



Dedicated to innovation in aerospace

PUBLIC

NLR-CR-2024-059 | maart 2024

Optimalisatie Vliegprofielen F-35 - Praktijktoets

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Defensie



Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

Optimalisatie Vliegprofielen F-35 - Praktijktoets



Probleemstelling

Defensie is regelmatig in gesprek met de omgeving over geluid gerelateerde onderwerpen; zo ook rond vliegbasis Leeuwarden. Het geluid van de F-35 dat door omwonenden van de vliegbasis ervaren wordt, is een bron van discussie. Defensie heeft NLR gevraagd om te onderzoeken of door andere vliegprocedures de geluidbelasting verminderd kan worden. Het doel van het onderzoek is daarmee optimalisatie van starts en landingen zodat de geluidbelasting verminderd kan worden.

Beschrijving van de werkzaamheden

Het NLR heeft onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor optimalisatie van vliegprofielen. Allereerst zijn de mogelijke effecten van deze profielen door middel van modellering van vliegprestaties en geluidrekenmodel inzichtelijk gemaakt. Vervolgens zijn deze aangepaste profielen in de F-35 simulator getoetst op haalbaarheid, uitvoerbaarheid en veiligheid. Op basis van de uitkomsten hiervan is in september een beperkte praktijktoets gedaan met aangepaste profielen en de standaardprofielen. Naderhand zijn de vliegdata en de uitkomsten van de geluidsmetposten geanalyseerd en met elkaar vergeleken. De uitkomsten van de analyses zijn daarnaast gestaafd met berekeningen.

RAPPORTNUMMER

NLR-CR-2024-059

RUBRICERING RAPPORT

ONGERUBRICEERD

DATUM

maart 2024

KENNISGEBIED(EN)

Vliegtuiggeluidseffecten op de omgeving
Wapensystemen

TREFWOORD(EN)

F-35
Geluid
Vliegprofielen

Resultaten en conclusies

De resultaten voor de starts tonen een trend dat met aangepaste profielen de geluidbelasting op een aantal relevante locaties verminderd kan worden. Conclusie is dat met name AB (naverbrander) starts met 5 graden klim lagere piekgeluidsniveaus (LA_{max}) lijken op te leveren ten opzichte van de standaard MIL (normaal startvermogen) procedure. Deze conclusie geldt voor alle uitgevoerde Standard Instrument Departures in beide startrichtingen (SID1, SID1B en SID3). Hierbij wordt wel opgemerkt dat deze conclusie gebaseerd is op een zeer beperkt aantal praktijkvluchten en dat meer vluchten noodzakelijk zijn om definitieve conclusies te trekken.

Voor de naderingen zijn meer data en aanvullende analyses nodig om conclusies te trekken.

Toepasbaarheid

Het onderzoek kan gebruikt worden om geluidbelasting en mogelijk ook de hinder in de omgeving van militaire vliegvelden waarbij F-35 betrokken is te reduceren.

NLR

Anthony Fokkerweg 2

1059 CM Amsterdam

p) +31 88 511 3113

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



Dedicated to innovation in aerospace

PUBLIC

NLR-CR-2024-059 | maart 2024

Optimalisatie Vliegprofielen F-35 - Praktijktoets

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Defensie

*De eigenaar en/of opdrachtgever hebben toestemming gegeven om dit rapport te publiceren.
Uit dit rapport mag worden geciteerd indien volledige bronvermelding plaatsvindt. Voor commercieel gebruik van dit rapport moet voorafgaande schriftelijke toestemming van de eigenaar en/of opdrachtgever gegeven worden.*

OPDRACHTGEVER	Ministerie van Defensie
CONTRACTNUMMER	4600124461
EIGENAAR	NLR
NLR DIVISIE	Aerospace Systems
VERSPREIDING	Onbeperkt
RUBRICERING TITEL	ONGERUBRICEERD

GOEDGEKEURD DOOR:	Datum	
AUTEUR	Approved	21-03-2024
REVIEWER	Approved	21-03-2024
BEHERENDE AFDELING	Approved	21-03-2024

Samenvatting

Defensie is regelmatig in gesprek met de omgeving over geluid gerelateerde onderwerpen rond de vliegbasis Leeuwarden. Het geluid van de F-35 dat door omwonenden van de vliegbasis ervaren wordt, is een bron van discussie. Defensie heeft NLR gevraagd om te onderzoeken of de geluidbelasting verminderd kan worden, door de vliegoperaties bij starts en landingen te optimaliseren. De verwachting is dat een lagere geluidbelasting ook betekent dat de ondervonden hinder zal afnemen.

Het doel van het onderzoek is daarmee optimalisatie van starts en landingen waarmee de geluidbelasting voor de omgeving verminderd kan worden. In het onderzoek is via modellering (zowel vliegprestaties als geluid) gekeken naar mogelijkheden om start- en naderingsprocedures en routes aan te passen waarmee geluidbelasting verminderd wordt. Vervolgens zijn deze profielen in een F-35 simulator gevlogen om de haalbaarheid, uitvoerbaarheid en veiligheid vast te stellen. Op basis van de uitkomsten van de simulator is in de periode van 5 tot en met 12 september 2023 een praktijktoets uitgevoerd. De uitkomsten van deze praktijktoets worden beschreven in deze rapportage.

Tijdens de praktijktoets zijn een aantal aangepaste start- en naderingsprocedures gevlogen, naast de standaardprocedure. Ter verduidelijking, met vliegprocedure wordt in dit rapport gerefereerd aan (een combinatie van) het verloop van motorvermogen, snelheid en hoogte. Met routes wordt het gevlogen grondpad bedoeld. De voornaamste aanpassing qua vliegprocedure is het gebruik van 5 graden klim met zowel Military Thrust (MIL, normaal startvermogen) als Afterburner (AB, motorvermogen met naverbrander). Aanvullend is een andere route gevlogen dan de standaard. Deze conceptroute is in het onderzoek aangeduid als Standard Instrument Departure 1B. Ten tijde van het vaststellen van de vigerende geluidszone werd deze route nog in de praktijk gevlogen, maar inmiddels wordt deze route al geruime tijd niet meer gebruikt. Voor het herintroduceren van route 1B dient een formeel aanvraagproces opgestart te worden. Deze startroute is aan het onderzoek toegevoegd om na te gaan welke geluidniveaus optreden in de meetlocaties bij het gebruik van deze route.

Om een goede vergelijking te kunnen maken zijn bij de uitvoering van de praktijktoets vooraf een aantal praktische zaken afgestemd:

1. Om zo veel mogelijke gelijke weersomstandigheden voor zowel vliegprestaties als geluid te verkrijgen, voerden twee F-35's direct na elkaar een start uit. Eén toestel volgende daarbij de standaardprocedure en het andere volgde de aangepaste startprocedure.
2. Om zeker te zijn dat er op één meetpost niet twee F-35s tegelijk te horen zijn, is er voor gekozen om een minuut scheiding te houden tussen startende F-35s.
3. Luchtverkeersleiding zorgt ervoor, zover mogelijk, dat er geen ander luchtverkeer aanwezig is die verstoring van het gemeten geluid bij meetposten kan veroorzaken.

Door de korte proefperiode in september 2023 is per vliegprofiel beperkte data beschikbaar.

Na uitvoering van de praktijktoets is de data geanalyseerd. De meetposten hebben de geluidniveaus van alle testvluchten geregistreerd. Iedere meetpost heeft per vlucht een piekniveau geregistreerd. Het piekniveau (ook wel LA_{max} genoemd) is het hoogste geluidniveau dat is waargenomen gedurende de passage en wordt uitgedrukt in dB(A). De vluchten met de verschillende procedures zijn vergeleken op basis van de bijbehorende gemeten piekniveaus. Hierdoor kan per locatie bepaald worden of er procedures zijn waar een hoger of lager piekniveau gemeten is dan bij de standaard procedure. Waar in de ene locatie een lager piekniveau is waargenomen kan voor dezelfde vlucht in een andere locatie een hoger piekniveau zijn geregistreerd. Per route zijn de meest relevante meetposten geanalyseerd met als resultaat een totaaloverzicht per route. Aanvullend zijn van de uitgevoerde testvluchten de gedetailleerde

cockpit data over hoogteverloop, stuwkracht en snelheid vertaald naar het rekenmodel om zo als het ware de praktijkvlucht ook met het rekenmodel door te rekenen en te bezien of dit dezelfde trends laat zien als de meetresultaten. In deze berekeningen is dus gebruik gemaakt van de grondpaden, hoogtes en stuwkrachtgegevens die per vlucht zijn afgeleid.

De normale startprocedure is een start met Military Thrust (MIL). In de vergelijking van de profielen en het effect op geluid is deze procedure als referentie genomen. De uitkomsten van de analyse tonen het volgende:

Bij gebruik van Runway 23, SID 1 (inclusief bocht om Marssum) blijkt dat AB, 5 graden klim het meeste oplevert in meetpost 01 (Marssum, -10 dB(A)) en meetpost 13 (Contour Marssum, -5 dB(A)). Dit zijn ook de locaties met de hoogst gemeten niveaus (103 en 106 dB(A)) voor de MIL, normaal procedure. Voor route SID 1 geldt dus dat AB-gebruik ten aanzien van de piekbelasting een positief effect oplevert in de beschouwde locaties. Daarnaast leiden de 5 graden procedures tot lagere geluidniveaus dan de normaal procedure in alle geanalyseerde locaties. De resultaten van de berekende piekniveaus d.m.v. het rekenmodel zijn vergeleken met de gemeten piekniveaus en geven dezelfde trends weer.

