

6	302	LUXEMBURG	930
AZ	419	TURIN	935
LH	1122	NEAPEL	935
LH	1906	MADRID	935
LH	1022	STUTTGART HBF	935
AF	1701	LYON	940
AY	822	HELSINKI	940
AA	071	STRAKTSCO-DALLAS	945
AF	743	PARIS	945
LH	1118	VENEZIG	945
DL	023	DALLAS	950
6	892	AMSTERDAM	950

22.171.32 • maart 2023

Intersectiestarts Schiphol

Feitenonderzoek

Intersectiestarts Schiphol

Feitenonderzoek

Rapport

Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT)

Vestiging Amsterdam

Kingsfordweg 1

1043 GN Amsterdam

To70

Postbus 85818

2508 CM Den Haag, Nederland

tel. +31 (0)70 3922 322

Email: info@to70.nl

Den Haag, maart 2023

Inhoudsopgave

1. Introductie.....	6
1.1. Aanleiding.....	6
1.2. Doel en afbakening.....	6
1.3. Aanpak.....	6
1.4. Leeswijzer.....	6
2. Wet- en regelgeving.....	7
2.1. International Civil Aviation Organisation.....	7
2.2. Europese Unie.....	9
2.3. Nationaal.....	10
2.4. Interpretatie.....	10
3. Procedures en werkwijzen.....	11
3.1. Aeronautical Information Publication: The Netherlands.....	11
3.2. Standard Operating Procedures: luchtvaartmaatschappijen.....	14
3.3. Operations Manual: LVNL.....	16
4. Operationeel perspectief.....	19
4.1. Luchtvaartmaatschappij.....	19
4.2. Luchtverkeersvliegers.....	19
4.3. Luchtverkeersleiders.....	21
5. Gebruiksaanantallen.....	26
5.1. Baangebruik.....	26
5.2. Gebruik per baan.....	26
5.3. Gebruik per luchtvaartmaatschappij.....	30
5.4. Gebruik per vliegtuigtype.....	32
5.5. Gebruik per uur van de dag.....	33
6. Prestatie-effecten.....	35
6.1. Klimprofielen.....	35
6.2. Geluid.....	39
6.3. Veiligheid.....	43
7. Conclusies.....	46
Bijlagen:	
A Vastgestelde afstanden per oprit van de baan.....	48
B Opzet analyse ADS-B data.....	50
C Aanvullende gebruiksaantallen.....	54
D Toelichting klimprofielen.....	68

Samenvatting

Met het toezichtsprogramma Veilig en Duurzaam Schiphol levert de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) een bijdrage aan een veilig en duurzaam Schiphol. Onderdeel van dit programma is beter zicht krijgen op de integrale risico's en betere samenwerking op de aanpak daarvan; dit helpt ILT bij het invullen van haar reflecterende en signalerende taak. Dit onderzoek is ingesteld om beter zicht te krijgen op diverse aspecten van de operationele praktijk van 'starten van een intersectie'.

Een intersectiestart wordt gedefinieerd als een start van een vliegtuig via een andere oprit dan de oprit aan het begin van de baan. Dit betekent dat een gedeelte van de startbaan wordt gebruikt voor de start van het vliegtuig. De andere opritten worden intersecties genoemd.

De luchtverkeersleiding van LVNL laat vliegverkeer in principe starten van het begin van de baan. Intersecties van de baan kunnen worden gebruikt om het verkeer voor het betreden van de startbaan te rangschikken in een volgorde waarmee de optimale doorstroming van de startbaan en in het luchtruim wordt bereikt. Andere redenen voor de verkeersleider zijn het voorkomen van hinder door luchtstromen van andere vliegtuigen op dezelfde of andere banen of het voorkomen van het kruisen van andere banen die in gebruik zijn voor landen of starten. Het wettelijk kader en de procedures en werkwijzen bieden hier ruimte voor.

De luchtverkeersvliegers kunnen dus intersectiestarts worden aangeboden. De beperkingen van het vliegtuig spelen een belangrijke rol in of het aanbod met een kortere beschikbare baanlengte kan worden geaccepteerd. Ook van belang is of de prestatieberekeningen voor het starten van de aangeboden intersectie vooraf zijn gemaakt of nog moeten worden gemaakt. Het maken van prestatieberekeningen tijdens het taxiën verhoogt namelijk de werkdruk in de cockpit en dat kan tot fouten leiden in de instellingen van het vliegtuig voor de start. Als een verkeersleider een start via een intersectie aanbiedt, dan geeft de vlieger aan of hij dit kan accepteren. Het komt ook voor dat verkeersvliegers om een intersectiestart vragen, de luchtverkeersleider zal dan beslissen of dit operationeel gerechtvaardigd is.

De gebruiksaantallen van intersectiestarts op Schiphol laten in gebruiksjaar 2022 (periode van november 2021 tot en met oktober 2022) zien dat op de Zwanenburgbaan (18C) en Aalsmeerbaan (18L) circa 40% van de starts van een intersectie gebruik maakt; op de Kaagbaan (24) en Polderbaan (36L) is dit circa 25%. Eén op de drie kleinere en lichtere vliegtuigen maakt gebruik van intersecties, grotere en zwaardere vliegtuigen maken vrijwel nooit gebruik van intersectiestarts; zij hebben doorgaans de volledige baanlengte nodig om veilig te kunnen starten. In de nacht worden geen intersectiestarts uitgevoerd.

Het klimprofiel van vluchten die een intersectie gebruikten is vergeleken met het profiel van vluchten die het begin van de baan gebruikten; dit is gedaan voor vluchten van dezelfde luchtvaartmaatschappij en hetzelfde vliegtuigtype. Bij een start vanaf een intersectie blijkt het toestel gemiddeld later van de baan los te komen, en op een zelfde afstand van het begin van de baan lager vliegt dan wanneer er vanaf het begin van de baan wordt gestart. Als het verschil in startpunt op de baan klein is, is alleen over het eerste deel van de start, tot ca. 1000 – 1500 voet hoogte, nog een verschil in vlieghoogte waarneembaar. De klimhoek voor intersectiestarts blijkt vergelijkbaar met de klimhoek bij starten vanaf het begin van de

baan, dit duidt erop dat de onderzochte luchtvaartmaatschappijen op deze vliegtuigtypes vergelijkbare stuwkrachtinstellingen toepassen.

De geluidsniveaus van een intersectiestart zijn op korte afstand na de baan circa 2 tot 5 dB hoger. Op circa 6 km vanaf het begin van de baan is het geluidsniveau bij een intersectiestart 1,5 dB hoger, dit verschil in geluidsniveau is nauwelijks nog waarneembaar. Het luchthavenverkeerbesluit stelt grenswaarden voor de totale geluidbelasting op handhavingspunten in de omgeving van de luchthaven. Het betreft grenswaarden voor de totale geluidbelasting van het vliegverkeer op jaarbasis. In de voorgeschreven rekenmethodiek voor het bepalen van de geluidbelasting op handhavingspunten wordt (al) het vliegverkeer standaard vanaf het begin van de baan gesimuleerd, met toepassing van een maximaal start- en klimvermogen. Het toepassen van intersectiestarts heeft daarmee op basis van de huidige berekeningsmethodiek geen effect op de berekende geluidbelasting op de handhavingspunten. Als de berekeningsmethodiek wel de ruimte zou bieden om het toepassen van intersectiestarts mee te nemen, dan zal het effect van intersectiestarts op de geluidbelasting op de meeste handhavingspunten 0 tot 0,2 dB Lden zijn, met op enkele punten verschillen tot maximaal 0,5 dB Lden.

Intersectiestarts hebben veiligheidsrisico's die anders zijn dan starts van uitsluitend het begin van de baan. De mogelijke gevolgen van het ongeoorloofd betreden van de startbaan via een intersectie zijn ernstiger dan bij het ongeoorloofd betreden van het begin van de baan. Bij wijziging van oprit van de baan tijdens het taxiën neemt de kans op het starten met incorrecte prestatiegegevens toe. In de onderzochte periode zijn twee serieuze voorvallen gevonden, welke zijn onderzocht door de Onderzoeksraad voor Veiligheid. Er bestaat een norm voor ongevallen, niet voor voorvallen, waardoor geen verdere conclusies over veiligheid van intersectiestarts op Schiphol kunnen worden getrokken.

De opvatting van To70 is dat de bestudeerde effecten van intersectiestarts op geluid en veiligheid geen directe aanleiding geven tot het uitvoeren van vervolgonderzoek.

1. Introductie

1.1. Aanleiding

Met het toezichtsprogramma Veilig en Duurzaam Schiphol levert de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) een bijdrage aan een veilig en duurzaam Schiphol. Dit programma is ontwikkeld na publicatie van een rapport door de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV) over de veiligheid op en rond Schiphol (2017). Onderdeel van dit programma is beter zicht krijgen op de integrale risico's en betere samenwerking op de aanpak daarvan; dit helpt bij het invullen van haar reflecterende en signalerende taak. Intersectiestarts zijn een operationele praktijk waar ILT beter zicht op wil krijgen.

Een intersectiestart wordt beschreven als een start van een vliegtuig via een andere oprit dan de oprit aan het begin van de baan. Dit betekent dat een gedeelte van de startbaan wordt gebruikt voor de start van het vliegtuig. De andere opritten worden intersecties genoemd.

1.2. Doel en afbakening

Het doel van dit feitenonderzoek is inzicht geven in diverse aspecten van het fenomeen 'Starten vanaf een intersectie'. Het wettelijk kader en de procedures en werkwijzen op Schiphol vormen hierin de basis. Deze basis wordt aangevuld met data-analyse van het werkelijk gebruik van opritten van de startbanen van de luchthaven en een indicatie van de effecten ervan op klimprofielen, geluid en veiligheid. Dit onderzoek is er niet op gericht om de capaciteitseffecten van intersectiestarts te berekenen of simuleren.

1.3. Aanpak

De gehanteerde aanpak gaat uit van de kennis en ervaring van de betrokken experts zelf, eerdere onderzoeken, To70 databronnen en de operationele praktijk. In de aanpak zijn de volgende activiteiten van elkaar onderscheiden:

- **Inventariseren wettelijk kader:** het doel is inzicht te verkrijgen in de (inter)nationale wet- en regelgeving rondom intersectiestarts. In een beknopte bureaustudie zijn de vereisten vanuit ICAO, EASA en Nederland geïnventariseerd en samengevat.
- **Inventariseren lokale situatie:** het doel is inzicht te verkrijgen in de toepassing van intersectiestarts op Schiphol. Dit is gedaan door een beknopte bureaustudie van lokale procedures (LVNL en KLM/Transavia) en data-analyse (To70 ADS-B informatie) uit te voeren.
- **Bepalen prestatieverschillen:** het doel is om een indicatie te geven van de verschillen in klimprofiel, geluid en veiligheid tussen het starten van het begin van de baan en een intersectie.

1.4. Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft het wettelijk kader rondom het starten van een intersectie. Hoofdstuk 3 beschrijft de procedures voor het toepassen van intersectiestarts specifiek op Schiphol, waarna Hoofdstuk 4 toelicht hoe vanuit operationeel perspectief van de luchtverkeersleider en -vlieger deze procedures worden toegepast. De gebruiksaantallen van intersectiestarts zijn met data geanalyseerd in Hoofdstuk 5. De gevolgen van intersectiestarts op klimprofielen, geluid en veiligheid zijn toegelicht in Hoofdstuk 6 en het onderzoek sluit af met conclusies in Hoofdstuk 7.

2. Wet- en regelgeving

Dit hoofdstuk beschrijft het wettelijk kader met betrekking tot intersectiestarts. Het vertrekpunt hierin zijn de standaards en aanbevelingen van de International Civil Aviation Organization (ICAO). Hierna volgt een verkenning van de EU-verordeningen en nationale regelgeving in Nederland.

2.1. International Civil Aviation Organisation

DOC 4444: Procedures for Air Navigation Services — Air Traffic Management

In *Procedures for Air Navigation Services — Air Traffic Management (edition 15)* staat in de procedures voor torenverkeersleiding een passage over de functie van de torenverkeersleiding:

7.1.1.1: Aerodrome control towers shall issue information and clearances to aircraft under their control to achieve a safe, orderly and expeditious flow of air traffic on and in the vicinity of an aerodrome with the object of preventing collision(s) between:

- a) aircraft flying within the designated area of responsibility of the control tower, including the aerodrome traffic circuits;
- b) aircraft operating on the manoeuvring area;
- c) aircraft landing and taking off;
- d) aircraft and vehicles operating on the manoeuvring area;
- e) aircraft on the manoeuvring area and obstructions on that area.

De functie van de torenverkeersleider is om een veilige, ordelijke en vlote stroom van vliegverkeer te creëren. Het rangschikken van het verkeer kan de ordelijkheid bevorderen, als ook de vlote doorstroming van verkeer. Het gebruik van intersecties is een middel voor de verkeersleider om de volgorde van het verkeer voor het betreden van de baan nog te beïnvloeden en hiermee zo goed mogelijk zijn functie uit te oefenen.

In dezelfde procedures staat de informatievoorziening van de verkeersleider aan vluchten over wake turbulence en jet blast beschreven. Beide kunnen luchtstromen creëren van voldoende kracht om schade toe te brengen aan andere vliegtuigen:

7.4.1.6.1 Aerodrome controllers shall, when applicable, apply the wake turbulence separation minima specified in Chapter 5, Section 5.8. Whenever the responsibility for wake turbulence avoidance rests with the pilot-in-command, aerodrome controllers shall, to the extent practicable, advise aircraft of the expected occurrence of hazards caused by turbulent wake.

7.4.1.6.2 In issuing clearances or instructions, air traffic controllers should take into account the hazards caused by jet blast and propeller slipstream to taxiing aircraft, to aircraft taking off or landing, particularly when intersecting runways are being used, and to vehicles and personnel operating on the aerodrome.

Hoewel de verantwoordelijkheid bij vliegers ligt, zal de torenverkeersleider altijd de wake turbulence separatieminima toepassen zoals opgenomen in zijn voorschriften. Het rangschikken van verkeer helpt

om deze separatie tussen vluchten en hiermee de doorstroom van de startbaan te optimaliseren. Intersecties zijn hierbij een middel voor de verkeersleider om de volgorde te beïnvloeden. Ook staat genoemd dat in klaringen of instructies de verkeersleider rekening zal houden met de risico's van jet blast en propeller slipstream, in het bijzonder wanneer elkaar kruisende banen worden gebruikt. Deze gevaren kunnen bij starten vanaf verschillende punten op de baan soms gemitigeerd worden ten opzichte van uitsluitend starten van het begin van de baan.

Verder staat over separatie in de nabijheid van een luchthaven een passage beschreven over het rangschikken van vertrekkend verkeer:

- 6.3.3.2: If departures are delayed, the delayed flights shall normally be cleared in an order based on their estimated time of departure, except that deviation from this order may be made to:
- a) facilitate the maximum number of departures with the least average delay;
 - b) accommodate requests by an operator in respect of that operator's flights to the extent practicable.

Indien de luchtverkeersleiding te maken krijgt met vertragingen van het vertrekkend verkeer, kan de verkeersleider de volgorde van vertrek zodanig aanpassen dat de doorstroom van de startbaan kan worden geoptimaliseerd met de kleinste gemiddelde vertraging. Het gebruik van intersecties is een middel van de luchtverkeersleider om de volgorde van vertrek te beïnvloeden.

DOC 9476: Manual of Surface Movement Guidance and Control Systems

In het *Manual of Surface Movement Guidance and Control Systems* staat het rangschikken van verkeer uitgelegd met methoden die hiervoor kunnen worden toegepast.

- 4.2.5 Traffic sequencing is the arrangement of taxiing aircraft into the most operationally effective order. For departures this means the order which offers the best departure rate and least overall delay. For arrivals it entails arranging a sequence which is convenient for apron entry and subsequent parking, and causes minimum disruption to departures.
- 4.2.6 At many aerodromes, while the broad strategy of departure order is controlled by gate holding procedures (see 4.2.2), the sequencing of departing aircraft while taxiing is a means of adjusting to late changes in the order. Sequencing methods will vary according to aerodrome layout, type and volume of traffic and weather conditions, particularly visibility. Sequencing methods include:
- a) allocating taxi routes of different length;
 - b) allocating priority at intersections;
 - c) by-passing at the holding point;
 - d) temporary holding during taxiing; and
 - e) delaying exit from apron.

Het handboek beschrijft hier de operationeel meest effectieve volgorde als de volgorde waarmee de hoogste doorstroom op de startbaan en laagst gemiddelde vertraging wordt bereikt. In principe is de

benadering om vluchten op het juiste moment van de gate te laten vertrekken. Om tijdens het taxiën nog aanpassingen in de volgorde te kunnen doen is het gebruik van intersecties een middel. Naast het gebruik van intersecties wordt ook de mogelijkheid genoemd om taxiroutes met verschillende lengtes toe te wijzen of op strategische punten vluchten te laten wachten en zodoende elkaar te passeren, de grondinfrastructuur moet hier dan wel mogelijkheden voor bieden.

2.2. Europese Unie

De Europese eisen voor het ontwerp en de aanleg van luchthavens zijn opgenomen in EU-verordening 139/2014 en de specificaties van CS-ADR. Voor commerciële vluchtuitvoeringen zijn EU-verordening 965/2012 en de specificaties van Air OPS van toepassing.

Er is een algemene begeleidingstekst in CS-ADR die relevant is voor het ontwerp van intersecties en gebruik van intersectiestarts; GM1 ADR-DSN.D.240. GM1 ADR-DSN.D.240 bevat twee relevante passages:

(c) The initial approach should be to reduce the number of available entrances to the runway, so that the potential for entry to the runway at an unintended location is minimised. Taxiway entry, crossing and runway exit taxiways should be clearly identified and promulgated, using taxiing guidance signs, lighting and pavement markings.

(j) Multi-taxiway entrances to a runway should be parallel to each other and should be distinctly separated by an unpaved area. This design principle allows each runway holding location an earthen area for the proper placement of accompanying sign, marking, and lighting visual cues at each runway holding position. Moreover, the design principle eliminates the construction of unusable pavement and as well as the painting of taxiway edge markings to indicate such unusable pavement. In general, excess paved areas at runway holding positions reduce the effectiveness of sign, marking, and lighting visual cues.

Hieruit volgt dat het aantal opritten naar een startbaan beperkt behoort te zijn zodat het risico op het ongeoorloofd betreden van een baan (runway incursion) wordt beperkt. Ook dienen de opritten voldoende herkenbaar te zijn. Wanneer er meerdere opritten zijn behoren deze parallel aan elkaar te liggen en door een onverhard gedeelte van elkaar te worden gescheiden.

Er zijn geen specifieke operationele vereisten in EASA Air OPS teruggevonden. De risico's die gepaard gaan met runway incursions en foutieve prestatieberekeningen zijn wel opgenomen in de opleidingseisen voor cockpitbemanningen van AMC2 ORO.FC.232.

Hoewel het niet de status van verordening heeft, werkt de luchtvaartindustrie sinds 2003 aan het opstellen van begeleidingsmateriaal om de kans op runway incursions te verminderen via het Europees actieplan ter voorkoming van runway incursions (EAPPRI)¹. De aanbevelingen in het actieplan worden met terugwerkende kracht toegepast op Schiphol. Aanbeveling 1.5.2 (f) in het actieplan is om geen opritten

¹ European Action Plan for the Prevention of Runway Incursions (EAPPRI):

<https://www.eurocontrol.int/publication/european-action-plan-prevention-runway-incursions-eappri>

naar de startbaan te gebruiken die onder een hoek van het begin van de baan af liggen; deze beperken het zicht van de vliegers op de baandrempel en het eindnaderingsgebied. Op Schiphol worden opritten die onder een hoek liggen vooralsnog wel als intersectie gebruikt.

2.3. Nationaal

Aanvullende, nationale regels met verwijzing naar het starten van een intersectie zijn in het onderzoek niet teruggevonden. Ook in het Luchtverkeersbesluit Schiphol zijn geen additionele, verplichte procedures of beperkingen gevonden voor het gebruik van intersecties.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV) heeft in april 2017 een rapport gepubliceerd² over de veiligheid van het vliegverkeer op Schiphol. In dat rapport staan aanbevelingen om de vastgestelde veiligheidsrisico's te verminderen. Aanbeveling 2d gericht op LVNL en Royal Schiphol Group zegt: verminder structureel het aantal runway incursions, voorvallen waarbij een vliegtuig (of voertuig) ongeoorloofd de baan oprijdt. Een verbetermaatregel van LVNL en Royal Schiphol Group betreft vliegtuigen die de route naar het begin van de Aalsmeerbaan (18L) volgen en de intersectie N2/E6 passeren. Op dat punt moet het taxiënde verkeer de Buitenveldertbaan (09) oversteken. Schiphol en haar partners leggen een verlichte stopbar aan om te voorkomen dat vliegtuigen die onbedoeld rechts afslaan via de Buitenveldertbaan richting het startende verkeer taxiën. Hiermee vermindert het risico van runway incursions. Deze stopbar is inmiddels geïmplementeerd.

2.4. Interpretatie

Het wettelijk kader in de luchtvaart beschrijft intersecties als middel voor de luchtverkeersleider om het verkeer ordelijk en vlot af te handelen. Door direct voor het betreden van de startbaan de volgorde van het verkeer te optimaliseren, kan de hoogste doorstroom op de baan en laagst gemiddelde vertraging wordt bereikt. Bij het gebruik van intersecties moet rekening worden gehouden met de risico's van jet blast.

² OVV – Veiligheid vliegverkeer Schiphol, 2017

3. Procedures en werkwijzen

Dit hoofdstuk beschrijft de procedures en werkwijzen voor het toepassen van intersectiestarts op Schiphol. Voor vliegers is het vertrekpunt de Aeronautical Information Publication (AIP)³, beschreven in Sectie 3.1. Sectie 3.2 gaat in op de procedures en werkwijzen van luchtvaartmaatschappijen KLM en Transavia; Sectie 3.3 gaat in op die van de luchtverkeersleiding van LVNL.

3.1. Aeronautical Information Publication: The Netherlands

Het AIP is een publicatie van de staat en bevat luchtvaartinformatie van blijvende aard die essentieel is voor luchtvaartnavigatie. Voor de luchthaven Schiphol staan er specifieke passages opgenomen over de operationele toepassing van intersectiestarts, de beschikbare opritten en de procedures bij beperkt en verminderd zicht..

In praktijk wordt het AIP vaak niet rechtstreeks gebruikt door luchtvaartmaatschappijen. Veel luchtvaartmaatschappijen maken gebruik van vliegkaarten en operationele instructies die samengesteld zijn door leveranciers zoals Jeppesen en LIDO. Deze bedrijven zetten AIPs om in een gestandaardiseerd formaat. KLM en Transavia gebruiken bijvoorbeeld LIDO.

Operational use of intersection take-offs

Over vliegprocedures op Schiphol staat in paragraaf 1.3.3.2 van het AIP de vermelding:

1. In principle all jet aircraft must use the full runway length available for noise abatement reasons.
2. ATC may assign an intersection take-off to any aircraft for operational reasons (e.g. sequencing due to lack of holding area or to avoid jet blast on intersecting runways).
3. Flights from S-apron departing from RWY 24 will be assigned intersection take-off TWY S8.
4. During low visibility procedures intersection take-offs are not allowed. Take-offs from RWY 24 intersection TWY S6 and S8 may be allowed at ATC discretion (see EHAM AD 2.22 paragraph 3). If intersection TWY S6 is in use during low visibility procedures, intersection TWY S7E will not be used

Het uitgangspunt is dat er vanaf het begin van een baan dient te worden gestart. Echter, het staat de luchtverkeersleiding (ATC) vrij om intersecties te gebruiken wanneer dit vanwege "operationele redenen" nodig wordt geacht. Hoewel er voorbeelden van redenen worden gegeven zijn deze niet uitputtend. Het is de verantwoordelijkheid van ATC om een inschatting te maken wanneer dit operationeel nodig is. Specifieke redenen die in het AIP worden, voorzien van toelichting:

Sequencing due to lack of holding area

ATC dient het startende verkeer te separeren volgens vastgestelde normen. Een veelgebruikte methode om verkeer vlot achter elkaar te kunnen laten starten is het gebruik van divergerende routes waardoor er z.s.m. na take-off adequate separatie ontstaat. Vliegtuigen die langer dezelfde route volgen dienen ruimer gesepareerd te worden dan vliegtuigen die z.s.m. na de start een divergerende route oppakken, hierdoor kan het startinterval bij divergerende vluchten kleiner zijn. Om een dergelijke volgorde van startende vliegtuigen te bewerkstelligen worden de vliegtuigen op de grond zoveel mogelijk in een zo efficiënt

³ <https://eaip.lvn.nl/2022-11-17-AIRAC/html/index-en-GB.html> (uitgave: 17 november 2022)

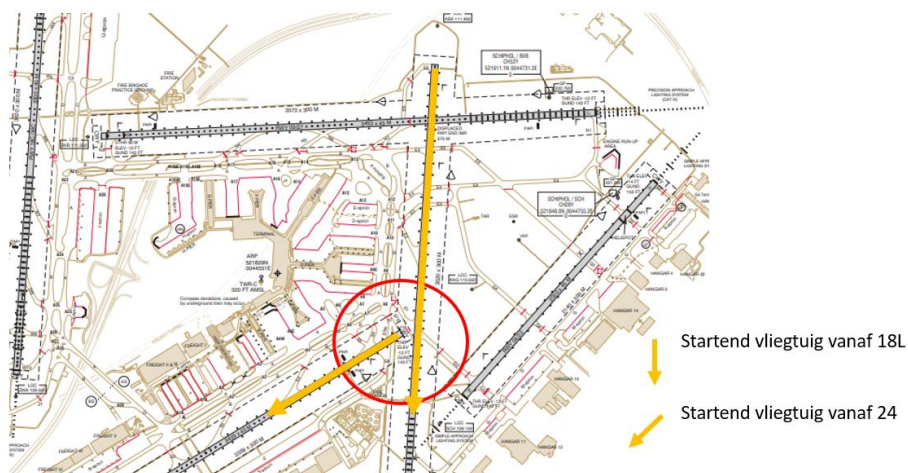
mogelijke volgorde gerangschikt. Het is niet altijd mogelijk om dit aan het begin van de baan volledig voorbereid te hebben, omdat vliegtuigen op opstelplaatsen op verschillende locaties op Schiphol staan waardoor werkelijke taxitijden moeilijk te voorspellen zijn en er vervolgens niet overal een mogelijkheid tot inhalen bestaat. Een oplossing die dan wordt gehanteerd is om verkeer dat een intersectiestart kan accepteren, een intersectiestart aan te bieden. Tevens krijgt de torenverkeersleider wanneer de verkeerssituatie in de lucht daarom vraagt, de mogelijkheid om de vertrekvolgorde zoals aangeboden door de grondverkeersleider nog aan te passen

To avoid jet blast on intersecting runways

Jetblast is het verschijnsel van snel stromende lucht die achter een straalmotor ontstaat. In het bijzonder bij de start waarbij er een groot vermogen wordt gevraagd, kan dit voor gevaarlijke situaties zorgen voor mensen of objecten die zich in deze luchtstraal bevinden. Om deze reden zijn er restricties gebonden aan het intersectiegebruik bij die in het AIP in paragraaf 1.3.4.1 staan vermeld. De beperkingen per baancombinatie zijn opgenomen in Tabel 3-1. Een illustratie van de baancombinatie 18L en 24 is te vinden in Figuur 3-1.

