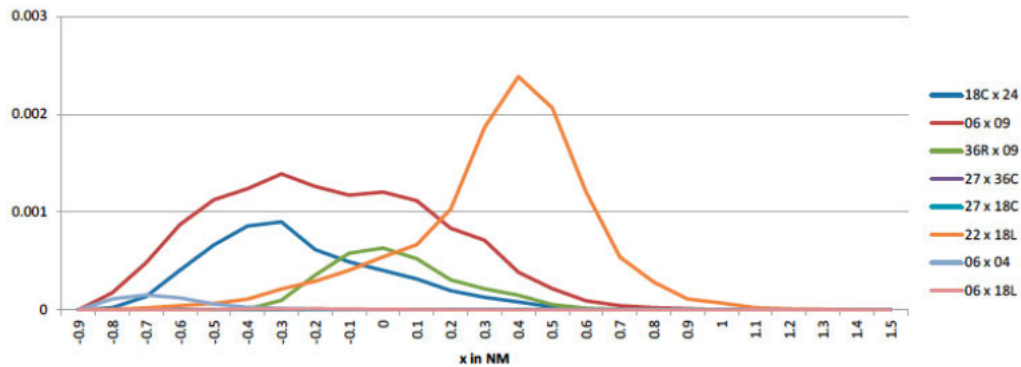


Figuur 2: Voorwaardelijke kans op botsing tussen afgebroken nadering of landing en start

Deze kansen worden in het rapport gecorrigeerd omdat niet elke nadering leidt tot een afgebroken nadering en niet elke start onafhankelijk van de positie van het naderende vliegtuig toestemming krijgt van de verkeersleider om te starten:

- Als er geen afgebroken nadering wordt uitgevoerd is er ook geen botsingsrisico. De voorwaardelijke kans wordt daarom gecorrigeerd voor de kans op een afgebroken nadering. Deze is aan de hand van 1,9 miljoen naderingen op Schiphol in de periode tussen 2005 en 2013 bepaald op gemiddeld $1,38 \cdot 10^{-3}$.
- Als de afgebroken nadering voor het punt x wordt ingezet, zal de verkeersleider dit waarnemen en geen toestemming geven om te starten, waardoor er ook geen botsingsrisico meer is. In de analyse wordt ervan uitgegaan dat de verkeersleider 20 seconden de tijd heeft om de missed approach waar te nemen. Het moment van starten wordt gecorrigeerd door een tijdsverschuiving van 20 seconden toe te passen.

Na toepassing van deze correcties ontstaat de ongevalskans als functie van de afstand tot de baandrempel waar de missed approach wordt ingezet en zonder ingrijpen van de verkeersleider of vliegers (zie Figuur 3).



Figuur 3: Botsingskans zonder ingrijpen van verkeersleider of vliegers

2.6.2 Kans dat een missed approach op afstand x voor de baan wordt ingezet

De kans dat vliegtuig toestemming krijgt om te starten als een missed approach wordt ingezet op een bepaalde afstand x voor de baandrempel is bepaald op basis van radarinformatie. Hierbij is ook gekeken naar de weersomstandigheden (goed zicht of BZO fase B) en tijdstip van de dag (binnen/buiten UDP).

Tijdens goed zicht en binnen UDP blijkt de timing van de starts vrijwel onafhankelijk van de positie van het naderende vliegtuig. Bij deze omstandigheden wordt in veel de procedure van verminderde separatie gehanteerd. Dit geldt niet voor deze baancombinatie landen 22 (Schiphol-Oostbaan) en starten 18L (Aalsmeerbaan) door de beperkte afstand tussen de banen. In dit geval wordt ook tijdens goed zicht de start van baan 18L getimed en zijn de resultaten voor deze baancombinatie enigszins afwijkend van de overige combinaties.

Tijdens BZO fase B en buiten UDP is er in de data wel een duidelijke afhankelijkheid van de positie van het naderende vliegtuig zichtbaar. In dat geval schrijft de procedure immers voor, dat de startklaring gegeven moet worden als het naderende vliegtuig zich op meer dan 2NM voor de baandrempel bevindt of is geland.

De resulterende botsingskansen zonder ingrijpen van verkeersleider of vliegers laten zien dat deze veelal al in de buurt of zelfs onder de veiligheidsnorm voor de beoogde operatie liggen (zie Tabel 1).

Tabel 1: Botsingskans zonder ingrijpen verkeersleider of vlieger bij capaciteit van 32 bewegingen per uur per baan

	UDP	Non UDP	BZO-B
18C x 24	1.4 E-7	8.2 E-8	6.5 E-8
06 x 09	4.3 E-7	2.3 E-7	2.1 E-7
36R x 09	6.6 E-8	1.0 E-8	7.0 E-9
27 x 36C	2.0 E-10	3.0 E-10	2.5 E-10
27 x 18C	4.6 E-12	3.0 E-11	6.9 E-12
22 x 18L	3.1 E-8	1.6 E-8	N/A
06 x 04	2.2 E-8	3.2 E-8	3.4 E-8
06 x 18L	1.4 E-9	5.1 E-10	3.7 E-10

Bij het bepalen van deze ongevals-kansen is uitgegaan van 32 starts en landingen per baan tijdens BZO fase B en buiten UDP. Tijdens goed zicht en binnen UDP is de baancapaciteit doorgaans hoger, waardoor ook de ongevals-kans toeneemt. Hiervoor is op basis van de geldende op dat moment geldende capaciteits-declaratie (QRC09) gecorrigeerd.