De startroute SID 1B heeft een grondpad dat ten opzichte van het grondpad van SID 1 een grotere afstand heeft tot de meetpostlocaties 1 (Marssum), 7 (Dronrijp), 13 (Contour Marssum) en 14 (Welsrijp). Op grond daarvan mag in deze meetposten een lager geluidniveau verwacht worden dan bij het gebruik van SID 1. De resultaten laten dit ook zien. Meetpost 11 (Menaam) geeft daarentegen hogere geluidniveaus gezien het grondpad hier nu dichter langs loopt. Ook hier geldt dat AB gebruik positief uitpakt en dat de 5 graden start met zowel MIL- als AB-power gunstiger uitpakt dan de normaal procedure. De resultaten van de berekende piekniveaus d.m.v. het rekenmodel zijn vergeleken met de gemeten piekniveaus en geven dezelfde trends weer.

Naast de bovenstaande meetposten zijn ook de meetposten in Leeuwarden geanalyseerd. Deze meetposten liggen verder van de vliegbasis en de grondpaden en zijn daarom gevoeliger voor externe factoren, zoals bijvoorbeeld wind effecten en de afscherming of reflectie vanwege omliggende bebouwing. Hier lijken de 5 graden starts met zowel MIL- als AB-power ook te leiden tot lagere gemeten geluidniveaus.

Voor baan 05 geldt dat alleen de route SID 3 van toepassing is. Voor Runway 05 (SID 3) is te zien dat met name de AB starts grote winst opleveren in de meetposten in Jelsum (meetpost 2 en 25). Dit zijn ook de meetposten waar de hoogste geluidniveaus gemeten worden. Voor de overige meetposten geldt dat de procedure AB 5 graden overall een reductie in geluidniveau laat zien.

Het aantal uitgevoerde vluchten per vliegprofiel was beperkt, waardoor er relatief weinig informatie beschikbaar is. Echter de data geeft wel duidelijke trends ondersteund door berekeningen waarbij met name voor starts verbeteringen mogelijk lijken. De volgende conclusies met betrekking tot starts kunnen getrokken worden:

- Geconcludeerd kan worden dat met name AB (naverbrander) starts met 5 graden klim lagere piekgeluidsniveaus (LA_{max}) lijken op te leveren ten opzichte van de standaard MIL (normaal startvermogen) procedure bij de verschillende meetposten rond Leeuwarden. Dit geldt op basis van zowel metingen als de uitkomsten van het rekenmodel, die dezelfde trend weergeven als de metingen. Deze conclusie geldt voor alle uitgevoerde Standard Instrument Departures in beide startrichtingen (SID1, SID1B en SID3). De mate van spreiding in de vliegbanen kan wel invloed hebben op de lokale situatie en daartoe is data nodig van de aangepaste profielen voor een langere periode om deze spreiding beter te duiden.
- Gebruik van AB met 5 graden klim én SID 1B zorgt voor lagere piekgeluidsniveaus in de omgeving van het veld, er is alleen in Menaam een hoger niveau geregistreerd (LA_{max} blijft onder 90 dB). Deze route is alleen

gevlogen met AB. De stijging in de geluidniveaus in NMT 11 (Menaam) valt te verklaren omdat het grondpad van route SID 1B dichterbij Menaam ligt dan dat van route SID 1.

Met betrekking tot de naderingen kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De beperkte data voor straight-in naderingen met APC-on of APC-off geeft geen inzicht of naderingsprocedures met APC-off structureel leiden tot een hoger of lagere geluidbelasting (APC= Automatic Power Control).
- De analyse en beoordeling van de naderingen volgens een '*overhead patterns*' en circuits (*closed patterns*) is complex, waarvoor nadere analyse nodig is. Daarom is besloten deze resultaten niet in dit rapport op te nemen.

De volgende aanbevelingen volgen uit het onderzoek:

- De resultaten voor de starts tonen een trend dat met aangepaste profielen de geluidbelasting op een aantal relevante locaties verminderd kan worden. Om echter meer inzicht te krijgen in de uitvoering en spreiding over de vluchten van de nieuwe profielen is er meer data benodigd voor een langere periode onder verschillende weersomstandigheden. Het advies is daarom om een proefperiode van (bijvoorbeeld) 3 maanden uit te voeren met AB (en eventueel MIL) starts met 5 graden klim.
- Met uitzondering van Menaam is geobserveerd dat de SID 1B startroute voor lagere geluidniveaus zorgt in de omgeving. Het verdient aanbeveling om tijdens de proefperiode ook route SID 1B te gebruiken in combinatie met de normale SID 1. Aangezien alleen AB gebruikt is in de praktijktoets voor SID 1B, is het advies om deze in de langere proefperiode met zowel AB als MIL te gebruiken.

Inhoudsopgave

Afkortingen en begrippen	7
1 Introductie	8
2 Vooronderzoek optimalisatie profielen	9
3 Uitkomsten Praktijktoets	11
3.1 Locaties meetposten	11
3.2 Naderingen	12
3.3 Beschrijving startprofielen en routes	13
3.3.1 SID 1 (runway 23)	14
3.3.2 SID 1B (runway 23)	16
3.3.3 SID 3 (runway 05)	17
3.4 Resultaten starts	18
3.4.1 Werkwijze	19
3.4.2 Starts runway 23	19
3.4.3 Starts runway 05	22
4 Conclusies en aanbevelingen	23
4.1 Conclusies	23
4.2 Aanbevelingen	23

Afkortingen en begrippen

ACRONIEM	OMSCHRIJVING
AB	AfterBurner, motorvermogen met naverbrander
APC	Automatic Power Control
Closed Pattern	Circuitpatroon volgend op een doorstart (Touch en Go)
dB(A)	A-gewogen deciBel
ft	Feet, voeten (1 ft = 0.3048 meter)
LAm _{ax}	LAm _{ax} Het maximale A-gewogen geluidsniveau, gemeten met 1 seconde integratie tijd
MIL	MILitary thrust, normaal startvermogen (100%)
NLR	Royal NLR - Netherlands Aerospace Centre
Overhead Pattern	Een landing waarbij op een constante hoogte de landingsbaan genaderd wordt en boven het vliegveld een specifiek circuitpatroon gevlogen wordt alvorens de eindnadering wordt ingezet.
RWY	Runway, startbaan
SID	Standard Instrument Departure, standaard startprocedure/route bij slecht zicht
Straight in	Nadering waarbij in één rechte lijn onder een constante daalhoek de landingsbaan genaderd wordt.
VMC	Visual Meteorological Conditions, goede zichtomstandigheden

1 Introductie

Defensie is regelmatig in gesprek met de omgeving over geluid gerelateerde onderwerpen rond vliegbasis Leeuwarden. Het geluid van de F-35 dat door omwonenden van de vliegbasis ervaren wordt, is een bron van discussie. Defensie heeft NLR gevraagd om te onderzoeken of de geluidbelasting verminderd kan worden, door de vliegoperaties bij starts en landingen te optimaliseren. De verwachting is dat de lagere geluidbelasting zich ook vertaalt naar een afname van de hinder in de omgeving van de luchthaven. Dit aspect maakt echter geen deel uit van het uitgevoerde onderzoek,

Het doel van het onderzoek is een optimalisatie van start- en naderingsprocedures zodat de geluidbelasting en daarmee de geluidhinder¹ voor de omgeving verminderd kan worden. In het onderzoek is middels vliegprestatie- en geluidmodellering gekeken naar mogelijkheden om start- en landingsprocedures aan te passen om daarmee de geluidbelasting te reduceren. Tevens is één alternatieve startroute toegevoegd aan het onderzoek. Waar in het rapport gesproken wordt over vliegprocedures, wordt bedoeld een (combinatie van) motorvermogen, snelheid en hoogte. Met een (vlieg)route wordt het gevlogen grondpad bedoeld. De vooraf bedachte nieuwe procedures voor de F-35 zijn in de simulator gevlogen om de haalbaarheid, uitvoerbaarheid en veiligheid vast te stellen. Op basis van de uitkomsten van simulator is in de periode van 5 tot en met 12 september 2023 een praktijktoets uitgevoerd.

Hoofdstuk 2 gaat kort in op het onderzoekstraject voorafgaand aan de praktijktoets. De uitkomsten van deze praktijktoets voor de naderingen en de starts zijn beschreven in Hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 worden de conclusies getrokken.

¹ Geluidhinder is subjectief en wordt door meer factoren beïnvloed dan alleen de geluidniveaus per passage. Aangenomen is dat een toe- of afname van de gemeten en berekende geluidniveaus en de berekende geluidbelasting ook een maat is voor het toe- of afnemen van de hinder.

2 Vooronderzoek optimalisatie profielen

In aanloop naar uitvoering van de praktijktoets is een aantal stappen doorlopen om optimalisatie van vliegprofielen te realiseren. In de eerste twee stappen is vluchtdata en geluidsdata vanuit het meetnet verzameld over een periode van twee weken. Deze data is gebruikt om inzicht te verschaffen in huidige vliegprofielen, routes en spreiding en de uitkomsten van het meetnet in relatie tot rekenmodellen. Deze kennis is gebruikt bij het uitwerken van de nieuwe vliegprofielen en beoordelen van de uitkomsten van de praktijktoets. De vliegdata en rekendata is niet publiek openbaar, waardoor de resultaten van deze stappen niet opgenomen zijn in dit rapport. Na de eerste twee stappen is onderzoek verricht naar nieuwe start en naderingsprocedures. In het onderzoek is in afstemming met Defensie (waaronder vliegers en input van omgeving) gekeken naar andere start- en naderingsprocedures. De nieuwe procedures zijn beoordeeld op geluidsimpact rond vliegbasis Leeuwarden door het uitvoeren van simulaties met F-35 prestatie modellen en geluidsrekenmodellen.