Tabel 3-1 Baancombinaties en beperkingen

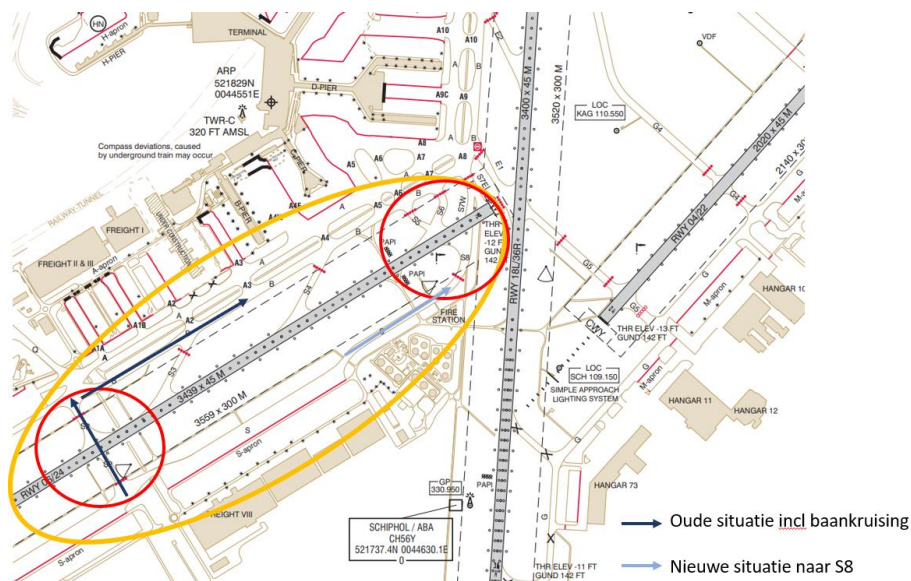
Baancombinatie	Beperking
Departure RWY 18L and departure RWY 24	ATC will time departures from RWY 24 to avoid jet blast on RWY 18L.
Departure RWY 18L from intersection TWY E5 and departure or landing RWY 09	ATC will time departures from RWY 18L to avoid jet blast on RWY 09.
Departure RWY 18L from intersection TWY E5 and departure or landing RWY 27	ATC will time departures from RWY 18L to avoid jet blast on RWY 27.
Departure RWY 24 and landing RWY 36R	ATC will time departures from RWY 24 to avoid jet blast on RWY 36R



Figuur 3-1 Beperkingen baancombinatie 18L en 24

Flights from S-apron departing from RWY 24 will be assigned intersection take-off TWY S8

Verkeer dat op het S-platform staat geparkeerd nadert baan 24 vanaf de oostzijde via taxibaan S. Deze taxibaan is indertijd aangelegd na aanbevelingen uit incidentonderzoek om kruisingen van baan 24 ter hoogte van intersectie S2 zo veel als mogelijk te vermijden (zie Figuur 3-2). Door de aanwezigheid van baan 18L/36R is S8 niet volledig aan het begin van de baan gesitueerd en geldt daarom als een intersectie.



Figuur 3-2 Nieuwe situatie baan 24 met intersectie S8

During low visibility procedures intersection take-offs are not allowed

Tijdens verminderd zichtomstandigheden is de kans dat een vliegtuig onbedoeld verkeerd rijdt groter dan onder goede zichtomstandigheden. Tevens kan ATC tijdens verminderd zicht minder goed controle uitoefenen op het juist volgen van de aangewezen taxiroute. Bij gebruik van intersectiestarts zou een vliegtuig daardoor bij een verkeerde intersectie uit kunnen komen waardoor er minder baanlengte kan resteren dan berekend tijdens de take-off performance berekening. Tevens is er een kans dat een vliegtuig abusievelijk een intersectie oprijdt en dit niet wordt onderkend waarbij er in het slechtste geval zelfs een in gebruik zijnde baan opgereden kan worden (runway incursion). Om dit zo veel mogelijk te voorkomen is het tijdens verminderde zichtomstandigheden in zijn geheel niet toegestaan om van intersecties gebruik te maken voor een start en staan alle stopbars aan, de stopbars bij intersecties permanent en de stopbars aan het begin van de baan dienen per vliegtuig te worden geschakeld. Opritten S6 en S8 op baan 24 mogen wel tijdens verminderd zichtomstandigheden worden gebruikt:

- S6 wordt als enige vertrekpunt gebruikt wanneer tevens baan 18L in gebruik is om de eerder beschreven risico's van jetblast problemen te vermijden. Bij S7 staat op dat moment de stopbar aan;
- S8 wordt als enige vertrekpunt gebruikt voor verkeer dat vanaf het S-platform komt om onnodige baankruisingen te voorkomen.

Declared distances

Het AIP vermeldt in paragraaf 2.13 de declared distances van alle mogelijke startposities van een baan. Deze afstanden kunnen vervolgens worden opgenomen in de tooling van vliegers waardoor voor ieder van deze startposities een prestatieberekening kan worden gemaakt. De beschikbaarheid van deze informatie impliceert dat er intersectiestarts mogelijk zijn vanaf deze intersecties, op basis van vastgestelde en gepubliceerde Take Off Runway Available (TORA). Bijlage Tabel A-1 geeft een overzicht van de gepubliceerde afstanden. In Hoofdstuk 5 over gebruiksaantallen zijn de startposities per baan op de kaart terug te zien.

Low visibility procedures

Het AIP beschrijft de procedures bij beperkte zichtomstandigheden (BZO) op Schiphol. Om de veiligheid te waarborgen worden tijdens BZO andere procedures toegepast zodat gegeven de omstandigheden een optimale capaciteit kan worden bereikt. Voor Schiphol worden vier fasen van BZO gehanteerd: A tot en met D. De fase wordt bepaald door de runway visual range en ceiling. Volgens ICAO is fase A verminderd zicht, fase B, C en D zijn beperkte zichtomstandigheden. In alle fasen worden alle opritten van de banen beveiligd met stopbars. Intersectiestarts worden in geen van de vier fasen meer toegepast.

3.2. Standard Operating Procedures: luchtvaartmaatschappijen

De Standard Operating Procedures (SOP) zijn de set van procedures van luchtvaartmaatschappijen die de vliegers ondersteunen bij het veilig en consistent opereren van een commercieel vliegtuig. Hierin staan specifieke procedures van de luchtvaartmaatschappij opgenomen in aanvulling op het wettelijke kader. Voor dit onderzoek is inzicht in de SOPs van KLM en Transavia verkregen gericht op het gebruik van intersecties; de meeste voorbeelden in deze sectie zijn echter generiek en van toepassing op de meeste luchtvaartmaatschappijen.

Prestatieberekeningen

Voor iedere start moeten luchtverkeersvliegers een prestatieberekening voor hun vlucht (laten) maken om te bepalen met welke instellingen van onder andere stuwkracht en vleugelkleppen moet worden gestart.

Hoe de prestatieberekening uitgevoerd wordt is afhankelijk van de luchtvaartmaatschappij. Omdat fouten in een prestatieberekening vergaande gevolgen kunnen hebben is in de regelgeving vereist dat beide vliegers de berekening afzonderlijk maken en dat de uitkomst van een prestatieberekening zorgvuldig wordt vergeleken⁴.

De beschikbare baanlengte is een factor die bij Transavia in de Electronic Flight Bag (EFB) moet worden ingevuld; bij het gebruik van intersectie is de beschikbare baanlengte anders dan bij het gebruik van het begin van de baan. De informatie over startbaan en eventuele intersectie moet altijd worden gecontroleerd met de Lido-kaarten en uitgegeven NOTAMs. Verder mogen vliegers alleen gebruik maken

⁴ AMC4 SPA.EFB.100(b)(3) Use of electronic flight bags (EFBs) – Operational approval: (C) Where an aircraft performance application is installed, proper crosschecking of data inputs and outputs;

van opritten waarvan een TORA is gepubliceerd. Figuur 3-3 geeft aan hoe de invoer in de EFB verschilt voor een start van het begin van de baan en een intersectie.

Luchtvaartmaatschappijen staan het hun vliegers toe om aan de startrol te beginnen vanaf het begin van de baan of een intersectie van de baan, zolang de beschikbare baanlengte gelijk of meer is dan waar rekening mee is gehouden in de prestatieberekeningen.



Figuur 3-3 Voorbeeld invoer prestatiegegevens EFB

Wake turbulence separatie

Vanuit een wettelijk kader zijn er wake turbulence separatie procedures die KLM/Transavia hanteren. Hoewel luchtverkeersleiders in de praktijk rekening houden met de verplichte tijdsintervallen tussen vertrekkende vliegtuigen vanuit het perspectief van wake turbulence, dragen luchtverkeersvliegers ultimo de verantwoordelijkheid. Het gebruik van een intersectie voor de start kan in bepaalde gevallen leiden tot een verhoogd tijdsinterval. De tijdsintervallen tussen opeenvolgende vliegtuigen worden vaak aangegeven per wake turbulence categorie. De categorieën zijn light, medium, heavy en super en zijn gebaseerd op het maximaal gecertificeerde startgewicht van het vliegtuigtype. Table 3-2 geeft de tijdsintervallen weer van Transavia. De tabel voor KLM is in vorm anders maar is inhoudelijk vergelijkbaar, zoals ook voor veel andere luchtvaartmaatschappijen zal gelden.

Tabel 3-2 Wake turbulence separatie Transavia

Leidend vliegtuig	Volgend vliegtuig	Tijdsinterval
Super	Heavy	2 minuten
	Medium en Light	3 minuten (4 minuten bij intersecties)
Heavy	Medium en Light	2 minuten
Medium	Light	(3 minuten bij intersecties)

Luchthavenspecifieke procedures

Er zijn in de SOP geen specifieke procedures, betreffende wake turbulence separatie, voor het gebruik van intersecties op Schiphol gevonden. Bij enkele andere luchthavens worden in de procedures intersecties genoemd, soms vanuit het oogpunt van 'verwarring' als de intersectie slecht is aangegeven (bijvoorbeeld: bepaalde luchthavens in Griekenland). Een enkele keer wordt het gebruik van een intersectie afgeraden (bijvoorbeeld: regelmatig vogels aan het einde van de startbaan).

3.3. Operations Manual: LVNL

Het Operations Manual (OM) biedt het kader waarbinnen de luchtverkeersleiders van LVNL hun taken uitvoeren en is gebaseerd op (inter)nationale regelgeving en afspraken met andere partijen zoals luchthavens en luchtvaartgebruikers. Het OM bevat drie types procedures: voorschriften, afspraken en werkwijzen. Deze drie informatietypes geven de status van een procedure aan: van een voorschrift mag niet worden afgeweken, van een afspraak kan onder voorwaarden worden afgeweken en een werkwijze is een aanbevolen manier van handelen.

Definitie

Het OM beschrijft een intersectiestart als een start vanaf een gepubliceerde intersectiestartpositie met een bijbehorende kortere baanlengte.

Toepassing

In algemene zin staat in het OM dat de baanverkeersleider alleen straalvliegtuigen via een intersectie mag laten starten als daar een operationele reden voor is, anders wordt er gestart van het begin van de baan. Deze beperkingen gelden niet voor propellervliegtuigen.

Operationele redenen voor een straalvliegtuigen om te starten via een intersectie zijn:

- het wijzigen van de vertrekvolgorde met als doel een hogere startcapaciteit te verkrijgen;
- het vermijden van jetblasthinder voor verkeer op een andere start- of landingsbaan;
- het kunnen voldoen aan Air Traffic Flow and Capacity Management (ATFCM)-maatregelen;
- het zoveel mogelijk vermijden van kruisingen van een in gebruik zijnde baan.

Het kunnen voldoen aan ATFCM-maatregelen is een reden die vraagt om toelichting, de andere redenen zijn eerder genoemd en toegelicht. Normaal gesproken kan een vlucht starten zodra het gereed is voor vertrek. In Europa kunnen vluchten een 'slot' krijgen dat de start beperkt tot vijf minuten eerder en tien minuten later dan de slottijd. Slots zijn bedoeld om vluchten op de grond te houden als er op de

bestemming of in het luchtruim beperkingen zijn, bijvoorbeeld slecht weer of grote drukte. De vlucht moet vervolgens binnen de afgesproken periode bij de startbaan staan om te kunnen vertrekken. In dergelijke gevallen kunnen intersecties worden toegepast om te zorgen dat de vlucht de slottijd niet mist en een nieuw slot moet worden toegewezen.

Het OM beschrijft verder een voorschrift specifiek voor baan 36L; wanneer deze vanuit Toren-Centrum wordt afgehandeld, zijn intersectiestarts verboden.

Tenslotte beschrijft het OM de werkwijze per functionaris, terug te vinden in de volgende paragrafen.

Clearance delivery

De functionaris clearance delivery (DEL) zorgt voor het verstrekken van en-routeklaringen aan vluchten. Voor deze functionaris gelden een aantal specifieke werkwijze met betrekking tot het toepassen van intersecties. Wanneer intersecties kunnen worden verwacht, wordt dit ook uitgezonden op de digitale ATIS met de boodschap: 'EXPECT INTERS'.

Werkwijze intersectie S8 voor vluchten van S-platform startend van baan 24

De DEL wijst intersectie S8 toe aan alle vluchten van het S-platform die starten van baan 24 en voert dit in het verkeersleidingssysteem in. Dit gebeurt bij een en-routeklaring via datalink automatisch; bij de aanvullende vertrekinstructie wordt een bericht meegestuurd dat de vlieger een intersectiestart van intersectie S8 kan verwachten.

Werkwijze intersectie toewijzen bij afhankelijke startbanen en afhankelijke start- en landingsbanen

indien er baancombinaties worden gebruikt met banen die afhankelijkheden hebben met elkaar, worden er specifieke intersecties aanbevolen om te gebruiken. PerPer baancombinatie worden dan de intersecties aanbevolen zoals opgenomen in Tabel 3-3.

Tabel 3-3 Aanbevolen intersecties

Baancombinatie	Aanbevolen intersecties
Starten 24 + 18L	S5, S6 of S8
Starten 24 + landen 36R	S5, S6 of S8
Starten 24 + landen 22	S5, S6 of S8
Starten 18L + 09 of 27	E4 of E5
Starten 18L + landen 09 of 27	E4 of E5

Als de DEL de en-routeklaring via radiotelefonie verstrekt, geldt de volgende werkwijze:

- De DEL geeft bij het verstrekken van de en-routeklaring aan de vlieger door dat hij een intersectiestart kan verwachten en noteert dit in het verkeersleidingssysteem;

- Bij een vertrekkende vlucht in de wake turbulence categorie heavy checkt de DEL of de vlieger de intersectie kan accepteren;
- Als de vlieger een intersectiestart niet kan accepteren, voert de DEL de benodigde, afgesproken oprit in het verkeersleidingssysteem in.

Als de DEL de en-routeklaring via datalink verstrekt, geldt de volgende werkwijze:

- De DEL selecteert in het verkeersleidingssysteem de gewenste intersectie-instellingen voor de betreffende baancombinatie, waardoor automatisch de aanvullende vertrekinstructie wordt meegestuurd dat de vlieger een intersectiestart kan verwachten;
- Als de vlieger uit de categorie heavy oproept bij de outbound planner (OPL), checkt de OPL of hij een intersectiestart kan accepteren;
- Voor alle vluchten geldt: als de vlieger een intersectiestart niet kan accepteren, voert de OPL de benodigde, afgesproken oprit in het verkeersleidingssysteem in.

Een toelichting wordt gegeven voor het starten van baan 24 + landen 22: deze baancombinatie is niet afhankelijk vanwege jetblasthinder, maar een vliegtuig dat baan 18L/36R kruist via G5-E1 (na een landing op baan 22) kan wel jetblasthinder ondervinden van startend verkeer van baan 24.

Outbound planner

De functionaris outbound planner (OPL) zorgt voor het verdelen van het verkeer en het rangschikken van het verkeer in een volgorde die voor optimale doorstroming zorgt en de gemiddeld laagste vertraging.

In het OM is een werkwijze terug te vinden voor vliegtuigen vertrekkend van het S-platform: als een vliegtuig zich op het S-platform bevindt en via datalink is geklaard voor een start op baan 24 via intersectie S8, vraagt de OPL via radiotelefonie of de vlieger deze intersectiestart accepteert. Als de vlieger de intersectiestart niet accepteert, meldt de OPL aan de vlieger dat hij een start op baan 24 via intersectie S7E kan verwachten en noteert dit op de vluchtstrip.

Overige functionarissen

Voor ground control (GC) en runway control (RC) staan er in het OM geen algemene werkwijzen opgenomen. In Sectie 4.3 worden voor specifieke startbanen de hiervoor geldende werkwijzen uit het OM en het operationeel perspectief daarbij gecombineerd beschreven.

4. Operationeel perspectief

Dit hoofdstuk beschrijft het toepassen van intersectiestarts vanuit de perspectieven van de operationeel betrokken partijen. De belangen en afwegingen van de luchtvaartmaatschappij, de luchtverkeersvliegers en de luchtverkeersleiding zijn beschreven. Naast verwijzingen naar de procedures, is gebruik gemaakt van de operationele ervaringen van een actieve luchtverkeersvlieger van Transavia en meerdere voormalig luchtverkeersleiders van LVNL. KLM, Transavia noch LVNL zijn direct betrokken geweest bij dit onderzoek.

4.1. Luchtvaartmaatschappij

In het algemeen zijn luchtvaartmaatschappijen gebaat bij een hogere capaciteit van een luchthaven en daar kan de toepassing van intersectiestarts aan bijdragen. Daarnaast hebben kortere taxiïjden door het toepassen van intersecties een direct en positief verband op de kosten van de luchtvaartmaatschappij; korter taxiën zorgt voor minder brandstofverbruik. Minder brandstofverbruik zorgt op zijn beurt voor minder uitstoot van schadelijke stoffen, een voordeel voor de leefomgeving en het klimaat.

Een toenemend gebruik van intersecties kan leiden tot hogere kosten voor de luchtvaartmaatschappij en een hogere uitstoot van schadelijke stoffen. Dit effect is afhankelijk van het gewicht, windcondities, temperatuur, luchtdruk en baangesteldheid de stuwkracht benodigd voor een start vanaf een intersectie gelijk of hoger zijn dan de stuwkracht benodigd voor een start vanaf het begin van de startbaan.. De klimprofielen van verkeer op Schiphol worden verder onderzocht in Hoofdstuk 6.

4.2. Luchtverkeersvliegers

In deze sectie wordt nader ingegaan op de overwegingen van luchtverkeersvliegers bij het voorbereiden van een intersectiestart. Een intersectiestart kan worden aangeboden door ATC bij vertrek van de gate of tijdens het taxiën worden verzocht als gevolg van bijvoorbeeld het wijzigen van startbaan. Het veranderen van startbaan tijdens het taxiën wordt door luchtvaartmaatschappijen onwenselijk gevonden.

Een intersectiestart kan ook worden verzocht door de verkeersvlieger zelf als dit bijvoorbeeld (taxi)tijd bespaart, ATC zal dan beslissen of dit operationeel gerechtvaardigd is. Intersectiestarts hebben hoe dan ook invloed op de prestatieberekeningen, de volgende paragraaf gaat in op de scenario's. De paragraaf erna gaat over ervaringen met intersectiestarts op andere luchthavens.

Prestatieberekeningen

Voor iedere start moeten luchtverkeersvliegers een prestatieberekening voor hun vlucht maken om te bepalen met welke instellingen van onder andere stuwkracht en vleugelkleppen moet worden gestart. Niet in alle gevallen is de beschikbare baanlengte limiterend. Met name tweemotorige vliegtuigen zijn gelimiteerd door de minimaal vereiste klimgradiënt. Dit komt omdat een tweemotorig vliegtuig bij het verlies van een motor 50% van de stuwkracht verliest, in tegenstelling tot een drie- of viermotorig vliegtuig. Drie- of viermotorige vliegtuigen zijn minder beperkt in stuwkracht en zijn eerder gelimiteerd door baanlengte. In veel gevallen heeft een vliegtuig met een laag startgewicht voldoende marge in zijn prestaties om ook van een intersectie nog met gereduceerde stuwkracht te kunnen starten.

Er zijn in de praktijk drie scenario's die waarbij de eerste situatie de norm is en het meest voorkomt:

1. Intersectiestart is bekend. vanuit D-ATIS); de werkdruk neemt dan niet toe. Ook toename van stuwkracht hoeft er niet te zijn afhankelijk van wat limiterend is, de lengte van de startbaan of de minimale 2.4% klimgradiënt;
2. Intersectiestart is niet vanaf de gate bekend, maar er wordt wel geanticipeerd op een intersectiestart uit voorkeur of ervaring. De werkdruk neemt ook in deze situatie niet toe omdat de bijbehorende berekening beschikbaar is;
3. Intersectiestart is niet vanaf de gate bekend en er wordt niet op geanticipeerd. In dit geval neemt de werkdruk toe omdat tijdens het taxiën een nieuwe prestatieberekening moet worden gemaakt. Het resultaat hiervan moet worden gecontroleerd door de andere vlieger en vervolgens worden verwerkt in de boordcomputer en vliegtuiginstellingen. Idealiter moet het taxiën worden gestopt maar dit wordt operationeel zelden gedaan of is vanwege operationele redenen niet mogelijk.

Om fouten bij de invoer van prestatiegegevens in de boordcomputer te voorkomen is het bevorderlijk om de calculaties en de crosscheck van de uitkomsten in een fase te doen waarin de werkdruk laag is. Idealiter is dit de preflight fase. Het opnieuw moeten doen van een berekening wanneer er al begonnen is met taxiën kan leiden tot een verhoogde werkdruk en dit kan leiden tot fouten. Het is niet mogelijk om op voorhand vast te stellen tot wanneer een intersectie nog kan worden geaccepteerd. Dit is afhankelijk van het wel of niet vooraf gemaakt zijn van een prestatieberekening voor de intersectie en de afweging van de vliegers zelf. Hierover kan worden opgemerkt dat als intersecties op een luchthaven veelvuldig worden gebruikt voor starten, dan is het wenselijk dat dit in het AIP wordt vermeld zodat de vliegers al in de preflight fase rekening mee kunnen houden en de berekening hiervoor al gedaan kunnen hebben. In de praktijk gaan vliegers er vaak vanuit dat zij een intersectie krijgen toegewezen. Dit kan ertoe leiden dat, indien toch vanaf het begin van de baan moet worden gestart, de vliegers de invoer in de boordcomputer niet meer aanpassen. In deze situatie wordt de start vervolgens aangevangen met een grotere stuwkracht dan noodzakelijk.

Ervaringen op andere luchthavens

Er zijn luchthavens waar bepaalde opritten vanuit een wake turbulence-perspectief niet worden gezien als intersecties. Hier houdt de luchtverkeersleiding dus geen rekening met de standaard extra minuut separatie. Een wettelijk grondslag hiervoor ontbreekt, wat een veiligheidsanalyse van de luchthaven en/of luchtverkeersleiding noodzakelijk maakt.

Wenen

Op de luchthaven van Wenen zijn intersectiestarts zeer gebruikelijk, in het AIP worden vliegers geïnstrueerd om voor te bereiden op het gebruik van intersecties. Op deze luchthaven worden sommige opritten vanuit een wake turbulence perspectief niet gezien als intersecties.

London Heathrow

Ook op de luchthaven van London Heathrow wordt gesteld dat sommige opritten vanuit wake vortex perspectief niet als intersecties worden gezien. Daarnaast limiteert de luchthaven voor een bepaalde intersectie het gebruik tot de dagperiode en is het in de nacht verboden.

Brussel Zaventem

Op de luchthaven van Brussel Zaventem worden vliegers gevraagd om in hun communicatie aan te geven als de volledige baanlengte benodigd is en intersectiestarts niet kunnen worden geaccepteerd.

Frankfurt

Op de luchthaven van Frankfurt is voor een andere benadering gekozen; hier wordt de vlieger gevraagd om aan te geven wat de vroegst mogelijke oprit is waar de vliegers van kunnen starten. In specifieke gevallen wordt gevraagd om juist aan te geven als een intersectiestart niet kan worden uitgevoerd.

4.3. Luchtverkeersleiders

In deze sectie wordt nader ingegaan op de overwegingen van luchtverkeersleiders bij het toepassen van intersectiestarts. Eerst worden de overwegingen van de operationeel betrokken functionarissen genoemd aanvullend op wat uit procedures naar voren is gekomen. Na de algemene overwegingen worden startbaan specifieke overwegingen beschreven.

Betrokken functionarissen

Outbound planner

De OPL, één van de functionarissen in de Schipholtoren, maakt de initiële planning voor de in gebruik zijnde startbanen. Bij één in gebruik zijnde startbaan vertrekken alle vluchten van deze baan. De OPL maakt een planning waarin zoveel mogelijk wordt gevarieerd met vertekroutes. Andere factoren waar rekening mee wordt gehouden zijn parkeerpositie, taxitijd, weersomstandigheden, eventuele slottijd, algemene drukte van het verkeer en de regels voor baangebruik. Indien toegestaan en geaccepteerd door de vliegers, worden intersectiestarts in dit stadium al gepland om hiermee tot een optimale startvolgorde te komen met als resultaat de hoogste doorstroming de startbanen (bij voorkeur zo min mogelijk) en in het luchtruim.

Met twee in gebruik zijnde startbanen, waarbij route afhankelijk wordt gestart, is per baan minder variatie in vertekroutes en zal de behoefte om van een of meerdere intersecties te starten groter zijn met als resultaat de hoogste doorstroming van de startbaan en in het luchtruim.

Ground control

De initiële planning van de OPL is voor ground control (GC) de leidraad om het startend verkeer van de parkeerpositie naar de startbaan te begeleiden, de OPL heeft voor de vertrekkende vluchten immers al rekening gehouden met de actuele omstandigheden.