2.6.3 Kans op succesvol ingrijpen door verkeersleider of vliegers

Door ingrijpen van verkeersleiders en/of vliegers kan het ontstane conflict mogelijk worden opgelost en een botsing verder worden voorkomen.

In een eerdere studie is met betrekking tot ingrijpen door de verkeersleider verondersteld dat 98,5% van de afgebroken naderingen buiten UDP tijdig wordt waargenomen en 95% van de hieruit voortkomende conflicten wordt opgelost. Hieruit wordt afgeleid dat buiten UDP ($98,5 \times 95 =$) 94% van de potentiële botsingen in de lucht voorkomen kunnen worden door ingrijpen van de verkeersleider.

In de NLR studie zijn deze resultaten met behulp van een eenvoudig computermodel aangevuld met schattingen voor verschillende baancombinaties van de effectiviteit van controller ingrijpen bij goed zicht tijdens UDP en in BZO fase B. De resulterende effectiviteit van ingrijpen door een verkeersleider bij verschillende baancombinaties en omstandigheden is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Effectiviteit van ingrijpen door verkeersleider voor verschillende baancombinaties en zichtomstandigheden

MA	TO	Time	UDP	Not UDP	BZO-B
18C	24	49 s	97%	97%	97%
06	09	61 s	97%	97%	97%
36R	09	30 s	95%	95%	92%
27	18C	43 s	97%	97%	97%
27	36C	43 s	97%	97%	97%
22	18L	24 s	87%	87%	N/A
06	04	61 s	97%	97%	97%
06	18L	36 s	97%	97%	96%

In de NLR studie worden ook de effectiviteit van ingrijpen door vliegers ingeschat. Daarbij wordt op basis van voorgaande studies gesteld dat interventie door vliegers niet effectief is buiten UDP. In de studie wordt de conservatieve aanname gedaan dat dit ook geldt tijdens BZO fase B. Tijdens goed zicht binnen UDP wordt aangenomen dat 10% van de potentiële botsingen voorkomen kan worden door ingrijpen van de vliegers.

Voor de effectiviteit van TCAS wordt aangenomen dat deze kan worden ingeschat op basis van voorgaande studies en berekeningen met het door EUROCONTROL ontwikkelde INCAS (INteractive Collision Avoidance Simulator) tool. Hierbij wordt rekening gehouden met de hoogte waarop ontwijkende instructies worden gegeven, omdat deze op lage hoogte worden onderdrukt. Hierdoor is de effectiviteit van TCAS alleen aanwezig bij banen die op voldoende afstand van elkaar liggen en waarbij de vlucht die een afgebroken nadering uitvoert voldoende afstand heeft om een hoogte groter dan 1000 voet te bereiken. Dit is alleen het geval bij de combinaties 18C-24 (13% effectiviteit) en 06-09 (50% effectiviteit).

2.6.4 Resultaten voor afhankelijk starten en naderen op convergerende banen

De botsingskans voor de baancombinaties tijdens verschillende zichtomstandigheden wordt berekend door vermenigvuldiging van:

- Botsingskansen zonder ingrijpen bij een capaciteit van 32 starts en landingen tijdens BZO-B en buiten UDP en 38 starts en landingen tijdens goed zicht binnen UDP,
- Correctiefactor voor de maximaal gedeclareerde capaciteit per baancombinatie, en
- Correctiefactor voor ingrijpen door verkeersleider, vlieger of TCAS.

Het eindresultaat van deze berekening is samengevat in Tabel 3.

Tabel 3: Ongevalskansen per baancombinatie en omstandigheden bij maximale benutting baan capaciteit (NLR rapport)

	UDP		Non UDP		BZO-B	
	Landing	Take-off	Landing	Take-off	Landing	Take-off
18C x 24	3.7E-09	3.8E-09	2.1E-09	2.1E-09	1.8E-09	1.3E-09
06 x 09	6.5E-09	6.7E-09	3.3E-09	3.3E-09	2.3E-09	1.7E-09
36R x 09	2.8E-09	3.1E-09	4.5E-10	4.9E-10	2.8E-10	2.8E-10
27 x 36C	6.2E-12	6.3E-12	8.6E-12	8.6E-12	4.0E-12	4.0E-12
27 x 18C	NA	NA	NA	NA	NA	NA
22 x 18L	3.4E-09	3.4E-09	2.0E-09	2.0E-09	NA	NA
06 x 04	5.3E-11	6.7E-10	8.6E-11	1.1E-09	N/A	N/A
06 x 18L	4.3E-11	4.4E-11	1.5E-11	1.5E-11	NA	NA

De grootste ongevals kans wordt berekend voor naderen op de Kaagbaan (06) en starten vanaf de Buitenveldertbaan (09).

2.6.5 Spreiding en middelen van resultaten

Omdat in het rapport de gehele Schiphol operatie wordt beoordeeld is het afhankelijk naderen en starten van convergerende banen, maar een onderdeel van het grotere geheel (parallele operaties, convergerend naderen, etc). Aan het einde van het rapport worden de botsingskansen voor de gehele operatie bepaald door het combineren van de resultaten van de afzonderlijke deeloperaties. Voorafgaand aan deze resultaten worden in het rapport eerst nog een aantal relevante overwegingen gegeven.

Door de verschillende aannames, benaderingen, gehanteerde modellen, data en schattingen in de studie zullen fouten worden gemaakt, waardoor de werkelijke botsingskans zal afwijken van de berekende waarde. Hier wordt in het rapport rekening mee gehouden door te rekenen met een 95% betrouwbaarheidsinterval. De grootte van het interval is een factor 4 boven en onder de berekende botsingskans. De vergelijking met de norm vindt plaats op basis van de bovengrens van het betrouwbaarheidsinterval en wordt daardoor conservatief ingeschat.

