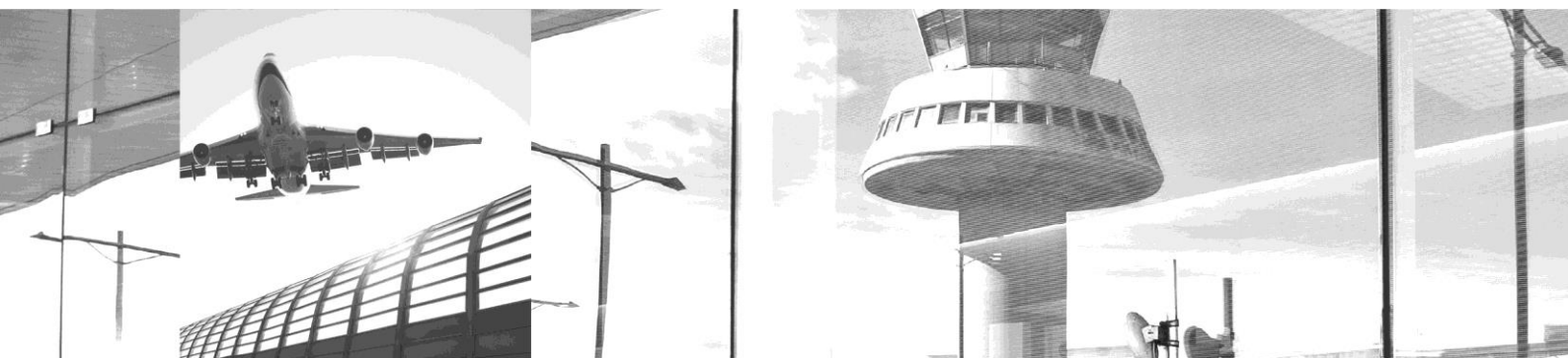




**moving
dot**

to70.

Insight in operational efficiency

In opdracht van	Knowledge and Development Centre Schiphol (KDC)
Datum	27 maart 2015
Rapport nr	15-RA-001
Versie	1.0

Colofon

Rapport	15-RA-001
Versie	1.0
Status	Definitief
Datum	27 maart 2015
Titel	Insight in operational efficiency
Projectnummer	130002.004.01
Opdrachtgever	Knowledge and Development Centre Schiphol (KDC)
Opdrachtnemer	MovingDot en To70
Projectteam MovingDot	Henk Waltman, Tom Verboon, Sjoerd de Groot, Bram Schouten, Maarten Kruitwagen
Projectteam To70	Arjen de Leege, Ruud van Gils, Martijn Beekhuyzen, Sander Ardinois
Projectteam LVNL	Stephan Galis
Projectteam KLM	Ceriel Janssen
Classificatie	Niet geclassificeerd

Rapport-autorisatie

	Naam	Datum	Handtekening
Gemaakt door	Tom Verboon	14-1-2015	
	Arjen de Leege	14-1-2015	
Gecontroleerd door	Henk Waltman	17-3-2015	
	Marc Verschoor	18-3-2015	
Goedgekeurd door	Hans Offerman	18-3-2015	

© All rights reserved by MovingDot B.V. and the customer.

Disclosure to third parties of this document or any part thereof, or the use of any information contained therein for purposes other than provided for by this document, is not permitted, except with prior and express written permission of both parties.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Doel	4
1.2	Scope	4
1.3	Definities	5
1.4	Aanpak	6
1.5	Leeswijzer	7
2	Efficiency-indicatoren en verbeterpunten vluchtefficiency	8
2.1	Belangrijkste efficiëntie-indicatoren	8
2.2	Belangrijkste verbeterpunten	9
2.3	Algemene observaties	11
2.4	Aanbevelingen	12
3	Vluchtanalyse vertrekkend verkeer	13
3.1	Grondpad	13
3.2	Klimprofiel	26
4	Vluchtanalyse naderend verkeer	30
4.1	Grondpad	30
4.2	Daalprofiel	43
5	Efficiency-indicatoren	50
5.1	Efficiency-indicatoren voor vertrekkend verkeer	50
5.2	Efficiency-indicatoren voor naderend verkeer	52
5.3	Bepalen van efficiency-indicatoren	53
5.4	Interactief dashboard en overzichtskaart	54
Annex A	Aanvullende gegevens analyse vertrekkend verkeer	57
Annex B	Aanvullende figuren analyse naderend verkeer	59
Annex C	Vluchtefficiency individuele city pairs	63

1 Inleiding

In het afgelopen decennium heeft Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) verschillende activiteiten ondernomen om een beter inzicht te verkrijgen in de operationele prestaties van het Air Traffic Management (ATM)-systeem, voornamelijk in de verschillende door LVNL geïdentificeerde key performance areas. Deze inspanningen hebben tot een beter inzicht geleid in de prestaties op het gebied van veiligheid, efficiëntie/capaciteit en milieu. Met betrekking tot de performance area 'efficiëntie' richt LVNL zich primair op de afhandelingscapaciteit van start- en landingsbanen en de daaraan gerelateerde operationele ATM-systeemcomponenten. Daarnaast concentreert Koninklijke Luchtvaartmaatschappij (KLM) zich op de efficiëntie van vluchtprofielen.

De ontwikkeling van performance-indicatoren is echter niet volbracht; er zijn nog enkele gebieden waarvoor inzicht in de operationele efficiëntie nog informatie ontbreekt. Zo voorziet LVNL dat er voor luchtvaartmaatschappijen meer inzicht nodig is in de consequenties voor individuele vluchten. Ook is er nog steeds onvoldoende koppeling tussen de ATM-ontwikkelingsstrategie en de prestaties van het ATM-systeem. KLM is daarnaast geïnteresseerd in mogelijkheden tot verbetering van de efficiëntie van de vluchtafhandeling binnen het ATM systeem.

Het onderhevig rapport beschrijft de resultaten van een project primair gericht op het identificeren van deze efficiency-indicatoren.

1.1 Doel

Het project kent de volgende drie doelstellingen (gebaseerd op de KDC-offertevraag):

- Het bepalen van mogelijke verbeterpunten voor operationele efficiëntie van het ATM-systeem op basis van de beschikbare gegevens van city pairs van de Koninklijke Luchtvaartmaatschappij (KLM). De efficiëntieverbeteringen dienen daarbij te worden afgezet tegen een optimaal vluchtprofiel (horizontaal en verticaal) aangeleverd door KLM;
- Het vaststellen van de factoren die een significante impact hebben op de operationele efficiëntie. Factoren als het weer, luchtruim- en routeontwerp, baangebruik en verkeersregulering dienen tenminste hierin beschouwd te worden;
- Het leveren van input voor de ontwikkeling van een LVNL-efficiencymodel.

1.2 Scope

De oorspronkelijke scope van het project was als volgt gedefinieerd:

- Het project analyseert de operationele efficiency in het ATM-systeem op basis van en specifiek voor een door KLM aangeleverde set city pairs. De analyse van deze city pairs wordt uitgevoerd op basis van actuele KLM-vluchtgegevens over een periode van een jaar;
- Van deze vluchten wordt het gedeelte geanalyseerd dat zich binnen de Amsterdam Flight Information Region (FIR) afspeelt, dat wil zeggen vertrekkende vluchten vanaf de gate op Schiphol tot aan de grens van de FIR, en aankomende vluchten vanaf de grens van de FIR tot aan de gate op Schiphol;

- De identificatie van factoren die een significante bijdrage leveren aan de operationele efficiëntie beperkt zich tot oorzaken binnen het Nederlands ATM-systeem. In sommige gevallen zal daartoe ook naar vluchtfasen buiten de Amsterdam FIR worden gekeken, maar de verbeterpunten zullen zich altijd richten op de factoren binnen de invloedssfeer van LVNL.

Hierop is door KLM een selectie van veertien city pairs gemaakt, te weten de verbindingen tussen Amsterdam (AMS) en:

- | | |
|------------------|-------------------|
| ▪ Aberdeen (ABZ) | ▪ New York (JFK) |
| ▪ Bergen (BGO) | ▪ Parijs (CDG) |
| ▪ Geneve (GVA) | ▪ Rome (FCO) |
| ▪ Hamburg (HAM) | ▪ Shanghai (PVG) |
| ▪ Hannover (HAJ) | ▪ Singapore (SIN) |
| ▪ Keulen (CGN) | ▪ Stockholm (ARN) |
| ▪ Londen (LHR) | ▪ Zürich (ZRH) |

Gedurende het project is echter gebleken dat het voor KLM niet mogelijk was actuele vluchtgegevens te verstrekken. Deze informatie is onderwerp van een convenant tussen KLM en de VNV. Omdat dat convenant werd herzien was KLM niet in de gelegenheid deze data op het benodigde moment beschikbaar te stellen. Er is als alternatief voor gekozen om de analyse uit te voeren op basis van ADS-B vluchtgegevens, beschikbaar gesteld door To70.

Een beperking bij het gebruik van ADS-B data is dat een deel van de vluchten niet kan worden meegenomen in de analyse, omdat KLM's Embraer 190 vloot niet is uitgerust met ADS-B. Daarnaast zijn de door de Fokker 70 via ADS-B uitgezonden positiegegevens onvoldoende betrouwbaar. Vluchten van en naar Hannover en Keulen konden hierdoor niet worden geanalyseerd. In het rapport zal een notitie gemaakt worden bij de passages waar deze beperking invloed heeft op de resultaten.

Tijdens het project is bij KLM het verzoek gedaan tot het beschikbaar stellen van informatie over ondervonden vertragingen ten gevolge van vluchtreguleringen door het EUROCONTROL Network Manager Operations Centre. Deze informatie kon door KLM niet meer binnen de looptijd van het project worden geleverd. In overleg met het KDC is daarom besloten de scope van het onderzoek te verkleinen en de Air Traffic Flow and Capacity Management (ATFCM) aspecten buiten beschouwing te laten.

1.3 Definities

Hieronder zullen enkele definities worden vastgelegd zoals die binnen dit project worden gehanteerd:

De **optimale route** is de kortste route tussen een city pair, gecombineerd met een CCO naar top of climb en een CDO vanaf top of descent. Deze route houdt geen rekening met de luchtruim- en routestructuur.

De **voorkeursroute** is de route die volgt uit het vliegplan. De route past binnen de bestaande luchtruimstructuur en routestructuur. In vluchtanalyses is de werkelijke vluchttuitvoering afgezet tegen deze voorkeursroute.

De **efficiency** van de vluchttuitvoering is, op het hoogste niveau, de mate waarin de vluchttuitvoering overeenkomt met de beoogde uitvoering van de vlucht in zowel het grondpad als het klim-/daalprofiel. Basis voor de beoogde vluchttuitvoering in het grondvlak is de eerder vastgestelde voorkeursroute volgend uit het vliegplan. In het klim-/daalprofiel is de efficiency de mate waarin het profiel overeenkomt met een continuous climb operation (CCO) dan wel continuous descent operation (CDO).

1.4 Aanpak

Om de doelstellingen van het project te bereiken worden binnen dit project drie type activiteiten onderscheiden die vervolgens in dezelfde volgorde worden toegelicht:

1. Kwalitatieve analyse
2. Kwantitatieve analyse
3. Identificeren van algemene efficiëntie-indicatoren en -verbeterpunten

1.4.1 Kwalitatieve analyse

Voor elk aangeleverd KLM city pair wordt op basis van de voorkeursroute geïnventariseerd waar in de operationele vluchtafhandeling afwijkingen kunnen optreden, wat de oorzaken hiervan zijn in het ATM-systeem en wat de gevolgen zijn voor de operationele efficiëntie. Deze analyse wordt uitgevoerd voor verschillende operationele condities; bijvoorbeeld in piektijden, in de nacht en tijdens militaire activiteit.

De resultaten van deze operationele analyse worden geverifieerd met experts van KLM en LVNL om uiteindelijk te komen tot een longlist van mogelijke afwijkingen en een longlist van factoren die invloed hebben op de operationele efficiëntie, met waar mogelijk de onderlinge verbanden daartussen.

1.4.2 Kwantitatieve analyse

In de kwantitatieve analyse wordt de werkelijke vluchttuitvoering afgezet tegen de beoogde vluchttuitvoering in zowel grondpad als klim-/daalprofiel. In het horizontale vlak wordt het verschil tussen de werkelijk gevlogen route en de voorkeursroute bepaald. Het klim-/daalprofiel vergelijken we met een CCO-of CDO-profiel. De verschillen worden uitgedrukt in efficiency-indicatoren. De efficiency-indicatoren zijn zodanig gedefinieerd dat de bevindingen uit de kwalitatieve analyse kunnen worden gekwantificeerd.

Voor iedere vlucht worden de scores op de efficiency-indicatoren bepaald. Om de bevindingen uit de kwalitatieve analyse te toetsen maken we doorsneden van de scores op de efficiency-indicatoren voor alle relevante city pairs.

Om ook per city pair inzicht te krijgen in de operationele efficiency worden de resultaten per vlucht geaggregeerd om veelvoorkomende afwijkingen van de voorkeursroute en CCO- of CDO-profiel inzichtelijk te kunnen maken.

1.4.3 Identificeren van algemene efficiency-indicatoren en verbeterpunten

In deze activiteit worden de resultaten van de kwantitatieve en kwalitatieve analyse bij elkaar gebracht om te komen tot een vaststelling van de belangrijkste factoren die de operationele efficiëntie beïnvloeden, en de eventueel aanwezige onderlinge relaties tussen deze factoren.

Ook zullen aan de hand van voorbeelden algemene operationele verbeterpunten worden aangereikt die geïdentificeerd zijn in de operationele analyse en onderbouwd zijn vanuit de kwantitatieve analyse.

1.5 Leeswijzer

De structuur van dit rapport volgt het 'Pyramid principle'. Het rapport begint na deze inleiding met de belangrijkste conclusies om vervolgens stap voor stap in meer detail te treden. De lezer kan na het lezen van de conclusies zelf zijn niveau van interesse bepalen en gericht verder lezen. Door gebruik te maken van dit principe wordt de hoofdtekst van het rapport zo compact mogelijk en kan de lezer eenvoudig kiezen tot welk detailniveau hij of zij wil lezen. Het rapport hanteert de volgende indeling:

Hoofdstuk 2 beschrijft de belangrijkste uitkomsten van deze studie, gevolgd door algemene observaties en aanbevelingen. Vervolgens worden in de hoofdstukken 3 (vertrekkend verkeer) en 4 (naderend verkeer) de belangrijkste afwijkingen van de voorkeursroutes beschreven (inclusief een toelichting vanuit operationeel perspectief) en de gevolgen uitgedrukt met behulp van efficiency-indicatoren. Tot slot worden in hoofdstuk 5 de efficiency-indicatoren beschreven en hoe deze toegepast zijn in de rest van de studie.

Annex A en Annex B bevatten aanvullingen op de vluchtanalyse van vertrekkend respectievelijk naderend verkeer in hoofdstuk 4 en 5. Tot slot geeft Annex C de resultaten uit de vluchtanalyse weer per individueel city pair.

2 Efficiency-indicatoren en verbeterpunten vluchtefficiency

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste uitkomsten van deze studie samengevat, gevolgd door algemene observaties en aanbevelingen. De belangrijkste uitkomsten die worden onderscheiden zijn de voorgestelde efficiency-indicatoren en de belangrijkste verbeterpunten van vluchtefficiency bekeken vanuit het Air Traffic Management (ATM)-systeem.

Het karakter van de afhandelingsaspecten en omstandigheden van vertrekkend- en naderend verkeer op Schiphol verschilt sterk in planbaarheid, afhankelijkheden en beïnvloedbaarheid. Daarom is besloten bij de ordening van de efficiency-indicatoren vertrekkend en naderend verkeer separaat te behandelen. Daarnaast is ervoor gekozen de gevolgde vluchtprofielen te beschouwen per vluchtfase of afhandelingssegment, te weten taxi/grond, de Schiphol Terminal Area (TMA) en de Area Control Centre (ACC)-sectoren.

2.1 Belangrijkste efficiëntie-indicatoren

2.1.1 Vertrekkend verkeer

Om inzicht te krijgen in de belangrijkste factoren die een maat zijn voor de vluchtefficiency van vertrekkend verkeer binnen het Nederlandse ATM-systeem zijn de volgende efficiency-indicatoren geïdentificeerd (**Tabel 2-1**). Bij deze indicatoren wordt de tijd uitgedrukt in minuten, de afstand in nautical miles (NM) en de (vlieg-)hoogte in voeten (ft).

Tabel 2-1 Efficiency-indicatoren vertrekkend verkeer binnen het Nederlandse ATM systeem

Efficiency-indicator		Vluchtfase
V1.	Taxitijd	Van de gate tot aan de startbaan
V2.	Horizontale segmenten van de vlucht (aantal, hoogte, afstand en duur)	Totale vlucht
V3.	Hoogte bij het doorkruisen van de sectorgrenzen	a. TMA naar ACC sector b. ACC sector naar adjacent center
V4.	Vluchttijd binnen het gebied	a. TMA b. ACC sector
V5.	Afgelegde grondafstand	a. TMA b. ACC sector
V6.	Ratio tussen afgelegde grondafstand en grootcirkelafstand ¹	a. TMA b. ACC sector

¹ De grootcirkelafstand is de kortste verbinding tussen twee punten op een (aard-)bol. Deze kortste verbinding is altijd een deel van de grootcirkel; een cirkel op een boloppervlak waarvan de straal gelijk is aan de straal van de bol.

2.1.2 Naderend verkeer

Om een beeld te krijgen van de belangrijkste factoren die een maat zijn voor de vluchtefficiency van naderend verkeer binnen het Nederlandse ATM-systeem zijn de volgende efficiency-indicatoren geïdentificeerd (Tabel 2-2).

Tabel 2-2 Efficiency-indicatoren naderend verkeer binnen het Nederlandse ATM-systeem

	Efficiency-indicator	Vluchtfase
N1.	Horizontale segmenten van de vlucht (aantal, hoogte, afstand en duur)	Totale vlucht
N2.	Hoogte bij het doorkruisen van de sectorgrenzen	a. Adjacent centre naar ACC sector b. ACC sector naar TMA
N3.	Vluchttijd binnen het gebied	a. ACC sector b. TMA
N4.	Afgelegde grondafstand	a. ACC sector b. TMA
N5.	Ratio tussen afgelegde grondafstand en grootcirkelafstand	a. ACC sector b. TMA
N6.	Taxitijd	Van de landingsbaan tot aan de gate

2.2 Belangrijkste verbeterpunten

Voor elk van de city pairs is een inventarisatie gemaakt van de mogelijke verbeterpunten in termen van vluchtefficiency. Deze verbeterpunten betreffen zowel potentiële aanpassingen van het ATM-systeem als operationele planningsactiviteiten van KLM. Voor de verbeterpunten per city pair is ook gekeken naar het effect op de andere city pairs, daar waar mogelijk worden daarom verbeterpunten gebundeld weergegeven. Er is slechts beperkt rekening gehouden met het effect op vluchten van/naar andere bestemmingen dan de gegeven city pairs. Hieronder volgt een selectie van de belangrijkste uit alle potentiële verbeterpunten.

Amsterdam (AMS) - Bergen (BGO)

Potentiële verbeterpunten	Effect	Haalbaarheid
Optimaliseer BERGI SID aan de hand van de meest gevlogen track.	Planmatige verkorting totale vluchtduur/bloktijd en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof.	Potentieel conflict met naderingen via IAF SUGOL moet worden onderzocht. Aanpassing van de route boven land leidt tot verschuiving van hinder en mogelijk toename van hinder.
Ontwerp vertrekroute gebruikmakend van militair luchtruim.	<i>Bij incidentele toewijzing:</i> Verkorting totale vluchtduur en vermindering hoeveelheid brandstof. <i>Bij gepland gebruik:</i> Planmatige verkorting totale vluchtduur/bloktijd en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof.	Op termijn kansen ten gevolge van verdere civiel-militaire samenwerking. Mogelijk eerder al kansen bij periodieke actualisatie van strategische Functional Use of Airspace (FUA) afspraken.

Bergen (BGO) - Amsterdam (AMS)

Potentiële verbeterpunten	Effect	Haalbaarheid
Verkorten naderingsroute gebruikmakend van militair luchtruim	<i>Bij incidentele toewijzing:</i> Verkorting totale vluchtduur en vermindering hoeveelheid brandstof. <i>Bij gepland gebruik:</i> Planmatige verkorting totale vluchtduur/bloktijd en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof.	Op termijn kansen ten gevolge van verdere civiel-militaire samenwerking. Mogelijk eerder al kansen bij periodieke actualisatie van strategische Functional Use of Airspace (FUA) afspraken.

Amsterdam (AMS) - Geneve (GVA) en Zurich (ZRH)

Potentiële verbeterpunten	Effect	Haalbaarheid
Verbeterde (beschikbaarheid van informatie) over beschikbaarheid militair luchtruim voor civiel verkeer zodat KLM hier in bloktijden rekening mee kan houden.	Planmatige verkorting totale vluchtduur/bloktijd en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof.	Op termijn kansen ten gevolge van verdere civiel-militaire samenwerking. Mogelijk eerder al kansen bij periodieke actualisatie van Functional Use of Airspace (FUA) afspraken.

Geneve (GVA), Rome (FCO) en Zurich (ZRH) - Amsterdam (AMS)

Potentiële verbeterpunten	Effect	Haalbaarheid
Vluchtplan opstellen op basis van actueel/verwacht baangebruik: via IAF RIVER bij noordelijk, via IAF ARTIP bij zuidelijk baangebruik.	Potentieel planmatige verkorting totale vluchtduur/bloktijd en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof ² .	Vraagt onderzoek naar werkwijze vluchtplanning bij KLM OCC.
Naderen via een nieuw te ontwerpen route vanuit het zuidoosten.	Planmatige verkorting totale vluchtduur/bloktijd en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof.	Op termijn kansen ten gevolge van implementatie vierde IAF.

2.3 Algemene observaties

- Het gezamenlijk afstemmen van bruikbare operationele efficiency-indicatoren draagt in grote mate bij aan een verbetering van inzicht en het managen van wederzijdse verwachtingen op dit gebied. Een kans op verdere optimalisatie van de efficiency van de vluchtafhandeling is gelegen in wederzijdse acceptatie van te gebruiken vluchtefficiency-indicatoren en het onderling coördineren van potentiële verbeteracties.
- Tijdens de werksessies van het team van experts bleek dat LVNL en KLM, als direct betrokken partijen bij de ontwikkeling van de vluchtefficiency in het Nederlands luchtruim, de problematiek vanuit verschillend perspectief beschouwen. Daar waar LVNL zich inspant om de vluchtefficiency van totale verkeerstromen zo optimaal mogelijk te laten verlopen, concentreert KLM zich op het optimaliseren van individuele vluchten. Deze verschillen in benadering vormen een potentieel risico voor de verbetering van de vluchtefficiency. In het ongunstigste geval kunnen de bijsturings- of ontwikkelactiviteiten van de partijen elkaar tegenwerken.

² Er bij de beschrijving van dit verbeterpunt geen rekening gehouden met de effecten van flow-control-maatregelen.

- De verdeling van de beschikbaarheid van delen van het Nederlands luchtruim voor militair of burgervliegverkeer volgt de vastgelegde Functional Use of Airspace (FUA) levels en de Conditional Routes (CDRs) categorieën. De beschikbaarheid van militair luchtruim voor gebruik door civiel vliegverkeer is een belangrijke factor bij het verbeteren van de vluchtefficiency van een aantal city pairs. Op dit moment is het gebruik van CDRs of directe routes maar een beperkt deel van de dag planbaar. Hierdoor is in deze gevallen het planmatig aanscherpen van de vluchtefficiency nauwelijks mogelijk.

2.4 Aanbevelingen

- Stel een gezamenlijke door KLM en LVNL geaccepteerde set efficiency-indicatoren en referentiewaarden voor de vluchtafhandeling vast. Pas deze set toe bij initiatieven voor de optimalisatie van vluchtefficiency alsmede bij veranderingen van het ATM-systeem, om het effect op de vluchtefficiency eenduidig zichtbaar te maken.
- Inventariseer periodiek de behoefte van zowel militair als civiel luchtverkeer met betrekking tot het gebruik van het luchtruim. Stel op basis van deze behoeftestelling voor een afgesproken periode opnieuw de FUA levels en CDR categorieën vast om zo de beschikbaarheid van luchtruim en routes voor alle gebruikers optimaal af te stemmen op de behoeften.
- Herhaal de analyse in deze studie op basis van heldere uitgangspunten en actuele, nauwkeurige vluchtgegevens van KLM om een completer en nauwkeuriger inzicht te verwerven van de potentiële efficiencyverbeteringen.

3 Vluchtanalyse vertrekkend verkeer

De analyse van vluchten die vanaf Schiphol vertrekken omvat alle vluchten tussen de geselecteerde city pairs binnen de Amsterdam FIR. Voor de analyse is het verantwoordelijkheidsgebied opgedeeld in drie segmenten: de grond (manoeuvring area van Schiphol), de Schiphol TMA en het gebied tussen de FIR-grens en de Terminal Area (TMA) (in het vervolg: ACC-sectoren). Het eerste deel van de analyse naar de operationele efficiency is gericht op het grondpad. Het tweede deel van de analyse is gericht op het klimprofiel.

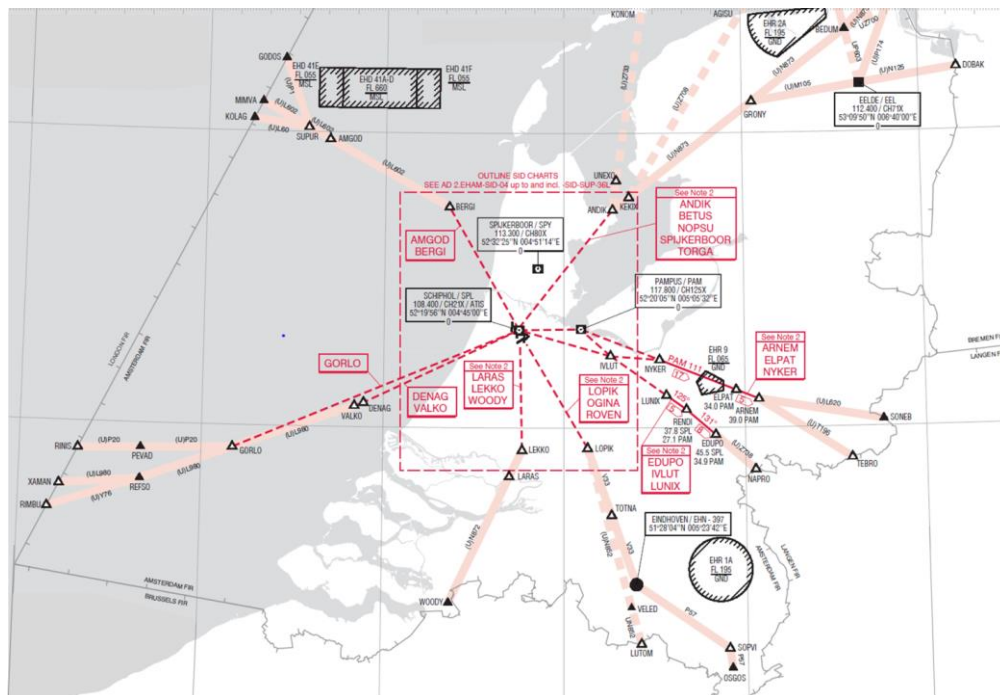
De secties geven allereerst een kwalitatieve beschrijving van de variatie in de vluchtuitvoering en de afwijking van de beoogde vluchtuitvoering ondersteund met grafische doorsneden. Daarna wordt de grootte van de variatie en afwijkingen geanalyseerd aan de hand van de efficiency-indicatoren. Indien relevant wordt een toelichting gegeven over wat er vanuit luchtverkeersleidingsoogpunt ten grondslag ligt aan de gemeten operationele efficiency.

Annex A bevat aanvullende figuren op onderstaande analyse. Annex C geeft de resultaten weer per city pair.

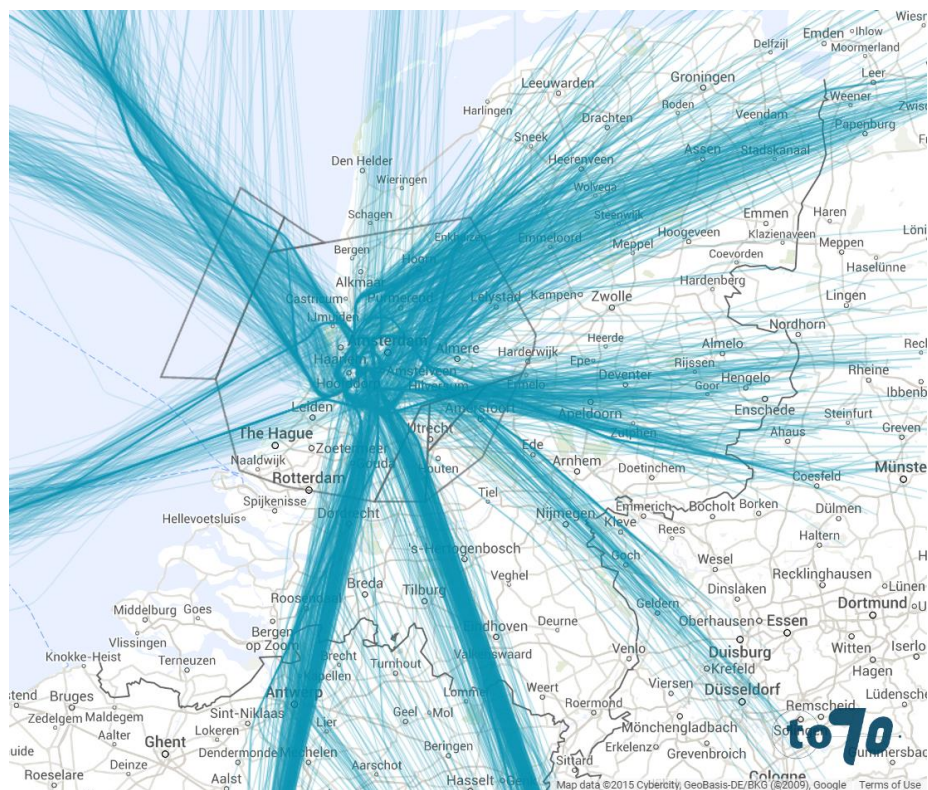
3.1 Grondpad

3.1.1 Belangrijkste observaties

De voor Schiphol ontworpen vertrekroutes, de zogeheten Standard Instrument Departures (SIDs), zoals die zijn gepubliceerd in de Nederlandse Aeronautical Information Publication (AIP) zijn weergegeven in [Figuur 3-1](#). Daaronder toont [Figuur 3-2](#) de daadwerkelijk gevlogen tracks van vertrekkend verkeer voor de geselecteerde city pairs, samen met de grens van de TMA. Over het algemeen valt op dat de SIDs goed te herkennen zijn in de tracks.



Figuur 3-1 Standard Instrument Departures Schiphol



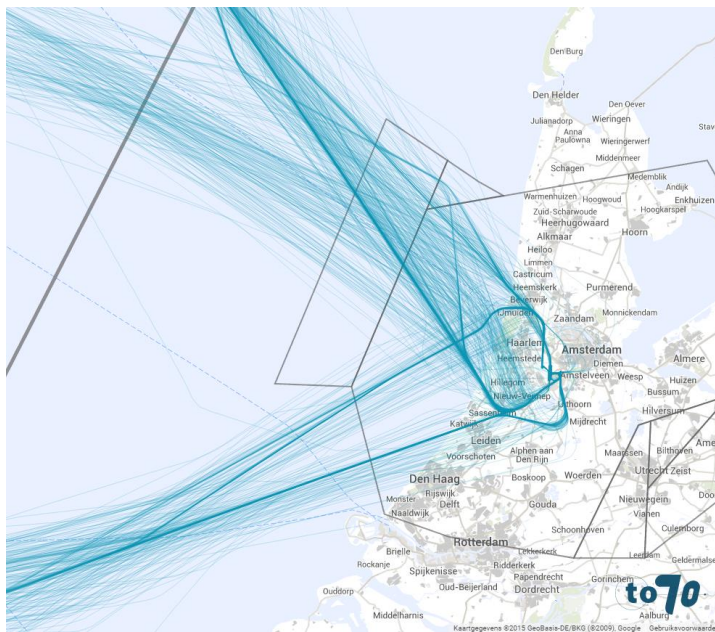
Figuur 3-2 Tracks van alle vertrekkende vluchten uit de geselecteerde city pairs

Ook de Air Traffic Services (ATS)-routes in de sector zijn, met een zekere variatie, goed te herkennen. Hier en daar krijgen vluchten kortere routes aangeboden naar een routepunt verderop in het vliegplan, dit verschijnsel noemt men een *direct*. Verder zijn in [Figuur 3-1](#) nog een aantal opvallende patronen te herkennen.

Hoewel de voorgeschreven vertrekroutes naar het noordoosten en het noordwesten lopen, zijn er verkeersstromen zichtbaar die direct naar het noorden lopen of vanuit een noordwestelijke koers vroegtijdig naar het noorden afbuigen. Ten noorden van Schiphol en boven de Waddenzee gaan deze vluchten doorgaans door militair luchtruim. Verder is vanaf Schiphol naar het zuidoosten een smalle, geconcentreerde stroom van tracks te zien - grofweg langs de lijn Utrecht-'s Hertogenbosch-Eindhoven. Ook deze vluchten vinden door militair luchtruim plaats.

Tot slot valt op dat er een brede, convergerende stroom tracks vanaf Schiphol naar het noordoosten loopt, die voornamelijk bestaat uit vluchten die op verschillende punten op hun vertrekroute direct richting Hamburg worden geïnstrueerd.

[Figuur 3-3](#) bevat een doorsnede met vertrekkende vluchten op westelijke routes, met andere woorden de vluchten naar Aberdeen, Bergen, Londen en New York. Ook hierin valt op dat er veel vluchten zijn die van de SID/route afwijken en direct naar een volgend routepunt vliegen. Een voorbeeld zijn de vluchten die naar het noorden vliegen of de oorspronkelijke route vliegen alvorens eerder af te buigen naar het noorden, beide door militair luchtruim. Een ander voorbeeld zijn vluchten die starten van baan 24 en vroegtijdig direct naar rechts richting het routepunt BERGI (noordwest in de TMA) of direct AMGOD worden geklaard.



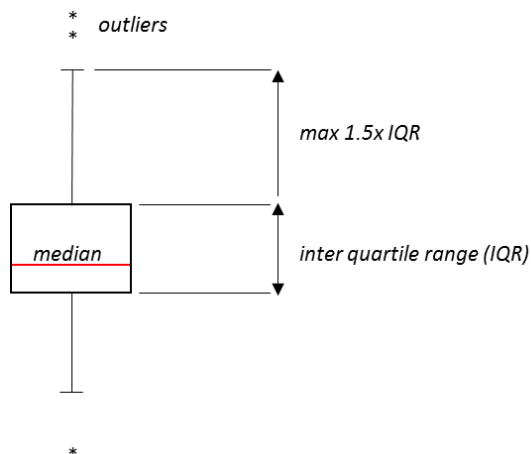
Figuur 3-3 Tracks van vertrekkende vluchten op alle westelijke routes

3.1.2 Analyse vluchtgegevens

De analyse van vertrekkend verkeer omvat de afgelegde weg binnen de sector, tijd in de sectoren en het gebruik van SID's. Analyse van de vluchtgegevens bevestigt dat een deel van het verkeer de SID voortijdig verlaat. Het afwijken van de SID resulteert in een variatie in de afgelegde weg (Along Track Distance, ATD), de tijd in de TMA en in mindere mate in de FIR.

Deze tijds- en afstandsverschillen zijn weergegeven met boxplots. **Figuur 3-4** geeft een voorbeeld van een boxplot weer. Een boxplot is een grafische weergave van de statistische eigenschappen van een bepaalde doorsnede van data, en bevat:

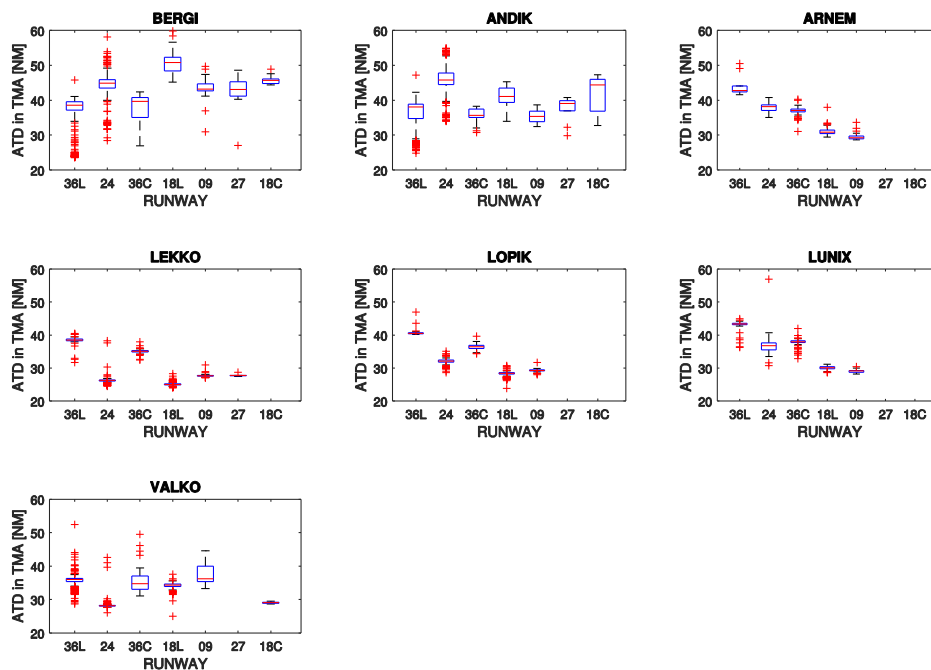
- *De mediaan*: de waarde die met de hoogste frequentie in de data voorkomt;
- *De box*: geeft het bereik weer van de middelste 50% van de data c.q. de interkwartielafstand (IQR);
- *Whiskers*: bereik van de extreme waarden van de data, tot maximaal 1,5 keer de IQR vanaf de minimum en maximum waarde van de box;
- *Uitbijters*: datapunten buiten de whiskers.



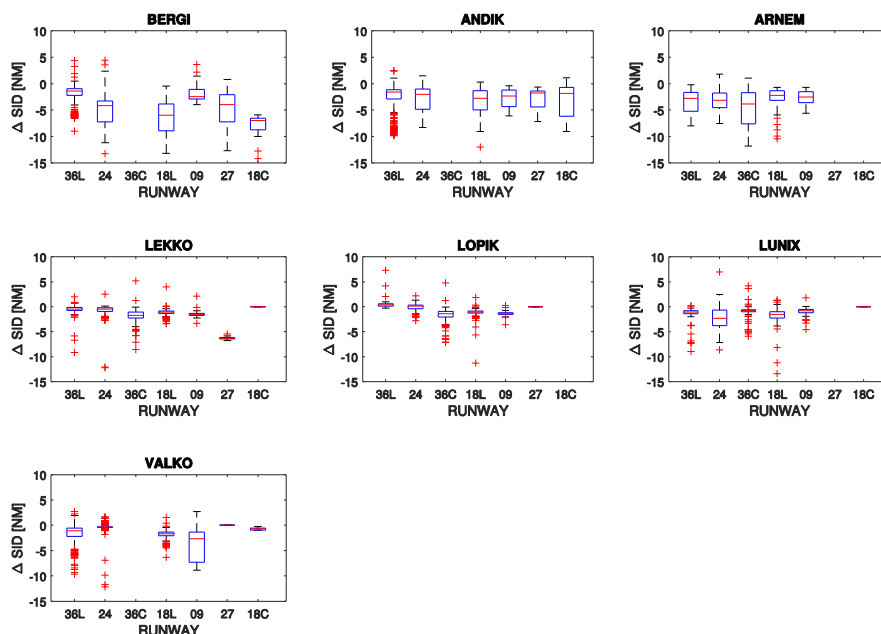
Figuur 3-4 Voorbeeld van een boxplot

Figuur 3-5 toont de afgelegde weg binnen de TMA, uitgesplitst naar uitvliegrichting en startbaan.

Figuur 3-6 geeft het verschil tussen de daadwerkelijk afgelegde weg en de afstand als de SID exact gevlogen wordt.



Figuur 3-5 Afgelegde weg binnen de TMA



Figuur 3-6 Lengte van de SID minus afgelegde weg tot eindpunt SID

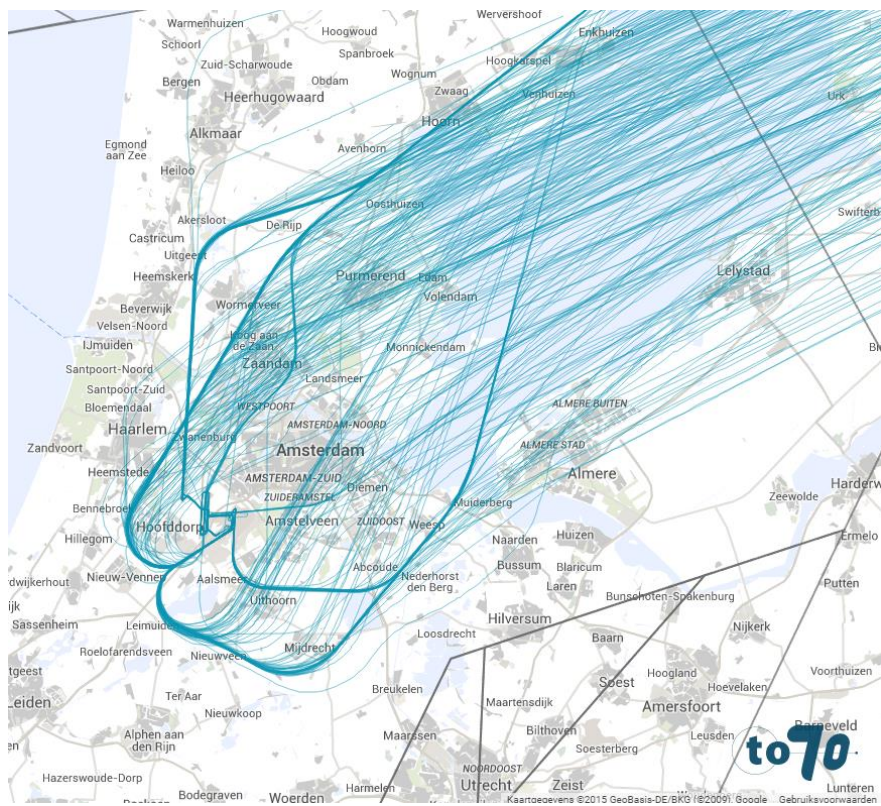
Verkeer richting BERGI

Voor verkeer in de richting van BERGI varieert vanaf alle banen de afgelegde weg binnen de TMA sterk. Vanaf alle banen zijn verkeersstromen te zien die verschillen van de SID, met variatie in de afgelegde weg binnen de TMA tot gevolg. [Figuur 3-6](#) laat zien dat het afwijken van de SID doorgaans leidt tot een kortere vliegafstand. Het verschil tussen de lengte van de SID en de afgelegde weg tot (of ter hoogte) van het eindpunt van de SID is veelal enkele nautische mijlen, maar kan oplopen tot 10 NM.