Bij onvoorziene omstandigheden zal GC de planning aanpassen. Dit kan zijn door een taxiënd vliegtuig met een technisch probleem wat uitgezocht dient te worden op een tijdelijke parkeerpositie en dus naar achteren geschoven wordt in de planning, een vogelaanvaring tijdens een start waarna de baan gecontroleerd moet worden maar ook de totale drukte van verkeer op de taxibanen, startend, landend en sleepverkeer, kan van invloed zijn op de grondafhandeling en daarmee op de uiteindelijke startvolgorde.

Als onvoorziene omstandigheden zich voordoen en het verkeer zich ophoopt zal het gebruik van intersectiestarts, een operationele reden zijn om het verkeer op een vlote doch veilige manier te laten

starten en hiermee een zo hoog mogelijke doorstroom op de startbanen en in het luchtruim te realiseren. Iedere startpiek vertrekken circa 100 vluchten van Schiphol, hiervan krijgt naar schatting niet meer dan een handvol vluchten tijdens het taxiën het verzoek om een andere oprit of startbaan te gebruiken.

Runway control

Runway control (RC) heeft de verantwoordelijkheid voor een veilige operatie op de start- en landingsbanen en in het toegewezen luchtruim. Behalve het voorkomen van botsingen, is RC verantwoordelijk voor de juiste wake turbulence separatie en het voorkomen van de gevolgen van jetblast. Daarnaast heeft hij de taak om het verkeer zo efficiënt mogelijk te laten starten wat feitelijk neer komt op een werkwijze met de hoogste doorstroom van zo veel mogelijk een in plaats van twee startbanen. Voorafgaand aan verstrekken van een startklaring loopt de RC de volgende stappen door:

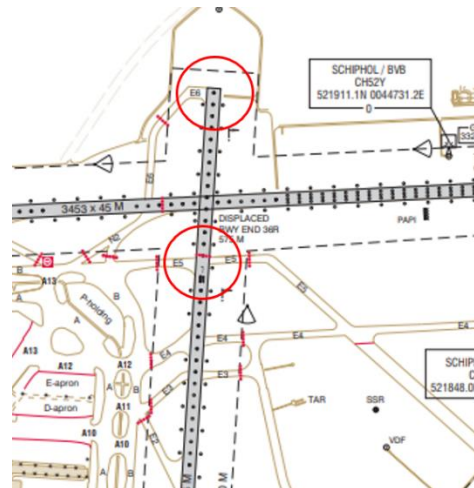
- Is de startbaan vrij? Dit is het geval wanneer:
 - een voorgaande start het einde van de baan voorbij is, dan wel een bocht van meer dan 45 graden heeft ingezet;
 - een voorgaande landing de baan heeft vrij gemaakt of in geval van een doorstart het einde van de baan voorbij is, dan wel een bocht van meer dan 45 graden heeft ingezet
- Is er voldoende separatie tussen het startende en het voorafgaand gestarte vliegtuig?
- Is er extra separatie nodig vanwege wake turbulence?
- Is er een afhankelijkheid met een vliegtuig dat start of nadert op een andere (conflicterende) baan?

Het meest geschikte moment voor het verstrekken van de startklaring wordt dus bepaald door een aantal factoren. Om deze reden kan RC gebaat zijn bij mogelijkheden om de door GC voorgedragen volgorde op het laatste moment aan te passen. Hiermee kan een optimale doorstroming van verkeer op de startbaan en in het luchtruim worden bewerkstelligd. Een veel gebruikt middel hierbij is het gebruik van intersecties.

Algemene overwegingen

In Sectie 3.1 op pagina 13 staan een viertal redenen uit het AIP beschreven om intersectiestarts toe te mogen passen. Aanvullende overwegingen voor een luchtverkeersleider kunnen zijn:

1. **Het verkorten van de taxitijd van de vlucht.** Dit vermindert het brandstofverbruik en bespaart kosten voor de luchtvaartmaatschappij. Naast kosten bespaart het uitstoot van schadelijke stoffen in de omgeving. Een voorbeeld is een start vanaf intersectie E5 op baan 18L in plaats van intersectie E6, hiermee kan ongeveer vijf minuten worden bespaard, afgezien van wachtenden voor de baan.
2. **Het vermijden van het kruisen van in gebruik zijnde banen.** Het kruisen van een in gebruik zijnde baan brengt altijd veiligheidsrisico's met zich mee. Een voorbeeld is een start vanaf intersectie E5 op baan 18L, zuid van de kruising met een in gebruik zijnde baan 27, in plaats van intersectie E6, zie Figuur 4-1.



Figuur 4-1 Kruisende banen 09-27 en 18L-36R

3. **Goede doorstroming van het verkeer.** Schiphol heeft een gesloten taxibaanstelsel met een binnenbaan, taxibaan A, en een buitenbaan, taxibaan B. Op taxibaan A rijdt het verkeer in principe met de wijzers van de klok mee en op B tegen de wijzers van de klok in. De mix aan verkeer, startend, landend en sleepverkeer, zorgt vaak voor drukte op met name taxibaan B, welke het dichtst tegen de meeste startbanen ligt. Wanneer de genoemde mix van verkeer tot filevorming leidt langs een in gebruik zijnde startbaan zal de grondverkeersleider vluchten die daarvoor in aanmerking komen, intersectiestarts aanbieden om achteropkomend verkeer voor bijvoorbeeld een andere startbaan, landend verkeer naar een gate maar ook sleepverkeer van of naar een gate of technisch areaal niet onnodig op te houden en daarbij rekening houdend met o.a. veiligheid, volgorde en jetblast. Het accepteren van een intersectiestart is de verantwoordelijkheid van de vliegers.

Startbaanspecifieke afwegingen

De volgende tabel geeft in meer detail de overwegingen van de luchtverkeersleiding voor het toepassen van intersectiestarts. Hier en daar zijn deze overwegingen startbaan specifiek en is dit aangegeven.

Aspect	Voordelen	Nadelen
<p>Veiligheid</p>	<p>Algemeen verlaagde kans op wake-turbulence incidenten door lichtere vliegtuigen met voorrang vanaf een intersectie te laten vertrekken, terwijl zwaardere vliegtuigen de volledige baanlengte gebruiken;</p> <p>Werkwijze intersectie S8 voor vluchten van S-platform: Vluchten van het S-platform startend van baan 24 voeren een intersectiestart uit van S8 om geen in gebruik zijnde baan te hoeven kruisen.</p> <p>Baan 09 en 18L of baan 27 en 18L: Als baan 09 en 18L in gebruik zijn zal zo veel mogelijk gestart dienen te worden van de intersecties van 18L om startbaan 09 niet te hoeven kruisen. Ook gelden aanvullende regels voor de startklaring in verband met jetblast.</p> <p>Baan 18L en 24: Door het gebruik van starts van intersecties op baan 24 kunnen bepaalde jetblast gerelateerde afhankelijkheden in relatie tot starts van baan 18L worden vermeden.</p> <p>Baan 22: Door de breedte en beschikbare ruimte om te manoeuvreren bij G1 kan gebruik van G2 tot een veiligheidsvoordeel leiden. Transavia testvluchten vanuit de hangaar worden bij voorkeur vanaf G2 uitgevoerd</p>	<p>Algemeen verhoogd risico op runway incursions bij gebruik van intersecties naast uitsluitend het begin van de baan.</p> <p>Als de verkeerde intersectie wordt gebruikt in de prestatieberekeningen van de vliegers kan het zijn dat de baanlengte niet toereikend is voor de benodigde startlengte.</p> <p>Bij intersectiestarts neemt de kans op wake turbulence voorvallen bij starts van dezelfde baan toe, hierom moet de verkeersleider in sommige gevallen extra wake turbulence separatie toepassen. Intersectiestarts worden in de praktijk vaak gebruikt om doorstroom te optimaliseren, niet het tegenovergestelde.</p>

Aspect	Voordelen	Nadelen
Capaciteit	<p>Mogelijkheid om de optimale startvolgorde in de betreffende situatie te realiseren, waardoor de hoogst mogelijke doorstroming van de startbaan en in het luchtruim kan worden bereikt. Hierdoor hoeft ook minder en korter gebruik te worden gemaakt van een tweede startbaan.</p> <p>Baan 36L: Intersectie V3 kan met een recht pad worden bereikt, terwijl intersectie V4 om drie relatief scherpe bochten vraagt.</p> <p>Baan 36C: Als het geen nadelig effect heeft op de vertrekvolgorde van baan 36C zal vooral verkeer komende uit het noordelijke deel van de luchthaven, na acceptatie, gebruik maken van W7, W8 en W9 om achteropkomend verkeer via taxibaan B en Z onderweg naar baan 36L, niet te blokkeren. Ook W11 en W12, aan de westkant van de baan, worden om deze reden gebruikt, alleen in veel mindere mate vanwege de extra taxi afstand om deze intersecties te bereiken;</p> <p>Baan 09: Als het geen nadelig effect heeft op de vertrekvolgorde van baan 09 zal verkeer wat ervoor in aanmerking komt een van de intersecties worden aangeboden om eventueel achteropkomend verkeer op Taxibaan B onderweg naar een andere startbaan niet te blokkeren</p>	<p>In sommige gevallen beperkt extra wake-turbulence separatie de doorstroom op de startbaan wanneer het begin van de baan en intersecties door elkaar worden gebruikt.</p> <p>Baan 36C: Gebruik van W12 (en W11) leidt tot langere taxitijd naar baan 36C, maar kortere taxitijd naar baan 36L.</p>
Efficiëntie	<p>Mogelijkheden om kortere taxiroute aan te bieden met positieve gevolgen op vluchttijd, brandstofverbruik en uitstoot van schadelijke stoffen;</p> <p>Minder stilstaand verkeer op rijbaan B verbetert de algemene doorstroming van verkeer op Schiphol;</p> <p>Ook het voorrang verlenen aan vluchten met een slottijd is vaak mogelijk;</p> <p>Hierdoor hoeft ook minder en korter gebruik te worden gemaakt van een tweede startbaan.</p>	

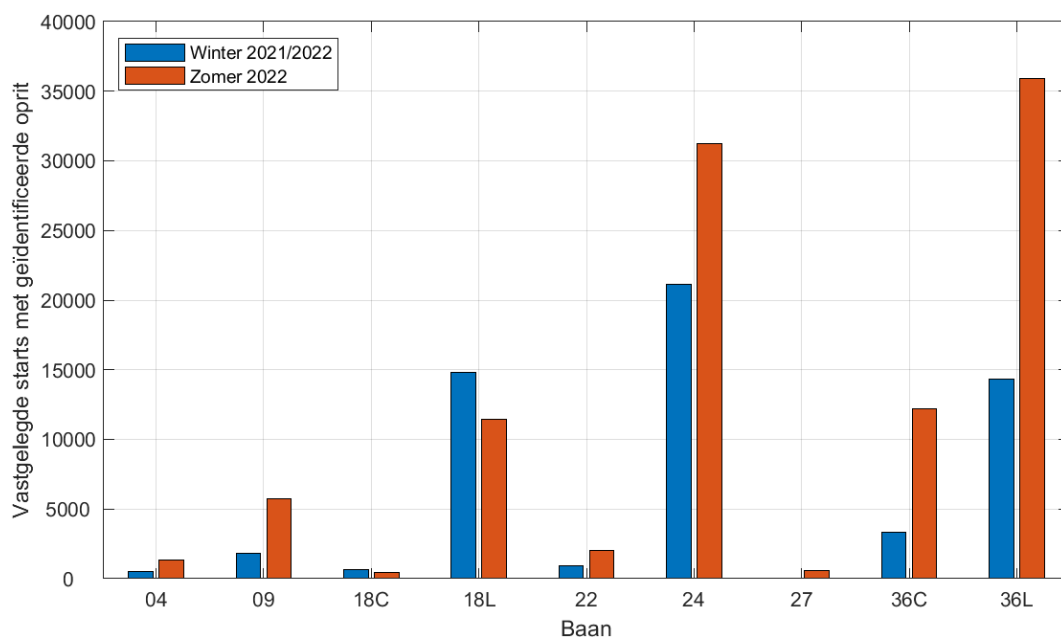
5. Gebruiksantallen

Na het wettelijk kader en de procedures op Schiphol, beschrijft dit hoofdstuk het werkelijk gebruik van opritten van de startbanen op Schiphol. Hiervoor is een data gedreven aanpak gehanteerd, waarbij gebruik is gemaakt van een grote hoeveelheid vliegtuigpaden inclusief grondbewegingen, geregistreerd op basis van Automatic Dependent Surveillance - Broadcast (ADS-B). Een toelichting op deze methode is te vinden in Bijlage B. De volgende secties geven voor gebruiksjaar 2022 het werkelijk gebruik per baan, per luchtvaartmaatschappij, per vliegtuigtype en tot slot per tijdstip van de dag.

5.1. Baangebruik

De vastgelegde starts met een geïdentificeerde oprit staan in Figuur 5-1 per baan. Hierin wordt bevestigd dat de meest gebruikte startbanen baan 24 en 36L zijn. Bij vergelijking van de zomer met de winter blijkt dat banen 24 en 36L meer werden gebruikt tijdens de zomermaanden van 2022; dit is normaal en is dit gebruiksjaar versterkt door de gevolgen van de coronapandemie in met name het winterseizoen 2021/2022.

Het aantal vastgelegde intersectiestarts op banen 04 en 27 is niet significant; deze banen zijn daarom niet verder onderzocht. Bovendien had baan 06 geen vastgelegde vertrekken in het beschouwde gebruiksjaar.



Figuur 5-1: Baangebruik per seizoen

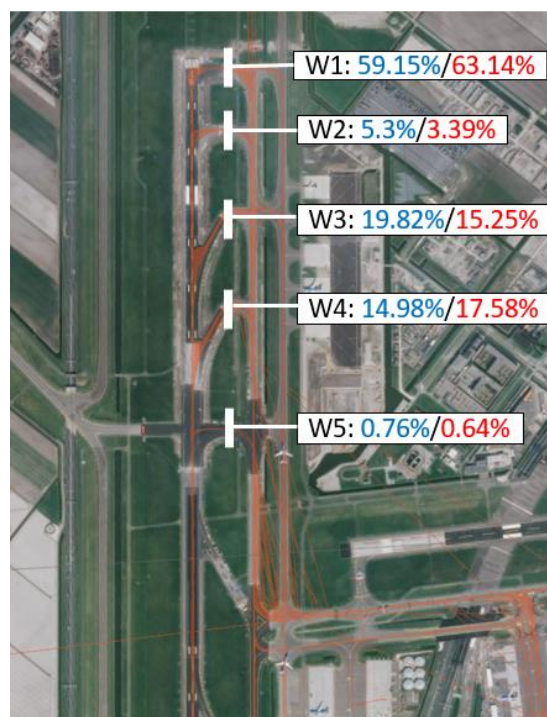
5.2. Gebruik per baan

De volgende figuren geven de verdeling van het intersectiegebruik per baan. Voor elke baan zijn alle aangegeven opritten weergegeven en is het gebruik ervan in procenten weergegeven. De gebruikte steekproef is het gebruiksjaar 2022, waarbij de in blauw en rood weergegeven percentages betrekking hebben op respectievelijk de winter- en zomermaanden.

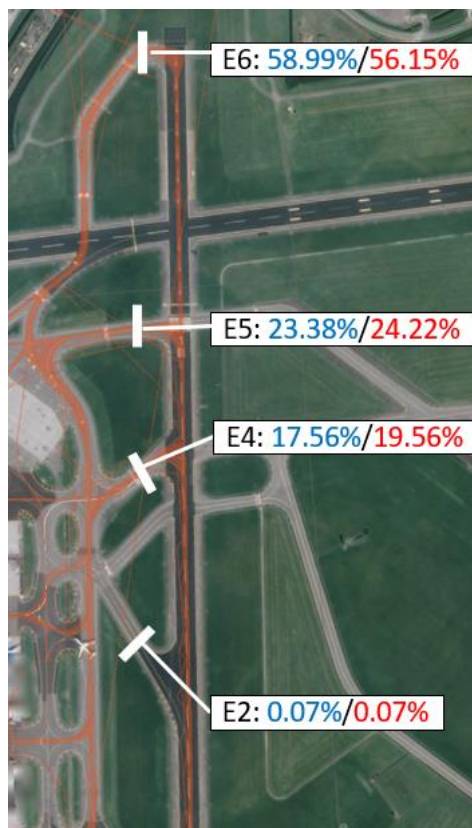
Uit de resultaten volgt het volgende beeld. Ten eerste, voor alle banen geldt dat de oprit aan het begin van de baan het meest gebruikt wordt. Ten tweede, het gebruik van opritten verschilt per baan. De intersecties van de Aalsmeerbaan (18L) en de Zwanenburgbaan (18C) worden met meer dan 40% het meest gebruikt, terwijl voor de Polderbaan (36L) de intersectie V3 ongeveer 25% van de tijd wordt gebruikt. Ten derde, het gebruik van de uiterste intersecties is beperkt, bijv. N3, W5, E2, S3, S4, W7. Ten slotte, er zijn geen significante verschillen in het gebruik van de opritten tussen de zomer en winter.



Figuur 5-2: Verdeling van gebruik opritten op baan 09



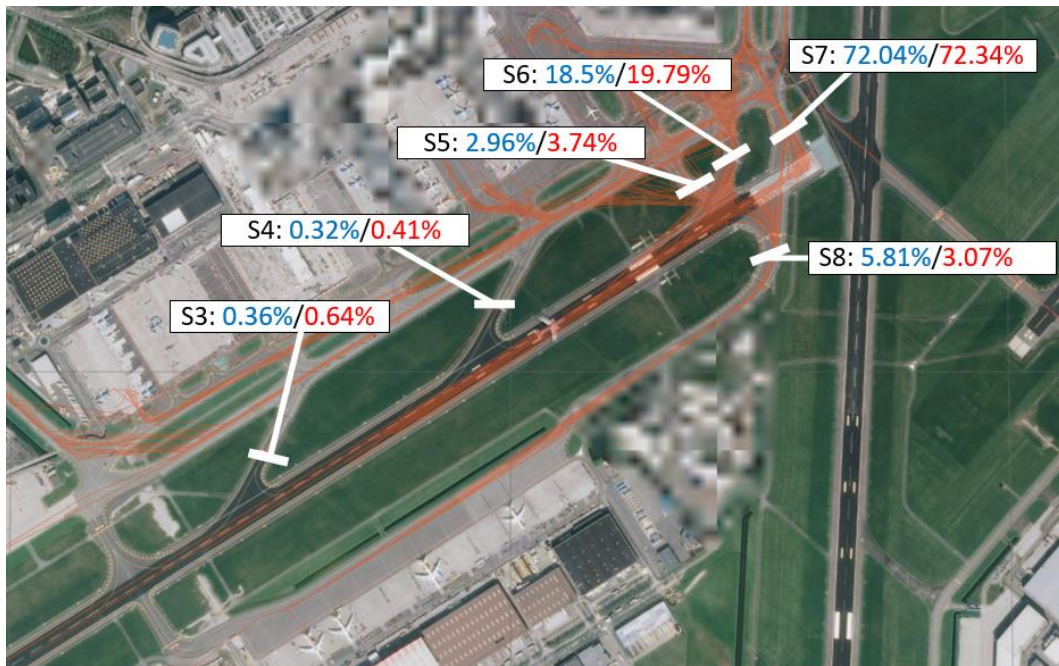
Figuur 5-3: Verdeling van gebruik opritten op baan 18C



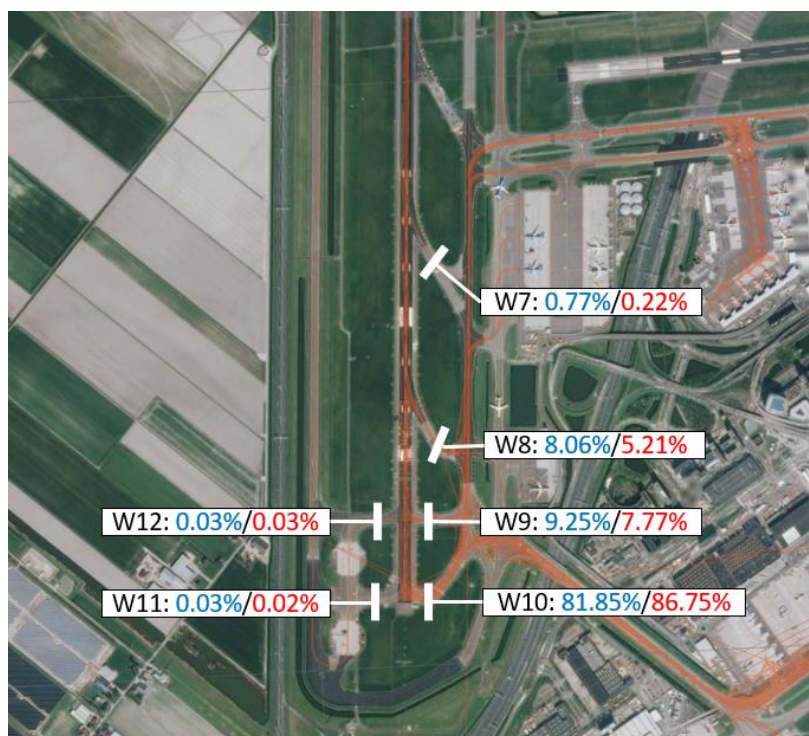
Figuur 5-4: Verdeling van gebruik opritten op baan 18L



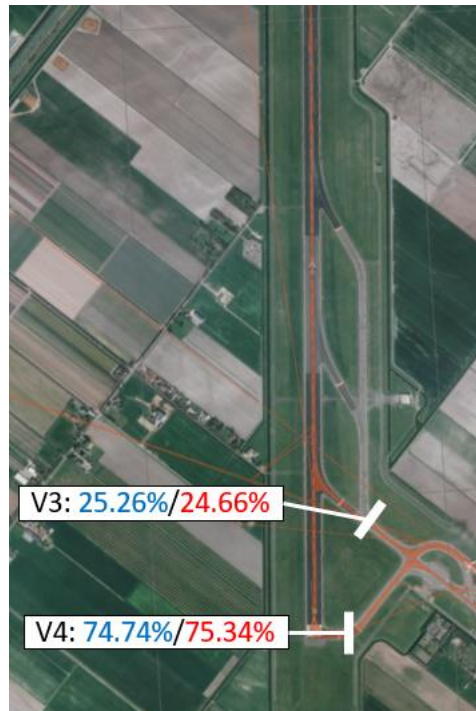
Figuur 5-5: Verdeling van gebruik opritten op baan 22



Figuur 5-6: Verdeling van gebruik opritten op baan 24



Figuur 5-7: Verdeling van gebruik opritten op baan 36C



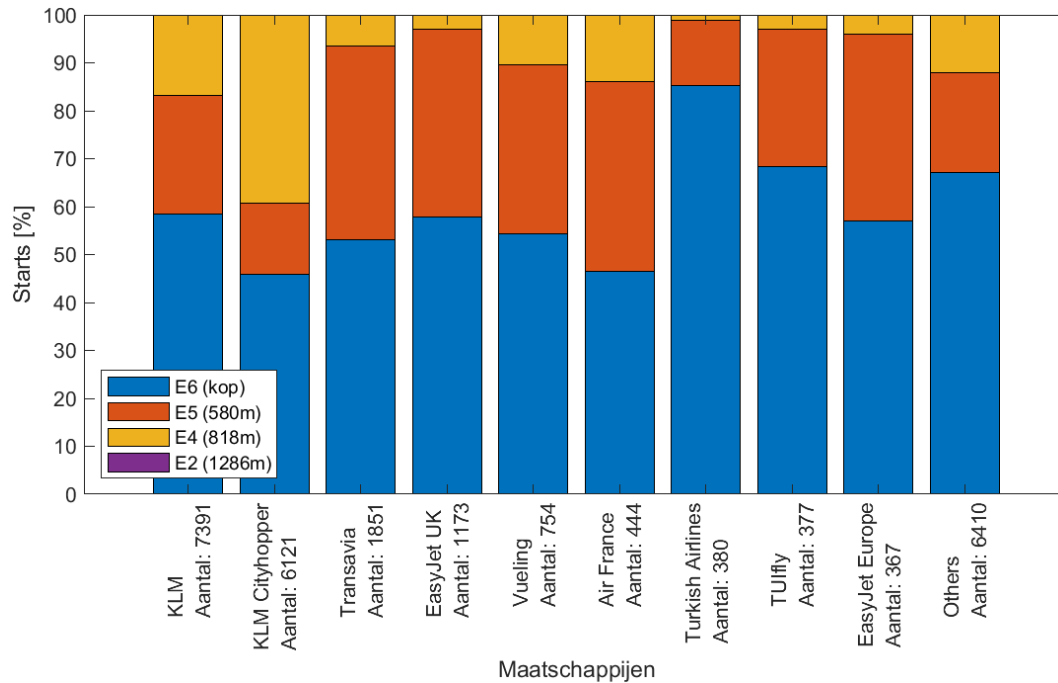
Figuur 5-8: Verdeling van gebruik opritten op baan 36L

5.3. Gebruik per luchtvaartmaatschappij

Na het totale aantal starts per oprit te hebben onderzocht, gaat deze sectie in op het gebruik ervan door specifieke luchtvaartmaatschappijen. Hierbij is gekeken naar de meest gebruikte banen met intersecties: baan 18L, baan 24 en baan 36L.