Naast onzekerheid kan de inschatting van de botsingskans en/of effectiviteit van maatregelen onderhevig zijn aan (voor)oordelen (bias) van geraadpleegde experts. De vraag hierbij is of er sprake is van een effect in een bepaalde richting, waardoor kansen mogelijk te positief (of juist te negatief) zijn ingeschat. In het rapport wordt aangegeven dat bij het doornemen van de onderliggende documenten opvalt dat operaties met grotere risico's doorgaans in meer detail worden onderzocht, waarbij de meer gedetailleerde analyse in de meeste gevallen doorgaans een lagere botsingskans oplevert dan de oorspronkelijke eerste inschatting. Voor gebeurtenissen met een laag risico wordt dit doorgaans geaccepteerd zonder verder onderzoek, waardoor er geen verandering in de loop van de tijd optreedt.

De uiteindelijke eindresultaten voor baancombinaties geven aan, dat de botsingskansen voor onder de norm van $2,5 \cdot 10^{-8}$ per vlucht liggen. De enige uitzondering hierop is het starten van baan 09 ($2,7 \cdot 10^{-8}$ per vlucht) tijdens goed zicht in combinatie met landingsbaan 06 en tweede startbaan 18L.

3 Regelgeving

Voor de inventarisatie van de regelgeving relevant voor het beoordelen van verandering in de procedures is gekeken naar twee momenten:

- wetgeving die van toepassing was op het moment van schrijven van het NLR rapport, en
- de huidige situatie op basis van regelgeving die op 1 januari 2021 van kracht is.

3.1 EU 1035/2011

De EU uitvoeringsverordening 1035/2011 tot vaststelling van de gemeenschappelijke eisen voor de verlening van luchtvaartnavigatiediensten (EU, 2011) is in oktober 2011 door de Europese Commissie geadopteerd. De verordening betreft onder andere de certificering van luchtvaartnavigatiediensten voor de burgerluchtvaart in Europa. Er is door de verordening een duidelijke scheiding aangebracht tussen toezicht en uitvoering.

LVNL is als gecertificeerde organisatie verantwoordelijk voor het nakomen van de bepalingen van EU 1035/2011. Dat betekent dat LVNL verantwoordelijk is om zeker te stellen dat het werk dat door het NLR is uitgevoerd ook voldoet aan de bepalingen van de verordening.

Met betrekking tot de regels voor veiligheidsevaluaties in 1035/2011 zijn voor deze studie de volgende artikelen relevant.

In artikel 6, bewijs van naleving, wordt onder sub 2 vermeld dat "een gecertificeerde organisatie stelt de bevoegde autoriteit in kennis van geplande wijzigingen in de verlening van luchtvaartnavigatiediensten die een invloed kunnen hebben op haar naleving van de toepasselijke gemeenschappelijke eisen of van de aan het certificaat verbonden voorwaarden, voor zover van toepassing".

In artikel 8, permanente naleving, wordt gesteld dat "de bevoegde autoriteit jaarlijks controleert op basis van het te harer beschikking staande bewijsmateriaal of de door haar gecertificeerde organisaties nog steeds aan de eisen voldoen." Om dit te realiseren moet een jaarlijks inspectieprogramma worden opgesteld, bijgewerkt en gedeeld met de betrokken organisaties.

Het inspectieprogramma heeft betrekking op alle gecertificeerde dienstverleners en is gebaseerd op een beoordeling van de risico's van de verschillende verrichtingen waaruit de verleende luchtvaartnavigatiediensten bestaan.

In artikel 11, overgangsbepalingen, wordt vermeld dat een reeds verstrekt certificaat op basis van verordening 2096/2005 geldig blijft in de overgang naar 1035/2011.

Naast de artikelen zijn ook de bijlagen van belang. Bijlage I van de verordening stelt algemene eisen voor de verlening van luchtvaartnavigatiediensten. Met name relevant voor deze studie is sub 3, dat gaat over het veiligheids- en kwaliteitsbeheer.

3.2 EU 2017/373

Sinds het opstellen van de analyse van NLR is uitvoeringsverordening 1035/2011 vervangen door uitvoeringsverordening 2017/373 (vaststelling van de gemeenschappelijke eisen voor verleners van luchtverkeersbeheers-/ luchtvaartnavigatiediensten en andere netwerkfuncties voor luchtverkeersbeheer en het toezicht daarop) (EU, 2017). De definitie van "functioneel systeem" in Annex I, sub 56, is enigszins aangepast maar niet op een wijze dat de noodzaak voor het toepassen van veiligheidsanalyses op veranderingen in procedures veranderd. De inhoud van de eisen voor veranderingsbeheer zijn niet fundamenteel veranderd. De principes in EU 1035/2011, Hoofdstuk 3 van Bijlage II komen grotendeels overeen met de inhoud van EU 2017/373 paragrafen ATM/ANS.OR.A.040 en ATM/ANS.OR.A.045. Verder blijft LVNL gecertificeerde organisatie die verantwoordelijk is voor het nakomen van de bepalingen van geldende eisen. Artikel 8 van de nieuwe verordening stelt dat bestaande certificaten (i.e. de verstrekt onder EU 1035/2011) blijven geldig ten tijde van de verandering van de ene naar de andere verordening.

