



Dedicated to innovation in aerospace

NLR-CR-2019-306-V-2 | februari 2020

# Quickscan veiligheid banenstelsel Schiphol

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

# Quickscan veiligheid banenstelsel Schiphol

## Probleemstelling

In deze quickscan staat de volgende vraag centraal: Kan het huidige banenstelsel van Schiphol met een ander gebruik, en aanvullend daarop een banenstelsel met een parallelle Kaagbaan, de veiligheid vergroten en bijdragen aan het oplossen van door de OVV geconstateerde veiligheidsknelpunten (bijvoorbeeld de complexiteit van de infrastructuur) of introduceert het huidige banenstelsel met een ander gebruik of een banenstelsel met parallelle Kaagbaan juist nieuwe veiligheidsissues (bijvoorbeeld ten aanzien van parallel starten)? Daarbij gaat het om de kans van optreden van verschillende ongevals categorieën en externe veiligheid (veiligheid voor de omgeving van de luchthaven).

## Beschrijving van de werkzaamheden

Voor elk van de onderzochte banenstelselvarianten is vastgesteld wat de effecten zijn op de kans van optreden van verschillende ongevals categorieën. Daarnaast is vastgesteld wat de effecten zijn op de door de Onderzoeksraad Voor Veiligheid genoemde veiligheidsissues. Ten slotte is een inschatting gemaakt van de effecten van de banenstelsels op de externe veiligheid (EV). Om de effecten van baangebruik op externe veiligheid in te schatten worden objecten geteld die binnen een gestileerde EV-contour liggen die voor elk van de relevante baancombinaties is vastgesteld.

## Resultaten en conclusies

Geconcludeerd wordt dat geen van de beschouwde banenstelsels op grond van veiligheid kan worden afgewezen of nadrukkelijk voorkeur heeft. Daarbij zijn de volgende overwegingen van belang:

- Een ander operationeel gebruik binnen het huidige banenstelsel dat leidt tot minder baancombinatiewisselingen verlaagt het risico.

### RAPPORTNUMMER

NLR-CR-2019-306-V-2

### AUTEUR(S)

A.L.C. Roelen  
S.J. van den Hoek  
Y.S. Cheung

### RUBRICERING RAPPORT

ONGERUBRICEERD

### DATUM

februari 2020

### KENNISGEBIED(EN)

Luchtvaartveiligheid

### TREFWOORD(EN)

Luchthavens  
Veiligheid

- Varianten met een parallelle Kaagbaan leiden mogelijk tot extra risico op botsingen in de lucht.
- Varianten met een parallelle Kaagbaan en de Aalsmeerbaan buiten gebruik leiden mogelijk tot afname van het runway incursion risico.
- Varianten waarbij de Oostbaan wordt opgeheven leiden mogelijk tot extra risico door herverdeling van het kleinere verkeer.
- Varianten met een parallelle Kaagbaan leiden naar verwachting tot verlaging van het externe veiligheid risico.

## Toepasbaarheid

Dit rapport beschrijft de resultaten van een quickscan. Hierbij is in hoofdlijnen en op basis van beperkte informatie een inschatting gemaakt van veiligheidseffecten. Door deze limitaties zijn de resultaten alleen geschikt om een eerste indruk te krijgen van mogelijke veiligheidsaspecten. Aanbevolen wordt om de volgende onderwerpen nader te onderzoeken:

- Risico op botsing in de lucht bij gelijktijdig gebruik van de Kaagbaan en de parallelle Kaagbaan.
- Risico op botsing in de lucht bij gelijktijdig gebruik van de parallelle Kaagbaan en de Zwanenburgbaan en overige convergerende baancombinaties.
- Effecten van herverdeling van verkeer door sluiting van de Oostbaan.

### NLR

Anthony Fokkerweg 2

1059 CM Amsterdam

p ) +31 88 511 3113

e ) [info@nlr.nl](mailto:info@nlr.nl) i ) [www.nlr.nl](http://www.nlr.nl)



Dedicated to innovation in aerospace

NLR-CR-2019-306-V-2 | februari 2020

# Quickscan veiligheid banenstelsel Schiphol

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

**AUTEUR(S):**

A.L.C. Roelen

NLR

S.J. van den Hoek

NLR

Y.S. Cheung

NLR

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

<b>OPDRACHTGEVER</b>	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
<b>CONTRACTNUMMER</b>	31106689
<b>EIGENAAR</b>	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
<b>NLR DIVISIE</b>	Aerospace Operations
<b>VERSPREIDING</b>	Beperkt
<b>RUBRICERING TITEL</b>	ONGERUBRICEERD

<b>GOEDGEKEURD DOOR:</b>		<b>Datum</b>
<b>AUTEUR</b>	A.L.C. Roelen	28-10-2019
<b>REVIEWER</b>	B. Klein Obbink	28-10-2019
<b>BEHERENDE AFDELING</b>	A.D. Rutten	28-10-2019

# Inhoudsopgave

<b>Afkortingen</b>	<b>4</b>
<b>1 Introductie</b>	<b>5</b>
1.1 Context	5
1.2 Onderzoeksvraag	5
1.3 Uitgangspunten, aannames en werkwijze	5
1.3.1 Werkwijze	5
1.3.2 Beperkingen van het onderzoek	5
1.4 Banenstelselvarianten	6
1.4.1 Ongevalscategorieën	9
1.4.2 Door OVV genoemde veiligheidsissues	9
<b>2 Resultaten</b>	<b>11</b>
2.1 Huidig banenstelsel met ander operationeel gebruik	11
2.1.1 Effecten op ongevals categorieën	11
2.1.2 Effecten op externe veiligheid	11
2.2 Banenstelsel met parallelle Kaagbaan, Aalsmeerbaan buiten gebruik	11
2.2.1 Effecten op ongevals categorieën	11
2.2.2 Effecten op externe veiligheid	13
2.3 Banenstelsel met parallelle Kaagbaan, Aalsmeerbaan en Buitenveldertbaan buiten gebruik	13
2.3.1 Effecten op ongevals categorieën	13
2.3.2 Effecten op externe veiligheid	13
2.4 Banenstelsel met parallelle Kaagbaan, Aalsmeerbaan en Buitenveldertbaan gedeeltelijk buiten gebruik	14
2.4.1 Effecten op ongevals categorieën	14
2.4.2 Effecten op externe veiligheid	14
<b>3 Conclusies</b>	<b>15</b>
<b>4 Aanbevelingen</b>	<b>17</b>
<b>5 Referenties</b>	<b>18</b>
<b>Appendix A Parallele Kaagbaan</b>	<b>19</b>
<b>Appendix B Effecten per ongevals categorie</b>	<b>20</b>
<b>Appendix C Externe veiligheid</b>	<b>35</b>
<b>Appendix D Convergerend Baangebruik</b>	<b>38</b>

## Afkortingen

ACRONIEM	OMSCHRIJVING
ATM/CNS	Air Traffic Management / Communications, Navigation, and Surveillance
CICTT	CAST-ICAO Common Taxonomy Team
CTR	Control Zone
EV	Externe Veiligheid
GA	General Aviation
G-COL	Ground Collision (ongevalscategorie)
GIS	Geografisch Informatiesysteem
ICAO	International Civil Aviation Organization
MAC	Airprox/TCAS alert/Loss of Separation/Near Mid Air Collision (ongevalscategorie)
MER	Milieu Effect Rapportage
NLR	Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum
NM	Nautical Mile
OVV	Onderzoeksraad voor Veiligheid
PR	Plaatsgebonden Risico
RE	Runway Excursion (ongevalscategorie)
RI	Runway Incursion (ongevalscategorie)
SID	Standard Instrument Departure
TCAS	Traffic Collision Avoidance System
TMA	Terminal Maneuvering Area
TURB	Turbulence Encounter (ongevalscategorie)

# 1 Introductie

## 1.1 Context

In het planMER-traject van de Luchtvaartnota worden verschillende beleidspakketten beoordeeld en vergeleken. Onderdeel van beleidspakketten kan ook het optimaliseren van het banenstelsel en het daarbij behorende Operationeel concept zijn. Uit eerder onderzoek (To70 2008) is gebleken dat een banenstelsel met een parallelle Kaagbaan en mogelijke sluiting van andere banen potentie kan bieden vanuit het oogpunt van betrouwbaarheid van de operatie, ruimtebeslag en hinderbeperking. Dit is ook de reden geweest om in het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening een ruimtelijke reservering op te nemen voor de parallelle Kaagbaan. Als er in het planMER varianten worden meegenomen met een parallelle Kaagbaan is het wel van belang dat deze ook realistisch en uitvoerbaar zijn vanuit een veiligheidsperspectief.

## 1.2 Onderzoeksvraag

In deze quickscan staat de volgende vraag centraal: Kan het huidige banenstelsel met een ander gebruik, en aanvullend daarop een banenstelsel met een parallelle Kaagbaan, de veiligheid vergroten en bijdragen aan het oplossen van door de OVV in het rapport 'Veiligheid vliegverkeer Schiphol' (OVV 2017) geconstateerde veiligheidsknelpunten (bijvoorbeeld de complexiteit van de infrastructuur) of introduceert het huidige banenstelsel met een ander gebruik of een banenstelsel met parallelle Kaagbaan juist nieuwe veiligheidsissues? Daarbij gaat het om zowel de veiligheid van de grondafhandeling (manoeuvringarea), vliegveiligheid (luchtzijdig) en externe veiligheid (omgeving van de luchthaven).

## 1.3 Uitgangspunten, aannames en werkwijze

### 1.3.1 Werkwijze

Voor elk van de onderzochte banenstelselvarianten (zie sectie 1.3.3) is vastgesteld wat de mogelijke effecten zijn op de kans van optreden van verschillende ongevals categorieën, zie sectie 1.3.4. Daarnaast is vastgesteld wat de mogelijke effecten zijn op de door de OVV genoemde veiligheidsissues, zie sectie 1.3.5. Ten slotte is een inschatting gemaakt van de effecten van de banenstelsels op de externe veiligheid (EV). Om de effecten van baangebruik op externe veiligheid in te schatten worden objecten geteld die binnen een gestileerde EV-contour liggen die voor elk van de relevante baankoppen is vastgesteld (Appendix C).

### 1.3.2 Beperkingen van het onderzoek

Dit rapport beschrijft de resultaten van een quickscan. Hierbij is in hoofdlijnen en op basis van beperkte informatie een inschatting gemaakt van veiligheidseffecten. Om deze inschatting te kunnen maken moeten veel aannames



worden gedaan. Deze zijn zoveel mogelijk expliciet gemaakt. Voor het maken van de inschatting is in grote mate gebruik gemaakt van 'engineering judgement'. De quickscan is uitgevoerd zonder een volledige beschrijving van het operationeel concept (inclusief informatie over voorziene procedures en runway modes of operation) en capaciteitsschattingen. Ook dat is een belangrijke beperking.

Binnen het kader van een quickscan van conceptuele ontwerpen kunnen zaken als eventuele stapeling van risico's niet worden vastgesteld. Evenzeer wordt in dit rapport niet aangegeven welke beheersmaatregelen eventueel voorhanden zijn.

## 1.4 Banenstelselvarianten

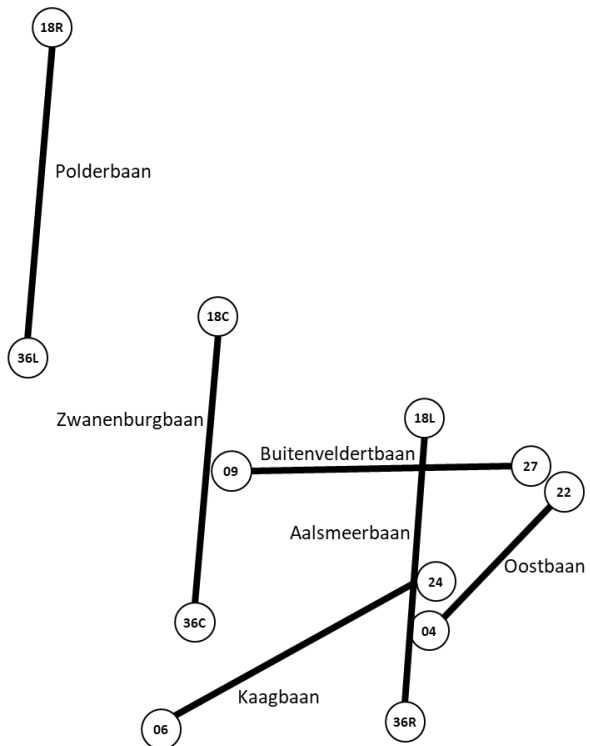
Referentiepunt is het huidige banenstelsel en het huidige operationele gebruik. De varianten die met het referentiepunt worden vergeleken zijn de volgende (zie ook Figuur 1 t/m 4):

1. Huidig banenstelsel met ander operationeel gebruik;
2. Banenstelsel met parallelle Kaagbaan, Aalsmeerbaan buiten gebruik;
3. Banenstelsel met parallelle Kaagbaan, Aalsmeerbaan en Buitenveldertbaan buiten gebruik;
4. Banenstelsel met parallelle Kaagbaan, Aalsmeerbaan en Buitenveldertbaan gedeeltelijk buiten gebruik. Aalsmeerbaan en Buitenveldertbaan worden alleen gebruikt indien gewenst in verband met windrichting en windkracht.

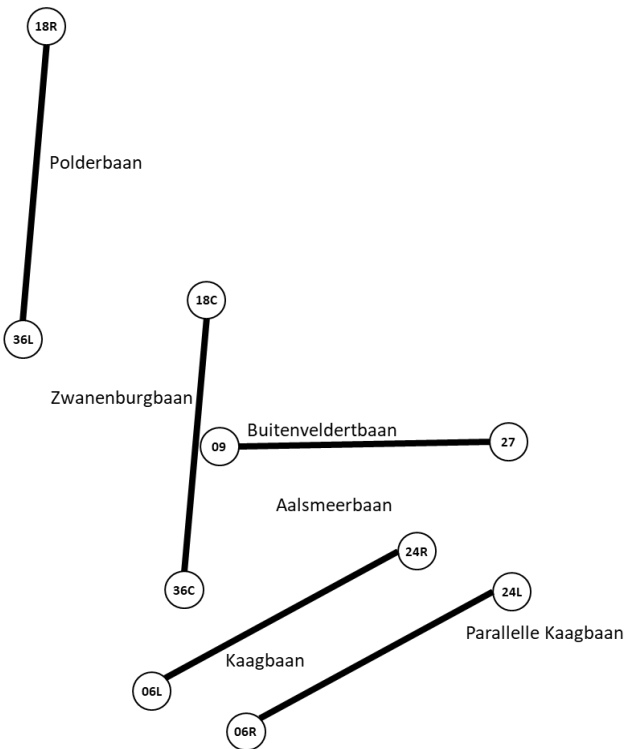
Het andere operationele gebruik is 2+2 baangebruik<sup>1</sup>. Details van de parallelle Kaagbaan worden in Appendix A weergegeven. In varianten met de parallelle Kaagbaan wordt aangenomen dat de Oostbaan buiten gebruik is.

---

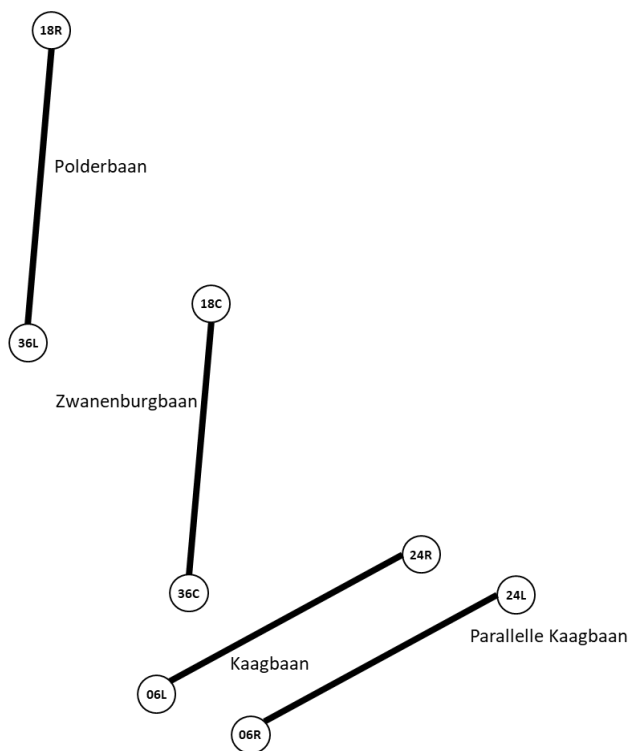
<sup>1</sup> Volgens de huidige regels mag Schiphol drie banen tegelijk gebruiken: twee voor landen en één voor starten, of vice versa (2+1 baangebruik). Om de overgang tussen de pieken te faciliteren mag Schiphol voor een korte afgebakende periode een vierde baan openstellen (2+1+1 baangebruik). Bij 2+2 baangebruik mogen continue twee banen voor starten en twee banen voor landen worden gebruikt.