Voor baan 36C is ter voorkoming van het verwisselen van SIDs door de vliegers, geen SID in de richting van BERGI gedefinieerd. De variatie in de vliegafstand is daardoor baan 36C groter dan voor alle andere banen.

Verkeer richting ANDIK

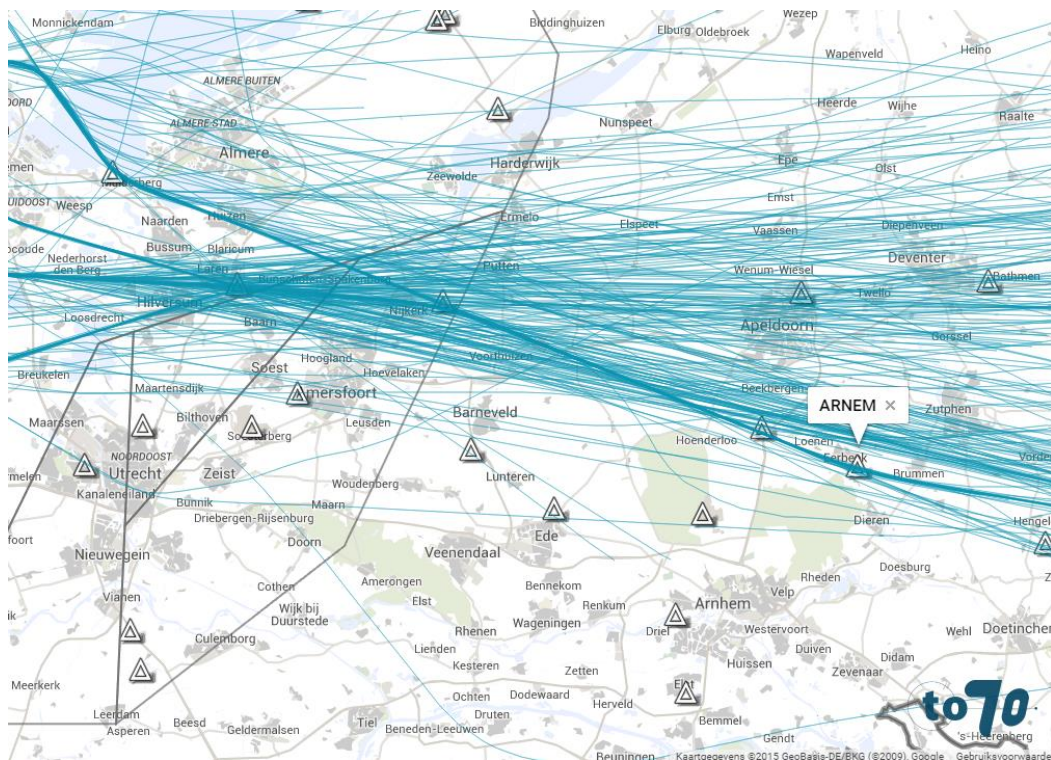
Verkeer richting ANDIK laat voor alle banen een vergelijkbare spreiding zien, met uitzondering van baan 18C. Voor deze baan is de variatie in de afgelegde weg in de TMA groter dan voor de overige banen. Voor de banen 18C en 24 is tevens een grotere spreiding in het verschil met de nominale SID-lengte te zien (respectievelijk tot -4 en -5 NM). Dit komt ook tot uiting in de grondpaden in [Figuur 3-7](#). Hierin is duidelijk zichtbaar dat verkeer vanaf banen 18C en 24 op verschillende punten langs de SID afdraait van het nominale pad van de SID.



Figuur 3-7 Vertrekkend verkeer richting ANDIK

Verkeer richting ARNEM

In vergelijking met het BERGI- en ANDIK-verkeer treedt bij verkeer richting ARNEM zeer weinig spreiding op in de afgelegde afstand (< 2 NM). Wel is er variatie zichtbaar in de afstand ten opzichte van de nominale SID-lengte (tot 5 NM minder). Deze variatie wordt vooral veroorzaakt doordat verkeer buiten de TMA van de ARNEM SID afwijkt. Tot aan de TMA-grens treedt er weinig variatie op ten opzichte van het nominale pad. De spreiding van grondpaden rond de TMA-grens is te zien in [Figuur 3-8](#).



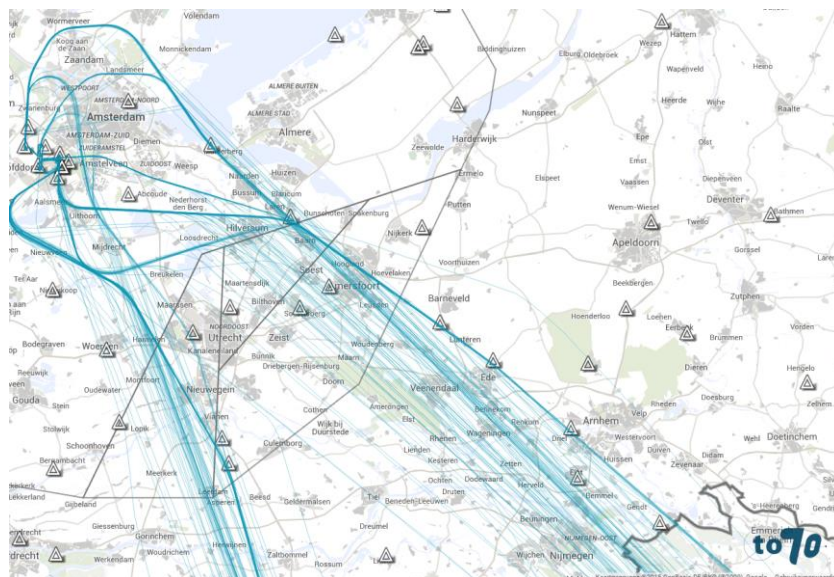
Figuur 3-8 - Spreiding ARNEM verkeer na TMA grens

Verkeer richting LUNIX

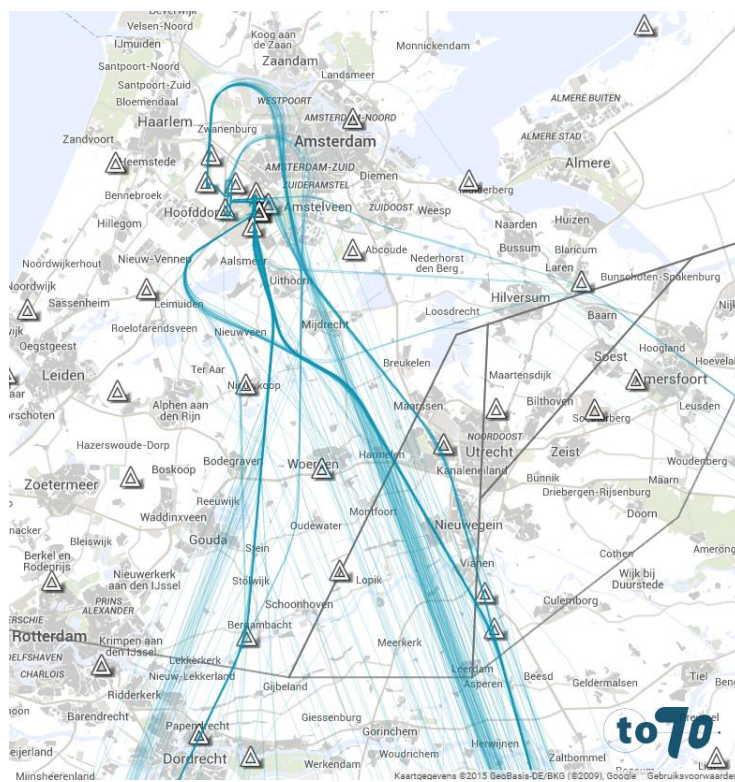
Verkeer richting LUNIX laat een spreiding zien ter hoogte van de TMA-grens (zie [Figuur 3-9](#)). De afgelegde afstand binnen de TMA vanaf baan 24 varieert een fractie meer dan vanaf de andere banen. Het verschil in de afgelegde afstand (tot -4 NM) ten opzichte van het nominale pad van de SID wordt veroorzaakt door het eerder afdraaien richting het zuidoosten. Een groot deel van het verkeer verlaat de LUNIX SID vanaf baan 24 net voordat de TMA-grens wordt bereikt.

Verkeer richting LEKKO en LOPIK

Ook bij het verkeer richting LEKKO en LOPIK treedt weinig spreiding op in de afgelegde afstand in de TMA. Het verschil in afgelegde afstand ten opzichte van de nominale SID afstand laat tevens weinig variatie zien (<2 NM). In de tracks komt dit tot uiting in relatief kleine afwijkingen ten opzichte van het nominale pad van de SID ([Figuur 3-9](#) en [Figuur 3-10](#)).



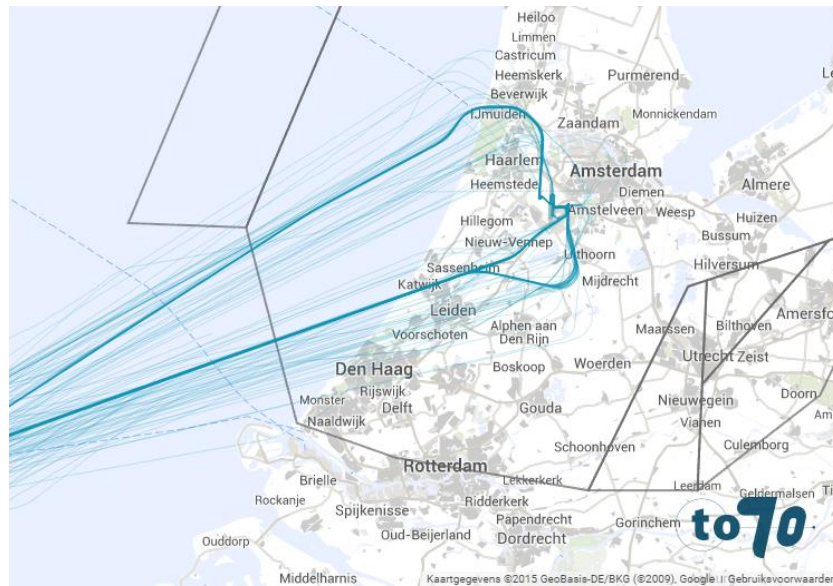
Figuur 3-9 Vertrekkend verkeer richting LOPIK (zuid) en LUNX (zuidoost)



Figuur 3-10 Vertrekkend verkeer richting LEKKO en LOPIK

Verkeer richting VALKO

Vertrekkend verkeer richting VALKO laat variaties zien in de afgelegde afstand vanaf de banen 36C en 09 (tot 8 NM)(zie [Figuur 3-11](#)). Voor 36C is richting VALKO geen SID gedefinieerd, wat zich uit in een spreiding van afgelegde afstand in de TMA. Verkeer vanaf baan 09 wijkt af van de SID, wat resulteert in een verschil ten opzichte van het nominale pad (tot 8 NM minder).



Figuur 3-11 Vertrekkend verkeer richting VALKO

Operationele toelichting

Het ontwerp van de SIDs op Schiphol is gebaseerd op een aantal uitgangspunten:

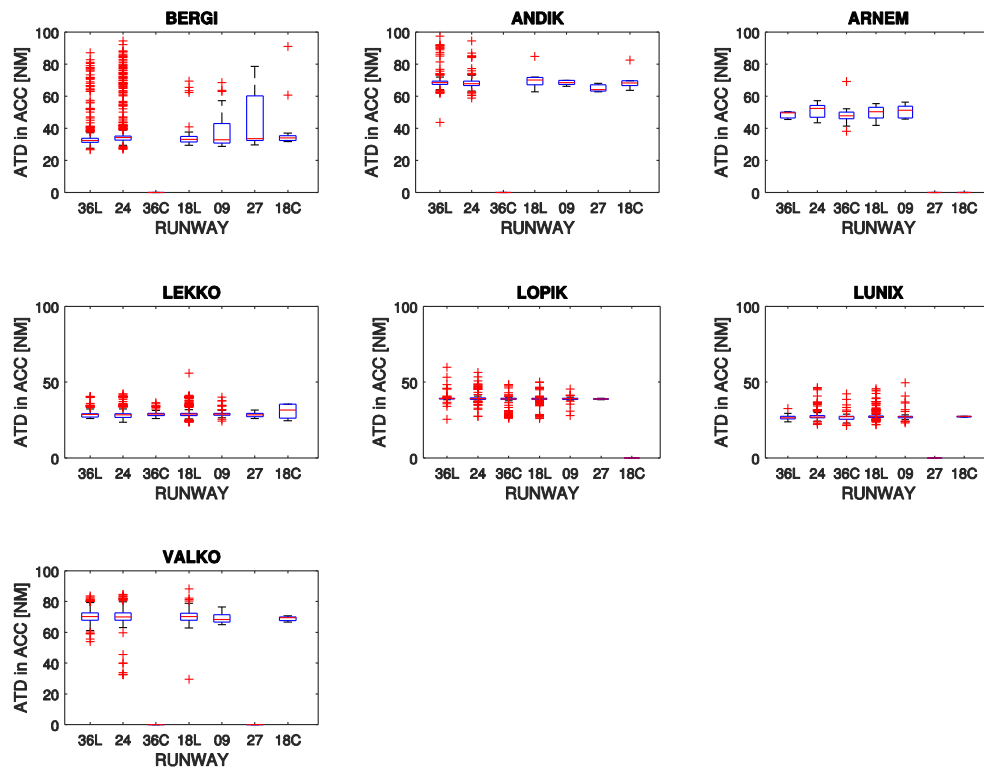
- Divergentie van vertrekroutes naar verschillende TMA exit-punten om een zo hoog mogelijke startcapaciteit te realiseren;
- Maximale klim naar Flight Level (FL) 60 om separatie te garanderen met naderend verkeer vanaf de IAFs dat zich op FL70 bevindt;
- Beperking van geluidoverlast.

Zodra vertrekkend verkeer (overdag) zich boven de 3000 ft bevindt en/of vrij is van mogelijk conflicterend aankomend verkeer, is het de verkeersleider toegestaan om met vertrekkend verkeer de SID te verlaten en een directere route te volgen. Dit levert een winst in vliegafstand op en verkort ook de vliegtijd.

Afgelegde weg in ACC-sectoren

Figuur 3-12 toont de variatie in de afgelegde weg van de TMA-grens tot het bereiken van de FIR-grens. Voor alle uitvliegrichtingen geldt dat de mediaan van de afgelegde weg in de ACC sectoren per baan nagenoeg gelijk is, zie ook [Tabel 3-1](#) (zie vervolgens Annex A voor vliegtijd). Het vliegp pad in de ACC sectoren is doorgaans een rechte lijn, wat leidt tot een standaarddeviatie van slechts enkele NM. Uitzondering is het verkeer richting BERGI en ANDIK. Dit verkeer met een noordelijke bestemming maakt in de ACC sectoren soms een bocht naar het noorden richting militair luchtruim waardoor de

ATD in de FIR toeneemt. In de volgende paragraaf is het gebruik van militair luchtruim verder geanalyseerd.



Figuur 3-12 Afgelegde weg binnen ACC sectoren

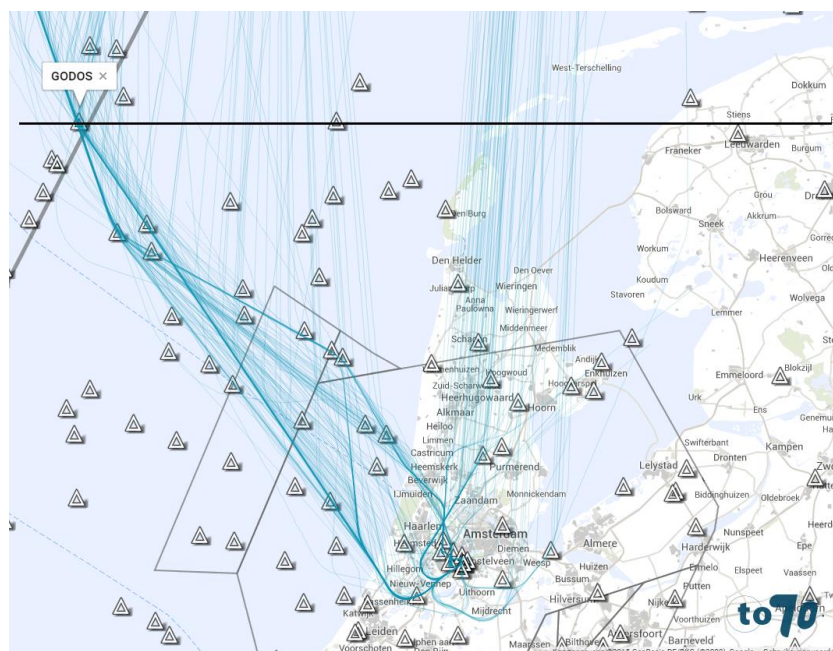
Tabel 3-1 Mediaan en standaarddeviatie ATD in ACC sectoren

(NM)	24	27	09	18C	18L	36C	36L
ANDIK	68 (4)	64 (3)	69 (1)	68 (7)	70 (6)	-	69 (7)
ARNEM	52 (4)	-	51 (4)	-	50 (4)	48 (6)	50 (3)
BERGI	34 (11)	34 (19)	33 (12)	34 (15)	33 (8)	-	32 (11)
LEKKO	28 (3)	29 (2)	29 (2)	32 (5)	29 (4)	29 (2)	29 (2)
LOPIK	39 (2)	39 (0)	39 (2)	-	39 (2)	39 (4)	39 (3)
LUNIX	27 (4)	-	27 (3)	27 (0)	27 (3)	27 (2)	26 (1)
VALKO	70 (6)	68 (0)	68 (3)	70 (2)	70 (5)	-	70 (4)

Gebruik van militair luchtruim

In aanvulling op de constatering per uitvliegrichting laat de analyse zien dat het al dan niet ‘actief’ zijn van militair luchtruim invloed heeft op de afgelegde weg en daarmee op de tijd binnen de TMA en FIR. Routes die beschikbaar komen door openstelling van het militair luchtruim voor civiel verkeer zijn in deze analyse vergeleken met de reguliere routes door de gevlogen afstand te vergelijken tot aan de FIR-grens en daarbij de grootcirkelafstand van dat punt naar de bestemming op te tellen.

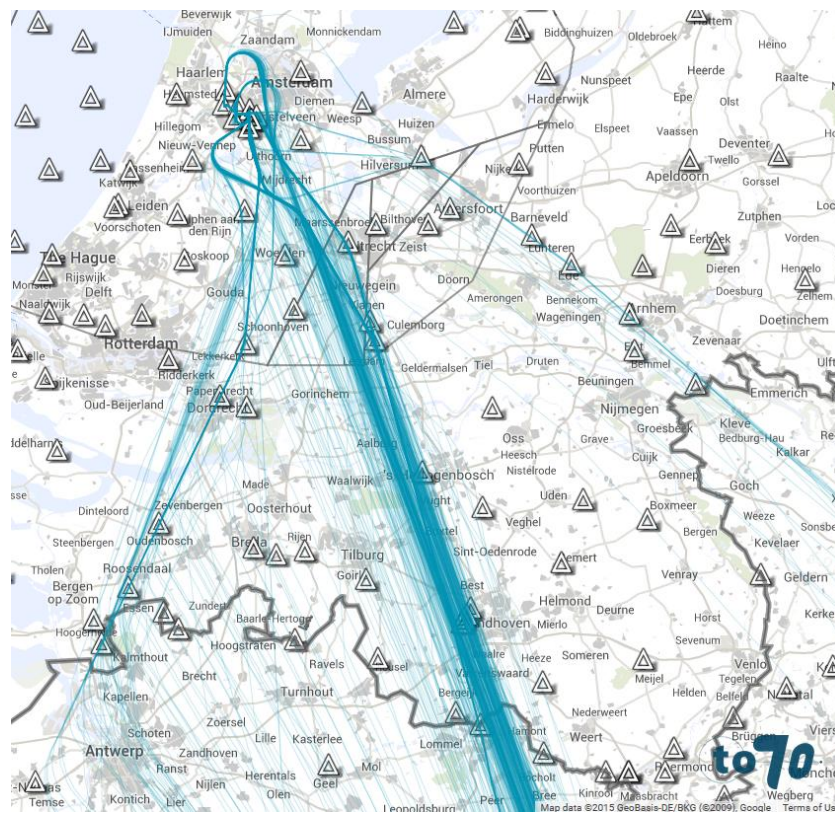
Als het militaire luchtruim ten noordwesten van Nederland, de Control Area (CTA) North, wordt opengesteld voor civiel verkeer, is te zien dat verkeer richting Bergen niet de volledige BERGI SID vliegt, maar vroegtijdig afwijkt met een direct richting het noorden (Figuur 3-13). De afstand die het verkeer daarbij in de FIR aflegt is tot aan de kruisende lijn met het punt GODOS gemiddeld 17 NM korter dan de BERGI SID + de grootcirkelafstand tot het punt GODOS. Vanaf het kruispunt is de grootcirkelafstand naar Bergen nog 4 NM korter dan vanaf GODOS. In totaal vliegt het verkeer in deze gevallen gemiddeld dus 21 NM minder.



Figuur 3-13 Vertrekkend verkeer richting Bergen

Tabel 3-2 Verkeer naar Bergen (BGO) via het punt GODOS en via de CTA North

Bestemming	Via	ATD binnen FIR	Afstand tot bestemming vanaf FIR grens	Totale Afstand
Bergen	GODOS	82 NM	434 NM	516 NM
Bergen	MIL	65 NM	430 NM	495 NM (-21 NM)



Figuur 3-14 Vertrekkend verkeer richting Zürich en Geneve

Tabel 3-3 - Afstand naar Geneve en Zürich via LEKKO en LOPIK

Bestemming	Via	ATD binnen FIR	Grootcirkelafstand tot bestemming vanaf FIR grens	Totale Afstand	
Geneve	LEKKO	57 NM	318 NM	375 NM	
Geneve	LOPIK	70 NM	305 NM	375 NM	(0 NM)
Zurich	LEKKO	54 NM	294 NM	348 NM	
Zurich	LOPIK	72 NM	264 NM	336 NM	(-12 NM)

Operationele toelichting

In het zuidwesten van de FIR faciliteert het openstellen van TMA-D het vliegen van de LOPIK SID (Figuur 3-14). Verkeer naar Zürich en Geneve maakt veel gebruik van deze SID. Verkeer richting Zürich vliegt hierdoor in een rechttere lijn dan wanneer de LEKKO SID wordt gebruikt. Dit komt tot uiting in een 12 NM kortere totale afstand naar Zürich. In deze situatie is de afstand vanaf de FIR-grens naar Zürich 30 NM korter, maar het verkeer legt gemiddeld 18 NM meer af binnen de FIR. Bij verkeer richting Geneve blijkt de totale afstand bij het gebruik van een LOPIK of LEKKO SID gelijk te zijn.

Voor het gebruik van militair luchtruim voor militair- of civiel luchtverkeer zijn afspraken gemaakt op basis van vastgestelde flexible use of airspace (FUA) levels (Table 3-4) en conditional route (CDR) categories (Tabel 3-5).

Table 3-4 Flexible use of airspace levels

Level	Fase	Definitie
Level 1	Strategic	Definition of the national airspace policy and establishment of pre-determined airspace structures
Level 2	Pre-tactical	Day-to-day allocation of airspace according to user requirement
Level 3	Tactical	Real-time use of airspace allowing safe operational air traffic and general air traffic (OAT & GAT) operations

Tabel 3-5 Conditional route categories

Categorie	Benaming
Category 1	Permanently Plannable CDR
Category 2	Non-Permanently Plannable CDR
Category 3	Not Plannable CDR

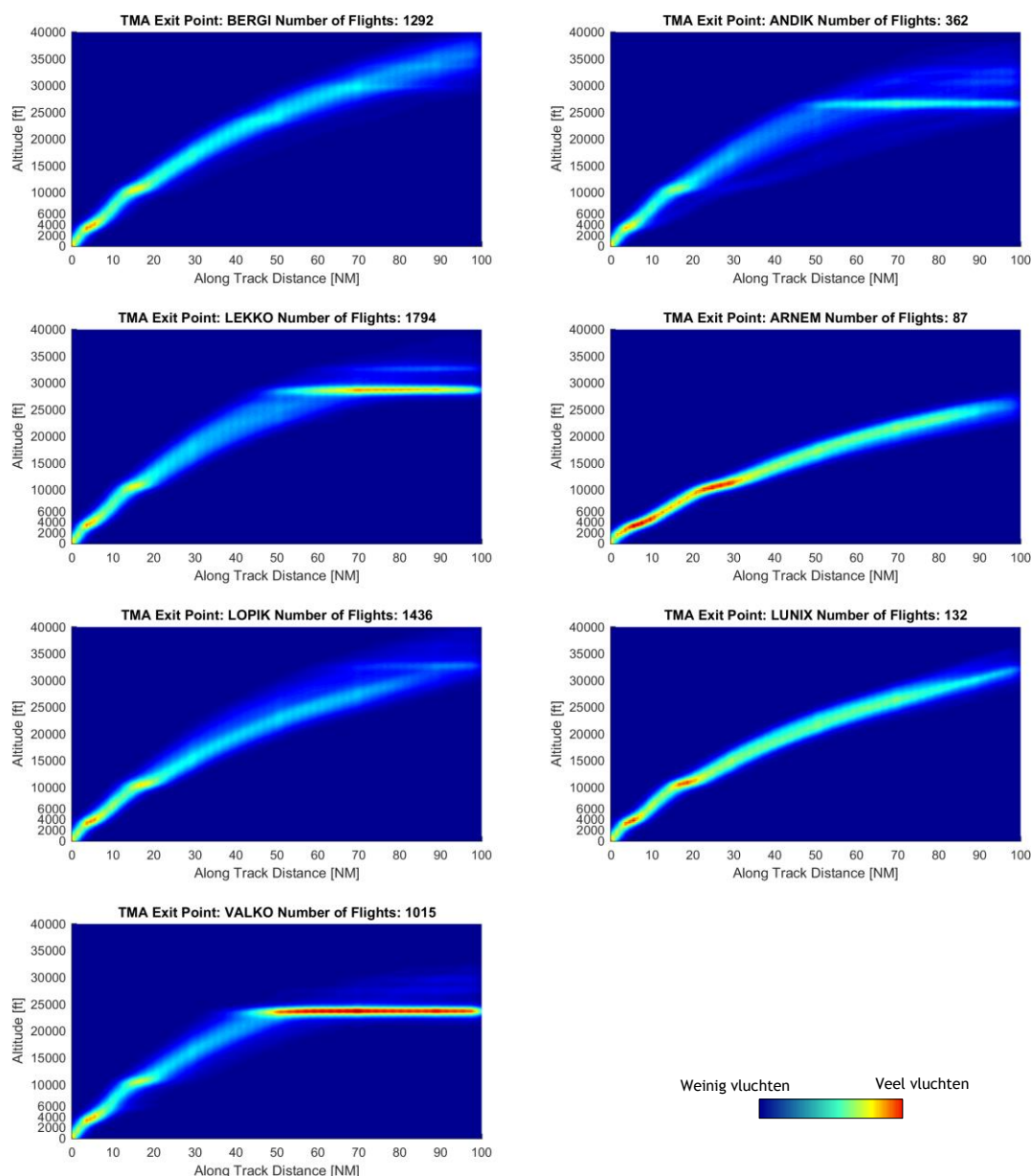
Op basis van deze procedures worden tussen LVNL en de Koninklijke Luchtmacht dagelijks afspraken gemaakt op pre-tactisch en operationeel niveau. Hierdoor wordt op gezette tijden militaire luchtruim dat niet door operational traffic (OAT) wordt gebruikt, beschikbaar wordt gesteld voor gebruik door civiel verkeer, bijvoorbeeld in de weekenden. Dit levert vrijwel altijd een kortere route op en heeft daarnaast vaak als bijkomend voordeel dat ACC, door de beschikbaarheid van een groter volume aan luchtruim, meer mogelijkheden krijgt om het luchtverkeer geografisch te spreiden. De effecten voor het luchtverkeer bestaan in die gevallen vaak uit kortere routes (en daarmee een kortere vliegtijd) en minder beperkingen aan de klimprofielen.

3.2 Klimprofiel

Figuur 3-15 toont voor iedere uitvliegrichting een dichtheidsplot van het klimprofiel voor de eerste 100 NM van de vlucht. Voor alle uitvliegrichtingen is een continu klimprofiel zichtbaar. Tussen de TMA exit points zijn verschillen zichtbaar in de klimgradiënt en de kruishoogte. Deze verschillen zijn het gevolg van prestatieverschillen tussen vliegtuigtypen, het gewicht en de kruishoogte. Op een hoogte van 3.000 ft en 10.000 ft vlakt de klim tijdelijk af. Op deze hoogten starten acceleratiefasen. De verticale snelheid wordt verlaagd om te accelereren.

Operationele toelichting

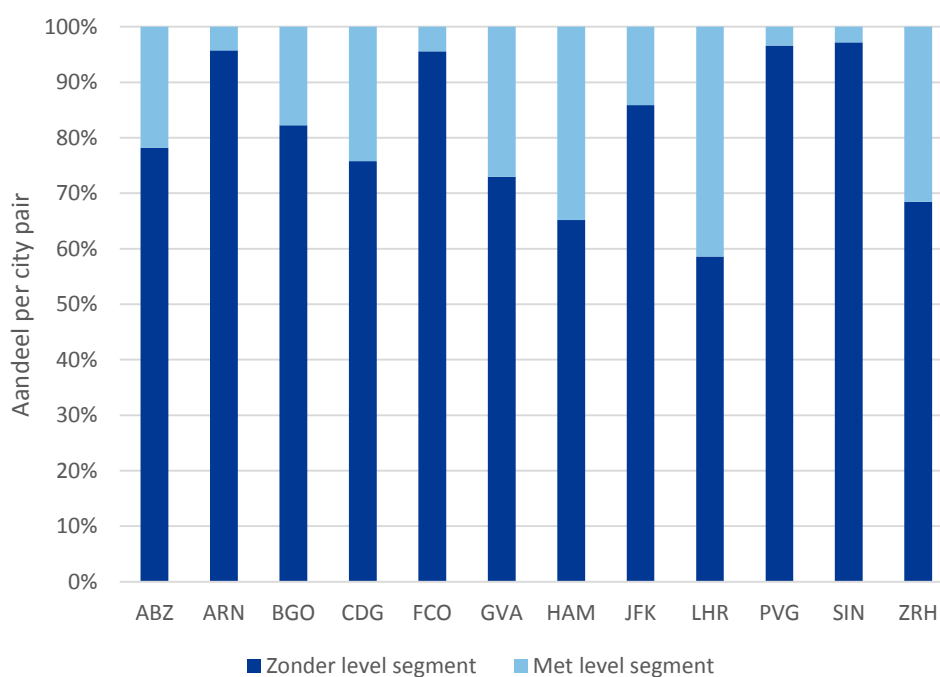
Volgens de SID-beschrijving mag vertrekkend verkeer op Schiphol niet hoger klimmen dan FL60, dit als standaardprocedure om separatie te waarborgen met aankomend verkeer dat binnen de TMA op de STAR niet lager zakt dan FL70. In de dagelijkse praktijk is het maar zeer beperkt nodig om van deze vorm van separatie gebruik te maken. Hierdoor is de kans op een continuous climb groot. Level-segmenten op hogere levels zijn vaak een gevolg van de luchtruimstructuur. Er bestaan procedures waarin vluchten naar specifieke nabijgelegen bestemmingen een maximum level wordt voorgeschreven.



Figuur 3-15 Dichtheidsplot klimprofiel per uitvliegrichting

Tabel 3-6 Klimgradiënt in TMA en ACC (gemiddelden en standaarddeviatie per vlucht)

Exit Point	Klimgradiënt in TMA [%]	Klimgradiënt in ACC [%]
BERGI	8,3 (1,2)	4,2 (0,8)
ANDIK	8,8 (1,1)	2,3 (1,2)
LEKKO	10,1 (1,2)	5,6 (1,1)
ARNEM	6,1 (0,5)	3,7 (0,3)
LOPIK	9,8 (1,1)	4,3 (1,0)
LUNIX	8,6 (0,8)	5,0 (0,7)
VALKO	9,2 (1,4)	1,7 (1,1)

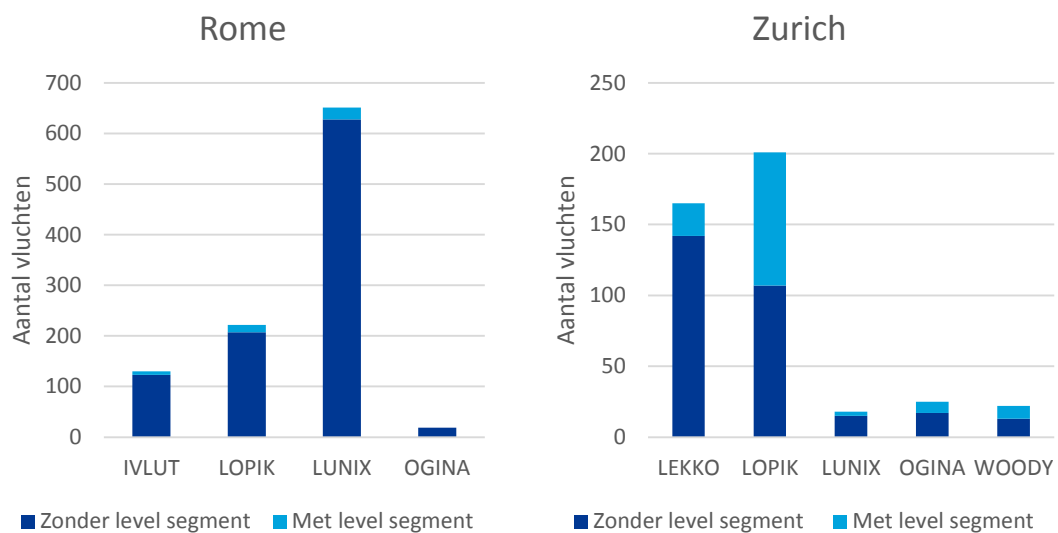


Figuur 3-16 Vertrekkend verkeer met en zonder level-segmenten in het klimprofiel

Level-segment

Figuur 3-16 laat per city pair zien welk percentage van het vertrekkend verkeer level-segmenten in het klimprofiel heeft. In de analyse is een segment waarin een vlucht over een afstand van 1 NM minder dan 50 ft hoogteverschil kent, aangemerkt als een level-segment. Deze level-segmenten komen vrijwel alleen voor in de ACC-sectoren en maar incidenteel ook in de TMA. Voor verkeer richting Shanghai (PVG), Singapore (SIN), Stockholm (ARN) en Rome (FCO) heeft 96% of meer van de geanalyseerde vluchten geen level-segment binnen de Nederlandse FIR.

In [Figuur 3-17](#) zijn de vertrekkende vluchten naar Rome en Zurich uitgesplitst naar de gevolgde SID. Rome is een voorbeeld van een city pair met een hoog percentage zonder level-segmenten, terwijl Zurich een hoog percentage level-segmenten laat zien. In de figuren valt op dat de level-segmenten voor Zürich-vluchten voornamelijk voorkomen op de LOPIK SID.



Figuur 3-17 Level-segmenten in de gevlogen SIDs voor respectievelijk vluchten naar Rome en Zurich

Operationele toelichting

Vluchten met bestemming Parijs, Londen en Hamburg hebben een voorgeschreven maximum level dat reeds in de Amsterdam FIR wordt bereikt. Hiermee wordt beoogd de algemene verkeersstromen van en naar grote luchthavens niet te verstoren door vluchten die wat betreft hun klimprofiel afwijken (vanwege de relatief korte vliegafstand naar hun bestemming).

Vluchten naar Geneve, Zurich en Rome die een LOPIK SID volgen, vliegen na LOPIK door militair luchtruim en komen het Belgisch luchtruim binnen boven OLNO. Het gebruik van deze route gaat soms gepaard met hoogtebeperkingen die kunnen resulteren in horizontale segmenten in het vluchtprofiel.

4 Vluchtanalyse naderend verkeer

De analyse van vluchten richting Schiphol omvat alle vluchten tussen de geselecteerde city pairs binnen het verantwoordelijkheidsgebied van LVNL. Voor de analyse is dit verantwoordelijkheidsgebied opgedeeld in drie segmenten: het gebied tussen de FIR-grens en de TMA (ACC-sectoren), de Schiphol TMA en de grond (manoeuvring area van Schiphol). Het eerste deel van de analyse van de operationele efficiency is gericht op het grondpad. Het tweede deel van de analyse is gericht op het daalprofiel.

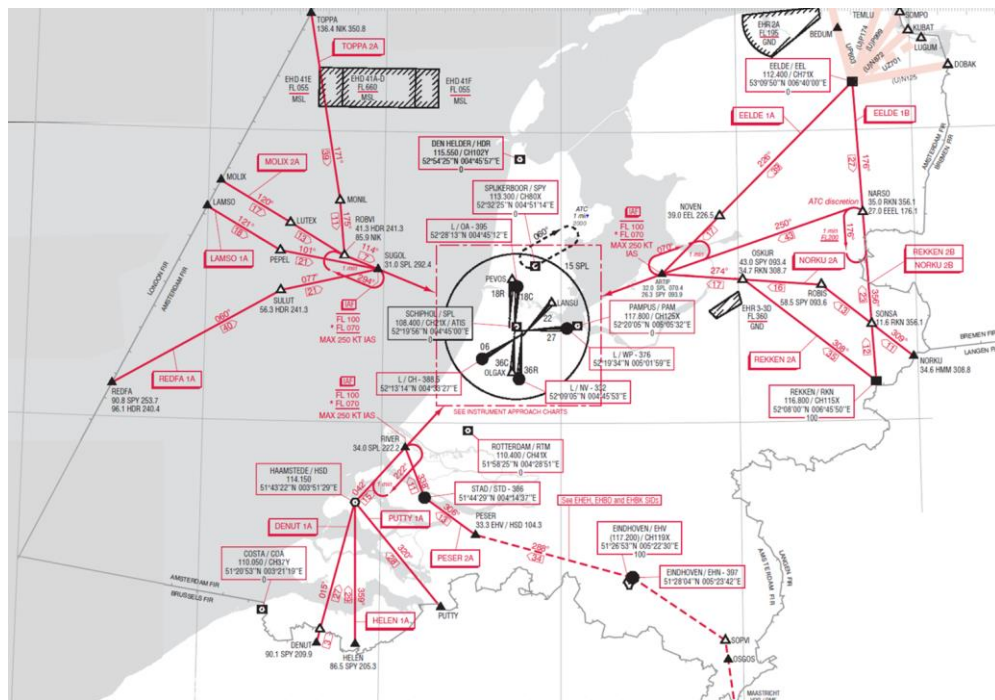
De secties geven allereerst een kwalitatieve beschrijving van de variatie in de vluchttuitvoering en de afwijking van de beoogde vluchttuitvoering, ondersteund met grafische doorsneden. Daarna wordt de grootte van de variatie en afwijkingen bepaald aan de hand van de efficiency-indicatoren. Indien relevant wordt een toelichting gegeven over wat vanuit verkeersleidingsoogpunt ten grondslag ligt aan de gemeten operationele efficiency.

Annex B bevat aanvullende figuren op de analyse. Annex C geeft de resultaten weer per city pair.

4.1 Grondpad

4.1.1 Belangrijkste observaties

Figuur 4-1 toont de in het AIP voorgeschreven naderingsroutes, ofwel Standard Arrival Routes (STARs), naar Schiphol, die eindigen bij de drie initial approach fixes (ARTIP, RIVER en SUGOL). In **Figuur 4-2** wordt een overzicht gegeven van alle gevlogen tracks van aankomend verkeer op alle geselecteerde city pairs. Over het algemeen valt op dat vrij nauwkeurig de voorgeschreven STARs gevlogen worden.