Jaarlijks toezicht over LVNL is nog steeds vereist conform EU 2017/373 ATM/ANS.AR.C.015 en het systeem voor het goedkeuren van verandering is in grotere detail uitgewerkt in de paragrafen EU 2017/373 ATM/ANS.AR.C.25, §C.30, §C.35 en §C.40. In principes worden alle geplande veranderingen door de ANSP aangeboden aan de toezicht voordat ze geïmplementeerd zijn. De mogelijkheid voor het implementeren van een verandering zonder toestemming vooraf bestaat nog (EU 2017/373 ATM/ANS.AR.C.025(c)). Het uitwerken van een dergelijk proces en in hoever het van toepassing is in het geval van de procedures voor convergerende baangebruik is niet bekend en is hier niet onderzocht.

ATM/ANS.OR.B.005 biedt de ANSP meer vrijheid in de vorm van zijn eigen beheersysteem en de procedures die worden gebruikt voor het beoordelen van risico's. De hoge eisen hiervoor staan in ATM/ANS.OR.A.40, §A.45, en §B.010. Dit heeft als gevolg dat het rigide systeem in EU 1035/2011, Hoofdstuk 3 van Bijlage II 3.2.2., 3.2.3 en 3.24 hoeft niet gevolgd te worden. Het is wel noemenswaardig dat de referentie naar "de meest waarschijnlijke gevolg van een gevaar in het ergste geval" in EU 1035/2011, Hoofdstuk 3 van Bijlage II 3.24 is verwijderd uit de eisen in EU 2017/373.

4 **OVV rapport**

In het OVV rapport (OVV, 2020) worden de bevindingen gerapporteerd van een onderzoek naar een incident, dat plaatsvond op donderdag 29 maart 2018 omstreeks 19.56 uur in het luchtruim bij Amsterdam Airport Schiphol. Bij het incident maakte een Boeing 737-700 een doorstart op baan 18C en kwam ongewenst dicht bij een Boeing 737-800 die was gestart vanaf baan 24. In 2007 en 2015 hebben zich vergelijkbare incidenten voorgedaan.

Deze specifieke situatie is niet in het NLR rapport onderzocht. Voor deze studie is gevraagd in hoeverre de aannames in het NLR rapport nog als geldig beschouwd in relatie tot de inzichten zoals verwoord in het rapport van de OVV. Daarom wordt in dit hoofdstuk een korte samenvatting van de inhoud van dit rapport weergegeven.

In het OVV rapport wordt ingegaan op het ontstaan van het incident en de legitimiteit van de relevante procedures en goedkeuring van deze procedures door het bevoegd gezag. Deze laatste twee aspecten zijn juridisch van aard, reeds onderzocht in een vorige fase en vallen daarmee buiten het bestek van deze vraagstelling.

Het door OVV onderzochte incident vond plaats tijdens de uniforme daglicht periode bij goed zicht. De verkeersleider heeft gebruik gemaakt van de procedure voor verminderde separatie. Bij deze procedure mag de verkeersleider een startend vliegtuig laten vertrekken als het aankomende vliegtuig zich op minder dan 2NM van de baandrempel bevindt. Deze procedure mag worden toegepast binnen de daglichtperiode met zicht meer dan 5 km en wolkenbasis boven de 2000 voet. Door deze voorwaarden kan de verkeersleider het verkeer visueel volgen en zo nodig ingrijpen; bijvoorbeeld door het laten afbreken van de start of het geven van koersinstructies om botsingen te vermijden. De procedure is een formele separatiemethode, die gericht is op het voorkomen van botsingen. Er is geen minimale afstand en hoogte voorgeschreven waarop vliegtuigen elkaar moeten passeren.

Door toepassing van de verminderde separatie procedure wordt de startcapaciteit van de baan vergroot. In het OVV rapport wordt betoogd dat deze grotere capaciteit niet opweegt tegen de risico's die met de procedure van verminderde separatie worden genomen.

De OVV merkt op, dat LVNL alleen heeft gekeken naar de botsingskans terwijl risico ook wordt bepaald door de ernst van de gevolgen. Hoewel niet expliciet vermeld, kan hierbij ook het risico voor derden op de grond in de omgeving van de luchthaven worden bedoeld. Daarnaast wordt het uitsluitend beschouwen van botsingen als te beperkt gezien. Het op korte afstand van elkaar passeren van vliegtuigen heeft mogelijk geen catastrofale gevolgen, maar kan als dit vaak voorkomt ook als niet acceptabel worden beschouwd. Daarom zouden voor alle relevante gebeurtenissen de kans van optreden en ernst van de gevolgen bepaald moeten worden om te bepalen of deze acceptabel zijn of niet.

Een belangrijke pijler voor de veiligheid van de procedure van verminderde separatie is dat een afgebroken nadering of landing vroegtijdig door de verkeersleider wordt waargenomen en

instructies worden gegeven om een botsing te voorkomen. Dat de verkeersleider het verkeer goed kan waarnemen is daarvoor essentieel. De OVV merkt op, dat als gevolg van de verschillende terminologie die gehanteerd wordt deze voorwaarden niet altijd duidelijk zijn en misverstanden en verkeerde interpretaties in de hand kunnen werken.

Daarnaast kan de verkeersleider bij het gebruik van baan 18C en baan 24 het verkeer door de positionering in de toren niet gelijktijdig zien en moet hij/zij zich steeds omdraaien, waardoor tijd verloren zou kunnen gaan om de afgebroken nadering of landing waar te nemen.