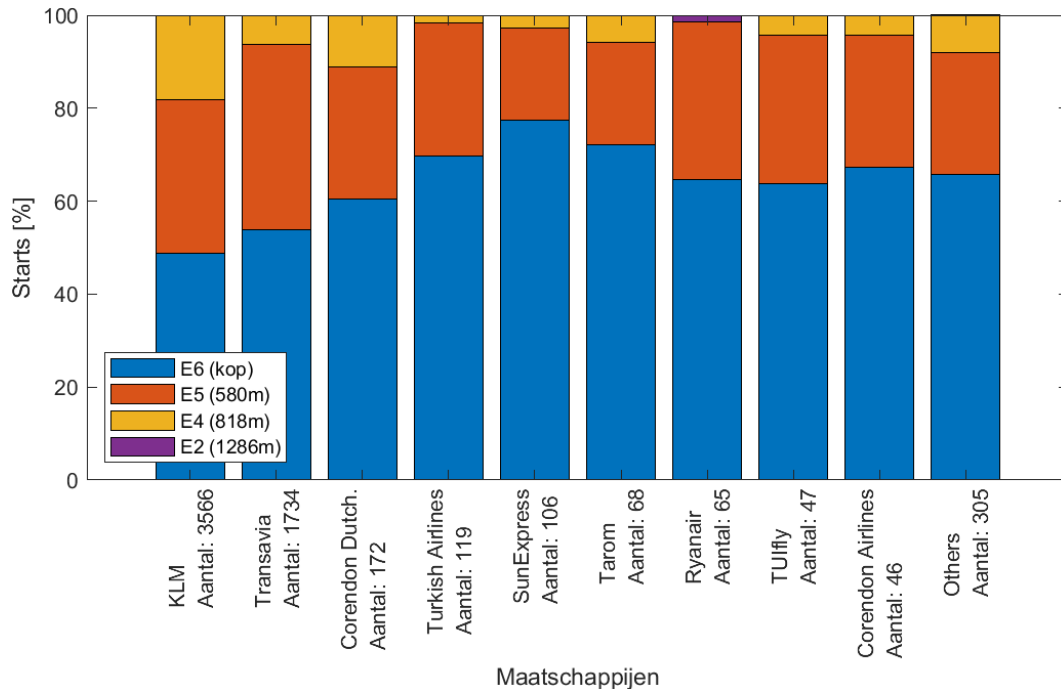
Figuur 5-9 toont de luchtvaartmaatschappijen die het meest gebruik hebben gemaakt van baan 18L. Bijlage C geeft de figuren voor baan 24 en baan 36L. In dit deel zijn de resultaten weergegeven voor het gehele gebruiksjaar 2022 (geen onderscheid tussen seizoenen). De oprit genoemd in het blauw is het begin van de baan, hier heeft het verkeer de volledige baanlengte ter beschikking.

Het gebruik van opritten verschilt per luchtvaartmaatschappij, dit lijkt te verklaren met de vloot die zij gebruiken. KLM gebruikt de intersecties voor 40% van de starts op baan 18L, terwijl KLM Cityhopper deze tot 55% van de vluchten gebruikt en bovendien meer gebruik maakt van de meer limiterende intersecties zoals E4. Daarnaast speelt ook de zuidelijkere parkeerposities (B-platform) een rol waardoor met het gebruik van intersecties meer op taxitijd kan worden bespaard. Delta Air Lines maakt bijna geen gebruik van intersecties. Dat is te verklaren doordat hun vloot uitsluitend bestaat uit widebody vliegtuigen, ofwel vliegtuigen met een groter gewicht die om te starten meer baanlengte nodig hebben. Een uitzondering is S6 voor baan 24, dit is de intersectie die wordt gebruikt als baan 18L tegelijkertijd in gebruik is en ligt in andere gevallen heel dicht bij het begin van de baan.



Figuur 5-9: Percentage van starts per oprit en maatschappij op baan 18L

Naast het algemene overzicht, waarin de gehele vloot van elke luchtvaartmaatschappij is beschouwd, is ook gekeken naar het gebruik van opritten door luchtvaartmaatschappijen door alleen naar een specifiek vliegtuigtype te kijken. Voor de Boeing 737-800 (het meest voorkomende type op Schiphol) blijkt dat het gebruik van intersecties per luchtvaartmaatschappij schommelt, van 25% tot 50% op baan 18L en van 10% tot 40% op baan 36L. In het algemeen kan worden gesteld dat KLM de intersecties het meest gebruikt. Een volledige conclusie hierover kan echter niet getrokken worden, aangezien sommige andere luchtvaartmaatschappijen in vergelijking met KLM een veel beperkter aantal vluchten uitvoert. Bekend is dat KLM met relatief kleine vliegtuigen naar bestemmingen vliegt op relatief kleine afstand. Met het relatief lage startgewicht van deze vluchten zal relatief vaak een intersectiestart mogelijk zijn. Een volledige conclusie hierover kan echter niet getrokken worden, aangezien sommige andere luchtvaartmaatschappijen in vergelijking met KLM een veel beperkter aantal vluchten uitvoert.



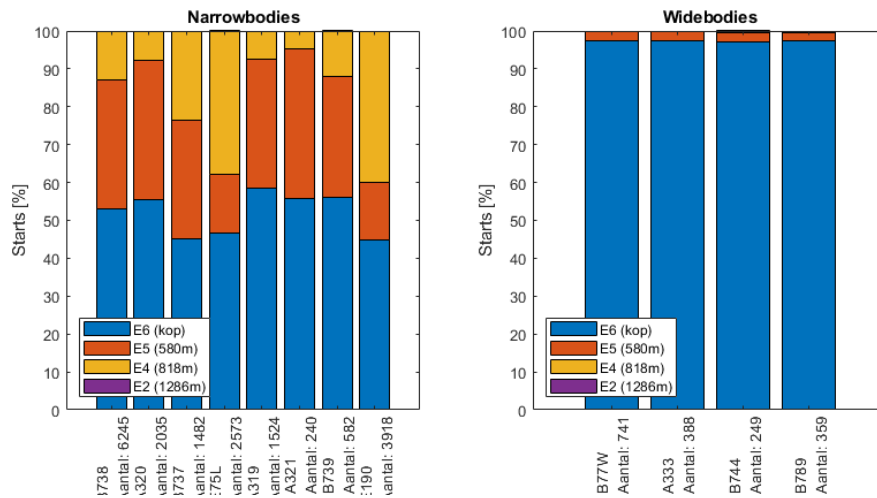
Figuur 5-10: Percentage van starts per oprit en maatschappij op baan 18L (alleen type B738)

5.4. Gebruik per vliegtuigtype

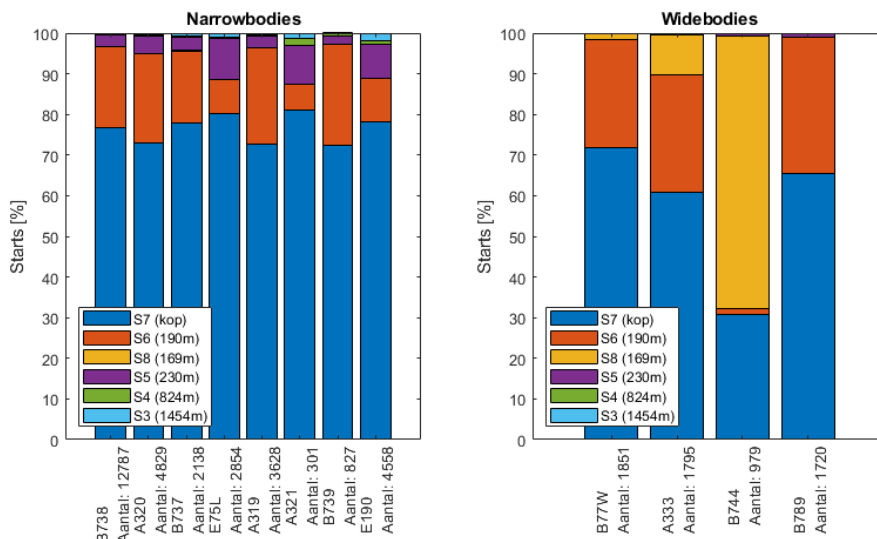
In de vorige sectie lijkt het dominante effect van het gebruik van opritten per luchtvaartmaatschappij de vloot te zijn die zij gebruiken. Als het gebruik van opritten per vliegtuigtype ongeacht de luchtvaartmaatschappij wordt onderzocht, wordt het beeld duidelijker. Merk op dat dit, zoals voorheen, geldt voor vluchten uit het gehele gebruiksjaar 2022.

Figuur 5-11 toont voor baan 18L en Figuur 5-12 voor baan 24 de meest voorkomende vliegtuigtypes, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen narrow- en widebody vliegtuigen. Een narrowbody vliegtuig heeft slechts een gangpad, een widebody vliegtuig heeft twee gangpaden en daarmee in algemene zin een grotere romp en een groter startgewicht. De oprit genoemd in het blauw is het begin van de baan, hier heeft het verkeer de volledige baanlengte ter beschikking. De figuur voor 36L is te vinden in Bijlage C.

Uit de figuren blijkt dat ongeveer een derde van het aantal starts met een narrowbody toestel gebruik maakt van een intersectie, terwijl widebody toestellen bijna nooit gebruik maken van een intersectie. Een uitzondering is te zien bij starts van baan 24 via S8. S8 wordt vooral gebruikt door widebody vrachtvliegtuigen van het S-platform (zie Sectie 3.3, pagina 20).



Figuur 5-11: Percentage van starts per oprit en vliegtuigtype op baan 18L

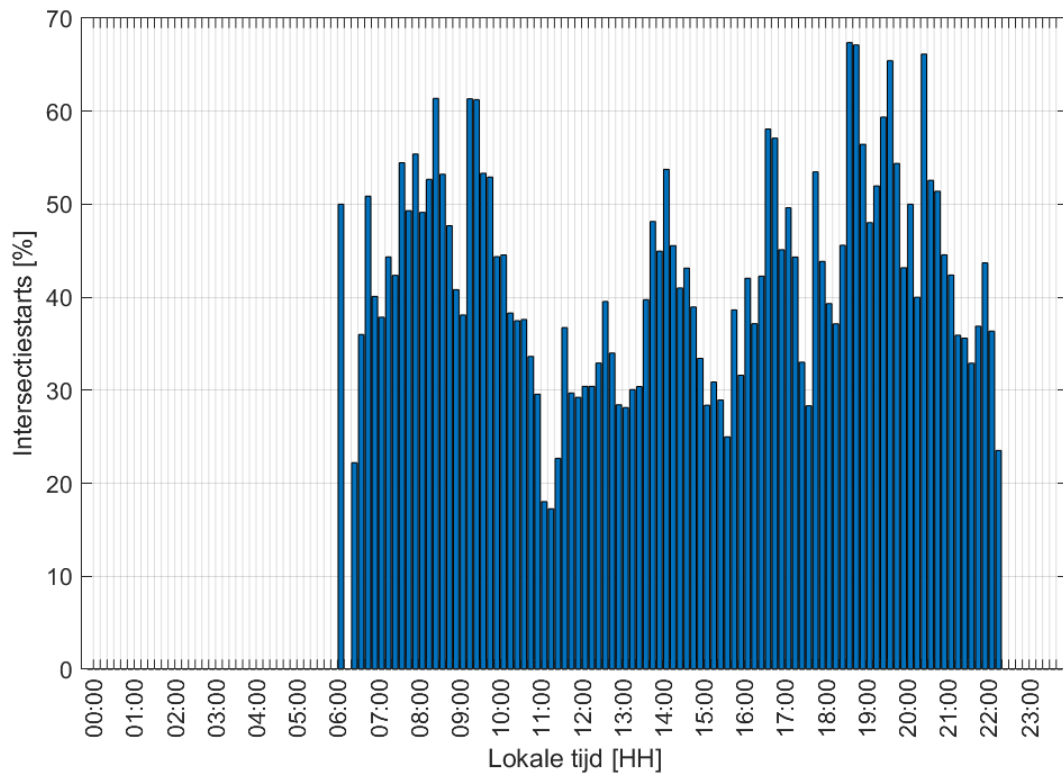


Figuur 5-12: Percentage van starts per oprit en vliegtuigtype op baan 24

5.5. Gebruik per uur van de dag

Om beter te begrijpen wanneer intersectiestarts plaatsvinden en wanneer niet, is, per baan, per tijdstip bepaald wat het aandeel intersectiestarts is geweest. Het tijdstip dat hier wordt gebruikt is de tijd van het eerste ADS-B bericht van de vlucht, dat al voor de pushback kan plaatsvinden. Dit kan betekenen dat de starttijd in sommige gevallen tot twintig minuten later kan liggen. Het was binnen de looptijd van het onderzoek niet mogelijk de methode op dit punt te verfijnen.

Figuur 5-13 geeft voor baan 18L per tijdstip het aandeel intersectiestarts ten opzichte van de totale starts van de baan per uur van dag. Bijlage C geeft de figuren voor baan 24 en 36L. Uit de figuren blijkt dat intersectiestarts overdag in alle uren voorkomen, maar dat er periodes zijn met meer intersectiestarts. Verder zijn er, zoals verwacht, geen intersectiestarts 's nachts waargenomen.



Figuur 5-13 Percentage intersectiestarts (E2,E4 en E5 beschouwd) per uur van de dag op baan 18L

6. Prestatie-effecten

In het vorige hoofdstuk is het gebruik van opritten onderzocht per startbaan, luchtvaartmaatschappij, vliegtuigtypes en tijdstip van de dag. Dit heeft het mogelijk gemaakt vast te stellen welk type vliegtuigen het meest gebruik maakt van intersectiestarts en op welke startbanen dit het meeste voorkomt.

Met deze informatie kunnen in dit hoofdstuk de effecten van intersectiestarts op de klimprofielen worden onderzocht. Met inzicht in de klimprofielen kunnen ook de effecten op geluid worden bestudeerd. Tot slot kan op basis van incidentinformatie een indruk worden gegeven van de effecten op veiligheid. Dit onderzoek is er nogmaals niet op gericht om de capaciteitseffecten van intersectiestarts te berekenen of simuleren.

6.1. Klimprofielen

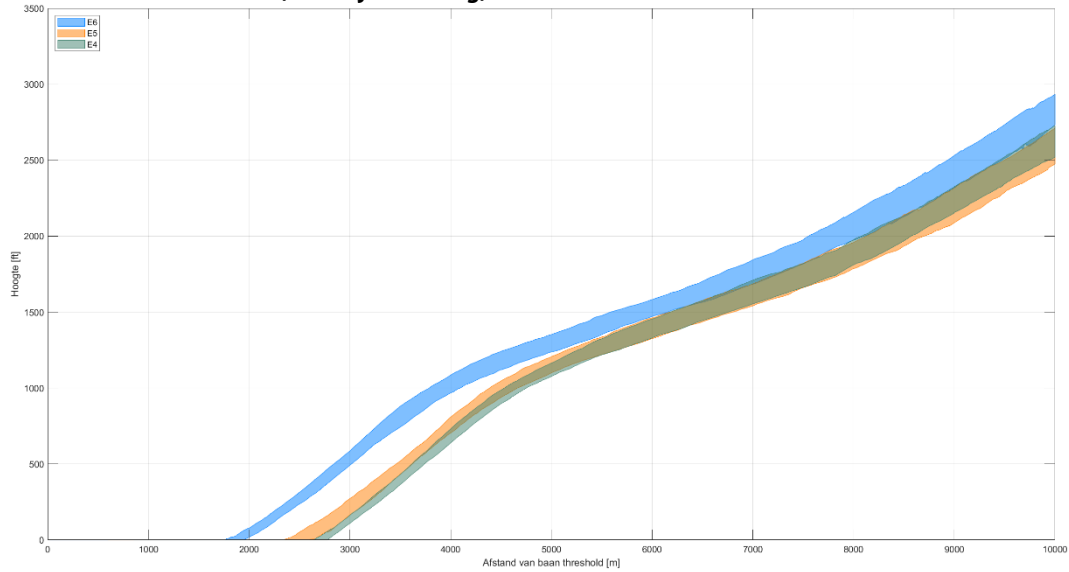
In deze sectie worden klimprofielen van starts van het begin van de baan en van intersecties onderzocht. Om zoveel mogelijk te richten op enkel het effect van intersectiestarts, is de volgende analyse alleen uitgevoerd per baan en enkel voor vluchten van de luchtvaartmaatschappijen KLM en KLM Cityhopper. Op die manier worden de conclusies niet beïnvloed door de procedures van een specifieke luchtvaartmaatschappij en wordt het effect van verschillen in startgewicht zoveel mogelijk beperkt. De vier meest voorkomende vliegtuigtypes van deze twee operators samen (B738, B737, E190 en E75L) zijn beschouwd voor de banen 18L en 36L; dit zijn de banen waar intersecties in absolute aantallen het meeste worden gebruikt en de afstanden tussen opritten het grootst zijn.

Om het effect van de intersecties op de klimprofielen weer te geven, is een monster van 300 individuele vliegpaden bekeken en zijn de waarden binnen het 20%-percentiel van de spreiding genomen. Dit percentiel geeft het meest waarschijnlijke profiel weer dat het specifieke vliegtuigtype voor een bepaald intersectie zal vliegen. De oprit genoemd in het blauw is het begin van de baan, hier heeft het verkeer de volledige baanlengte ter beschikking. Voor een meer uitgebreide uitleg over de methode om deze profielen te verkrijgen en het concept van percentielen wordt verwezen naar Bijlage D.

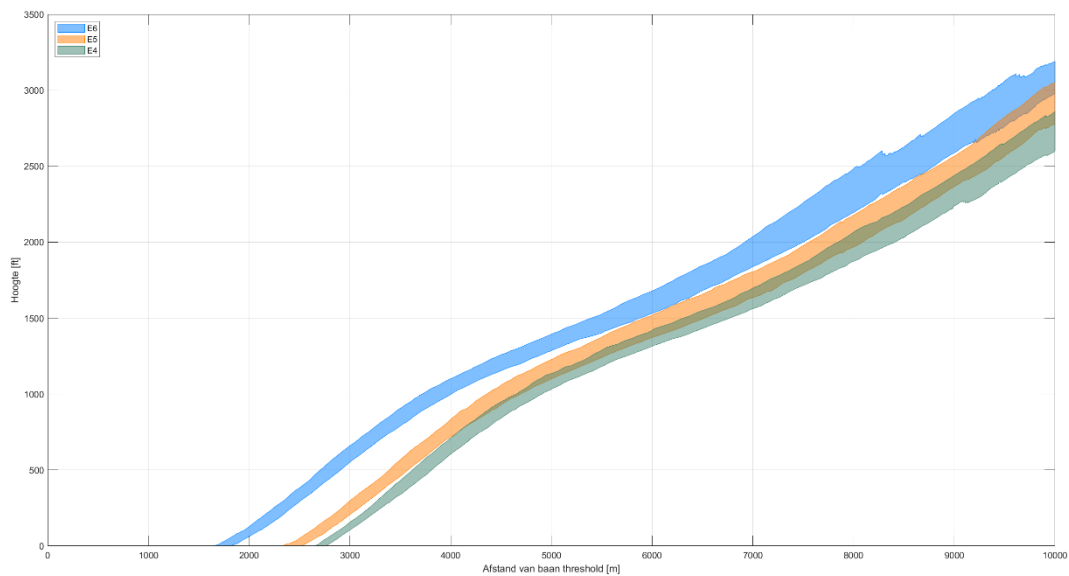
Uit de onderstaande figuren blijkt dat bij een start vanaf een intersectie het toestel gemiddeld later van de baan los komt, en lager vliegt dan wanneer er vanaf het begin van de baan wordt gestart. Als het verschil in startpunt op de baan klein is, is alleen in het eerste deel van de start, tot ca. 1.000 – 1.500ft hoogte, een verschil in vlieghoogte. De verschillen tussen starts vanaf V3 en V4 op de Polderbaan blijken minimaal, voor de B738 is het hoogteprofiel vanaf 1.000-1.500ft zelfs vrijwel identiek. Bij grotere verschillen in startpunt (starten vanaf E6 op de Aalsmeerbaan ten opzicht E4 of E5), is ook op grotere afstand van de luchthaven een verschil in vlieghoogte zichtbaar.

De klimhoek voor intersectiestarts blijkt vergelijkbaar met de klimhoek bij starten vanaf het begin van de baan. Dit duidt er op dat op de gebruikte vliegtuigtypes een vergelijkbare stuwkrachtinstelling wordt toegepast.

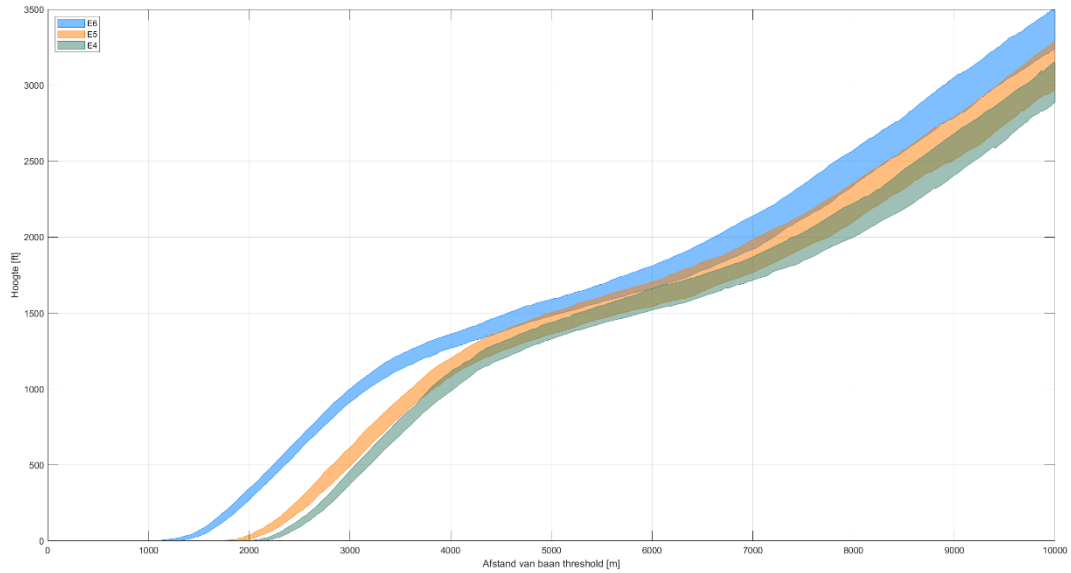
Baan 18L: Aalsmeerbaan (zuidelijke richting)



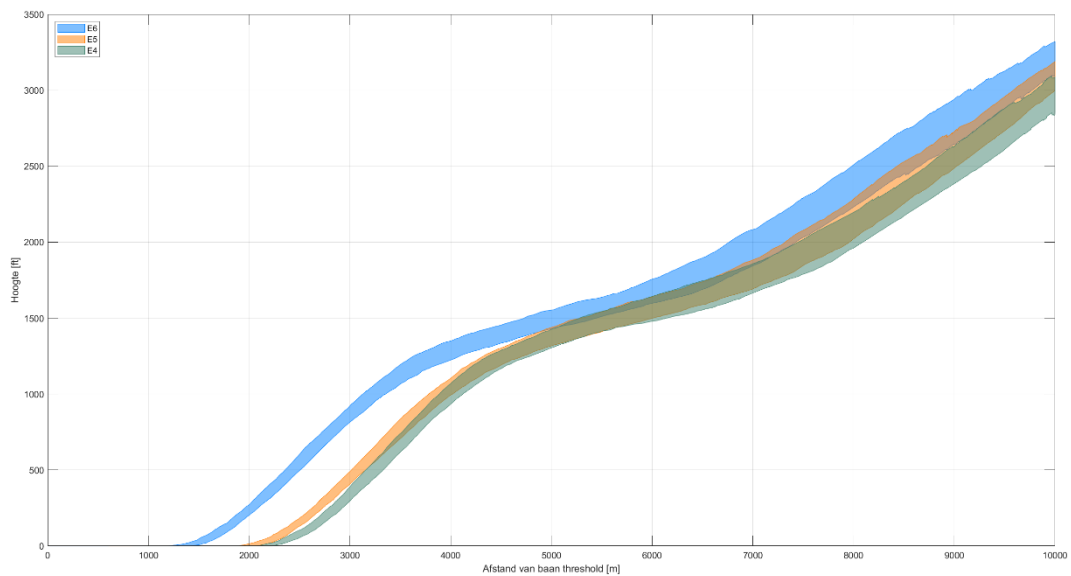
Figuur 6-1: Meest waarschijnlijke (40e-60e percentiel) verticaal profiel van type B738 op baan 18L per oprit



Figuur 6-2: Meest waarschijnlijke (40e-60e percentiel) verticaal profiel van type B737 op baan 18L per oprit

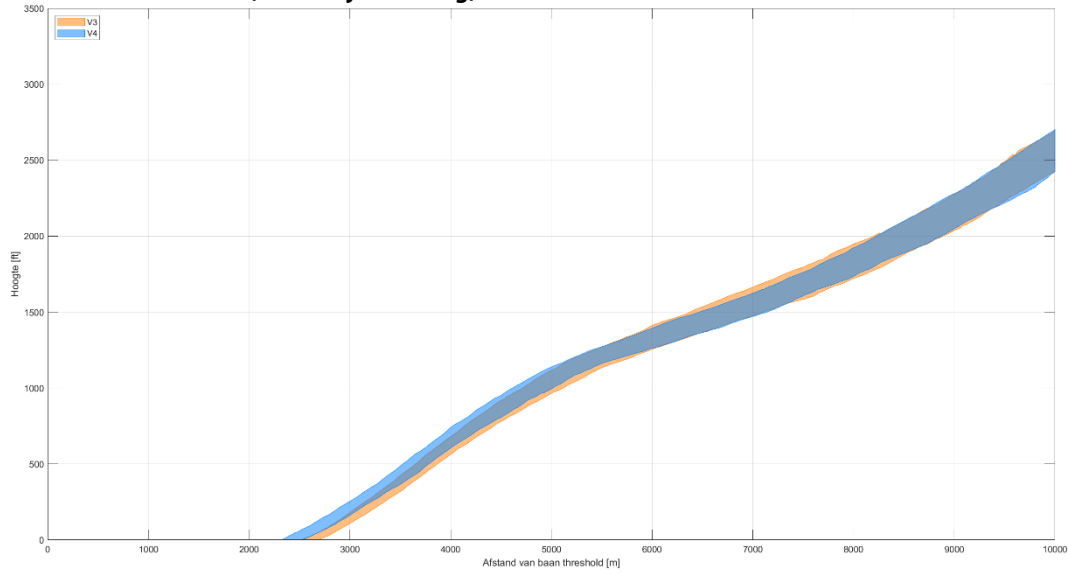


Figuur 6-3: Meest waarschijnlijke (40e-60e percentiel) verticaal profiel van type E190 op baan 18L per oprit

