



Dedicated to innovation in aerospace

NLR-CR-2016-115 | november 2016

# Geluidsbeleving

## F-35 ten opzichte van F-16

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Defensie



NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

# Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

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

De werkzaamheden van het NLR beslaan het volledige spectrum van Research Development Test & Evaluation (RDT&E). Met zijn kennis en faciliteiten kunnen bedrijven terecht bij het NLR voor validatie, verificatie, kwalificatie, simulatie en evaluatie. Zo overbrugt het NLR de kloof tussen onderzoek en toepassing in de praktijk. Het NLR werkt zowel voor overheid als industrie in binnen- en buitenland.

Het NLR staat voor praktische en innovatieve oplossingen, technische expertise en een lange termijn ontwerpvisie. Hierdoor vindt NLR's cutting edge technology zijn weg naar succesvolle lucht- en ruimtevaartprogramma's van OEM's zoals Airbus, Embraer en Pilatus. Het NLR draagt bij aan (defensie)programma's zoals ESA's IXV re-entry voertuig, de F-35, de Apache-helikopter en Europese programma's als SESAR en Clean Sky 2.

Opgericht in 1919 en met 650 betrokken medewerkers, realiseerde het NLR in 2014 een omzet van 73 miljoen euro. Driekwart hiervan is afkomstig uit contractonderzoek, het overige betreft een overheidsbijdrage.

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



Dedicated to innovation in aerospace

NLR-CR-2016-115 | november 2016

# Geluidsbeleving

F-35 ten opzichte van F-16

**OPDRACHTGEVER:** Ministerie van Defensie

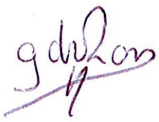


**AUTEUR(S):**

**G.D.R. Zon**  
**R.H. Hogenhuis**

Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum  
Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

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

<b>OPDRACHTGEVER</b>	Ministerie van Defensie
<b>CONTRACTNUMMER</b>	140.11.8014.01
<b>EIGENAAR</b>	Ministerie van Defensie
<b>NLR DIVISIE</b>	Aerospace Systems
<b>VERSPREIDING</b>	Onbeperkt
<b>RUBRICERING TITEL</b>	ONGERUBRICEERD

GOEDGEKEURD DOOR:																				
AUTEUR			REVIEWER			BEHERENDE AFDELING														
G.D.R. Zon 			S.J. Heblj 			Dr. A. de Jong 														
DATUM	2	3	1	1	1	6	DATUM	2	3	1	1	1	6	DATUM	2	5	1	1	1	6

# Samenvatting

## Probleemstelling

In de toekomst worden Lockheed Martin F-35A Lightning II (F-35) jachtvliegtuigen geplaatst op de vliegbases Volkel en Leeuwarden. De omwonenden van deze vliegbases vroegen zich af hoeveel geluid de F-35 maakt. De Minister van Defensie heeft daarom twee F-35 vliegtuigen naar Nederland gehaald om de omwonenden het geluid te laten beleven.

De Minister van Defensie is geïnteresseerd in de beleving van de omwonenden. De Minister wilde daarom het verschil in de beleving tussen de F-35 en de F-16 laten meten. Daarnaast besloot het Ministerie van Defensie om, ter ondersteuning van de belevingsmeting en het toekomstige permanente geluidmeetnet, op een aantal locaties rondom de vliegvelden geluidmetingen uit te voeren, om vast te stellen wat de piekniveaus van de passerende F-35 en F-16 zijn. Defensie heeft het NLR gevraagd om de beleving en de piekniveaus te meten. De stuurgroep uitvoering motie Eijssink hielp bij het opzetten van de belevingsvluchten. Dit rapport beschrijft deze metingen en de resultaten.

## Beschrijving van de werkzaamheden

De metingen zijn uitgevoerd tijdens de belevingsvluchten op 26 mei 2016 rondom de vliegbases Leeuwarden en Volkel. Er zijn twee vluchten uitgevoerd, één in de middag en één in de vroege avond. Tijdens de belevingsvluchten vlogen een F-35 en een F-16, enkele minuten achter elkaar, de meest voorkomende start- en landingsprofielen.