De betrokken vlieger was zich goed bewust van de situatie en heeft direct de afgebroken landing gemeld. Door deze oproep is vertraging in het waarnemen van de situatie weliswaar beperkt gebleven, maar werd de verkeersleider verrast. Dit heeft er aan bijgedragen dat de verkeersleider bij het afbreken van de start van baan 24 een (verkeerd) call sign gebruikte van verkeer dat al was opgestegen. Hoewel het afbreken van de start bij lage snelheid het potentiële conflict opgelost zou hebben, gebeurde dit niet en vlogen de afgebroken nadering en start op convergerende koersen naar elkaar toe. De verkeersleider heeft door het uitdelen van divergerende koersen (doorstart vanaf baan 18C op 400 ft rechterbocht naar koers 270 en vertrekkende vlucht vanaf baan 24 op 500 ft linkerbocht naar koers 180) alsnog voorkomen dat het verkeer werd opgelost.

De betrokken vliegers waren goed bekend met de lokale situatie op Schiphol en hebben het convergerend landen en starten benoemd als een mogelijke bedreiging (threat). Vliegers van beide vliegtuigen hebben elkaar tijdens de uitwijkmanoeuvre gezien. Er was geen waarschuwing van het TCAS systeem. De situatie is door de vliegers niet als gevaarlijk ervaren.

De kleinste afstand tussen de twee vliegtuigen was ongeveer 960 m (0,5NM horizontaal en 300 voet verticaal), wat in het rapport als een potentieel gevaarlijke situatie wordt aangemerkt. In het NLR rapport wordt uitsluitend gekeken naar de kans op een daadwerkelijke botsing.

5 Bevindingen

In dit hoofdstuk wordt getracht antwoord te geven op de gestelde vragen:

- Welke aannames zijn gedaan in de NLR studie?
- Worden de aannames nog als geldig beschouwd in relatie tot de huidige regelgeving en inzichten uit het OVV rapport?
- Op welke manier hield de NLR studie rekening met het risico van een fataal ongeval?

5.1 Aannames NLR studie

De relevante aannames in het NLR rapport voor de vraagstelling van deze notitie zijn:

1. Conform de door LVNL gehanteerde budgetteringsmethodiek, is in de NLR studie voor de beoordelingsnorm van de start- en landingsoperatie op Schiphol aangenomen, dat deze 8% van het in de beleidsregel veiligheidsnormen ATC (I&M, 2020) vastgelegde kwantitatieve veiligheidsrisiconiveau ($3 \cdot 10^{-7}$) bedraagt. D.w.z. dat de operatie als veilig wordt beschouwd als de kans op een ATC gerelateerd ongeval op en rond de start- en landingsbanen van Schiphol kleiner is dan $2,5 \cdot 10^{-8}$ per vlucht.) zoals door LVNL afgeleid uit de kwantitatieve norm voor ATC gerelateerde risico's uit de beleidsregel veiligheidsnormen ATC.
2. Voor een deel van de gekwantificeerde risico's in het rapport wordt gebruik gemaakt van onderliggende studies. Zonder inzage in deze onderliggende rapporten kan niet worden nagegaan hoe de risico's zijn bepaald. Er wordt aangenomen dat dit zorgvuldig, correct en voor dezelfde operatie en omstandigheden is uitgevoerd.
3. De beoordeling betreft de start- en landingsoperatie op Schiphol zoals beschreven in het VDV ten tijde van het opstellen van het NLR rapport in de periode tussen 2013 en 2015. Na 2015 zijn de gebruiksvoorwaarden van de procedure voor verminderde separatie bij afhankelijk naderen en starten op convergerende banen aangepast (wolkenbasis verhoogd van 1000 naar 2000 voet). Door deze aanpassing kan een verkeersleider het potentiële conflict langer kan volgen en zal de procedure minder vaak kunnen worden toegepast.
4. Eventuele fouten die als gevolg van aannames ontstaan bij het bepalen van de kwantitatieve botsingskansen, worden aan het einde van het rapport "gecorrigeerd" door gebruik te maken van een 95% betrouwbaarheidsinterval, waarbij de boven- en ondergrens een factor 4 van de botsingskansen liggen. De bovengrens van het interval wordt vervolgens vergeleken met de norm om te bepalen of de operatie voldoende veilig is of niet. Met deze aanname wordt verondersteld dat eventuele fouten, zoals vermeld in aanname 5 t/m 9 zijn ondervangen.
5. In de NLR wordt voor de kans van optreden van een afgebroken nadering een gemiddelde waarde van $1,38 \cdot 10^{-3}$ verondersteld. Deze waarde is gebaseerd op 1,9 miljoen werkelijke naderingen op Schiphol in de periode 2005 -2013. De kans op een afgebroken nadering verschilt per baan, zoals ook aangegeven in het rapport. Voor de meeste baancombinaties is deze lager dan de gemiddelde waarde, maar voor combinaties met baan 22 en baan 27 (respectievelijk $2,2 \cdot 10^{-3}$ en $1,9 \cdot 10^{-3}$) wordt de kans op een doorstart onderschat.
6. Bij het bepalen van de kans op een conflict tussen de afgebroken nadering en een start wordt aangenomen dat de verkeersleider 20 seconden de tijd heeft/neemt om de afgebroken waar te nemen, voordat toestemming wordt aan de vertrekkende vlucht toestemming wordt gegeven om te starten. Hierdoor ontstaat in de berekeningen een (kleine) verschuiving in tijd van het meest kritische moment waarop een naderende vlucht een afgebroken nadering uitvoert. Er

wordt geen onderscheid gemaakt tussen eventuele verschillen tussen de baancombinaties (bijvoorbeeld als gevolg van het zicht vanuit de toren op de betrokken banen).