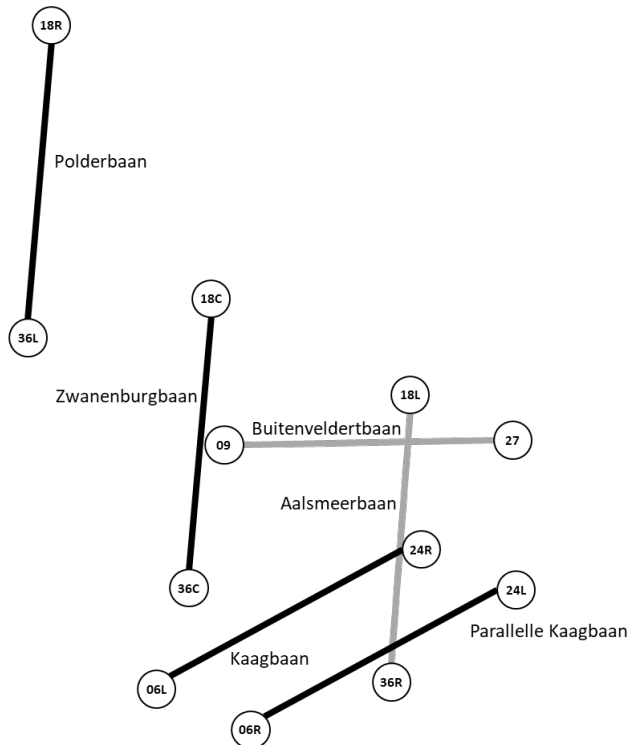
Figuur 1: Huidige banenstelsel



Figuur 2: Banenstelsel met parallelle Kaagbaan en Aalsmeerbaan en Oostbaan buiten gebruik



*Figuur 3: Banenstelsel met parallelle Kaagbaan en Aalsmeerbaan, Buitenveldertbaan en Oostbaan buiten gebruik*



*Figuur 4: Banenstelsel met parallelle Kaagbaan en Buitenvelderbaan en Aalsmeerbaan gedeeltelijk buiten gebruik en Oostbaan buiten gebruik*

## 1.4.1 Ongevalsecategorieën

Een van de uitgangspunten bij deze quickscan is de set van ongevals categorieën die is gedefinieerd door het zogenaamde CAST-ICAO Common Taxonomy Team (CICTT). Deze set wordt internationaal gebruikt voor het categoriseren en rapporteren van incidenten en ongevallen. Het voordeel van deze set is de compleetheid en goede definitie van de verschillende categorieën. Dat betekent dat rapportages over incidenten en ongevallen teruggeleid kunnen worden tot de betreffende categorieën. Om deze reden wordt in de quickscan deze set als basis gebruikt voor het identificeren van mogelijke veiligheidseffecten van baangebruik. Er zijn in totaal 36 categorieën (ICAO, 2013).

Omdat de set van ongevals categorieën allesomvattend is, zijn er categorieën gedefinieerd die evident niet van toepassing zijn op de Schiphol-operatie (zoals bijv. Glider Towing Related Events). Deze categorieën worden verder niet meegenomen in de analyse.

In appendix B worden de verschillende ongevals categorieën op alfabetische volgorde beschreven, inclusief een inschatting van de effecten van het baangebruik.

## 1.4.2 Door OVV genoemde veiligheidsissues

In het rapport 'Veiligheid Vliegverkeer Schiphol' (OVV 2017) noemt de OVV zaken met betrekking tot de lay-out, inrichting en het gebruik van de luchthaven die een veiligheidsrisico vormen.

Volgens het OVV-rapport (OVV 2017) zijn de lay-out en inrichting van Schiphol, een centraal gelegen terminal die is ingesloten door vier banen met daarbuiten nog twee banen, inherent complex en kunnen veiligheidsrisico's met zich meebrengen. Volgens de OVV maken de vele taxibanen, op- en afritten en de ligging van de banen ten opzichte van elkaar de luchthaven gevoelig voor het optreden van incidenten, met name runway incursions. De volgende knelpunten worden specifiek genoemd:

- Hotspots. Op de aerodrome ground movement chart staan hotspots aangeduid: plaatsen waar in het verleden regelmatig runway incursions hebben plaatsgevonden en die daar nog steeds gevoelig voor zijn.
- Schiphol-Oost. De hangars ten behoeve van vliegtuigonderhoud op Schiphol-Oost zijn zodanig gesitueerd ten opzichte van de terminal dat vliegtuigen die van of naar Schiphol-Oost worden gesleept zowel de Aalsmeerbaan als de Oostbaan moeten kruisen. Hierdoor kunnen runway incursions ontstaan.
- Routes van en naar het S-platform. Het S-platform ten zuiden van de Kaagbaan is via taxibaan Sierra te bereiken. Daarbij dient de Kaagbaan te worden overgestoken, waardoor er kans is op een runway incursion.
- Convergerende banen. Ten gevolge van het tangentieel banenstelsel met convergerende banen zijn er combinaties van start- en landingsbanen die van elkaar afhankelijk zijn omdat de route die een vliegtuig na een afgebroken nadering (missed approach) moet volgen een conflict oplevert met het uitklimpad van startend verkeer of omdat de routes die vliegtuigen moeten volgen een conflict opleveren in het geval van een dubbele afgebroken nadering.
- Ligging Polderbaan. Vliegtuigen die van- of naar de Polderbaan taxiën maken meestal gebruik van taxibanen die aan de noord- en zuidzijde om de Zwanenburgbaan lopen. Er is ook een kruising W5. Incidenteel kruisen van 18C/36R bij W5 is alleen toegestaan na overleg met de torensupervisor.
- Toeritten via rapid exit taxiways. Op een aantal banen kunnen intersectiestarts vrijwel alleen via niet-haakse rapid exit taxiways worden gemaakt. Dit levert een risico op voor botsingen, omdat piloten verkeer dat vanaf het begin van de baan is gestart moeilijker kunnen zien aankomen dan bij een haakse intersectie.

- Krappe ruimte. Vanwege een gebrek aan vliegtuigopstelplaatsen is de manoeuvreerruimte op de luchthaven beperkt.

Ten aanzien van het gebruik van de luchthaven concludeert de OVV het volgende:

*“Op Schiphol vinden gemiddeld achttien wisselingen van baancombinatie per dag plaats, waarvan zestien vanwege geluidpreferent vliegen. In vergelijking met andere luchthavens is dit zeer frequent. Wisselingen van baancombinatie vormen een veiligheidsrisico, omdat ze zorgen voor hogere werklast en complexiteit voor luchtverkeersleiders en piloten.”*

## 2 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de quickscan weergegeven per onderzochte variant. Resultaten zijn daarbij weergegeven als effecten op ongevals categorieën, effecten op door de OVV genoemde veiligheidsissues en effecten op externe veiligheid. Nadere details zijn te vinden in Appendix B voor effecten op de ongevalscategorieën en Appendix C voor effecten voor externe veiligheid.

### 2.1 Huidig banenstelsel met ander operationeel gebruik

#### 2.1.1 Effecten op ongevalscategorieën

2+2 Baangebruik zal leiden tot minder baancombinatiewisselingen ten opzichte van 2+1(+1) baangebruik. Hiermee wordt één van de door de OVV genoemde veiligheidsissues gereduceerd. Volgens de OVV hebben baanwisselingen vlak voor of tijdens het taxiën of vlak voor de nadering, in combinatie met andere factoren, geleid tot het invoeren van onjuiste data en routes in de boordcomputer. Ook leiden frequente baanwisselingen tot verhoging van de werkdruk van luchtverkeersleiders. Risico's voor de ongevalscategorieën<sup>2</sup> 'Verlies van controle in de vlucht' (Loss of Control Inflight, LOC-I), 'Van de start- of landingsbaan raken' (Runway Excursion RE) en 'Onbedoeld op een actieve start- of landingsbaan raken' (Runway Incursion, RI) worden daarom door 2+2 baangebruik verminderd.

#### 2.1.2 Effecten op externe veiligheid

Aangenomen is dat 2+2 baangebruik niet zal leiden tot een significante verandering van de verdeling van het verkeer over de verschillende banen. 2+2 baangebruik heeft dan geen effecten op externe veiligheid.

### 2.2 Banenstelsel met parallelle Kaagbaan, Aalsmeerbaan buiten gebruik

#### 2.2.1 Effecten op ongevalscategorieën

Een parallelle Kaagbaan heeft effect op de ongevalscategorie 'Botsing in de lucht' (Airprox/TCAS Alert/Loss of Separation/(Near) Midair Collisions', MAC).

Gelijktijdig gebruik van Kaagbaan (24R06L) en de parallelle Kaagbaan (24L06R) voor landen leidt tot het parallel indraaien van vliegtuigen tijdens de nadering. De lage separatie in afstand tussen de twee banen kan daardoor eerder

<sup>2</sup> Zie Appendix B voor een definitie van de verschillende ongevalscategorieën.

leiden tot overschrijdingen van de separatieminima. Een banenstelsel met een parallelle Kaagbaan leidt voor dit aspect tot een extra MAC-risico ten opzichte van het huidige banenstelsel.

Convergerende banen zijn banen die elkaar (in het verlengde) kruisen (zie ook Appendix D). Doordat de banen elkaar in het verlengde kruisen, ontstaat het risico op een mid-air collision. In een banenstelsel met een parallelle kaagbaan en met de Aalsmeerbaan buiten gebruik zullen een aantal convergerende baancombinaties (met twee banen) vervallen en ontstaan er nieuwe. De convergerende baancombinatie waarbij geland wordt op de Aalsmeerbaan (36R) en gestart wordt op de Buitenveldertbaan (09) komt, onder andere, te vervallen. Deze specifieke baancombinatie draagt binnen het actuele banenstelsel een relatief (ten opzichte van andere convergerende baancombinaties) hoog risico. Daarentegen ontstaat een nieuwe convergerende baancombinatie waarbij verwacht kan worden dat deze een relatief hoog MAC-risico draagt, namelijk landen op de Zwanenburgbaan (18C) en starten van de parallelle Kaagbaan (24L). Dit additionele risico is in omvang vergelijkbaar met dat van de convergerende baancombinatie landen Zwanenburgbaan (18C) en starten Kaagbaan (24R).

Op Schiphol wordt niet alleen gebruik gemaakt van een baancombinatie met twee banen. In veel gevallen zijn ten minste drie banen actief. Parallel naderen, bijvoorbeeld landen Polderbaan (18R) en Zwanenburgbaan (18C), en tegelijkertijd parallel starten op de Kaagbaan (24R) en de Zwanenburgbaan (24L) leidt tot het ontstaan van nieuwe MAC risico's (zie ook Appendix B). Een doorstart op de Polderbaan (18R) of Zwanenburgbaan (18C) kan tot een conflict leiden met het startende verkeer op de beide Kaagbanen, wat een verhoogd MAC risico levert ten opzichte van een convergerende baancombinatie met twee banen.

Binnen de context van deze quickscan kan gesteld worden dat enkele risico's voor de ongevals categorie MAC komen te vervallen en dat er nieuwe risico's bij komen. Het netto effect op het MAC-risico is sterk afhankelijk van het operationeel gebruik.

De Oostbaan wordt binnen het huidige banenstelsel veelal ingezet voor de afhandeling van business jets en General Aviation (GA). Een deel van dat GA-verkeer heeft een lagere vliegsnelheid in de nadering dan het grotere commerciële vliegverkeer. Sluiten van de Oostbaan betekent dat het kleinere verkeer over het algemeen een langere taxiroute zal moeten afleggen dan in de huidige situatie. Dit verhoogt mogelijk het GCOL-risico door langere blootstelling. Sluiten van de Oostbaan betekent dat het langzamere verkeer, dat in de huidige situatie vooral via de Oostbaan wordt afgehandeld, meer wordt gemengd met het reguliere commerciële verkeer. Dit leidt tot een groter risico voor de categorieën 'Airprox/TCAS Alert/Loss of Separation/(Near) Midair Collisions' (MAC) en 'Treffen van zogturbulentie' (Turbulence Encounter, TURB). Verkeer dat in de huidige situatie start of landt op de Oostbaan zal in deze variant starten of landen op een baan die aanzienlijk langer is dan de Oostbaan, wat mogelijk leidt tot een iets kleiner risico voor de categorie 'Runway Excursion' (RE).

Door het buiten gebruik stellen van de Aalsmeerbaan verdwijnen mogelijk twee Runway Incursion (RI) hotspots (door OVV genoemd als veiligheidsissue). Dit is afhankelijk van de wijze waarop de kruising tussen de Buitenveldertbaan en de Aalsmeerbaan (aangenomen wordt dat in deze optie de Aalsmeerbaan beschikbaar blijft als taxibaan) wordt ingericht. Het is echter niet op voorhand uit te sluiten dat door de aanleg van een parallelle Kaagbaan nieuwe RI hotspots worden geïntroduceerd.

Sluiting van de Oostbaan reduceert het door de OVV genoemde Runway Incursion risico van sleepverkeer van/naar Schiphol-Oost (door OVV genoemd als veiligheidsissue) omdat de Oostbaan niet meer gekruist wordt. Het is echter niet ondenkbaar dat de gehele inrichting van Schiphol-Oost zal veranderen bij aanleg van een parallelle Kaagbaan. Afhankelijk daarvan kunnen de sleeproutes veranderen.

## 2.2.2 Effecten op externe veiligheid

Een banenstelsel met een parallelle Kaagbaan en de Aalsmeerbaan buiten gebruik leidt tot minder objecten binnen de gestileerde EV-contouren ten opzichte van het huidige banenstelsel.

## 2.3 Banenstelsel met parallelle Kaagbaan, Aalsmeerbaan en Buitenveldertbaan buiten gebruik

### 2.3.1 Effecten op ongevals categorieën

Effecten op ongevals categorieën zijn hetzelfde als voor de variant met een parallelle Kaagbaan en de Aalsmeerbaan buiten gebruik (zie sectie 2.2.1). ), met als aanvulling dat voor de ongevalscategorie MAC het aantal mogelijke convergerende baancombinaties tussen twee banen meer afneemt dan bij de configuratie met een Buitenveldertbaan. Het geringere aantal convergerende baancombinaties dat mogelijk is kan leiden tot een lager risico door een verminderde inzet van afhankelijke banen, maar dat is sterk afhankelijk van de runway modes of operation.

Op de Buitenveldertbaan vinden relatief meer bewegingen plaats met grote dwarswind dan op andere banen, met name bij de start vanaf 27. Waarschijnlijk is dit een gevolg van gebruik van de Buitenveldertbaan als 'stormbaan', d.w.z. gebruik van de baan bij stormachtige omstandigheden. Als de Buitenveldertbaan niet meer beschikbaar moet bij harde (zuid)westenwind de Kaagbaan of de parallelle Kaagbaan worden gebruikt voor landingen. Uit statistische gegevens van de KNMI<sup>3</sup> blijkt dat de overwegende windrichting, ook voor harde wind, komt uit kompasrichting richting 210-240 (zuidwest). Op basis van deze gemiddelden is de (parallelle) Kaagbaan vaker geschikt als stormbaan dan de Buitenveldertbaan. Alleen bij harde wind uit westelijke- of noordwestelijke richting (kompasrichting 270-320) is de Buitenveldertbaan een betere stormbaan dan de (parallelle) Kaagbaan. Verwacht wordt daarom dat met ander operationeel gebruik en een parallelle Kaagbaan en de Buitenveldertbaan buiten gebruik het aantal bewegingen met grote dwarswind niet zal veranderen indien de van toepassing zijnde limieten voor baantoewijzing niet veranderen.

### 2.3.2 Effecten op externe veiligheid

Van alle onderzochte varianten is dit de variant met het minste aantal objecten binnen de gestileerde EV-contouren.

<sup>3</sup> <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/grafieken/maand/windrozen>



## **2.4 Banenstelsel met parallelle Kaagbaan, Aalsmeerbaan en Buitenveldertbaan gedeeltelijk buiten gebruik**

### **2.4.1 Effecten op ongevals categorieën**

Effecten op ongevals categorieën zijn hetzelfde als voor de variant met een parallelle Kaagbaan en de Aalsmeerbaan buiten gebruik (zie sectie 2.2.1), met de aanvulling dat bij deze variant de Runway Incursion hotspots blijven bestaan, zij het met minder verkeer en dat in potentie verwarring kan ontstaan over het al dan niet in gebruik zijn van de baan. De extra keuzemogelijkheid vergroot de complexiteit, en daarmee wordt de kans op een runway incursion groter, vooral voor piloten die minder bekend zijn op Schiphol.

### **2.4.2 Effecten op externe veiligheid**

Waarschijnlijk leidt ook deze variant tot minder objecten binnen de gestileerde EV-contouren ten opzichte van het huidige banenstelsel, maar dit is sterk afhankelijk van het aantal bewegingen dat zal worden toegelaten op de Buitenveldertbaan en de Aalsmeerbaan.