Het verschil in de geluidsbeleving van de omwonenden tussen de F-35 en de F-16 tijdens de belevingsvluchten is gemeten met een online enquête. Omwonenden konden op het moment dat één van de vliegtuigen passeerde, aangeven hoe de passage klonk in vergelijking tot het geluid dat de omwonenden vrijwel dagelijks horen. Na de belevingsvluchten zijn analyses uitgevoerd en de verschillen tussen de F-35 en de F-16 inzichtelijk gemaakt.

De lokale piekniveaus zijn op vijf locaties in de omgeving van de vliegbases Leeuwarden en op vijf locaties in de omgeving van Volkel gemeten. De metingen zijn uitgevoerd voor iedere passage. De gemeten piekniveaus zijn daarna onder andere gecontroleerd op eventuele versturende achtergrondgeluiden.

## Resultaten en conclusies

De resultaten en conclusies uit dit onderzoek zijn gebaseerd op een relatief klein aantal metingen en waarnemingen. Daarom kunnen deze resultaten en conclusies de resultaten van een grotere studie overschatten, onderschatten of redelijk weerspiegelen. Daarom moeten de resultaten en conclusies uit dit rapport voorzichtig worden geïnterpreteerd en niet worden gebruikt als afspiegeling van de beleving op lange termijn en de jaarlijkse geluidsbelasting.

Tijdens de belevingsvluchten is onderzocht of de deelnemers de F-35 anders beleefd hebben dan de F-16. Het onderzoek naar de beleving leidt tot de volgende conclusies:

- De deelnemers ervoeren het verschil in geluid van de F 35 en de F 16 op de drie gemeten aspecten (zachter – harder, lager – hoger, minder trillend – meer trillend) als klein.
- Het geluid van de F-35 werd door de deelnemers als iets harder ervaren dan het geluid van de F-16.
- De deelnemers beoordeelden de hoogte van het geluid van F-35 en de F-16 vliegtuigen als min of meer gelijk.
- De deelnemers beoordeelden het geluid van de F-35 als iets meer trillend dan het geluid van de F-16.

Tijdens de belevingsvluchten zijn op verschillende locaties geluidsmetingen uitgevoerd. De verschillen in de geluidniveaus tussen de F-35 en de F-16 hangen niet alleen samen met de verschillende geluidproductie van beide toestellen, maar hebben ook andere oorzaken zoals verschillen in gevlogene routes. De kleinschalige geluidsmetingen leiden tot de volgende conclusies:

- De hoogste niveaus zijn gemeten op het fietspad bij Jelsum. Dit komt overeen met de verwachtingen vooraf omdat deze meetlocatie het dichtst bij de kop van de baan ligt.
- Het hoogst gemeten niveau van 112 dB(A) is afkomstig van de F-16. Het hoogste piekniveau van de F-35 lag op deze locatie 3 dB(A) lager op 109 dB(A).
- Voor zeven van de tien meetposten zijn de maximale niveaus van de dag veroorzaakt door de F-35. Voor twee locaties was er geen verschil en op één locatie heeft de F-16 het hoogste niveau veroorzaakt.
- Het gemiddelde verschil tussen de maximale piekniveaus van beide toestellen over alle meetposten bedraagt 3 dB(A). Een positief verschil betekent dat de F-35 luider is dan de F-16. Bij twee meetposten werd een verschil van meer dan 3 dB(A) tussen de hoogst gemeten waarden geconstateerd.
- Het gemiddelde verschil tussen de piekniveaus van beide toestellen over alle meetposten tijdens de start bedraagt 3 dB(A) en tijdens de landing 7 dB(A).
- Voor individuele passages zijn verschillen in piekniveaus gemeten tussen de F-35 en de F-16 van min 14 tot plus 18 dB(A). De verschillen van 18 dB(A) zijn gevonden tijdens landingen waarbij zowel de F-35 als de F-16 niveaus van minder dan 90 dB(A) veroorzaakten.