7. Er wordt op basis van literatuur en een eenvoudig rekenmodel een aanname gedaan met betrekking tot het oplossend vermogen van het conflict tussen een afgebroken nadering en een start. In een voorgaande studie is verondersteld dat de verkeersleider 98,5% van de missed approaches tijdig detecteert en 95% van de daaruit voorkomende conflicten kan oplossen. Hiermee zou $(98,5\% \times 95\% =)$ 94% van de potentiële botsingen in de lucht voorkomen worden. Deze analyse is aangevuld met een rekenmodel (controller efficacy tool) waaruit gebleken is, dat voor de meeste baancombinaties de effectiviteit van het oplossend vermogen gelijk is (97%). Door een operationeel expert is aangegeven dat er wel degelijk verschillen zijn tussen de oplossingsmogelijkheden bij verschillende baancombinaties zijn, waardoor het oplossend vermogen van de verkeersleider voor sommige baancombinatie mogelijk overschat of juist wordt onderschat. LVNL heeft er met betrekking tot het oplossend vermogen van een verkeersleider voor gekozen om juist geen gebruik te maken van expert judgement omdat dit in het verleden minder consistente resultaten in verschillende analyses met gelijksoortige conflicten opleverde.
8. Op basis van voorgaande studies wordt de conservatieve aanname gedaan dat buiten de uniforme daglichtperiode het ingrijpen van vliegers om botsingen te voorkomen niet effectief is. Deze conclusie wordt doorgetrokken naar slecht zichtomstandigheden. Tijdens goed zicht wordt aangenomen dat vliegers 10% van de botsingen kunnen voorkomen. In het donker is het contrast tussen licht en donker zodanig dat verkeer vaak beter zichtbaar is dan overdag bij 5 km zicht, maar door de aanname wordt het oplossend vermogen conservatief ingeschat.
9. Voor het opvolgen van TCAS instructies is in de studie aangenomen, dat TCAS alleen effectief is bij de combinaties 18C-24 (13% effectiviteit) en 06-09 (50% effectiviteit). Hierbij is gebruik gemaakt van de uitgebreide literatuur die op dit gebied voorhanden is en het EUROCONTROL ontwikkelde INCAS tool.

5.2 Aannames in relatie tot regelgeving en inzichten OVV

In deze paragraaf wordt beoordeeld of de in de vorige paragraaf beschreven aannames nog geldig zijn in relatie tot de huidige regelgeving en inzichten van de OVV uit paragraaf 4 en 5:

1. Veiligheidsmanagement in de huidige wetgeving omvat meer dan alleen het voldoen aan een kwantitatieve norm voor een ATC gerelateerd ongeval (3.10^{-7} of de afgeleide norm $2.5.10^{-8}$ voor starts en landingen op Schiphol). Of daarbij aan alle eisen wordt voldaan, kan niet uitsluitend op basis van een review van het NLR rapport worden gedaan. Het NLR rapport gaat uitsluitend in op het kwantificeren van de kans op een ATC gerelateerde botsing. De tekst in paragraaf 3.2.2 (c)(ii) van EU 1035/2011 ("...de omgeving waarin de activiteiten plaatsvinden") kan, achteraf gezien, zodanig worden geïnterpreteerd dat het ook externe veiligheid¹ betreft. Omdat alleen is gekeken naar de kans op een botsing (interne veiligheid)

¹ Externe veiligheid gaat over het risico voor derden in de luchtvaart (third party risk). Dit wordt gedefinieerd als het risico van ongevallen met vliegtuigen voor de gezondheid en veiligheid van personen op de grond. Dit betreft vooral personen in de directe omgeving van een luchthaven.

zou de conclusie getrokken kunnen worden, dat zonder het beoordelen van de gevolgen voor derden als gevolg van een botsing niet is voldaan aan deze wettelijke eis.

De OVV concludeert in haar rapport dat "in de risicoanalyse alleen berekend is wat de kans op een ongeval is" en "zijn de gevolgen van een dergelijk ongeval hierbij niet betrokken". Het is mogelijk dat ook de OVV hierbij onder andere doelt op gevolgen voor externe veiligheid.

Hoewel het aspect van externe veiligheid een aandachtspunt is, moet de NLR studie vooral worden gezien in het kader van een poging om aan te tonen of de Schiphol operatie voldoet aan de Nederlandse beleidsregel veiligheidsnormen ATC (I&M, 2020). Hierin wordt externe veiligheid overigens ook niet benoemd.

Een ander aspect dat zowel de wetgeving (EU 1035/2011 bijlage II sub 3.2.4. deel 4) als ook OVV ("potentieel gevaarlijke situatie") aangeven is, dat als onderdeel van het veiligheidsmanagement systeem ook gekeken moet worden naar gevaren waar de ernst van de gevolgen mogelijk lagere is dan die van een botsing, maar als gevolg van een grotere kans van optreden wel degelijk ongewenst kunnen zijn.