### 3 Conclusies

Binnen de beperkingen en aannames van deze quickscan kan worden geconcludeerd dat geen van de beschouwde banenstelsels op grond van veiligheid kan worden afgewezen of nadrukkelijk voorkeur heeft. Daarbij zijn de volgende overwegingen van belang:

1. Varianten die leiden tot minder baanwisselingen verlagen het RI risico, en indirect het RE risico en LOC-I risico.
2. Vanwege de geringe separatieafstand tussen de parallelle Kaagbaan en de bestaande Kaagbaan is een grondige risicoanalyse van het gelijktijdig gebruik van de banen nodig.
3. Gelijktijdig gebruik van een parallelle Kaagbaan en de Zwanenburgbaan (al dan niet in combinatie met gebruik van de huidige Kaagbaan) heeft bij een missed approach op 18C in combinatie met een start op 24L (en eventueel een gelijktijdige start op 24R), een risico voor de categorie MAC. Een grondige risicoanalyse is nodig om de omvang van dit risico vast te stellen.
4. Varianten waarbij de Oostbaan wordt opgeheven leiden tot het vaker optreden van situaties waarbij langzamere categorieën GA verkeer worden gemengd met sneller verkeer. Dit leidt voor verkeersleiders mogelijk tot hogere werkdruk en daardoor de kans op fouten. Dit kan leiden tot een verhoogd risico voor de ongevals categorieën MAC en TURB.
5. Varianten waarbij de Oostbaan wordt opgeheven leiden er toe dat het kleinere verkeer over het algemeen een langere taxiroute zal moeten afleggen dan in de huidige situatie. Dit verhoogt het GCOL-risico door langere blootstelling.
6. Voor de variant met een parallelle Kaagbaan en de Aalsmeerbaan buiten gebruik en de variant met een parallelle Kaagbaan en de Aalsmeerbaan en de Buitenveldertbaan buiten gebruik geldt dat hiermee twee RI hotspots verdwijnen, terwijl bovendien de kans op runway incursions door verkeer naar Schiphol Oost wordt weggenomen. Het verdwijnen van de hotspots is daarbij afhankelijk van de wijze waarop de kruising tussen de Buitenveldertbaan en de Aalsmeerbaan (aangenomen wordt dat in deze optie de Aalsmeerbaan beschikbaar blijft als taxibaan) wordt ingericht. Het is echter niet op voorhand uit te sluiten dat door de aanleg van een parallelle Kaagbaan nieuwe RI hotspots worden geïntroduceerd.
7. Voor de optie met een parallelle Kaagbaan en de Aalsmeerbaan en de Buitenveldertbaan gedeeltelijk buiten gebruik geldt dat de RI-hotspots blijven bestaan, zij het met minder verkeer en dat in potentie verwarring kan ontstaan over het al dan niet in gebruik zijn van de baan. De extra keuzemogelijkheid vergroot de complexiteit, en daarmee wordt de kans op een runway incursion groter, vooral voor piloten die minder bekend zijn op Schiphol.
8. De variant met een parallelle Kaagbaan en de Aalsmeerbaan buiten gebruik leidt tot minder objecten binnen de gestileerde EV-contouren ten opzichte van het huidige banenstelsel. De variant met een parallelle Kaagbaan en de Aalsmeerbaan en Buitenveldertbaan buiten gebruik leidt tot minder objecten binnen de gestileerde EV-contouren ten opzichte van het huidige banenstelsel. Voor de variant de variant met een parallelle Kaagbaan en de Aalsmeerbaan en Buitenveldertbaan gedeeltelijk buiten gebruik (alleen in gebruik

indien gewenst in verband met windrichting en kracht) geldt dat het grootste deel van de bewegingen van de Aalsmeerbaan en de Buitenveldertbaan zullen worden overgeheveld naar de andere banen, waardoor voor deze variant geldt dat deze waarschijnlijk leidt tot minder objecten binnen de gestileerde EV contouren ten opzichte van het huidige banenstelsel.

9. Voor de overige door het CAST-ICAO Common Taxonomy Team (CICTT) gedefinieerde ongevals categorieën worden voor de beschouwde varianten geen significante risicoveranderingen voorzien ten opzichte van het referentiepunt.

## 4 Aanbevelingen

Voer voor de in deze studie beschouwde varianten een volwaardige risicoanalyse uit, met inbegrip van runway modes of operation, capaciteitsplanning, en een (concept) layout van het taxibanenstelsel rond de parallelle Kaagbaan. De volgende onderwerpen verdienen daarbij bijzondere aandacht:

1. Het effect van de geringe separatieafstand tussen de bestaande Kaagbaan en een parallelle Kaagbaan op het risico voor de ongevals categorie MAC bij gelijktijdig gebruik van de bestaande Kaagbaan en een parallelle Kaagbaan.
2. Het risico voor de ongevals categorie MAC van gelijktijdig gebruik van een parallelle Kaagbaan en de Zwanenburgbaan (al dan niet in combinatie met gebruik van de huidige Kaagbaan) in het scenario van een missed approach op 18C in combinatie met een start op 24L en het risico voor de ongevals categorie MAC van overige convergerende baancombinaties.
3. Effecten van de herverdeling van verkeer door sluiting van de Oostbaan, vooral gericht op de ongevals categorieën MAC, RI en GCOL.

## 5 Referenties

AAIB. (2003). Report on the accident to Boeing 747-2B5F, HL-7541 near London Stansted Airport on 12 December 1999, Aircraft Accident Report 3/2003. Air Accident Investigation Branch, UK.

Es, G.W.H. van. (2010). A study of runway excursions from a European perspective. NLR-CR-2010-259. NLR Amsterdam.

ICAO. (2013). Aviation Occurrence Categories, Definitions and Usage Notes, Version 4.6. ICAO-CAST Common Taxonomy Team.

Min. VenW. (2008). Lange termijn verkenning Schiphol, Verkenningendocument. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

LVNL. (2011). VEM Effect Report 'Accommodation of regular A380 flights' versie 1.0, Luchtverkeersleiding Nederland.

OVV. (2017). Veiligheid vliegverkeer Schiphol. Onderzoeksraad voor Veiligheid. Den Haag.

To70. (2008). Lange termijnopties banenstelsel Schiphol. To70 Den Haag.

To70. (2019). Banenstelsel Schiphol geluidberekening, uitgangspunten, concept. To70 Den Haag.

Verstraeten, J.G., Geest, P.J. van der, Es, G.W.H. van, Giesberts, M.K.H., Klein Obbink, B., Roelen, A.L.C. (2018). Integrale Veiligheidsanalyse Schiphol. NLR-CR-2017-313. NLR Amsterdam.

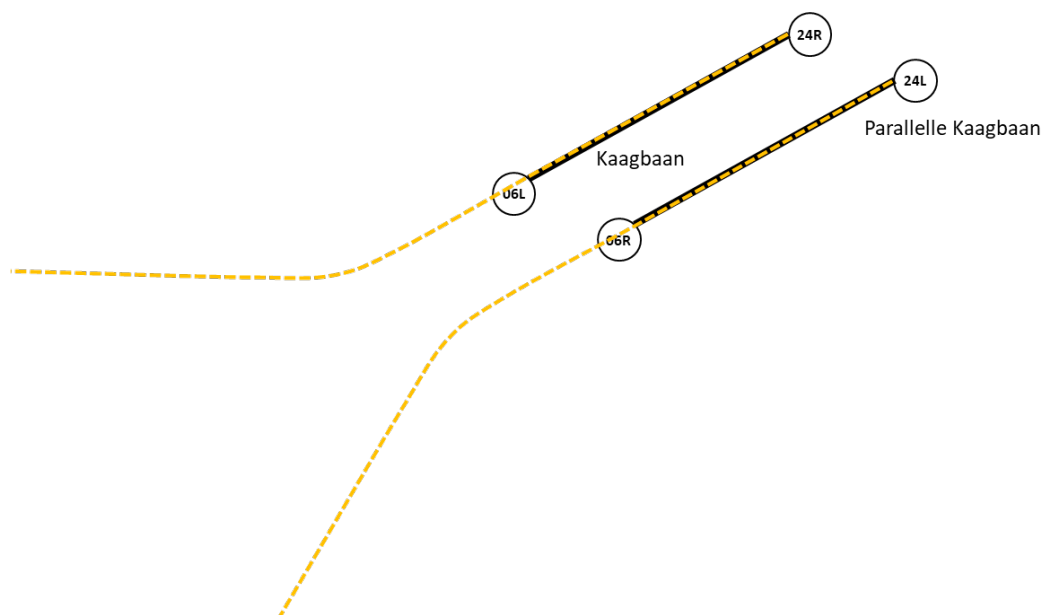
## Appendix A Parallele Kaagbaan

Bij banenstelsels met een parallelle Kaagbaan wordt, in overeenstemming met de uitgangspunten van de door To-70 uitgevoerde geluidberekening, verondersteld dat de Oostbaan buiten gebruik is en dat de parallelle Kaagbaan in noordoostelijke richting wordt verlegd ten opzichte van het huidige reserveringsgebied (To70 2019). De coördinaten van de parallelle Kaagbaan zijn als volgt:

Tabel A.1: Coördinaten parallelle Kaagbaan

Baannummer	X-begin (m)	Y-begin (m)	X-eind (m)	Y-eind (m)
06R	111.520	477.417	114.417	479.197
24L	114.417	479.197	111.520	477.417

Gelijktijdig onafhankelijk gebruik van de Kaagbaan en de parallelle Kaagbaan leidt tot vertrekroutes waarbij de routes van beide banen direct na take-off 15 graden ten opzichte van elkaar wegdraaien (To-70 2019), zie Figuur A.1.



Figuur A.1: Routeschets vertrekend verkeer bij Kaagbaan en parallelle Kaagbaan

## Appendix B Effecten per ongevals categorie

In dit appendix worden de CICTT-ongevalscategorieën op alfabetische volgorde beschreven, inclusief de effecten van de verschillende banenstelselvarianten op de kans van optreden van elk van die ongevals categorieën.

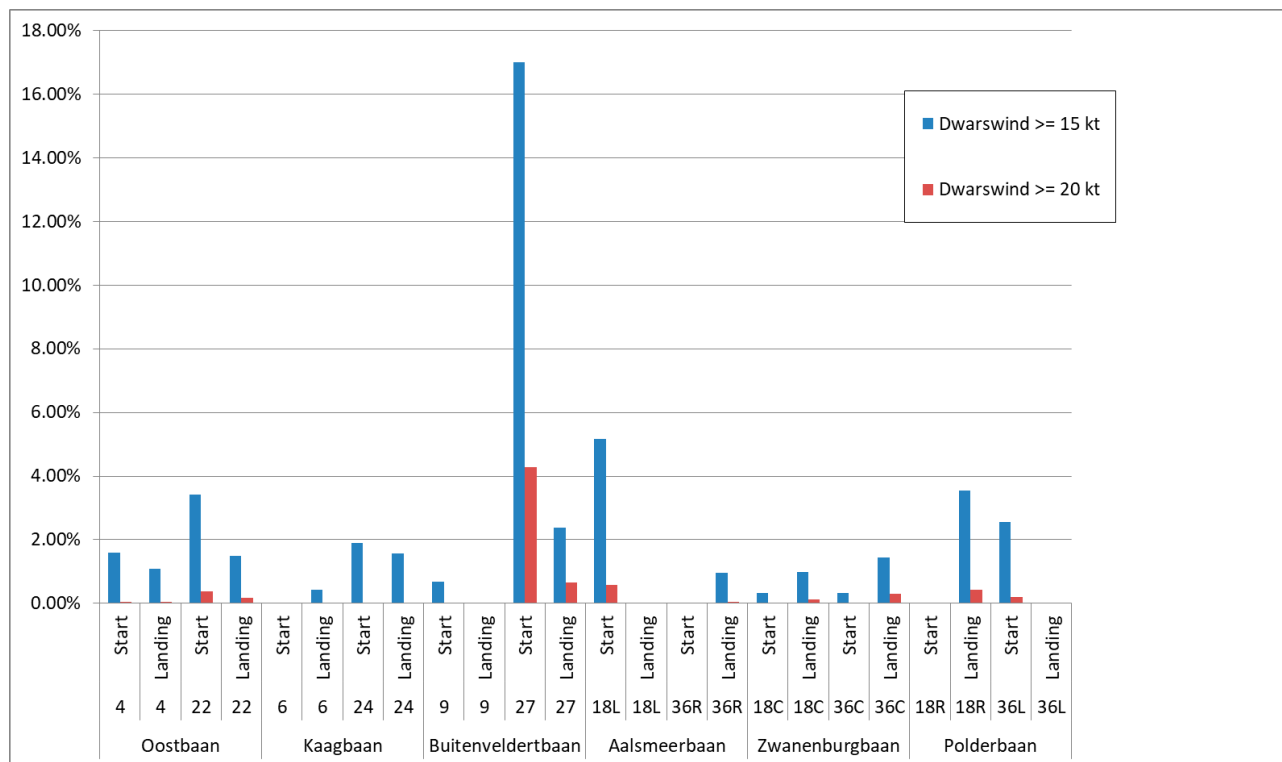
### Abnormal Runway Contact (ARC)

De ongevals categorie 'Abnormal Runway Contact' (ARC) omvat voorvallen waarbij er tijdens de start of landing een abnormaal contact met de baan is. In deze categorie zitten voorvallen zoals harde landingen, lange of snelle landingen, landingen (deels) naast de baan, neuswiellandingen, tailstrikes (staart van een vliegtuig raakt de grond tijdens de start of landing) en wingtip/nacelle strikes (vleugeltip of motorgondel raakt de grond tijdens de start of landing). Landingen waarbij de piloten vergeten het landingsgestel uit te klappen vallen ook onder deze categorie.

Baangerelateerde factoren die kunnen bijdragen aan dit type voorvallen zijn instabiele naderingen en (dwars)windcondities (Verstraeten et al 2018). Verondersteld wordt dat de gemiddelde stabiliteit van de nadering gelijk is voor elk van de banen op Schiphol.

In Figuur B.1 zijn de percentages bewegingen met relatief grote dwarswind weergegeven voor elk van de banen op Schiphol voor de periode 2007 t/m 2016. De figuur is verkregen door combinatie van FANOMOS- en KNMI-data. Op de Buitenveldertbaan vinden relatief meer bewegingen plaats met grote dwarswind dan op andere banen, met name bij de start vanaf 27. Waarschijnlijk is dit een gevolg van gebruik van de Buitenveldertbaan als 'stormbaan', d.w.z. gebruik van de baan bij stormachtige omstandigheden. Het totaal aantal starts vanaf 27 is met ongeveer 0.3 % van het totaal aantal starts vanaf Schiphol echter zeer beperkt. Voor de overige banen geldt dat de variatie in het percentage starts en landingen met grote dwarswind gering is. Volgens de lange termijn verkenning Schiphol (Min VenW 2008) maakt een parallelle Kaagbaan de operatie betrouwbaarder bij veranderende weersomstandigheden omdat de zogenaamde 'windroosdekking' wordt verhoogd. Als de Buitenveldertbaan niet meer beschikbaar is als 'stormbaan' moet bij harde (zuid)westenwind de Kaagbaan of de parallelle Kaagbaan worden gebruikt voor landingen. Op deze manier is het ook beschreven als Runway Mode of Operation in de concept uitgangspunten van een door To70 uitgevoerde geluidberekening (To70 2019).

In figuur B.3 zijn langjarige gemiddelde windsnelheden als functie van de richting weergegeven voor de maand januari (een typische 'stormmaand'). Eenzelfde beeld is zichtbaar voor de overige maanden van het stormseizoen. Uit de figuur blijkt dat de overwegende windrichting, ook voor harde wind, komt uit kompasrichting richting 210-240. Daarom is niet te verwachten dat het aantal landingen met grote dwarswind zal veranderen indien de (parallelle) Kaagbaan in plaats van de Buitenveldertbaan wordt gebruikt als 'stormbaan'. Verwacht wordt daarom dat met ander operationeel gebruik en een parallelle Kaagbaan het aantal bewegingen met grote dwarswind niet zal veranderen indien de van toepassing zijnde criteria voor baantoewijzing niet veranderen. Dit type voorval is daarom niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.



Figuur B.1: Percentage bewegingen met relatief grote dwarswind, 2007-2016

#### Abrupt Manoeuvre (AMAN)

De categorie 'Abrupt Manoeuvre' (AMAN) betreft voorvallen waarbij de bemanning met opzet een abrupte manoeuvre uitvoert. Een als AMAN gecategoriseerd voorval kan leiden tot letsel aan inzittenden of schade aan boordsystemen. Abrupte manoeuvres kunnen plaatsvinden in de lucht en op de grond. Abrupte manoeuvres die eventueel in verband kunnen worden gebracht met baangebruik zijn manoeuvres die worden uitgevoerd om een botsing in de lucht of op de grond te voorkomen, en vallen daarom samen met de categorieën ground collision (GCOL), runway incursion (RI) en airprox (MAC). Vanwege de overlap met andere ongevals categorieën wordt de categorie AMAN niet verder beschouwd.