De 'nieuwe' procedures zijn vervolgens als proef in een simulator (F-35 Full Mission Simulator, FMS) gevlogen om uitvoerbaarheid en veiligheid te toetsen. Onderstaand overzicht toont de profielen die beoordeeld zijn en welke na toetsing in F-35 Full Mission Simulator (FMS) valide of afgekeurd zijn.

Nieuw onderzochte startprofielen en routes en getest op uitvoerbaarheid in Full Mission Simulator:

- MIL take-off, 5 graden klim via route SID LW1
 - Feedback: Veilig en goed uitvoerbaar
- AB take-off, 5 graden klim via route SID LW1
 - Feedback: Veilig en goed uitvoerbaar
- MIL take-off, 5 graden klim via route SID LW1B²
 - Feedback: Veilig en goed uitvoerbaar
- AB take-off, 5 graden klim via route SID LW1B²
 - Feedback: Veilig en goed uitvoerbaar
- Bird avoidance take-off
 - Feedback: uitvoerbaar maar uitdagende manoeuvre die de vliegers alleen met goede zichtomstandigheden kunnen uitvoeren, geen standaard profiel.

Nieuw onderzochte naderingsprofielen en getest op uitvoerbaarheid in Full Mission Simulator:

- Straight in landing zonder APC/Auto-throttle (handmatig) – standaard daalhoek met 3 graden
 - Feedback: beide veilig en uitvoerbaar, handmatig is wel anders dan in opleiding.
- Straight in landing met APC (Auto-throttle) of zonder (handmatig) – daalhoek met 5 graden
 - Feedback: Vrij oncomfortabel, moeilijk uitvoerbaar en mogelijk onveilig door harde landing. Daarom niet gebruiken.
- Overhead pattern met APC (Auto-throttle) op (short) final of handmatig vermogen.
 - Feedback: Veilig en goed uitvoerbaar.
- Overhead pattern met 350kts
 - Feedback: Goed uitvoerbaar, hogere snelheid geeft mogelijk wel *spacing* problemen.
- Overhead pattern op 3000ft
 - Feedback: Uitvoering van 3000ft heeft zijn bedenkingen bij uitvoering, zeker bij nacht en slecht zicht.
- Closed pattern met 80% vermogen
 - Feedback: Veilig en goed uitvoerbaar

² Ten tijde van het vaststellen van de vigerende geluidszone werd deze route nog in de praktijk gevlogen, maar inmiddels wordt deze route al geruime tijd niet meer gebruikt. Voor het herintroduceren van deze zal een formeel aanvraagproces doorlopen moeten worden. In het onderzoek is deze conceptroute SID 1B genoemd

De bovenstaande profielen die (veilig) uitvoerbaar zijn, zijn uiteindelijk in de praktijktoets geëvalueerd op vliegprofiel, route en geluid.

De praktijktoets leverde per gevlogen procedure gedetailleerde informatie op over het verloop van hoogte en stuwkracht. Voor elke vlucht is (grotendeel handmatig) voor elke meetpost het gemeten geluidniveau gekoppeld aan de betreffende vlucht.

De resultaten voor de testvluchten staan beschreven in het volgende hoofdstuk.

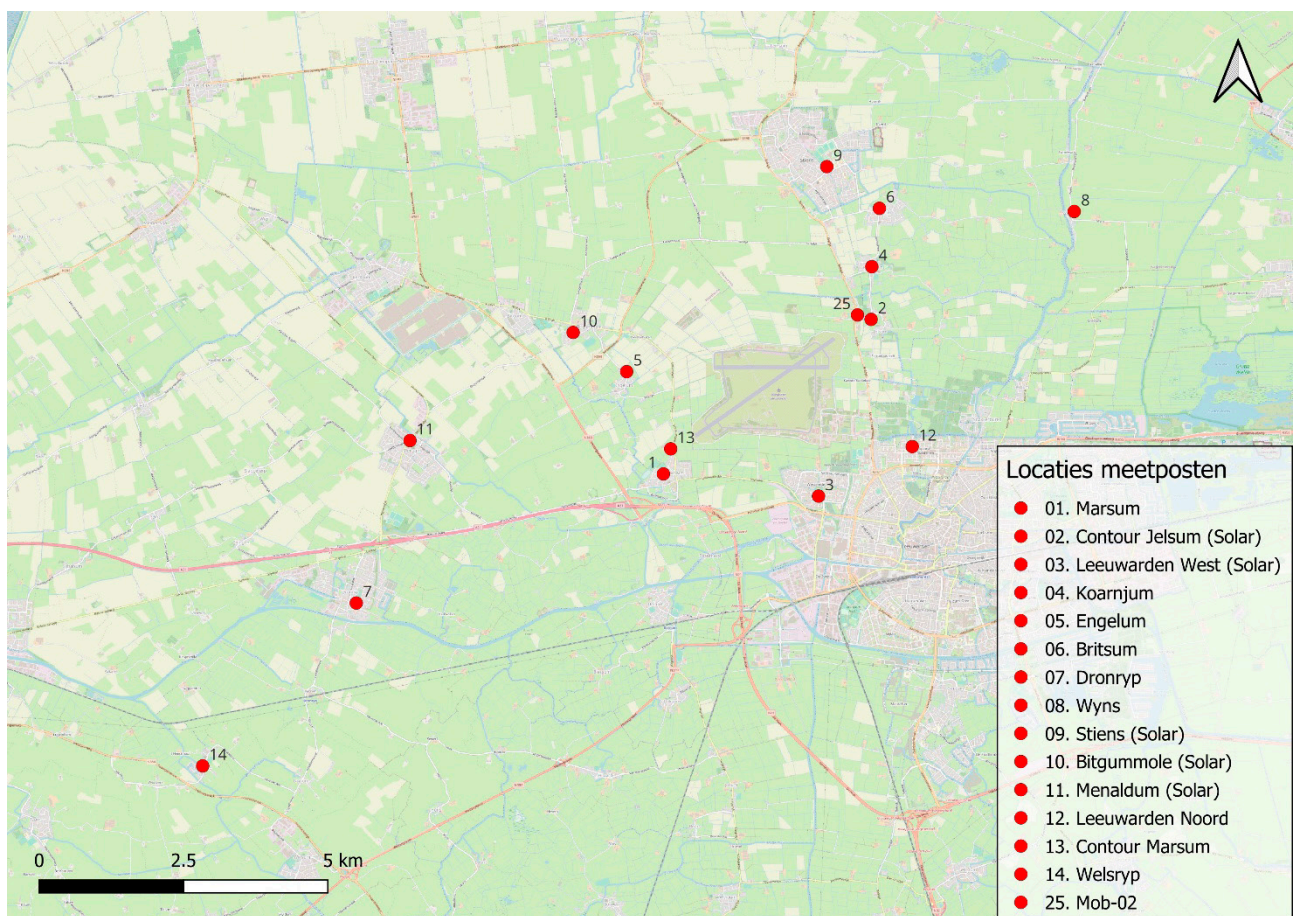
3 Uitkomsten Praktijktoets

De gemeten geluidniveaus van de testvluchten uit de praktijktoets zijn nader bekeken en geanalyseerd. Dit hoofdstuk geeft de resultaten. In paragraaf 3.1 is ter verduidelijking de locatie van de meetposten weergegeven. Paragraaf 3.2 gaat kort in op de naderingen en licht toe waarom resultaten voor naderingen beperkt in deze rapportage zijn opgenomen. Vanaf paragraaf 3.3 is in meer detail het onderzoek naar en de resultaten van de startprocedures beschreven.

3.1 Locaties meetposten

Rondom vliegbasis Leeuwarden zijn ten tijde van de testvluchten 15 meetposten actief geweest. In onderstaande Figuur 1 zijn de locaties van de meetposten gevisualiseerd en zijn omschrijvingen weergegeven in de legenda.

De hoogste geluidniveaus zullen zich voordoen bij de meetposten die dicht bij de baan gelokaliseerd zijn. Dit betreffen meetposten bij de woonkernen Marssum (meetpost 1 en 13) en Jelsum (meetpost 2 en 25), die aan beide zijden in het verlengde van de baan liggen. De effecten op de overige meetposten zijn ook meegenomen in de analyse om inzicht te krijgen in geluidniveaus op locaties op iets grotere afstand van de basis en locaties die niet direct onder een starttroute liggen.



Figuur 1: Locaties meetposten

3.2 Naderingen

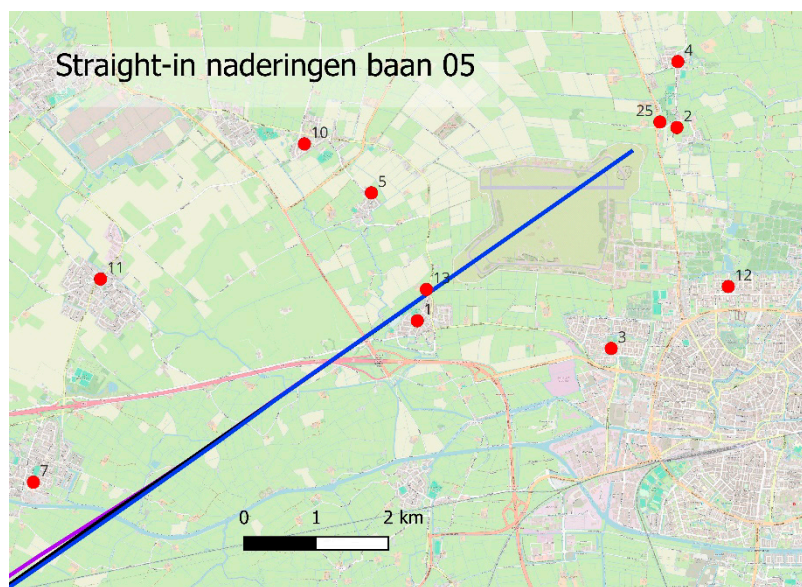
Voor het praktijkonderzoek zijn zowel naderingen gevlogen volgens een ‘overhead’ procedure als een ‘straight-in’ procedure. Na afloop van de praktijkvluchten bleek echter dat de data die uit de naderingen gehaald konden worden beperkt bruikbaar was.