## Toepasbaarheid

De resultaten uit dit onderzoek geven omwonenden, bestuurders en Defensie inzage in de beleving van de F-35. Ook geven de metingen inzicht in lokale piekniveaus van beide toestellen.

# Inhoudsopgave

Afkortingen	7
<b>1 Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1 Doelstelling van dit onderzoek	9
1.2 Aanpak	9
1.3 Leeswijzer	9
<b>2 Uitvoering van het onderzoek</b>	<b>11</b>
2.1.1 Het vliegplan en de uitvoering van de belevingsvluchten	11
2.1.2 Meten van de beleving	13
2.1.3 Meten van piekniveaus	15
<b>3 Ervaring van belevingsvluchten</b>	<b>17</b>
3.1 Onderzoeksvragen	17
3.2 Populatie	17
3.2.1 Deelnemers Leeuwarden	18
3.2.2 Deelnemers Volkel	20
3.3 Meetresultaten	22
3.3.1 Totaalbeeld van de beleving rondom de vliegbases Leeuwarden en Volkel	22
3.3.2 Beleving van de verschillende passages rondom vliegbasis Leeuwarden	23
3.3.3 Beleving van de verschillende passages rondom vliegbasis Volkel	25
3.3.4 Geluidbeleving samengevat: beleving rondom de vliegbases Leeuwarden en Volkel	27
<b>4 Geluidsniveaus</b>	<b>29</b>
4.1 Meetlocaties	29
4.2 Resultaten	29
4.2.1 Maximale piekniveaus van de belevingsmetingen	29
4.2.2 Gemiddelde gemeten geluidsniveaus	32
<b>5 Conclusies</b>	<b>34</b>
5.1 Beleving	34
5.2 Geluidsniveaus	34
<b>6 Referenties</b>	<b>36</b>
Appendix A Beschrijving van de gevlogen passages	37
Appendix B Respondent informatie	38
Waarom beleven? (doel van het onderzoek)	38
Tips & Trics bij het invullen van de vragenlijst	39
Instructie bij het invullen	39
Appendix C Vragenlijst	41

Oefenformulier	41
Wachten op het volgende vliegtuiggeluid	42
Beoordelen van een vliegtuiggeluid	43
Algemene gegevens	44
Appendix D Volledige analyse belevingsmetingen	47
Leeuwarden	47
Volkel	49
Appendix E Locaties van de meetposten	51
Appendix F Resultaten geluidsmetingen	56



## Afkortingen

ACRONIEM	OMSCHRIJVING
A, A*	Avondvlucht
AB	Afterburner
dB	decibel
dB(A)	A-gewogen decibel
F-35	Lockheed Martin F-35A Lightning II
F-16	Lockheed Martin F-16AM Fighting Falcon
IFR	Instrument Flying Rules
LAm <sub>max</sub>	Het maximale A-gewogen geluidsniveau
LDG	Landing
LWD	Vliegbasis Leeuwarden
M	Middagvlucht
N	aantal
NLR	Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum
NO	noordoost
QRA	Quick Reaction Alert
SID	Standard Instrument Departure
TO	Take-Off
VFR	Visual Flying Rules
VKL	Vliegbasis Volkel
ZW	zuidwest

*Deze pagina is opzettelijk blanco.*

# 1 Inleiding

In de toekomst worden Lockheed Martin F-35A Lightning II (F-35) jachtvliegtuigen geplaatst op de vliegbases Volkel en Leeuwarden. De omwonenden van deze vliegbases vroegen zich af hoeveel geluid de F-35 maakt. De Minister van Defensie heeft daarom twee F-35 vliegtuigen naar Nederland gehaald om de omwonenden het geluid te laten beleven.

De Minister van Defensie is geïnteresseerd in de beleving van de omwonenden. De Minister wilde daarom het verschil in de beleving tussen de F-35 en de Lockheed Martin F-16 Fighting Falcon (F-16) laten meten. Daarnaast bood de Minister ook de gelegenheid om op een aantal locaties rondom de vliegvelden metingen uit te voeren, om vast te stellen wat de piekniveaus van de passerende F-35 en F-16 zijn. Defensie heeft het NLR gevraagd om de beleving en de piekniveaus te meten. Dit rapport beschrijft deze metingen en de resultaten.