#### Aerodrome (ADRM)

De categorie 'Aerodrome' (ADRM) heeft betrekking op ongevallen waarbij luchthavenontwerp, -diensten en -functies een rol spelen. Het zijn gebeurtenissen waarbij bepaalde tekortkomingen een rol spelen, bijvoorbeeld op het gebied van taxibanen, opstelplaatsen, obstakels, hulpdiensten (brandweer/reddingsdiensten), verlichting/markering, procedures en dienstverlening in het algemeen. Daarnaast vallen onder de categorie ADRM ook gebeurtenissen veroorzaakt door zwerfvuil (foreign objects): losse materialen, brokstukken of fragmenten op het luchthaventerrein. Onder Foreign Object Damage (FOD) wordt de schade verstaan die door het zwerfvuil toegebracht kan worden aan een vliegtuig. De schade kan effect hebben op de vliegtuigprestaties en vliegveiligheid.

FOD zou baanafhankelijk kunnen zijn, als er een bepaalde bron van zwerfvuil dicht bij een specifieke baan is gelokaliseerd. Op Schiphol is dit niet het geval, en FOD bestrijdingsprocedures zijn voor alle banen identiek.

Bereikbaarheid van individuele banen door hulpdiensten zou op een luchthaven kunnen verschillen, bijvoorbeeld als een baan zich op een significant grotere afstand van de brandweerkazerne bevindt. Op Schiphol is dit niet het geval; de Polderbaan (de baan die op de grootste afstand van de terminal is gelegen) heeft een eigen brandweerkazerne.



Bovendien zijn er internationale eisen waaraan voldaan moet worden. Aangenomen wordt dat ook voor de parallelle Kaagbaan zal gelden dat hulpdiensten voldoende snel aanwezig kunnen zijn. Dit type voorval is daarom niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.

#### Airprox/TCAS Alert/Loss of Separation/(Near) Midair Collisions (MAC)

De categorie 'Airprox/TCAS Alert/Loss of Separation/(Near) Midair Collisions' (MAC) omvat alle ongevallen als gevolg van een botsing van twee vliegtuigen in de lucht en alle incidenten waarbij een dergelijke botsing dreigde. Deze verzameling incidenten omvat significante onderschrijdingen van de separatieminima, TCAS alerts en bijna-botsingen. Baanstelselgerelateerde factoren die kunnen bijdragen aan dit type ongeval zijn convergerend baangebruik (altijd in een combinatie van ten minste twee banen), parallel baangebruik of beide tegelijk. Het risico van dergelijk baangebruik is zeer complex van aard en afhankelijk van vele elementen.

#### *Parallel baangebruik*

Indien besloten wordt tot het aanleggen van een parallelle Kaagbaan zal een grondige risicoanalyse omtrent het parallel en gelijktijdig gebruik met de bestaande Kaagbaan noodzakelijk zijn vanwege de lage separatie in afstand tussen de twee banen<sup>4</sup>. Gelijktijdig gebruik van 24L06R en 24R06L voor landen leidt tot het parallel indraaien van vliegtuigen tijdens de nadering. De lage separatie in afstand tussen de twee banen kan daardoor eerder leiden tot onderschrijdingen van de separatieminima. Zonder extra maatregelen en/of procedures<sup>5</sup> zal een banenstelsel met een parallelle Kaagbaan gevoeliger zijn voor dit type risico.

#### *Convergerend baangebruik*

Het introduceren van een nieuwe baan en het buiten gebruik stellen van andere banen heeft gevolgen voor het aantal convergerende baancombinaties. In de praktijk zullen een aantal convergerende opties verdwijnen en bijkomen. Bijlage D geeft een beperkte analyse van de vervallen en de nieuwe convergerende baancombinaties tussen twee banen, met daarbij aan aantal belangrijke overwegingen<sup>6</sup>.

In totaal zullen bij het buiten gebruik stellen van de Aalsmeerbaan en Oostbaan acht convergerende baancombinaties vervallen. Daarentegen zullen zeven nieuwe convergerende baancombinaties mogelijk worden bij het aanleggen en in gebruik nemen van een parallelle kaagbaan. In de optie met het geheel buiten gebruik nemen van de Aalsmeerbaan, Oostbaan en Buitenveldertbaan zullen 15 convergerende baancombinaties vervallen. Daarentegen zullen vier nieuwe convergerende baancombinaties mogelijk worden. In totaal zijn in die optie dus een stuk minder convergerende baancombinaties mogelijk. Op basis van de analyse in bijlage D is geen reden om te verwachten dat het risico per vlucht van de nieuwe convergerende baancombinaties tussen twee banen met de parallelle Kaagbaan wezenlijk afwijkt ten opzichte van de convergerende baancombinaties tussen twee banen met de huidige Kaagbaan<sup>7</sup>. Het geringere aantal convergerende baancombinaties dat mogelijk is kan leiden tot een lager totaalrisico, maar dat is sterk afhankelijk van de runway modes of operation.

<sup>4</sup> De Kaagbaan en parallelle Kaagbaan liggen dicht bij elkaar dan de Polderbaan en de Zwanenburgbaan, wat het risico van gelijktijdig baangebruik kan vergroten indien hiervoor geen maatregelen worden genomen.

<sup>5</sup> Veiligheidsrisico's als gevolg van parallel baangebruik zijn bekend en internationaal erkend. Daarom zijn veel maatregelen genomen en condities opgesteld voor het gelijktijdig en veilig gebruik van parallelle banen. ICAO Doc 9643 Manual on Simultaneous Operation on Parallel or near parallel Instrument Runways (SOIR) beschrijft de noodzakelijke stappen voor het gelijktijdig en veilig gebruik van parallelle banen. Indien de operatie is ingericht conform de internationale regelgeving, als een grondige risicoanalyse is uitgevoerd en eventuele beheersmaatregelen genomen zijn, zal een wijziging van het banenstelsel in een van de voorgestelde varianten voor wat betreft het parallel baangebruik weinig invloed zal hebben op de veiligheid.

<sup>6</sup> Onder andere de afstand van het vliegtuig tot de baandrempel bij het inzetten van een doorstart, de hoogte en snelheid van het vliegtuig bij het inzetten van een doorstart, het type vliegtuig, de kans op ingrijpen van de luchtverkeersleiding (als functie van de tijd), de missed-approach procedure, beschikbare hulpmiddelen (GUARDS, TCAS), en hoogte van een potentiële botsing zijn niet meegenomen in deze quickscan.

<sup>7</sup> Voor het bepalen van een risico-indicatie is gebruik gemaakt van de geometrische afstand van het intersectiepunt van een baancombinatie tot de baandrempel van de betreffende banen. Er bestaat een correlatie tussen de afstand van het intersectiepunt tot de baandrempels (THR's) van een convergerende baancombinatie en de hoogte van het risico. Veel factoren blijven hierbij buiten beschouwing. Zie ook Bijlage D.

### *Convergerend parallel baangebruik*

Op Schiphol wordt niet alleen gebruik gemaakt van een baancombinatie met twee banen. In veel gevallen zijn ten minste drie banen actief. Parallel naderen (bijv. 18R↓en/of 18C↓) en tegelijkertijd convergerend/parallel starten (24R↑24L↑) en parallel starten (24R↑24L↑) en tegelijkertijd convergerend naderen (met name 18C↓) leidt tot het ontstaan van nieuwe veiligheidsrisico's. Voor convergerende baancombinaties binnen het huidige stelsel heeft 18C↓24L↑ het hoogste risico per vlucht<sup>8</sup>, hoewel onder de ATC-norm. Een gelijktijdig parallel gebruik van een parallelle Kaagbaan voegt daar nog een risicofactor aan toe, namelijk binnen dezelfde missed-approach van 18C↓nog een kans op MAC met 24L↑. Dit leidt tot een hoger risico waarbij niet op voorhand kan worden gesteld of deze onder de ATC norm van  $3 \times 10^{-7}$  blijft, daarvoor is een uitgebreide analyse benodigd die alle elementen meeneemt. Dat is niet gedaan voor deze quickscan, daarom kan enkel gesteld worden dat dit een potentieel nieuw risico is bij een aanpassing van het banenstelsel in door toevoeging van een parallelle Kaagbaan.

### *Business Jets en General Aviation*

De Oostbaan wordt binnen het huidige banenstelsel veelal ingezet voor de afhandeling van business jets en General Aviation (GA). Een deel van dat verkeer heeft een lagere vliegsnelheid in de nadering dan het grotere commerciële vliegverkeer. Bij het buiten gebruik nemen van de Oostbaan betekent dat het kleinere, langzamere vliegverkeer afgehandeld moet worden op de overige banen. Dit betekent ook dat dit type vliegverkeer meer afgehandeld moet gaan worden tussen het grotere vliegverkeer (categorie medium en heavy). Vliegtuigen moeten altijd rekening houden met luchtwervelingen van het voorgaande vliegtuig. In de regel geldt: hoe groter het vliegtuig is, hoe groter de onderlinge afstand moet zijn. Daarom, en vanwege de onderlinge snelheidsverschillen, handelt LVNL idealiter bij elke baan hetzelfde type vliegverkeer af, maar in de praktijk is dat niet uitvoerbaar. Het afhandelen van GA tussen het commercieel vliegverkeer kan leiden tot een grotere kans op een longitudinaal conflict (relevant voor MAC en TURB). Dit risico wordt gemitigeerd met procedures maar deze verhogen de werkdruk van LVNL en daardoor mogelijk de kans op fouten. Dit kan leiden tot een verhoogd risico voor de ongevals categorieën MAC en TURB.

### ATM/CNS

De categorie omvat gebeurtenissen waarbij de levering van ATM/CNS-diensten een rol speelt. Bij deze gebeurtenissen is niet noodzakelijkerwijs een vliegtuig betrokken. De categorie omvat gevallen als het uitvallen van een ILS, het wegvallen van veiligheidskritische functies van de technische ondersteuning van de verkeersleiding of een fout van een verkeersleider.

Een ongeval dat alleen in de categorie ATM/CNS wordt ingedeeld, en niet ook in een andere categorie, is moeilijk voorstelbaar. Dergelijke ongevallen hebben in de periode 2006-2016 niet in Noord-Amerika of de Europese Unie plaatsgevonden (Verstraeten et al, 2018). Een ATM/CNS-falen wordt daarom hier opgevat als een causale factor in een ongeval van een andere categorie, zoals in onderstaande typische voorvallen:

- Als een ernstig falen van het surveillancesysteem leidt tot een botsing met een ander vliegtuig in de lucht is er zowel sprake van een ATM/CNS als van een MAC;
- Als een radiocommunicatiestoring leidt tot een botsing op een startbaan is er zowel sprake van een ATM/CNS als een RI;
- Als een onjuiste klaring van een verkeersleider leidt tot een botsing van twee vliegtuigen op de grond is er zowel sprake van een ATM/CNS als van een RI of G-COL.

<sup>8</sup> Risico-indicatie afgeleid uit de Unit Safety Case, NLR (2014).

De kans op een onjuiste klaring door een luchtverkeersleider kan baanafhankelijk zijn, maar is in het kader van deze quickscan alleen relevant indien dat leidt tot een runway incursion of een (bijna)botsing op de grond of in de lucht. Vanwege de overlap met andere ongevals categorieën wordt de categorie ATM/CNS niet verder beschouwd.

#### Birdstrikes (BIRD)

De categorie 'Birdstrikes' (BIRD) omvat voorvallen waarbij vogels tegen een vliegtuig aan botsen. De meeste vogelaanvaringen met vliegtuigen vinden plaats op of in de directe nabijheid van luchthavens. De kans op een botsing tussen een vliegtuig en vogels is afhankelijk van de omvang en het soort van de vogelpopulatie in de nabijheid van de luchthaven. Dit wordt beïnvloed door factoren zoals de geografische ligging, de aanwezigheid van voedsel, het actuele weer, het weerklimaat et cetera. Daarnaast zijn de beheersmaatregelen tegen vogeloverlast van belang. De ervaring leert dat birdstrike rates onder invloed van deze factoren fors kunnen fluctueren. Bird strike rates kunnen verschillen per baan, maar bij welke baan relatief de meeste birdstrikes optreden varieert over de tijd. In het kader van deze quickscan wordt daarom aangenomen dat langjarige gemiddelde birdstrike rates per baan gelijk zijn. Dit type voorval is onder die aanname niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.

#### Cabin Safety Events (CABIN)

Deze categorie betreft verschillende gebeurtenissen in de passagierscabine, inclusief gebeurtenissen gerelateerd aan handbagage, letsel van personen die zich in de passagierscabine bevinden, onbedoeld inschakelen van noodsystemen. Letsel als gevolg van turbulentie, letsel met een medische oorzaak en opzettelijk toegebracht letsel vallen buiten deze categorie.

Dit type voorval is niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.

#### Collision with obstacle(s) during takeoff and landing (CTOL)

Deze categorie omvat botsingen van het vliegtuig met obstakels zoals bomen, masten, gebouwen, waarbij de vliegtuigbemanning weet heeft van de locatie van het obstakel, maar waarbij onvoldoende afstand tussen vliegtuig en obstakel wordt gehouden. CFIT, LOC-I en SCF-PP vallen buiten deze categorie.

Alle banen op Schiphol voldoen aan de geldende criteria met betrekking tot obstakels. Voor de Aalsmeerbaan is een conflict denkbaar indien een schip met hoge mast passeert op de ringvaart terwijl dat niet goed wordt gecoördineerd met LVNL en er tegelijkertijd een vliegtuig start in zuidelijke richting. Ander baangebruik zal er toe leiden dat de kans op dit conflict eerder afneemt dan toeneemt. Aangenomen wordt dat ook de parallelle Kaagbaan zal voldoen aan geldende criteria met betrekking tot obstakels. Dit type voorval is onder die voorwaarde, met uitzondering van het mogelijke conflict bij de Aalsmeerbaan, niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.

#### Controlled Flight Into/toward Terrain (CFIT)

Dit betreft voorvallen waarbij een volledig bestuurbaar vliegtuig tegen de grond of een object op de grond aanbotst. Aanwezigheid van verhoogd terrein in de omgeving van de luchthaven en beschikbaarheid van precisienaderingshulpmiddelen zijn belangrijke luchthaven-gerelateerde factoren die een rol kunnen spelen bij dit type ongevallen. Veruit de meeste CFIT ongevallen vinden plaats in slecht-zichtcondities.

De meest gebruikte landingsbanen op Schiphol beschikken over CAT III apparatuur voor automatisch landen bij slecht zicht. Verondersteld wordt dat onder slecht-zichtcondities niet geland wordt op banen die niet zijn uitgerust met CAT III apparatuur. Dit type voorval is daarom niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.

Evacuation (EVAC)

Deze categorie omvat gebeurtenissen waarbij:

- een persoon letsel oploopt tijdens een vliegtuigevacuatie;
- een onnodige vliegtuigevacuatie wordt uitgevoerd;
- noodsystemen niet werken tijdens een vliegtuig evacuatie;
- een vliegtuigevacuatie bijdraagt aan de ernst van de gebeurtenis.

Dit type voorval is niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.

External load related occurrences (EXTL)

Dit type voorval is niet van toepassing voor Schiphol.

Fire/smoke non-impact (F-NI)

Rook of brand aan boord van het vliegtuig, in de lucht of op de grond, niet veroorzaakt door de inslag van het vliegtuig.

Dit type voorval is niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.

Fire/smoke post impact (F-PI)

Rook of brand aan boord van het vliegtuig, veroorzaakt door de inslag. Wordt alleen gebruikt voor gebeurtenissen waarbij de rook of brand van invloed was op de ongevalsgevolgen. Deze categorie wordt altijd in combinatie met een andere categorie gebruikt.

Omdat de effectiviteit van de brandweer op Schiphol onafhankelijk wordt verondersteld van het baangebruik (zie Aerodrome ADRM) is dit type voorval niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.

Fuel related (FUEL)

De categorie 'Fuel related' (FUEL) omvat ongevallen en incidenten gerelateerd aan brandstof en kan worden onderverdeeld in de volgende categorieën:

- Toevoerdefect: er is brandstof in het vliegtuig maar het is niet beschikbaar voor de motoren;
- Vervuiling: er zijn vreemde substanties in de brandstof aanwezig;
- Verkeerde brandstof: de brandstof in de tanks is niet geschikt voor het type motoren;
- Tekort: er is geen bruikbare brandstof meer aanwezig in het vliegtuig.

Dit type voorval is niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.

Glider towing related events (GTOW)

Dit type voorval is niet van toepassing voor Schiphol.

Ground Collision (GCOL)

De categorie 'Ground Collision' (GCOL) omvat botsingen van een vliegtuig op de grond met een ander vliegtuig (inclusief gesleepte vliegtuigen), een persoon, grondvoertuig, obstakel, gebouw et cetera. Het gaat om botsingen die plaatsvinden terwijl een vliegtuig op eigen kracht voortbeweegt op een oppervlak anders dan de baan gebruikt voor de landing of start. Botsingen die voortkomen uit een 'Runway Incursion' vallen buiten deze categorie. Botsingen op taxibanen vallen wel in de categorie ground collision.