2. De voor de NLR gebruikte onderliggende rapporten zijn in het kader van deze beoordeling niet geraadpleegd. Er kan daardoor niet worden vastgesteld in hoeverre de onderliggende rapporten nog geldig zijn in relatie tot de huidige regelgeving en inzichten van de OVV.
3. In de NLR studie wordt uitgegaan van de situatie zoals beschreven in het op dat moment van toepassing zijn VDV TWR/APP Schiphol. De huidige operatie is gebaseerd op het OM Schiphol TWR/APP. De procedures voor het afhankelijk naderen en starten op convergerende banen zijn vrijwel gelijk, maar een gebruiksvoorwaarde voor de procedure voor verminderde separatie is aangepast (verhoging wolkenbasis van 1000 naar 2000 voet).
4. Het werken met de bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval voor het beoordelen van de eindresultaten voldoet aan de wettelijke eis in de beleidsregel dat de kans op ATC gerelateerd ongeval niet groter mag zijn dan de gestelde kwantitatieve norm. De onderstaande aannames uit de NLR studie zijn daarmee ondervangen.
5. Er is geen wetgeving of inzichten van OVV in relatie tot de kans op een afgebroken nadering of landing wordt uitgevoerd .
6. Er is geen wetgeving in relatie tot de tijd dat een verkeersleider een afgebroken nadering moet kunnen detecteren voordat toestemming gegeven mag worden aan vertrekkend verkeer om te starten. Wel wordt door OVV in haar rapport betwijfeld in hoeverre de verkeersleider bij het afhankelijk gebruik van baan 18C en 24 de situatie tijdens verminderde separatie goed in zicht kan houden als hij door de positie in de toren zich steeds 180 graden om zou moeten draaien.
7. Er is geen wetgeving in relatie tot de effectiviteit van het ingrijpen van een verkeersleider. De door OVV onderzochte incidenten hebben laten zien dat fouten kunnen leiden tot "potentieel gevaarlijke situaties", maar in alle gevallen niet hebben geleid tot een botsing. In die zin is het ingrijpen door de verkeersleider zoals bedoeld in de analyse van NLR effectief geweest. Er zijn op basis van deze incidenten geen statistische gegevens over de effectiviteit van ingrijpen door de verkeersleider afgeleid.
8. Er is geen wetgeving in relatie tot de effectiviteit van het ingrijpen door vliegers. In het door OVV onderzochte voorval was ondanks het goede zicht tijdens de daglicht periode geen sprake van ingrijpen van de vliegers. De betrokken vliegers waren zich wel goed bewust van de situatie en hebben snel gereageerd op de instructies van de verkeersleiders. Het is de vraag of een

bemanning die minder goed bekend is op Schiphol een vergelijkbaar reactievermogen zal vertonen. Er kan geen uitspraak worden gedaan over hoe dit zich vertaalt in een oplossend vermogen van 10% van de conflicten.

9. Er is geen wetgeving in relatie tot de effectiviteit van het ingrijpen op basis van TCAS. Het oplossend vermogen door TCAS is voor conflicten tussen baan 18C-24 in het door OVV onderzochte incident niet van toepassing gebleken omdat de verkeersleider al op 400 en 500 voet (d.z.w. onder de hoogte waarop TCAS RA's gegenereerd worden) heeft ingegrepen door het verkeer te instrueren om divergerende koersen te vliegen.

5.3 Risico van een fataal ongeval

Het doel van de NLR studie was "to collect the best quantitative estimates of ATC safety risks of take-off and landing operations for the current operational practice at Schiphol airport."

In het NLR rapport wordt voor alle mogelijke baancombinaties, weersomstandigheden en moment van de dag inzicht gegeven in het ATC gerelateerde botsingskans tussen vliegtuigen onderling, vliegtuigen en voertuigen of als gevolg van zogturbulentie. Voor afhankelijk naderen en starten op convergerende banen is per definitie sprake van een botsing in de lucht (mid-air collisions). Bij een dergelijke situatie zijn er met zekerheid dodelijke slachtoffers te betreuren en is er volgens de geldende definities (ICAO, 2018) sprake van een (fataal) ongeval. De deelvraag in hoeverre de NLR studie rekening hield met het risico van een fataal ongeval is daarmee beantwoord.

In de NLR studie wordt niet verder uitgewerkt wat de gevolgen van een botsing zijn, maar uitsluitend ingegaan op de kans dat een dergelijke situatie zich voordoet. Deze kans wordt vervolgens getoetst tegen de kwantitatieve veiligheidsnormen in de (op het moment van schrijven nog concept-) beleidsregel veiligheidsnormen ATC.

In moderne safety management systemen wordt risico gezien als het product van kans van optreden en ernst van de gevolgen. Voor een ongewenste gebeurtenis kan deze combinatie van kans en ernst worden weergegeven in een risicomatrix (zie figuur), waarbij de locatie van een gebeurtenis in deze matrix bepalend is voor de mate waarin het risico wordt geaccepteerd. Hiervoor worden doorgaans drie categorieën gehanteerd:

- Onacceptabel (rood in de matrix),
- Onwenselijk of tolereerbaar (geel in matrix), en
- Acceptabel (groen in matrix)

In de Schiphol operatie met convergerende afgebroken naderingen en starts zijn ook risico's te benoemen die in de NLR studie door de gehanteerde vraagstelling helemaal niet aan de orde komen. Een gebeurtenis waarbij twee vliegtuigen dicht bij elkaar in de buurt komen zonder dat deze botsen, kan worden beschouwd als een veiligheidsrisico. De ernst van het gevolg van deze ongewenste gebeurtenis is niet catastrofaal, maar kan bijvoorbeeld worden gezien als gevaarlijk (B) of groot (C). De grotere kans van optreden kan aanleiding vormen om het risico niet te accepteren.

<i>Safety Risk</i>		<i>Severity</i>				
<i>Probability</i>		<i>Catastrophic A</i>	<i>Hazardous B</i>	<i>Major C</i>	<i>Minor D</i>	<i>Negligible E</i>
Frequent	5	5A	5B	5C	5D	5E
Occasional	4	4A	4B	4C	4D	4E
Remote	3	3A	3B	3C	3D	3E
Improbable	2	2A	2B	2C	2D	2E
Extremely improbable	1	1A	1B	1C	1D	1E

Figuur 4: Voorbeeld risico matrix en toelaatbaarheidsklassen (ICAO, 2018)

In dergelijke gevallen zullen mitigerende maatregelen genomen moeten worden, die de kans van optreden te verlagen, de ernst van de gevolgen te verkleinen, of een combinatie daarvan, zodat het risico wel geaccepteerd kan worden.