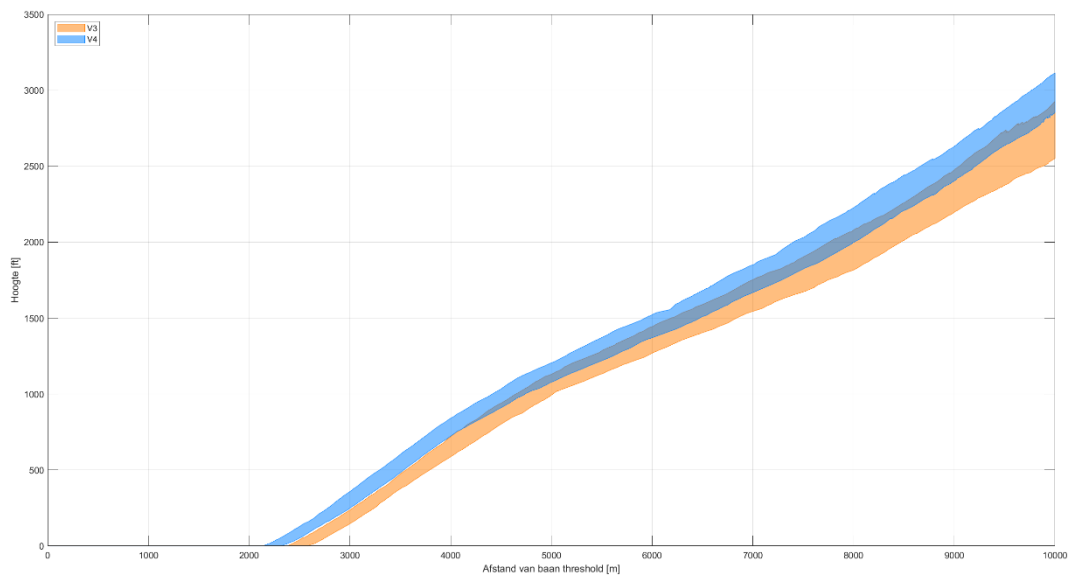


Figuur 6-4: Meest waarschijnlijke (40e-60e percentiel) verticaal profiel van een E75L op baan 18L per oprit

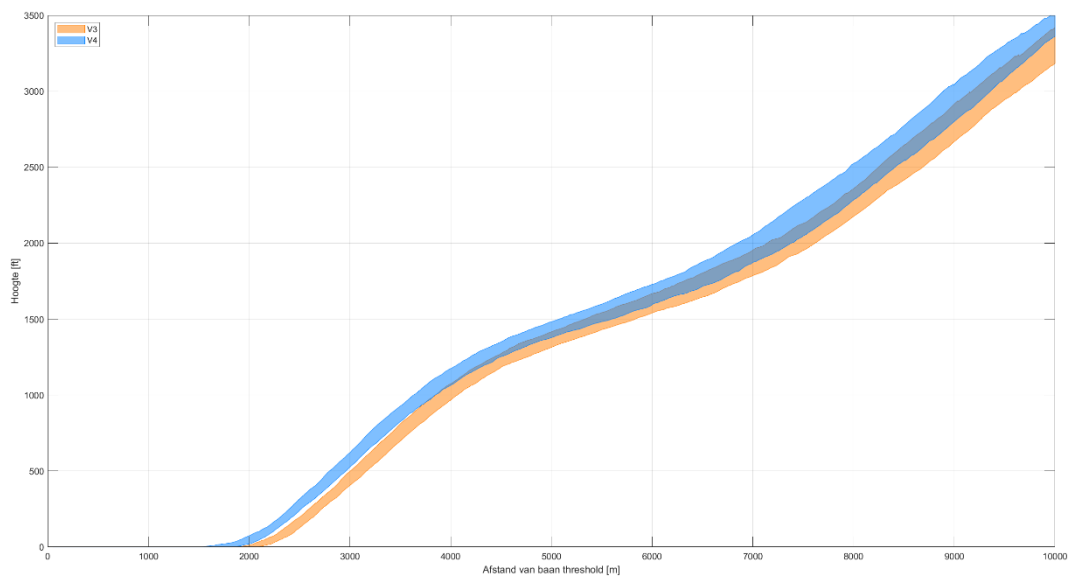
Baan 36L: Polderbaan (noordelijke richting)



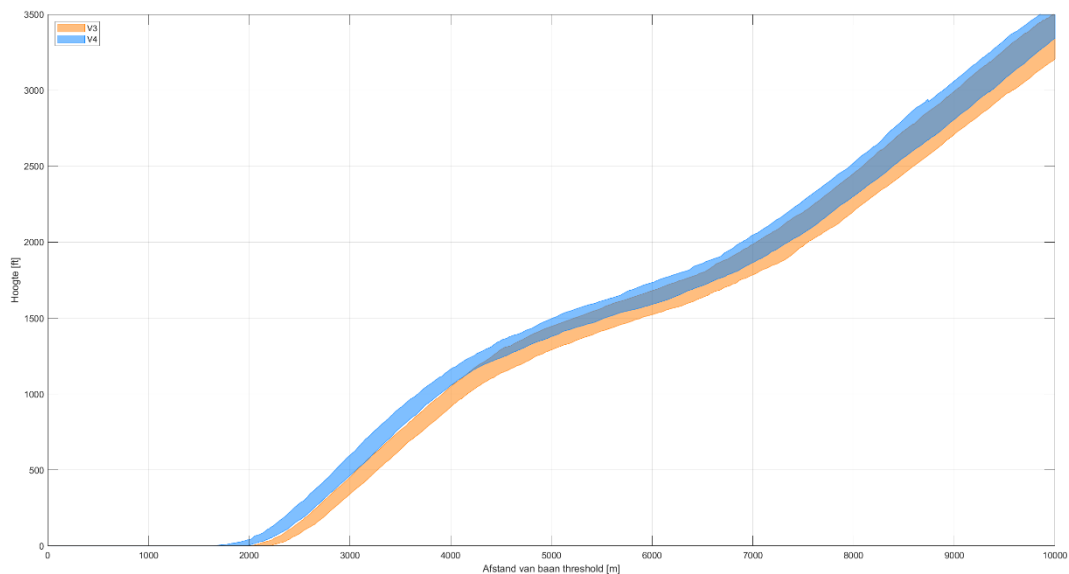
Figuur 6-5: Meest waarschijnlijke (40e-60e percentiel) verticaal profiel van een B738 op baan 36L per oprit



Figuur 6-6: Meest waarschijnlijke (40e-60e percentiel) verticaal profiel van een B737 op baan 36L per oprit



Figuur 6-7: Meest waarschijnlijke (40e-60e percentiel) verticaal profiel van een E190 op baan 36L per oprit



Figuur 6-8: Meest waarschijnlijke (40e-60e percentiel) verticaal profiel van een E75L op baan 36L per oprit

6.2. Geluid

Uit de analyses in Hoofdstuk 5 blijkt dat een significant deel van het vliegverkeer overdag start vanaf een intersectie. Per baan kan dit oplopen tot 50%. Widebodies starten vrijwel nooit vanaf een intersectie.

Het starten vanaf een intersectie zal er in beginsel toe leiden dat het vliegverkeer lager vliegt dan wanneer wordt gestart vanaf het begin van de baan. Dit blijkt ook uit de figuren in paragraaf 6.1. Het starten vanaf een intersectie kan er ook toe leiden dat er bij de start meer motorvermogen wordt toegepast (in verband met de kortere resterende beschikbare baanlengte voor starts (TORA) bij het starten vanaf een intersectie). Dit blijkt uit de (wat) kortere startrol en steilere klimprofielen als een late intersectie wordt

gebruikt. Wel wordt er ook in die situaties nog altijd lager gevlogen dan wanneer er gestart wordt vanaf het begin van de baan.

Het effect van intersectiestarts op het geluid in de omgeving, ten opzichte van de situatie waarin de start vanaf het begin van de baan plaatsvindt, is daarmee een combinatie van de volgende effecten:

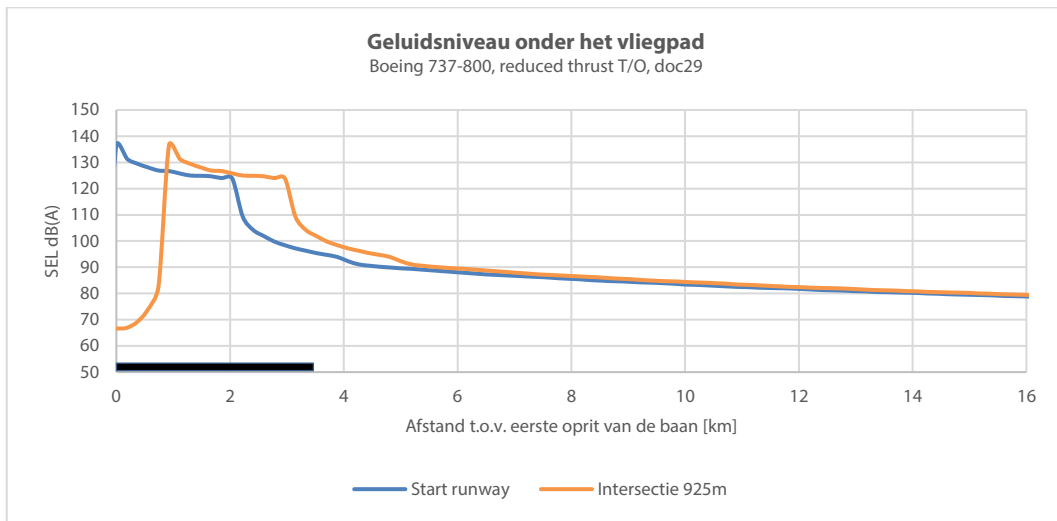
- Lager vliegen, wat leidt tot een hogere geluidbelasting in de omgeving, maar ook minder spreiding;
- Een mogelijk hogere stuwkracht, wat leidt tot een hogere geluidbelasting in de omgeving;
- Het aandeel intersectiestarts, het type toestellen dat start vanaf een intersectie en de tijden waarop er wordt gestart vanaf een intersectie (verschil dag, avond, nacht);
- De locatie van woonkernen ten opzichte van de startbaan; starten vanaf een intersectie kan in sommige gevallen als gevolg van "achterwaarts" geluid juist minder geluidsbelasting in een woonkern geven.

De meest gebruikte intersecties liggen op een afstand van 169 tot 1052 meter van het begin van de baan, valt op te maken uit de vastgestelde afstanden in Bijlage A. De uiterste intersecties worden vrijwel nooit gebruikt.

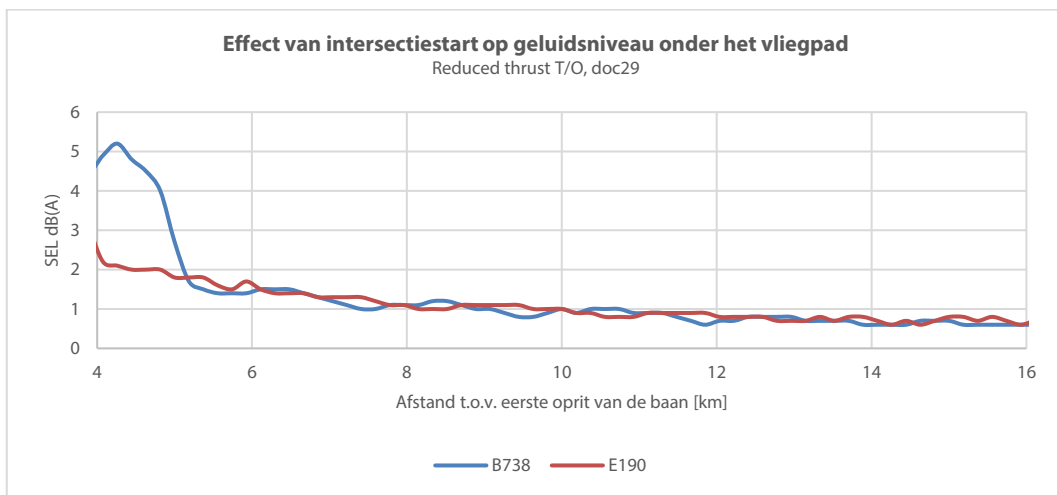
Effect van lager vliegen

Onderstaande figuren geven een indicatie van het effect van een start vanaf een intersectie op 925 meter (ten opzicht van een vertrek vanaf het begin van de baan) op de SEL-geluidsniveaus van een individuele vlucht van een Boeing 737-800. In de simulaties is verondersteld dat het toestel, in beide situaties, bij de start en klim een gereduceerd motorvermogen toepast. De Boeing 737-800 is het meest voorkomende narrowbody vliegtuig op Schiphol. Het SEL-geluidsniveau is de totale hoeveelheid geluidsenergie van, in dit geval, een individuele vliegtuigpassage. De gekozen afstand voor de intersectie is meer dan wat doorgaans in de praktijk wordt toegepast, waardoor de effecten een indicatie geven van de maximale effecten. Het betreft een *indicatie* van de effecten, aangezien de effecten in praktijk van veel aspecten afhankelijk zijn, waaronder het startgewicht van het toestel en de vliegprocedure die door een maatschappij wordt toegepast. De simulaties van de geluidbelasting zijn gedaan op basis van de Doc29 rekenmethode.

Figuur 6-9 geeft de absolute geluidsniveaus in beide situaties. De zwarte balk op de horizontale as geeft een typische baanlengte weer. Figuur 6-10 geeft het verschil tussen beide situaties, waarbij alleen het deel vanaf 4 km van het begin van de startbaan is weergegeven, het deel buiten het luchthaventerrein. In deze tweede figuur is het effect (het verschil in geluidsniveau tussen een start vanaf intersectie en een start vanaf het begin van de baan) gegeven voor twee type toestellen: een Boeing 737-800 en een Embraer 190.



Figuur 6-9



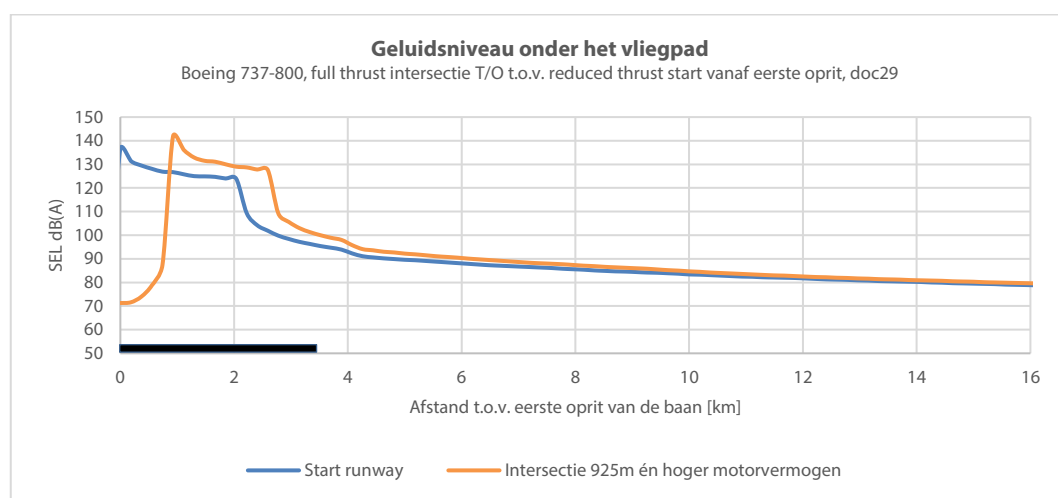
Figuur 6-10

De geluidsniveaus en verschillen in geluidsniveaus zijn het hoogst op de baan. Uit de tweede figuur blijkt dat de geluidsniveaus op korte afstand na de baan circa 2 tot 5 dB hoger zijn bij een intersectiestart. Deze verschillen in geluid zijn over het algemeen waarneembaar. Op circa 6 km vanaf het begin van de baan is het geluidsniveau bij een intersectiestart 1,5 dB hoger. Dat verschil is in de praktijk over het algemeen nauwelijks nog waarneembaar. Het effect is kleiner op grotere afstand van de luchthaven. Ook is het effect kleiner op locaties naast in plaats van onder de vliegroutes.

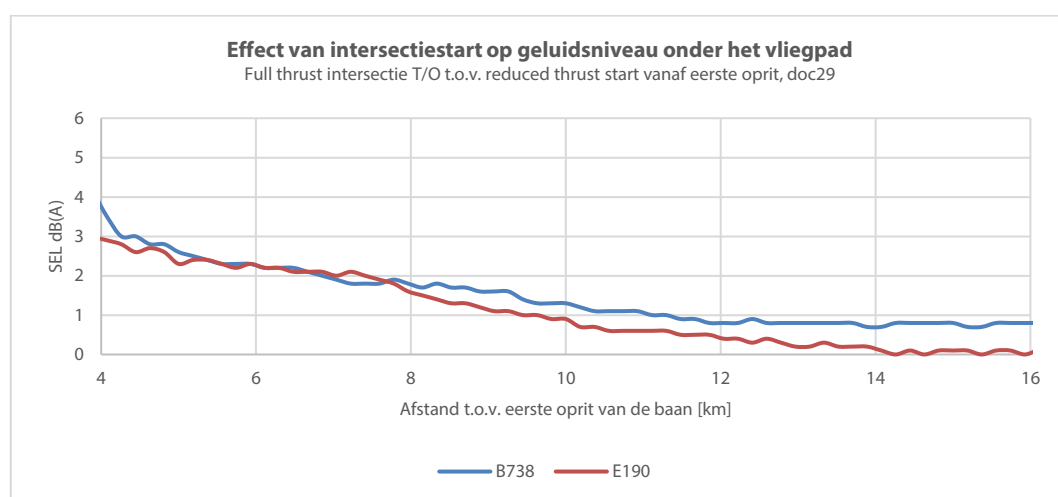
Ter illustratie, de meest dichtbij gelegen woningen rondom Schiphol staan op ca. 4,3 km vanaf het begin van de baan. De eerste woonkernen onder de vliegroutes voor vertrekkend verkeer liggen op ca. 8 km afstand. Wel zijn er enkele woonkernen op kortere afstand *naast* de vliegtuigroutes.

Effect van een mogelijk hogere stuwkracht (worst-case inschatting)

Een maximaal effect op de geluidbelasting wordt bereikt als, als gevolg van het starten vanaf een intersectie, ook een hoger motorvermogen wordt toegepast. Dit kan in voorkomende situaties nodig zijn als gevolg van de kortere beschikbare baanlengte bij een start vanaf een intersectie. In dat geval zal het geluidsniveau op de grond hoger zijn als gevolg van een hoger brongeluid. Onderstaande figuren geven een indicatie van het effect van een start met maximaal start- en klimvermogen (100%) vanaf een intersectie op 925 meter van een individuele vlucht ten opzichte van een start vanaf het begin van de baan met gereduceerde (80%) vermogens, voor in beide gevallen een Boeing 737-800. Het effect van een intersectiestart zal in dat geval groter zijn, zie Figuur 6-11 en Figuur 6-12.



Figuur 6-11



Figuur 6-12

Uit Figuur 6-12 blijkt dat de geluidsniveaus bij een "full thrust" intersectiestart circa 3 dB (dicht bij de luchthaven) tot circa 1 dB (op grotere afstand van de luchthaven) hoger kunnen zijn. Een verschil van 3 dB zal over het algemeen waarneembaar zijn; een verschil van 1 dB is over het algemeen nauwelijks waarneembaar. Voor een Embraer 190 zijn de effecten op grotere afstand als gevolg van het hogere

motorvermogen juist wat kleiner. Dit is het gevolg van de hogere vlieghoogte die bereikt wordt door steiler klimmen met meer motorvermogen.

Effect op de totale geluidbelasting

Het narrowbody verkeer bepaalt ca. 60 tot 65% van de totale geluidbelasting van het startend verkeer op Schiphol. Een deel van dit narrowbody verkeer (tot ca. 50%) voert een intersectiestart uit, verdeeld over verschillende intersecties. De afstand van de gebruikelijke intersecties is overwegend kleiner dan in de voorgaande simulaties is verondersteld, waardoor ook het effect op de geluidsniveaus kleiner is. Dichtbij de luchthaven is de totale geluidbelasting van alleen het startend verkeer hierdoor maximaal 0,5 dB Lden hoger als gevolg van de toepassing van intersectiestarts; op meer dan 10 km afstand van de luchthaven is deze toename maximaal 0,2 dB Lden. Het effect op de totale geluidbelasting (inclusief het landend verkeer) zal kleiner zijn als gevolg van de bijdrage van het landend verkeer aan de totale geluidbelasting. Bovenstaande effecten gelden voor locaties onder het vliegp pad. Voor locaties naast het vliegp ad, zijn de effecten kleiner.

Het luchthavenverkeerbesluit stelt grenswaarden voor de totale geluidbelasting op handhavingspunten in de omgeving van de luchthaven. Het betreft grenswaarden voor de totale geluidbelasting van het vliegverkeer op jaarbasis. In de voorgeschreven rekenmethodiek voor het bepalen van de geluidbelasting op handhavingspunten wordt (al) het vliegverkeer standaard vanaf het begin van de baan gesimuleerd, met maximaal start- en klimvermogen. Het toepassen van intersectiestarts heeft daarmee met de huidige berekeningsmethodiek geen effect op de berekende geluidbelasting op de handhavingspunten. Als de berekeningsmethodiek wel de ruimte zou bieden om het toepassen van intersectiestarts mee te nemen, dan nog steeds zal er geen effect zijn op de meeste handhavingspunten, aangezien de meeste punten niet liggen in het gebied waar intersectiestarts invloed hebben op de geluidbelasting. Op de punten dichterbij de luchthaven, zal het effect op de geluidbelasting op de meeste handhavingspunten 0 tot 0,2 dB Lden zijn, met op enkele punten verschillen tot maximaal 0,5 dB Lden.

6.3. Veiligheid

In deze sectie wordt informatie verzameld over de effecten van intersectiestarts op de veiligheid van het vliegverkeer op Schiphol. Dit geeft een indruk van de kans van optreden en gevolgen van de belangrijkste risico's rondom intersectiestarts. Er worden twee relevante hoofdrisico's onderscheiden:

- **Runway incursions:** naast het begin van de baan, zijn intersecties extra opritten naar de baan. Bij iedere oprit bestaat de kans dat een vliegtuig (of voertuig) ongeoorloofd de baan oprijdt. Ook kan de verkeersleider foutief een vliegtuig toestemming geven de baan te betreden terwijl het voorgaand vliegtuig nog niet is gestart. Mocht een vliegtuig van het begin van de baan aan zijn startrol zijn begonnen en bij de intersectie een ander vliegtuig tegenkomen, heeft deze afhankelijk van de afstand tot de intersectie al de nodige snelheid ontwikkeld en kan hier een botsing ontstaan. Een relevant aspect hierbij is de oriëntatie van de intersectie ten opzichte van het begin van de baan. Die heeft invloed op het zicht van vliegers op het begin van de baan en daarmee hun rol in het voorkomen van runway incursions danwel het beperken van de ernst daarvan.

- **Foutieve prestatiegegevens:** als de berekende prestatiegegevens van het vliegtuig enkel zijn gebaseerd op het starten met de volledige baanlengte en pas tijdens het taxiën een intersectiestart wordt aangeboden, moeten de vliegers aangeven of ze dit kunnen en willen accepteren. In deze situatie zal onder verhoogde werkdruk een alternatieve berekening moeten worden gemaakt. Onder verhoogde werkdruk is voor vliegers de kans op het maken van fouten groter. Foutieve prestatiegegevens kunnen betekenen dat onvoldoende motorvermogen wordt ingesteld waardoor er te weinig baanlengte resteert om veilig te kunnen starten met eventuele gevolgen.

Naast risico's heeft het gebruik van intersectiestarts ook positieve effecten op veiligheid. In Hoofdstuk 3 en 4 worden werkwijzen aangehaald waarbij dankzij het gebruik van intersectiestarts de kans op jet blast of propeller slipstream wordt verminderd. Evengoed zijn er werkwijzen die het kruisen van in gebruik zijnde banen voorkomt, dit heeft een positief effect op de kans op runway incursions.

Het Analysebureau luchtvaartvoorvallen (ABL) en de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV) registreren en analyseren luchtvaartincidenten. ILT heeft voor dit onderzoek toegang verleend tot de database van ABL. De onderzoeken van de OVV zijn openbaar en staan gepubliceerd op de website.

Analysebureau luchtvaartvoorvallen

Het ABL registreert en analyseert de verplichte meldingen van voorvallen in de Nederlandse burgerluchtvaart. Doel van het ABL is om samen met de sector vroegtijdig trends te signaleren zodat betrokken partijen acties kunnen ondernemen om de vliegveiligheid te verbeteren.

Het ABL heeft tussen 2017 en 2022 in totaal 30 meldingen met betrekking tot de twee genoemde risico's rondom intersectiestarts geregistreerd. Deze 30 meldingen bestaan uit achttien observaties, tien voorvallen en twee serieuze voorvallen. De serieuze voorvallen zijn door de OVV onderzocht en worden in de volgende paragraaf samengevat. Daarnaast komt het vier keer voor dat de verkeerde prestatiegegevens behorend bij de intersectie zijn gekozen. Eveneens vier keer wordt gemeld dat een runway incursions tijdens intersectiestarts heeft plaatsgevonden. Twee keer is de standaard extra minuut wake turbulence separatie niet toegepast door de luchtverkeersleiding, veelal wel opgemerkt door de vliegers. Een melding gaat niet over verkeerde stuwkracht, maar het selecteren van verkeerde kleppen bij een intersectiestart.

Onderzoeksraad voor Veiligheid

De OVV onderzoekt zowel concrete voorvallen als bredere veiligheidsvraagstukken en onveilige situaties die geleidelijk ontstaan. De Raad besluit zelf welke voorvallen en onderwerpen worden onderzocht. Er worden in dit kader twee relevante onderzoeken van de OVV aangehaald.

Start met foutieve startgegevens, Boeing 737-800, 10 juni 2018⁵

De piloten van de Boeing 737-800 gingen bij het berekenen van de startsnellheden en het benodigde motorvermogen uit van een start vanaf baan 09 via intersectie N5. In de wachtrij voor baan 09 werd de startpositie veranderd in intersectie N4, waardoor de beschikbare startlengte minder was. De gewijzigde

⁵ <https://www.onderzoeksraad.nl/nl/page/12827/start-met-foutieve-startgegevens-boeing-737-800-10-juni-2018>

gegevens die benodigd zijn voor de prestatieberekening werden echter maar gedeeltelijk aangepast. Ook werden de gewijzigde en ingevoerde startgegevens niet gecontroleerd door de vliegers. Het gevolg was dat het vliegtuig pas aan het uiterste einde van de startbaan opsteeg.

De beschikbare baanlengte was korter dan de baanlengte die door het automatische motorvermogensysteem werd gebruikt om het vereiste motorvermogen te berekenen. Als gevolg daarvan was het beschikbare vermogen minder dan vereist om veilig op te stijgen. Tijdsdruk en de verdeling van werkzaamheden tussen de driekoppige cockpitbemanning hadden invloed op het incident.

Startklaring op bezette baan, 27 juli 2018⁶

Een Embraer 190 die aan het begin van baan 18C stond kreeg een startklaring, terwijl een Boeing 737 de klaring had gekregen om via high speed exit W4 op te lijnen voor een intersectiestart op dezelfde baan. Na het horen van de startklaring aan de E190 stopte de bemanning van de B737 voorbij de hold short line en meldde via de radio dat zij zich "op de baan" bevonden. Daarop gaf de baanverkeersleider ook de B737 een startklaring. De bemanning van de E190 begon met de take-off roll toen zij zag dat de B737 vrij was van de baan, maar brak de start af toen zij hoorde dat de B737 ook een startklaring kreeg. Kort daarna genereerde het *Runway Incursion Alerting System Schiphol* (RIASS) in de verkeerstoren een waarschuwing en trok de baanverkeersleider de klaring aan de E190 in. De E190 passeerde de B737, die stilstond op de grens van de intersectie en de baan, met een snelheid van circa 85 knopen op een afstand van circa 19 meter.