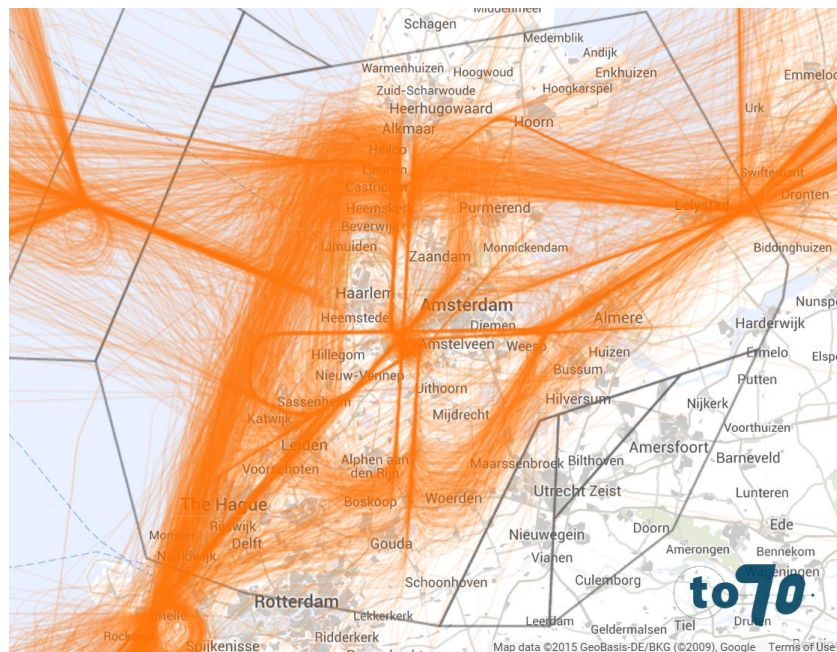


Figuur 4-1 STARs naar Schiphol



Figuur 4-2 Tracks van alle aankomende vluchten

Net als bij het vertrekkend verkeer valt op dat vaak direct wordt geklaard, waarmee routepunten worden overgeslagen. Ook valt op dat een bundel tracks vanuit Bergen rechtstreeks naar het zuiden loopt, door militair luchtruim. Het merendeel van deze vluchten nadert vervolgens Schiphol via de IAF ARTIP, terwijl een klein aantal via de kop van Noord-Holland direct de Schiphol TMA binnenvliegt.



Figuur 4-3 Tracks van alle aankomende vluchten binnen de Schiphol TMA

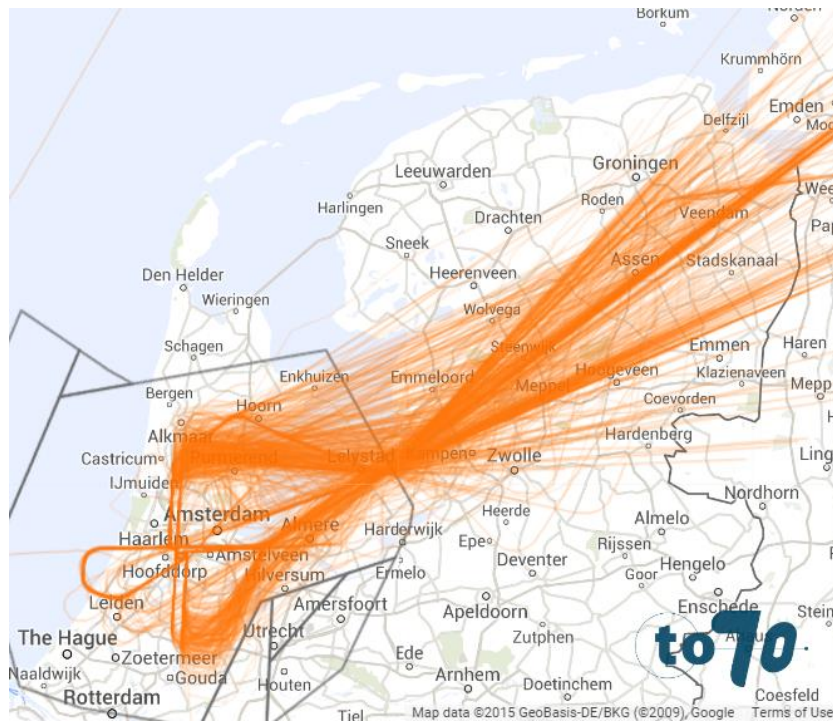
Figuur 4-3 laat opnieuw alle gevlogen tracks van aankomend verkeer op alle geselecteerde city pairs zien, maar dan ingezoomd op de Schiphol TMA. Twee punten vallen in deze figuur op.

Ten eerste blijkt met uitzondering van de eindnadering de variatie in tracks binnen de Schiphol TMA groot te zijn. Er zijn duidelijke verschillen in vliegafstand te zien tussen de verschillende IAFs en landingsbanen. Daarnaast is er een grote spreiding in het punt waarop vluchten indraaien naar de eindnadering.

Ten tweede is de afhankelijkheid tussen IAF en baantoewijzing, zoals die is vastgelegd in de procedures van LVNL, goed terug te zien in de tracks. Wanneer er in zuidelijke richting geland wordt, landen vluchten vanaf de IAF RIVER en SUGOL voornamelijk op baan 18R en vluchten vanaf ARTIP voornamelijk op baan 18C.

Figuur 4-4 laat een doorsnede zien van tracks van aankomende vluchten uit noordoostelijke richting, te weten vluchten uit Stockholm, Shanghai en Hamburg. Het merendeel van de vluchten nadert via de voorgeschreven IAF (ARTIP), een klein deel vliegt direct via het IJsselmeer de Schiphol TMA binnen. De vluchten die via ARTIP naderen zijn in ACC gebied in te delen in drie verkeersstromen. De middelste stroom is degene met de hoogste concentratie vluchten. Deze bundel van tracks bestaat

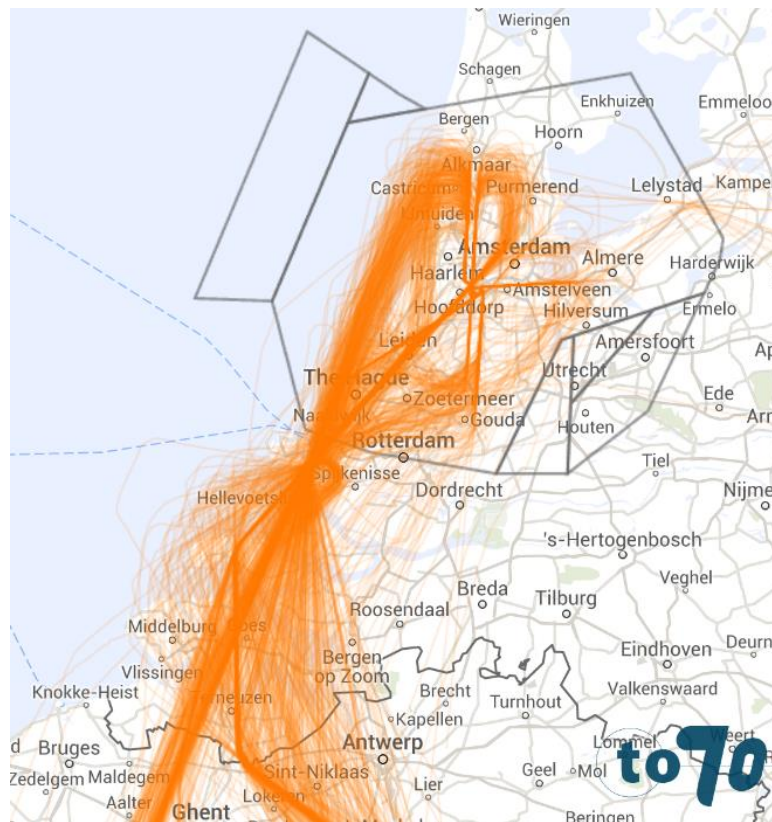
voornamelijk uit vluchten uit Shanghai. De meest noordelijke stroom bestaat voornamelijk uit vluchten uit Stockholm die rechtstreeks naar de IAF vliegen. De zuidelijker stroom bestaat uit vluchten die op een rechtstreekse track vanuit Hamburg de IAF aanvliegen. Deze laatste stroom nadert daarbij via militair luchtruim.



Figuur 4-4 Tracks van alle aankomende vluchten uit noordoostelijke richting

Figuur 4-5 laat tot slot een doorsnede zien van tracks van aankomende vluchten uit zuidelijke richting. Vanuit zuidelijke richting worden voor de vluchten uit Parijs, Geneve, Zurich en Rome in principe twee STARs gebruikt: HELEN 1A en DENUT 1A. Deze STARs hebben met elkaar gemeen dat ze beide langs de route punten Haamstede (HSD) en RIVER lopen, zoals te zien is in twee van de drie geconcentreerde verkeersstromen in de figuur. De derde geconcentreerde stroom beschrijft een nagenoeg directe stroom vanuit het Belgische luchtruim naar de IAF (RIVER).

Ook valt de hoeveelheid tracks op die westelijk en oostelijk van de geconcentreerde stromen lopen. Westelijk van de naderingsroutes zijn bijvoorbeeld boven zee tracks te zien van vluchten die extra afstand afleggen ten opzichte van de STARs; dit patroon lijkt sterk op de vectorpatronen die ook in de Schiphol TMA te zien zijn. Tegelijkertijd zijn oostelijk vluchten te zien die ver in Belgisch luchtruim al rechtstreeks naar HSD of RIVER zijn gestuurd.



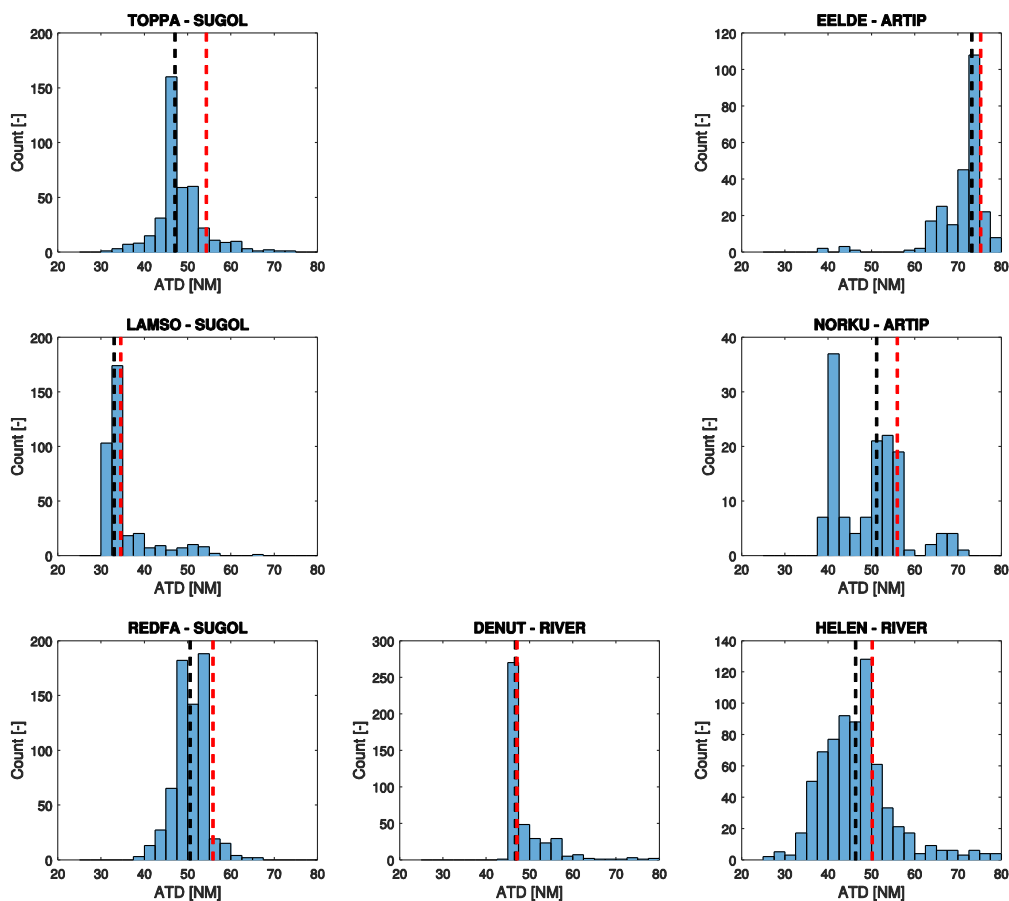
Figuur 4-5 Tracks van alle aankomende vluchten uit zuidelijke richting

4.1.2 Analyse vluchtgegevens

In de analyse van naderend verkeer is binnen de Nederlandse FIR gekeken naar de afgelegde weg binnen de sectoren en naar de tijd in de sectoren. Daarnaast is voor een specifiek city pair (Rome-Amsterdam) de afgelegde afstand en tijd nader beschouwd, omdat verkeer vanuit Rome wisselend via ARTIP en via RIVER blijkt binnen te komen.

Afgelegde afstand tussen de FIR-entry-points en de IAFs

In **Figuur 4-6** zijn histogrammen weergegeven van de afgelegde afstand tussen de FIR-entry-points en de IAFs. De rode lijn geeft de nominale afstand van de STAR weer, de zwarte lijn duidt de mediaan aan van de daadwerkelijk afgelegde afstand. Algemeen is te zien dat voor de STARs zonder (of met geringe) koerswijziging de gevlogen afstand niet veel korter is dan de nominale afstand. Dit is te zien bij de STARs EELDE 1A naar ARTIP (2 NM korter op 75 NM), DENUT 1A naar RIVER (0,3 NM korter op 47 NM) en LAMSO 1A naar SUGOL (1,5 NM korter op 35 NM). Voor de overige STARs is er de mogelijkheid om 'af te snijden' richting de IAF. Dit komt voornamelijk voor bij de STARs TOPPA 2A naar SUGOL (7,3 NM korter op 54 NM), NOPKU 2A naar ARTIP (4,8 NM korter op 56 NM), HELEN 1A naar RIVER (3,8 NM korter op 50 NM)) en REDFA 1A naar SUGOL (5,3 NM korter op 56 NM).



Figuur 4-6 Afstand in de ACC sector vs. afstand volgens STAR

Operationele toelichting

Bij de afhandeling van aankomend verkeer is de situatie dat meerdere STARs naar één TMA-entry-point leiden mede bepalend voor de gevlogen vliegafstand en/of het gevlogen daalprofiel. Het gevolg is namelijk dat de verkeersleider deze verkeersstromen op een bepaald punt moet samenvoegen. Zo nadert verkeer vanuit EELDE en verkeer vanuit REKKEN beide naar ARTIP. Operationeel wordt geprobeerd holding in een van de wachtgebieden zo veel mogelijk te voorkomen. De afhandeling van het verkeer richt zich daarbij primair op de opbouw van een continue stroom verkeer vanuit de sectoren de TMA in.

Om een gesepareerde en gesequencede overdracht naar Schiphol Approach (de verkeersleider verantwoordelijk voor verkeer in de TMA) te waarborgen, past de ACC-verkeersleider snelheidsinstructies en vectoring toe. De route EEL-ARTIP is een bijna rechte lijn. Militair luchtruim ten zuiden van de route en outbound verkeer noord van de route laat nauwelijks ruimte om te sturen. Als het vliegpad van het verkeer op deze route toch



beïnvloed moet worden, gebeurt dat meestal door toepassing van een snelheidsreductie. Voor verkeer dat Schiphol via ARTIP nadert wordt vaker gebruik gemaakt van koersen. Hierdoor wordt door dit verkeer, afhankelijk van de verkeerssituatie, soms over een extra afstand gevlogen. Dit heeft weliswaar een nadelig effect voor de flight efficiency van de bewuste vlucht, maar een positief effect op de efficiency van de totale verkeersstroom via ARTIP.

Buiten piekperioden zijn er meer mogelijkheden om de te vliegen route te verkorten vanwege de kleinere hoeveelheid vertrekkend verkeer. In de zuidelijke sector kan in dat geval door verkeer op een DENUT of HELEN STAR vaker rechtstreeks naar RIVER worden gevlogen. Van deze mogelijkheid wordt ook wel gebruikgemaakt ten behoeve van het efficiënt sequensen van meerdere vluchten uit het zuiden. In deze gevallen levert dat een kortere vliegafstand/vliegtijd of een efficiëntere verkeersstroom op.

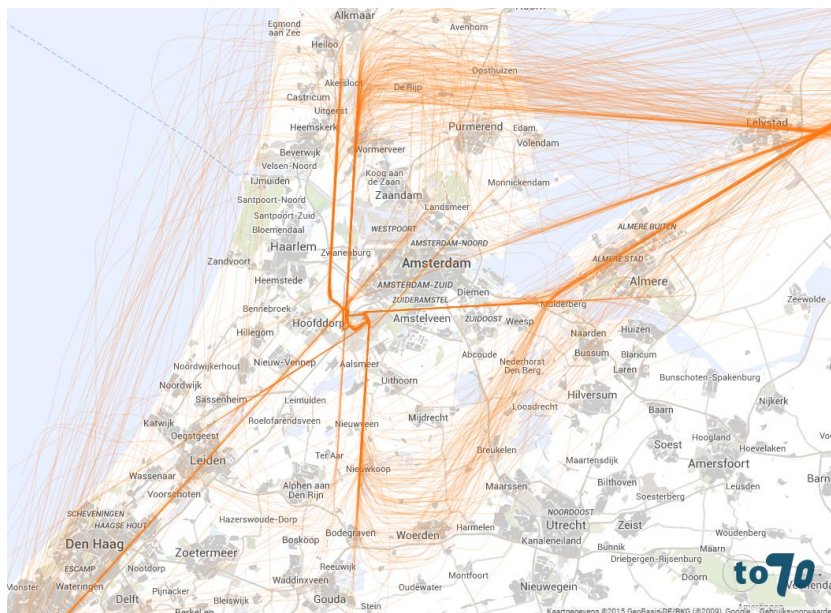
Ook voor aankomend verkeer geldt dat er, zodra de militaire gebieden niet meer worden gebruikt, militair luchtruim beschikbaar komt voor gebruik door civiel verkeer, bijvoorbeeld in de weekenden. Ook zijn er afspraken over het tussentijds vrijgeven van militaire oefengebieden voor burgergebruik. Dit levert vrijwel altijd een kortere route op en heeft daarnaast vaak als bijkomend voordeel dat ACC, door de beschikbaarheid van een groter blok luchtruim, het luchtverkeer geografisch meer kan spreiden. De effecten voor het luchtverkeer bestaan in die gevallen vaak uit kortere routes en daarmee een kortere vliegtijd en minder beperking op de dalprofielen.

Tot slot, tijdens de nacht is het vaak mogelijk om stukken van de route af te snijden. Hierdoor wordt de te vliegen afstand kleiner en de aankomsttijd vervroegd. Omdat dit niet alleen in het Nederlandse luchtruim het geval is maar ook in het buitenland, wordt de meeste 'winst' vaak geboekt buiten de FIR; daar is het routedeel doorgaans groter.

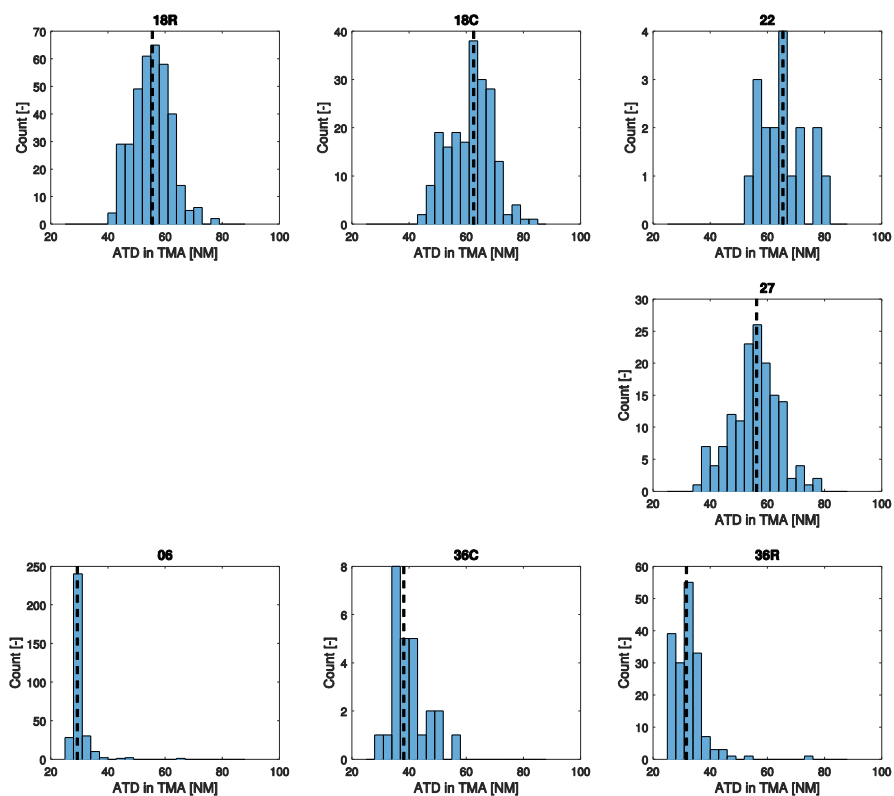
Afgelegde afstand in de TMA

Figuur 4-8, Figuur 4-9 ATD in de TMA voor verkeer via SUGOL Figuur 4-9 en Figuur 4-10 geven respectievelijk de afgelegde afstand in de TMA weer per baan-IAF combinatie. Opvallend is dat voor de meeste IAF-baan combinaties de variatie rondom de mediaan +/- 15 NM is. Deze spreiding is verklaarbaar door het vectoren van verkeer in de TMA ten behoeve van een efficiënte sequencing van het verkeer voor de betreffende landingsbaan.

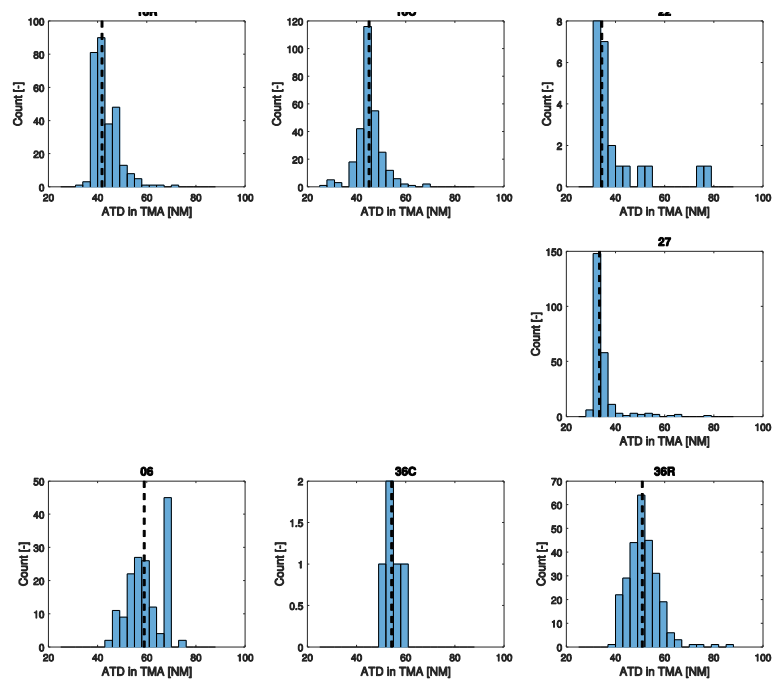
Daarop zijn twee uitzonderingen, te weten naderingen via ARTIP naar baan 27 en naderingen via RIVER naar baan 06. Voor deze combinaties is de variatie rondom de mediaan een stuk kleiner (circa 5 NM). Uit de tracks (zie Figuur 4-7) blijkt dat er voor de combinaties ARTIP-baan 27 en RIVER- baan 06 zeer weinig spreiding in de grondpaden optreedt. Hierdoor varieert de afgelegde afstand in de TMA maximaal +/- 5 NM. Voor ARTIP naar baan 22 (Oostbaan) is tevens een kleine spreiding zichtbaar. Hier kan niet zonder meer een conclusie aan worden verbonden, gezien het feit dat het aantal bewegingen hier waarschijnlijk niet voldoende is om een representatief beeld te geven.



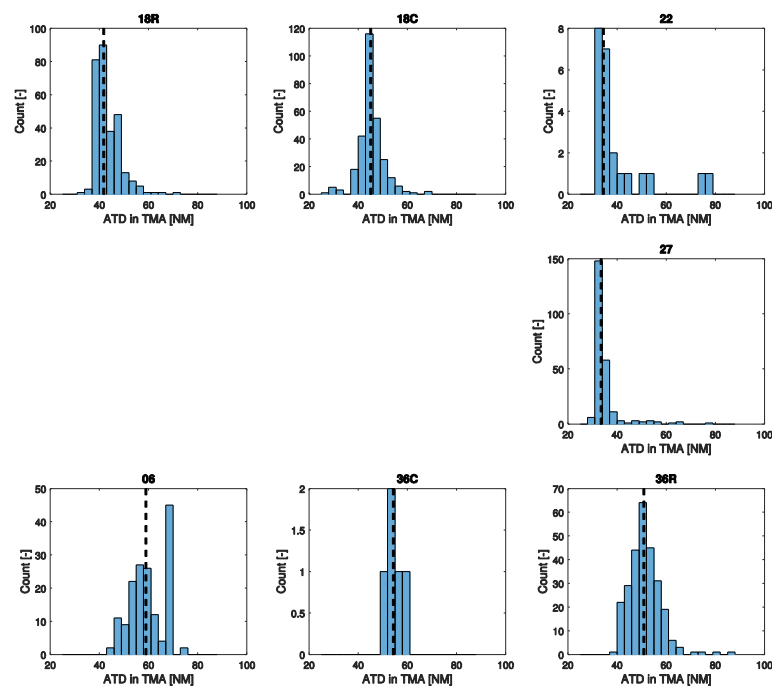
Figuur 4-7 - Naderend verkeer vanaf RIVER en ARTIP



Figuur 4-8 ATD in de TMA voor verkeer via RIVER



Figuur 4-9 ATD in de TMA voor verkeer via SUGOL



Figuur 4-10 ATD in de TMA voor verkeer via ARTIP

Operationele toelichting

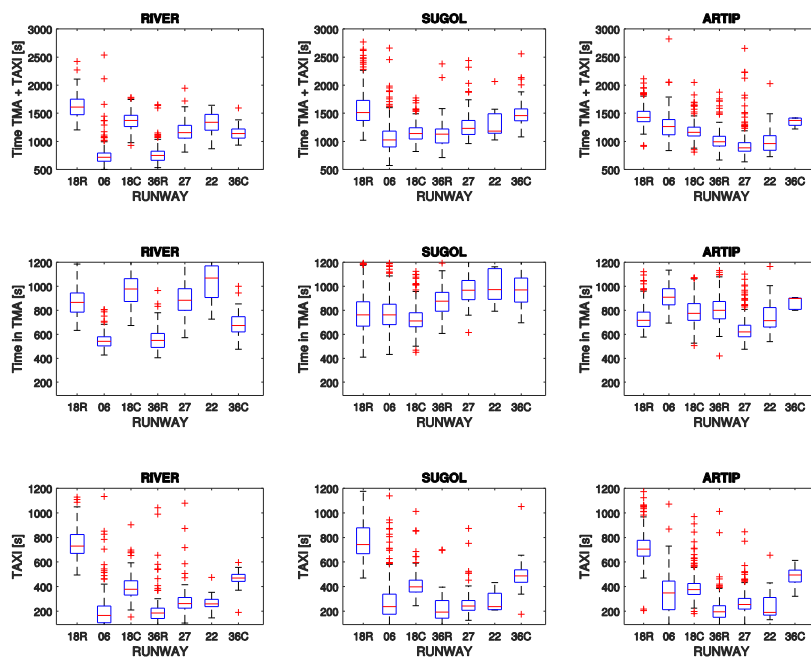
De variatie van de gevlogen afstand binnen de TMA is buiten landingspieken meestal groter voor aankomend verkeer vanuit het oosten en het zuiden. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat in deze periode slechts één landingsbaan beschikbaar is. Zo moet verkeer vanuit ARTIP in die situatie verkeer bij noordelijk baangebruik doorvliegen naar baan 06 in plaats van baan 36R die aanzienlijk dichterbij ligt. Bij zuidelijk baangebruik moet ARTIP-verkeer door naar baan 18R, omdat baan 18C niet meer mag worden gebruikt. Deze beperkingen in het baangebruik vloeien voort uit de vigerende milieuregelgeving.

Tijd binnen de TMA en taxitijd

Figuur 4-4-11 geeft een overzicht van de som van vliegtijd binnen de TMA en de taxitijd. De verschillen in de vliegtijd in de TMA per IAF en baan volgen uit de verschillen in vliegafstand die eerder in dit hoofdstuk zijn beschreven.

Het baangebruik is van grote invloed op de tijd van de TMA-grens tot aan de gate. Per saldo is de tijd van het passeren van de TMA-grens tot aankomst bij de gate het kortst voor verkeer dat vanuit RIVER op baan 06 landt (gemiddeld 12 min 27 s), gevolgd door verkeer vanuit RIVER vanuit baan 36R (gemiddeld 12 min 43 s). Verkeer vanuit RIVER naar baan 18R is het langst onderweg van de TMA-grens tot de gate (gemiddeld 27 min 6 s).

De taxitijd verschilt significant per baan en is afhankelijk van de afstand van de landingsbaan tot de gate. Baan 18R heeft de langste gemiddelde taxitijd (gemiddeld 12 min 27 s) en baan 36R de kortste gemiddelde taxi tijd (gemiddeld 3 min 32 s). Er wordt in deze analyse nadrukkelijk niet gekeken naar het effect van gate-allocatie. Gate-allocatie is afhankelijk van verschillende aspecten die buiten het ATM-systeem liggen.



Figuur 4-4-11 Taxitijd en tijd in TMA per IAF

Operationele toelichting

De taxitijd voor aankomend verkeer wordt bepaald door de afstand tussen de landingsbaan en de parkeerplatform/gate. De keuze voor een landingsbaan wordt naast de weersomstandigheden (wind/zicht), bepaald door tijd van de dag (inbound piek, outbound piek, off-piek, nacht) en bij dubbel landingsbaangebruik door IAF en verkeersaanbod (baangebruiksregime, mede bepaald vanuit de milieuregels). De baankeuze is slechts beperkt te beïnvloeden door de luchtverkeersleiding omdat de regelgeving hiervoor uit milieuoverwegingen zeer restrictief is. Het grootste effect, en daarmee ook de grootste verschillen door de dag heen, treden op bij zuidelijk baangebruik.

Anticiperen op baangebruik - verdeling van FCO verkeer over ARTIP en RIVER

Verkeer vanuit Rome naar Amsterdam vliegt als enige van de beschouwde set city pairs afwisselend ofwel via RIVER ofwel via ARTIP. De totale vliegafstand van Rome tot de FIR-grens is via RIVER en via ARTIP vrijwel gelijk, zie [Tabel 4-1](#). De tijd vanaf de FIR grens naar de gate verschilt echter significant, afhankelijk van het baangebruik.

Het blijkt dat de kortste tijd van FIR-grens tot gate optreedt bij noordelijk baangebruik. Dit is verklaarbaar doordat de taxitijd vanaf de Kaagbaan (06) en Aalsmeerbaan (36R) tot aan de D-pier korter is dan die vanaf de banen die ingezet worden bij zuidelijk baangebruik (dit zijn de Polderbaan (18R) en Zwanenburgbaan (18C)).

Daarnaast is er nog een onderscheid zichtbaar tussen ARTIP en RIVER in de totale tijd binnen de FIR bij zuidelijk baangebruik. Dit is deels verklaarbaar door de 5 NM langere afstand tot de baan voor RIVER-verkeer, maar de grootste factor is het verschil in taxitijd. Uitgaande van het preferente parallelle baangebruik (18R+18C/...) zullen vluchten in een inbound piek via RIVER vaker op baan 18R worden afgehandeld terwijl het ARTIP verkeer vaker op baan 18C wordt afgehandeld. De taxitijd vanaf 18C is aanzienlijk korter dan voor baan 18R, vooral als beide banen in gebruik zijn, wat resulteert in een lagere totale tijd van FIR-grens tot aan de gate.

Tabel 4-1 Invloed IAF vliegafstand en duur voor vluchten vanuit Rome (FCO)

IAF	Aandeel	Baangebruik	Afstand FIR grens tot FCO	ATD in FIR	Tijd FIR grens tot gate [mm:ss]
ARTIP	86%	noordelijk	661 NM	104 NM	25:42
ARTIP	14%	zuidelijk	661 NM	99 NM	30:25
RIVER	58%	noordelijk	664 NM	78 NM	21:30
RIVER	42%	zuidelijk	664 NM	104 NM	32:04

Operationele toelichting

Voor aankomend verkeer vanuit het zuiden is een landing op baan 06 of 36R optimaal. Bij zuidelijk baangebruik wordt echter steeds vaker baan 18R toegewezen aan verkeer vanuit het zuiden. Dit is niet alleen

verder vliegen, maar kost ook aanzienlijk meer taxitijd naar de opstelplaats. Als er wordt geland op baan 27 levert dat het verkeer vanuit het zuiden ook extra vliegafstand op, maar wordt de vliegtijd nog enigszins gecompenseerd doordat de taxitijd relatief kort is. Ook is tijdens inboundpieken de kans op holding bij RIVER groter dan bij ARTIP.

Naderingen - afstand tot aan de IAF

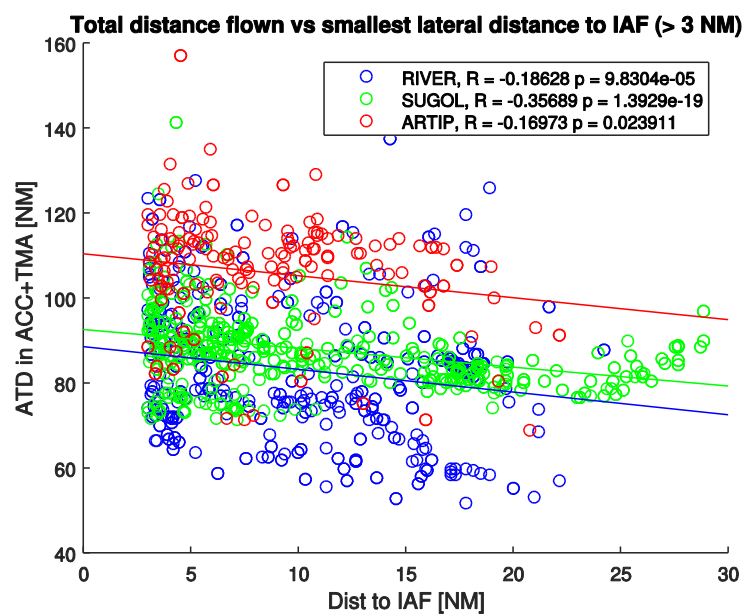
In **Figuur 4-12** is de correlatie weergegeven tussen de afgelegde afstand in de ACC-sectoren ten opzichte van de kortste afstand van het vliegpad tot de IAF. De data is uitgesplitst naar de afzonderlijke IAFs. De datapunten in de plot zijn gegevens voor individuele vluchten. Per IAF zijn tevens de p- en R-waarde opgenomen. De R-waarde (correlatie) geeft een indicatie van het verband tussen de twee assen. Een negatieve correlatie houdt in dat een toenemende afstand van het pad tot de IAF leidt tot een lagere totale afgelegde afstand. De p-waarde geeft een indicatie hoe groot de kans is dat de gevonden correlatie gevolg zou zijn van toeval. Een p-waarde van 0.01 houdt in dat er 1% kans is dat de gevonden correlatie op toeval berust.

Uit de data blijkt dat voor elk van de drie IAFs de gevlogen afstand in de ACC-sectoren afneemt als de kortste afstand van het vliegpad tot de IAF toeneemt. Dat houdt in dat vluchten die niet over de IAF naderen, doorgaans een kortere weg afleggen dan wanneer er wel over de IAF genaderd wordt.

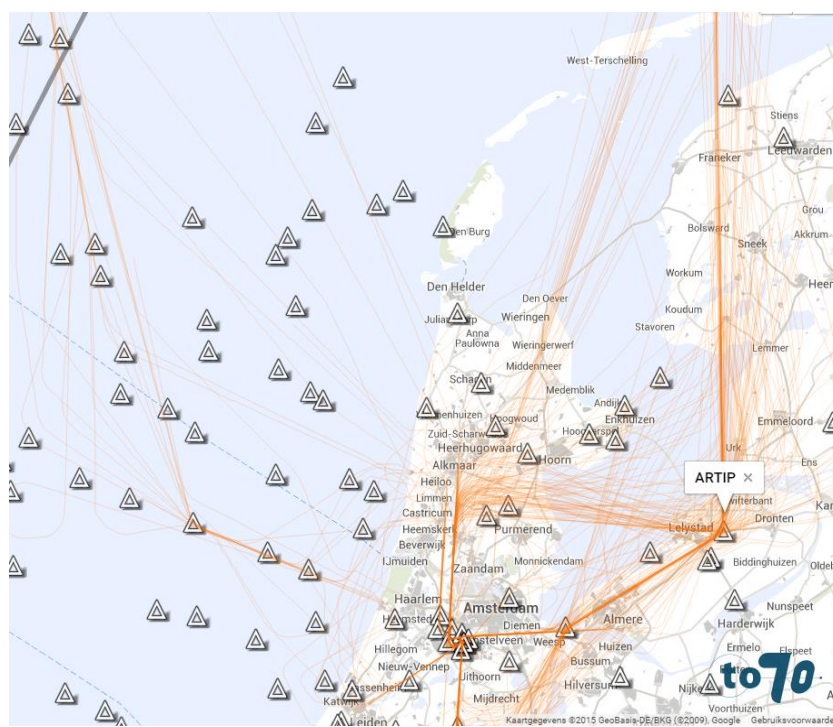
Voor verkeer uit Bergen geldt dat een deel van het verkeer gemiddeld een kortere afstand aflegt (9 NM minder). Met het openstellen van de CTA-North voor civiel verkeer komt er een directere route beschikbaar (zie Tabel 4-2). **Figuur 4-13** laat zien dat de vluchten uit Bergen in dat geval via ARTIP naderen of zelfs een directere route krijgen richting de TMA.

Tabel 4-2 Invloed opstellen CTA-North op afstand tot BGO

STAR	Afstand FIR grens tot BGO	ATD in FIR	Totale afstand
TOPPA 2A naar SUGOL	423 NM	101 NM	524 NM
Via CTA-N (MIL) - ARTIP	420 NM	95 NM	515 (-9) NM



Figuur 4-12 Correlatie tussen gevlogen afstand en kortste afstand tot aan de IAF



Figuur 4-13 Naderend verkeer vanaf Bergen (BGO)

Operationele toelichting

Buiten landingspieken wordt soms afgeweken van de route die via de IAF loopt, deze route is dan iets directer. Dit scheelt in vliegafstand en vliegtijd. Daarnaast komt het soms ook de sequencing met ander aankomend verkeer uit dezelfde richting ten goede.

Overige constatering

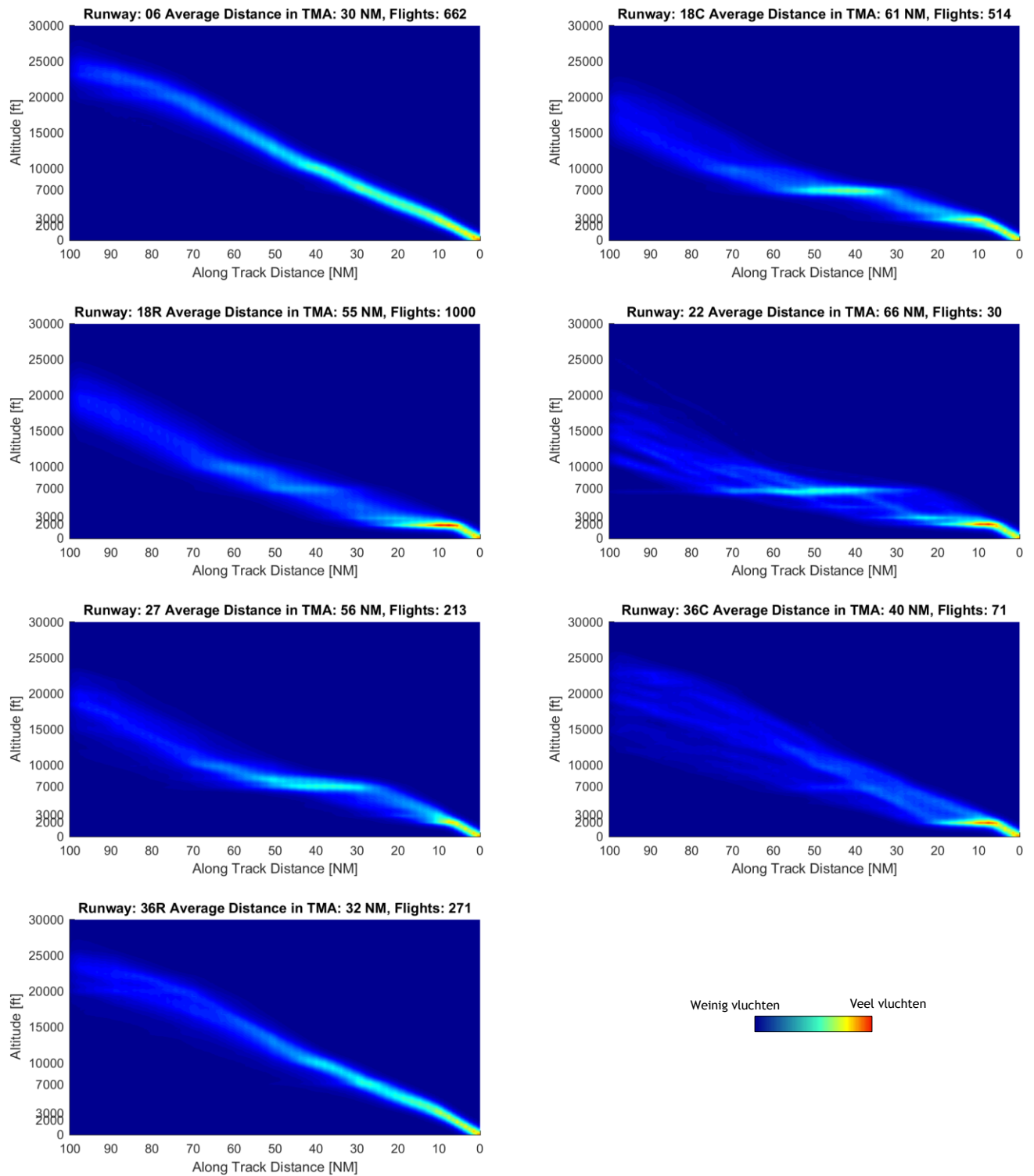
De gemiddelde grondsnelheden op de STARs verschillen onderling, maar laten een gelijke variatie zien (zie [Tabel 4-3](#)). De variatie in grondsnelheid op de STARs ligt rond de 38 knopen; onderling bestaan er geen grote verschillen.