Voor wat betreft de straight-in naderingen bleek dat alleen voor de straight-in naderingen voor baanrichting 05 gegevens beschikbaar waren van verschillende procedures. De twee naderingsprocedures die beschouwd zijn betreffen:

- Straight in, APC on (APC= Automatic Power Control, ook wel Auto-throttle genoemd)
- Straight in, APC off (until short final)

Bij naderingen met APC on, wordt de stuwkracht automatisch geregeld, terwijl bij APC off de vlieger zelf de stuwkracht regelt. Bij beide procedures wordt de nadering in principe uitgevoerd met een constante dalhoek.

Beide procedures zijn voor baan 05 tweemaal gevlogen, de grondpaden van de 4 vluchten zijn weergegeven in figuur 3. Daar blijkt uit dat de grondpaden ter hoogte van Dronrijp iets uit elkaar lopen, maar verder richting de baan vrijwel samenvallen.



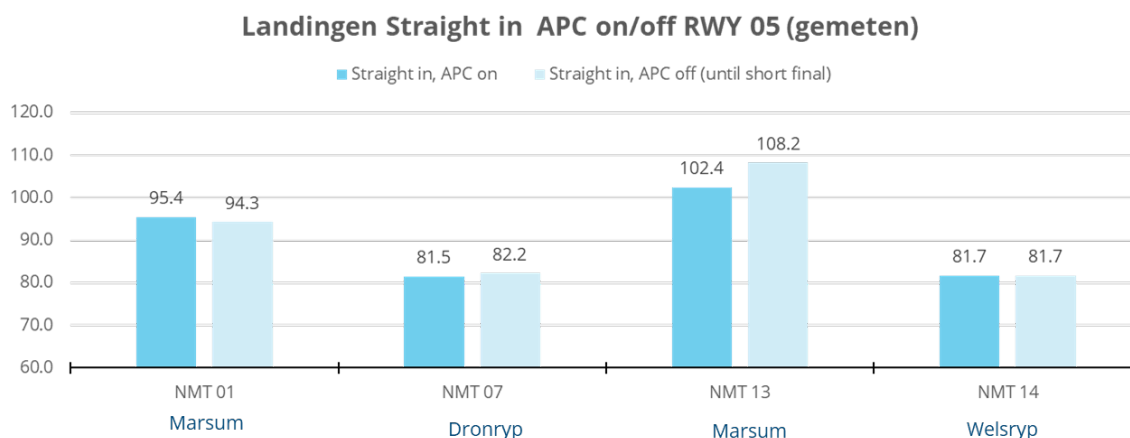
Figuur 2: Grondpaden straight-in naderingen baan 05

Het beoordelen van de verschillen dan wel overeenkomsten in meetresultaten is voor de gevlogen straight-in procedures eigenlijk niet goed mogelijk. Bij de situatie APC-on wordt zoals gezegd het motorvermogen automatisch gereguleerd op basis van ‘externe’ input signalen die het toestel registreert (bijvoorbeeld onstabiele windsituatie). De automatische regulering kan resulteren in een doorlopend wisselend motorvermogen. De momenten en vliegtuigposities waarop deze stuwkrachtwisselingen plaatsvinden kunnen per vlucht sterk verschillen. Naderingen verschillen op dit punt sterk van starts, waar veel minder kortwisselende stuwkrachtschommelingen plaatsvinden.

Op basis van de gevlogen naderingen met APC-on en APC-off komt geen duidelijk beeld naar voren over welke procedure zou kunnen leiden tot een structureel lagere geluidbelasting (zie Figuur 3), mogelijk ook door de rustige weersomstandigheden tijdens de uitvoering waardoor APC niet veel hoefde bij te sturen. Naderingen met een

doorlopend wisselend motorvermogen laten zich bovendien moeilijk in een model gieten, naast het simuleren van de juiste weersomstandigheden. Dit maakt het onmogelijk om op basis van modelberekeningen vooraf een inschatting te maken van de voor- of nadelen van de ene of de andere naderingsprocedure.

Of naderingsprocedures met APC-on structureel leiden tot een hogere of lagere geluidbelasting dan APC-off naderingen is op basis van de beschikbare gegevens niet te bepalen, daarvoor zou (veel) meer data verzameld moeten worden.



Figuur 3: Gemeten geluidsniveaus voor straight-in naderingen met en zonder APC

De analyse en beoordeling van de *overhead patterns* en *closed patterns* is complex, waarvoor nadere analyse nodig is. Daarom is besloten deze resultaten niet in dit rapport op te nemen.

3.3 Beschrijving startprofielen en routes

Tabel 1 geeft een overzicht van alle starts die voor het onderzoek van zijn uitgevoerd. De standaard vliegprocedures die gevlogen worden, zijn in de kolom *Uitvoering* aangeduid als 'Normaal'. In de volgende paragrafen is per route omschreven welke procedures gevlogen zijn en is per procedure een nadere omschrijving gegeven. Voor zover beschikbaar zijn ook de grondpaden van de route in een figuur weergegeven. Om een goede vergelijking te kunnen maken, zijn bij de uitvoering van de praktijktoets vooraf een aantal praktische zaken afgestemd:

1. Om zo veel mogelijke gelijke weersomstandigheden voor zowel vliegprestaties als geluid te verkrijgen, voeren twee F-35s direct na elkaar een start uit. Eén toestel vliegt hierbij een standaardprocedure, de andere de aangepaste startprocedure.
2. Om zeker te zijn dat er op één meetpost niet twee F-35s tegelijk te horen zijn, is er voor gekozen om een minuut scheiding te houden tussen startende F-35s.
3. Luchtverkeersleiding zorgt ervoor, zover mogelijk, dat er geen ander luchtverkeer aanwezig is dat verstoring van het gemeten geluid bij meetposten kan veroorzaken.

Tabel 1: Overzicht starts

Route	Runway (RWY)	MIL/AB ³	Uitvoering	Aantal vluchten
SID 1	23	MIL	Normaal	3
SID 1	23	AB	Normaal	4
SID 1	23	MIL	5 graden klim	1
SID 1	23	AB	5 graden klim	2
SID 1B	23	AB	Normaal	3
SID 1B	23	AB	5 graden klim	3
<i>Bird Avoidance</i>	23	AB	<i>Bird Avoidance</i>	4
SID 3	05	MIL	Normaal	2
SID 3	05	AB	Normaal	2
SID 3	05	MIL	5 graden klim	2
SID 3	05	AB	5 graden klim	2

Naast hoogte en motorvermogen heeft het gevlogen grondpad van de route grote invloed op de gemeten geluidniveaus. In de praktijk is het onmogelijk om altijd exact hetzelfde grondpad te volgen, dus ook al wordt dezelfde startprocedure gevlogen, dan zal alleen al door de spreiding in de vliegbanen op hetzelfde punt niet altijd hetzelfde geluidniveau gemeten worden. Naast de omschreven startprocedures geeft deze paragraaf ook een overzicht van de gevlogen grondpaden ten opzichte van de modelroute⁴.

Bird avoidance betreft een veiligheidsprocedure die de vliegers alleen gebruiken wanneer de verkeersleiding veel vogelactiviteit rondom het vliegveld verwacht. Dit verkleint de kans op vogelaanvaringen. Het profiel is echter wel een uitdagende manoeuvre die de vliegers alleen met goede zichtomstandigheden kunnen uitvoeren. De bird avoidance procedure is in deze rapportage mede daarom niet verder uitgewerkt.

3.3.1 SID 1 (runway 23)

Met de route SID 1 vanaf baanrichting 23 wordt de vertrekroute bedoeld die in de meeste gevallen gevlogen wordt als baan 23 in gebruik is. Het betreft de route waarbij kort na take-off een bocht ingezet wordt (als het weer het toelaat) om op grotere afstand van de woonkern Marssum te vliegen. Figuur 4 toont de grondpaden van de vluchten, de ligging van de meetposten en de route die in het rekenmodel wordt toegepast⁵.

Voor de route SID 1 vanaf baan 23 is met de volgende procedures gevlogen:

Normaal SID 1 MIL power

MIL take-off. Na gear up bocht om Marssum in VMC condities (in alle starts het geval), daarna SID 1 radiaal afvliegen. Boven 3000 ft vrij om SID 1 te verlaten. Deze procedure is 3 maal gevlogen.

Normaal SID 1 AB power.

AB take-off. Na gear up bocht om Marssum in VMC condities (in alle starts het geval), daarna SID 1 radiaal afvliegen. Boven 3000 ft vrij om SID 1 te verlaten. Deze procedure is 4 maal gevlogen.