De complexiteit van het taxibanenstelsel is een factor die mogelijk invloed heeft op de kans op een ground collision. Het OVV rapport stelt in dit kader dat de complexe infrastructuur extra lastig is voor piloten die niet goed bekend zijn met de luchthaven, waardoor vliegtuigen soms verkeerd taxiën.

De complexiteit van het taxibanenstelsel verandert niet bij ander operationeel gebruik van het huidige banenstelsel. Ander operationeel gebruik van het huidige banenstelsel heeft daarom geen invloed op GCOL. Het is onbekend hoe het taxibanenstelsel rond een parallelle Kaagbaan wordt ingericht. Daarom is niet in te schatten wat het effect is op GCOL van de varianten met een parallelle Kaagbaan. Sluiten van de Oostbaan betekent dat het kleinere verkeer over het algemeen een langere taxiroute zal moeten afleggen dan in de huidige situatie. Dit verhoogt mogelijk het GCOL-risico door grotere blootstelling.

#### Ground Handling (RAMP<sup>9</sup>)

De categorie 'ground handling' (RAMP) betreft voorvallen die zich kunnen voordoen tijdens, of als gevolg van, grondafhandeling. Deze voorvallen vinden vooral plaats op de opstelplaatsen, maar de gevolgen kunnen zich ook manifesteren tijdens de vlucht indien schade opgelopen bij de grondafhandeling in eerste instantie onopgemerkt blijft.

Dit type voorval is niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.

#### Icing (ICE)

Dit zijn voorvallen als gevolg van aangroei van sneeuw, ijs, ijzel of rijp op vliegtuigoppervlakken zodanig dat de besturing over of prestaties van het vliegtuig negatief worden beïnvloed. Aangroei van sneeuw, ijs en dergelijke kan in de lucht of op de grond plaatsvinden. Aangroei van ijs op sensors, antennes en dergelijke valt ook binnen deze categorie.

Dit type voorval zou afhankelijk kunnen zijn van het baangebruik indien de afstand van de locatie waar vliegtuigontijzing plaatsvindt tot het begin van de startbaan significant verschilt voor de diverse startbanen. Dit in verband met de beperkte hold-over time van de de-icing vloeistof. De Polderbaan beschikt over een eigen locatie, in de nabijheid van de kop van baan 36L, waar de-icing kan plaatsvinden. Hierdoor is de effectiviteit van de vliegtuigontijzing ongeveer gelijk voor elk van de banen. Aangenomen wordt dat dit ook geldt voor een parallelle Kaagbaan. Dit type voorval is onder die aanname niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.

#### Loss of Control Ground (LOC-G)

De categorie 'Loss Of Control-Ground' (LOC-G) heeft betrekking op ongevallen waarbij de bemanning niet langer in volledige controle heeft over het vliegtuig terwijl het toestel op de grond is. LOC-G-voorvallen kunnen veroorzaakt worden door een gladde start-, landings- of taxibaan (bijvoorbeeld als gevolg van regen, ijs, sneeuw of smeltende sneeuw). Een LOC-G-ongeval kan ook veroorzaakt worden als gevolg van voorvallen uit een andere categorie, bijvoorbeeld een motorstoring (SCF-PP) of een ontwijkmanoeuvre tijdens een runway incursion (RI). LOC-G kan ook resulteren in voorvallen in een andere categorie, bijvoorbeeld runway excursions (RE).

Dit type ongeval wordt verondersteld alleen indirect aan baangebruik te zijn gerelateerd via het mogelijke verband met andere typen ongevallen. Deze relatie is waarschijnlijk zo zwak dat deze verwaarloosbaar wordt geacht. Daarom wordt verondersteld dat dit type ongeval niet is gerelateerd aan baangebruik.

<sup>9</sup> RAMP is in deze context het Engelse woord voor 'platform', niet het Nederlandse woord voor 'catastrophe'.

Loss of Control – Inflight (LOC-I)

De categorie ‘Loss Of Control-In-flight’ (LOC-I) heeft betrekking op ongevallen waarbij de bemanning niet langer in staat is het vliegtuig te besturen, met als gevolg dat een onherstelbare afwijking van het gewenste vliegpad ontstaat.

Complexiteit van vertrek- en naderingsprocedures is een luchthaven-gerelateerde factor die een rol kan spelen bij dit type ongevallen (zie bijvoorbeeld AAIB 2003). Aangenomen wordt dat er geen belangrijk verschil is in de complexiteit van vertrek en naderingsroutes van de bestaande banen, en dat vertrek- en naderingsroutes van de parallelle Kaagbaan qua complexiteit hetzelfde zijn als die van de bestaande banen.

Volgens het OVV-rapport Veiligheid Vliegverkeer Schiphol (OVV 2017) kunnen last minute baanwisselingen er toe leiden dat piloten worden afgeleid en daardoor fouten maken bij het invoeren van data in het FMS. Dit kan vlak na de start of tijdens de nadering leiden tot verhoogde werkdruk bij piloten (data moet opnieuw worden ingevoerd in het FMS) waardoor het risico voor LOC-I zou kunnen toenemen. Daarbij moet wel opgemerkt worden dat het gaat om een indirect effect, d.w.z. via de categorie NAV. Varianten die leiden tot minder last minute baanwisselingen leiden daarom mogelijk tot een lager LOC-I risico.

Loss of lifting conditions en route (LOLI)

Dit type voorval is niet van toepassing voor Schiphol.

Low altitude operations (LALT)

Dit type voorval is niet van toepassing voor Schiphol.

Medical (MED)

Gebeurtenissen waarbij personen aan boord van het vliegtuig ziekteverschijnselen vertonen.

Dit type voorval is niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.

Navigation Errors (NAV)

De categorie ‘navigation errors’ (NAV) betreft voorvallen waarbij het incorrect navigeren van het vliegtuig, in de lucht of op de grond, een rol speelt. Dit betreft de volgende subcategorieën:

- Laterale navigatiefouten veroorzaakt door ongeschikte navigatiemiddelen op de grond of onjuiste programmering van vliegtuigsystemen;
- Luchtruimschendingen als het resultaat van onjuiste navigatie, fouten in de planning en dergelijke;
- Hoogteafwijkingen (“level busts”);
- Taxibaan excursions (niet als gevolg van gebrek aan controle of opzet);
- Geen nauwkeurig geleiding door navigatiesignalen (“failure to accurately track navigation signals”), zowel lateraal als verticaal;
- Afwijking van klaringen en instructies van de luchtverkeersleiding of van gepubliceerde procedures;
- Geen naleving van de klaringen, instructies of beperkingen tijdens operaties op de grond.

Navigatiefouten op zichzelf zijn geen ongevallen. In de periode 2006-2016 is geen enkel ongeval in Noord-Amerika of de Europese Unie ingedeeld in de NAV-categorie (Verstraeten et al, 2018). Elk mogelijk ongeval in deze categorie kan bovendien worden toegewezen aan een andere categorie, zoals:

- Als een navigatiefout leidt tot een botsing met een ander vliegtuig in de lucht, is er zowel sprake van een NAV als een MAC;

- Als het vertrekken of landen of het kruisen van een baan zonder klaring plaats vindt, is er zowel sprake van een NAV als een RI;
- Als een standard-instrument-vertrek of een instrument-nadering door navigatiefouten leidt tot een botsing met een obstakel, is er zowel sprake van een NAV als een CFIT;
- Als een vliegtuig niet op het glijpad van de ILS blijft, is er zowel sprake van een NAV als een USOS of CFIT.

Vanwege de overlap met andere ongevals categorieën wordt de categorie NAV niet verder beschouwd.

#### Other (OTHR)

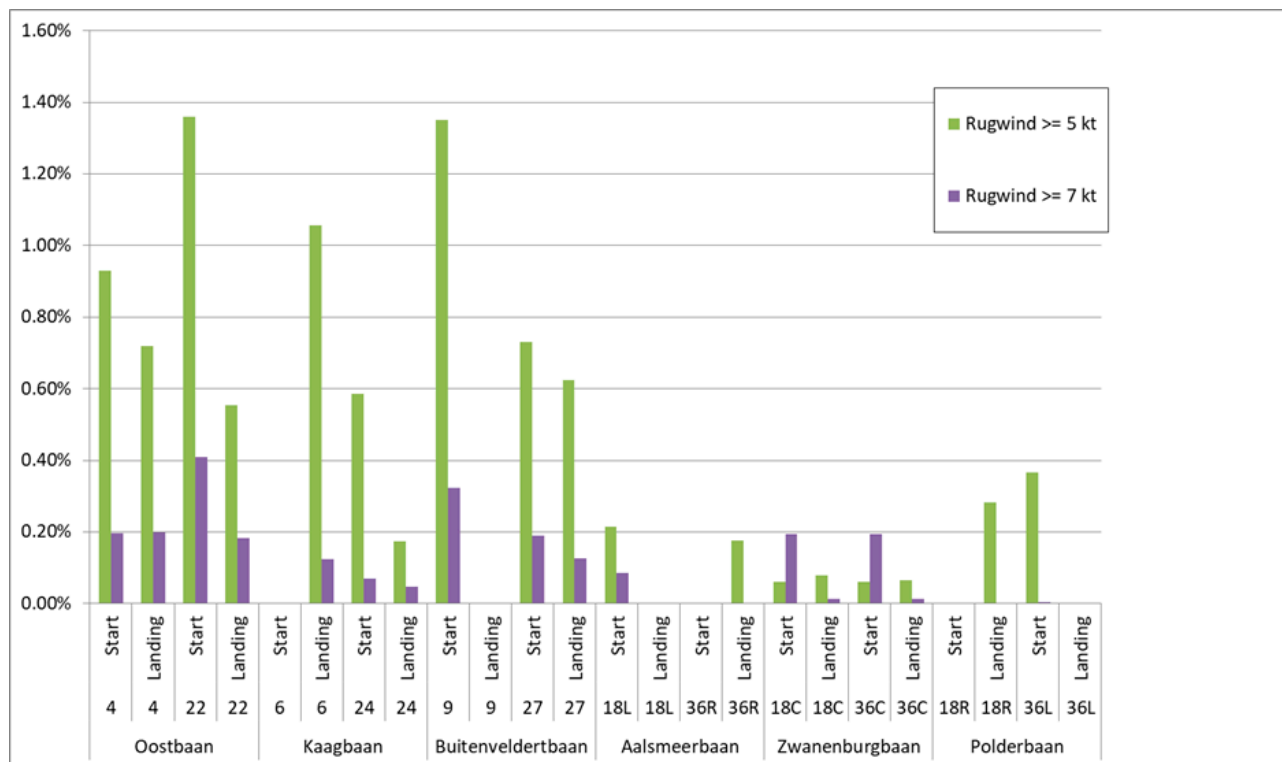
De categorie 'other' omvat voorvallen die niet in een van de andere categorieën zijn te plaatsen. Vanwege de compleetheit van de overige ongevals categorieën wordt een ongeval zelden of nooit als 'other' geassocieerd. Daarom wordt deze categorie niet verder beschouwd.

#### Runway excursion (RE)

Een 'runway excursion' (RE) is een voorval waarbij het vliegtuig tijdens de start of landing van de baan schiet. Dit kan aan de zijkant gebeuren ('veer-off') of aan het einde van de baan ('overrun'). Runway excursions behoren tot de meest voorkomende vliegtuigongevallen in de wereld. De meeste runway excursions vinden plaats tijdens de landingsfase (in circa 80% van alle voorvallen) (Van Es, 2010) waarbij het aandeel overruns en veeroffs ongeveer gelijk verdeeld is.

Baangerelateerde factoren die kunnen bijdragen aan dit type voorvallen zijn de baanlengte en –breedte, stroefheid van het baanoppervlak, instabiele naderingen en windcondities (dwarswind en rugwind). De kans op een runway excursion neemt toe bij grotere dwarswindcomponent en staartwindcomponent (Van Es 2010).

In Figuur B.1 (zie sectie 'abnormal runway contact') zijn de percentages bewegingen met relatief grote dwarswind weergegeven voor elk van de banen op Schiphol voor de periode 2007 t/m 2016. In Figuur B.2 zijn voor dezelfde periode de percentages bewegingen met relatief grote rugwind weergegeven.



Figuur B.2: Percentage bewegingen met relatief grote rugwind, 2007-2016

Aangenomen wordt dat er geen verschil is in de stroefheid van de banen (huidig en mogelijk toekomstig) op Schiphol. Baan 04-22 is belangrijk korter dan de overige banen en er vinden relatief meer bewegingen plaats met een grote rugwindcomponent. Over het algemeen wordt baan 04-22 echter gebruikt door kleinere vliegtuigen (zoals general aviation en businessjets) die een kortere start- en landingslengte nodig hebben dan het grotere verkeer. In de varianten met een parallelle Kaagbaan wordt de Oostbaan opgeheven. Verkeer dat in de huidige situatie start of landt op de Oostbaan zal in die varianten starten of landen op een baan die aanzienlijk langer is dan de Oostbaan, wat mogelijk leidt tot een iets kleinere kans op een runway excursion.

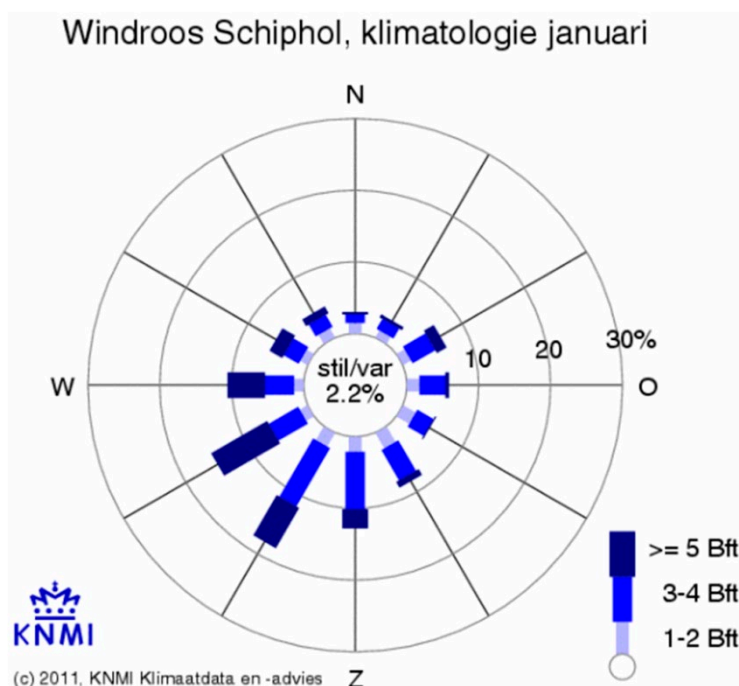
Voor de overige banen geldt dat beweging met rugwindcomponent groter dan 5 knopen relatief het vaakst plaatsvinden op de oost-west georiënteerde banen: de Buitenveldertbaan en de Kaagbaan. Percentages bewegingen met een rugwindcomponent groter dan 7 knopen zijn min of meer gelijk verdeeld over de banen. Gezien de van toepassing zijnde windcriteria voor baantoewijzing is niet te verwachten dat ander gebruik van het huidige banenstelsel of de varianten met een parallelle Kaagbaan zullen leiden tot significant meer bewegingen met een grote rugwindcomponent.

Op de Buitenveldertbaan vinden relatief meer bewegingen plaats met grote dwarswind dan op andere banen, met name bij de start vanaf 27. Waarschijnlijk is dit een gevolg van gebruik van de Buitenveldertbaan als 'stormbaan', d.w.z. gebruik van de baan bij stormachtige omstandigheden. Het totaal aantal starts vanaf 27 is met ongeveer 0.3 % van het totaal aantal starts vanaf Schiphol echter zeer beperkt. Voor de overige banen geldt dat de variatie in het percentage starts en landingen met grote dwarswind gering is. Volgens de lange termijn verkenning Schiphol (Min VenW 2008) maakt een parallelle Kaagbaan (met behoud van de Aalsmeerbaan en de Buitenveldertbaan) de operatie betrouwbaarder bij veranderende weersomstandigheden omdat de zogenaamde 'windroosdekking' wordt verhoogd. Als de Buitenveldertbaan niet meer beschikbaar is als 'stormbaan' moet bij harde (zuid)westenwind de Kaagbaan of



de parallelle Kaagbaan worden gebruikt voor landingen. Op deze manier is het ook beschreven als Runway Mode of Operation in de concept uitgangspunten van een door To70 uitgevoerde geluidberekening (To70 2019).

In figuur B.3 zijn langjarige gemiddelde windsnelheden als functie van de richting weergegeven voor de maand januari (een typische 'stormmaand'). Eenzelfde beeld is zichtbaar voor de overige maanden van het stormseizoen<sup>10</sup>. Uit de figuur blijkt dat de overwegende windrichting, ook voor harde wind, komt uit kompasrichting richting 210-240. Op basis van deze gemiddelden is de (parallelle) Kaagbaan vaker geschikt als stormbaan dan de Buitenveldertbaan. Alleen bij harde wind uit westelijke- of noordwestelijke richting (kompasrichting 270-320) is de Buitenveldertbaan een betere stormbaan dan de (parallelle) Kaagbaan.