Tabel 4-3 STAR - ground speed relatie

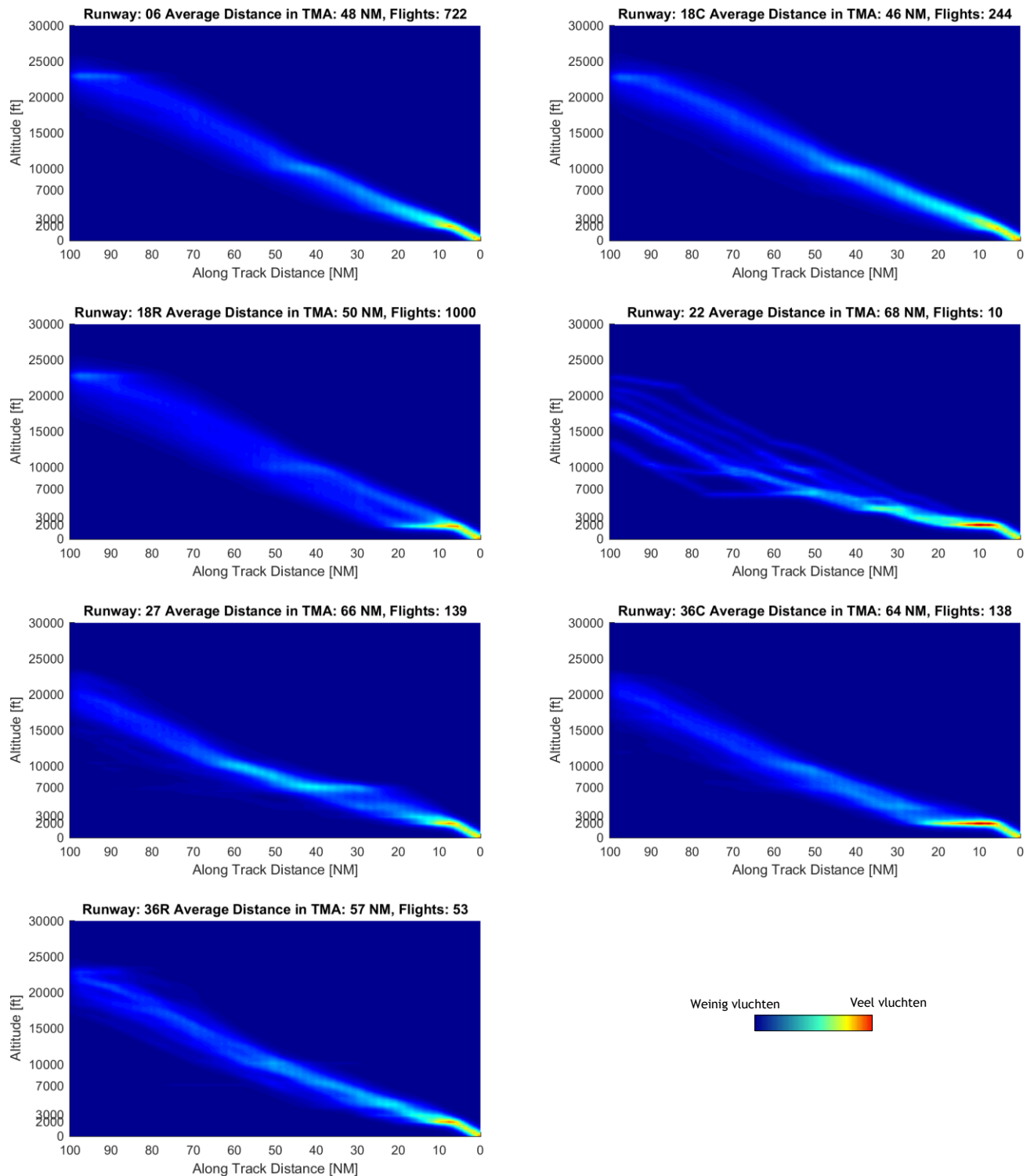
STAR	Gemiddelde grondsnelheid [kts]	Standaarddeviatie [kts]	Verschil tussen minimum en maximum [kts]
DENUT 1A	349	36	216
EELDE 1A	356	36	243
HELEN 1A	332	37	256
LAMSO 1A	372	32	192
NORKU 2A	347	37	191
REDFA 1A	376	38	238
TOPPA 2A	343	40	250

4.2 Daalprofiel

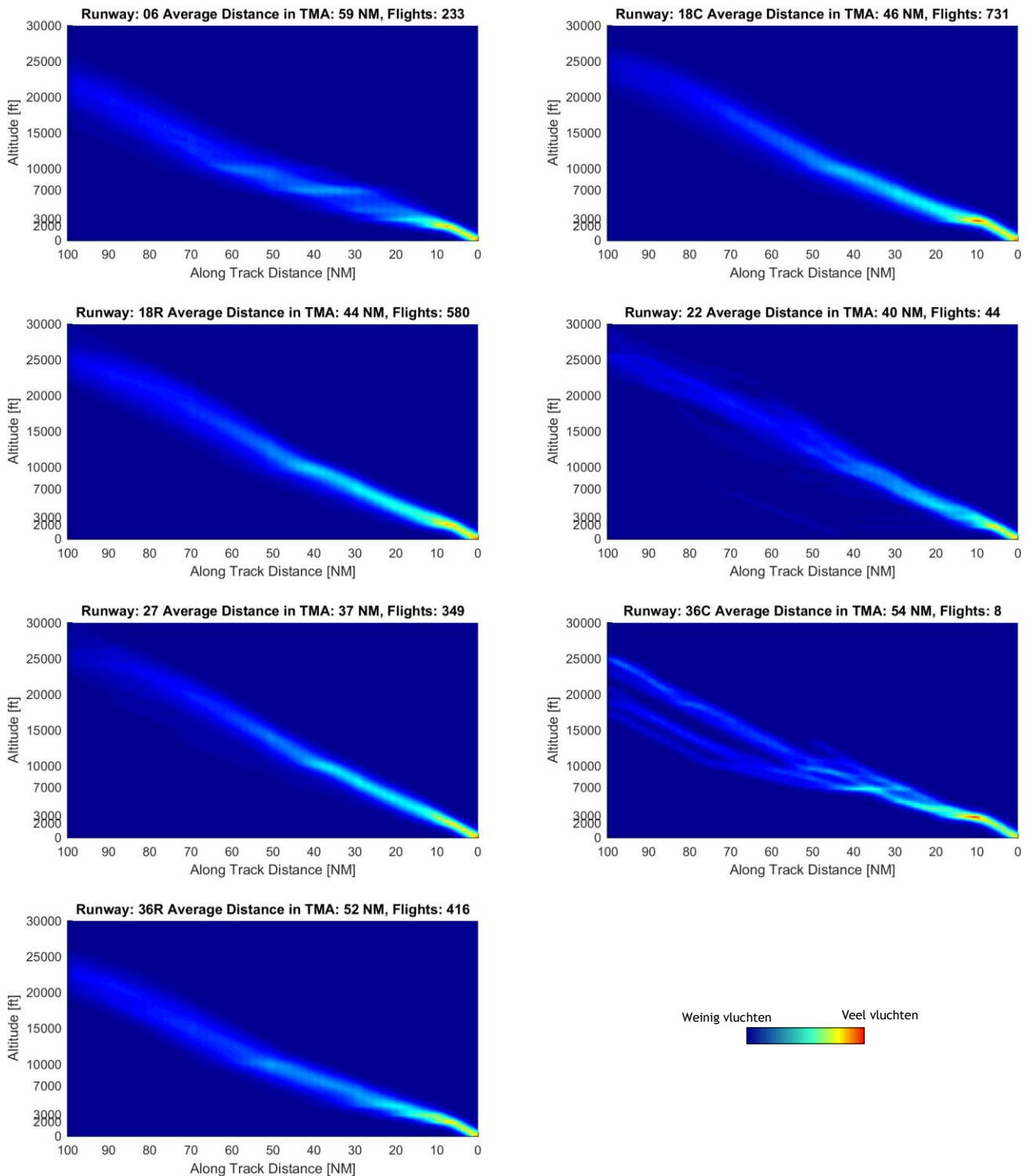
Het daalprofiel kan per vlucht sterk verschillen. [Figuur 4-14](#) tot en met [Figuur 4-16](#) tonen voor alle drie de IAFs per baan een dichtheidsplot van het daalprofiel in de laatste 100 NM (zie Annex B voor de mediaan en spreiding van het daalprofiel). Er is te zien dat het daalprofiel varieert van een continu dalend tot een daalprofiel met een of meerdere horizontale segmenten. De nadering vanaf ARTIP komen over het algemeen het dichtst bij een continue daling. De nadering vanaf RIVER naar baan 06 laat de meest continue daling zien van de verschillende combinaties. Horizontale segmenten bevinden zich over het algemeen binnen de TMA of de grens van de TMA. Bijbehorende hoogtes die in het oog springen zijn FL70 en 3000 en 2000 ft.



Figuur 4-14 Dichtheidsplot verticaal profiel naderingen via RIVER



Figuur 4-15 Dichtheidsplot verticaal profiel naderingen via SUGOL



Figuur 4-16 Dichtheidsplot verticaal profiel naderingen via ARTIP

Tabel 4-4 tot en met Tabel 4-6 laten hetzelfde beeld zien. Naderingen via SUGOL vliegen in de ACC-sector(en) gemiddeld 2.6 NM, oftewel 5% van de in de sector afgelegde afstand, horizontaal. Voor

verkeer via RIVER en ARTIP is dit respectievelijk 1,9 NM (3% van de ATD in de sector) en 1,7 NM (3% van de ATD in de sector). Binnen de TMA zijn de verschillen groter, zowel per IAF als per baan. CDOs komen het meeste voor bij verkeer vanuit RIVER voor baan 06. Het verkeer vliegt binnen de TMA gemiddeld 0.5 NM horizontaal. Gemiddeld heeft 1 op de 10 vluchten een horizontaal vluchtsegment in de TMA. Het verschil met een CDO is het grootst voor naderingen via RIVER voor baan 18C. Gemiddeld heeft iedere vlucht 1,7 horizontale vluchtsegmenten binnen de TMA en vliegt 30% van de ATD in de TMA horizontaal.

Naderingen overdag en nacht

Om het verschil in de naderingen overdag en 's nachts inzichtelijk maken zijn de kengetallen van de naderingen voor baan 06 en 18R opgenomen in [Tabel 4-7](#). In ACC sectoren neemt de afstand van de horizontale vluchtsegmenten af. De afname is het grootste voor verkeer via SUGOL (-2 NM). Binnen de TMA is het verschil het grootste voor verkeer via RIVER richting baan 06. De afstand van de horizontale vluchtsegmenten binnen de TMA neemt met circa 11 NM af tot 4% van de ATD binnen de TMA. Voor naderingen via RIVER voor baan 06 is het verschil het kleinst. Dit verkeer voert overdag al CDOs uit.

Tabel 4-4 Kengetallen naderingen via RIVER - gemiddelden voor alle vluchten en standaarddeviatie

TMA					ACC			
Baan	Daalhoek [deg]	Aantal horz. segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	Daalhoek [deg]	Aantal horz. Segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.
06	2,5 (0,2)	0,1 (0,4)	0,5 (2)	2 (5)	2,6 (0,4)	0,2 (0,5)	1,4 (5,3)	2,2 (6,4)
18C	1,4 (0,2)	1,7 (0,8)	18,7 (10,4)	30 (15)	2,3 (0,4)	0,3 (0,9)	2,2 (7,8)	3,2 (8,6)
18R	1,6 (0,3)	1,3 (0,7)	14,1 (9,4)	24 (15)	2,4 (0,4)	0,2 (0,6)	1,4 (5)	2,2 (6,4)
22	1,3 (0,2)	2 (0,8)	25 (11,7)	37 (15)	2,2 (0,5)	0,4 (0,8)	4 (9,5)	5,2 (11,3)
24	1,5 (0,3)	1,6 (0,7)	17,1 (7,8)	29 (12)	2,3 (0,2)	0,3 (0,4)	0,9 (1,6)	2,2 (3,8)
27	1,5 (0,3)	1,3 (0,7)	16,8 (9,8)	29 (15)	2,3 (0,5)	0,2 (0,6)	2,3 (8,8)	3,3 (9,6)
36C	2 (0,4)	1 (0,8)	8,6 (7,7)	19 (15)	2,2 (0,6)	0,9 (1,5)	6,1 (10,4)	8 (12,8)
36R	2,4 (0,3)	0,3 (0,6)	1,5 (3,7)	4 (8)	2,4 (0,5)	0,4 (0,8)	2,7 (6,1)	4,3 (8,4)

Tabel 4-5 Kengetallen naderingen via SUGOL - gemiddelden voor alle vluchten en standaarddeviatie

TMA					ACC			
Baan	Daalhoek [deg]	Aantal horz. segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	Daalhoek [deg]	Aantal horz. Segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.
06	2,2 (0,3)	0,6 (0,7)	3,2 (5,4)	6 (9)	2,3 (0,4)	0,3 (0,6)	3 (5,3)	5,9 (10,4)
18C	2,2 (0,3)	0,6 (0,8)	3,5 (5,2)	7 (10)	2,3 (0,4)	0,2 (0,5)	1,7 (3,7)	3,3 (7,3)
18R	2,1 (0,3)	0,8 (0,7)	8 (7,8)	15 (13)	2,3 (0,4)	0,3 (0,5)	2,4 (5,1)	4,7 (9,8)
22	1,6 (0,3)	1,9 (0,8)	17,6 (11,6)	24 (10)	2,2 (0,2)	0,5 (0,7)	2,5 (3,3)	4,9 (6,5)
24	1,6 (0,1)	1,6 (0,7)	11,3 (6,9)	17 (10)	2,2 (0,2)	0,5 (0,5)	5,4 (5,9)	10,7
27	1,6 (0,2)	1,4 (0,8)	14,1 (10,9)	21 (13)	2,2 (0,3)	0,3 (0,6)	2,9 (5,4)	5,7 (10,5)
36C	1,7 (0,2)	1,3 (0,8)	14,6 (10,7)	22 (12)	2,2 (0,4)	0,3 (0,5)	2,9 (7,3)	5,3 (13)
36R	1,9 (0,3)	1,1 (0,8)	8,5 (8,5)	14 (12)	2,3 (0,4)	0,4 (0,5)	4,1 (6,1)	8,2 (12)

Tabel 4-6 Kengetallen naderingen via ARTIP - gemiddelden voor alle vluchten en standaarddeviatie

TMA					ACC			
Baan	Daalhoek [deg]	Aantal horz. segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	Daalhoek [deg]	Aantal horz. Segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.
06	1,8 (0,3)	1,0 (0,8)	8,9 (8,4)	15 (13)	2,5 (0,3)	0,2 (0,5)	1,1 (2,8)	1,5 (4)
18C	2,1 (0,3)	0,7 (0,7)	4,6 (5,5)	9 (10)	2,5 (0,4)	0,3 (0,4)	2,3 (4,8)	3,4 (7,1)
18R	2,3 (0,3)	0,6 (0,8)	3,2 (4,6)	7 (9)	2,6 (0,4)	0,2 (0,5)	1,7 (4,1)	2,5 (5,9)
22	2,4 (0,4)	0,7 (0,9)	4,5 (8,3)	9 (13)	2,6 (0,4)	0,4 (0,5)	2,1 (3,1)	2,9 (4,3)
24	2,5 (0,3)	0,3 (0,6)	1,8 (3,4)	5 (8)	3 (0,4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
27	2,5 (0,3)	0,3 (0,8)	2,1 (7)	4 (8)	2,6 (0,5)	0,2 (0,4)	1,4 (3,9)	2 (5,5)
36C	1,9 (0,4)	1,1 (0,6)	6,9 (4,7)	12 (8)	2,7 (0,5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
36R	1,9 (0,2)	0,9 (0,9)	6 (7,7)	11 (12)	2,6 (0,3)	0,2 (0,5)	1,9 (4,6)	2,7 (6,5)

Tabel 4-7 Kengetallen naderingen in de nacht vs. overdag

IAF	Baan	TMA				ACC			
		Daalhoek [°] (Δ)	Aantal horz. segmenten [-] (Δ)	Lengte horz. segmenten [NM] (Δ)	% ATD horz. (Δ)	Daalhoek [°] (Δ)	Aantal horz. segmenten [-] (Δ)	Lengte horz. segmenten [NM] (Δ)	% ATD horz. (Δ)
ARTIP	06	1,9 (+0,1)	0,8 (-0,2)	5,4 (-3,4)	9 (-6)	2,5 (+0,0)	0,1 (-0,1)	0,4 (-0,6)	1 (-1)
ARTIP	18R	2,3 (+0,1)	0,5 (-0,1)	2,3 (-0,8)	5 (-2)	2,8 (+0,1)	0,2 (+0,0)	2,0 (+0,3)	3 (+0)
RIVER	06	2,4 (-0,1)	0,2 (+0,0)	0,5 (+0,0)	2 (0)	2,6 (+0,0)	0,1 (-0,1)	0,3 (-1,2)	1 (-1)
RIVER	18R	2,1 (+0,5)	0,4 (-0,9)	2,5 (-11,7)	4 (-20)	2,2 (-0,1)	0,2 (+0,0)	1,4 (+0,1)	4 (+2)
SUGOL	06	2,2 (+0,0)	0,6 (+0,0)	3,5 (+0,3)	7 (+1)	2,5 (+0,2)	0,2 (-0,2)	1,0 (-2,0)	2 (-4)
SUGOL	18R	2,2 (+0,1)	0,5 (-0,3)	2,8 (-5,2)	6 (-9)	2,4 (+0,1)	0,1 (-0,2)	0,6 (-1,8)	1 (-4)

Operationele toelichting

In het dalprofiel is de operationele efficiency de mate waarin het profiel overeenkomt met een continuus descent operation (CDO). Het verticale profiel van een CDO is echter afhankelijk van het vliegtuigtype, waardoor het niet mogelijk is een eenduidige vergelijking te maken tussen de daadwerkelijk gevlogen dalprofielen en de CDO. De mogelijkheid tot het vliegen van een CDO wordt onder meer beïnvloed door de structuur van het luchtruim en door de complexiteit van de operationele afhandelingssituatie (verkeer, weer, actieve baancombinatie, etc.).

Daarnaast zijn conceptuele keuzes binnen het ATM-systeem mede bepalend voor het dalprofiel. De kruisende routes in de TMA en de sequencing voor het naderen naar de landingsbanen zijn er mede oorzaak van dat met grote regelmaat verticale separatie moet worden toegepast. Dit heeft tot gevolg dat het verkeer regelmatig wordt geconfronteerd met horizontale vluchtsegmenten, onder andere op FL70, 3000 ft of 2000 ft. De aanleiding voor het vliegen op FL70 is de standaardprocedure voor separatie met vertrekkend verkeer in de Schiphol TMA. Het vertrekkende verkeer klimt daarmee in principe niet hoger dan naar FL60. Horizontale segmenten op 3000 ft en 2000 ft zijn de hoogtes waarop bij een precisienadering het glijpad van het Instrument Landing System (ILS) wordt onderschept.

Tijdens de nacht, als er minder verkeer is en vrijwel overal het militair luchtruim beschikbaar is voor gebruik door civiel verkeer, is de kans op een optimaal dalprofiel aanzienlijk groter.

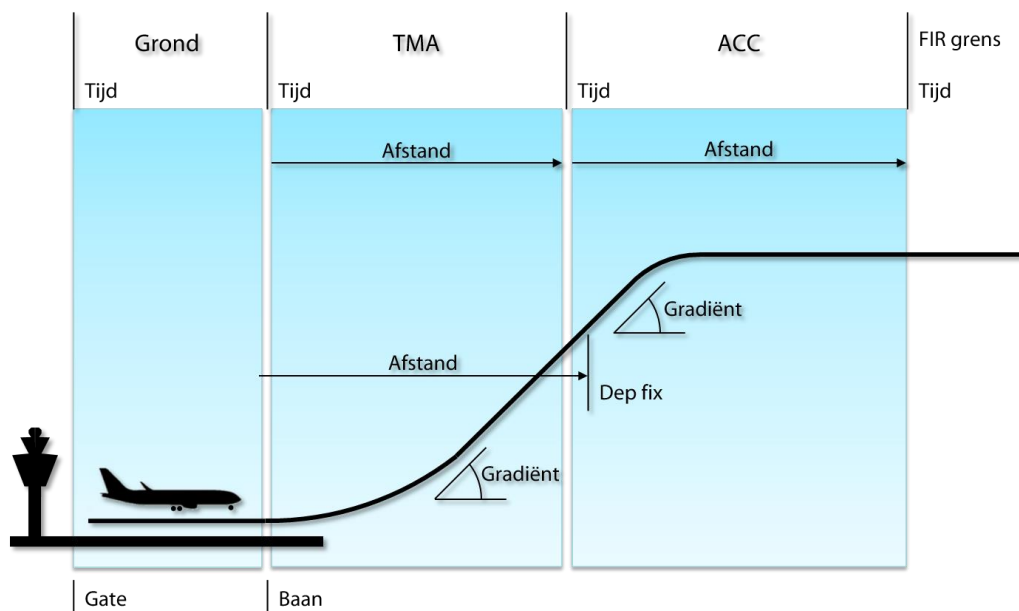
5 Efficiency-indicatoren

Om de vluchtefficiëntie inzichtelijk te maken maakt dit project gebruik van efficiency-indicatoren (zie paragrafen 5.1 en 5.2). Bij het definiëren van de indicatoren is onderscheid gemaakt tussen vertrekkend en naderend verkeer. Ook is onderscheid gemaakt tussen het verticale en laterale vluchtprofiel, omdat dit een ander soort analyse vraagt. De totale vluchtefficiency wordt bepaald door een combinatie van het verticale en laterale vluchtprofiel. Deze combinatie wordt in deze studie niet als zodanig bekeken.

Voor iedere vlucht is op basis van ADS-B vluchtgegevens de waarde van de indicatoren bepaald. Met een interactief dashboard en interactieve kaart (zie paragraaf 5.3) zijn relevante doorsneden van de gegevens gemaakt om de bevindingen van de operationele analyse te kwantificeren en trends in de efficiency van de geselecteerde vluchten inzichtelijk te maken.

5.1 Efficiency-indicatoren voor vertrekkend verkeer

Figuur 5-1 geeft een schematische weergave van een vertrekkende vlucht. In aansluiting op de operationele analyse zijn de efficiency-indicatoren gedefinieerd op sectorniveau eindigend bij FIR-grens: op de grond, binnen de TMA en binnen de ACC sectoren.



Figuur 5-1 Schematische weergave efficiency-indicatoren vertrekkend verkeer

Tabel 5-1 en Tabel 5-2 geven een overzicht van de efficiency-indicatoren die voor vertrekkend verkeer zijn gehanteerd. Op de grond is dit taxitijd. In de TMA en ACC-sectoren zijn de efficiency-indicatoren de totale afgelegde weg, de grootcirkelafstand (tussen entry- en exit-point) en de tijd. Efficiency-indicatoren met betrekking tot de vluchtuitvoering in het verticale vlak (binnen de TMA en ACC sectoren) zijn de gemiddelde klimhoek en klimgradiënt, de hoogte op de sectorgrenzen, het aantal horizontale segmenten en de afstand en duur van deze segmenten.

In aanvulling op de efficiency-indicatoren die op sectorniveau, zijn er twee efficiency-indicatoren op vluchtniveau: het verschil in afgelegde afstand vanaf take-off tot departure fix en de ratio tussen de lengte van de SID en de afgelegde afstand.

Het brandstofverbruik is eerder geïdentificeerd als mogelijke efficiency-indicator, maar gegevens over het verbruik waren in het kader van dit onderzoek niet beschikbaar. Het brandstofgebruik is daarom niet opgenomen als efficiency-indicator.

Tabel 5-1 Efficiency-indicatoren vertrekkend verkeer op sectorniveau

Indicatoren per sector	Grond	TMA	ACC
Horizontale segmenten [aantal, hoogte, afstand en duur]		✓	✓
Hoogte bij doorkruisen sectorgrenzen		✓	✓
Klimgradiënt en klimhoek		✓	✓
Tijd binnen sector		✓	✓
Taxitijd	✓		
Afgelegde grondafstand		✓	✓
Ratio tussen afgelegde pad en grootcirkelafstand ³		✓	✓

Tabel 5-2 Efficiency-indicatoren vertrekkend verkeer op vluchtniveau

Indicatoren voor de hele vlucht

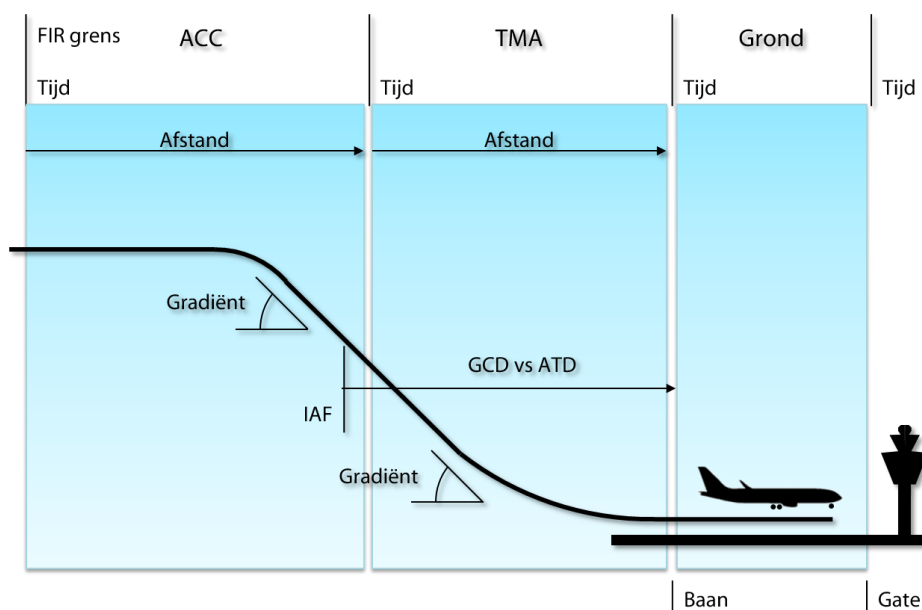
Kortste laterale afstand tussen afgelegde pad tot departure fix

Ratio tussen afgelegde afstand en SID-afstand

³ De grootcirkelafstand is de kortste verbinding tussen twee punten op een bol. Deze kortste verbinding is altijd een deel van de grootcirkel; een cirkel op een boloppervlak waarvan de straal gelijk is aan de straal van de bol.

5.2 Efficiency-indicatoren voor naderend verkeer

Figuur 5-2 geeft een schematische weergave van een naderende vlucht. Net als voor vertrekkend verkeer zijn de efficiency-indicatoren gedefinieerd op sectorniveau vanaf de FIR-grens: binnen de ACC-sectoren, binnen de TMA en op de grond.



Figuur 5-2 Schematische weergave efficiency-indicatoren naderend verkeer

Tabel 5-3 en **Tabel 5-4** geven een overzicht van de efficiency-indicatoren die voor naderend verkeer zijn gehanteerd. Op de grond is dit taxitijd. In de TMA en ACC-sectoren zijn de efficiency-indicatoren de totale afgelegde weg, de grootcirkelafstand (tussen entry-en exit-point) en de tijd. Efficiency-indicatoren met betrekking tot de vluchtuitvoering in het verticale vlak (binnen de TMA en ACC sectoren) zijn de gemiddelde klimhoek en klimgradiënt, de hoogte op de sectorgrenzen, het aantal horizontale segmenten en de afstand en duur van deze segmenten.

De twee efficiency-indicatoren op vluchtniveau zijn het type gevlogen nadering en de ratio tussen de lengte van de STAR en de daadwerkelijk afgelegde afstand. Bij het type nadering is onderscheid gemaakt naar een CDO, 2000 ft of 3000 ft nadering. Om te bepalen of een CDO is gevlogen, is gebruik gemaakt van de door National Air Traffic Services (NATS) gehanteerde definitie voor CDOs. Het gaat daarbij om de afstand, hoogte en het aantal van de horizontaal gevlogen segmenten tijdens de nadering. Volgens de NATS-definitie heeft een horizontaal gevlogen segment over een afstand van tenminste 2 NM een verandering in hoogte van minder dan 50 ft. Eerst wordt per nadering gekeken of er een horizontaal segment is rond de 2000 ft of 3000 ft. Als dit het geval is, dan is het een 2000 ft of 3000 ft nadering. Volgens de NATS-definitie heeft een CDO lager dan 6000 ft een horizontaal segment van maximaal 2,5 NM. Als de nadering hieraan voldoet is het een CDO, anders wordt deze geclassificeerd als een onbekende nadering.

Tabel 5-3 Efficiency-indicatoren naderend verkeer op sectorniveau

Indicatoren per sector	ACC	TMA	Grond
Horizontale segmenten [aantal, hoogte, afstand en duur]	✓	✓	
Hoogte bij doorkruisen sectorgrenzen	✓	✓	
Daalgradiënt en daalhoek	✓	✓	
Tijd binnen sector	✓	✓	
Taxitijd			✓
Afgelegde grondafstand	✓	✓	
Ratio tussen afgelegde weg en grootcirkelafstand	✓	✓	

Tabel 5-4 Efficiency-indicatoren naderend verkeer op vluchtniveau

Indicatoren voor hele vlucht

Type nadering [2000ft, 3000ft of CDO]

Kortste laterale afstand tussen afgelegde pad en IAF

5.3 Bepalen van efficiency-indicatoren

De in paragrafen 5.1 en 5.2 beschreven indicatoren zijn bepaald voor KLM-vluchten tussen de geselecteerde city pairs in de periode van mei 2013 tot en met mei 2014. Hierbij is gebruik gemaakt van de volgende gegevens:

- Vluchtgegevens (ADS-B)
- Baangebruiksgegevens (MRI)
- Luchtruimstructuur en routes (AIP)
- Vliegplaninformatie (KLM)

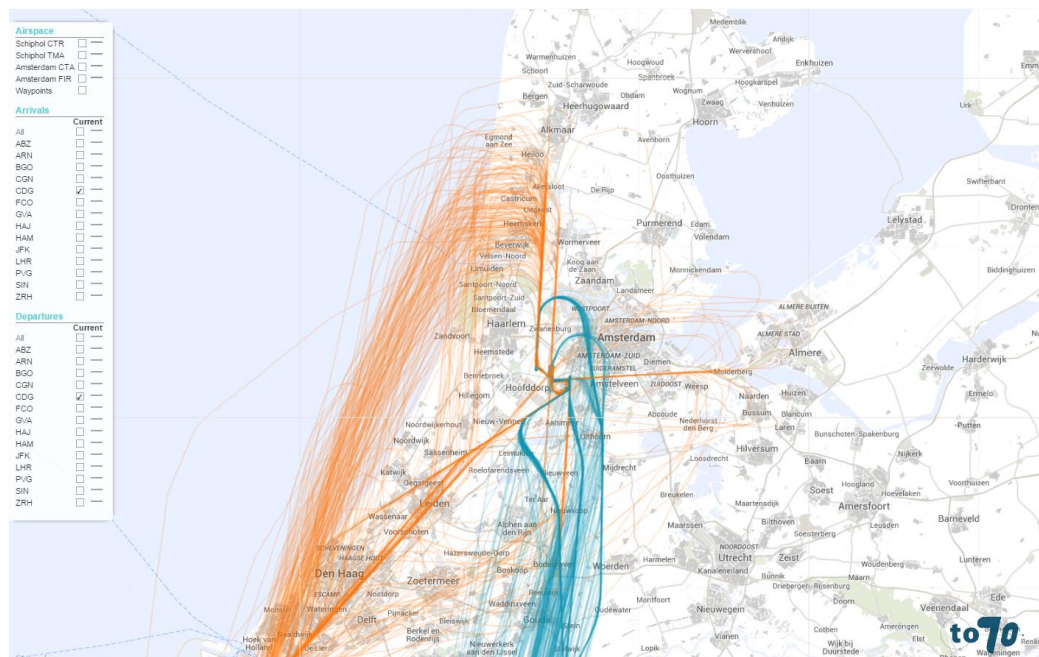
De bron voor de vluchtgegevens is Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B). In de analyse zijn vluchten met een Embraer 190 en Fokker 70 niet meegenomen. KLM's Embraer 190 vloot is namelijk niet uitgerust met ADS-B. Voor de Fokker 70 zijn de uitgezonden positiegegevens via ADS-B onvoldoende betrouwbaar gebleken.

De bron voor het baangebruik is een log van het Main Runway Indicator (MRI) paneel. Dit paneel geeft op elk moment aan welke banen in gebruik zijn. Voor de luchtruimstructuur en de routes (SIDs en STARs) is gebruikt gemaakt van gegevens uit het Nederlandse AIP.

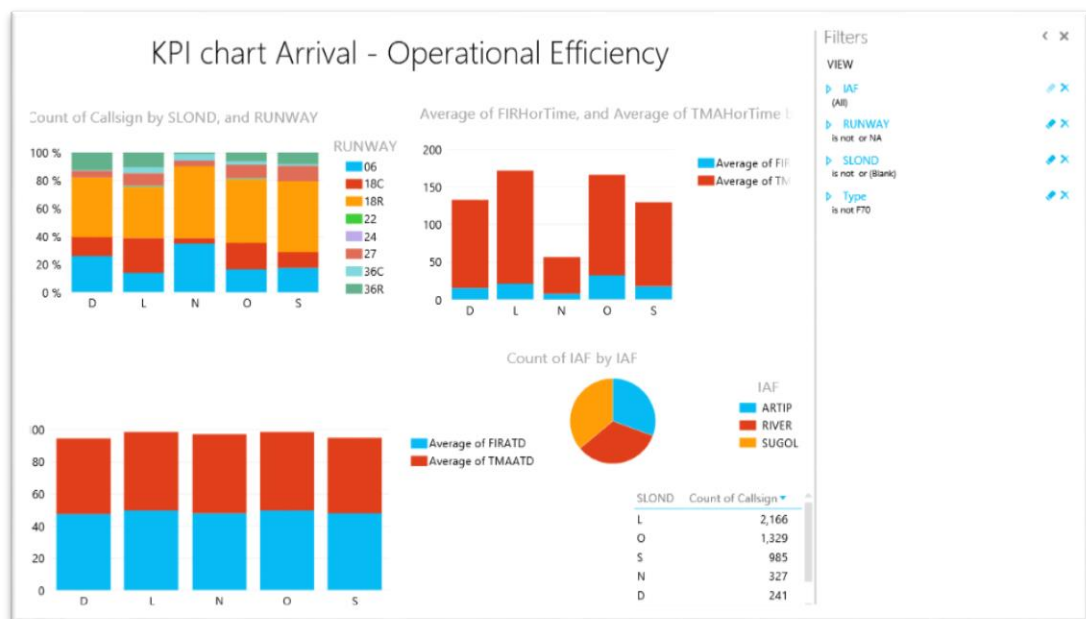
De efficiency-indicatoren zijn per vlucht bepaald op basis van bovenstaande gegevensbronnen en opgeslagen voor verdere analyse.

5.4 Interactief dashboard en overzichtskaart

Voor het uitvoeren van de analyses is gebruik gemaakt van een interactief dashboard en interactieve kaart. Hiermee zijn verschillende doorsneden van de gegevens gemaakt. In 0 van dit rapport zijn ‘snapshots’ van kaart en dashboard opgenomen om de resultaten te illustreren.



Figuur 5-3 Interactief dashboard city pair



Figuur 5-4 Overzichtskaart city pair

Afkortingen

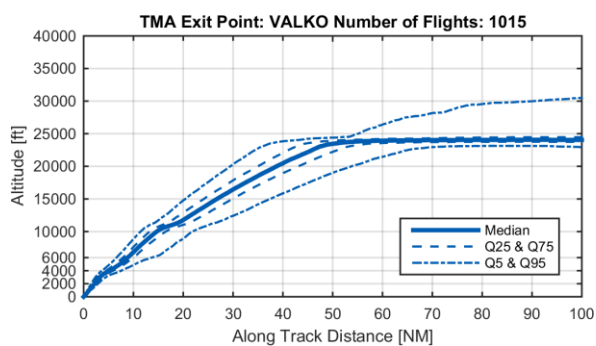
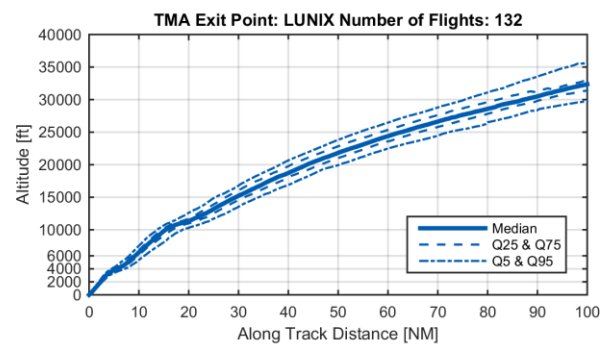
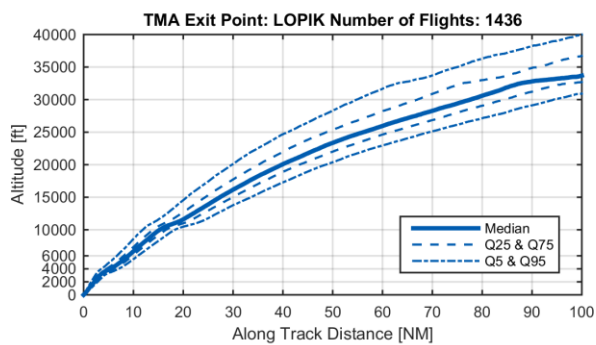
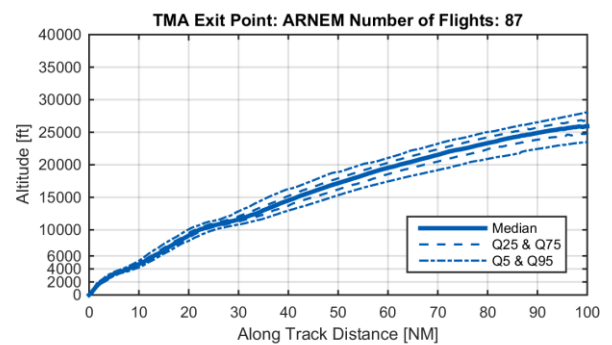
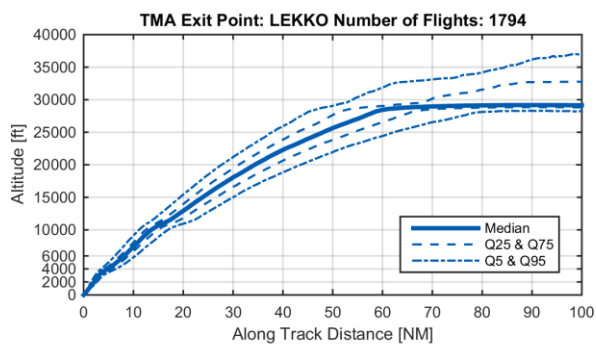
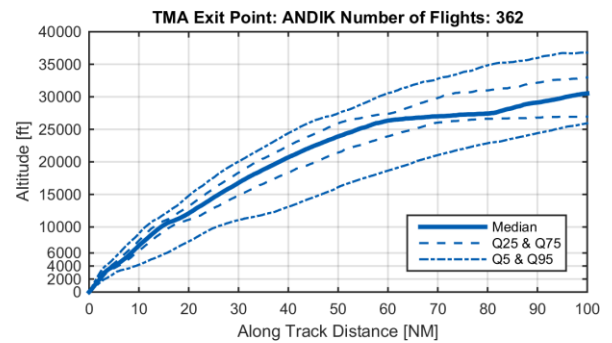
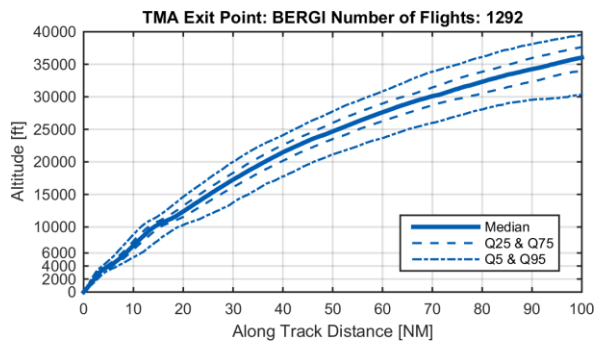
AIP	Aeronautical Information Publication
ATM	Air Traffic Management
ATS	Air Traffic Services
ATD	Along Track Distance
ACC	Area Control Centre
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance-Broadcast
CCO	Continuous Climb Operations
CDO	Continuous Descent Operations
CDR	Conditional Route
CTA	Control Area
FL	Flight Level
FUA	Flexible Use of Airspace
FIR	Flight Information Region
IQR	Interkwartielafstand
IAF	Initial Approach Fix
ILS	Instrument Landing System
KDC	Knowledge and Development Centre Mainport Schiphol
KLM	Koninklijke Luchtvaartmaatschappij
LVNL	Luchtverkeersleiding Nederland
MRI	Main Runway Indicator
NATS	National Air Traffic Services
STAR	Standard Arrival Route
SID	Standard Instrument Departure
TMA	Terminal Area
VOR	Very High Frequency Omnidirectional Range

Annex A Aanvullende gegevens analyse vertrekkend verkeer

Klimprofielen - Mediaan en Spreiding

Tabel A-5 Mediaan en standaarddeviatie vliegtijd van TMA-grens tot FIR-grens

	24	27	09	18C	18L	36C	36L
ANDIK	537 (52)	463 (9)	569 (43)	593 (57)	573 (59)	-	552 (65)
ARNEM	411 (36)	-	433 (25)	-	420 (32)	399 (44)	415 (24)
BERGI	287 (90)	299 (178)	272 (100)	274 (101)	270 (65)	-	272 (97)
LEKKO	262 (28)	265 (17)	258 (21)	278 (42)	271 (33)	247 (21)	240 (23)
LOPIK	335 (31)	326 (25)	332 (24)	-	341 (30)	322 (37)	320 (29)
LUNIX	225 (31)	-	240 (30)	232 (9)	237 (26)	226 (23)	218 (14)
VALKO	678 (93)	628 (0)	623 (58)	638 (24)	666 (85)	-	627 (70)