³ MIL = MILitary thrust, normaal startvermogen; AB = AfterBurner, motorvermogen met naverbrander

⁴ Met modelroute wordt het grondpad van de route bedoeld zoals dat voor het rekenmodel is gemodelleerd

⁵ In het rekenmodel wordt ook rekening gehouden met spreiding rond een route, deze spreiding is niet in de betreffende figuur getoond

5 graden klim SID 1 MIL power

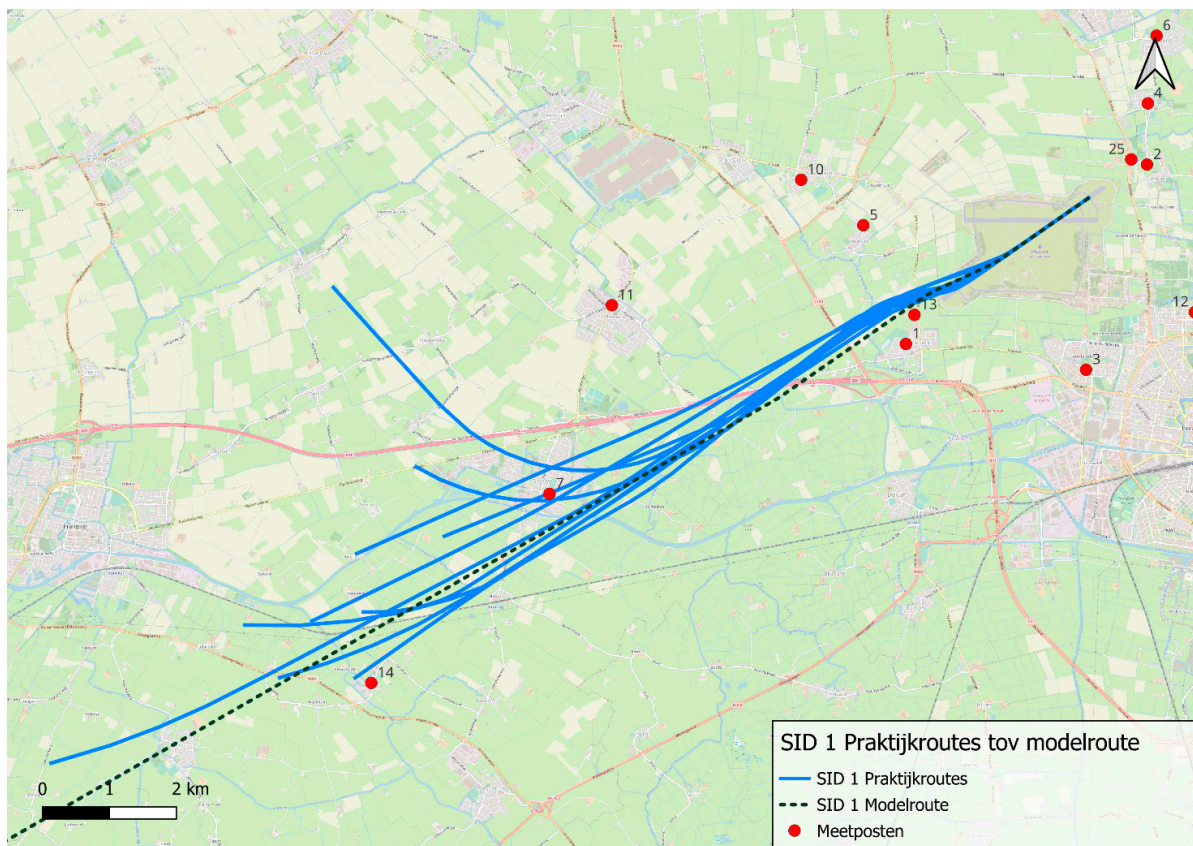
MIL take-off. Na gear up bocht om Marssum in VMC condities (in alle starts het geval), waarbij uitgeklimmen wordt met 5 graden en bijpassend motorvermogen. Na bocht om Marssum SID 1 radiaal afvliegen. Boven 3000 ft vrij om SID 1 te verlaten en vrije motorvermogen selectie. Deze procedure is 1 maal gevlogen.

5 graden klim SID 1 AB power

AB take-off. Na gear up bocht om Marssum in VMC condities (in alle starts het geval), waarbij uitgeklimmen wordt met 5 graden en bijpassend motorvermogen. Na bocht om Marssum SID 1 radiaal afvliegen. Boven 3000 ft vrij om SID 1 te verlaten en vrije motorvermogen selectie. Deze procedure is 2 maal gevlogen.

De gevlogen grondpaden vanuit de praktijk (blauwe lijnen) zijn uitgezet tegenover de modelroute die gebruikt wordt in het rekenmodel (gestippelde zwarte lijn). Figuur 4 laat zien dat naar mate de afstand tot de luchthaven toeneemt, de grondpaden verder uit elkaar liggen. Ter hoogte van Marssum is de spreiding in grondpaden relatief klein.

Bij de analyse van de geluidniveaus moet rekening worden gehouden met de verschillen in grondpaden. Ter hoogte van Marssum (meetpost 1 en 13) bedraagt de spreiding tussen de praktijkroutes ongeveer 250 meter. Op grotere afstand van de vliegbasis is te zien dat de praktijkroutes verder uiteen lopen. Enkele vluchten buigen af richting het noorden voor of boven Dronrijp (meetpost 7), waar anderen later afbuigen of rechtdoor over Welsrijp (meetpost 14) vliegen. De verschillen resulteren vooral in uiteenlopende geluidniveaus in meetpost 7 (Dronrijp) en 14 (Welsrijp).



Figuur 4: SID 1 praktijkroutes tov modelroute

3.3.2 SID 1B (runway 23)

Aanvullend aan de standaard vertrekroute is een route gevlogen waarvan het (beoogde) grondpad tussen Dronrijp en Menaam doorloopt. Ook bij deze startprocedure wordt kort na take-off een bocht ingezet, maar, anders dan bij SID 1, wordt nu één bocht ingezet en wordt daarna rechtuit gevlogen (zie ook Figuur 5). Ten tijde van het vaststellen van de vigerende geluidszone werd deze route nog in de praktijk gevlogen, maar inmiddels wordt deze route al geruime tijd niet meer gebruikt. Voor het herintroduceren van deze route zal een formeel aanvraagproces doorlopen moeten worden. In het onderzoek is deze conceptroute SID 1B genoemd. Deze startroute is aan het onderzoek toegevoegd om na te gaan welke geluidniveaus optreden in de meetlocaties bij het gebruik van deze route.

Voor de route SID 1B vanaf baan 23 is met de volgende procedures gevlogen:

Normaal SID 1B AB power

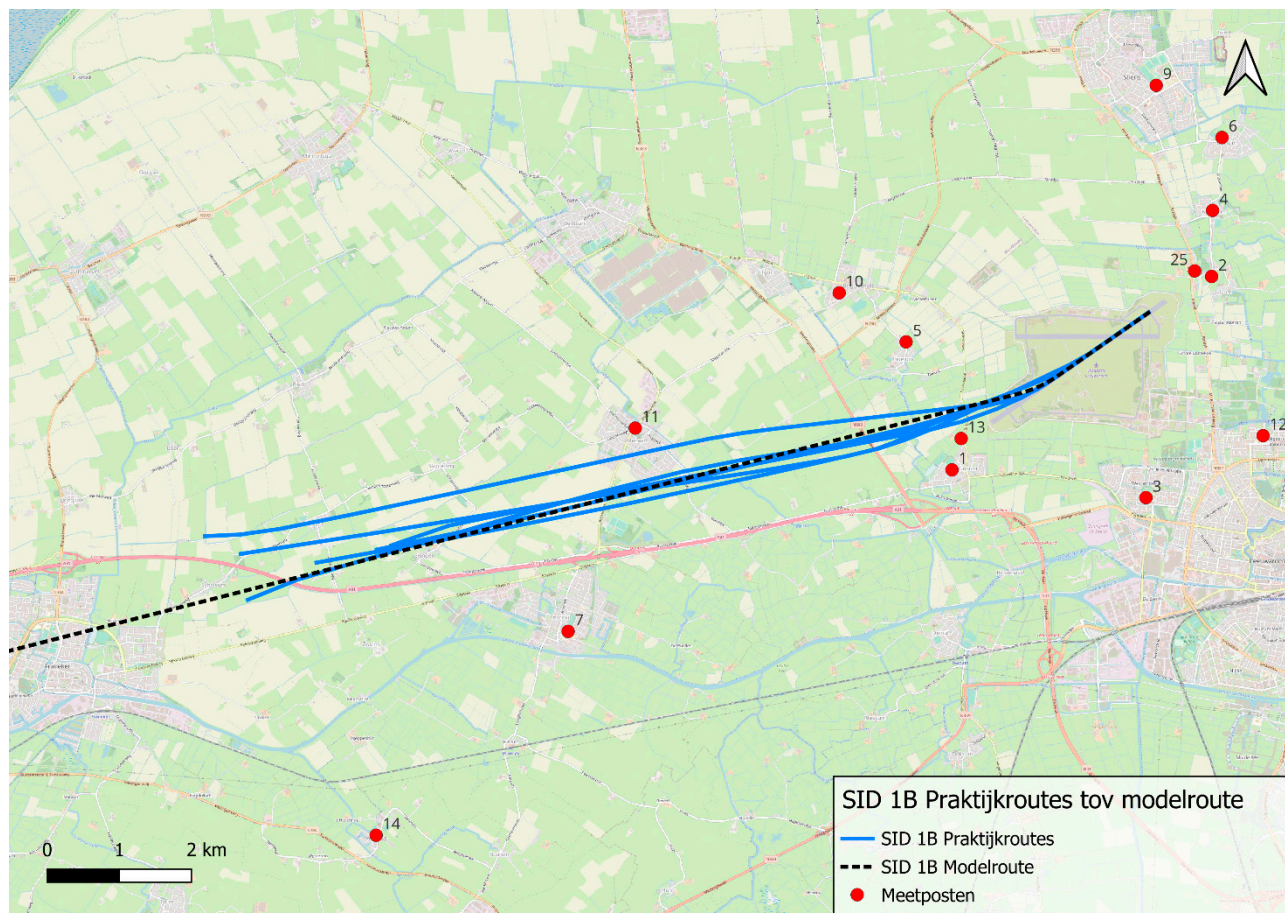
Radial AB take-off. Na gear up bocht om Marssum in VMC condities (in alle starts het geval), daarna SID 1B radiaal (254°) afvliegen. Boven 3000 ft vrij om SID 1B te verlaten. Deze procedure is 3 maal gevlogen.