Figuur B.3: Langjarige gemiddelde windsnelheid op Schiphol voor de maand januari.  
Bron: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/grafieken/maand/windrozen>

Verwacht wordt daarom dat met ander operationeel gebruik en een parallelle Kaagbaan het aantal bewegingen met grote dwarswind niet zal veranderen indien de van toepassing zijnde limieten voor baantoewijzing niet veranderen.

Volgens het OVV-rapport Veiligheid Vliegverkeer Schiphol (OVV 2017) kunnen last minute baanwisselingen bij vertrek er toe leiden dat piloten worden afgeleid en daardoor fouten maken bij het invoeren van data in het FMS. Volgens de OVV heeft dat geleid tot een voorval waarbij een vliegtuig startte met te weinig motorvermogen, wat eventueel kan resulteren in een runway excursion. Om die reden is het mogelijk dat voor varianten die leiden tot minder baanwisselingen de kans op een runway excursion kleiner is. Daarbij moet wel opgemerkt worden dat het gaat om een indirect effect, dwz via de categorie NAV.

#### Runway Incursion (RI)

De categorie 'Runway Incursion' (RI) omvat alle gebeurtenissen op een luchthaven met betrekking tot de onjuiste aanwezigheid van een vliegtuig, voertuig of persoon in het beschermde gebied bedoeld voor landen en starten. Deze ongevals categorie is breed gedefinieerd en omvat alle gebeurtenissen waarbij een actieve baan zonder toestemming

<sup>10</sup> Het stormseizoen loopt voor Rijkswaterstaat van 1 oktober tot en met 15 april.

betreden wordt of waarbij onterecht toestemming wordt gegeven. Het betreft ook die gevallen waarbij geen vliegtuig betrokken is, of waar er geen gevaar was omdat de baan op dat moment niet gebruikt werd.

Volgens de AIP bestaan op Schiphol de volgende runway incursion 'hotspots':

- de kruising van taxibaan N2 en de Buitenveldertbaan (09-27),
- het 'verplaatste' einde van de Aalsmeerbaan (36R),
- taxibaan G1 nabij het begin van de Oostbaan (22).

Daarnaast worden in het OVV-rapport Veiligheid Vliegverkeer Schiphol de volgende zaken opgemerkt:

"Schiphol-Oost, waar de hangars ten behoeve van vliegtuigonderhoud liggen, is zodanig gesitueerd ten opzichte van de terminal, dat vliegtuigen die van of naar Schiphol-Oost worden gesleept zowel de Aalsmeerbaan als de Oostbaan moeten kruisen. Hierdoor kunnen runway incursions ontstaan."

"Het S-Platform, dat ten zuiden van de Kaagbaan is gesitueerd, is via taxibaan Sierra te bereiken. Daarbij dient de Kaagbaan te worden overgestoken op een locatie waar vliegtuigen op de baan een hoge snelheid hebben. Het kruisen van de Kaagbaan wanneer deze actief is vergroot de kans op runway incursions. Om dit risico te verkleinen en de bereikbaarheid van het platform te vergroten is taxibaan S8 aangelegd, die bij de kop van de Kaagbaan (24) begin en overgaat in taxibaan Sierra. Er zijn tevens infrastructurele aanpassingen aangebracht aan taxibaan S2. Op de kruising S2 is het kruisingen na de aanleg van taxibaan Sierra met 27 % afgenomen."

"De kruising W5 van de Zwanenburgbaan is gehandhaafd. Deze ligt op een locatie waar startende en landende vliegtuigen een hoge snelheid hebben. Een belangrijk voordeel van het gebruik van deze kruising is de aanzienlijke beperking van de taxitijd. Het structureel kruisen via W5 is volgens de LVNL-procedures echter niet toegestaan als baan 18C/36R beschikbaar is gesteld aan LVNL. Incidenteel kruisen van baan 18C/36R is alleen toegestaan na overleg met de torensupervisor."

In het OVV-rapport wordt daarnaast opgemerkt dat frequente baanconfiguratiewisselingen op Schiphol leiden tot extra complexiteit, waardoor ook de kans op runway incursions wordt vergroot.

Op basis van deze gegevens kan worden geconcludeerd dat varianten die leiden tot minder baanwisselingen mogelijk leiden tot een kleinere runway incursion kans.

Voor de optie met een parallelle Kaagbaan en de Aalsmeerbaan buiten gebruik geldt dat hiermee mogelijk twee RI hotspots verdwijnen, terwijl bovendien de kans op runway incursions bij kruisen van de Aalsmeerbaan en de Oostbaan door (sleep)verkeer van/naar Schiphol Oost wordt weggenomen. Het verdwijnen van de hotspots is daarbij afhankelijk van de wijze waarop de kruising tussen de Buitenveldertbaan en de Aalsmeerbaan (aangenomen wordt dat in deze optie de Aalsmeerbaan beschikbaar blijft als taxibaan) wordt ingericht. Het is echter niet op voorhand uit te sluiten dat door de aanleg van een parallelle Kaagbaan nieuwe RI hotspots worden geïntroduceerd. Sluiten van de Oostbaan betekent ook dat het kleinere verkeer over het algemeen een langere taxiroute zal moeten afleggen dan in de huidige situatie. Hierdoor neemt de werklast voor de betreffende piloten en ground control mogelijk toe en daarmee de kans op fouten en verhoogd RI risico.

Voor de optie met een parallelle Kaagbaan en de Aalsmeerbaan en de Buitenveldertbaan buiten gebruik geldt hetzelfde als hierboven.

De optie met een parallelle Kaagbaan en de Aalsmeerbaan en de Buitenveldertbaan gedeeltelijk buiten gebruik is de meest complexe variant met een parallelle Kaagbaan die wordt beschouwd. Deze versie heeft het meest uitgebreide stelsel van runways en taxiways. Voor deze optie geldt dat de hotspots blijven bestaan, zij het met minder verkeer en er kan in potentie verwarring ontstaan over het al dan niet in gebruik zijn van de baan. De extra keuzemogelijkheid vergroot de complexiteit, en kan vooral voor piloten die minder bekend zijn op Schiphol de kans op een runway incursion vergroten.

#### Security related (SEC)

Deze categorie omvat ongevallen en incidenten die het gevolg zijn van onwettige activiteiten. Deze categorie valt buiten de scope van de quickscan.

#### System/Component Failure or Malfunction (Non-Powerplant) (SCF-NP)

Gebeurtenissen waarbij systemen of componenten van het vliegtuig geheel of gedeeltelijk falen. Motorstoring valt niet onder deze categorie maar onder SCF-PP.

Dit type voorval is niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.

#### System/Component Failure or Malfunction (Powerplant) (SCF-PP)

De categorie 'system/component failure or malfunction (powerplant)' (SCF-PP) omvat geheel of gedeeltelijk falen van één of meerdere motoren van het vliegtuig. Motorfalen kan ook geïnitieerd worden door Foreign Object Damage (FOD) of door een vogelaanvaring.

Aangenomen wordt dat de kans op FOD (zie categorie Aerodrome ADRM) en de kans op een vogelaanvaring niet baanafhankelijk zijn. Motorfalen door andere oorzaken (ontwerp, onderhoud, gebruik) zijn ook baanafhankelijk. Dit type voorval is daarom niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.

#### Turbulence Encounter (TURB)

De categorie 'Turbulence Encounter' (TURB) betreft de voorvallen waarin een vlucht door turbulentie wordt verstoord. Turbulentie kan hierbij worden veroorzaakt door weer, bergen, gebouwen en constructies, of door andere vliegtuigen (zogturbulentie).

Bebouwing of constructies rond Schiphol leveren geen significante windhinder voor startende of landende vliegtuigen.

Wanneer er separatiendiensten worden geleverd, zoals in klasse A en C luchtruim rondom Schiphol, laten verkeersleiders de afstanden tussen vliegtuigen niet kleiner worden dan zekere minima. Deze separatieminima vallen uiteen in radar- en wake-separatienormen. De radar-separatienorm is voor alle vliegtuigen in het hetzelfde luchtruim gelijk; in de Schiphol TMAs en CTR is dat 3NM. De wake-separatienorm hangt af van de categorieën waarin de leader en de follower vallen. LVNL gebruikt daarbij de volgende ICAO-normen voor de minimale afstand.

Leader \ Follower	Super Heavy	Heavy	Medium	Light
Super Heavy	-	6 NM	7 NM	8 NM
Heavy	-	4 NM	5 NM	6 NM
Medium	-	-	-	5 NM
Light	-	-	-	-

Deze normen worden vooral gebruikt wanneer vliegtuigen achter elkaar vliegen, zoals bij vertrek op gelijke of gedeeltelijke overlappende SIDs of bij een naderingssequentie.

De Oostbaan wordt binnen het huidige banenstelsel veelal ingezet voor de afhandeling van business jets en General Aviation (GA). Het buiten gebruik nemen van de Oostbaan betekent dat het kleinere, langzamere vliegverkeer afgehandeld moet worden op de overige banen. Dit betekent ook dat dit type vliegverkeer meer afgehandeld moet gaan worden tussen het grotere vliegverkeer (categorie medium en heavy). Vanwege de verschillen in vliegsnelheden en separatieafstanden handelt LVNL idealiter bij elke baan hetzelfde type vliegverkeer af, maar in de praktijk is dat niet uitvoerbaar. Het afhandelen van GA tussen het commerciële vliegverkeer (wat meer aan de orde zal zijn sluiting van de Oostbaan) kan leiden tot een grotere kans op een longitudinaal conflict (relevant voor MAC en TURB). Dit risico wordt gemitigeerd met procedures maar deze verhogen de werkdruk van LVNL en daardoor mogelijk de kans op fouten. Dit kan leiden tot een verhoogd risico voor de ongevals categorieën MAC en TURB.

De separatielenormen gelden ook voor kruisend verkeer, of voor bijzondere gevallen wanneer er bijvoorbeeld op parallelle banen gelijktijdig wordt genaderd, omdat er dan ook een risico is van zogturbulentie. De risico's bij kruisend verkeer zijn over het algemeen kleiner omdat de tijdsduur van blootstelling korter is, de hoogte groter is (waardoor de bemanning de effecten van de turbulentie nog kan herstellen voordat het vliegtuig de grond raakt) en de snelheden hoger zijn (waardoor de kracht van de turbulentie van de leader groter is maar de ontvankelijkheid van de follower kleiner).

De standaard afhandeling van verkeer in de CTR en TMA van Schiphol vraagt geen krappe kruisingen, waarbij de verkeersleider vliegtuigen op gelijke hoogte op korte tijd achter elkaar laat kruisen. De gevallen waarin vliegtuigen wel kort achter elkaar onder een zeker hoek over hetzelfde punt vliegen zijn uitzonderingen: bijvoorbeeld na een doorstart op een baan die kruist met een actieve startbaan of wanneer een vliegtuig het localiser-signaal niet goed aanvliegt tijdens parallel naderen. In deze gevallen is er niet alleen een kleine kans op een botsing, maar is er ook een kans op een near miss, waarna de zogturbulentie van het ene vliegtuig het andere vliegtuig ernstig kan hinderen. In een eerdere veiligheidsstudie (LVNL, 2011) is echter na analyse geconcludeerd dat zelfs de impact van de zogturbulentie van de A380, een zogeheten Super Heavy (zie tabel), acceptabel is door de korte duur<sup>11</sup> van de krachtwerking, en dat het risico dat die impact tot een ongeval leidt verwaarloosbaar klein is.

#### Undershoot/overshoot (USOS)

De categorie 'undershoot/overshoot' (USOS) omvat voorvallen waarbij een vliegtuig vlak voor of vlak na de baan landt (maar niet op de baan). Dat kan gebeuren tijdens een landing of door een (nood-)landing direct na de start of doorstart. Veruit de meeste van deze voorvallen betreffen landingen vlak voor de baandremmel ('undershoot').

Een baangelateerde factor die kan bijdragen aan dit type ongeval is een onstabiele nadering. Omdat verondersteld wordt dat de stabiliteit van de nadering ongeveer gelijk is voor elk van de banen op Schiphol wordt aangenomen dat deze ongevalscategorie niet is gerelateerd aan baangebruik.

#### Unintended flight into IMC (UIMC)

Dit type voorval is niet van toepassing voor Schiphol.

<sup>11</sup> Omdat de vliegpaden elkaar kruisen.

#### Unknown or undetermined (UNK)

Deze categorie is bedoeld om incidenten en ongevallen waarvan te weinig gegevens beschikbaar om vast te stellen in welke categorie deze vallen te groeperen. Voor het doel van de quickscan is deze categorie niet relevant.

#### Wildlife (WILD)

Botsing of kans op botsing met wilde dieren, of een manoeuvre van een vliegtuig om wilde dieren op de luchthaven te ontwijken. Botsing met vogels vallen buiten deze categorie en worden apart geclassificeerd als BIRD.

Faunabeheer op Schiphol is niet baanspecifiek. Dit type voorval is niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.

#### Windshear of Thunderstorm (WSTRW)

Vlucht in windschering of onweer, inclusief bliksem, hagel en/of zware regen.

Dit type voorval is niet gerelateerd aan het baangebruik op Schiphol.

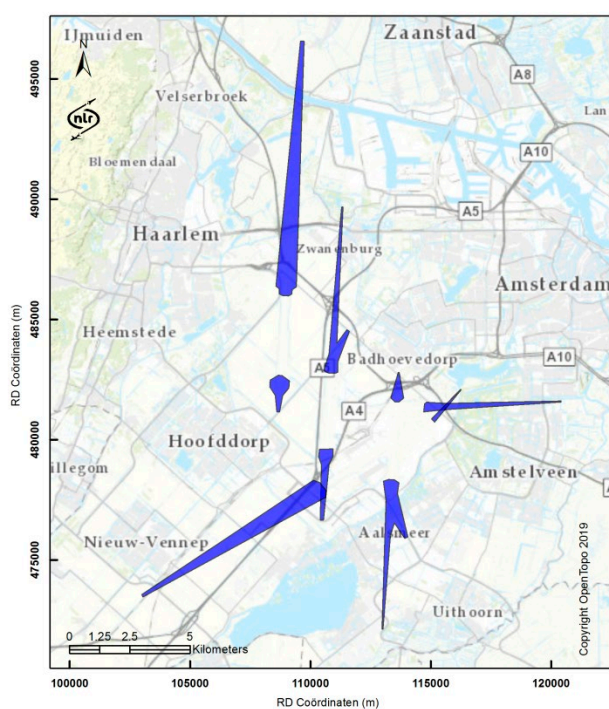
## Appendix C Externe veiligheid

Om de effecten van baangebruik op externe veiligheid in te schatten worden objecten geteld die binnen een gestileerde EV-contour liggen die voor elk van de relevante baankoppen is vastgesteld. De gestileerde EV-contouren zijn afgeleid van de  $10^{-6}$  PR-contouren die NLR heeft berekend voor het Planbureau voor Leefomgeving (PBL) voor drie verschillende gebruiksjaren (2012, 2014 en 2016) en enigszins aangepast op basis van ervaringen van NLR met eerdere externe veiligheidsanalyses voor luchthaven Schiphol. In figuur C.1 zijn de gestileerde EV contouren van het bestaande banenstelsel op een topografische kaart weergegeven. Per gestileerde EV-contour is een telling van objecten uitgevoerd met de basisregistratie adressen en gebouwen (BAG) versie januari 2019. Objecten kunnen verschillende functies hebben zoals wonen, industrie, winkel, gezondheidszorg of kantoor. Voor de tellingen is geen onderscheid gemaakt tussen deze verschillende objecten. Contouren van de Kaagbaan Noordoost en Oostbaan Zuidwest zijn niet nader in beschouwing genomen omdat deze binnen het luchtvaartterrein blijven. De contour van de Buitenveldertbaan West raakt net buiten het luchtvaartterrein. Op een GIS-kaart is te zien dat er geen bebouwing in de buurt is, daarom is die locatie ook niet meegenomen in de telling.