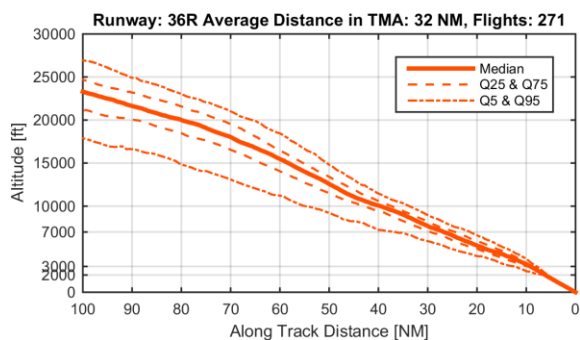
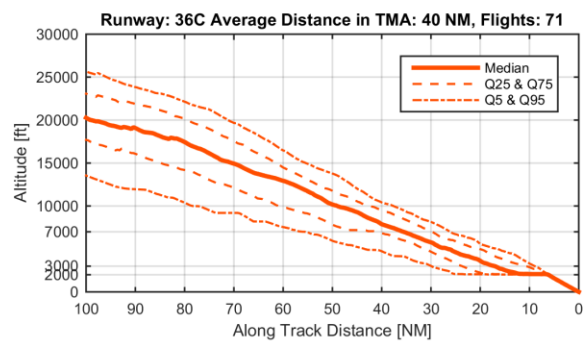
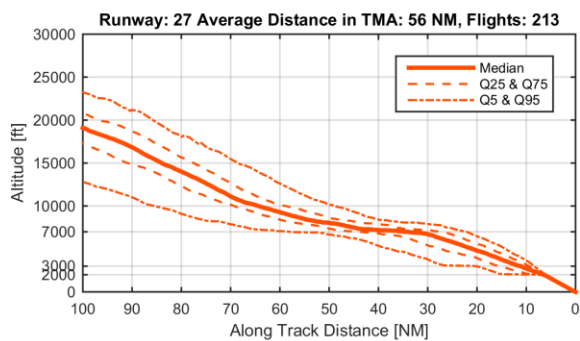
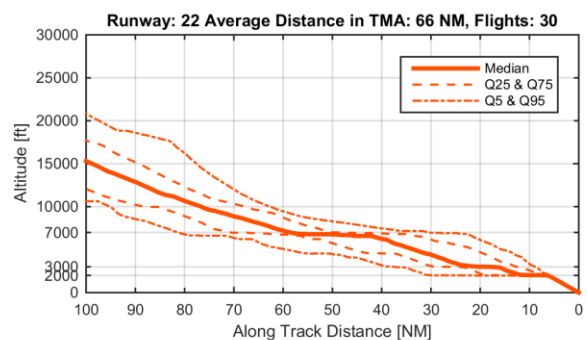
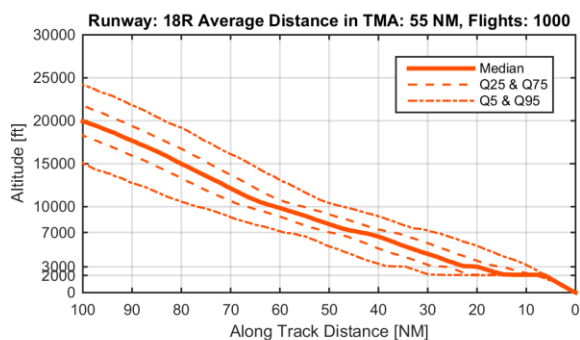
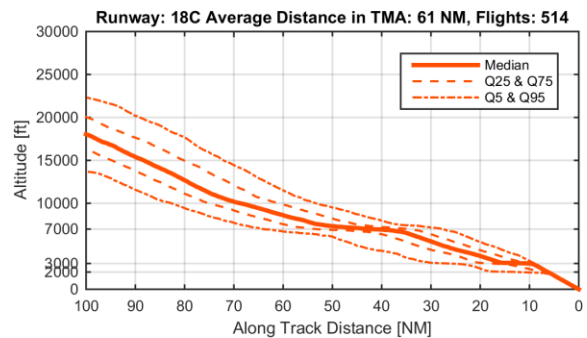
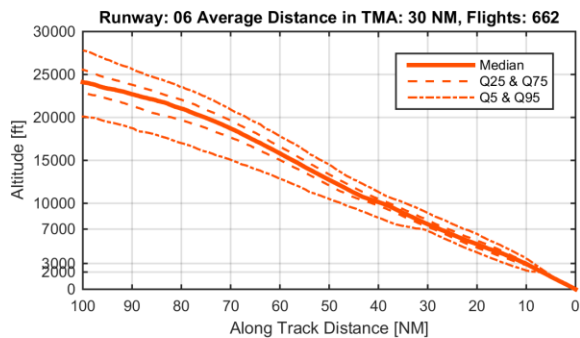
Klimprofielen vanaf verschillende TMA exit points

Annex B Aanvullende figuren analyse naderend verkeer

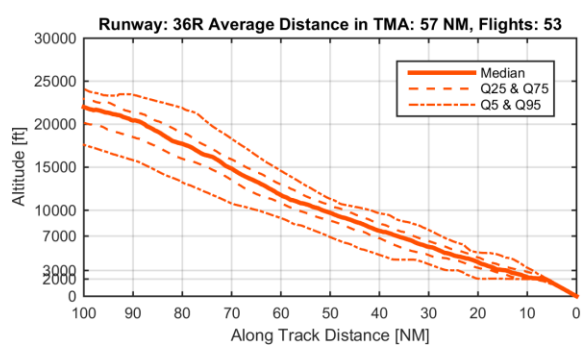
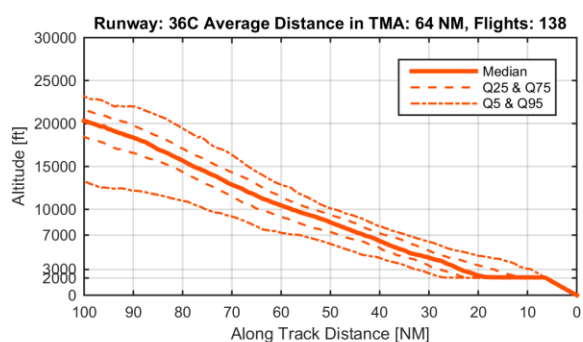
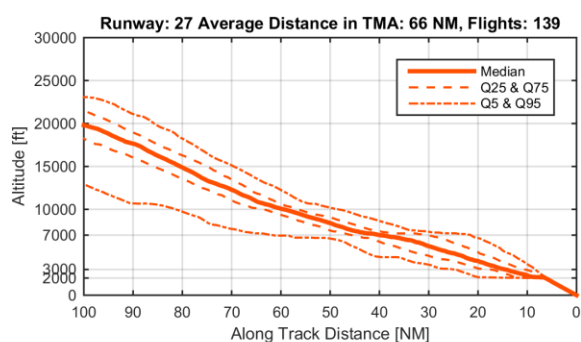
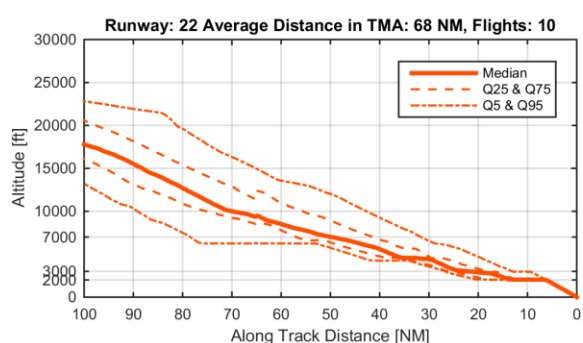
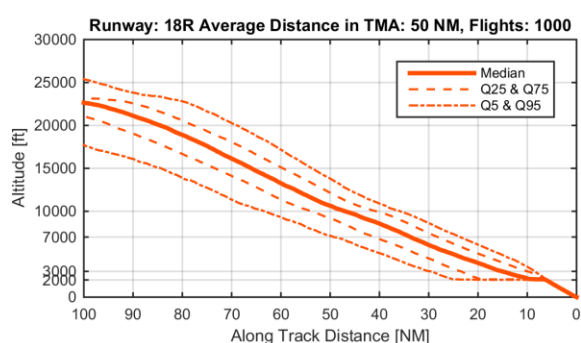
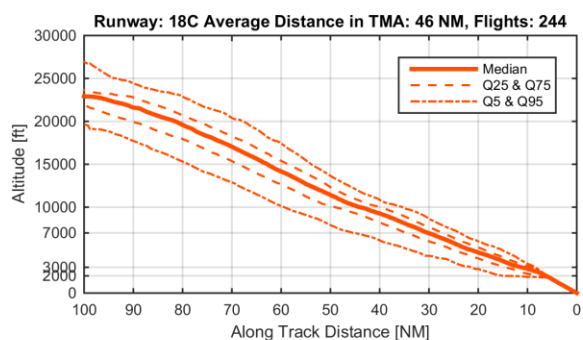
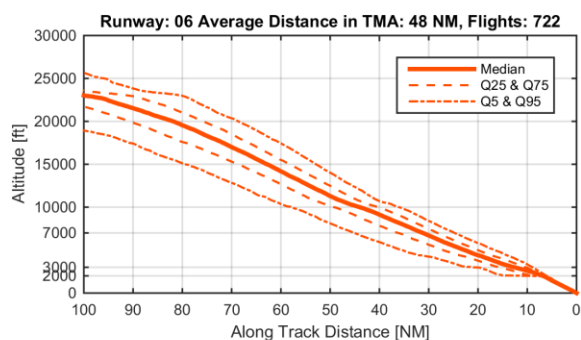
Daalprofielen verkeer via RIVER - Mediaan & Spreiding

Daalprofielen verkeer via SUGOL - Mediaan & Spreiding

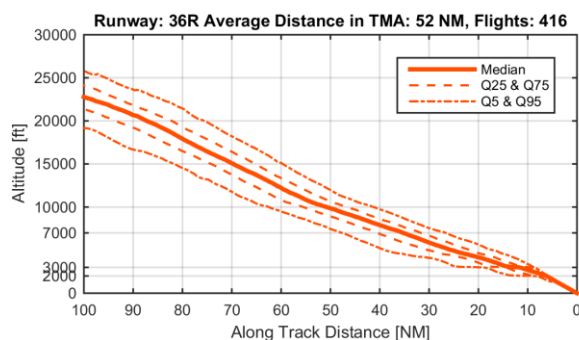
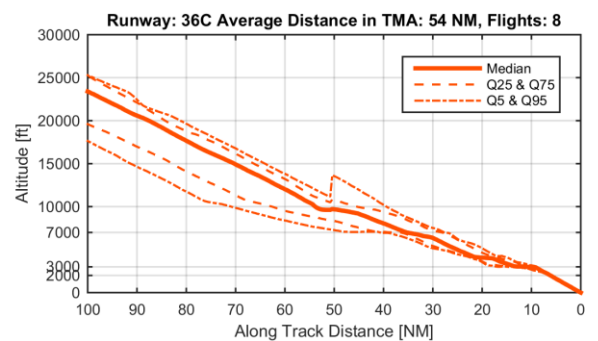
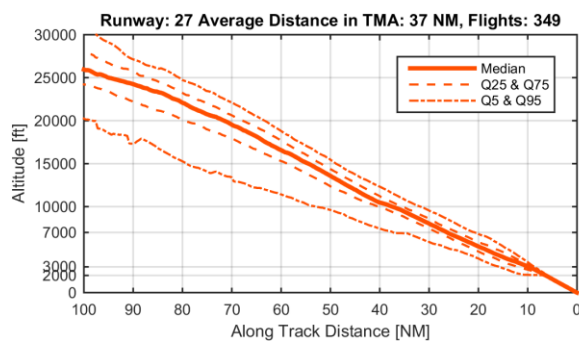
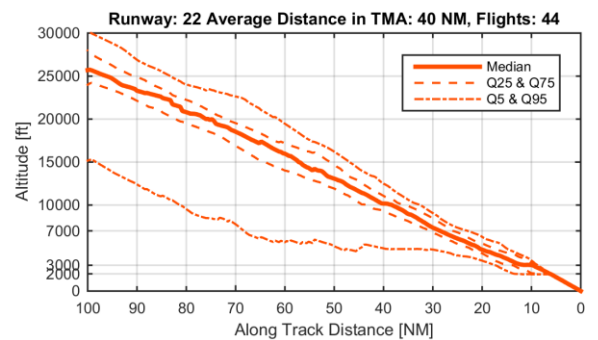
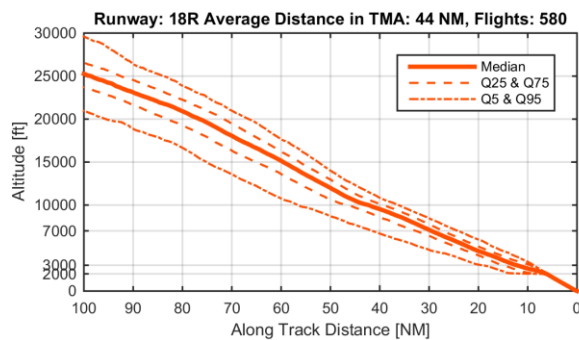
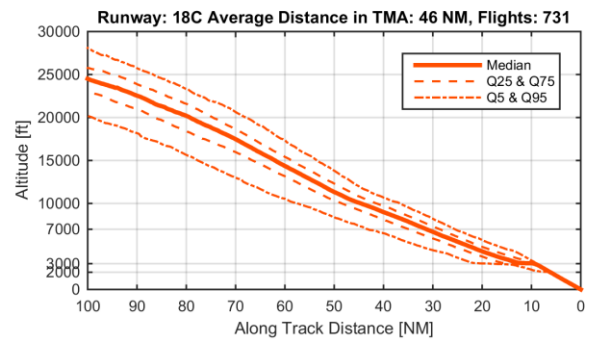
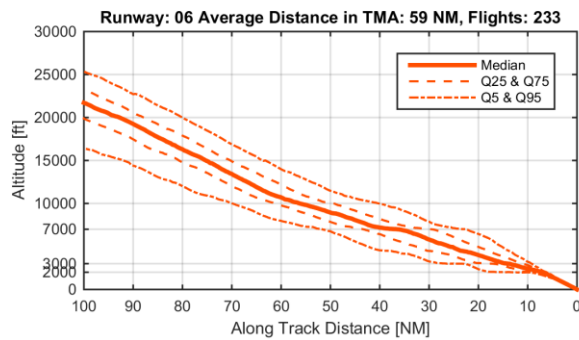
Daalprofielen verkeer via ARTIP - Mediaan & Spreiding



Daalprofielen verkeer via RIVER - Mediaan & Spreiding



Daalprofielen verkeer via SUGOL - Mediaan en Spreiding



Daalprofielen verkeer via ARTIP - Mediaan en Spreiding

Annex C Vluchtefficiency individuele city pairs

Deze Annex geeft aanvullende resultaten uitgesplitst naar de geselecteerde city pairs. De volgende bestemmingen vormen ieder met Amsterdam een city pair:

- Aberdeen (ABZ)
- Stockholm (ARN)
- Bergen (BGO)
- Parijs (CDG)
- Rome (FCO)
- Geneve (GVA)
- Hamburg (HAM)
- New York (JFK)
- Londen (LHR)
- Shanghai (PVG)
- Singapore (SIN)
- Zürich (ZRH)

Voor ieder city pair bevat deze Annex:

- Kaart met tracks
- Dichtheidsplots van het klim- en dalprofiel
- De mediaan en spreiding van het klim- en dalprofiel
- De afgelegde weg en tijd binnen de TMA.
- Kengetallen dalprofiel
- Een korte beschrijving van de potentiële verbeterpunten

C1. Aberdeen (ABZ)

Potentiële verbeterpunten

Amsterdam (AMS) - Aberdeen (ABZ)

Analyse van de BERGI tracks van vluchten gestart van baan 24 toont aan dat in een groot aantal gevallen de SID wordt afgesneden door middel van een direct. Dit levert een verkorting op van de afgelegde weg, variërend van enkele mijlen tot 10 NM. Het efficiencyvoordeel van deze 'directs' is op dit moment voor KLM beperkt, aangezien de KLM in eerste instantie plant op het vliegen van de volledige SID. Een SID-aanpassing, optimalisatie van de huidige SID of flight efficiency, kan voor de KLM een planmatig efficiencyvoordeel opleveren omdat structureel minder brandstof hoeft worden meegenomen. Daarnaast is er een kans op kleine verkorting van de bloktijd (maximaal 2 minuten). Dit kan leiden tot een betere resource-efficiëntie (crews, vliegtuigen) en/of tot een netwerkvoordeel (optimalisatie schematijd kan leiden tot betere/meer connecties).

Bij een eventuele haalbaarheidsstudie van een verandering van de SID dient te worden gekeken naar de volgende zaken:

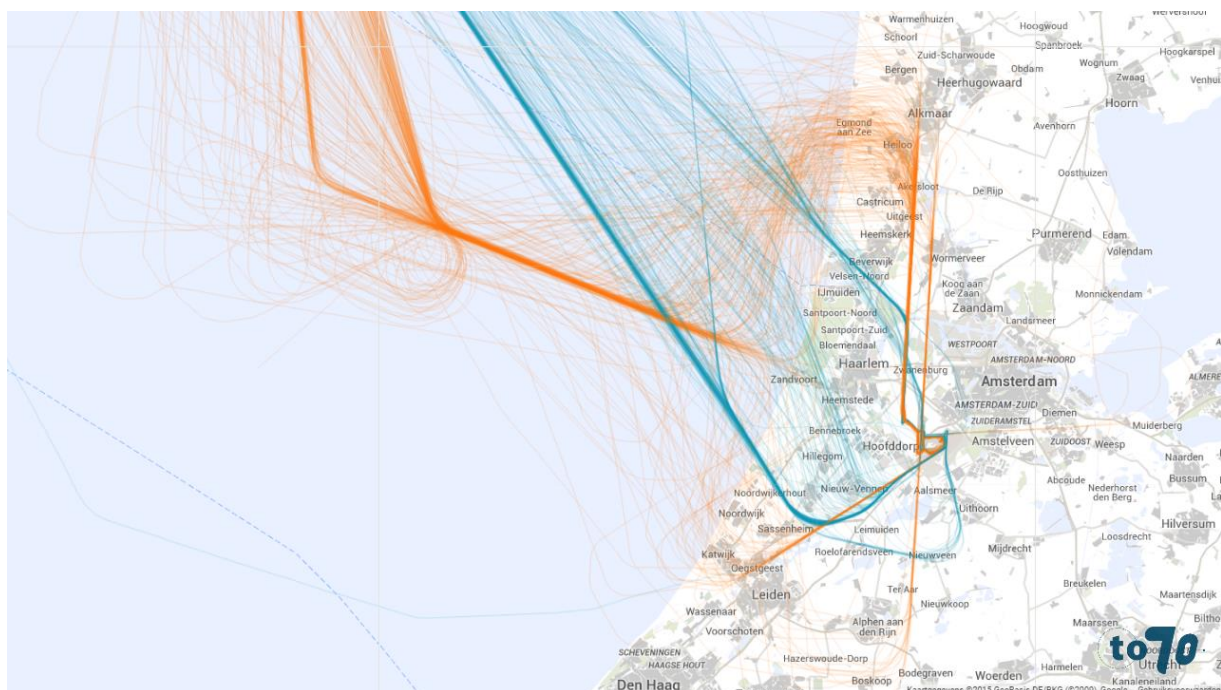
- Conflict met naderend verkeer vanuit RIVER en vanuit SUGOL, de aankomst- en vertrekroutes kruisen elkaar;
- Verhoogd risico op under-performance bij verlaging bloktijd door kortere route, of bij gebruik van een andere startbaan (niet baan 24).

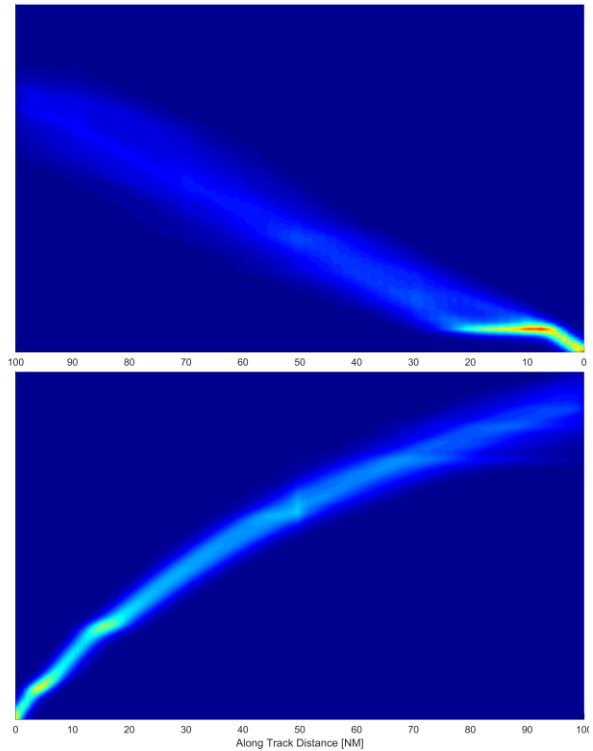
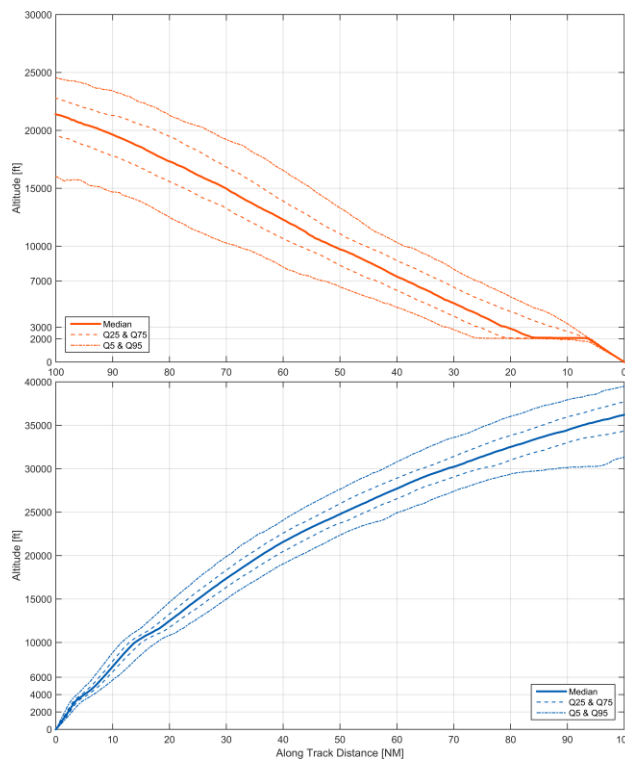
Vooral het conflict met naderend verkeer is binnen het huidige ATM systeem een bepalende factor. Wijziging van de BERGI SID van baan 24 zal dan ook niet eenvoudig zijn.

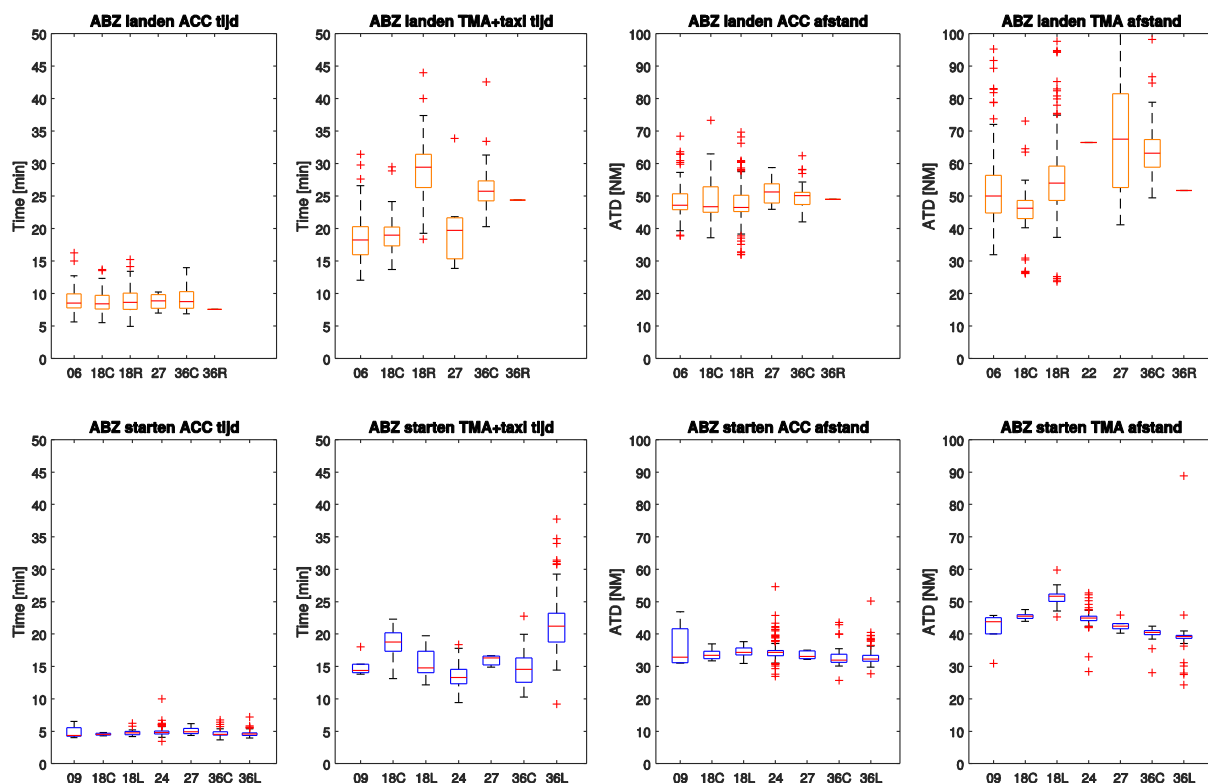
Aberdeen (ABZ) - Amsterdam (AMS)

De track analyse van naderend verkeer vanuit Aberdeen laat zien dat de meeste vluchten standaard worden afgehandeld via de STAR (TOPPA 2A). De afwijkingen van de route die vóór SUGOL zichtbaar zijn in de vorm van extra mijlen vliegen, dienen om holding bij SUGOL te voorkomen. De afwijkingen ná SUGOL (meestal in de vorm van minder mijlen vliegen) worden veroorzaakt door de sequencing met ander verkeer naar de in gebruik zijnde landingsbaan. De mate van beide afwijkingen is sterk afhankelijk van het verkeersbeeld op het moment van naderen; geen van beide heeft een structureel karakter. Daarom zijn voor deze vluchten geen potentiële verbeterpunten geïdentificeerd.

City pair segment	Potentiële verbeterpunten	Haalbaarheid	Effect
Amsterdam (AMS) Aberdeen (ABZ)	Verkorten vertrekroute van vluchten die gebruik maken van de BERGI SID om de grote variatie in gevlogen tracks terug te brengen.	Beperkt, vraagt ingrijpende aanpassingen in het afhandelingsconcept. Aanpassing van de route boven land leidt tot verschuiving van hinder en mogelijk toename van hinder.	Verkorting totale vluchtduur en minder brandstof meenemen.
Aberdeen (ABZ) Amsterdam (AMS)	Geen verbeteringen	-	-







TMA					ACC			
Baan	Daalhoek [deg]	Aantal horz. segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	Daalhoek [deg]	Aantal horz. Segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.
06	2,1 (0,3)	0,7 (0,8)	4,1 (5,6)	7 (9)	2,1 (0,4)	0,3 (0,7)	1,8 (4,8)	4 (10)
18C	2,2 (0,3)	0,6 (0,8)	3,5 (5,4)	7 (10)	2,3 (0,4)	0,2 (0,6)	1,1 (3)	2 (5)
18R	1,9 (0,3)	1,1 (0,6)	13,3 (7,4)	23 (12)	2,3 (0,4)	0,2 (0,6)	1,2 (4,9)	2 (8)
22	1,5 (0)	2 (0)	20,8 (0)	31 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
27	1,6 (0,3)	1,7 (0,9)	18,6 (17,3)	23 (15)	2,2 (0,4)	0,2 (0,4)	0,5 (1)	1 (2)
36C	1,7 (0,2)	1,4 (0,8)	15,6 (8,3)	23 (10)	2 (0,5)	0,3 (0,5)	2,8 (8,9)	5 (18)
36R	2 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2,8 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

C2. Stockholm (ARN)

Potentiële verbeterpunten

Amsterdam (AMS) - Stockholm (ARN)

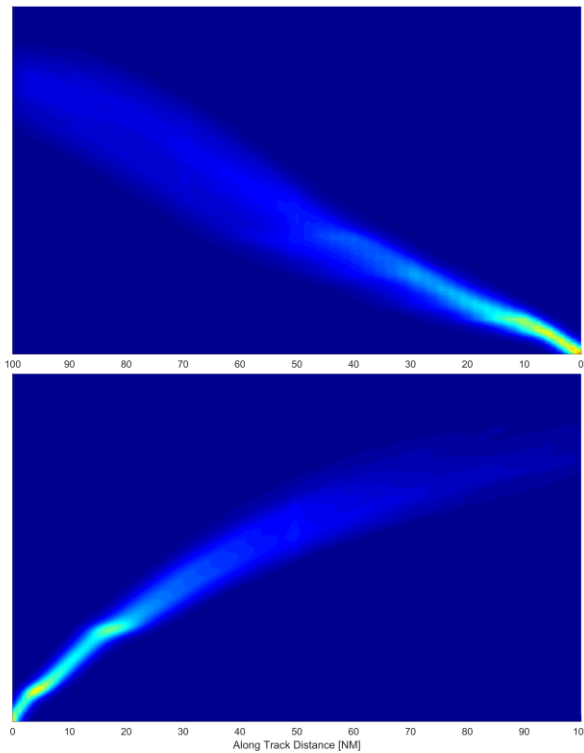
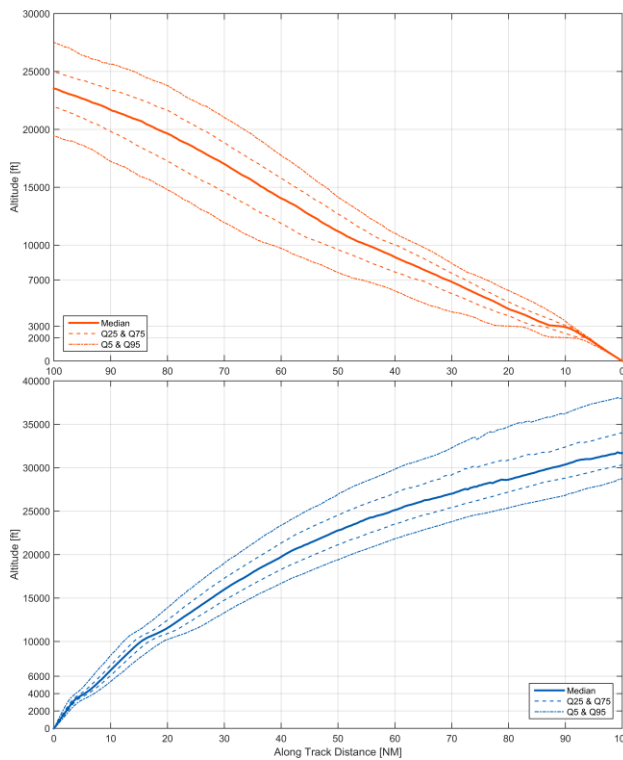
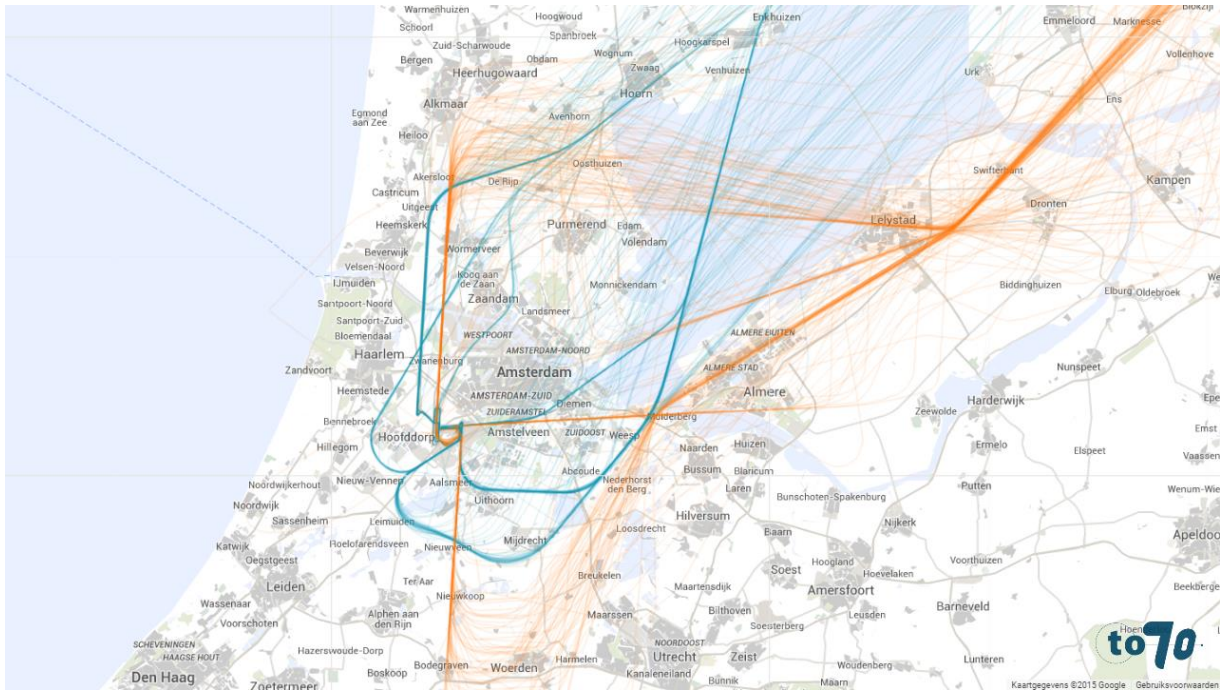
Analyse van de tracks van vluchten gestart vanaf vrijwel alle banen richting ANDIK toont aan dat in een groot aantal gevallen de SID wordt afgesneden door middel van een 'direct'. Dit levert een verkorting op van de afgelegde weg van circa 4-5 NM. Het efficiency-voordeel van deze 'directs' is op dit moment beperkt aangezien de KLM plant op het vliegen van de volledige SID. Een SID-aanpassing, optimalisatie van de huidige SID of flight efficiency, kan voor de KLM een planmatig efficiency-voordeel opleveren omdat dan minder brandstof hoeft te worden meegenomen. Daarnaast is er een kans op kleine verkorting van de bloktijd (maximaal 1 minuut). Dit kan bijdragen aan een betere resource-efficiëntie (crews, vliegtuigen) en/of tot een netwerkvoordeel (optimalisatie schematijd kan leiden tot betere/meer connecties).

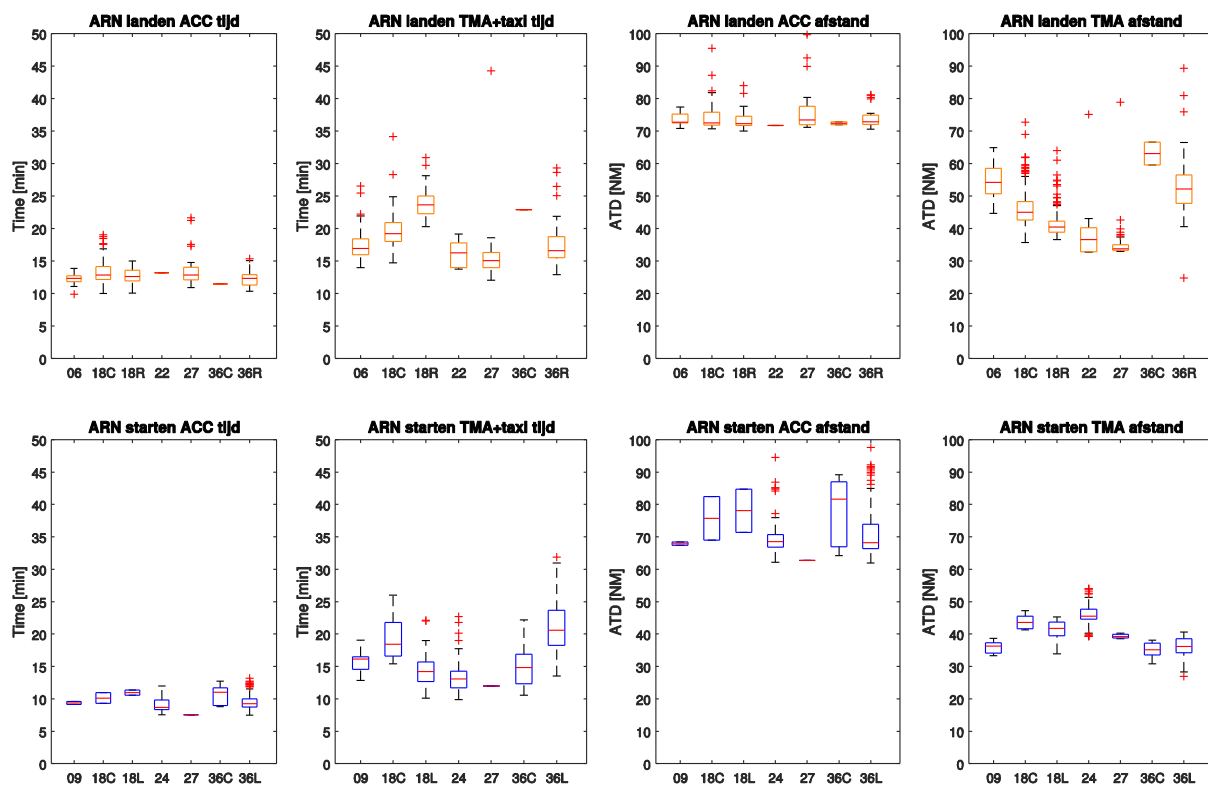
Bij een eventuele haalbaarheidsstudie van een verandering van de SIDs dient te worden gekeken naar het potentiële conflict met naderend verkeer vanuit ARTIP, de routes kruisen elkaar. Dit conflict is binnen het huidige ATM systeem een bepalende factor voor het huidige ontwerp van de SIDs naar ANDIK. Wijziging van de SIDs zal dan ook niet eenvoudig zijn.

Stockholm (ARN) - Amsterdam (AMS)

De track analyse van naderend verkeer vanuit Stockholm laat zien dat de vluchten meestal standaard worden afgehandeld via de STAR (EELDE 1A). Vóór ARTIP is bij zuidelijk baangebruik is af en toe sprake van afsnijden van de STAR richting het Spijkerboor VHF Omnidirectional Range (VOR) baken. Deze afwijkingen resulteren in het vliegen van minder mijlen. Hiervoor wordt gekozen om redenen van sequencing met ander verkeer naar de landingsbanen in gebruik. De mate van afwijkingen is daardoor sterk afhankelijk van het verkeersbeeld op het moment van naderen en heeft geen structureel karakter. Reden waarom voor deze vluchten geen potentiële verbeterpunten zijn geïdentificeerd.

City pair segment	Potentiële verbeterpunten	Haalbaarheid	Effect
Amsterdam (AMS) Stockholm (ARN)	Verkorten vertrekroute van vluchten die gebruik maken dan de ANDIK SID om de grote variatie in gevlogen tracks terug te brengen.	Beperkt, vraagt ingrijpende aanpassingen in het afhandelingsconcept. Aanpassing van de route boven land leidt tot verschuiving van hinder en een mogelijke toename van hinder.	Verkorting totale vluchtduur en minder brandstof meenemen.
Stockholm (ARN) Amsterdam (AMS)	Geen verbeteringen	-	-





TMA					ACC			
Baan	Daalhoek [deg]	Aantal horz. segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	Daalhoek [deg]	Aantal horz. Segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.
06	1,8 (0,2)	0,9 (0,6)	8,5 (7,2)	15 (12)	2,5 (0,2)	0,2 (0,6)	1,3 (3,9)	2 (5)
18C	2,1 (0,3)	0,8 (0,7)	4,9 (5,9)	10 (11)	2,3 (0,3)	0,2 (0,4)	1,2 (3,2)	2 (4)
18R	2,3 (0,3)	0,5 (0,7)	2,4 (3,9)	5 (8)	2,4 (0,4)	0,3 (0,5)	1,5 (3,3)	2 (5)
22	2,4 (0,5)	0,5 (0,7)	4,9 (10,4)	9 (14)	2,2 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
27	2,5 (0,3)	0,3 (0,6)	1,9 (8)	4 (8)	2,4 (0,4)	0,3 (0,5)	2,4 (5,6)	3 (8)
36C	1,5 (0,1)	1,5 (0,5)	13,7 (0,5)	22 (0)	2,1 (0,1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
36R	1,9 (0,2)	0,9 (1)	6,6 (8,6)	11 (11)	2,4 (0,3)	0,3 (0,5)	1,6 (4)	2 (5)

C3. Bergen (BGO)

Potentiële verbeterpunten

Amsterdam (AMS) - Bergen (BGO)

Analyse van de tracks van BERGI vluchten gestart van baan 24 en 36L toont aan dat in een groot aantal gevallen de SID wordt afgesneden door middel van een 'direct'. Dit levert een verkorting op van de afgelegde weg variërend van enkele- tot 10 NM. Daarnaast wordt een nóg kortere route gevlogen als de militaire CTA North voor civiel luchtverkeer beschikbaar is. Het efficiencyvoordeel van deze directs, dat wel kan oplopen tot circa 20 NM / 3 minuten, is op dit moment echter beperkt omdat de KLM plant op het vliegen van de volledige SID.