5 graden klim SID 1B AB power

AB take-off. Na gear up bocht om Marssum in VMC condities (in alle starts het geval), waarbij uitgeklimmen wordt met 5 graden en bijpassend motorvermogen. Na bocht om Marssum SID 1B radiaal (254°) afvliegen. Boven 3000 ft vrij om SID 1B te verlaten en vrije motorvermogen selectie. Deze procedure is 3 maal gevlogen.

Figuur 5 geeft een overzicht van de gevlogen grondpaden van de route SID 1B. De gevlogen grondpaden vanuit de praktijk (blauwe lijnen) zijn uitgezet tegenover de modelroute (gestippelde zwarte lijn). De figuur laat zien dat één van de vluchten sterk afwijkt en over Menaam vliegt.

Bij de analyse van de geluidniveaus moet rekening worden gehouden met de verschillen in grondpaden. Ter hoogte van Marssum bedraagt de spreiding tussen de praktijkroutes ongeveer 250 meter wat resulteert in verschillen in de geluidniveaus in de meetposten van Marssum (meetpost 1 en 13). Verder van de vliegbasis af is te zien dat de praktijkroutes verder uiteen lopen wat zal resulteren in verschillende geluidniveaus in onder andere Dronrijp (meetpost 7) en Menaam (meetpost 11).



Figuur 5: SID 1B praktijkroute tov modelroute

3.3.3 SID 3 (runway 05)

Voor starts vanaf baan 05 is alleen SID 3 gevlogen; dit is een vertrekroute die na take-off over een langere afstand rechtuit blijft vliegen in noordoostelijke richting. In theorie wordt pas na het passeren van Wyns (meetpost 8) afgebogen naar een andere richting.

Voor de route SID 3 vanaf baan 05 is met de volgende procedures gevlogen:

Normaal SID 3 MIL power

MIL take-off. Daarna SID 3 radiaal afvliegen. Boven 3000 ft vrij om SID 3 te verlaten. Deze procedure is 2 maal gevlogen.

Normaal SID 3 AB power

AB take-off. Daarna SID 3 radiaal afvliegen. Boven 3000 ft vrij om SID 3 te verlaten. Deze procedure is 2 maal gevlogen.

5 graden klim SID 3 MIL power

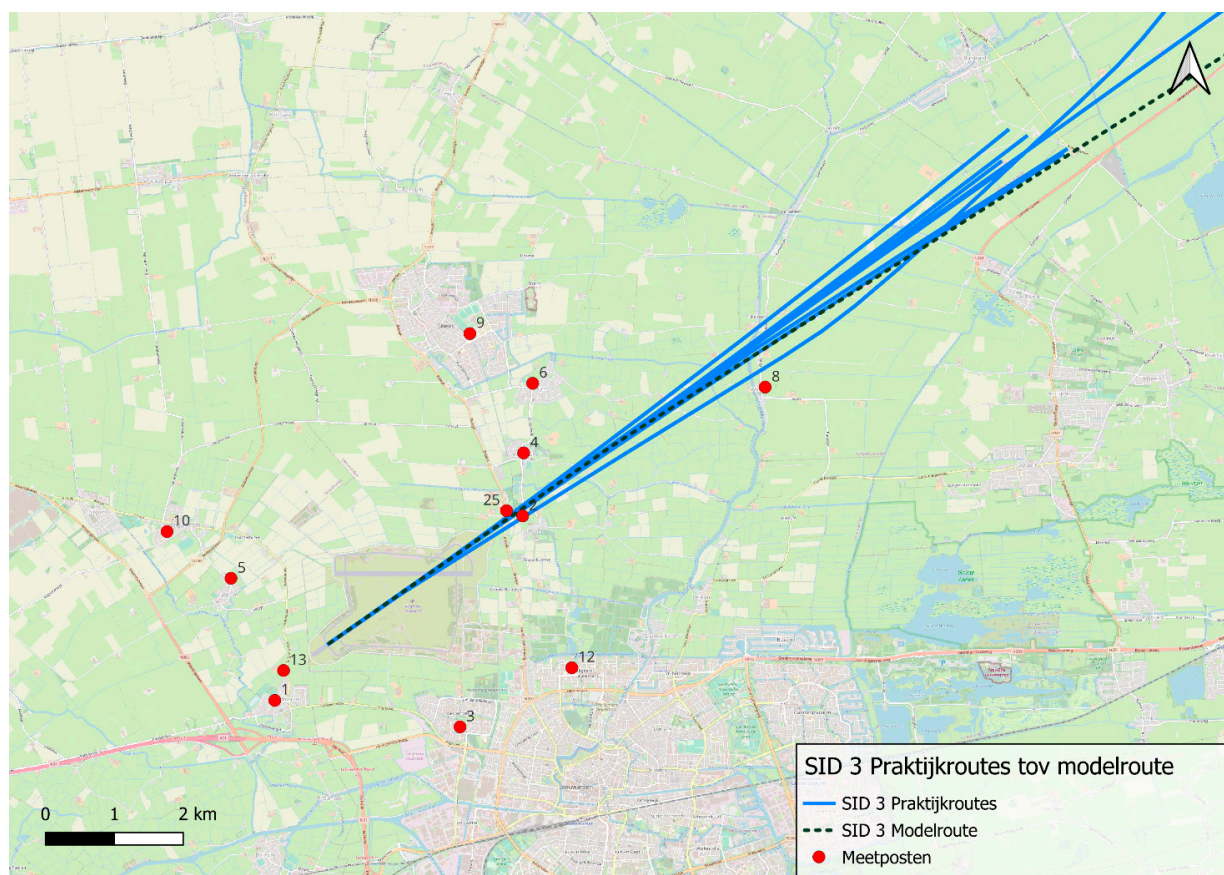
MIL take-off. SID 3 radiaal afvliegen en uitklimmen met 5 graden en bijpassend motorvermogen. Boven 3000 ft vrij om SID 3 te verlaten en vrije motorvermogen selectie. Deze procedure is 2 maal gevlogen.

5 graden klim SID 3 AB power

AB take-off. SID 3 radiaal afvliegen en uitklimmen met 5 graden en bijpassend motorvermogen. Boven 3000 ft vrij om SID 3 te verlaten en vrije motorvermogen selectie. Deze procedure is 2 maal gevlogen.

Figuur 6 geeft een overzicht van de gevlogen grondpaden van de route SID 3. De gevlogen grondpaden vanuit de praktijk (blauwe lijnen) zijn uitgezet tegenover de modelroute (gestippelde zwarte lijn). De figuur laat zien dat de grondpaden in de buurt van de meetposten redelijk dicht bij elkaar liggen, op een enkele uitschieter na.

Gezien de grondpaden dicht bij elkaar liggen lijken deze vluchten goed te gebruiken voor de analyse van de procedures op deze route. De uitschieter aan de zuidkant kan verschillen opleveren in met name Contourpunt Jelsum (meetpost 2) en Wyns (meetpost 8).



Figuur 6: SID 3 praktijkroutes tov modelroute

3.4 Resultaten starts

Deze paragraaf beschrijft op welke wijze de analyse is uitgevoerd en geeft ook de resultaten van de analyses. Per baanrichting zijn de procedures onderling vergeleken en voor baan 23 is hierbij ook startroute SID 1B betrokken. Per baanrichting is beknopt aangegeven welke conclusies getrokken kunnen worden op basis van de analyses. Bij het beoordelen van de verschillen tussen gemeten waarden bij de diverse startprocedures moet rekening gehouden worden met het gegeven dat het aantal vluchten beperkt was en dat spreiding in grondpaden en variatie in geselecteerd motorvermogen kan leiden tot lokale verschillen. Dat geldt vooral voor de meetposten op iets grotere afstand van de baan.

3.4.1 Werkwijze

De meetposten hebben de geluidniveaus van alle testvluchten geregistreerd. Iedere meetpost heeft per vlucht een piekniveau geregistreerd. Het piekniveau (ook wel LA_{max} genoemd) is het hoogste geluidniveau dat is waargenomen gedurende de passage en wordt uitgedrukt in dB(A).

De vluchten met de procedures zoals beschreven in paragraaf 3.2 zijn vergeleken op basis van de bijbehorende gemeten piekniveaus. Hierdoor kan per locatie bepaald worden of er procedures zijn waar een hoger of lager piekniveau gemeten is dan de standaard procedure. Waar in de ene locatie een lager piekniveau is waargenomen kan voor dezelfde vlucht in een andere locatie een hoger piekniveau zijn geregistreerd. Per route zijn de meest relevante meetposten geanalyseerd met als resultaat een totaaloverzicht per route.

De volgende paragrafen geven per route de resultaten weer van de gemeten piekniveaus. Hier is telkens één procedure als referentie genomen en de andere procedures zijn hiermee vergeleken. De verschillen zijn weergegeven in staafdiagrammen en geven dus het verschil in dB(A) weer ten opzichte van de referentieprocedure. Omdat het aantal testvluchten beperkt is, moeten de gemeten verschillen in geluidniveaus als indicatief worden beschouwd. Mede daarom zijn er ook berekeningen uitgevoerd van de praktijkvluchten om de resultaten te verifiëren.