Vergelijking en interpretatie

De informatie van het ABL en de OVV is vergeleken met onderzoek uitgevoerd voor de International Society of Air Safety Investigators (ISASI) in 2019⁷. Tussen 2009 en 2017 waren er wereldwijd dertien serieuze voorvallen en één ongeval geregistreerd waarin intersectiestarts hebben bijgedragen aan foutieve prestatiegegevens. Één voorval had betrekking op een Nederlandse luchtvaartmaatschappij die startte op de luchthaven van Lissabon. Er zijn, hoofdzakelijk, twee incidentsoorten; de runway incursion en het gebruik van verkeerde prestatiedata. Een derde soort, de kans op wake turbulence als resultaat van een intersectiestart, lijkt zeer zelden voor te komen. In slechts twee van de voorvallen wordt er schade aan het toestel veroorzaakt, er was in geen van de voorvallen letsel te betreuren. De Nederlandse ervaring lijkt hiermee overeen te komen met die in andere landen.

Over de afgelopen zes jaar is twaalf keer een voorval geregistreerd rondom intersectiestarts. Bij maximaal 500.000 vluchten per jaar op Schiphol, is dit bij benadering één voorval per 250.000 vluchten. De ernst van deze voorvallen is uiteenlopend; in de onderzochte periode waren er twee serieus en deze zijn nader onderzocht. Er bestaat geen doelstelling voor voorvallen waardoor geen verdere conclusies over veiligheid van intersectiestarts op Schiphol kunnen worden getrokken.

⁶ <https://www.onderzoeksraad.nl/nl/page/12833/startklaring-op-bezette-baan-embraer-erj-190-100-std-ph-exv-boeing>

⁷ Take-off performance incidents: do we need to accept them or can we avoid them? Benard, Nijhof en van Es, ISASI 2019

7. Conclusies

Dit onderzoek heeft tot doel gehad om feiten rondom het toepassen van intersectiestarts op Schiphol te verzamelen en hiermee de informatiepositie van ILT op dit onderwerp te vergroten.

Voor een ordelijke en vlotte afhandeling rangschikt de luchtverkeersleider het verkeer voor de start. Dit begint met de volgorde van vertrek van de gate. Om de doorstroom van het verkeer op de startbaan en in het luchtruim te optimaliseren, is het gebruik van intersecties een middel. Een ander doel voor het gebruik is het voorkomen van jetblasthinder op, en vermijden ervan van verkeer op andere banen. De standaarden en aanbevelingen van ICAO bieden de verkeersleider hier ruimte voor.

De procedures van LVNL schrijven in principe starts van het begin van de baan voor. Om operationele redenen mag een luchtverkeersleider hier echter van afwijken. Onder deze redenen vallen het verhogen van de doorstroom van de baan, het voorkomen van jetblasthinder van verkeer op andere banen en het vermijden van kruisingen van een in gebruik zijnde baan. In de nacht wordt uitsluitend de volledige baan toegewezen.

Verkeersvliegers kunnen daarom intersectiestarts aangeboden krijgen, normaliter voor vertrek van de gate. Het accepteren van dit aanbod hangt af van de prestatiebeperkingen van het vliegtuig en of de prestatieberekening voor het starten van de intersectie vooraf al is gemaakt of nog kan worden gemaakt. Het tijdens het taxiën herzien van de prestatieberekeningen verhoogt de werkdruk in de cockpit en kan tot fouten leiden in de instellingen van het vliegtuig voor de start. Hierom wordt dit door verkeersleiders zoveel als mogelijk vermeden. Het komt ook voor dat verkeersvliegers om een intersectiestart vragen, de luchtverkeersleider zal dan beslissen of dit operationeel gerechtvaardigd is.

De gebruiksaantallen van intersectiestarts op Schiphol laten in gebruiksjaar 2022 (periode van november 2021 tot en met oktober 2022) zien dat op de Zwanenburgbaan (18C) en Aalsmeerbaan (18L) circa 40% van de starts van een intersectie gebruik maakt; op de Kaagbaan (24) en Polderbaan (36L) is dit circa 25%. Widebody vliegtuigen maken vrijwel nooit gebruik van intersectiestarts, zij hebben doorgaans de volledige baanlengte nodig om veilig te kunnen starten. 's Nachts worden geen intersectiestarts waargenomen.

De klimprofielen van vluchten die een intersectie gebruikten zijn vergeleken met die van vluchten die vanaf het begin van het begin van de baan starten; dit is gedaan voor vluchten van dezelfde luchtvaartmaatschappij en hetzelfde vliegtuigtype. Bij een start vanaf een intersectie blijkt het toestel gemiddeld later van de baan los te komen, en op een zelfde afstand van het begin van de baan lager te vliegen dan wanneer er vanaf het begin van de baan wordt gestart. Als het verschil in startpunt op de baan klein is, is alleen over het eerste deel van de start, tot ca. 1000 – 1500ft hoogte, een verschil in vlieghoogte waarneembaar. De klimhoek voor intersectiestarts blijkt vergelijkbaar met de klimhoek bij starten vanaf het begin van de baan, dit duidt erop dat de onderzochte luchtvaartmaatschappijen op deze vliegtuigtypes vergelijkbare stuwkrachtinstellingen toepassen.

De geluidsniveaus van een intersectiestart zijn op korte afstand na de baan circa 2 tot 5 dB hoger. Op circa 6 km vanaf het begin van de baan is het geluidsniveau bij een intersectiestart 1,5 dB hoger, dit verschil in geluidsniveau is nauwelijks nog waarneembaar. Het luchthavenverkeerbesluit stelt grenswaarden voor de totale geluidbelasting op handhavingspunten in de omgeving van de luchthaven. Het betreft grenswaarden voor de totale geluidbelasting van het vliegverkeer op jaarbasis. In de voorgeschreven rekenmethodiek voor het bepalen van de geluidbelasting op handhavingspunten wordt (al) het vliegverkeer standaard vanaf het begin van de baan gesimuleerd, met toepassing van een maximaal starten klimvermogen. Het toepassen van intersectiestarts heeft daarmee op basis van de huidige berekeningsmethodiek geen effect op de berekende geluidbelasting op de handhavingspunten. Als de berekeningsmethodiek wel de ruimte zou bieden om het toepassen van intersectiestarts mee te nemen, dan zal het effect van intersectiestarts op de geluidbelasting op de meeste handhavingspunten 0 tot 0,2 dB Lden zijn, met op enkele punten verschillen tot maximaal 0,5 dB Lden.

Intersectiestarts hebben veiligheidsrisico's die anders zijn dan bij starts van uitsluitend het begin van de baan. De mogelijke gevolgen van het ongeoorloofd betreden van de startbaan via een intersectie zijn ernstiger dan bij het ongeoorloofd betreden van het begin van de baan. Bij wijziging van oprit van de baan tijdens het taxiën neemt de kans op het starten met incorrecte prestatiegegevens toe. De kans van optreden van een voorval rondom intersectiestarts over de periode waarvoor data beschikbaar was bij benadering één voorval per 250.000 vluchten. De ernst van deze voorvallen is uiteenlopend; er zijn twee serieuze voorvallen gevonden, welke zijn onderzocht door de Onderzoeksraad voor Veiligheid. Er bestaat een norm voor ongevallen, niet voor voorvallen, waardoor geen verdere conclusies over veiligheid van intersectiestarts op Schiphol kunnen worden getrokken.

De opvatting van To70 is dat de bestudeerde effecten van intersectiestarts op geluid en veiligheid geen directe aanleiding geven tot het uitvoeren van vervolgonderzoek.

A Vastgestelde afstanden per oprit van de baan

Het AIP vermeldt in paragraaf 2.13 de vastgestelde afstanden van alle mogelijke startposities van een baan. Alleen deze afstanden kunnen vervolgens worden opgenomen in de tooling van vliegers waardoor voor ieder van deze startposities een prestatieberekening kan worden gemaakt. De beschikbaarheid van deze informatie impliceert dat er intersectiestarts mogelijk zijn vanaf deze intersecties. op basis van vastgestelde en gepubliceerde Take Off Runway Available (TORA). Tabel A-1 geeft een overzicht van de gepubliceerde afstanden. In Hoofdstuk 5 over gebruiksaantallen zijn de startposities per baan op de kaart terug te zien.

Tabel A-1 Vastgestelde afstanden per oprit van de baan

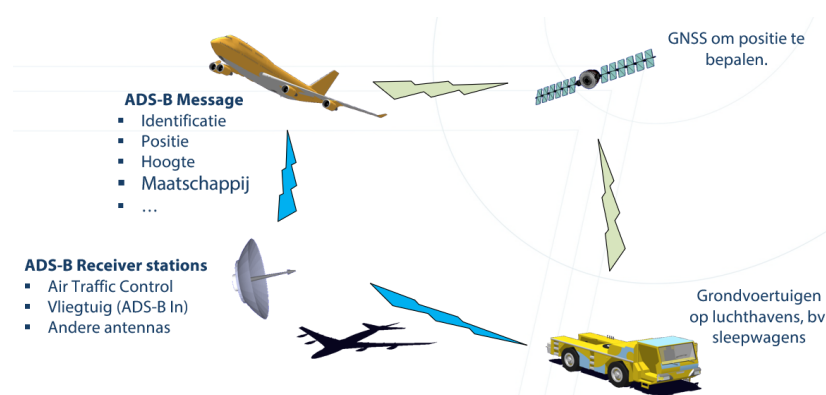
RWY Designator	TORA (M)	TODA (M)	ASDA (M)	LDA (M)	Remarks
04	1909	1969	1909	2020	Take-off from intersection with TWY G5.
22	2015	2075	2015	2020	Take-off from intersection with TWY G1.
	1714	1774	1714	NA	Take-off from intersection with TWY G2.
06	3439	3499	3439	3195	DTHR 244 M.
	2596	2656	2596	NA	Take-off from intersection with TWY S1.
24	3435	3495	3435	3439	Take-off from intersection with TWY S7E.
	3266	3326	3266	NA	Take-off from intersection with TWY S8.
	3245	3305	3245	NA	Take-off from intersection with TWY S6.
	3205	3265	3205	NA	Take-off from intersection with TWY S5.
	2611	2671	2611	NA	Take-off from intersection with TWY S4.
	1981	2041	1981	NA	Take-off from intersection with TWY S3.
09	3434	3494	3434	3363	Take-off from intersection with TWY N5. DTHR 90 M.
	2400	2460	2400	NA	Take-off from intersection with TWY N4.
	1881	1941	1881	NA	Take-off from intersection with TWY N3.
27	3453	3513	3453	3453	Take-off from intersection with TWY N1.
18C	3271	3331	3271	3300	Take-off from intersection with TWY W1.
	3072	3132	3072	NA	Take-off from intersection with TWY W2.
	2681	2741	2681	NA	Take-off from intersection with TWY W3.
	2378	2438	2378	NA	Take-off from intersection with TWY W4.
	2090	2150	2090	NA	Take-off from intersection with TWY W5.
36C	3300	3360	3300	2850	Take-off from intersection with TWY W10. DTHR 450 M.
	3297	3357	3297	NA	Take-off from intersection with TWY W11.
	3050	3110	3050	NA	Take-off from intersection with TWY W9 and W12.
	2695	2755	2695	NA	Take-off from intersection with TWY W8.
	2131	2191	2131	NA	Take-off from intersection with TWY W7.
18L	3400	3460	3400	2825	Take-off from intersection with TWY E6. DTHR 575 M. Not AVBL for landing, except in case of an emergency.
	2820	2880	2820	NA	Take-off from intersection with TWY E5.
	2582	2642	2582	NA	Take-off from intersection with TWY E4 west side.

RWY Designator	TORA (M)	TODA (M)	ASDA (M)	LDA (M)	Remarks
	2114	2174	2114	NA	Take-off from intersection with TWY E2.
36R	NU	NU	NU	2825	The section of 575 M beyond the displaced RWY-end shall not be used.
18R	NU	NU	NU	3530	DTHR 270 M.
36L	3800	3860	3800	3800	Take-off from intersection with TWY V4. Not AVBL for landing, except in case of an emergency.
	3247	3307	3247	NA	Take-off from intersection with TWY V3.
	2748	2808	2748	NA	Take-off from intersection with TWY V2.
	2148	2208	2148	NA	Take-off from intersection with TWY V1.

B Opzet analyse ADS-B data

Methode

ADS-B is een surveillance technologie waarbij het vliegtuig automatisch iedere seconde een bericht uitzendt met informatie zoals identificatie, positie, hoogte en tijd. De positie wordt bepaald met gebruik van satellietssystemen zoals gps. De berichten van vliegtuigen worden ontvangen en verzameld door ADS-B-antennes. De analyse van deze data kan inzichten leveren over bijvoorbeeld de operationele efficiëntie, de capaciteits- en baanvoorspelling en de naleving van procedures en de bewegingen op de grond. De gegevensuitwisseling met ADS-B wordt in Figuur B-1 geïllustreerd.



Figuur B-7-1: ADS-B concept

To70 installeerde in april 2018 een ADS-B antenne ten noorden van Schiphol om een nauwkeurige database van de bewegingen op Schiphol op te bouwen. To70 analyseert de ruwe ADS-B-data om er nuttige informatie uit af te leiden, zoals onderscheid tussen startend en landend verkeer en welke op- of afrit van de baan wordt gebruikt. Figuur B-2 geeft een indruk van de dekking van het systeem op basis van 1.000 willekeurige vliegpaden op de grond verspreid over meerdere dagen.



Figuur B-7-2: 1.000 willekeurige grondbewegingen op Schiphol over meerdere dagen

Beschikbaarheid data

De beschikbaarheid van ADS-B data is bijzonder goed. Toch kunnen er om verschillende redenen datapunten ontbreken: objecten tussen het vliegtuig en de antenne of storingen aan de ontvanger. Het komt voor dat de bebouwing op Schiphol signalen tegenhoudt. Ook zijn er perioden in het jaar geweest waarin de ontvanger van To70 niet beschikbaar is geweest.

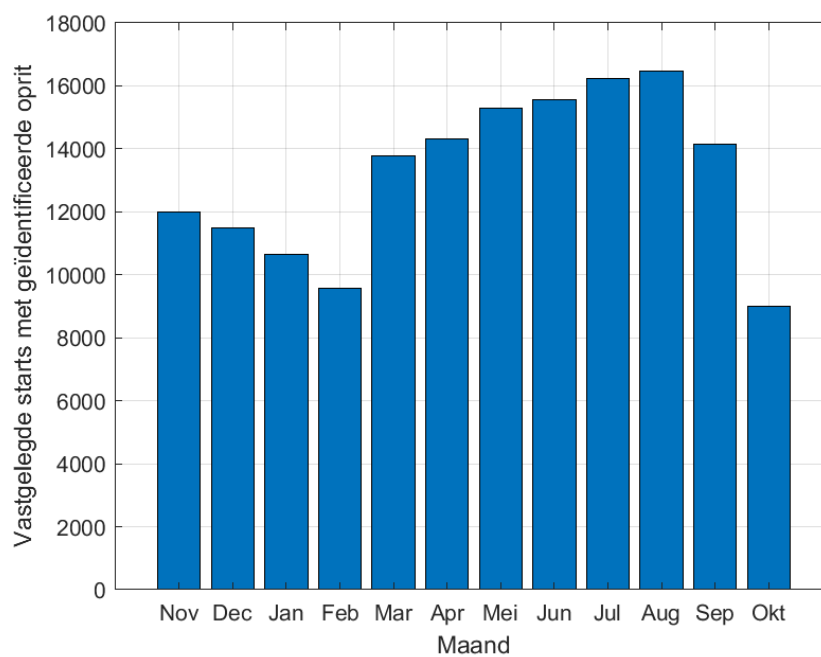
Er zijn voldoende datapunten van een vlucht nodig om een vliegpad uit te kunnen afleiden. Vervolgens moet het vliegpad van voldoende kwaliteit zijn om met zekerheid de gebruikte op- en afritten van de baan te kunnen identificeren.

To70 is gevraagd een volledig gebruiksjaar te analyseren. Na uitgebreid onderzoek van de ADS-B database is geconcludeerd dat het gebruiksjaar 2022 (bestaande uit de winter van 2021 en de zomer van 2022) verreweg de meest volledige database geeft van starts waarvoor een oprit kon worden geïdentificeerd. In Figuur B-3 staat het aantal vastgelegde starts met geïdentificeerde oprit per maand voor elk seizoen van het gebruiksjaar. Merk op dat het aantal starts waarvoor op- en afritten konden worden geïdentificeerd kleiner is dan het werkelijk aantal vliegtuigbewegingen in dezelfde periode, van belang is dat het aantal identificaties per maand consistent is. Voor het onderzoek is het verder van belang dat de verhouding van vliegtuigtypes representatief is, hiervoor zijn in Figuur B-4. de geïdentificeerde vliegtuigtypes in gebruiksjaar 2018/2019 vergeleken met de realisatie van 2018⁸. De

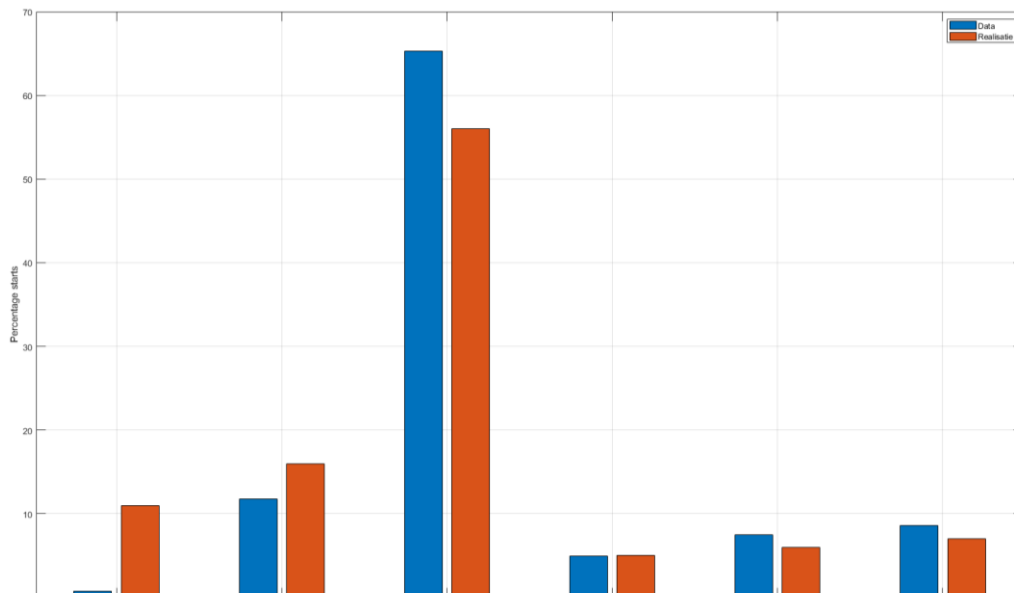
⁸ Royal Schiphol Group, Evaluatie gebruiksprognose 2018

verhoudingen van vliegtuigtypes sterk vergelijkbaar. De categorie met laagste startgewicht wordt duidelijk minder geïdentificeerd, vermoedelijk door een gebrek aan ADS-B-uitrusting. Door de lagere identificaties in de lagere categorieën startgewichten krijgt de meest voorkomende categorie startgewicht (60-160 ton) een relatief groter aandeel in de totaal geïdentificeerde vluchten.

Om een vergelijking te kunnen maken met een piekjaar op Schiphol, is ook een analyse voor gebruiksjaar 2018 uitgevoerd. De resultaten voor het meest recente gebruiksjaar 2022 volgen in de volgende sectie, terwijl 2018 als aanvullende analyse in de bijlagen staat opgenomen.



Figuur B-3: data beschikbaarheid voor het gebruiksjaar 2022



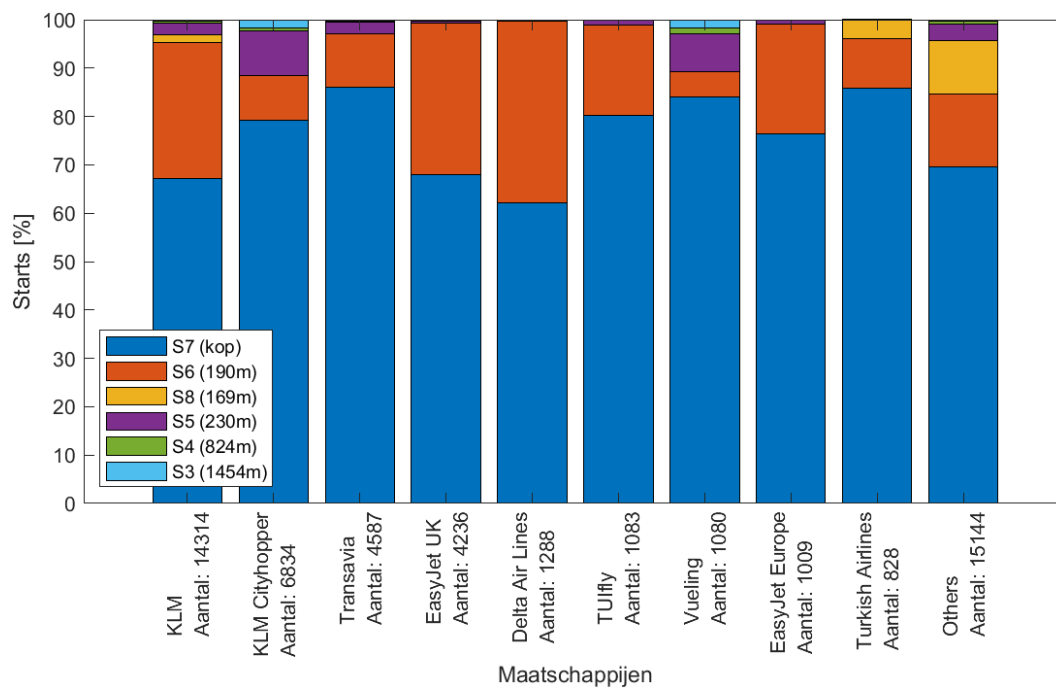
Figuur B-4 Percentage starts per categorie startgewicht

C Aanvullende gebruiksaantallen

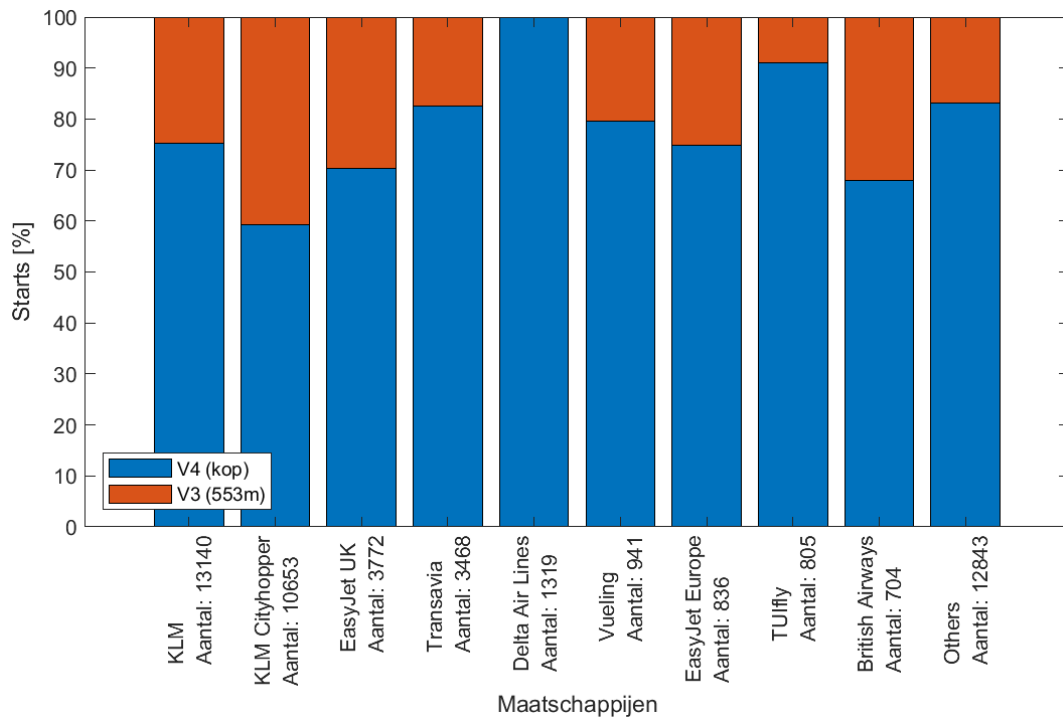
Gebruiksjaar 2022

Aanvullende resultaten van de analyse van gebruiksjaar 2022 worden hier gepresenteerd. Hoofdstuk 5 beperkt zich in een aantal analyses tot resultaten voor baan 18L; ter vergelijking worden in deze bijlage de resultaten voor baan 24 en 36L beschreven.