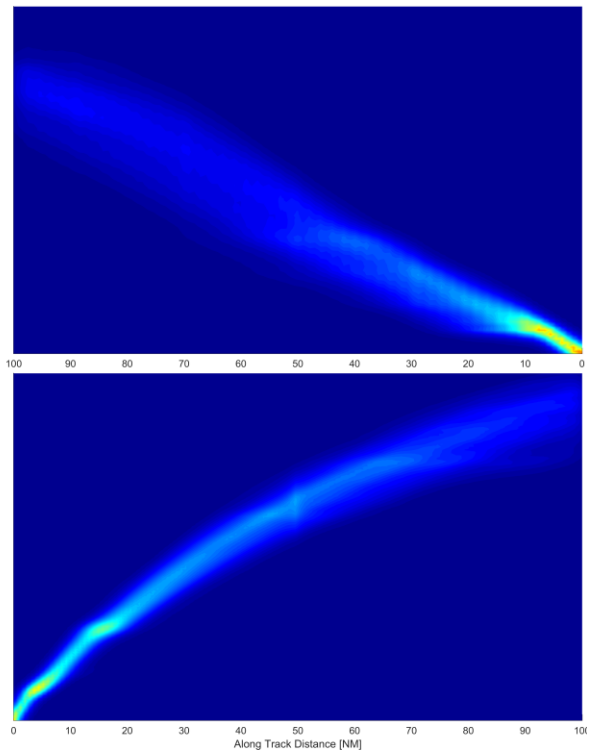
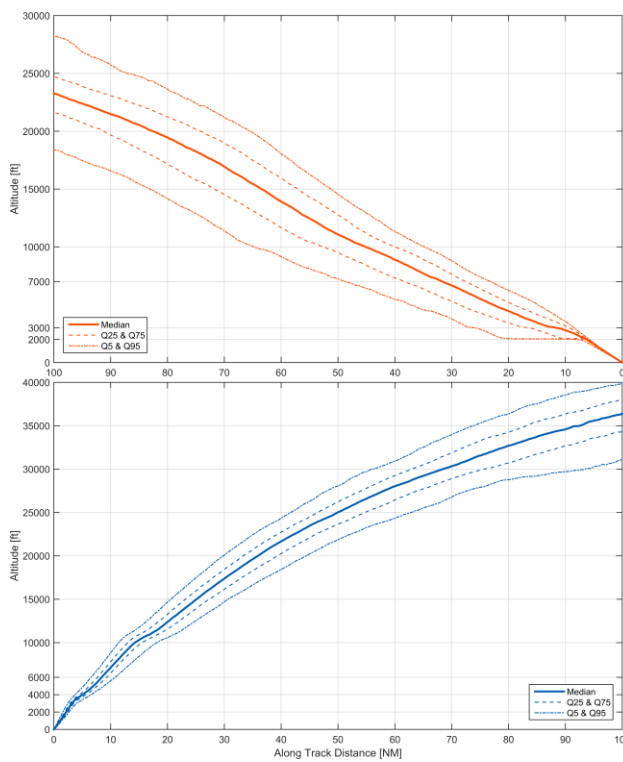
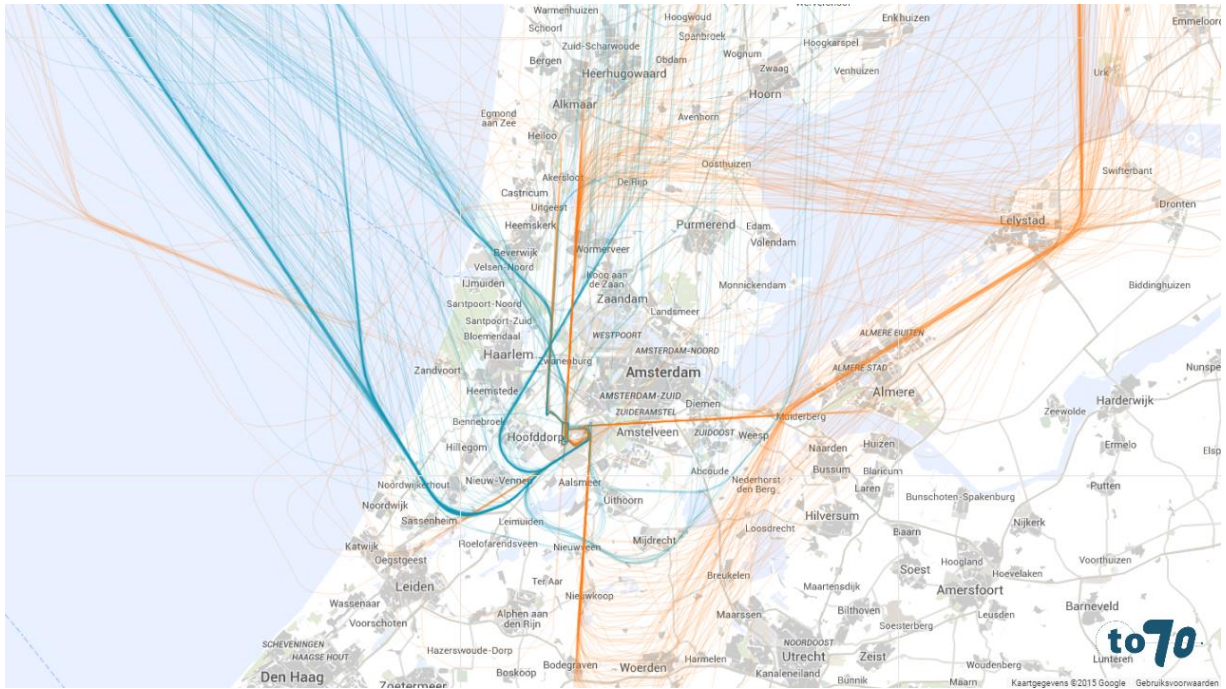
Vooraf het conflict met naderend verkeer is binnen het huidige ATM systeem een beperkende factor voor het wijzigen van de BERGI SID. Wijziging van de BERGI SID zal dan ook niet eenvoudig zijn. Een eventuele SID wijziging, optimalisatie van de huidige SID op flight efficiency en een mogelijk structurele verruiming van de beschikbaarheid van de CTA North, kan voor de KLM echter een planmatig efficiency-voordeel opleveren omdat dan planmatig minder brandstof hoeft te worden meegenomen. Daarnaast is er een kans op verkorting van de bloktijd. Dit kan leiden tot een betere resource-efficiëntie (crews, vliegtuigen) en/of tot een netwerkvoordeel (optimalisatie schematijd kan leiden tot betere/meer connecties).

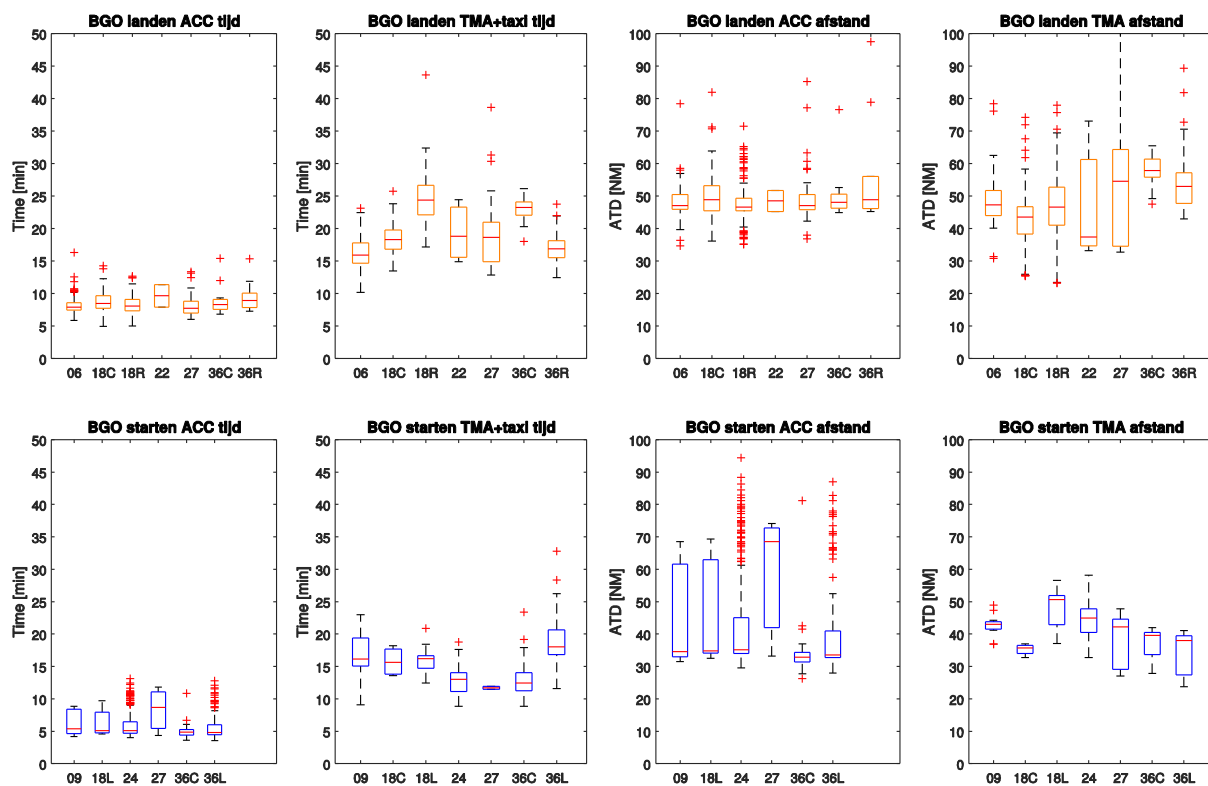
Bergen (BGO) - Amsterdam (AMS)

De analyse van tracks vanuit Bergen naar Amsterdam laat een grote diversiteit zien. Soms wordt genaderd vanuit het noordwesten via de TOPPA 2A STAR, maar meestal vanuit het oosten via ARTIP. De voorkeursroute van KLM loopt via TOPPA. In het geval dat via ARTIP wordt gevlogen wordt slechts incidenteel de STAR (EELDE 1A) gevolgd, maar meestal direct vanuit het noorden ARTIP aangevlogen. De grote diversiteit van gevlogen routes en daarmee van de afgelegde afstand maakt het lastig om planmatig te anticiperen op het af te leggen aantal mijlen en de te verwachten vliegtijd. Belangrijkste factor voor het al dan niet direct vliegen is de beschikbaarheid van CTA North voor civiel gebruik.

Een mogelijk structurele verruiming van de beschikbaarheid van de CTA North kan voor de KLM een planmatig efficiency-voordeel opleveren omdat dan minder brandstof hoeft te worden meegenomen. Daarnaast is er een kans op verkorting van de bloktijd. Dit kan leiden tot een betere resource-efficiëntie (crews, vliegtuigen) en/of tot een netwerkvoordeel (optimalisatie schematijd kan leiden tot betere/meer connecties).

City pair segment	Potentiële verbeterpunten	Haalbaarheid	Effect
Amsterdam (AMS) Bergen (BGO)	Optimaliseer BERGI SID aan de hand van de meest gevlogen track.	Potentieel conflict met naderingen via IAF SUGOL moet worden onderzocht. Aanpassing van de route boven land leidt tot verschuiving van hinder en een mogelijke toename van hinder.	Planmatige verkorting totale vluchtduur/bloktijd en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof.
	Ontwerp vertrekroute gebruikmakend van militair luchtruim.	Op termijn kansen ten gevolge van verdere civiel-militaire samenwerking. Mogelijk eerder al kansen bij periodieke actualisatie van strategische Functional Use of Airspace (FUA) afspraken.	<i>Bij incidentele toewijzing:</i> Verkorting totale vluchtduur en vermindering hoeveelheid brandstof. <i>Bij gepland gebruik:</i> Planmatige verkorting totale vluchtduur/bloktijd en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof.
Bergen (BGO) Amsterdam (AMS)	Verkorten naderingsroute gebruikmakend van militair luchtruim	Op termijn kansen ten gevolge van verdere civiel-militaire samenwerking. Mogelijk eerder al kansen bij periodieke actualisatie van strategische Functional Use of Airspace (FUA) afspraken.	<i>Bij incidentele toewijzing:</i> Verkorting totale vluchtduur en vermindering hoeveelheid brandstof. <i>Bij gepland gebruik:</i> Planmatige verkorting totale vluchtduur/bloktijd en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof.





TMA					ACC				
Baan	Daalhoek [deg]	Aantal horz. segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	Daalhoek [deg]	Aantal horz. Segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	
06	2,1 (0,3)	0,5 (0,7)	2,9 (4,9)	5 (8)	2,4 (0,3)	0,1 (0,2)	0,4 (2)	1 (4)	
18C	2,3 (0,3)	0,5 (0,6)	3 (5,1)	6 (10)	2,5 (0,4)	0,1 (0,4)	0,6 (1,9)	1 (4)	
18R	2,2 (0,4)	0,7 (0,7)	6,7 (7,1)	13 (13)	2,5 (0,3)	0,1 (0,3)	0,5 (2,2)	1 (4)	
22	2,2 (0,5)	0,9 (0,7)	7,3 (8,1)	13 (11)	2,2 (0,1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
27	2,1 (0,5)	0,8 (0,9)	7 (10,2)	10 (13)	2,3 (0,3)	0,1 (0,3)	0,4 (2,5)	1 (5)	
36C	1,8 (0,3)	1 (0,6)	10,2 (7,7)	17 (13)	2,4 (0,4)	0,1 (0,5)	2,4 (9,6)	3 (13)	
36R	1,9 (0,3)	0,8 (0,9)	6,4 (8,4)	11 (13)	2,2 (0,4)	0,2 (0,4)	1,3 (2,8)	2 (6)	

C4. Parijs (CDG)

Potentiële verbeterpunten

Amsterdam (AMS) - Parijs (CDG)

Analyse van de tracks van vluchten gestart naar Parijs vanaf alle banen richting LEKKO toont aan dat in vrijwel alle gevallen de standaard SID wordt gevlogen. Belangrijkste redenen zijn:

- de SID via LEKKO ligt dicht bij de directe track naar Parijs;
- de ruimte voor extra manoeuvreren in de CTA is uiterst beperkt;
- de afhandelingsafspraken met Maastricht UAC boven België laten, door de complexe en drukke verkeerssituatie daar, geen ruimte voor afwijking van de standaard.

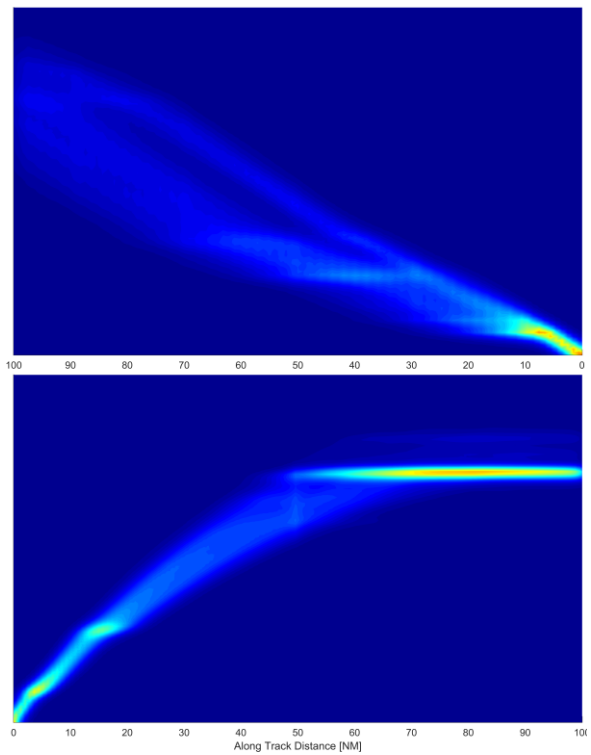
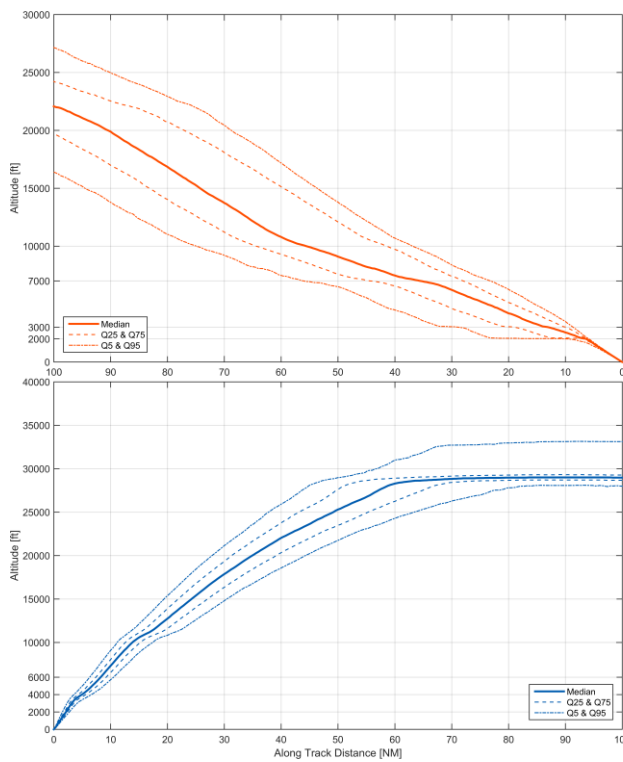
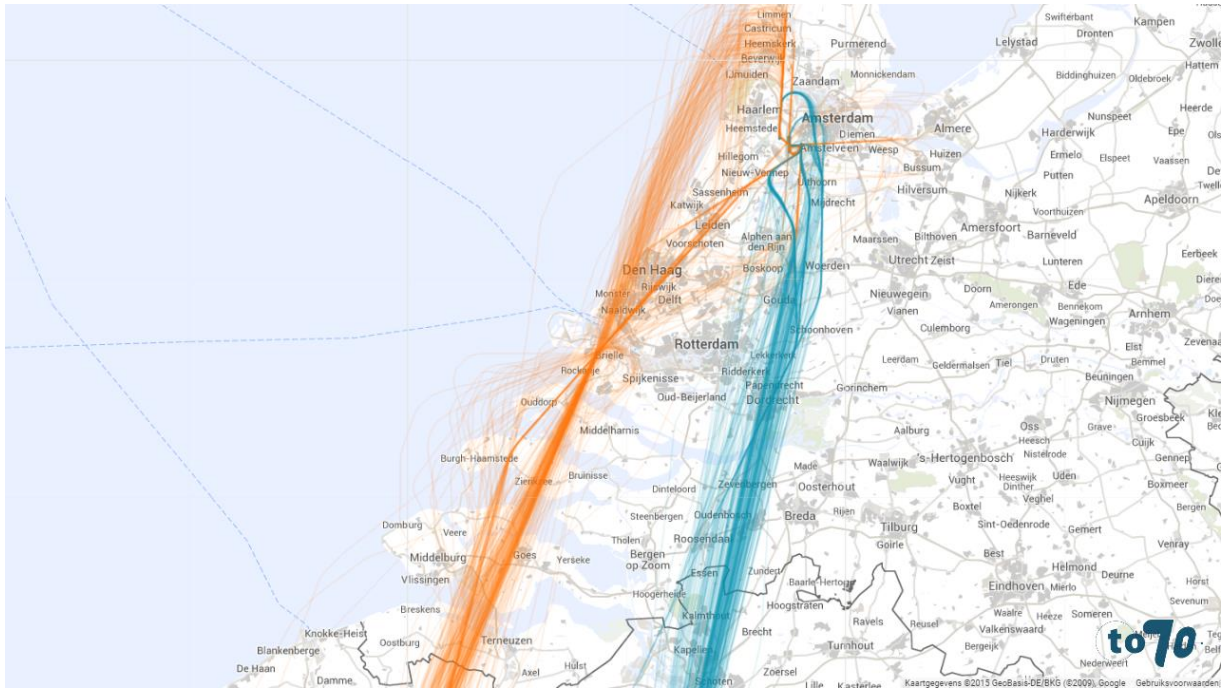
Daarom zijn voor deze vluchten geen potentiële verbeterpunten geïdentificeerd.

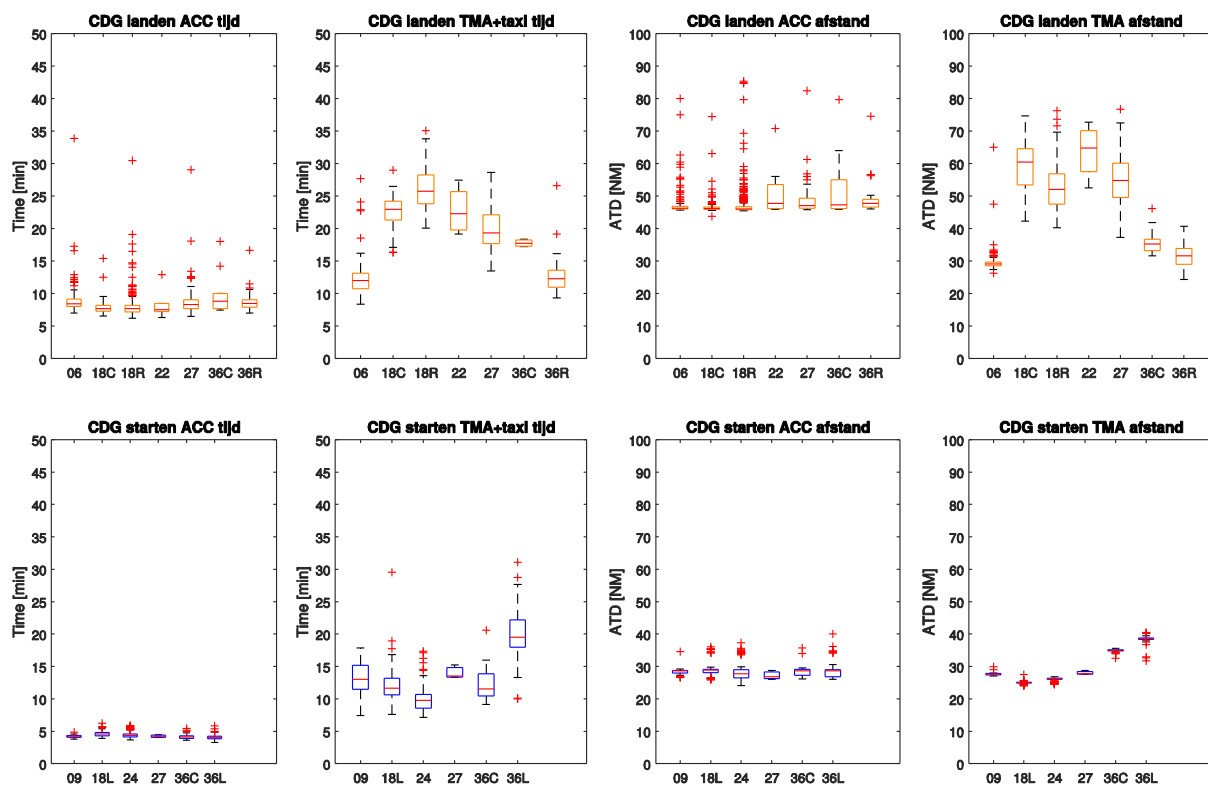
Parijs (CDG) - Amsterdam (AMS)

De track analyse van naderend verkeer vanuit Parijs laat zien dat de meeste vluchten standaard worden afgehandeld via de STAR (DENUT 1A). Afwijkingen van de route in de vorm van extra mijlen vliegen zijn zichtbaar vóór RIVER, deze hebben tot doel om holding bij RIVER te voorkomen. De afwijkingen ná RIVER worden veroorzaakt door de sequencing met ander verkeer naar de landingsbaan. De mate van beide afwijkingen zijn sterk afhankelijk van het verkeersbeeld op het moment van naderen en geen van beide heeft daarom een structureel karakter.

Bij zuidelijk baangebruik valt op dat dit verkeer in de TMA langere tijd op FL70 vliegt. De aanleiding hiervoor is de benodigde separatie met vertrekkend verkeer naar het westen. Het vertrekkende verkeer klimt daarmee in principe niet hoger dan FL60. Verandering van dit concept is dermate ingrijpend dat de haalbaarheid van enige verbetering op dit punt niet realistisch wordt geacht. Daarom zijn voor deze vluchten geen potentiële verbeterpunten geïdentificeerd.

City pair segment	Potentiële verbeterpunten	Haalbaarheid	Effect
Amsterdam (AMS) Parijs (CDG)	Geen verbeteringen	-	-
Parijs (CDG) Amsterdam (AMS)	Hoger flight level in de TMA bij zuidelijk en westelijk baangebruik	Zeer beperkt, vraagt ingrijpende aanpassingen in het afhandelingsconcept	Beperkt minder brandstof meenemen





TMA					ACC			
Baan	Daalhoek [deg]	Aantal horz. segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	Daalhoek [deg]	Aantal horz. Segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.
06	2,5 (0,3)	0,1 (0,3)	0,4 (2,4)	1 (4)	2,8 (0,3)	0,1 (0,4)	1 (5,9)	1 (5)
18C	1,5 (0,2)	1,7 (0,8)	16,6 (9,4)	27 (14)	2,6 (0,3)	0,1 (0,3)	0,5 (1,6)	1 (3)
18R	1,7 (0,2)	1,2 (0,7)	11,2 (8,8)	20 (14)	2,6 (0,3)	0,2 (0,4)	1,1 (5)	2 (5)
22	1,4 (0,2)	1,8 (0,6)	19,5 (9,8)	30 (13)	2,5 (0,3)	0,1 (0,3)	0,4 (1,1)	1 (2)
27	1,6 (0,2)	1,3 (0,7)	16,5 (9,3)	29 (14)	2,6 (0,4)	0,2 (0,5)	1,8 (8,8)	2 (8)
36C	2,2 (0,3)	0,8 (0,9)	4,3 (4,6)	11 (12)	2,5 (0,4)	0,4 (0,7)	3,5 (7,6)	5 (10)
36R	2,5 (0,2)	0,2 (0,4)	0,7 (1,6)	2 (5)	2,7 (0,3)	0,2 (0,5)	1,1 (3,3)	2 (6)

C5. Rome (FCO)

Potentiële verbeterpunten

Amsterdam (AMS) - Rome (FCO)

De analyse van de tracks van vertrekkend verkeer naar Rome laat een spreiding van vertrekroutes zien die onafhankelijk is van de gebruikte startbaan. Er wordt gebruikt gemaakt van zowel SIDs naar het oosten als naar het zuidoosten. De zuidoostelijke route via de LOPIK SID is alleen beschikbaar als de militaire TMA-D voor civiel luchtverkeer beschikbaar is. Op sommige momenten is deze route voor KLM planbaar, bijvoorbeeld in de weekenden, maar daarbuiten is de kans om gebruik te kunnen maken van de LOPIK SID groter als vertrekkers naar Rome via een zuidelijke route wordt gepland en niet via de voorkeursroute richting LUNIX. Dit kan voor de KLM een efficiency-voordeel opleveren omdat dan minder brandstof hoeft te worden meegenomen. Daarnaast is er een kans op kleine verkorting van de bloktijd. Dit kan leiden tot een betere resource-efficiëntie (crews, vliegtuigen) en/of tot een netwerkvoordeel (optimalisatie schematijd kan leiden tot betere/meer connecties).

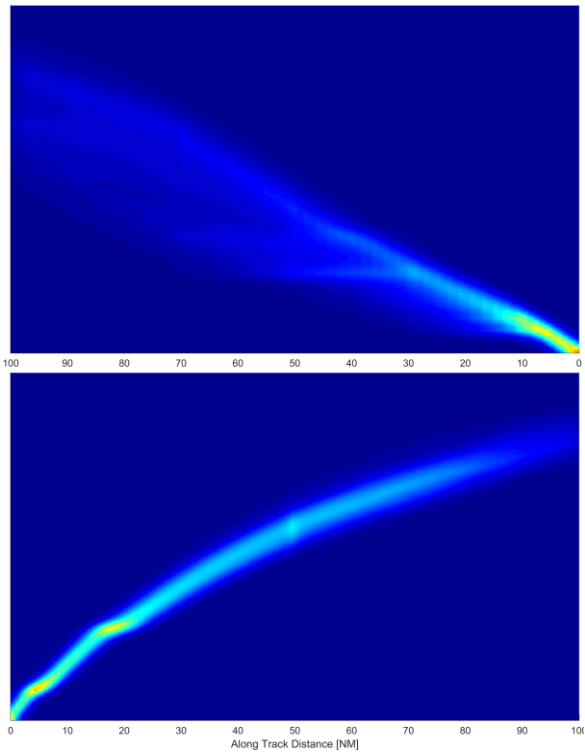
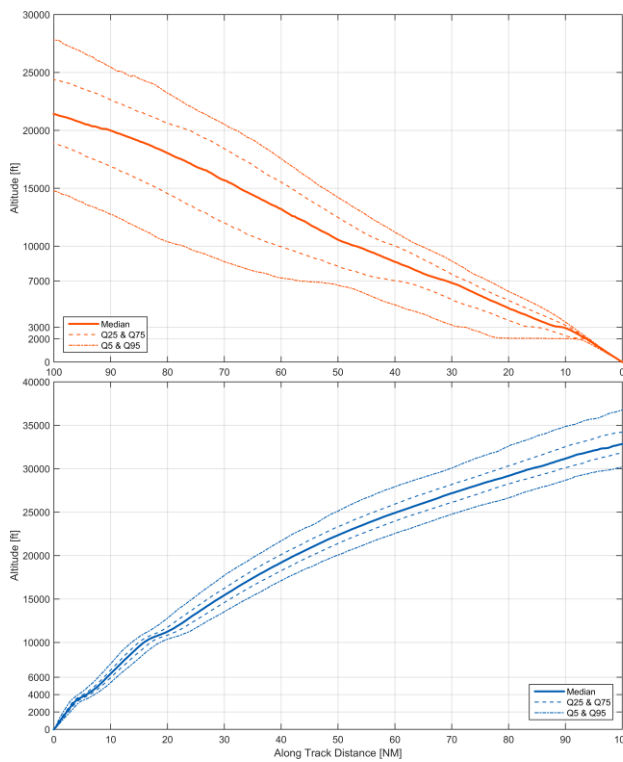
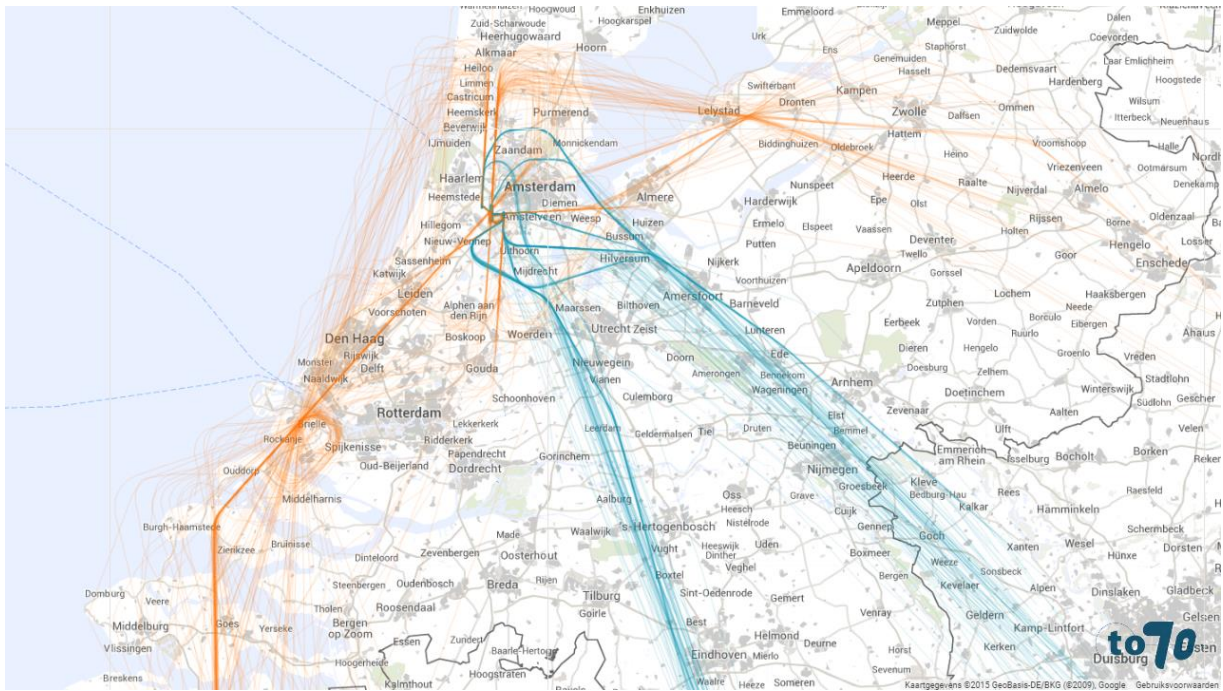
Rome (FCO) - Amsterdam (AMS)

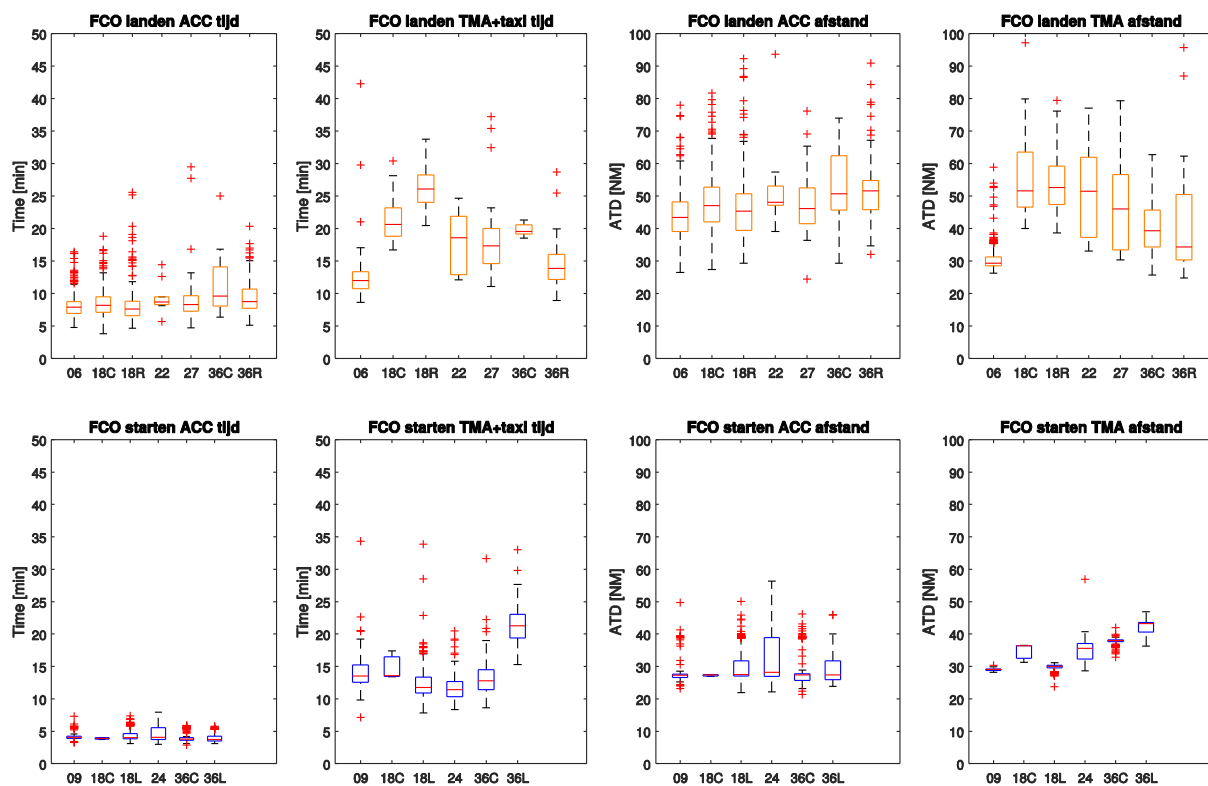
De track analyse laat zien dat verkeer vanuit Rome afwisselend via ARTIP en via RIVER binnenkomt. De totale vliegafstand van Rome tot aan de Amsterdam FIR-grens via RIVER en via ARTIP is vrijwel gelijk. De tijd vanaf de IAF naar de gate verschilt significant, afhankelijk van het baangebruik. Voor aankomend verkeer vanuit RIVER is een landing op baan 06 of 36R optimaal. Bij zuidelijk baangebruik, als wordt geland op baan 18R of 18C geland, is naderen via ARTIP efficiënter. Vanuit ARTIP is overigens een straight-in op baan 27 optimaal. De KLM wordt geadviseerd om bij zuidelijk baangebruik de vluchten vanuit Rome te plannen via ARTIP en bij noordelijk baangebruik via RIVER. Dit kan voor de KLM een planmatig efficiency-voordeel opleveren omdat er een kans is op een verkorting van de bloktijd. Dit kan leiden tot een betere resource-efficiëntie (crews, vliegtuigen) en/of tot een netwerkvoordeel (optimalisatie schematijd kan leiden tot betere/meer connecties).

LVNL werkt, in nauwe samenwerking met de Koninklijke Luchtmacht en de FABEC-partners aan een herstructurering van het ontwerp en gebruik van het luchtruim. Op termijn zal dat resulteren in een nieuwe, vierde, IAF zuidoostelijk van Schiphol. Dit opent waarschijnlijk de mogelijkheid om vluchten vanuit Rome rechtstreeks vanuit het zuidoosten te laten naderen. Dit kan resulteren in een verbetering van de vluchtefficiency door een structureel kortere vliegafstand/vliegtijd.

City pair segment	Potentiële verbeterpunten	Haalbaarheid	Effect
Amsterdam (AMS) Rome (FCO)	Vlucht plannen via LEKKO zodat kans op een LOPIK SID bestaat zodra militair luchtruim (TMA D) beschikbaar komt voor civiel verkeer.	Op termijn kansen ten gevolge van verdere civiel-militaire samenwerking.	Verkorting totale vluchtduur en minder brandstof meenemen.
Rome (FCO) Amsterdam (AMS)	Vluchtplan opstellen op basis van actueel/verwacht baangebruik: via IAF RIVER bij noordelijk, via IAF ARTIP bij zuidelijk baangebruik.	Kansrijk, vraagt namelijk geen aanpassing van het ATM-systeem (LVNL), maar in de vluchtplanning KLM).	Potentieel planmatige verkorting totale vluchtduur/bloktijd en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof ⁴ .
	Naderen via een nieuw te ontwerpen route vanuit het zuidoosten.	Op termijn kansen ten gevolge van implementatie vierde IAF.	Planmatige verkorting totale vluchtduur/bloktijd en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof.

⁴ Er is bij de beschrijving van dit verbeterpunt geen rekening gehouden met de effecten van flow-control-maatregelen.





TMA					ACC				
Baan	Daalhoek [deg]	Aantal horz. segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	Daalhoek [deg]	Aantal horz. Segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	
06	2,5 (0,2)	0,2 (0,4)	0,7 (1,9)	2 (5)	2,6 (0,4)	0,2 (0,5)	1,1 (4)	2 (6)	
18C	1,8 (0,4)	1,3 (0,9)	12,3 (11,8)	20 (17)	2,3 (0,4)	0,2 (0,7)	1,4 (4,6)	2 (6)	
18R	1,8 (0,4)	0,9 (0,8)	9,5 (10,2)	16 (16)	2,4 (0,5)	0,2 (0,7)	1,4 (5,1)	2 (8)	
22	2 (0,6)	1 (1)	10,3 (13,8)	16 (19)	2,6 (0,7)	0,3 (0,5)	1,2 (2,1)	2 (3)	
27	2,1 (0,6)	0,9 (1,1)	9,1 (11,9)	15 (17)	2,5 (0,6)	0,3 (0,8)	3,6 (11,4)	5 (12)	
36C	2,1 (0,4)	0,8 (0,5)	6,2 (5,6)	14 (11)	2,3 (0,6)	0,9 (2)	4,1 (9,5)	5 (9)	
36R	2,2 (0,4)	0,5 (0,8)	3 (5,1)	6 (9)	2,4 (0,5)	0,4 (0,6)	2,6 (5,9)	4 (8)	

C6. Genève (GVA)

Potentiële verbeterpunten

Amsterdam (AMS) - Genève (GVA)

De analyse van de tracks van vertrekkend verkeer naar Genève laat een spreiding van vertrekroutes zien die onafhankelijk is van de gebruikte startbaan. Er wordt gebruikt gemaakt van zowel SIDs naar het zuiden (LEKKO) als naar het zuidoosten (LOPIK). De zuidoostelijke route via de LOPIK SID is alleen beschikbaar als de militaire TMA-D voor gebruik door civiel luchtverkeer beschikbaar is. Op sommige momenten is deze route voor KLM planbaar, bijvoorbeeld in de weekenden, maar daarbuiten is de kans om gebruik te kunnen maken van de LOPIK SID groter als vertrekkende vluchten naar Genève via de zuidelijke vertekroute gepland blijven worden. Het verschil in vliegafstand of tijd tussen de beide route opties is echter minimaal.