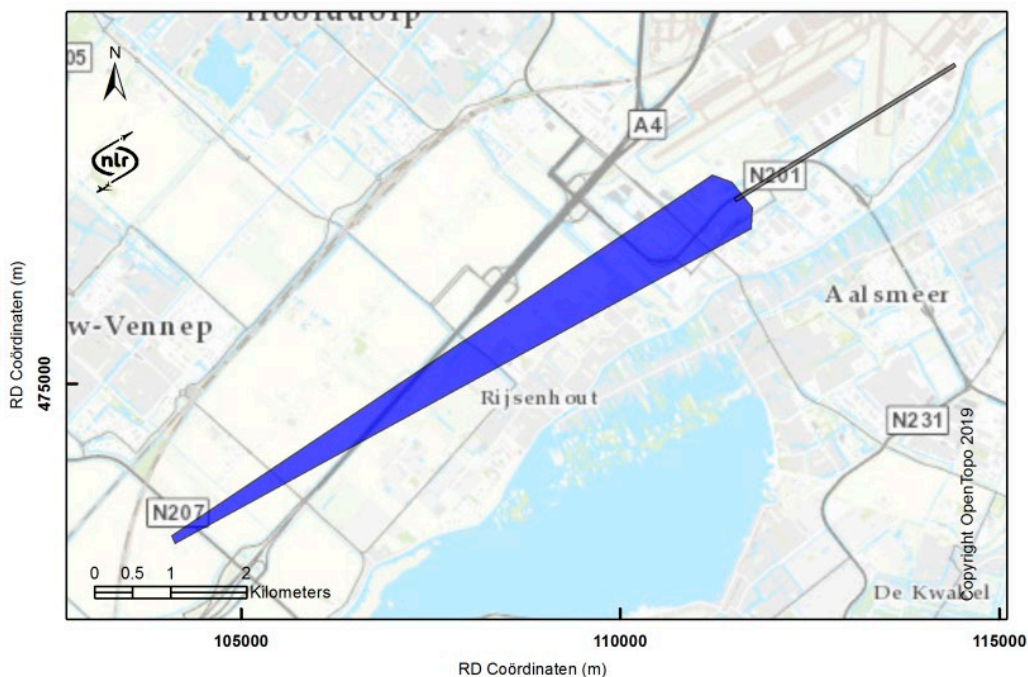
Baankoppen waar normaliter geen bewegingen plaatsvinden (Polderbaan Zuid en Aalsmeerbaan Noord) hebben toch een EV-contour vanwege de mogelijkheid van een landing overrun.

Voor het schatten van de gestileerde EV-contour van de parallelle Kaagbaan is uitgegaan van de zelfde soort en aantal bewegingen als van de bestaande Kaagbaan. Dit is een conservatieve schatting omdat te verwachten valt dat de parallelle Kaagbaan voornamelijk verkeer zal overnemen van de Aalsmeerbaan, die een kleinere EV-contour heeft. In figuur C.2 is de gestileerde EV contour van de parallelle Kaagbaan op een topografische kaart weergegeven.

Resultaten van de objecttellingen zijn weergegeven in Tabel C.1.



Figuur C.1: Gestileerde EV-contouren bestaande banenstelsel



Figuur C.2: Gestileerde EV-contour parallelle Kaagbaan

Tabel C.1: Aantallen objecten binnen de gestileerde EV-contouren

Baan	Baankop	Aantal objecten per baankop	Aantal objecten baantotaal
Aalsmeerbaan	Noord	1	572
	Zuid	571	
Buitenveldertbaan	Oost	668	668
	West	0	
Kaagbaan	Zuidwest	69	69
	Noordoost	0	
Oostbaan	Noordoost	4	4
	Zuidwest	0	
Polderbaan	Noord	143	146
	Zuid	3	
Zwanenburgbaan	Noord	272	367
	Zuid	95	
Parallele Kaagbaan	Zuidwest	279	279
	Noordoost	0	

Uit de tabel blijkt dat er gemiddeld 364 objecten per baan binnen de gestileerde EV-contour van de vijf bestaande hoofdbanen vallen. Het aantal objecten binnen de gestileerde contour van de parallelle Kaagbaan is lager dan het gemiddelde van de bestaande hoofdbanen. Het aantal objecten binnen de gestileerde contouren van de Aalsmeerbaan en Buitenveldertbaan is hoger dan het gemiddelde van de bestaande hoofdbanen. Op basis van deze informatie en binnen de aannames van deze quickscan kan geconcludeerd worden dat de variant met een parallelle Kaagbaan en de Aalsmeerbaan buiten gebruik leidt tot minder objecten binnen de gestileerde EV-contouren ten opzichte van het huidige banenstelsel. De variant met een parallelle Kaagbaan en de Aalsmeerbaan en Buitenveldertbaan buiten gebruik leidt tot minder objecten binnen de gestileerde EV-contouren ten opzichte van het

huidige banenstelsel. Voor de variant met een parallelle Kaagbaan en de Aalsmeerbaan en Buitenveldertbaan gedeeltelijk buiten gebruik (alleen in gebruik indien gewenst in verband met windrichting en kracht) geldt dat het grootste deel van de bewegingen van de Aalsmeerbaan en de Buitenveldertbaan zullen worden overgeheveld naar de andere banen, waardoor de  $10^{-6}$  PR contouren aanzienlijk kleiner zullen worden. Waarschijnlijk leidt ook deze variant tot minder objecten binnen de gestileerde EV contouren ten opzichte van het huidige banenstelsel, maar dit is sterk afhankelijk van het aantal bewegingen dat zal worden toegelaten op de Buitenveldertbaan en de Aalsmeerbaan.



## Appendix D Convergerend Baangebruik

Convergerende banen zijn banen die elkaar (in het verlengde) kruisen. Convergerende banen zijn van elkaar afhankelijk als een doorstart<sup>12</sup> wordt uitgevoerd op de ene baan, terwijl een vliegtuig vertrekt op de andere baan of als op een andere baan tegelijkertijd een doorstart wordt uitgevoerd of als een vliegtuig nadert op de ene baan, terwijl op de convergerende baan een doorstart wordt gemaakt. Doordat de banen elkaar in het verlengde kruisen, ontstaat het risico op een mid-air collision. Door de ligging van het banenstelsel op Schiphol, en in combinatie met het operationeel gebruik van de banen<sup>13</sup>, is soms sprake van de inzet van convergerende banen op Schiphol. Eventuele aanpassingen in het banenstelsel heeft dan ook invloed op dit onderwerp.

Verskillende actuele ontwikkelingen hebben invloed op het risico van convergerend baangebruik. LVNL onderzoekt momenteel samen met haar partners hoe de veiligheid van deze procedure verder vergroot kan worden<sup>14</sup> (onder andere middels timing van convergent naderen). Daarnaast gaat de ontwikkeling van RNAV naderingen ook invloed hebben op dit onderwerp. Deze ontwikkelingen zijn niet meegenomen in deze quickscan.

### Risico van convergerend baangebruik

Het manifesteren van het risico van convergerend baangebruik kan voorkomen in twee scenario's, waarbij het gebruik van een convergerende baancombinatie en ten minste één doorstart de gemene delers zijn:

Scenario 1: Een vliegtuig maakt een doorstart op de ene baan, terwijl een ander vliegtuig start op de andere convergerende baan. Bijvoorbeeld bij gebruik van de baancombinatie: landen op 18C in combinatie met starten op 24 (Kaagbaan). Een combinatie 'landen-starten'.

Scenario 2: Een vliegtuig maakt een doorstart op de ene baan, terwijl een ander vliegtuig tegelijk een doorstart maakt op de andere (convergerende baan). Bijvoorbeeld bij gebruik van de baancombinatie: landen op 06 (Kaagbaan) in combinatie met landen op 36R (Aalsmeerbaan). Een combinatie 'landen-landen'.

De grootte van het risico bij verschillende convergerende baancombinaties is afhankelijk van meerdere risicofactoren. Op de eerste plaats de frequentie van doorstarts op Schiphol. LVNL noemt een doorstart een normale vliegprocedure dat gemiddeld eens op de 700 landingen voorkomt<sup>15</sup>. Bij een verkeersvolume van 250.000 landingen per jaar zijn dat 357 doorstarts per jaar. Een dubbele doorstart op ongeveer hetzelfde moment is zeldzaam, waarbij onderscheid gemaakt kan worden tussen twee onafhankelijke doorstarts en een common cause doorstart, bijvoorbeeld als gevolg van windshear. De kans op een dubbele doorstart als gevolg van een common cause is  $5 \times 10^{-5}$ , wat neerkomt op 12 a 13 keer per jaar.

Naast het voorkomen van een doorstart zijn er veel factoren die de grootte van het risico beïnvloeden, onder andere: de afstand van het vliegtuig tot de baandrempel bij het inzetten van een doorstart, de hoogte en snelheid van het vliegtuig bij het inzetten van een doorstart, het type vliegtuig, de kans op ingrijpen van de luchtverkeersleiding (als functie van de tijd), de missed-approach procedure, beschikbare hulpmiddelen (GUARDS, TCAS), hoogte van een potentiële botsing en geometrische afstand van het intersectiepunt van een convergerende baancombinatie tot de

<sup>12</sup> Een doorstart, missed approach of een go-around is het afbreken van de eindnadering door een vliegtuig. In plaats van te landen, klimt het vliegtuig opnieuw naar een beperkte hoogte om vervolgens opnieuw volgens de procedures te naderen voor de landing.

<sup>13</sup> Met name de baanregels ten aanzien van geluidspreferent vliegen hebben hier invloed op.

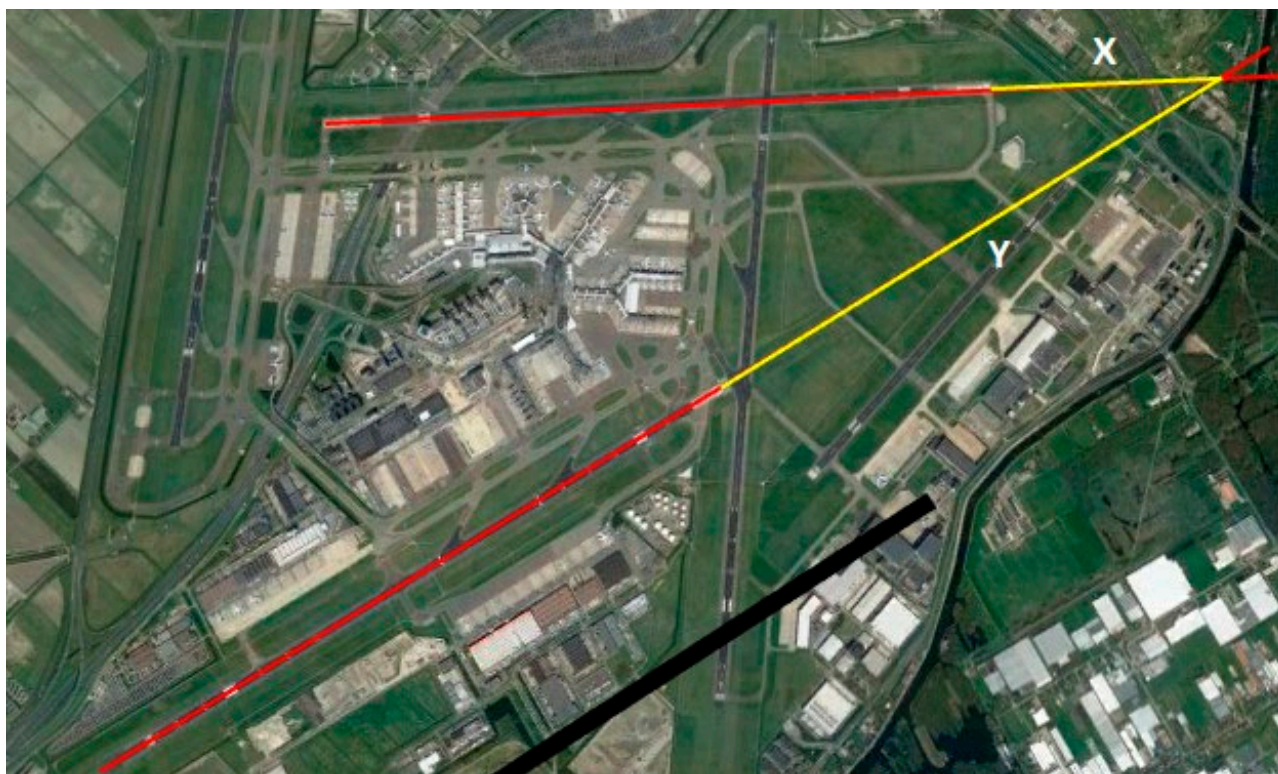
<sup>14</sup> Zie ook Roadmap Safety Schiphol.

<sup>15</sup> LVNL, brief aan voorzitter J.G.M. Alders van de ORS Schiphol, 18 november 2016.

baandrempeel van de betreffende banen. Op veel van deze risicofactoren heeft de lay-out van het banenstelsel een invloed, zoals op de geometrische afstand van het intersectiepunt van een baancombinatie tot de baandrempeel van de betreffende banen. Er bestaat een correlatie tussen de afstand van het intersectiepunt tot de baandrempeels (THR) van een convergerende baancombinatie en de hoogte van het risico (Figuur D.1). Bij een versimpelde weergave van de werkelijkheid gelden de volgende<sup>16</sup> twee 'regels':

Regel 1: Hoe verder het intersectiepunt (X of Y in Figuur 1) in NM van de banen ligt hoe beter

Regel 2: Hoe groter het verschil tussen X en Y, de onderlinge verhouding, hoe beter<sup>17</sup>.



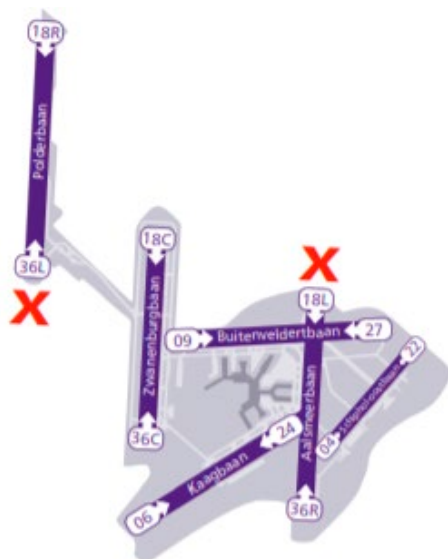
*Figuur D.1: Intersectiepunt baancombinatie Kaagbaan – Buitenveldertbaan. De gele lijnen representeren het verlengde van de banen (X = Buitenveldertbaan, Y=Kaagbaan)*

### Huidige situatie

Schiphol heeft door de ligging van het banenstelsel (Figuur D.2), waarbij het in verschillende windrichtingen een baan beschikbaar heeft, veel convergerende baancombinaties. Voorbeelden van de inzet van convergerende banen binnen het huidige banenstelsel en operationeel gebruik zijn: landen op 06 (Kaagbaan) in combinatie met landen op 36R (Aalsmeerbaan), landen op 36C (Zwanenburgbaan) in combinatie met landen op 27 (Buitenveldertbaan), landen op 18C in combinatie met starten op 24 (Kaagbaan) en landen op 06 in combinatie met starten van 09 (Buitenveldertbaan). Zo zijn er in totaal veel convergerende baancombinatie opties op Schiphol.

<sup>16</sup> De missed-approach paden en procedures zijn buiten beschouwing gelaten maar hebben hier ook invloed op.

<sup>17</sup> In de praktijk ook afhankelijk van de missed approach hoogtes.



Figuur D.2: Banenstelsel Schiphol [overgenomen uit gebruiksprognose 2019, Schiphol]

In het verleden heeft LVNL in een uitgebreide analyse de risico's van verschillende baancombinaties in kaart gebracht, ook met het oog op convergerend baangebruik<sup>18</sup>. In tabel D.1 en tabel D.2 zijn verschillende convergerende baancombinaties gegeven met daarbij een indicatie van het risico per vlucht<sup>19</sup>. Scenario 1 correspondeert met convergerende baancombinaties waarbij het gebruik afhankelijk is bij landen-starten. Scenario 2 correspondeert met convergerende baancombinaties waarbij het gebruik afhankelijk is bij landen-landen.

Tabel D.1: Convergerende baancombinaties scenario 1

Landen	Starten	Risico indicatie per vlucht
06	09	Klein
06	18L	Klein
18C	24	Middel/groot
18R	24	Klein
22	18L	Middel/groot
27	18L	Klein
27	36C	Klein
36R	09	Middel/groot

Tabel D.2: Convergerende baancombinaties scenario 2

Landen 1	Landen 2	Risico indicatie per vlucht
06	09	Klein
06	18C	Klein
06	18R	Klein
06	27	Klein
06	36R	Klein/middel
18C	22	Klein

<sup>18</sup> De risico's uit deze analyse worden gebruikt als indicatie van het risico van de specifieke baancombinaties. Het is niet uit te sluiten dat recente ontwikkelingen een invloed hebben gehad op het risico, waardoor de in deze quickscan gebruikte risico indicatie mogelijk verouderd is.