Een gebeurtenis zoals beschreven in het rapport van OVV zou bijvoorbeeld in deze redenering in ernstcategorie C (major) worden geplaatst. Een fataal ongeval is in ernstcategorie A (catastrophic). In het geval van ernstcategorieën B en C hoeft geen rekening gehouden te worden met derde partijen omdat er zich nog geen botsing heeft voorgedaan. In de toepassing van een dergelijk kader zouden er ook vastgestelde normen moeten zijn per ernstcategorie, zoals nu ook is gehanteerd voor een ongeval op basis van de beleidsregel. Voor incidenten zijn die normen lastig vast te stellen door gebrek aan consistente wereldwijde data.

6 Conclusies

6.1 Algemeen

Het NLR rapport "Safety Case Take-off and Landing bevat een pragmatische en op bewijs gebaseerde analyse van het ATC gerelateerde botsingsrisico bij de start en landingsoperatie op Schiphol. Deze botsingskansen worden vergeleken met een door de overheid opgelegde kwantitatieve norm ($3 \cdot 10^{-7}$ per vlucht).

Het rapport leest door de technisch/operationele inhoud en verwijzingen naar onderliggende documenten niet gemakkelijk. Met enige achtergrondkennis op het gebied van kwantitatieve veiligheidsstudies zijn de gevolgde werkwijze en bevindingen goed te volgen. Het is echter niet mogelijk de kwantitatieve bevindingen te controleren. To70 is van mening dat het rapport van hoge kwaliteit is en de inhoud bijzonder zorgvuldig is opgesteld en compleet is. Het opzet en de inhoud van het rapport past in een goed ontwikkeld veiligheidsbeheersysteem, ongeacht wordt gekeken naar EU 1035/2011 of EU 2017/373.

6.2 Deelvraag a: welke aannames zijn gedaan en zijn deze nog geldig?

In de NLR studie zijn verschillende aannames gedaan met betrekking tot de veiligheidsnorm en het bepalen van de botsingskans:

- De kwantitatieve veiligheidsnorm is ontleend aan de beleidsregel veiligheidsnormen ATC ($3 \cdot 10^{-7}$ per vlucht) en gebudgetteerd naar de start- en landingsoperatie op Schiphol ($2,5 \cdot 10^{-8}$ per start of landing). Vanuit de wetgeving en inzichten van OVV kan worden opgemerkt dat er in het rapport geen rekening is gehouden met gevolgen van een botsing, zoals bijvoorbeeld het risico voor derden op de grond. Dat was daarentegen ook niet de vraagstelling voor het rapport. Het is mogelijk dat in bredere zin deze overwegingen wel zijn meegewogen bij de opdrachtgever (LVNL). In het rapport wordt om dezelfde redenen geen aandacht besteed aan andere veiligheidsrisico's.
- Er wordt in de NLR studie uitgebreid gebruik gemaakt van onderliggende rapporten, die niet in deze beoordeling zijn meegenomen. Daarmee wordt aangenomen dat de daaruit voortkomende bevindingen zorgvuldig, correct, en voor dezelfde operatie en omstandigheden zijn bepaald en voldoen aan huidige wetgeving en inzichten van OVV.
- De procedures voor afhankelijk naderen en starten op convergerende banen zijn vrijwel gelijk aan de procedures waarop het NLR rapport is gebaseerd. De enige aanpassing die sinds het verschijnen van het NLR rapport in de procedures is doorgevoerd, is de gebruiksvoorwaarde voor verminderde separatie dat de benodigde wolkenbasis is verhoogd van 1000 naar 2000 voet.
- Bij de beoordeling of het botsingsrisico binnen de gestelde kwantitatieve veiligheidsnorm valt, wordt uitgegaan van de bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval. In het NLR rapport wordt verondersteld dat daarmee fouten als gevolg van de (ook in dit rapport benoemde) aannames met betrekking tot de kans op een afgebroken nadering, effectiviteit van ingrijpen door verkeersleider, vlieger of TCAS voldoende zijn ondervangen.

6.3 Deelvraag b: hoe hield de studie rekening met het risico van een fataal ongeval?

In de NLR studie wordt uitsluitend rekening gehouden met de kans op een botsing als gevolg van het optreden door ATC, waarbij twee vliegtuigen, een vliegtuig en een voertuig of als gevolg van zogturbulentie een ongeval ontstaat tijdens de start- en landingsoperatie op Schiphol. Een dergelijke botsing in de context van de vraagstelling is in alle gevallen fataal.

7 Referenties

EU. (2011). Uitvoeringsverordening (EU) Nr. 1035/2011 van de commissie tot vaststelling van de gemeenschappelijke eisen voor verlening van luchtvaartnavigatiediensten en tot wijziging van de Verordeningen (EG) nr. 482/2008 en (EU) nr. 691/2010. *Publicatieblad van de Europese Unie*, 23 - 41.

I&M. (2020, december 18). *Beleidsregels veiligheidsnormen ATC*. Opgehaald van Overheid.nl: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0036878/2015-07-25>

ICAO. (2018). *Safety Management Manual (DOC 9859) 4th edition*. Montreal: ICAO.

NLR. (2015). *Safety Case Take-Off and Landing Schiphol (NLR-CR-2013-519)*. Amsterdam: NLR.

OVV. (2020). *Verminderde separatie na doorstart*. Den Haag: OVV.