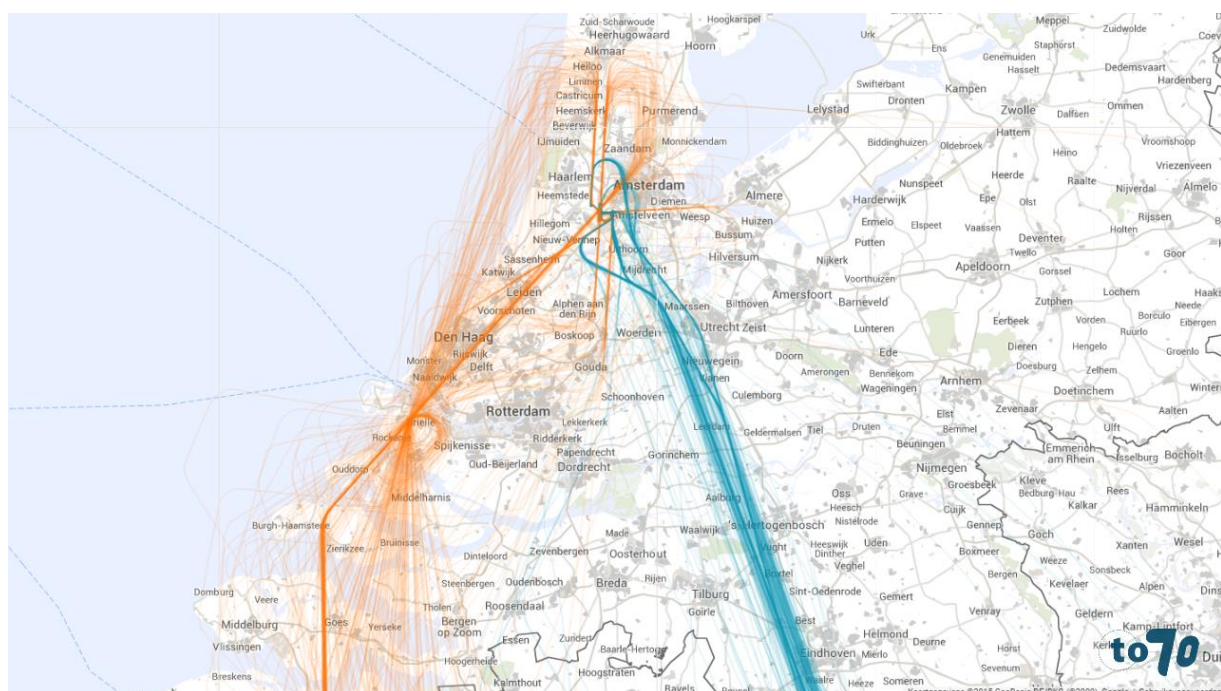
Genève (GVA) - Amsterdam (AMS)

De track analyse van naderend verkeer vanuit Genève laat zien dat de meeste vluchten standaard worden afgehandeld via de STAR (HELEN 1A). Afwijkingen van de route in de vorm van extra mijlen vliegen zijn zichtbaar vóór RIVER, deze hebben tot doel om holding bij RIVER te voorkomen. De afwijkingen ná RIVER, worden veroorzaakt door de sequencing met ander verkeer naar de landingsbaan in gebruik. De mate van beide afwijkingen zijn sterk afhankelijk van het verkeersbeeld op het moment van naderen en geen van beide heeft daarom een structureel karakter.

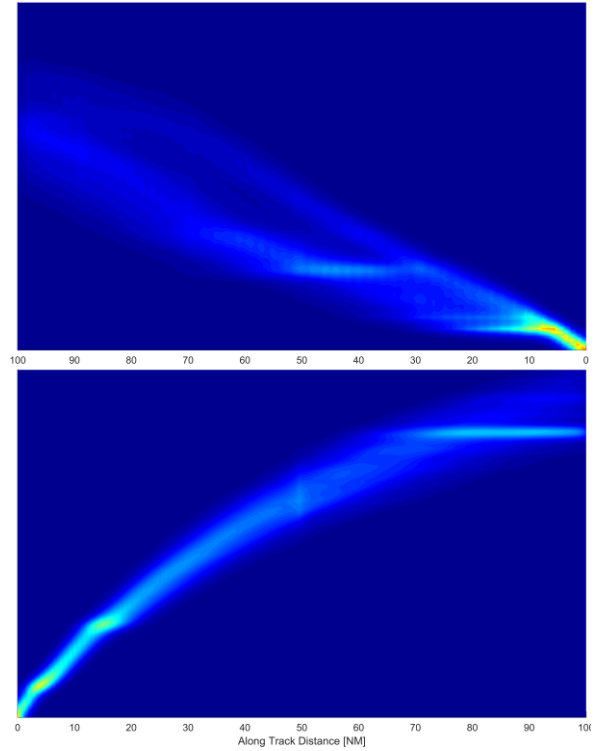
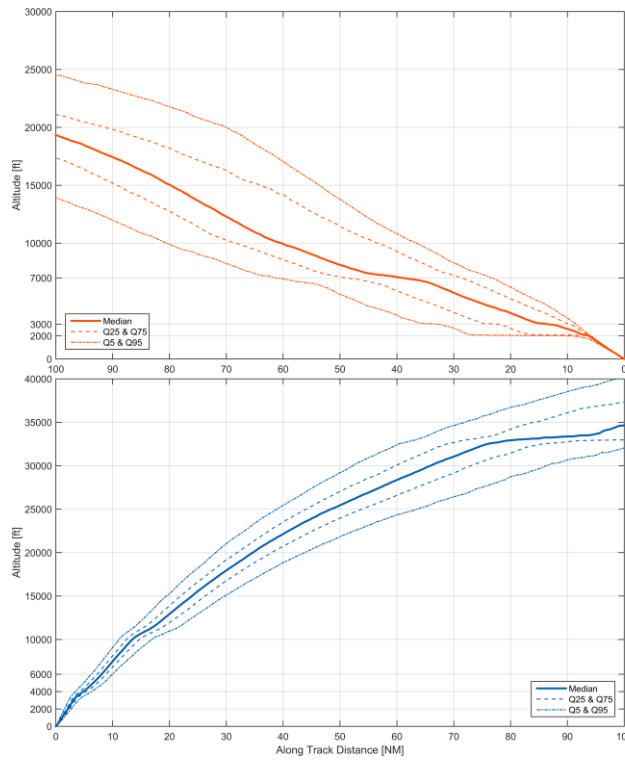
LVNL werkt, in nauwe samenwerking met de Koninklijke Luchtmacht en de FABEC partners, aan een herstructurering van het ontwerp en gebruik van het luchtruim. Op termijn zal dat resulteren in een nieuwe, vierde, IAF zuidoostelijk van Schiphol. Dit opent waarschijnlijk de mogelijkheid om vluchten vanuit Geneve rechtstreeks vanuit het zuidoosten te laten naderen. Dit kan resulteren in een verbetering van de vluchtefficiency door een structureel kortere vliegafstand/vliegtijd.

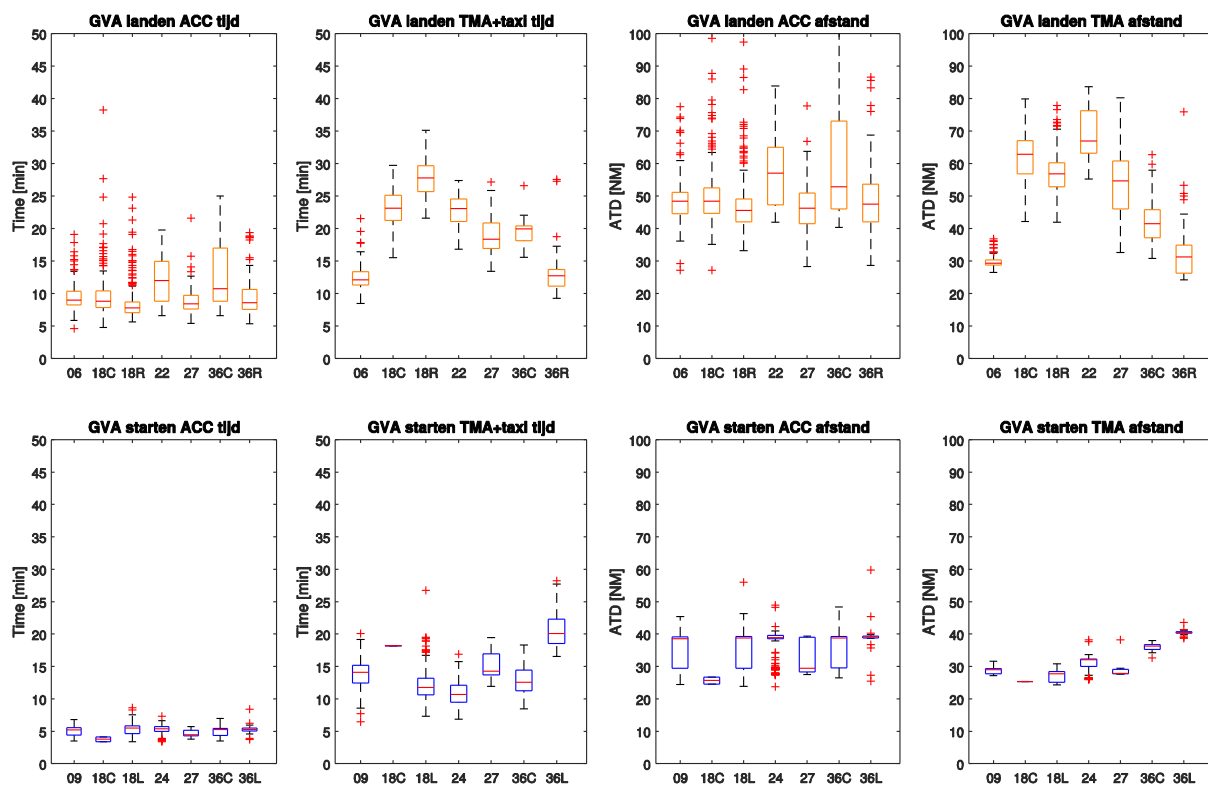
City pair segment	Potentiële verbeterpunten	Haalbaarheid	Effect
Amsterdam (AMS) Geneve (GVA)	Verbeterde beschikbaarheid van informatie over beschikbaarheid militair luchtruim voor civiel verkeer zodat KLM hier in bloktijden rekening mee kan houden.	Op termijn kansen ten gevolge van verdere civiel-militaire samenwerking. Mogelijk eerder al kansen bij periodieke actualisatie van Functional Use of Airspace (FUA) afspraken.	Planmatige verkorting totale vluchtduur/bloktijd en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof.

Geneve (GVA) Amsterdam (AMS)	Vluchtplan opstellen op basis van actueel/verwacht baangebruik: via IAF RIVER bij noordelijk, via IAF ARTIP bij zuidelijk baangebruik.	Vraagt onderzoek naar werkwijze vluchtplanning bij KLM OCC.	Potentieel planmatige verkorting totale vluchtduur/bloktijd en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof ⁵ .
	Verkorten route door de mogelijkheden direct RIVER te vergroten	Zeer beperkt Vraagt ingrijpende aanpassingen in het afhandelingsconcept	Verkorting totale vluchtduur en minder brandstof meenemen.
	Naderen via een nieuw te ontwerpen route vanuit het zuidoosten.	Op termijn kansen ten gevolge van implementatie vierde IAF.	Planmatige verkorting totale vluchtduur/bloktijd en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof.



⁵ Er bij de beschrijving van dit verbeterpunt geen rekening gehouden met de effecten van flow-control-maatregelen.





TMA					ACC				
Baan	Daalhoek [deg]	Aantal horz. segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	Daalhoek [deg]	Aantal horz. Segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	
06	2,5 (0,2)	0,2 (0,4)	0,5 (1,3)	2 (4)	2,4 (0,4)	0,2 (0,6)	1,4 (3,8)	2 (6)	
18C	1,4 (0,2)	1,7 (0,8)	20,3 (10,2)	32 (15)	2,1 (0,4)	0,6 (1,3)	4,1 (11,8)	5 (11)	
18R	1,5 (0,2)	1,4 (0,7)	16,6 (8,6)	28 (13)	2,2 (0,4)	0,2 (0,5)	1,4 (4,7)	2 (6)	
22	1,2 (0,2)	2,5 (0,8)	31,7 (9,4)	45 (10)	1,9 (0,3)	0,9 (1)	7,4 (10,6)	10 (13)	
27	1,6 (0,4)	1,2 (0,7)	15,2 (10,4)	26 (15)	2,2 (0,4)	0,2 (0,6)	1,4 (5,6)	2 (8)	
36C	1,9 (0,4)	1,2 (0,8)	12,1 (8,5)	27 (15)	2 (0,5)	1,1 (1,4)	7,9 (11)	10 (12)	
36R	2,4 (0,3)	0,5 (0,8)	2,2 (5,1)	6 (9)	2,3 (0,5)	0,5 (0,9)	3,1 (6,5)	5 (9)	

C7. Hamburg (HAM)

Potentiële verbeterpunten

Amsterdam (AMS) - Hamburg (HAM)

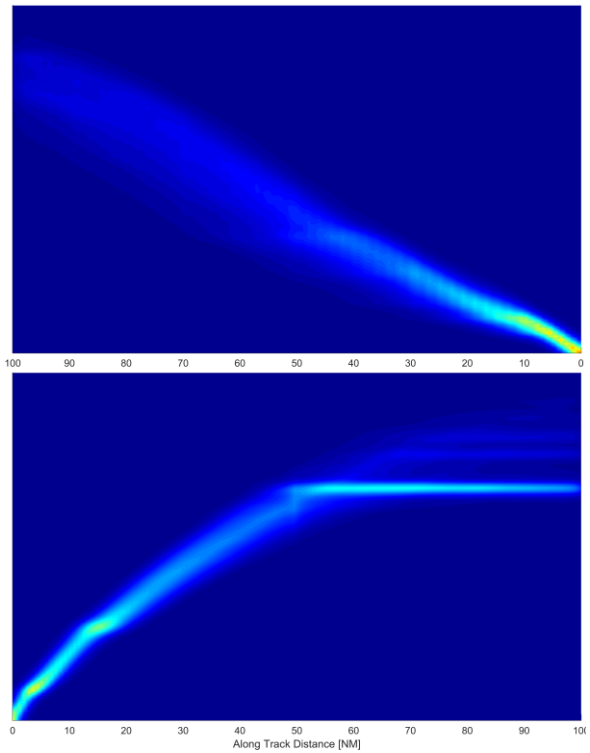
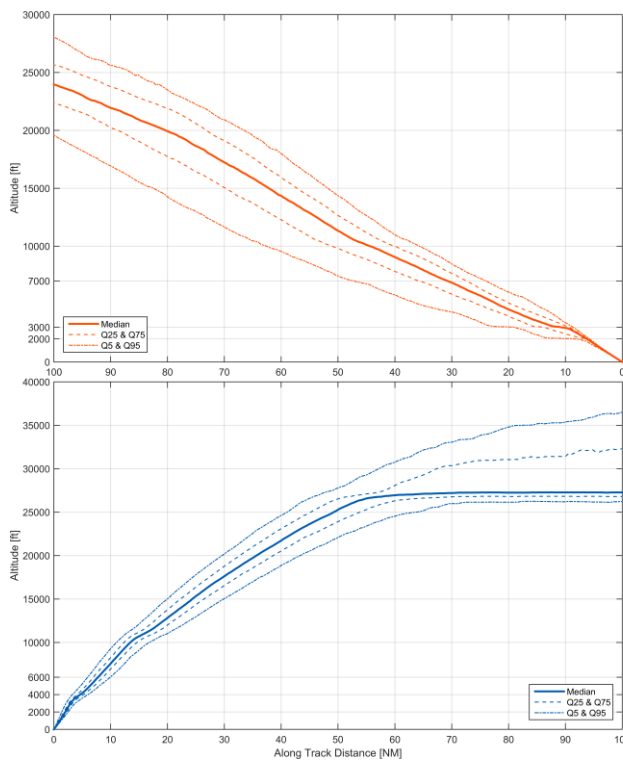
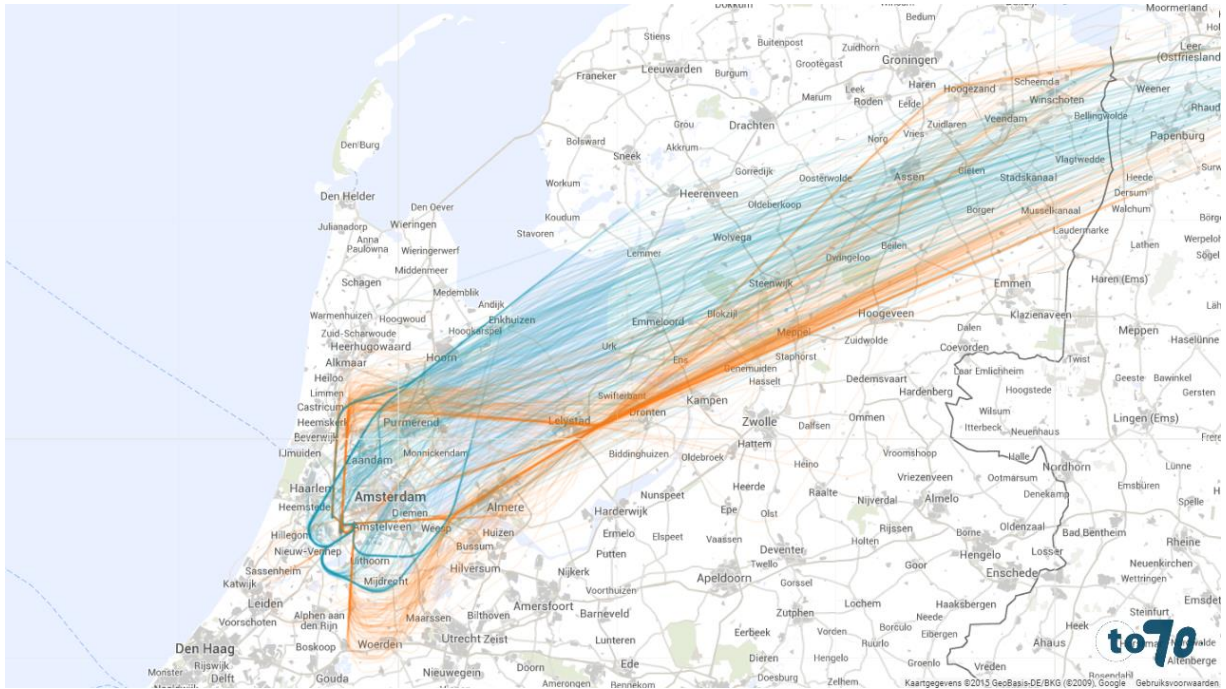
Uit analyse van de tracks van vluchten naar Hamburg via ANDIK blijkt dat vanaf vrijwel alle banen in een groot aantal gevallen de SID wordt afgesneden door middel van een 'direct'. Dit levert bij starts van 24 en 18L een verkorting op van de afgelegde weg van circa 4-5 NM. Het efficiencyvoordeel van deze directs is op dit moment beperkt aangezien de KLM plant op het vliegen van de volledige SID. Een SID-wijziging dan wel optimalisatie van de huidige SID kan voor de KLM een planmatig efficiency-voordeel opleveren, omdat dan minder brandstof hoeft te worden meegenomen. Daarnaast is er een kans op kleine verkorting van de bloktijd (maximaal 1 minuut). Dit kan bijdragen aan een betere resource-efficiëntie (crews, vliegtuigen) en/of tot een netwerkvoordeel (optimalisatie schematijd kan leiden tot betere/meer connecties).

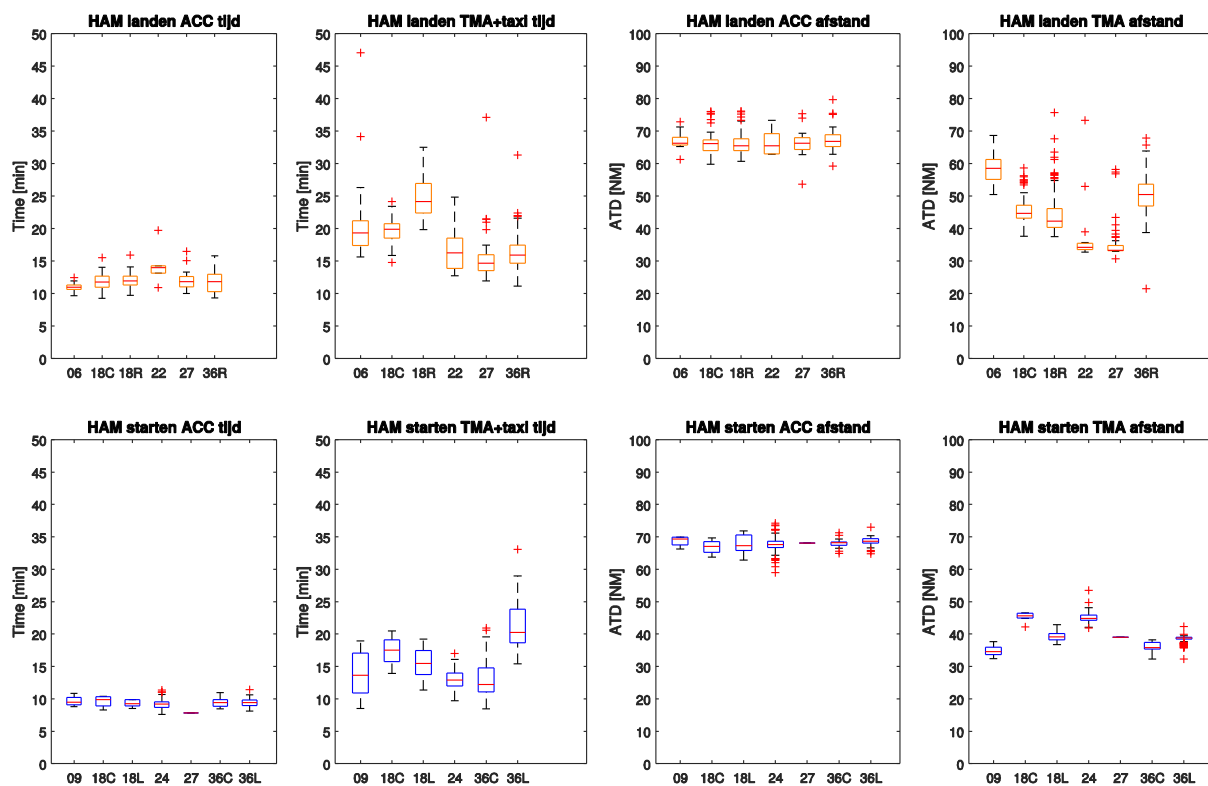
Bij een eventuele haalbaarheidsstudie van een verandering van de SIDs dient te worden gekeken naar het potentiële conflict met naderend verkeer vanuit ARTIP. Deze routes kruisen elkaar. Dit conflict is binnen het huidige ATM systeem een bepalende factor voor het ontwerp van de SIDs naar ANDIK. Wijziging van de SIDs zal dan ook niet eenvoudig zijn.

Hamburg (HAM) - Amsterdam (AMS)

De track analyse van naderend verkeer vanuit Hamburg laat zien dat de vluchten meestal standaard worden afgehandeld via de STAR (EELDE 1A). Vóór ARTIP is bij zuidelijk baangebruik af en toe sprake van afsnijden van de STAR in de richting van de Spijkerboor VOR. Deze afwijkingen resulteren in het vliegen van minder mijlen. Hiervoor wordt gekozen om redenen van sequencing met ander verkeer naar de landingsbanen in gebruik. De mate van afwijking is daardoor sterk afhankelijk van het verkeersbeeld op het moment van naderen en heeft geen structureel karakter. Reden waarom voor deze vluchten geen potentiële verbeterpunten zijn geïdentificeerd.

City pair segment	Potentiële verbeterpunten	Haalbaarheid	Effect
Amsterdam (AMS) Hamburg (HAM)	Optimaliseer ANDIK SID aan de hand van de meest gevlogen track.	Beperkt, vraagt ingrijpende aanpassingen in het afhandelingsconcept. Aanpassing van de route boven land leidt tot verschuiving van hinder en mogelijk toename van hinder.	Verkorting totale vluchtduur en minder brandstof meenemen.
Hamburg (HAM) Amsterdam (AMS)	Geen verbeteringen	-	-





TMA					ACC				
Baan	Daalhoek [deg]	Aantal horz. segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	Daalhoek [deg]	Aantal horz. Segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	
06	1,7 (0,1)	1,1 (0,7)	9,9 (6,8)	16 (11)	2,5 (0,3)	0,6 (0,5)	2,6 (3,1)	4 (5)	
18C	2,1 (0,2)	0,7 (0,6)	4,1 (4,8)	9 (10)	2,4 (0,4)	0,7 (0,5)	6,8 (6,9)	10 (10)	
18R	2,2 (0,3)	0,7 (0,8)	3,5 (5,1)	7 (10)	2,4 (0,3)	0,4 (0,5)	3,8 (5,4)	6 (8)	
22	2,6 (0,4)	0,6 (0,8)	3,1 (3,9)	8 (9)	2,4 (0,3)	0,5 (0,5)	3,1 (3,5)	4 (5)	
27	2,6 (0,2)	0,2 (0,7)	1,4 (6,3)	2 (7)	2,4 (0,4)	0,3 (0,5)	2,9 (4,9)	4 (7)	
36R	1,9 (0,2)	0,7 (0,9)	5,5 (7,9)	10 (12)	2,4 (0,2)	0,5 (0,6)	5,6 (7,4)	8 (11)	

C8. New York (JFK)

Potentiële verbeterpunten

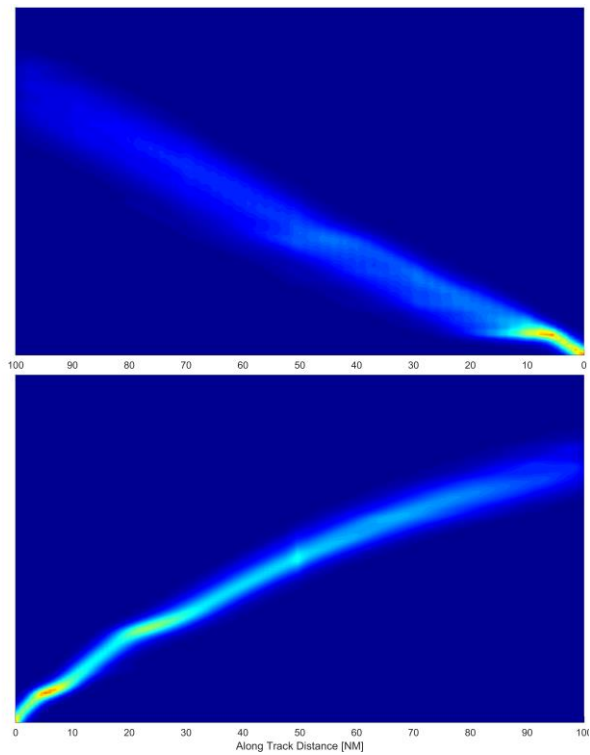
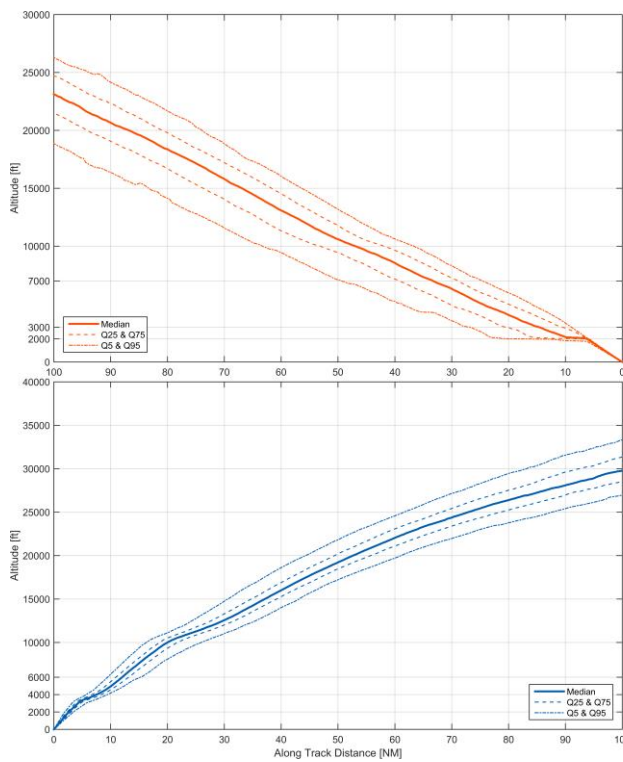
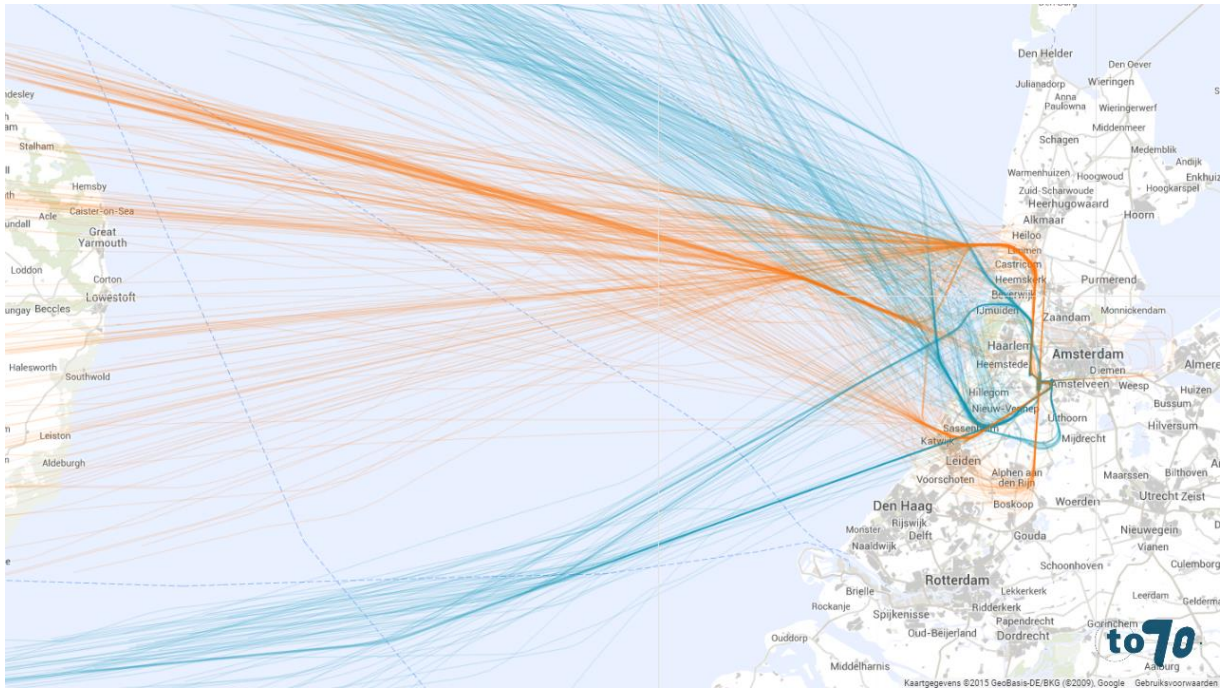
Amsterdam (AMS) - New York (JFK)

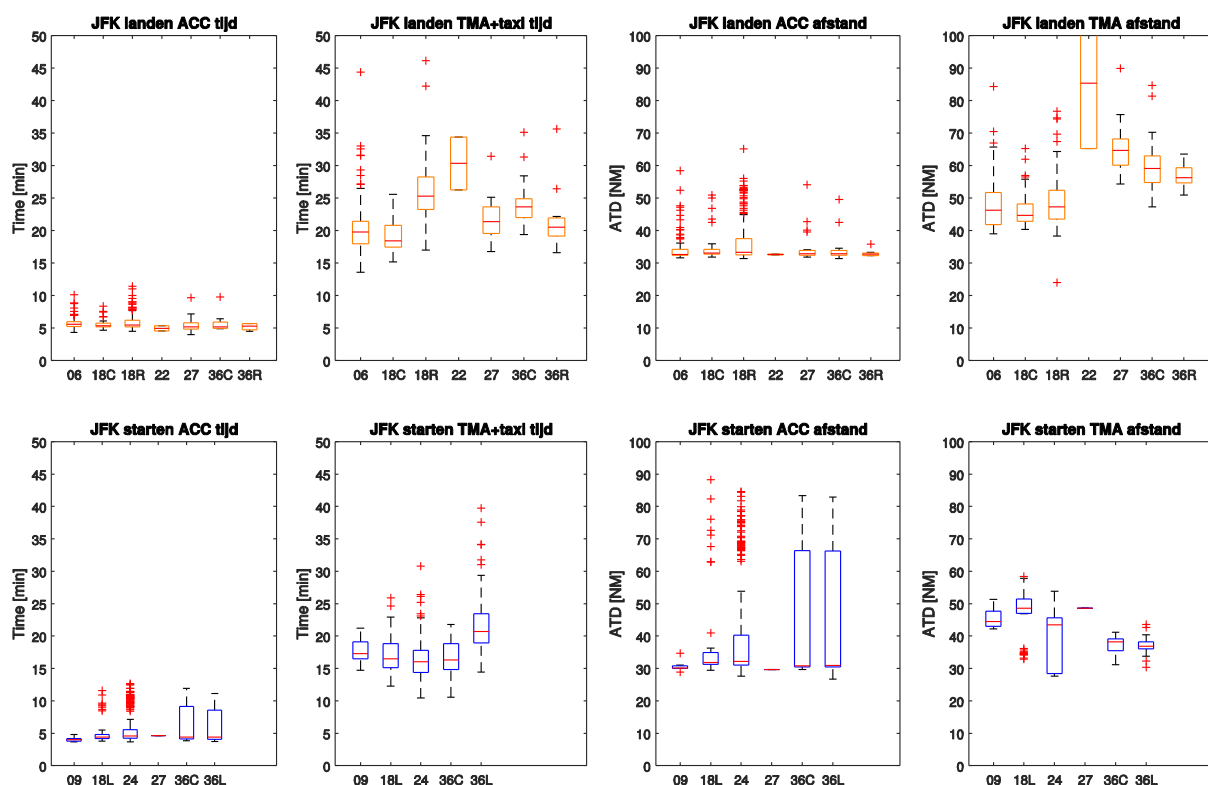
Analyse van de BERGI tracks van vluchten naar New York vanaf baan 24 toont aan dat in een groot aantal gevallen de SID wordt afgesneden door middel van een 'direct'. Dit levert een verkorting op van de afgelegde weg variërend van enkele- tot 10 NM. Het efficiencyvoordeel van deze directs is op dit moment beperkt aangezien de KLM plant op het vliegen van de volledige SID. Een SID-wijziging dan wel optimalisatie van de huidige SID kan voor de KLM een planmatig efficiencyvoordeel opleveren, omdat dan minder brandstof hoeft te worden meegenomen. Daarnaast is er een kans op kleine verkorting van de bloktijd (maximaal 2 minuten). Dit kan leiden tot een betere resource-efficiëntie (crews, vliegtuigen) en/of tot een netwerkvoordeel (optimalisatie schematijd kan leiden tot betere/meer connecties). Bij een eventuele haalbaarheidsstudie van een verandering van de SID is het potentiële conflict met naderend verkeer vanuit RIVER en vanuit SUGOL (de aankomst- en vertrekroutes kruisen elkaar) bepalend. Wijziging van de BERGI SID vooral van baan 24 zal niet eenvoudig zijn.

New York (JFK) - Amsterdam (AMS)

De track analyse van naderend verkeer vanuit New York laat zien dat de meeste vluchten standaard worden afgehandeld via de nachttransities, maar met een grote geografische spreiding het Nederlands luchtruim binnenvliegen. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat deze vluchten in de vroege ochtend binnenvliegen op een tijdstip dat er betrekkelijk weinig verkeer is. Ook het routegebruik boven Groot-Brittannië laat binnen de zogenaamde nachtconfiguratie toe dat er direct gevlogen wordt. Soms wordt direct gevlogen naar NIRSI voor baan 18R of naar SOKSI voor baan 06, maar soms wordt de SUGOL 3B - naar 18R of de SUGOL 2A transitie naar baan 06 gevolgd. De keuze van de te volgen route is sterk afhankelijk van het verkeersbeeld op het moment van naderen en geen van beide heeft daarom een structureel karakter. Voor deze vluchten zijn geen potentiële verbeterpunten geïdentificeerd.

City pair segment	Potentiële verbeterpunten	Haalbaarheid	Effect
Amsterdam (AMS) New York (JFK)	Optimaliseer BERGI SID aan de hand van de meest gevlogen track.	Beperkt, vraagt ingrijpende aanpassingen in het afhandelingsconcept. Aanpassing van de route boven land leidt tot verschuiving van hinder en mogelijk toename van hinder.	Verkorting totale vluchtduur en minder brandstof meenemen.
New York JFK) Amsterdam (AMS)	Geen verbeteringen	-	-





TMA					ACC			
Baan	Daalhoek [deg]	Aantal horz. segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	Daalhoek [deg]	Aantal horz. Segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.
06	2,1 (0,3)	0,8 (0,8)	5,3 (8,1)	9 (11)	2,6 (0,3)	0,1 (0,3)	0,3 (1,3)	1 (3)
18C	2,1 (0,3)	0,8 (0,8)	4,6 (5)	9 (10)	2,6 (0,3)	0 (0,2)	0,1 (0,6)	0 (1)
18R	2,1 (0,3)	0,8 (0,7)	7,2 (6,8)	14 (13)	2,5 (0,4)	0 (0,2)	0,3 (2)	1 (5)
22	1,4 (0)	3 (1)	32 (16,5)	35 (11)	2,2 (0,4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
27	1,7 (0,2)	1,6 (0,6)	13,5 (6,1)	21 (9)	2,3 (0,4)	0,1 (0,2)	0,1 (0,5)	0 (1)
36C	1,7 (0,3)	1,3 (0,7)	16,6 (14,3)	26 (14)	2,6 (0,4)	0,1 (0,2)	0,1 (0,6)	0 (2)
36R	1,8 (0,2)	1,5 (0,5)	10,7 (6,5)	19 (10)	2,7 (0,5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

C9. Londen (LHR)

Potentiële verbeterpunten

Amsterdam (AMS) - Londen (LHR)

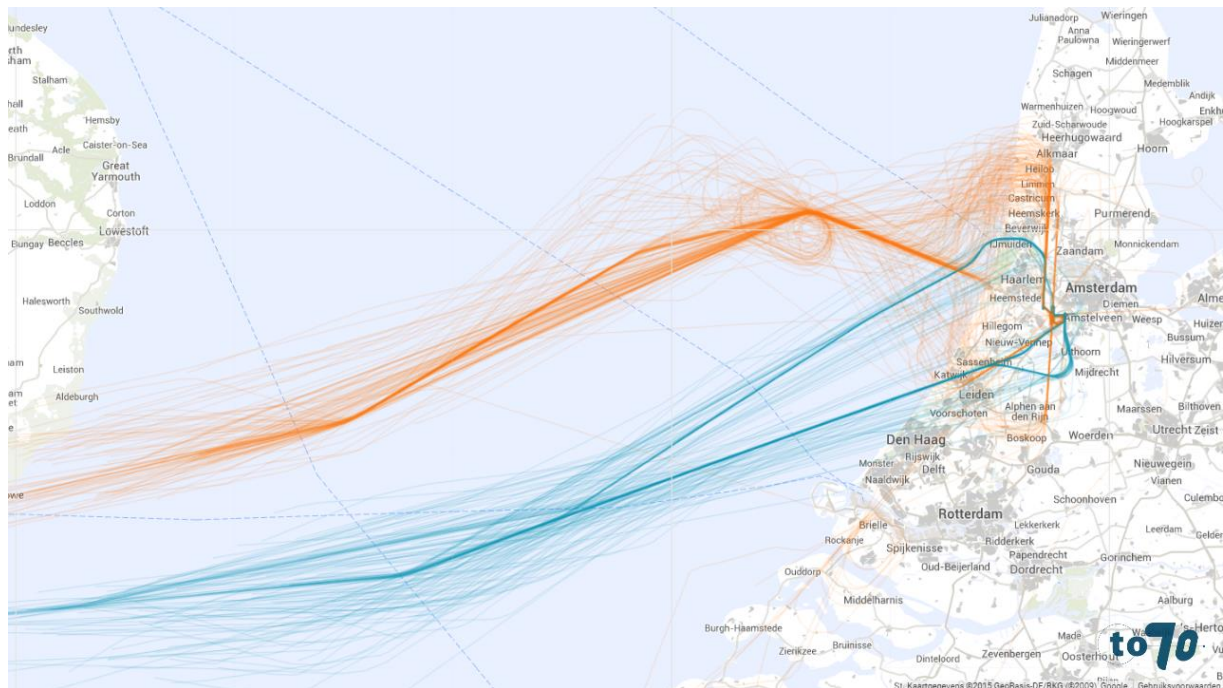
Analyse van de tracks van vluchten naar Londen toont aan dat vanaf alle banen in een groot aantal gevallen de SID wordt gevolgd. De SID ligt bovendien dicht bij de directe lijn van Amsterdam naar Londen. Vanaf baan 09 en 36L komt afsnijden van de bocht richting REFSO regelmatig voor. Dit afsnijden, dat kan resulteren in 6 NM / 1 minuut minder vliegen, hangt in belangrijke mate af van de aanwezigheid van overig verkeer. Bij 36L is dit hoofdzakelijk naderend verkeer vanuit SUGOL naar baan 06, bij 09 naderend verkeer vanuit ARTIP. Na deze potentiële conflictpunten convergeren alle tracks naar REFSO, het punt waar deze vluchten het Nederlandse luchtruim verlaten. Opvallend is dat de vluchten naar Londen qua hoogte zijn beperkt op FL230. Dit is een rechtstreeks gevolg van de huidige structuur van het luchtruim, namelijk het division level tussen Amsterdam ACC en Maastricht UAC dat op FL 245 ligt. Hoger klimmen vereist extra coördinatie en veroorzaakt daarmee extra complexiteit en daarmee workload zowel bij LVNL als bij MUAC (en ook bij de crew die met extra radiocommunicatie wordt geconfronteerd). Een hoger en-route flight level, hoe kort gevlogen ook, kan voor de KLM een planmatig efficiency-voordeel opleveren omdat minder brandstof hoeft te worden meegenomen. Opheffing van de huidige levelbegrenzing heeft echter vergaande gevolgen voor het afhandelingsconcept bij LVNL, MUAC en bij London ACC. De haalbaarheid van deze potentiële verbetering is dan ook beperkt.