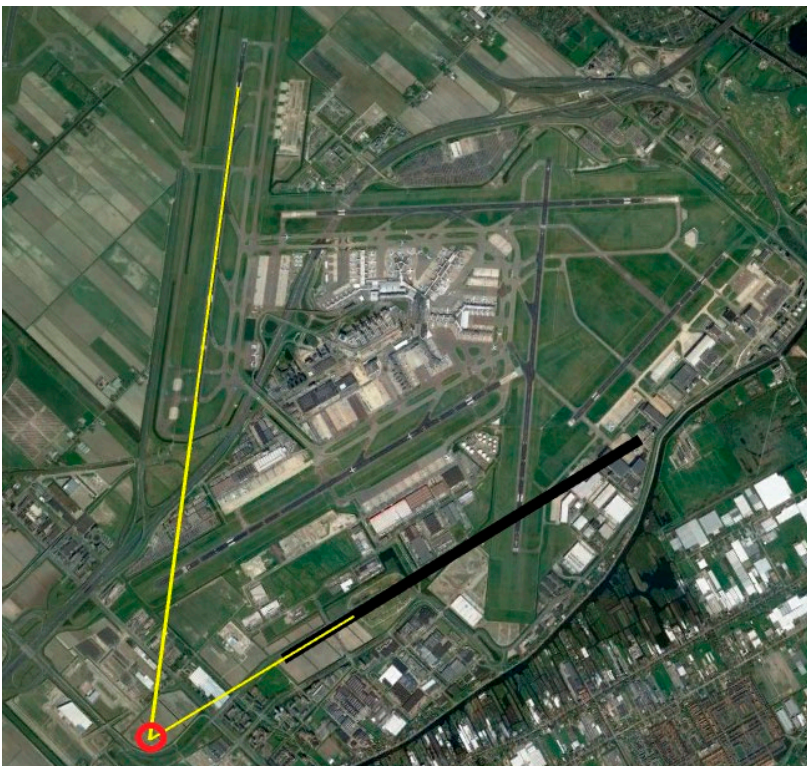
<sup>19</sup> De risico indicatie is een afgeleide van de hoogte van het risico, welke niet beschikbaar is voor deze quickscan. LVNL gebruikt een zogenaamde 'ATC-norm' van  $3 \times 10^{-7}$ . Deze norm stelt een maximum ongevalkans per vlucht voor ATC-gerelateerde ongevallen en fungeert in feite als het acceptabele veiligheidsniveau. Het risico van alle convergerende baancombinaties, ongeacht de indicatie, blijft onder de ATC-norm bij het huidige banenstelsel.

Landen 1	Landen 2	Risico indicatie per vlucht
18C	27	Klein
18R	22	Klein
18R	27	Klein
27	36C	Klein
27	36R	Middel

### Vergelijking op basis van afstand einde baan tot intersectiepunt

Om op een high level niveau iets te zeggen over het risico per vlucht (klein – middel – groot ) van de nieuwe convergerende baancombinaties maken we gebruik van de afstand van de baandremmel tot het intersectiepunt van de convergerende baancombinatie (Figuur D.3)<sup>20</sup>. Aangezien de parallelle Kaagbaan (06R-24L) dezelfde convergerende baancombinaties heeft als de Kaagbaan (06L-24R) doen we een vergelijking van de afstanden en de onderlinge verhouding daartussen als een voorspeller voor het risico. Voor elk van de nieuwe convergerende baancombinaties met 06R-24L is een vergelijking gemaakt met de corresponderende convergerende baancombinatie voor 06L-24R.

Er bestaat een correlatie tussen de afstand van het intersectiepunt tot de baandrempels (THR's) van een convergerende baancombinatie en de hoogte van het risico. Middels deze correlatie wordt in deze quickscan een poging gewaagd iets te zeggen over het risico van convergerend baangebruik bij verschillende varianten van baanstelsels op Schiphol. Deze poging op basis van expert judgement beperkt zich tot het doen van een inschatting van de risico indicatie van convergerende combinaties als gevolg van de parallelle Kaagbaan in termen van hoger/gelijk/lager dan de (bestaande) Kaagbaan.



*FiguurD.3: Voorbeeld voor het bepalen van de afstand van baandrempels (take-off point en landing point) tot het intersectiepunt. Baancombinatie in het voorbeeld is 18C↓24L↑. De gele lijn representeert de afstand tot het intersectiepunt*

<sup>20</sup> De afstand van de baandremmel tot het intersectiepunt wordt bij benadering gemeten. Welke baandremmel van een specifieke baan hiervoor gebruikt wordt is afhankelijk van voor welke vluchtfase de baan gebruikt wordt.

## Banenstelsel met parallelle Kaagbaan, Aalsmeerbaan en Oostbaan buiten gebruik

### Vervallen en nieuwe convergerende baancombinaties

Bij een nieuw banenstelsel zullen een aantal convergerende baancombinaties vervallen en zullen een aantal nieuwe ontstaan. Tabel D.3 en D.4 geven daarvan een overzicht.

Tabel D.3 :Vervallen en nieuwe convergerende baancombinaties bij scenario 1

Landen	Starten	Risico indicatie per vlucht	Status
06	18L	Klein	Vervallen
22	18L	Middel/groot	Vervallen
27	18L	Klein	Vervallen
36R	09	Middel/groot	Vervallen
18C	24L (parallelle kaagbaan)	Niet bekend	Nieuw
18R	24L	Niet bekend	Nieuw
06R	09	Niet bekend	Nieuw

Tabel D.4: Vervallen en nieuwe convergerende baancombinaties bij scenario 2

Landen 1	Landen 2	Risico indicatie per vlucht	Status
06	36R	Klein/middel	Vervallen
27	36R	Middel	Vervallen
18C	22	Klein	Vervallen
18R	22	Klein	Vervallen
06R	18C	Niet bekend	Nieuw
06R	18R	Niet bekend	Nieuw
06R	09	Niet bekend	Nieuw
06R	27	Niet bekend	Nieuw

Voor elke convergerende baancombinatie is de afstand van de corresponderende baandrempels (X en Y) tot het intersectiepunt (i) bij benadering bepaalt. Daarnaast is de onderlinge verhouding, uitgedrukt in 'ratio', van de afstanden bepaalt (X/Y). Dit ziet er als volgt uit<sup>21</sup>:

$$1a. \text{Baancombinatie } 06L \downarrow 09 \uparrow: X (06L \downarrow - i) - Y (09 \uparrow - i) = 3.58 \text{ NM} - 2.55 \text{ NM} \quad \text{Ratio} = 1.4$$

$$1b. \text{Baancombinatie } 06R \downarrow 09 \uparrow: X (06R \downarrow - i) - Y (09 \uparrow - i) = 4.36 \text{ NM} - 3.33 \text{ NM} \quad \text{Ratio} = 1.3$$

$$2a. \text{Baancombinatie } 18C \downarrow 24R \uparrow: X (18C \downarrow - i) - Y (24R \uparrow - i) = 2.35 \text{ NM} - 1.54 \text{ NM} \quad \text{Ratio} = 1.52$$

$$2b. \text{Baancombinatie } 18C \downarrow 24L \uparrow: X (18C \downarrow - i) - Y (24L \uparrow - i) = 3.05 \text{ NM} - 2.25 \text{ NM} \quad \text{Ratio} = 1.35$$

$$3a. \text{Baancombinatie } 18R \downarrow 24R \uparrow: X (18R \downarrow - i) - Y (24R \uparrow - i) = 4.80 \text{ NM} - 2.95 \text{ NM} \quad \text{Ratio} = 1.63$$

$$3b. \text{Baancombinatie } 18R \downarrow 24L \uparrow: X (18R \downarrow - i) - Y (24L \uparrow - i) = 5.55 \text{ NM} - 3.75 \text{ NM} \quad \text{Ratio} = 1.48$$

Op basis van engineering judgement en zonder weging van belangrijke factoren als de missed approach procedures, ATC procedures, verdeling intermediate take-offs, verdeling heavies/mediums en onder de aanname van gelijke

<sup>21</sup> Voor scenario 1 bij de banenstelsel-variant met parallelle kaagbaan, Aalsmeerbaan en Oostbaan buiten gebruik is dit uitgeschreven. Voor scenario 2 van deze banenstelsel-variant is het wel bepaald maar niet uitgeschreven, evenals niet voor de scenario's in de banenstelsel-variant met een parallelle kaagbaan, Aalsmeerbaan, Oostbaan en Buitenveldertbaan geheel of gedeeltelijk buiten gebruik.

inrichting van de operatie (ILS, geen RNAV), is met enige onzekerheid een inschatting gegeven van het effect in de verschillen in afstand en ratio op het risico indicatie van een convergerende baancombinatie. In principe geldt: hoe hoger de afstand, des te lager het risico en hoe hoger de ratio, des te lager het risico. In alle gevallen wordt de afstand hoger en de ratio (iets) lager, waardoor enige middeling optreedt. Op basis van deze beschouwing wordt verwacht dat het risico van de nieuwe convergerende baancombinaties met de parallelle Kaagbaan gelijk of lager is dan die van de bestaande Kaagbaan (Tabel D.5). Er geldt immers, hoe hoger de afstand, des te meer tijd hebben ATC en piloten om in te grijpen.

Tabel D.5: Overzicht vergelijking 06R-24L en 06L-24L

Baancombinatie	Afstand	Ratio	Risico indicatie
06R↓09↑ t.o.v. 06L↓09↑	Hoger	Lager	Gelijk/Lager
18C↓24L↑ t.o.v. 18C↓24R↑	Hoger	Lager	Gelijk/Lager
18R↓24L↑ t.o.v. 18R↓24R↑	Hoger	Lager	Gelijk/Lager
06R↓18C↓ t.o.v. 06L↓18C↓	Hoger	Lager	Gelijk/Lager
06R↓18R↓ t.o.v. 06L↓18R↓	Hoger	Lager	Gelijk/Lager
06R↓09↓ t.o.v. 06L↓09↓	Hoger	Lager	Gelijk/Lager
06R↓27↓ t.o.v. 06L↓27↓	Hoger	Lager	Gelijk/Lager

Gegeven de vervallen en nieuwe convergerende baancombinaties bij de variant van een banenstelsel met een parallelle Kaagbaan, Aalsmeerbaan en Oostbaan buiten gebruik zijn de volgende convergerende baancombinaties mogelijk (Tabel D.6 en Tabel D.7)<sup>22</sup>.

Tabel D.6: Convergerende baancombinaties scenario 1

Landen	Starten	Risico indicatie per vlucht
06L	09	Klein
18C	24R	Middel/groot
18R	24R	Klein
27	36C	Klein
18C	24L	Klein/middel*
18R	24L	Klein*
06R	09	Klein*

Tabel D.7: Convergerende baancombinaties scenario 2

Landen 1	Landen 2	Risico indicatie per vlucht
06L	09	Klein
06L	18C	Klein
06L	18R	Klein
06L	27	Klein
18C	27	Klein
18R	27	Klein
27	36C	Klein
06R	18C	Klein*
06R	18R	Klein*

<sup>22</sup> \* = Risico indicatie met grote onzekerheid

Landen 1	Landen 2	Risico indicatie per vlucht
06R	09	Klein*
06R	27	Klein*

### Beschouwing

In totaal zullen bij het buiten gebruik nemen van de Aalsmeerbaan en Oostbaan acht convergerende baancombinaties verdwijnen. Daarentegen zullen zeven nieuwe convergerende baancombinaties mogelijk worden. Op basis van de analyse is geen reden om te verwachten dat het risico per vlucht van de nieuwe convergerende baancombinaties tussen twee banen met de parallelle Kaagbaan wezenlijk afwijkt ten opzichte van de convergerende baancombinaties tussen twee banen met de huidige Kaagbaan. Het geringere aantal convergerende baancombinaties dat mogelijk is kan leiden tot een lager risico, maar dat is sterk afhankelijk van de runway modes of operation.

### Banenstelsel met parallelle Kaagbaan, Aalsmeerbaan, Oostbaan en Buitenveldertbaan geheel buiten gebruik Vervallen en nieuwe convergerende baancombinaties

Bij een nieuw banenstelsel zullen een aantal convergerende baancombinaties vervallen en zullen een aantal nieuwe ontstaan. Tabel D.8 en D.9 geven daarvan een overzicht.

Tabel D.8: Vervallen en nieuwe convergerende baancombinaties bij scenario 1

Landen	Starten	Risico per vlucht	Status
06	09	Klein	Vervallen
06	18L	Klein	Vervallen
22	18L	Middel/groot	Vervallen
27	18L	Klein	Vervallen
27	36C	Klein	Vervallen
36R	09	Middel/groot	Vervallen
06R	18C	Niet bekend	Nieuw
06R	18R	Niet bekend	Nieuw

Tabel D.9: Vervallen en nieuwe convergerende baancombinaties bij scenario 2

Landen 1	Landen 2	Risico per vlucht	Status
06	09	Klein	Vervallen
06	27	Klein	Vervallen
06	36R	Klein/middel	Vervallen
18C	27	Klein	Vervallen
18R	27	Klein	Vervallen
27	36C	Klein	Vervallen
27	36R	Middel	Vervallen
18C	22	Klein	Vervallen
18R	22	Klein	Vervallen
06R	18C	Niet bekend	Nieuw
06R	18R	Niet bekend	Nieuw

Van de nieuwe convergerende baancombinaties welke ontstaan bij deze variant van het banenstelsel op Schiphol is eerder al een inschatting gegeven op basis van de afstanden van de baandrempels tot het intersectiepunt, en in vergelijking met de bestaande Kaagbaan (Tabel D.10).

Tabel D.10: Overzicht vergelijking 06R-24L en 06L-24L

Baancombinatie	Afstand	Ratio	Risico indicatie
18C↓24L↑ t.o.v. 18C↓24R↑	Hoger	Lager	Gelijk/Lager
18R↓24L↑ t.o.v. 18R↓24R↑	Hoger	Lager	Gelijk/Lager
06R↓18C↓ t.o.v. 06L↓18C↓	Hoger	Lager	Gelijk/Lager
06R↓18R↓ t.o.v. 06L↓18R↓	Hoger	Lager	Gelijk/Lager

Gegeven de vervallen en nieuwe convergerende baancombinaties bij de variant van een banenstelsel met een parallelle Kaagbaan, Aalsmeerbaan, Oostbaan en Buitenveldertbaan geheel buiten gebruik zijn de convergerende baancombinaties mogelijk zoals weergegeven in Tabel D.11 en Tabel D.12<sup>23</sup>.

Tabel D.11: Convergerende baancombinaties scenario 1

Landen	Starten	Risico indicatie per vlucht
18C	24R	Middel/groot
18R	24R	Klein
18C	24L	Klein/middel*
18R	24L	Klein*

Tabel D.12: Convergerende baancombinaties scenario 2

Landen 1	Landen 2	Risico indicatie per vlucht
06L	18C	Klein
06L	18R	Klein
27	36C	Klein
06R	18C	Klein*
06R	18R	Klein*

### Beschouwing

In totaal zullen bij het buiten gebruik nemen van de Aalsmeerbaan, Oostbaan en Buitenveldertbaan 15 convergerende baancombinaties verdwijnen. Daarentegen zullen vier nieuwe convergerende baancombinaties mogelijk worden. In totaal zijn er dus een stuk minder convergerende baancombinaties. Het geringere aantal convergerende baancombinaties dat mogelijk is kan leiden tot een lager risico, maar dat is sterk afhankelijk van de runway modes of operation.

### Banenstelsel met parallelle Kaagbaan, Aalsmeerbaan, Oostbaan en Buitenveldertbaan gedeeltelijk buiten gebruik

Voor deze variant geldt praktisch hetzelfde als voor de variant met de Aalsmeerbaan en Buitenvelderbaan geheel buiten gebruik. Alleen in incidentele gevallen, wanneer de Buitenveldertbaan en/of Aalsmeerbaan worden gebruikt, ontstaan extra convergerende baancombinaties ten opzichte van de variant met Aalsmeerbaan en Buitenvelderbaan geheel buiten gebruik.

<sup>23</sup> \* = Risico indicatie met grote onzekerheid





Dedicated to innovation in aerospace

## Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

Het NLR is een toonaangevend, mondiaal opererend onderzoekscentrum voor de lucht- en ruimtevaart. Met zijn multidisciplinaire expertise en ongeëvenaarde onderzoeksfaciliteiten, levert NLR innovatieve, integrale oplossingen voor complexe uitdagingen in de aerospace sector.

De werkzaamheden van het NLR beslaan het volledige spectrum van Research Development Test & Evaluation (RDT&E). Met zijn kennis en faciliteiten kunnen bedrijven terecht bij het NLR voor validatie, verificatie, kwalificatie, simulatie en evaluatie. Zo overbruggt het NLR de kloof tussen onderzoek en toepassing in de praktijk. Het NLR werkt zowel voor overheid als industrie in binnen- en buitenland. Het NLR staat voor praktische en innovatieve oplossingen, technische expertise en een lange termijn ontwerpvisie. Hierdoor vindt NLR's cutting edge technology zijn weg naar succesvolle lucht- en ruimtevaartprogramma's van OEM's zoals Airbus, Embraer en Pilatus. Het NLR draagt bij aan (defensie)programma's zoals ESA's IXV re-entry voertuig, de F-35, de Apache-helikopter en Europese programma's als SESAR en Clean Sky 2.

Opricht in 1919 en met 600 betrokken medewerkers, realiseerde NLR in 2017 een omzet van 76 miljoen euro. 81% hiervan is afkomstig uit contractonderzoek, het overige betreft een overheidsbijdrage.

Voor meer informatie bezoek: [www.nlr.nl](http://www.nlr.nl)

### Postal address

PO Box 90592  
1006 BM Amsterdam, The Netherlands  
e) [info@nlr.nl](mailto:info@nlr.nl) i) [www.nlr.org](http://www.nlr.org)

### NLR Amsterdam

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

### NLR Marknesse

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