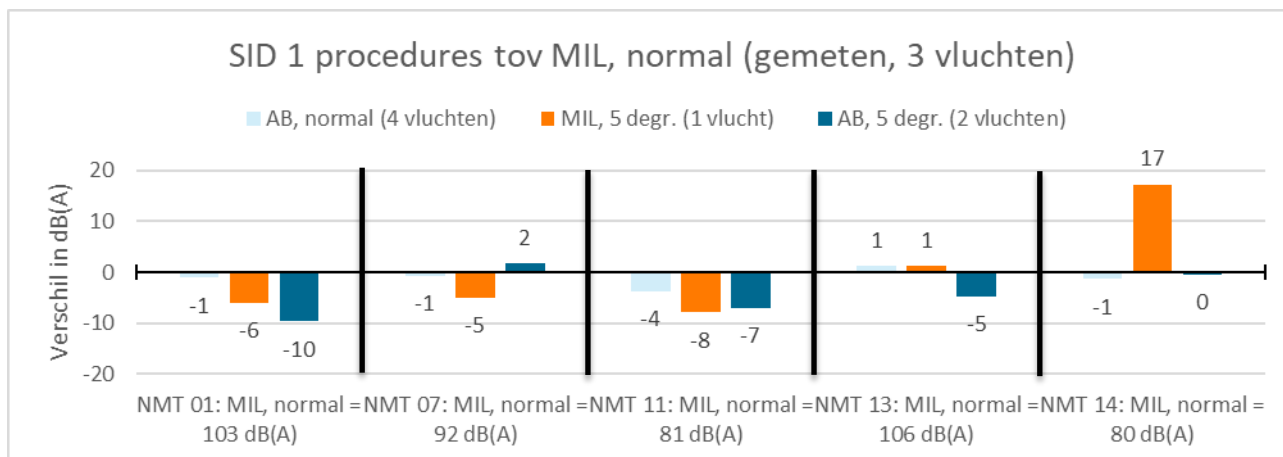
Van de uitgevoerde testvluchten is de gedetailleerde cockpit data over hoogteverloop, stuwkracht en snelheid vertaald naar het rekenmodel om zo als het ware de praktijkvlucht ook met het rekenmodel door te rekenen. In deze berekeningen is dus gebruik gemaakt van de grondpaden, hoogtes en stuwkrachtgegevens die per vlucht zijn afgeleid. De resultaten van de berekeningen bestaan uit de berekende LA_{max} waarde per vlucht in iedere meetpostlocatie.

3.4.2 Start runway 23

Voorafgaand aan het onderzoek was voor baan 23 alleen de SID 1 route in gebruik. De verschillende procedures uit paragraaf 3.3.1 zijn hier met elkaar vergeleken. Daarnaast is de route SID 1B ook meegenomen in de vergelijking om zo een overzicht van alle starts op baan 23 te krijgen.

SID 1 vergeleken met referentie MIL normaal

In Figuur 7 zijn de gemeten piekniveaus voor de route SID 1 weergegeven ten opzichte van de referentie; de MIL normaal procedure. De getoonde verschillen betreffen het gemiddelde over de vluchten per procedure. De 0-lijn staat voor het piekniveau van de MIL normaal procedure en onderaan het figuur is op de x-as te zien welke piekniveaus hierbij horen. In meetpost 1 (NMT 01: Marssum) is het gemeten piekniveau voor de MIL normaal op route SID 1 dus 103 dB(A). De AB normaal (-1 dB(A)), MIL 5 degr (-6 dB(A)) en AB 5 degr (-10 dB(A)) zijn hier ten opzichte van de 0-lijn uitgezet en hebben dus allen een lager piekniveau. Voor de starts van baan 23 is gekozen voor een beperkt aantal meetposten, aangezien de overige meetposten geen significante verschillen tonen.



Figuur 7: SID 1 procedures tov MIL, normaal (gemeten)

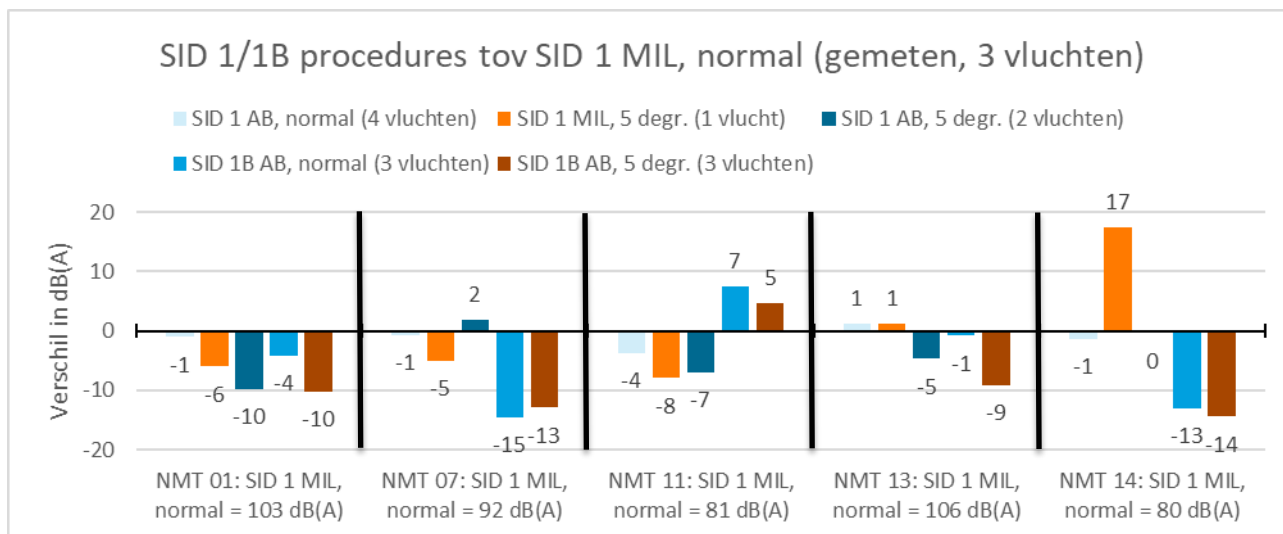
Zoals in de figuur te zien is, zullen met name de AB 5 degr starts het meest opleveren in NMT 01 (Marssum, -10 dB(A)) en NMT 13 (Contour Marssum, -5 dB(A)). Dit zijn ook de hoogst gemeten niveaus (103 en 106 dB(A)) voor de MIL, normaal procedure waar de overige procedures mee vergeleken zijn. Enkel bij NMT 7 (Dronrijp) is het gemeten niveau van de AB 5 degr iets hoger dan de referentie.

De uitschieter van 17 dB(A) in meetpost 14 lijkt niet veroorzaakt te zijn door de procedure, maar vanwege het feit dat deze vlucht net langs meetpost 14 is gevlogen (zie Figuur 4). Als dit grondpad meer had aangesloten bij de overige grondpaden van route SID 1 dan laat een berekening zien dat deze uitschieter minder extreem geweest zou zijn. Analyse van de gegevens laat echter ook zien dat deze vlucht ter hoogte van NMT 14 een beduidend hoger motorvermogen heeft geselecteerd, waardoor een toename van het geluidniveau optreedt. Kortom, de uitschieter is veroorzaakt een combinatie van factoren.

Voor route SID 1 geldt dus dat AB-gebruik ten aanzien van de piekbelasting een positief effect oplevert in de beschouwde locaties. Daarnaast leiden de 5 degr procedures tot lagere geluidniveaus dan de normaal procedure in alle geanalyseerde locaties. De mate van spreiding in de vliegbanen kan wel grote invloed hebben op de lokale situatie. De resultaten van de berekende piekniveaus d.m.v. het rekenmodel zijn vergeleken met de gemeten piekniveaus en geven dezelfde trends weer.

SID 1/1B vergeleken met referentie SID 1 MIL normaal

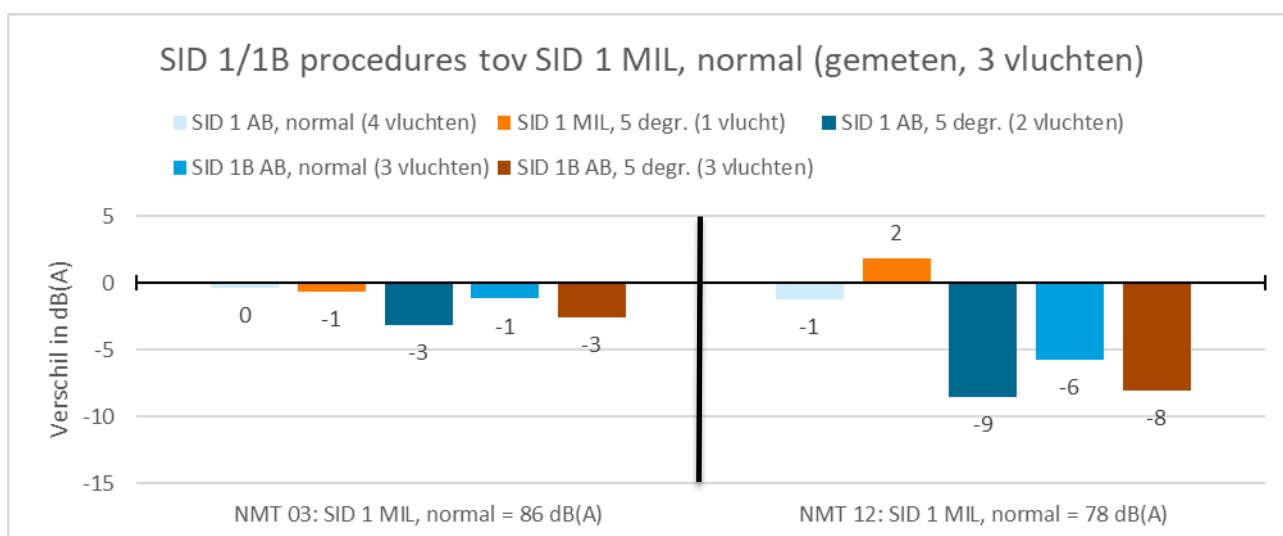
Naast de vergelijking tussen enkel de procedures is in Figuur 8 is ook de vergelijking tussen route SID 1 en SID 1B meegenomen. De resultaten van Figuur 7 komen hier ook in terug.