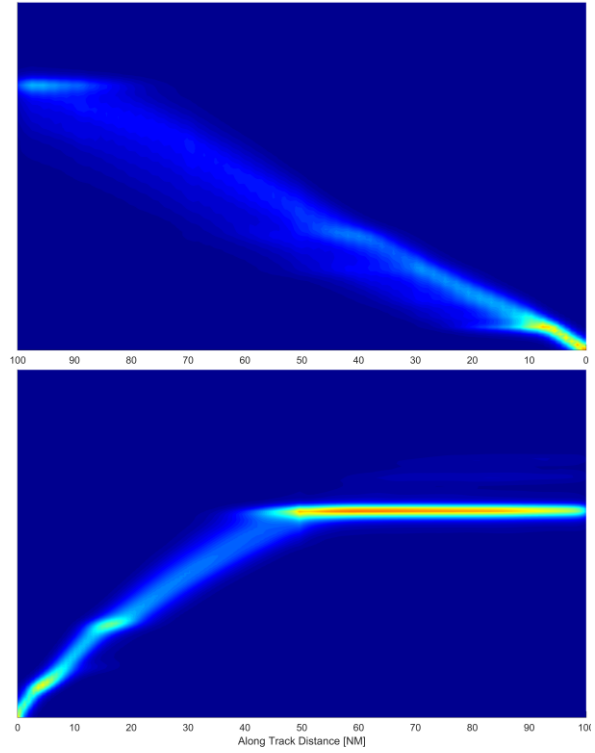
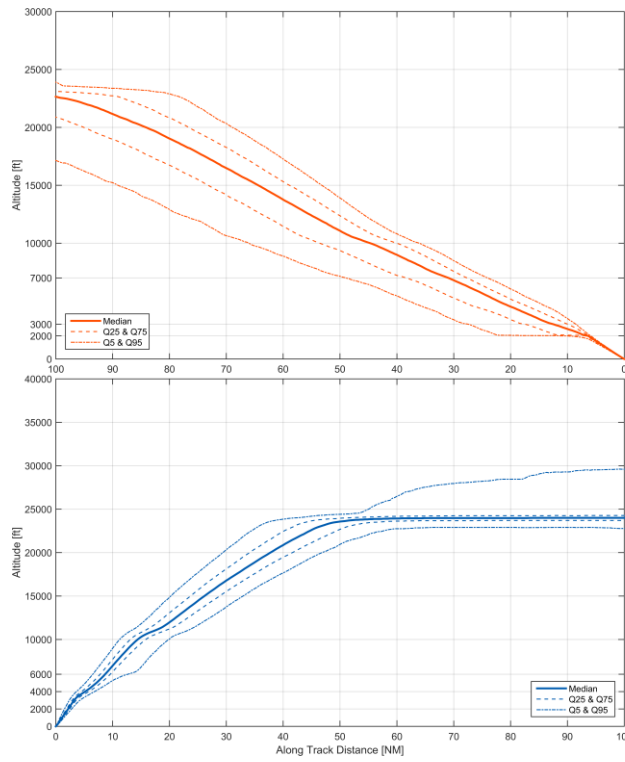
Londen (LHR) - Amsterdam (AMS)

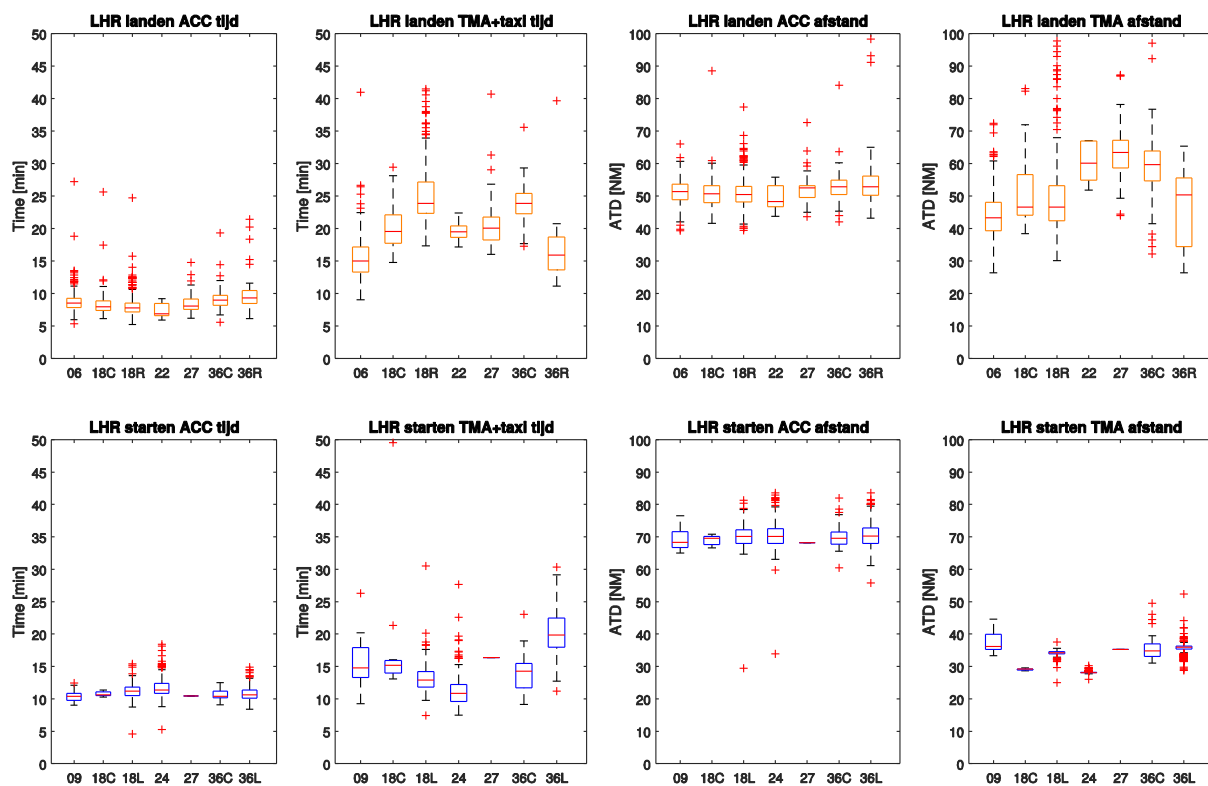
De track analyse van naderend verkeer vanuit Londen laat zien dat de meeste vluchten standaard worden afgehandeld via de STAR (REDFA 1A). De afwijkingen van de route in de vorm van extra mijlen vliegen die zichtbaar zijn vóór SUGOL, zijn om holding bij SUGOL te voorkomen. De afwijkingen ná SUGOL (over het algemeen minder mijlen vliegen) worden veroorzaakt door de sequencing met ander verkeer naar de landingsbaan in gebruik. De mate van beide afwijkingen is sterk afhankelijk van het verkeersbeeld op het moment van naderen en geen van beide heeft een structureel karakter. Daarom zijn voor deze vluchten geen potentiële verbeterpunten geïdentificeerd.

Ook bij binnenkomend verkeer toont de analyse dat het verticale profiel is afgetopt, in dit geval op FL 240. Net als bij vertrekkend verkeer vloeit dit voort uit de structuur van het luchtruim (division level tussen Amsterdam ACC en Maastricht UAC op FL 245). Hoger klimmen vanuit Londen veroorzaakt extra coördinatie en daarmee extra complexiteit en workload zowel bij London ACC als bij MUAC, Amsterdam ACC en ook bij de crew die met extra radio communicatie geconfronteerd wordt. Een hoger en-route flight level, hoe kort gevlogen ook, kan voor de KLM een planmatig efficiency-voordeel opleveren omdat minder brandstof hoeft te worden meegenomen. Opheffing van de huidige levelbegrenzing heeft echter vergaande gevolgen voor het afhandelingsconcept bij LVNL, MUAC en bij London ACC. De haalbaarheid van deze potentiële verbetering is dan ook beperkt.

City pair segment	Potentiële verbeterpunten	Haalbaarheid	Effect
Amsterdam (AMS) Londen (LHR)	Hoger en-route flight level	Beperkt, vraagt ingrijpende aanpassingen in het afhandelingsconcept in Nederland, Londen en Maastricht UAC	Beperkt, minder brandstof meenemen
Londen (LHR) Amsterdam (AMS)	Geen verbeteringen	-	-







TMA					ACC				
Baan	Daalhoek [deg]	Aantal horz. segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	Daalhoek [deg]	Aantal horz. Segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	
06	2,3 (0,3)	0,4 (0,6)	2 (3,6)	4 (7)	2,3 (0,3)	0,6 (0,6)	5,3 (6,9)	10 (12)	
18C	2 (0,4)	0,8 (0,9)	6,5 (9,6)	11 (14)	2,2 (0,3)	0,4 (0,7)	3,5 (7,3)	6 (10)	
18R	2,1 (0,3)	0,7 (0,7)	6,3 (7,7)	11 (12)	2,2 (0,3)	0,5 (0,6)	4,5 (6,3)	9 (12)	
22	1,7 (0,4)	1,6 (0,5)	12,4 (6,5)	20 (9)	2,2 (0,1)	0,8 (0,7)	4,1 (3,4)	8 (7)	
27	1,6 (0,3)	1,3 (0,8)	14 (10,4)	21 (14)	2,1 (0,3)	0,6 (0,7)	4,8 (6,1)	9 (12)	
36C	1,8 (0,3)	1,2 (0,9)	13 (11,2)	20 (14)	2,1 (0,4)	0,7 (0,6)	5,7 (7,4)	10 (13)	
36R	2 (0,3)	0,8 (0,8)	5,3 (6,4)	10 (11)	2,1 (0,4)	0,8 (0,9)	6,7 (7,4)	12 (12)	

C10. Shanghai (PVG)

Potentiële verbeterpunten

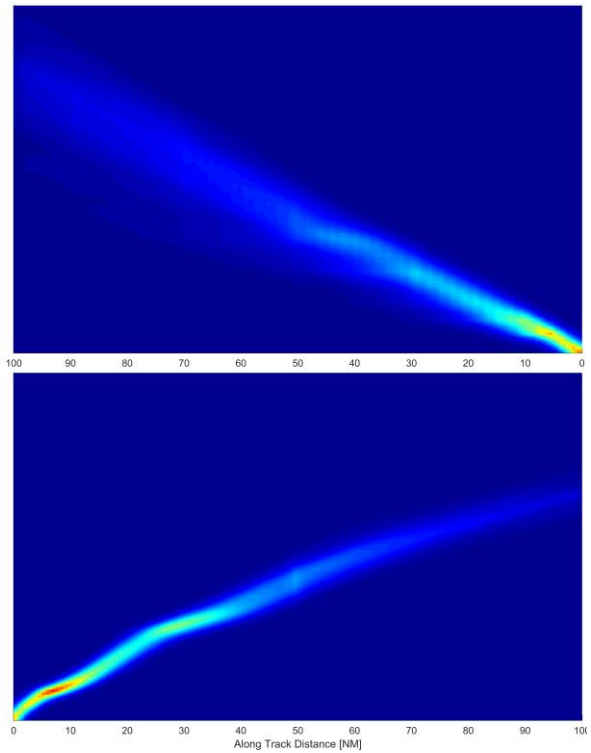
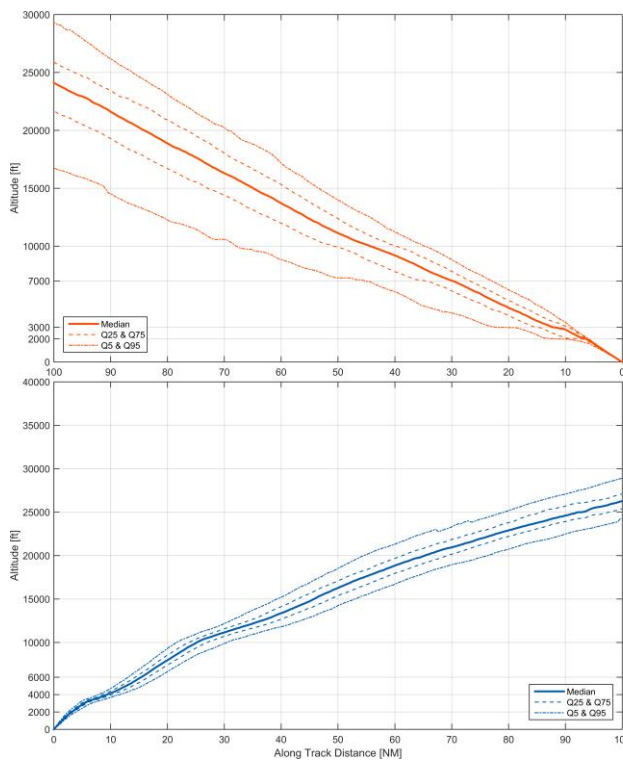
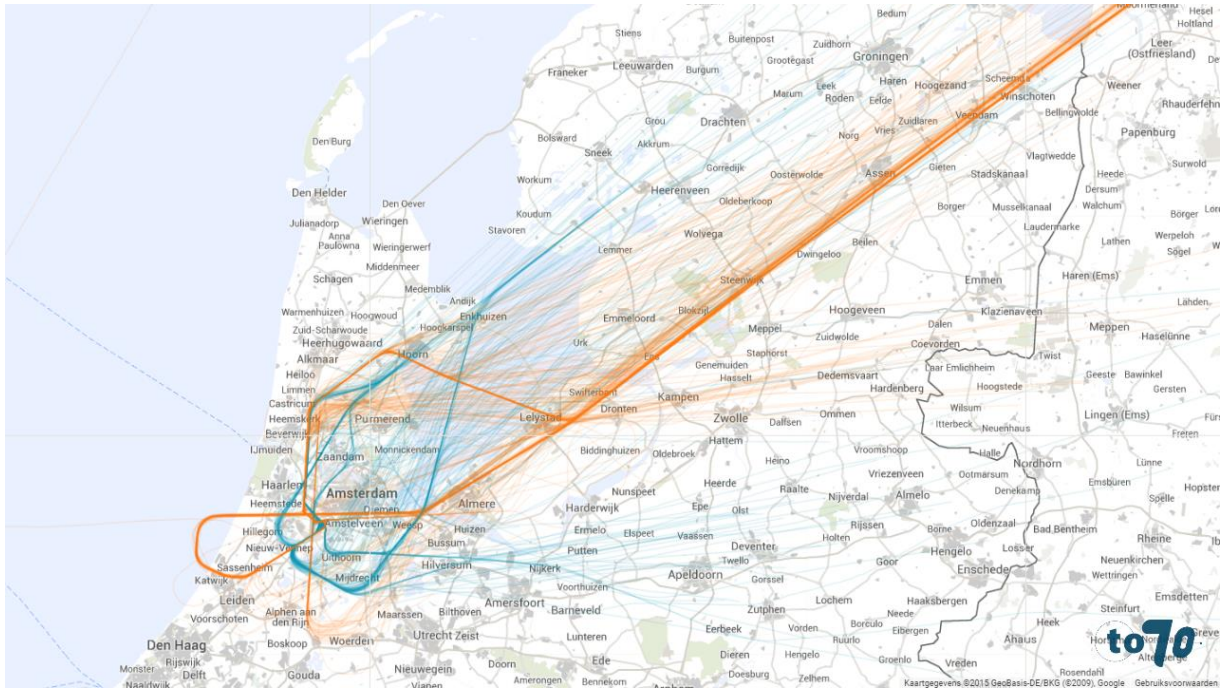
Amsterdam (AMS) - Shanghai (PVG)

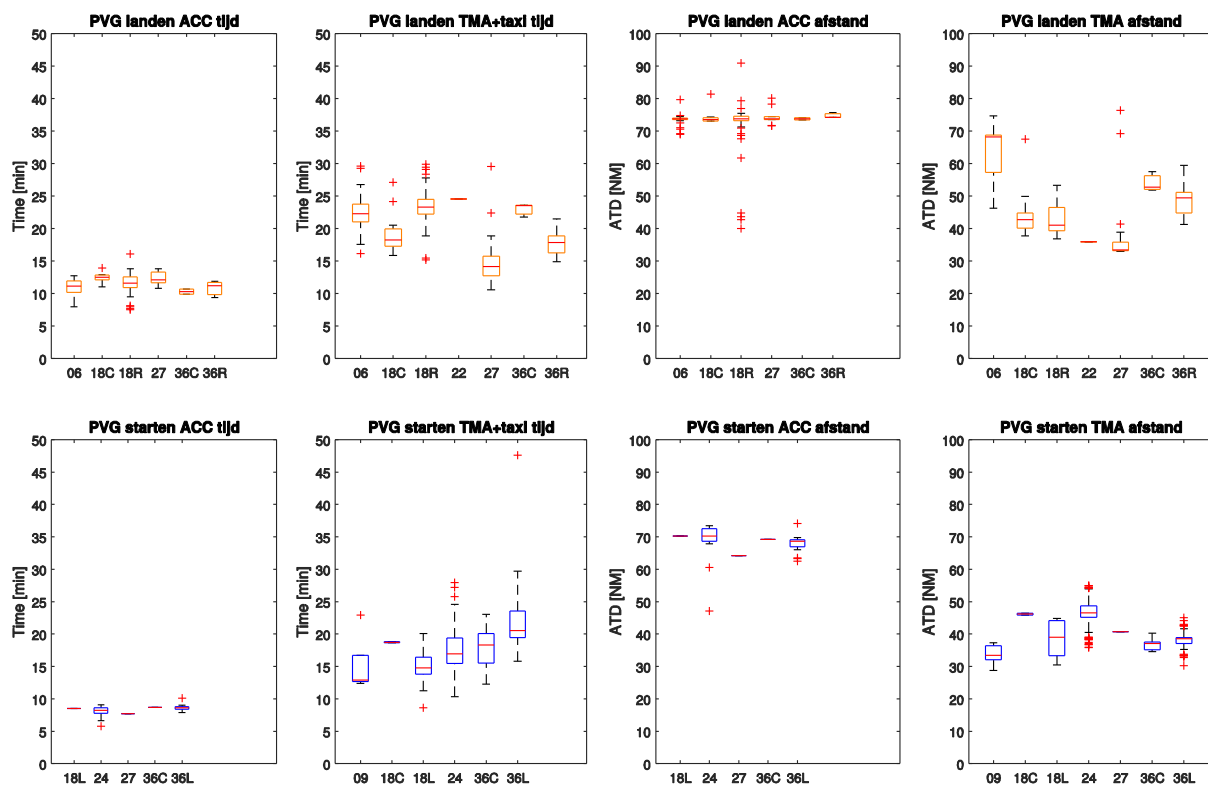
Analyse van de tracks van vluchten naar Shanghai via ANDIK toont aan dat vanaf vrijwel alle banen een groot aantal gevallen de SID wordt afgesneden door middel van een 'direct'. Dit levert bij starts van 24 en 18L een verkorting op van de afgelegde weg van circa 4-5 NM. Het efficiencyvoordeel van deze directs is op dit moment beperkt, aangezien de KLM plant op de volledige SID. Een SID wijziging, optimalisatie van de huidige SID op flight efficiency, kan voor de KLM een planmatig efficiency-voordeel opleveren, omdat dan minder brandstof hoeft te worden meegenomen. Daarnaast is er een kans op kleine verkorting van de bloktijd (maximaal 1 minuut). Dit kan bijdragen aan een betere resource-efficiëntie (crews, vliegtuigen) en/of tot een netwerkvoordeel (optimalisatie schematijd kan leiden tot betere/meer connecties). Bij een eventuele haalbaarheidsstudie van een verandering van de SIDs dient te worden gekeken naar het potentiële conflict met naderend verkeer vanuit ARTIP, de routes kruisen elkaar. Dit conflict is binnen het huidige ATM systeem een bepalende factor voor het huidige ontwerp van de SIDs naar ANDIK. Wijziging van de SIDs zal dan ook niet eenvoudig zijn.

Shanghai (PVG) - Amsterdam (AMS)

De track analyse van naderend verkeer vanuit Shanghai laat zien dat de vluchten meestal standaard worden afgehandeld via de STAR (EELDE 1A). Vóór ARTIP is bij zuidelijk baangebruik af en toe sprake van afsnijden van de STAR in de richting van de Spijkerboor VOR. Deze afwijkingen resulteren in het vliegen van minder mijlen. Hiervoor wordt gekozen om redenen van sequencing met ander verkeer naar de landingsbanen in gebruik. De mate van afwijkingen is daardoor sterk afhankelijk van het verkeersbeeld op het moment van naderen, en heeft geen structureel karakter. Reden waarom voor deze vluchten geen potentiële verbeterpunten zijn geïdentificeerd.

City pair segment	Potentiële verbeterpunten	Haalbaarheid	Effect
Amsterdam (AMS) Shanghai (PVG)	Optimaliseer ANDIK SID aan de hand van de meest gevlogen track.	Beperkt, vraagt ingrijpende aanpassingen in het afhandelingsconcept. Aanpassing van de route boven land leidt tot verschuiving van hinder en mogelijk toename van hinder.	Verkorting totale vluchtduur en minder brandstof meenemen.
Shanghai (PVG) Amsterdam (AMS)	Geen verbeteringen	-	-





TMA					ACC			
Baan	Daalhoek [deg]	Aantal horz. segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	Daalhoek [deg]	Aantal horz. Segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.
06	1,9 (0,4)	1 (0,9)	7,7 (8,8)	13 (14)	2,4 (0,3)	0,1 (0,2)	0,4 (1,8)	1 (2)
18C	2,2 (0,3)	0,7 (0,7)	4,2 (6,2)	9 (11)	2,6 (0,4)	0,1 (0,3)	1,2 (2,9)	1 (4)
18R	2,3 (0,3)	0,7 (0,8)	3,1 (3,7)	7 (9)	2,8 (0,4)	0,2 (0,6)	1,5 (4,3)	2 (6)
22	2,2 (0)	2 (0)	12,1 (0)	34 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
27	2,5 (0,3)	0,3 (0,8)	2,3 (7,6)	4 (11)	2,6 (0,4)	0,3 (0,6)	2,3 (5,3)	3 (7)
36C	2 (0,3)	1 (0,8)	4,3 (3,6)	8 (6)	3 (0,4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
36R	1,9 (0,2)	0,8 (0,7)	5 (4,9)	10 (10)	2,6 (0,1)	0,3 (0,5)	2,2 (3,1)	3 (4)

C11. Singapore (SIN)

Potentiële verbeterpunten

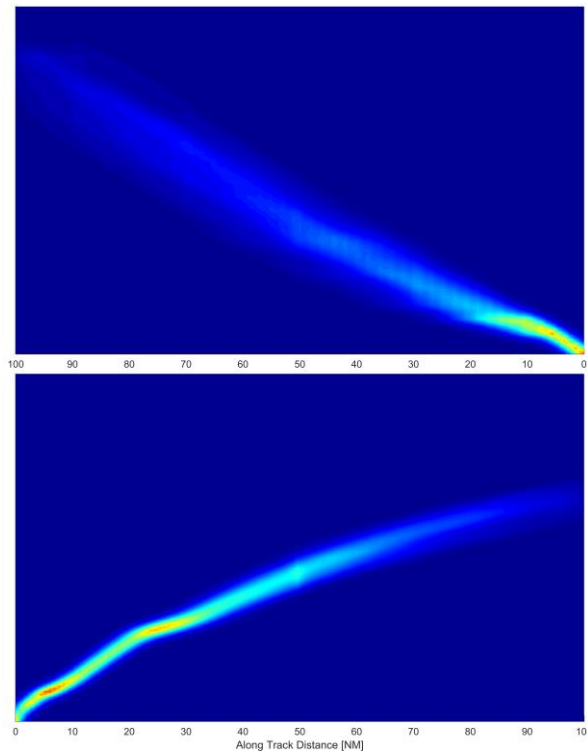
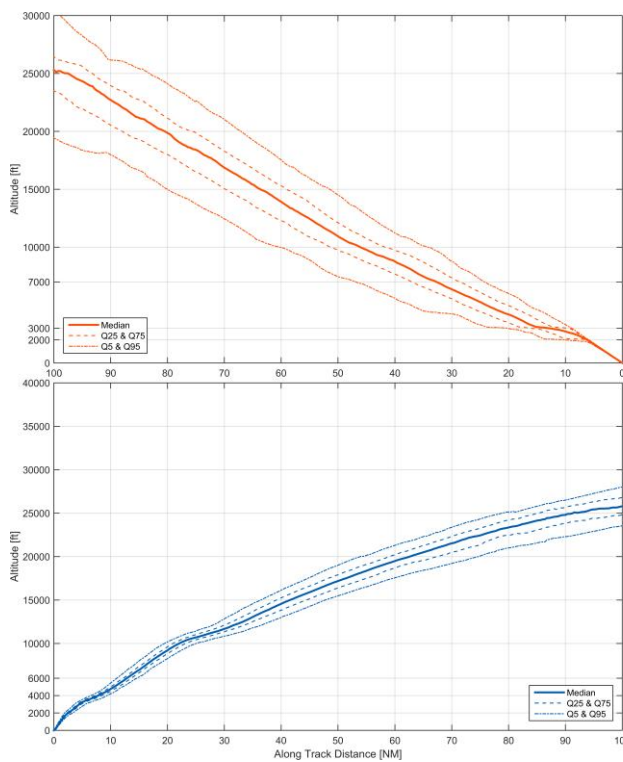
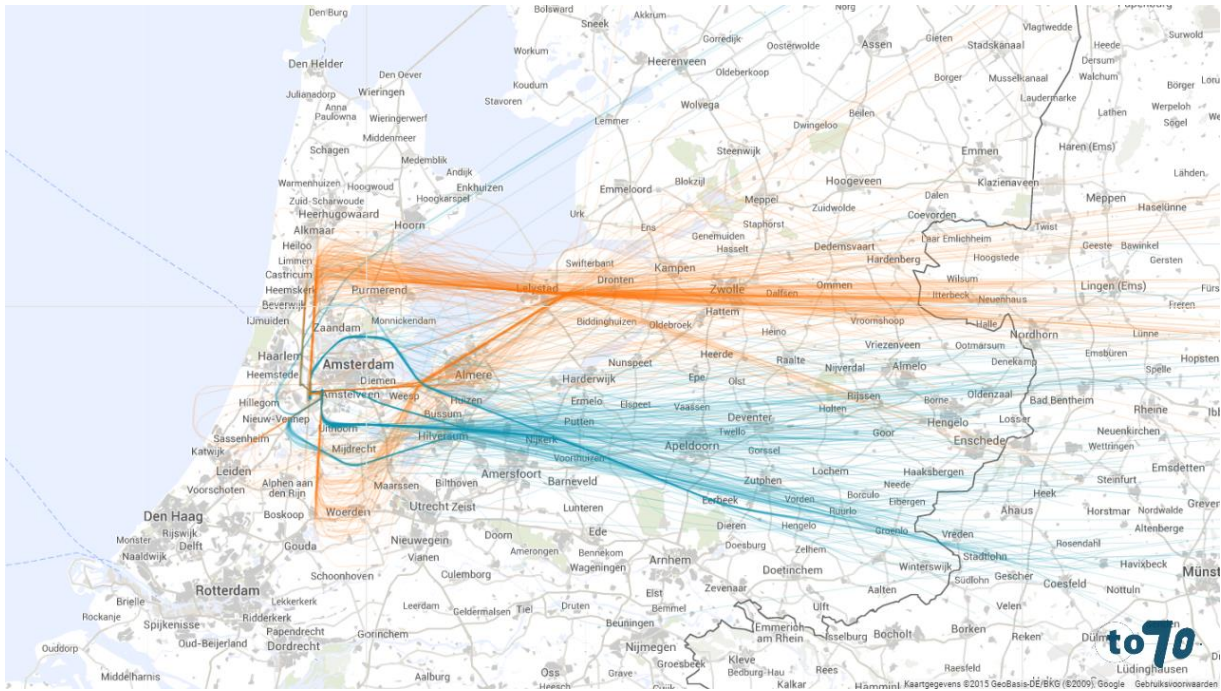
Amsterdam (AMS) - Singapore (SIN)

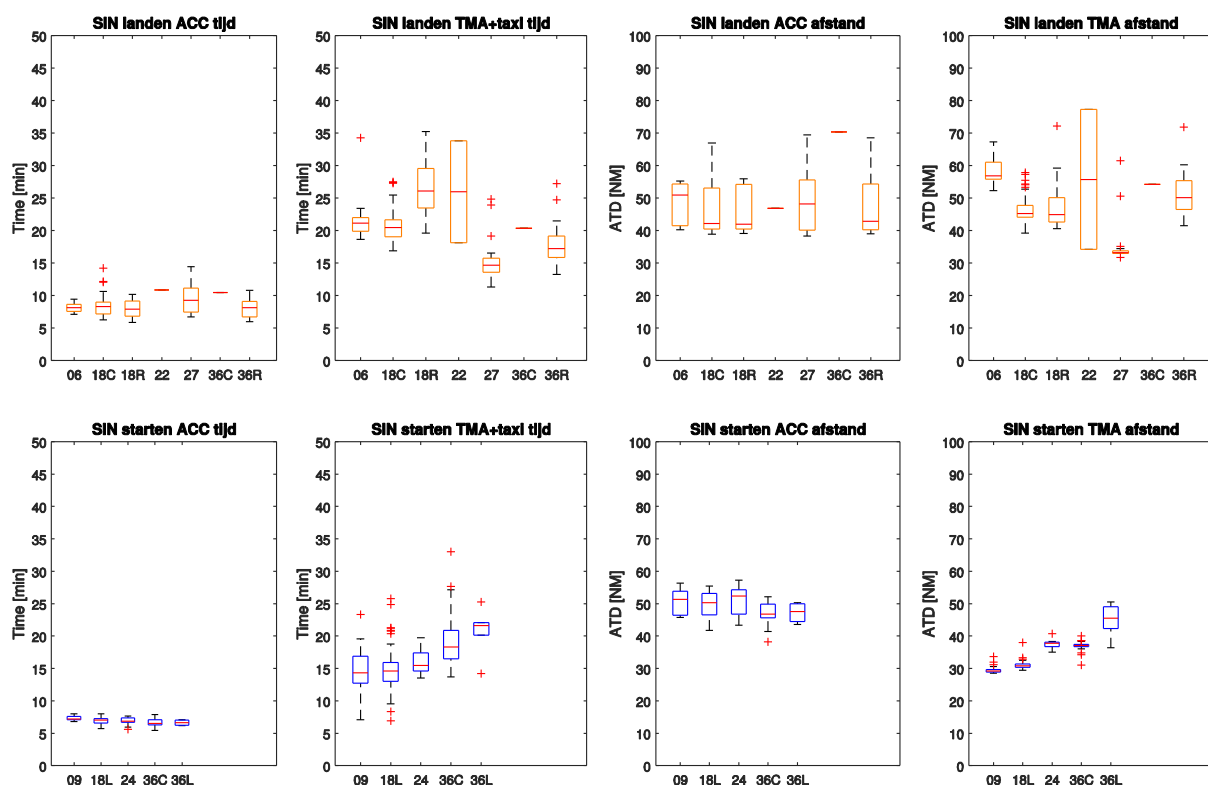
Analyse van de tracks van vluchten naar Singapore vanaf vrijwel alle banen richting IVLUT toont aan dat in een groot aantal gevallen de SID wordt gevolgd. Pas na IVLUT laten de tracks een grote spreiding zien. Deze spreiding wordt veroorzaakt doordat direct gegeven worden zodra het overige verkeer dat toelaat. De beschikbaarheid van militair luchtruim boven Duitsland voor civiel gebruik speelt hier ook een rol in. Hoewel deze directies regelmatig voorkomen hebben ze geen dusdanig structureel karakter dat daar op zou kunnen worden gepland. De verbetering van de vluchtefficiëntie door het verminderen van het aantal te vliegen mijlen is niet eenvoudig haalbaar.

Singapore (SIN) - Amsterdam (AMS)

De track analyse van naderend verkeer vanuit Singapore laat zien dat de vluchten meestal worden afgehandeld via de STAR (meestal NORKU 2, incidenteel via de REKKEN 2A). De meeste tracks convergeren naar ARTIP maar er zijn ook tracks die vanaf de Nederlands-Duitse grens zuid van de STAR blijven, direct naar het sequencing gebied van baan 36R. De vliegafstand wordt hierdoor enigszins verkort. De mogelijkheid tot afsnijden is echter sterk afhankelijk van het verkeersbeeld op het moment van naderen en heeft geen structureel karakter. Reden waarom voor deze vluchten geen potentiële verbeterpunten zijn geïdentificeerd.

City pair segment	Potentiële verbeterpunten	Haalbaarheid	Effect
Amsterdam (AMS) Singapore (SIN)	Geen verbeteringen	-	-
Singapore (SIN) Amsterdam (AMS)	Geen verbeteringen	-	-





TMA					ACC				
Baan	Daalhoek [deg]	Aantal horz. segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	Daalhoek [deg]	Aantal horz. Segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	
06	1,7 (0,2)	1,6 (0,9)	12,5 (11,8)	19 (12)	2,9 (0,3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
18C	2,1 (0,2)	1 (0,6)	6,7 (5)	14 (10)	2,8 (0,3)	0,1 (0,3)	0,3 (1)	1 (2)	
18R	2,1 (0,3)	0,9 (1)	5,6 (6,7)	11 (12)	2,8 (0,3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
22	1,9 (0,7)	1,5 (1,5)	19,8 (19,8)	26 (26)	2,7 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
27	2,6 (0,3)	0,4 (0,7)	2 (3,4)	5 (8)	2,9 (0,4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
36C	2 (0)	1 (0)	4 (0)	7 (0)	2,9 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
36R	1,9 (0,3)	1,1 (0,7)	7,1 (7,2)	13 (12)	2,7 (0,2)	0,1 (0,2)	0,2 (0,8)	0 (2)	

C12. Zürich (ZRH)

Potentiële verbeterpunten

Amsterdam (AMS) - Zürich (ZRH)

De analyse van de tracks van vertrekkend verkeer naar Zürich laat een spreiding van vertrekroutes zien die onafhankelijk is van de gebruikte startbaan. Er wordt gebruikt gemaakt van SIDs naar het zuiden (LEKKO) en naar het zuidoosten (LOPIK). De zuidoostelijke route via de LOPIK SID is alleen beschikbaar als de militaire TMA-D voor gebruik door civiel luchtverkeer beschikbaar is. Op sommige momenten is deze route voor KLM planbaar, bijvoorbeeld in de weekenden, maar daarbuiten is de kans om gebruik te kunnen maken van de LOPIK SID groter als vertrekkende vluchten naar Zürich via de zuidelijke route gepland blijven worden. Als de TMA-D vaker of voor langere tijd structureel beschikbaar komt voor civiel gebruik neemt het positieve effect van een efficiënter vluchtprofiel toe. Dit kan voor de KLM een efficiency-voordeel opleveren, dat wel kan oplopen tot circa 12 NM / 2 minuten. Daarnaast is er dan een kans op kleine verkorting van de bloktijd. Dit kan leiden tot een betere resource-efficiëntie (crews, vliegtuigen) en/of tot een netwerkvoordeel (optimalisatie schematijd kan leiden tot betere/meer connecties).

Zürich (ZRH) - Amsterdam (AMS)

De track analyse van naderend verkeer vanuit Zürich laat zien dat een significant aantal vluchten standaard wordt afgehandeld via de STAR (HELEN 1A). Afwijkingen van de route in de vorm van extra mijlen vliegen, zijn zichtbaar vóór RIVER. Deze hebben tot doel om holding bij RIVER te voorkomen. De afwijkingen ná RIVER, worden veroorzaakt door de sequencing met ander verkeer naar de landingsbaan in gebruik. Ook toont de analyse dat een flink aantal vluchten vliegafstand en vliegtijd kunnen besparen door rechtsreeks naar RIVER te vliegen. Dit is sterk afhankelijk van het overige verkeer (zowel inbound als outbound) in de CTA. De mate van beide afwijkingen zijn sterk afhankelijk van het verkeersbeeld op het moment van naderen en geen van beide heeft daarom een structureel karakter.

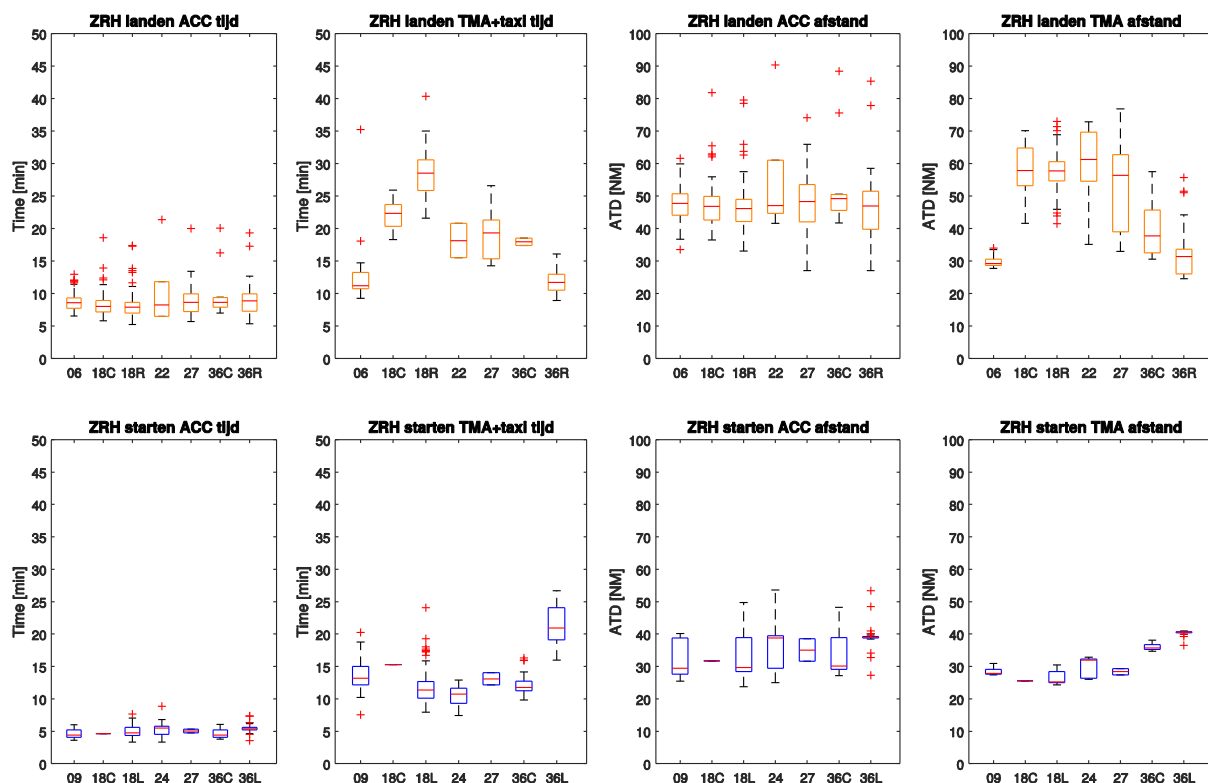
De totale vliegafstand van Zürich tot de FIR-grens via RIVER of via ARTIP is vrijwel gelijk. De tijd vanaf de IAF naar de gate verschilt echter significant, afhankelijk van het baangebruik. Voor aankomend verkeer vanuit RIVER is een landing op baan 06 of 36R optimaal. Bij zuidelijk baangebruik, als wordt geland op baan 18R of 18C, is naderen via ARTIP efficiënter. Vanuit ARTIP is overigens een straight-in op baan 27 optimaal. De KLM wordt geadviseerd om bij zuidelijk baangebruik de vluchten vanuit Zürich te plannen via ARTIP en bij noordelijk baangebruik via RIVER. Dit kan voor de KLM een planmatig efficiency-voordeel opleveren, omdat er een kans is op verkorting van de bloktijd. Dit kan leiden tot een betere resource-efficiëntie (crews, vliegtuigen) en/of tot een netwerkvoordeel (optimalisatie schematijd kan leiden tot betere/meer connecties).

LVNL werkt, in nauwe samenwerking met de Koninklijke Luchtmacht en de FABEC partners, aan een herstructurering van het ontwerp en gebruik van het luchtruim. Op termijn zal dat resulteren in een nieuwe, vierde, IAF zuidoostelijk van Schiphol. Dit opent waarschijnlijk de mogelijkheid om

vluchten vanuit Zurich rechtstreeks vanuit het zuidoosten te laten naderen. Dit kan resulteren in een verbetering van de vluchtefficiency door een structureel kortere vliegafstand/vliegtijd.

City pair segment	Potentiële verbeterpunten	Haalbaarheid	Effect
Amsterdam (AMS) Zürich (ZRH)	Verbeterde beschikbaarheid van informatie over beschikbaarheid militair luchtruim voor civiel verkeer, zodat KLM hier in bloktijden rekening mee kan houden.	Op termijn kansen ten gevolge van verdere civiel-militaire samenwerking. Mogelijk eerder al kansen bij periodieke actualisatie van Functional Use of Airspace (FUA) afspraken.	Planmatige verkorting totale vluchtduur en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof.
Zürich (ZRH) Amsterdam (AMS)	Vluchtplan opstellen op basis van actueel/verwacht baangebruik: via IAF RIVER bij noordelijk, via IAF ARTIP bij zuidelijk baangebruik.	Vraagt onderzoek naar werkwijze vluchtplanning bij KLM OCC.	Potentieel planmatige verkorting totale vluchtduur/bloktijd en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof ⁶ .
	Naderen via een nieuw te ontwerpen route vanuit het zuidoosten.	Op termijn kansen ten gevolge van implementatie vierde IAF.	Planmatige verkorting totale vluchtduur/bloktijd en planmatige vermindering hoeveelheid brandstof.

⁶ Er is bij de beschrijving van dit verbeterpunt geen rekening gehouden met de effecten van flow-control-maatregelen.



TMA					ACC				
Baan	Daalhoek [deg]	Aantal horz. segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	Daalhoek [deg]	Aantal horz. Segmenten [-]	Lengte horz. segmenten [NM]	% ATD horz.	
06	2,5 (0,2)	0,1 (0,3)	0,5 (1,2)	2 (4)	2,5 (0,3)	0,2 (0,4)	0,7 (1,8)	1 (3)	
18C	1,5 (0,3)	1,4 (0,7)	16,1 (9,9)	27 (15)	2,3 (0,4)	0,2 (0,4)	1,5 (4,3)	3 (9)	
18R	1,5 (0,2)	1,4 (0,6)	17,3 (7,6)	30 (12)	2,2 (0,3)	0,2 (0,4)	0,9 (2,5)	2 (5)	
22	1,5 (0,4)	1,9 (1)	20,6 (11,3)	32 (17)	2,1 (0,5)	0,4 (0,8)	7,8 (15,6)	9 (17)	
27	1,7 (0,6)	1,1 (0,9)	14 (11,6)	23 (18)	2,2 (0,4)	0,2 (0,5)	1,6 (3,6)	3 (7)	
36C	1,9 (0,4)	1,1 (0,7)	9,3 (6,8)	21 (14)	2,3 (0,5)	0,7 (1,6)	4,1 (9,3)	5 (11)	
36R	2,5 (0,3)	0,3 (0,4)	1,7 (3,3)	4 (7)	2,4 (0,4)	0,3 (0,8)	2 (6)	3 (7)	