Gebruik per luchtvaartmaatschappij

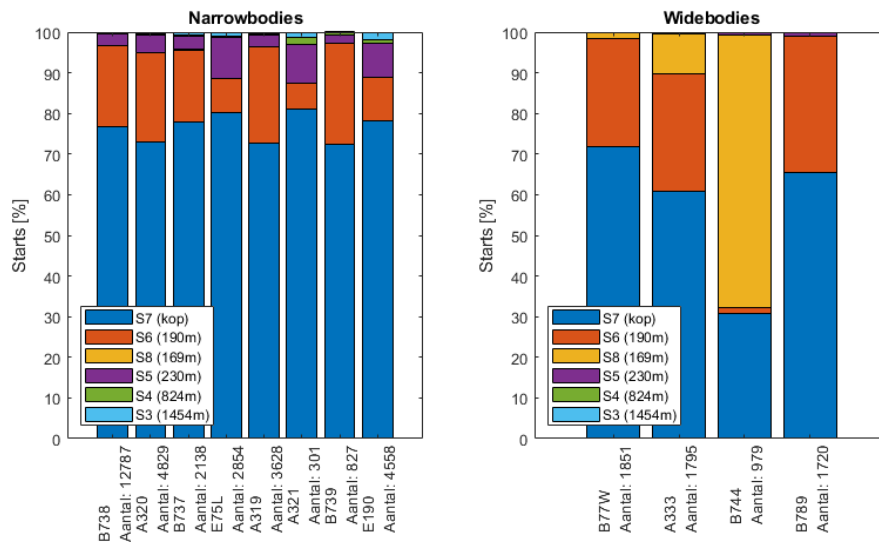


Figuur C-1: Percentage van starts per oprit en maatschappij op baan 24

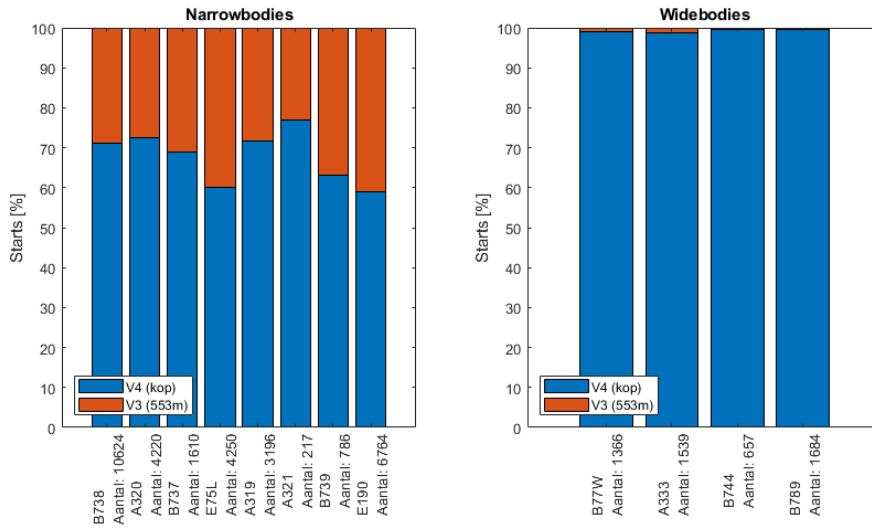


Figuur C-2: Percentage van starts per oprit en maatschappij op baan 36L

Gebruik per vliegtuigtype

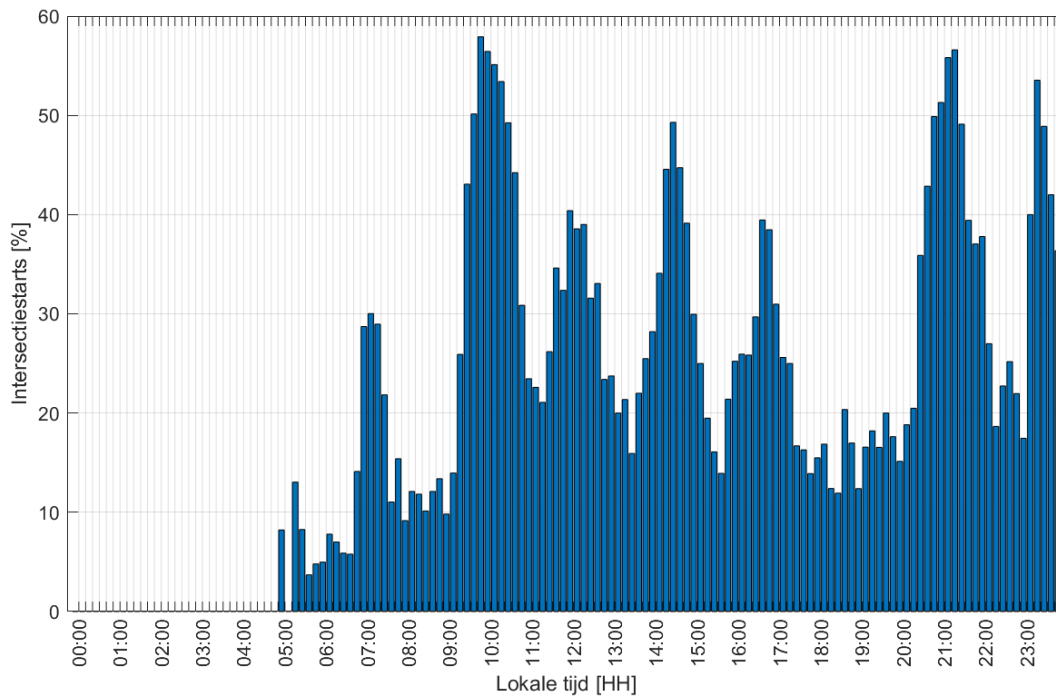


Figuur C-3: Percentage van starts per oprit en vliegtuigtype op baan 24

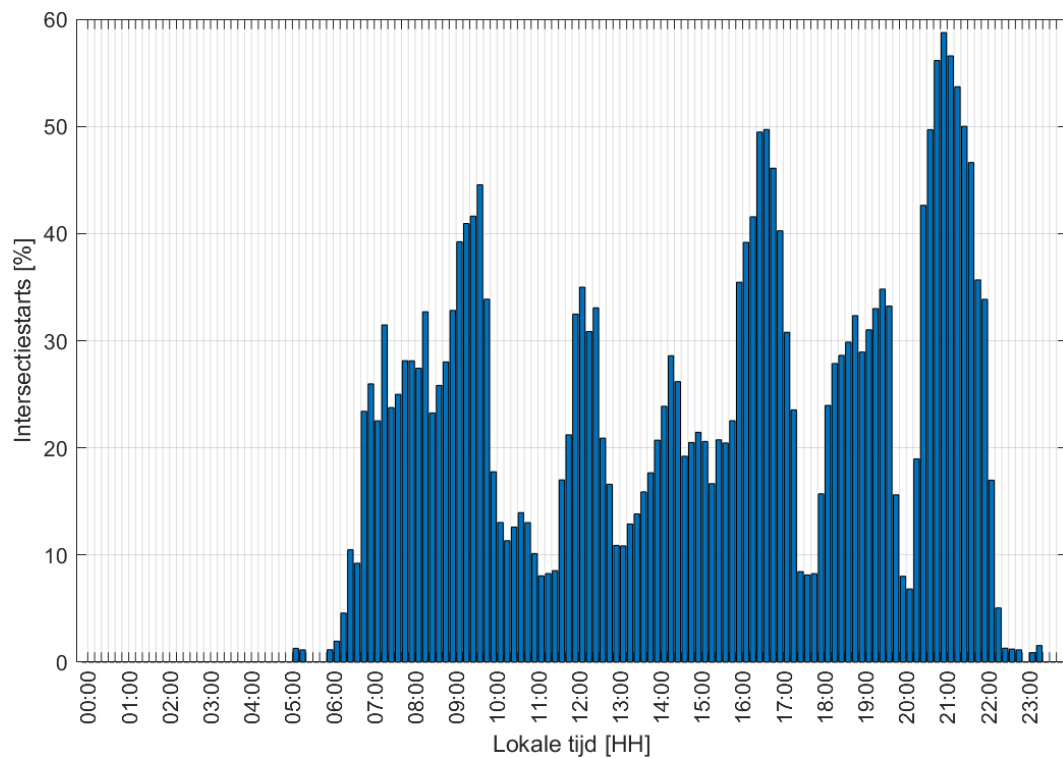


Figuur C-4: Percentage van starts per oprit en vliegtuigtype op baan 36L

Gebruik per uur van de dag



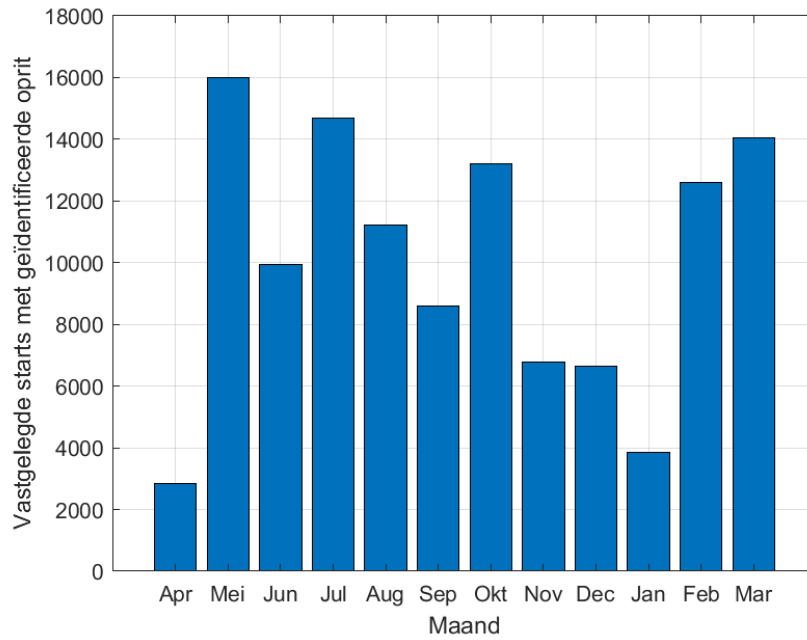
Figuur C-5: Percentage intersectiestarts (S3, S4, S5, S6 en S8 beschouwd) per uur van de dag op baan 24



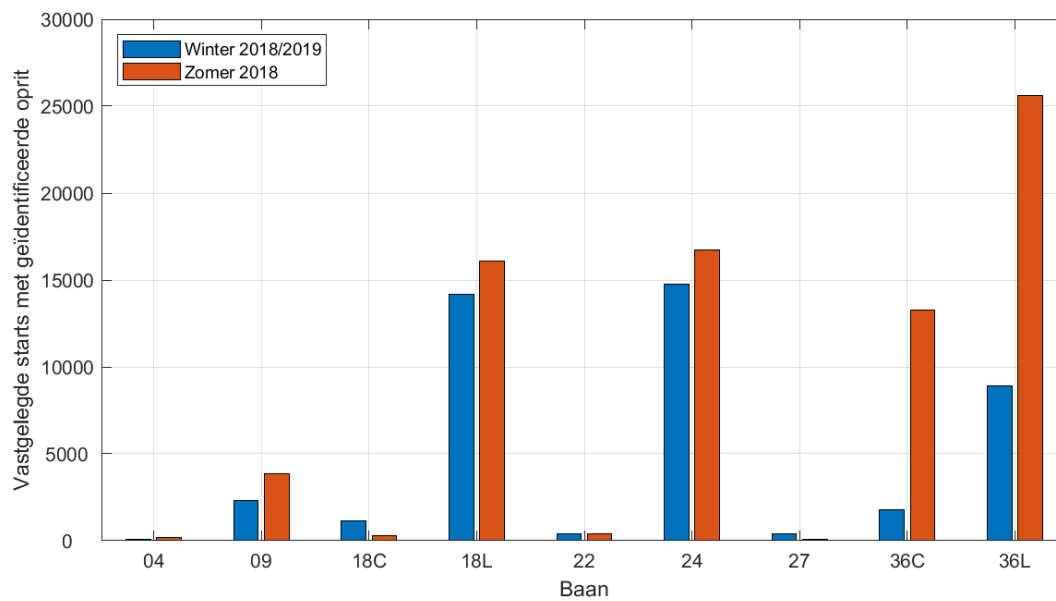
Figuur C-6: Percentage intersectiestarts (V3 beschouwd) per uur van de dag op baan 36L

Gebruiksjaar 2018/2019

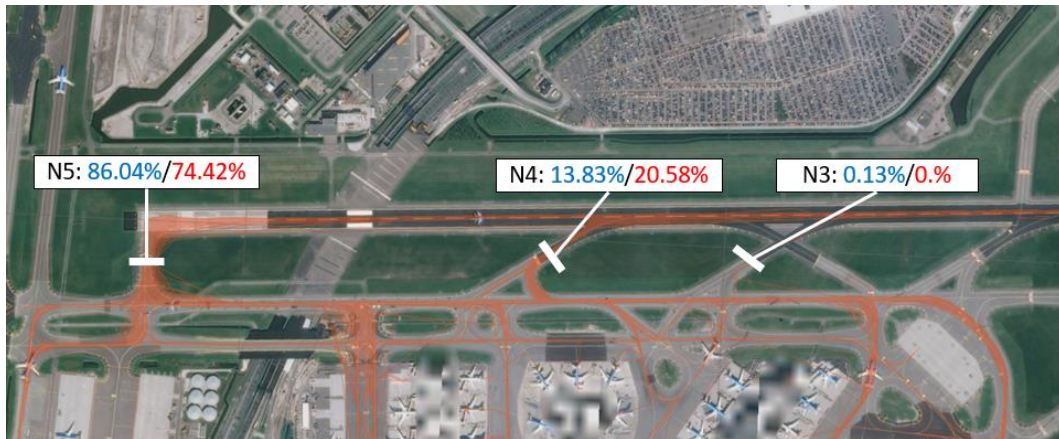
De resultaten van de analyse van een tweede gebruiksjaar worden hier gepresenteerd. Het tweede gebruiksjaar is een combinatie van gebruiksjaar 2018 en 2019, piekjaren op Schiphol. Zoals te zien is, is het aantal vastgelegde starts waarvoor een intersectie kon worden geïdentificeerd lager. Dit is echter nog steeds voldoende om een tweede analyse te maken en op betrouwbare wijze aan te tonen dat het gebruik van intersectiestarts niet significant is veranderd. Het totale aantal vastgelegde vluchten voor dit gebruiksjaar is 120.401.



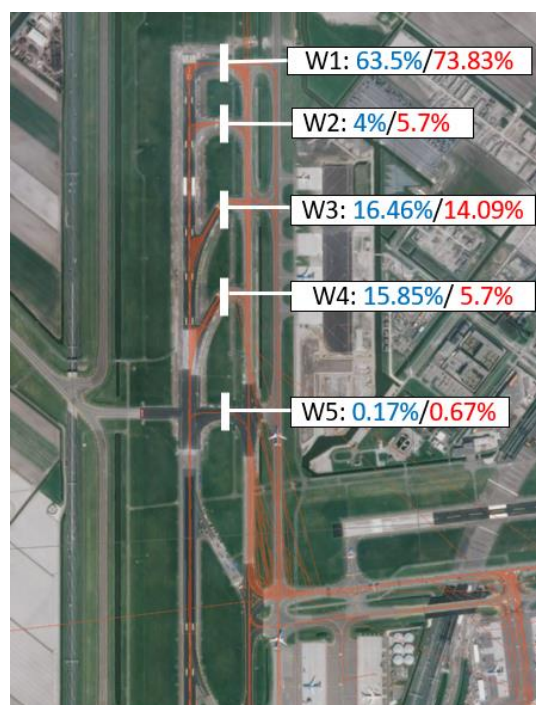
Figuur C-9: data beschikbaarheid tijdens de zomer 2018 en winter 2018/2019



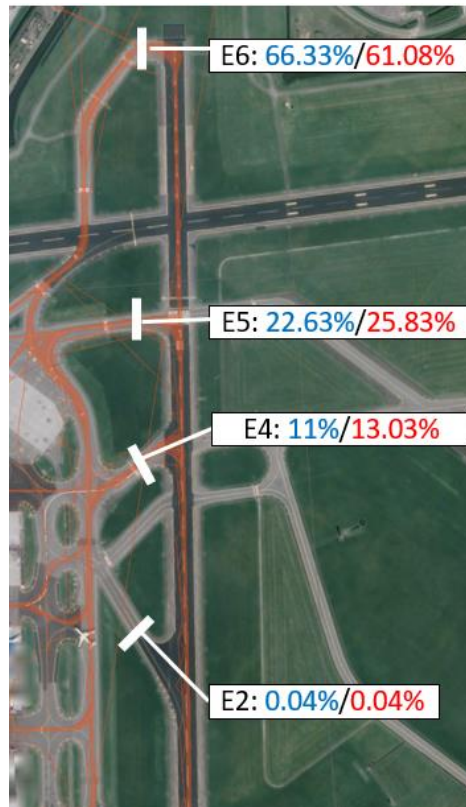
Figuur C-10: Baangebruik, jaar 2018/2019



Figuur C-11: Verdeling van gebruik opritten op baan 09



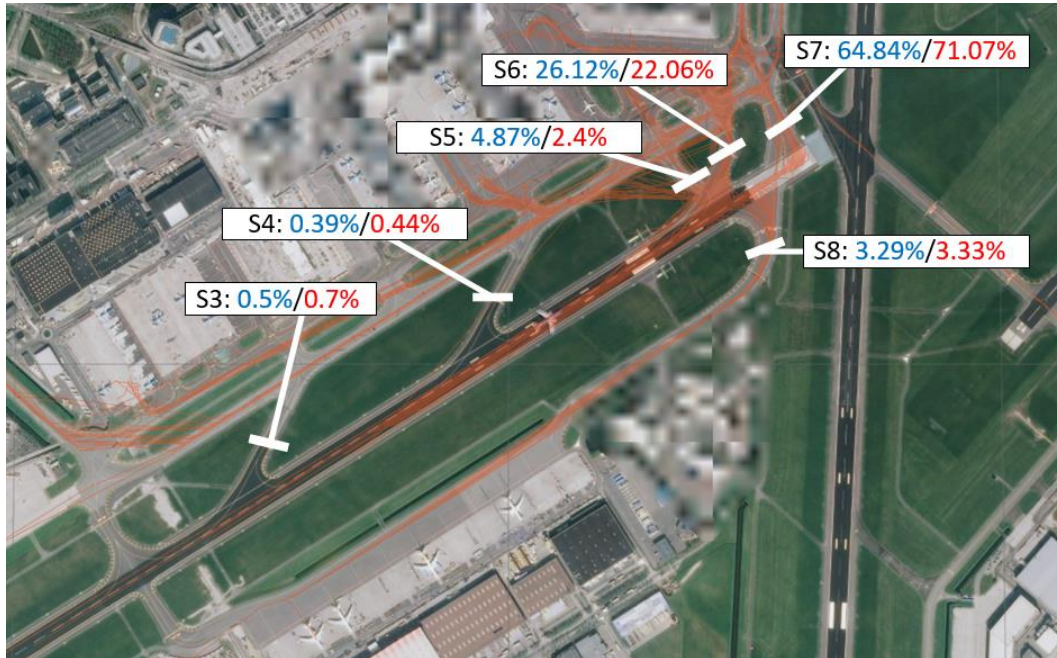
Figuur C-12: Verdeling van gebruik opritten op baan 18C



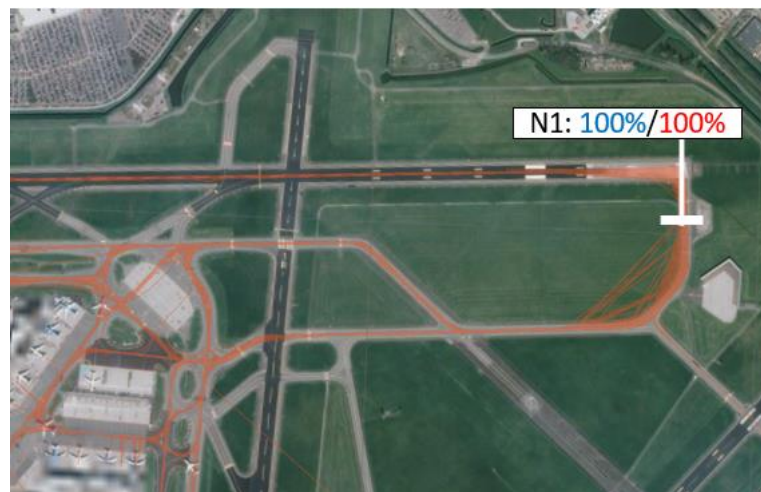
Figuur C-13: Verdeling van gebruik opritten op baan 18L



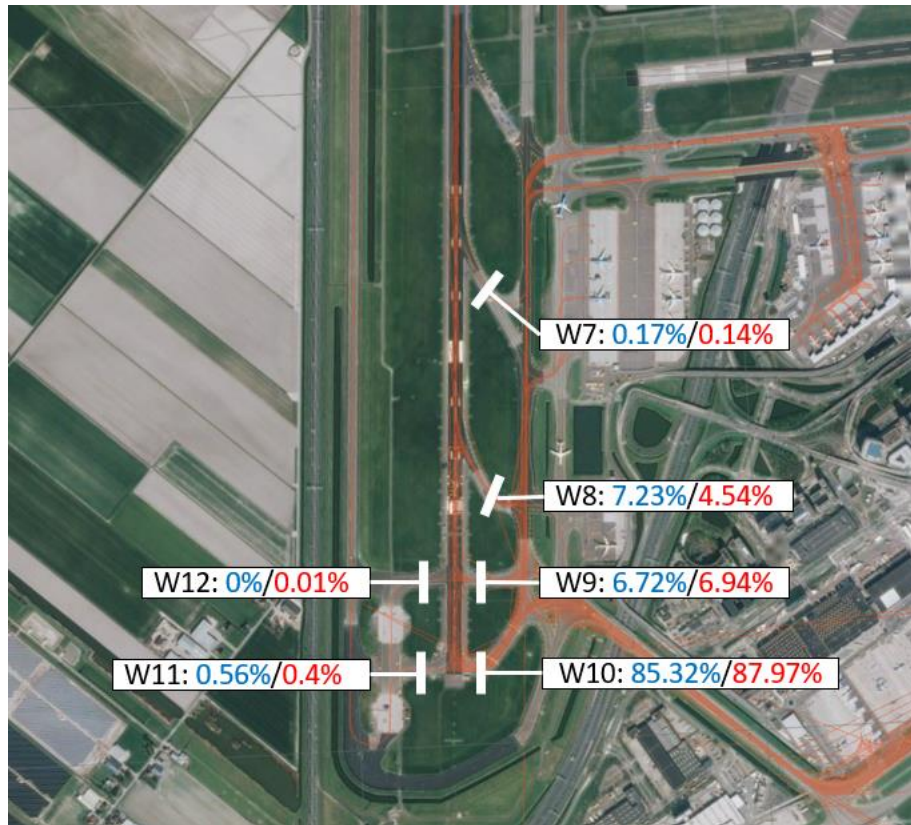
Figuur C-14: Verdeling van gebruik opritten op baan 22



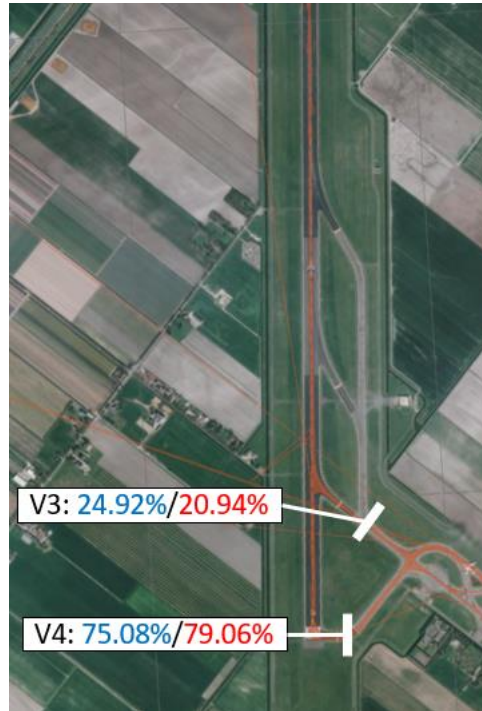
Figuur C-15: Verdeling van gebruik opritten op baan 24



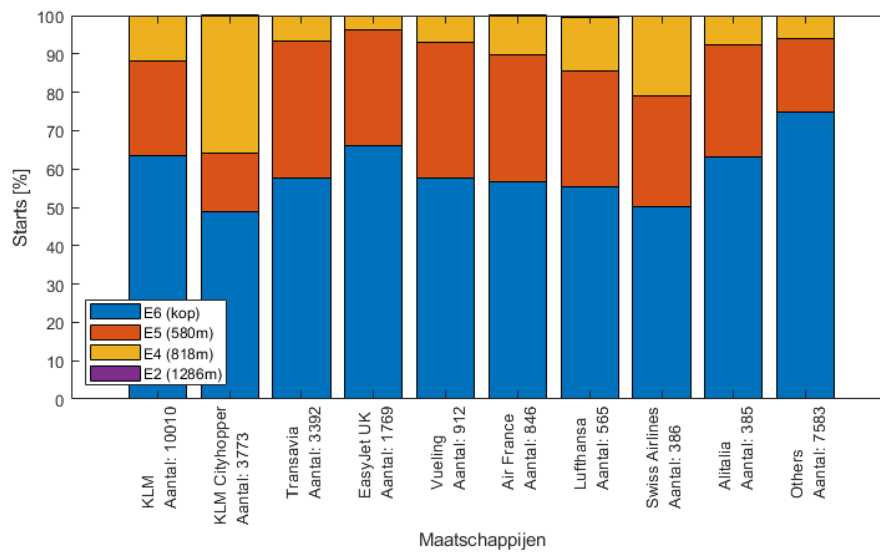
Figuur C-16: Verdeling van gebruik opritten op baan 27



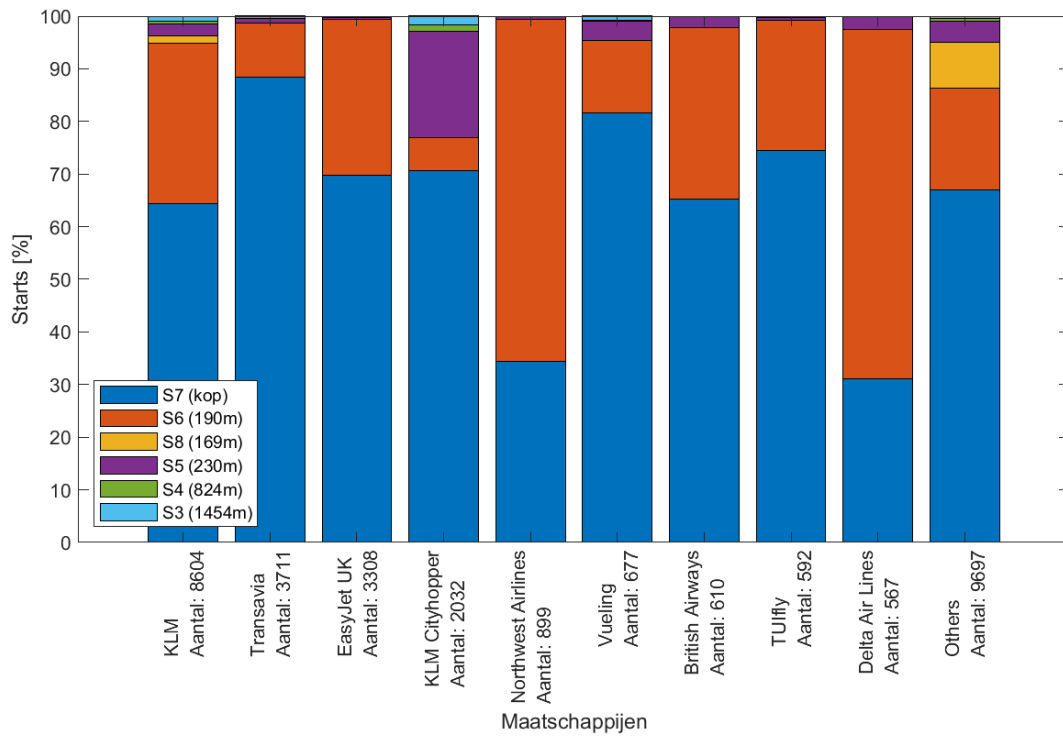
Figuur C-17: Verdeling van gebruik opritten op baan 36C