Figuur 8: SID 1/1B procedures tov SID 1 MIL, normaal (gemeten)

De startroute SID 1B heeft een grondpad dat ten opzichte van het grondpad van SID 1 een grotere afstand heeft tot de meetpostlocaties 1, 7, 13 en 14. Op grond daarvan mag in deze meetposten een lager geluidniveau verwacht worden dan bij het gebruik van SID 1. De resultaten laten dit ook zien. Meetpost 11 geeft daarentegen hogere geluidniveaus gezien het grondpad hier nu dichters langs loopt. Ook hier geldt dat AB gebruik positief uitpakt en dat de 5 degr start met zowel MIL- als AB-power gunstiger uitpakt dan de normaal procedure. De resultaten van de berekende piekniveaus d.m.v. het rekenmodel zijn vergeleken met de gemeten piekniveaus en geven dezelfde trends weer.

Naast de bovenstaande meetposten zijn ook de meetposten in Leeuwarden geanalyseerd. Deze meetposten liggen verder van de vliegbasis en de grondpaden en zijn daarom gevoeliger voor externe factoren, zoals bijvoorbeeld wind effecten en de afscherming of reflectie vanwege omliggende bebouwing. Om een indicatie te geven zijn de resultaten opgenomen in Figuur 9. Voor de meetposten in Leeuwarden geldt dat er geen berekening is uitgevoerd om de resultaten te verifiëren. Op basis van deze figuur resulteren de 5 degr starts met AB-power tot lagere gemeten geluidniveaus. De ene 5 degr MIL start leidt tot een kleine toe- en afname in de meetposten.

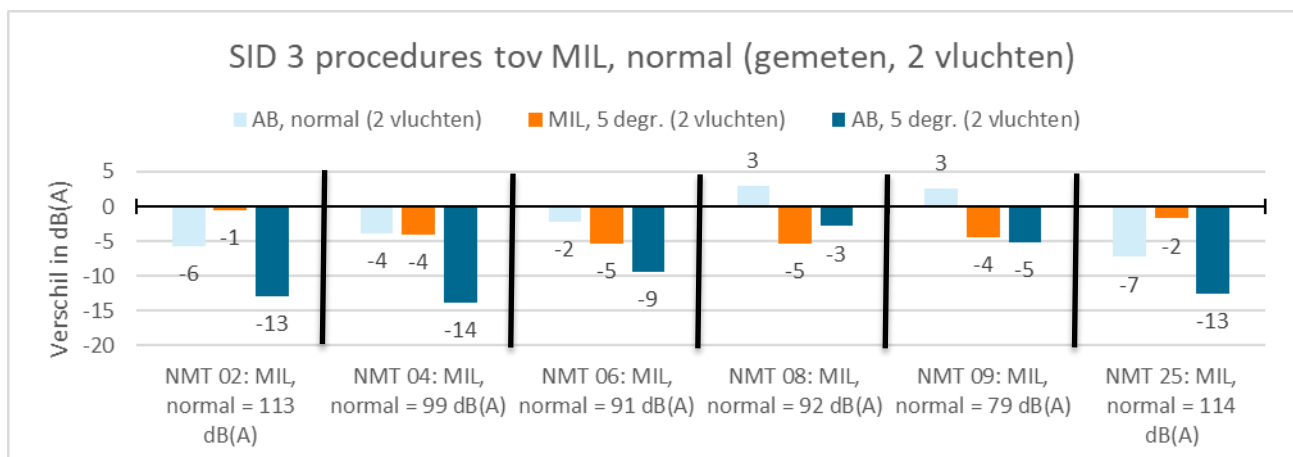


Figuur 9: SID 1/1B procedures tov SID 1 MIL, normaal (gemeten), meetposten Leeuwarden

3.4.3 Starts runway 05

Voor baan 05 geldt dat alleen de route SID 3 van toepassing is. In Figuur 6 is te zien dat de grondpaden dicht bij elkaar liggen en dit geeft een goede basis om de verschillende startprocedures met elkaar te vergelijken.

In Figuur 10 zijn de AB normaal, MIL 5 degr en de AB 5 degr uitgezet tegen de MIL normaal procedure. Hierin is te zien dat met name de AB starts grote winst opleveren in de meetposten in Jelsum (meetpost 2 en 25). Dit zijn ook de meetposten waar de hoogste geluidniveaus gemeten worden. Voor de overige meetposten geldt dat de procedures MIL en AB 5 degr overall een reductie in gemeten geluidniveau laat zien.



Figuur 10: SID 3 procedures tov MIL normaal (gemeten)

Voor route SID 3 geldt dus dat AB-gebruik ten aanzien van de piekbelasting in de meetpostlocaties een positief effect oplevert. Daarnaast leveren zowel de MIL als AB procedure 5 degr lagere geluidniveaus dan de normaal procedures in alle geanalyseerde locaties.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

In september 2023 zijn een beperkt aantal vluchten uitgevoerd om te onderzoeken of door middel van aangepaste start- en naderingsprocedures de geluidbelasting rond Leeuwarden verminderd kan worden. In aanloop naar uitvoering van de praktijktoets is een aantal stappen doorlopen om optimalisatie van vliegprofielen te realiseren. Hierbij is gebruik gemaakt van modellering en berekeningen van aangepaste vliegprofielen.

Na toetsing in een F-35 simulator op gebied van haalbaarheid, uitvoerbaarheid en veiligheid, zijn een aantal veelbelovende profielen in de praktijk uitgevoerd. Het aantal uitgevoerde vluchten per vliegprocedure was beperkt, waardoor er relatief weinig informatie beschikbaar is. Echter de data geeft voor starts wel duidelijke trends die ondersteund worden door berekeningen waarbij met name voor starts verbeteringen mogelijk lijken. De volgende conclusies met betrekking tot starts kunnen getrokken worden:

- Geconcludeerd kan worden dat met name AB (naverbrander) starts met 5 graden klim resulteren in lagere gemeten piekgeluidsniveaus (LA_{max}) ten opzichte van de standaard MIL (normaal startvermogen) procedure bij de verschillende meetposten rond Leeuwarden. Dit geldt op basis van zowel metingen als de uitkomsten van berekeningen met het rekenmodel, die dezelfde trend weergeven als de metingen. Deze conclusie geldt voor alle uitgevoerde Standard Instrument Departures in beide startrichtingen (baanrichting 23 SID1, SID1B en baanrichting 05 SID3). De mate van spreiding in de vliegbanen kan wel invloed hebben op de resultaten. Om deze spreiding beter te duiden is meer data nodig.
- Gebruik van AB met 5 graden klim én SID 1B zorgt voor lagere gemeten piekgeluidsniveaus in de omgeving van het veld, er is alleen in Menaam een hoger niveau geregistreerd (LA_{max} blijft wel onder 90 dB). Deze procedure is alleen gevlogen met AB. De stijging in de geluidsniveaus in NMT 11 (Menaam) valt te verklaren omdat het grondpad van route SID 1B dichterbij Menaam ligt dan dat van route SID 1.

Met betrekking tot de naderingen kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De beperkte data voor straight-in naderingen met APC-on of APC-off geeft geen inzicht of naderingsprocedures met APC-off structureel leiden tot een hogere of lagere geluidbelasting, daarvoor zou meer data verzameld moeten worden.
- De analyse en beoordeling van de naderingen volgens een 'overhead patterns' en circuits (closed patterns) is complex, waarvoor nadere analyse nodig is. Daarom is besloten deze resultaten niet in dit rapport op te nemen.

4.2 Aanbevelingen

Op basis van het onderzoek naar de optimalisatie van vliegprofielen F-35 en de geïdentificeerde trends voor vermindering van de geluidbelasting, zijn er de volgende aanbevelingen.

- Het beperkte aantal vluchten geeft (voor starts) een trend weer dat met aangepaste profielen de geluidbelasting op een aantal relevante locaties verminderd kan worden. Om echter meer inzicht te krijgen in de uitvoering en spreiding over de vluchten van de nieuwe procedures is meer data benodigd voor een langere periode onder verschillende weersomstandigheden. Door een langere periode te meten worden vluchten ook uitgevoerd door meer of minder ervaren vliegers en wordt meer inzicht verkregen in de uitvoering en spreiding. Het advies is daarom om een proefperiode van 3 maanden uit te voeren met AB (en eventueel MIL) starts met 5 graden klim⁶.

⁶ Van belang is dat er voldoende vluchten plaatsvinden, de duur van de proefperiode is van ondergeschikt belang.

- Met uitzondering van Menaam is geobserveerd dat de SID 1B startroute (alleen gevlogen in AB) voor lagere geluidniveaus zorgt in de omgeving. Het verdient aanbeveling om tijdens de proefperiode ook route SID 1B te gebruiken in combinatie met de normale SID 1. Aangezien alleen AB gebruikt is in de praktijktoets voor SID 1B, is het advies om deze in de langere proefperiode met zowel AB als MIL te gebruiken op deze route.



Dedicated to innovation in aerospace

Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

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

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

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

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

Voor meer informatie bezoek: www.nlr.nl

Postal address

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

Royal NLR

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

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