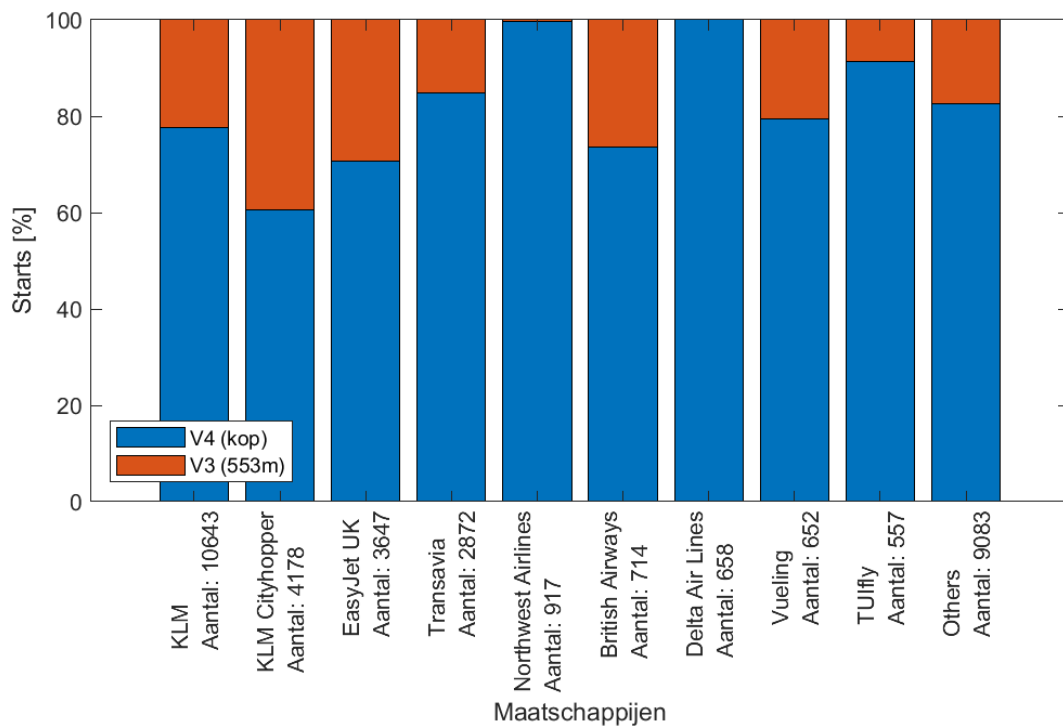
Figuur C-18: Verdeling van gebruik opritten op baan 36L



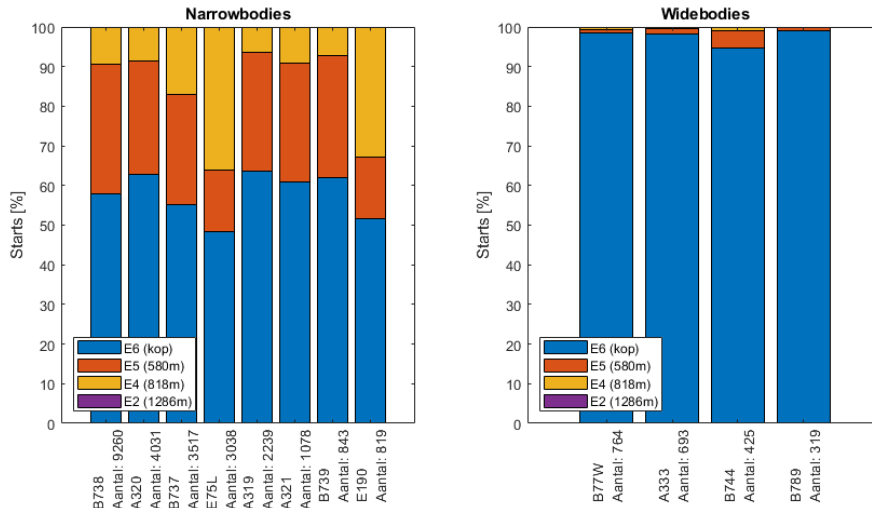
Figuur C-19: Percentage van starts per oprit en maatschappij op baan 18L



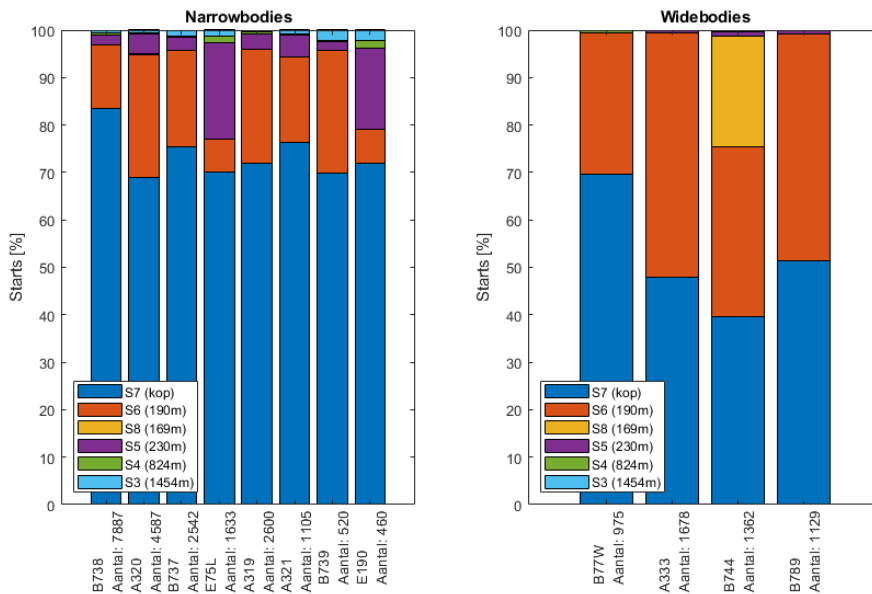
Figuur C-20: Percentage van starts per oprit en maatschappij op baan 24



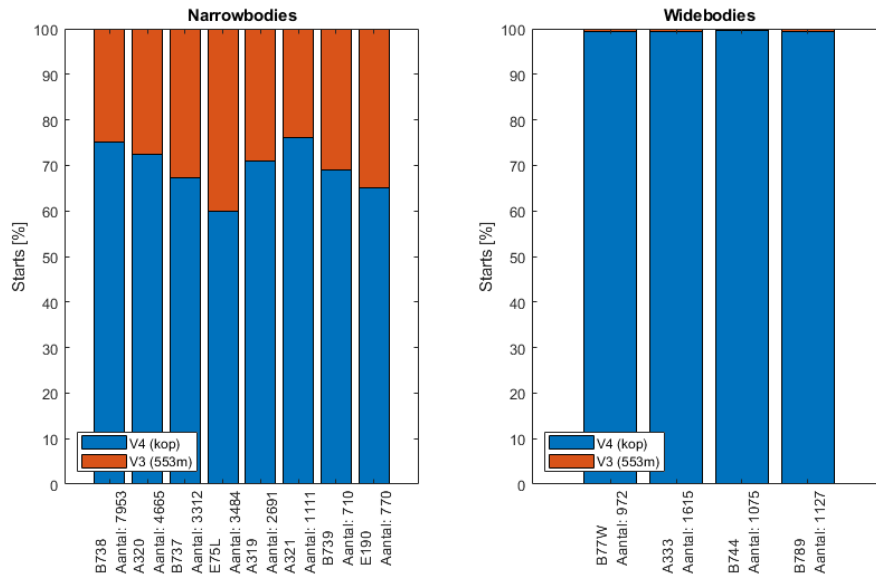
Figuur C-21: Percentage van starts per oprit en maatschappij op baan 36L



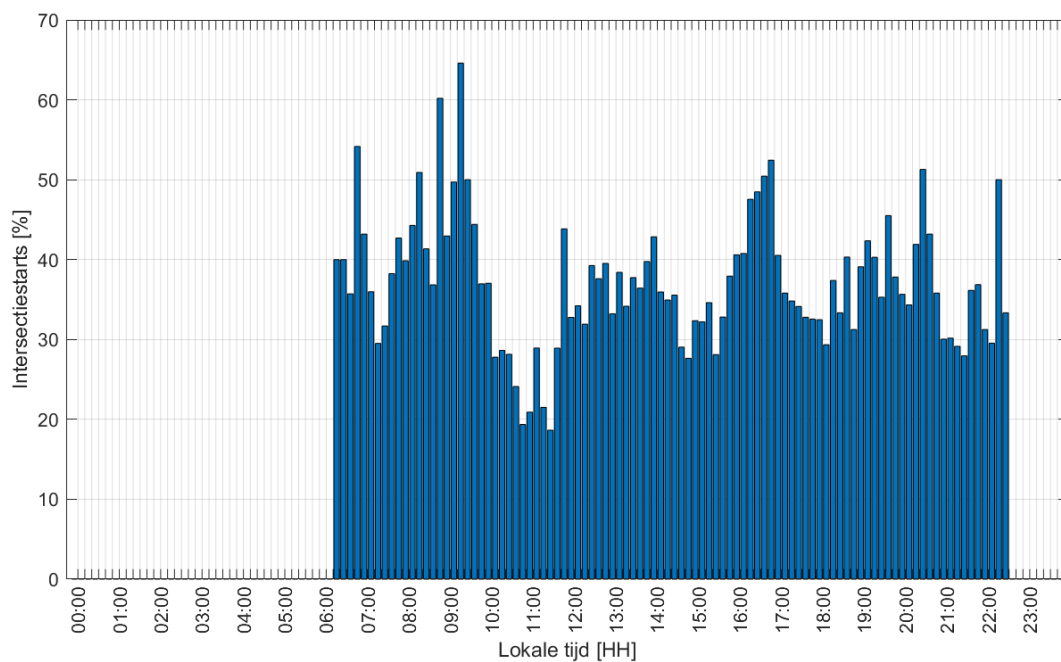
Figuur C-22: Percentage van starts per oprijt en vliegtuigtype op baan 18L



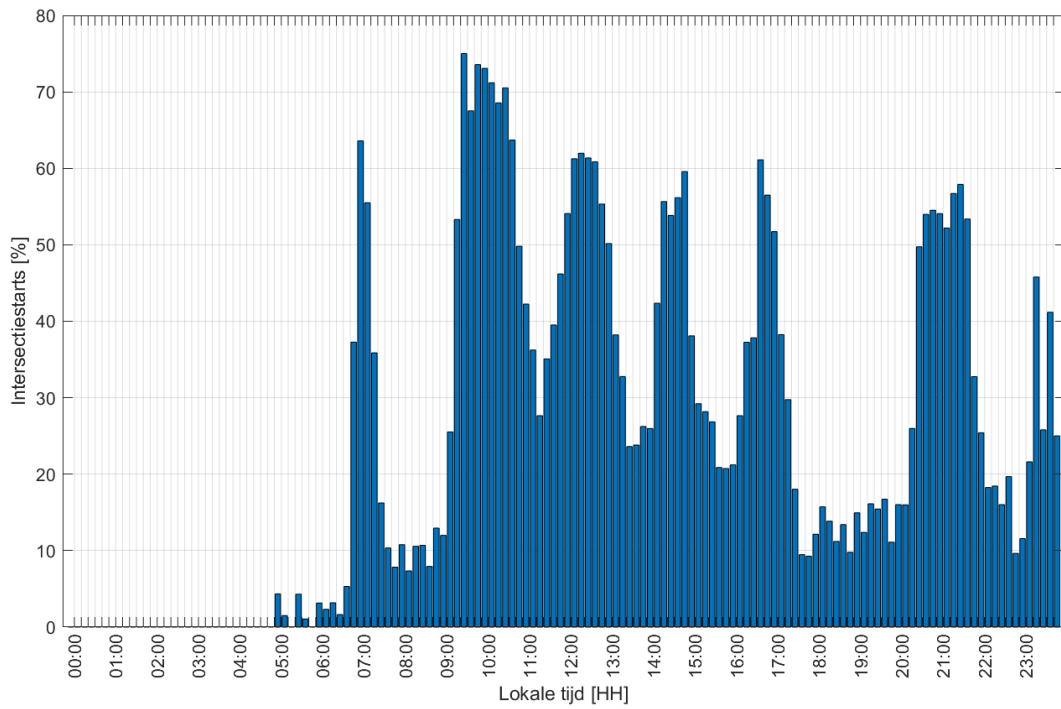
Figuur C-23: Percentage van starts per oprijt en vliegtuigtype op baan 24



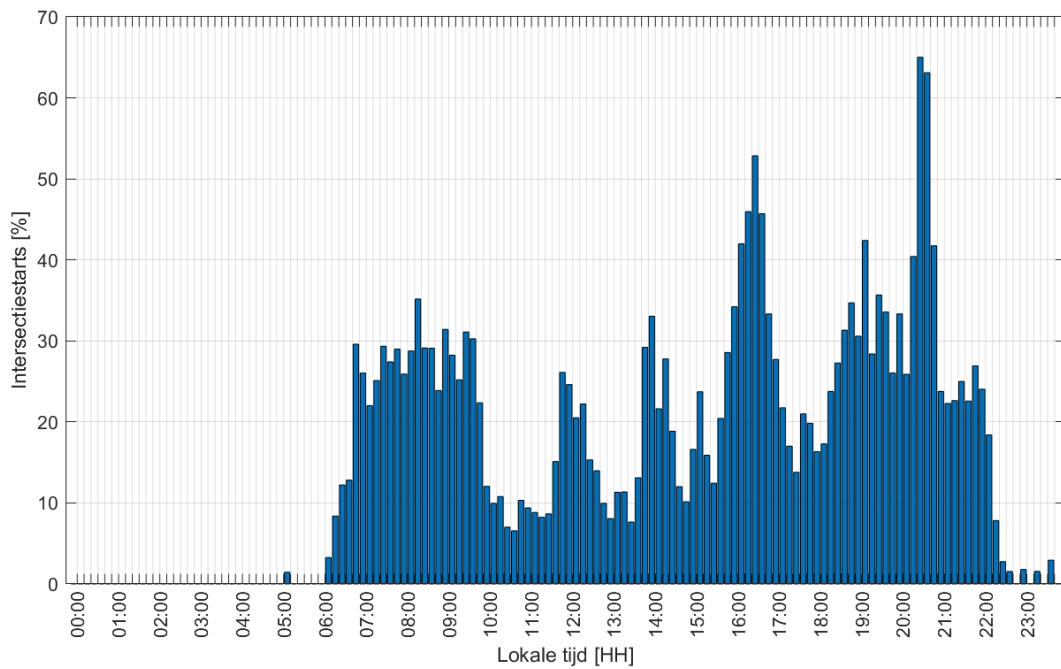
Figuur C-24: Percentage van starts per oprit en vliegtuigtype op baan 36L



Figuur C-25: Percentage intersectiestarts (E2,E4 en E5 beschouwd) per uur van de dag op baan 18L



Figuur C-26: Percentage intersectiestarts (S3, S4, S5, S6 en S8 beschouwd) per uur van de dag op baan 24



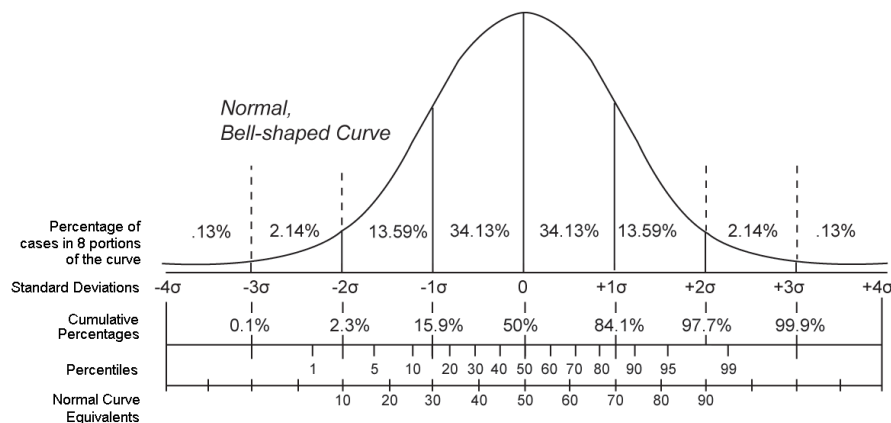
Figuur C-27: Percentage intersectiestarts (V3 beschouwd) per uur van de dag op baan 36L

D Toelichting klimprofielen

Het hoofd rapport geeft een indicatie van het "meest waarschijnlijke" verticale profiel voor de vliegtuigtypes B738, B737, E190 en E75L op de banen 18L en 36L. Dit is gedaan door het 40e tot 60e percentiel van waarschijnlijkheid. De volgende bijlage geeft een toelichting op dit concept en hoe de gepresenteerde resultaten tot stand zijn gekomen.

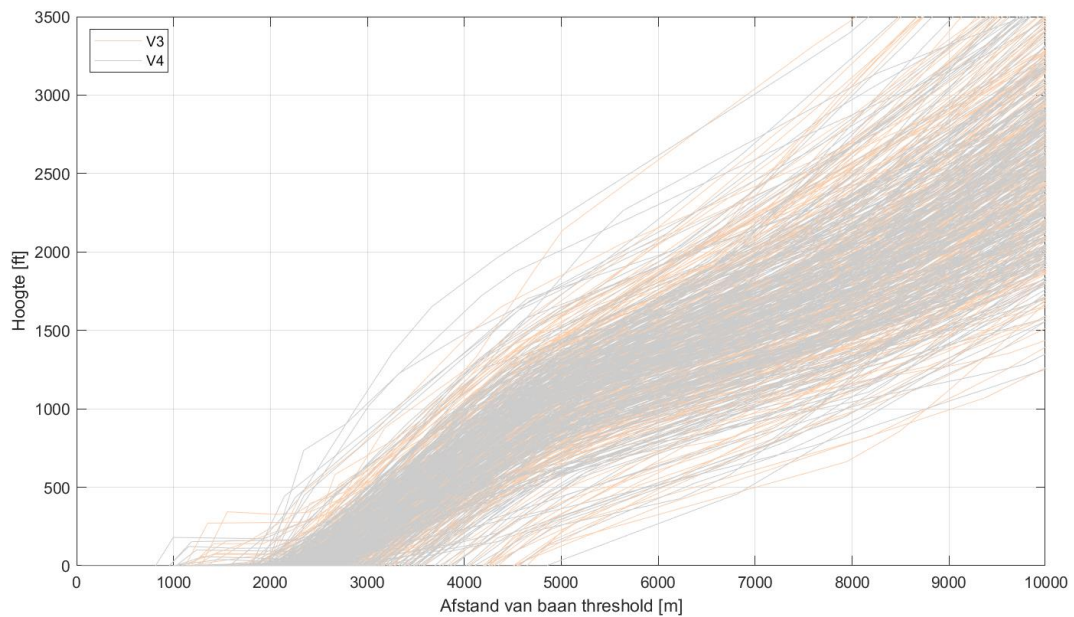
Eerst moet de term percentiel worden uitgelegd. In de context van dit onderzoek werden verticale profielen beschouwd als de waarden die de hoogte aanneemt op een bepaalde afstand van de baandrempel. Twee verticale profielen zijn nooit helemaal identiek, en daarom zullen er op elke afstand verschillende hoogtewaarden zijn die de verschillende individuele starts hebben opgeleverd. Daarom is de variabele die van belang is (in dit geval de hoogte) niet exact, maar verspreid over verschillende waarden voor elke afstand.

Hoewel de spreiding een groot bereik kan hebben, is het waarschijnlijk dat het merendeel van de profielen zich ophoopt in een smaller gebied. De verdeling kan worden beschouwd als een normale verdeling, zoals weergegeven in de onderstaande figuur. Het percentiel staat hier voor het percentage van de verdeling dat wordt bestreken. Oftewel, het 40e percentiel betekent de 40% laagste waarden. Bij een normale verdeling ligt de meerderheid van de gevallen, of het meest waarschijnlijke resultaat, bij het 50e percentiel. In het hoofd rapport het meest waarschijnlijke bereik van e hoogte aangegeven door het 40e tot 60e percentiel te gebruiken.



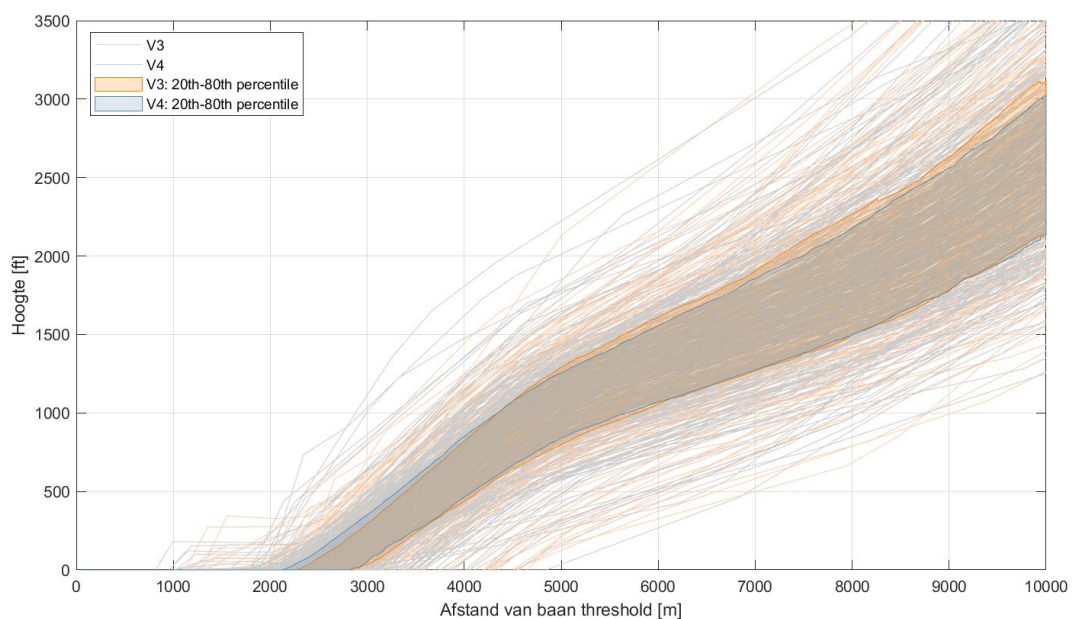
Figuur D-1: Normale verdeling en percentielen

Eerst worden alleen de individuele profielen in aanmerking genomen, zoals in onderstaande figuur. Zij vertonen een normaal verdeling, d.w.z. een aanzienlijke spreiding met een accumulatie van profielen in het midden hiervan. Ook kan worden opgemerkt dat, zoals verwacht, hoe hoger de hoogte, hoe groter het bereik van de spreiding.



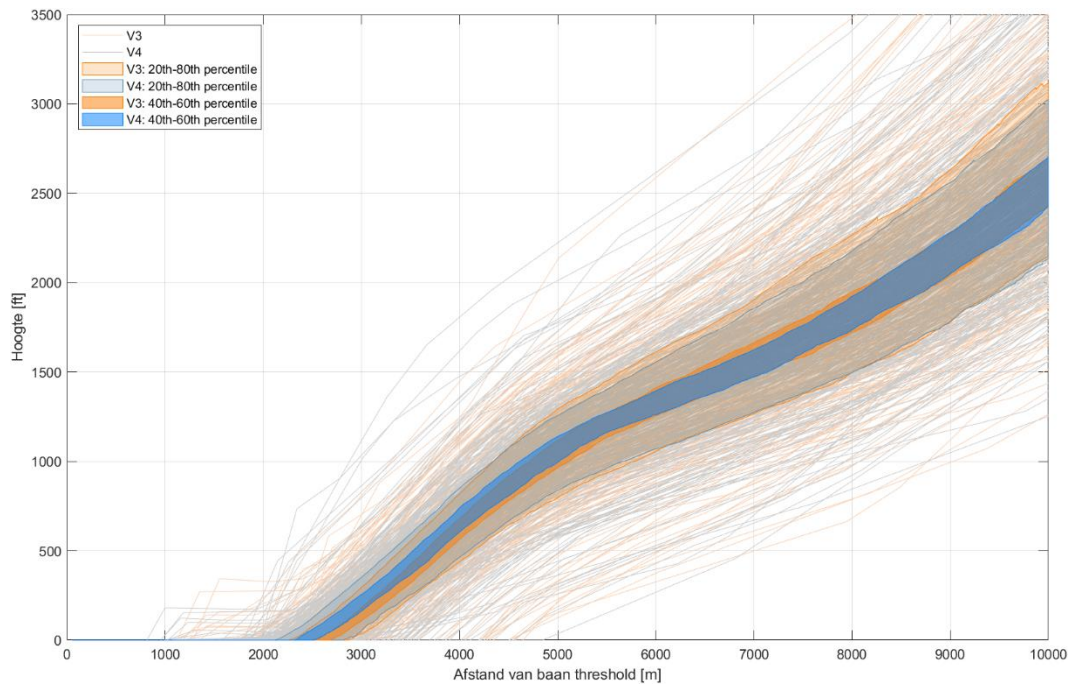
Figuur D-2: 300 individuele vluchten van B738 startend op baan 36L.

De spreiding bevat echter te veel profielen, waarvan sommige afwijken van het gemiddelde, waardoor het moeilijk is om het gemiddelde of het meest waarschijnlijke profiel te bepalen. Hiervoor worden percentielen gebruikt. De onderstaande figuur toont het 20e tot 80e percentiel, d.w.z. de kern 60% van de vluchten. Dit maakt het mogelijk vluchten uit te filteren die te ver afwijken van de meest waarschijnlijke profielen, maar toch een groot bereik te hanteren.



Figuur D-3: individuele vluchten en 20e-80e percentiel. Vliegtuig type: B738. Baan: 36L.

Om het meest waarschijnlijke profiel beter te kunnen inschatten, wordt ten slotte een smallere percentielband gebruikt. De onderstaande figuur toont, bovenop de vorige gegevens, ook het 40e tot 60e percentiel, d.w.z. de kern van 20% van de vluchten, het percentiel dat uiteindelijk in het hoofdverslag is gebruikt.



Figuur D-4: individuele vluchten, 20e-80e en 40e-60e percentielen. Vliegtuig type: B738. Baan: 36L.