## 1.1 Doelstelling van dit onderzoek

Het doel van de belevingsvluchten is om de omwonenden van de vliegbases Leeuwarden en Volkel het geluid van de F-35 te laten beleven en om inzicht te geven in de veranderingen ten opzichte van de F-16.

Het hoofddoel van dit onderzoek is daarom het meten van het verschil in de geluidsbeleving van de omwonenden tussen de F-35 en de F-16 tijdens de belevingsvluchten, en aanvullend het meten van de piekniveaus op een aantal locaties in de omgeving van vliegbases Leeuwarden en Volkel tijdens de belevingsvluchten.

## 1.2 Aanpak

Tijdens de belevingsvluchten zijn de meest gangbare starts en landingen uitgevoerd met de F-35 en de F-16. Omwonenden rondom de vliegbases Leeuwarden en Volkel konden zo het geluid beleven en een enquête invullen over hun beleving van het geluid. Met puntmetingen zijn de piekniveaus gemeten. Daarna zijn de resultaten van de enquêtes en van de metingen van de geluidsniveaus geanalyseerd. Zij vormen samen de basis van de eindconclusies over de belevingsvluchten.

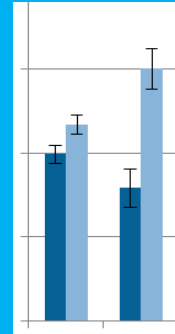
## 1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 van dit rapport beschrijft de methode en uitvoering van de belevingsvluchten en het onderzoek. Hoofdstuk 3 geeft nadere informatie over de ervaring van omwonenden tijdens de belevingsvluchten en hoofdstuk 4 beschrijft de uitvoering en resultaten van de geluidmetingen. De conclusies naar aanleiding van de belevingsmetingen en geluidmetingen staan in hoofdstuk 5.

In dit rapport worden een aantal begrippen en symbolen in de figuren gebruikt. Deze begrippen en symbolen worden in de blauwe kaders toegelicht.

### Error Bar

In dit rapport staan staafdiagrammen met een extra balkje aan de bovenkant van elke staaf. Dit is de "error bar"<sup>1</sup>. De error bar is een maat voor de spreiding van de antwoorden van de deelnemers. Is het balkje groter, dan is de spreiding in de antwoorden ook groter of het aantal deelnemers kleiner.



Voorbeeld van een staafdiagram met error bar

### Significantie

In de uitleg bij een aantal grafieken wordt de term "significant" gebruikt om verschillen te duiden. Bij onderzoek worden het begrip significantie<sup>2</sup> en significant verschil op een andere manier gebruikt dan in het dagelijks spraakgebruik. Hier betekent een significant verschil dat het verschil waarschijnlijk niet op toeval berust. Verschillen die niet significant zijn kunnen dus op toeval berusten. Significantie zegt hier weinig over de grootte van het verschil, maar geeft vooral aan dat het verschil daadwerkelijk bestaat. Dus ogenschijnlijk kleine verschillen kunnen significant zijn, en ogenschijnlijk grote verschillen kunnen niet significant zijn.

### Piekniveaus

In Nederland worden geluidsniveaus van vliegtuigpassage uitgedrukt in de geluidmaat 'LAm<sub>ax</sub>' (slow). Het LAm<sub>ax</sub>, in decibel (dB), geeft het maximale optredende geluidniveau tijdens de passage van een vliegtuig. Dit niveau is gecorrigeerd voor de gevoeligheid van het menselijke oor: de zogenaamde A-weging. Hieruit volgt de dB(A) notatie. De toevoeging 'slow' slaat op een instelling van geluidsmeter die bepaalt hoe snel de meter moet reageren op hele snelle variaties in het gemeten geluidsniveau.

Op het moment dat in dit rapport wordt gesproken over piekniveaus dan wordt bedoeld de LAm<sub>ax</sub> van een bepaalde passage. Als er wordt gesproken over maximale piekniveaus wordt bedoeld de hoogst gemeten LAm<sub>ax</sub> van de hele dag (d.w.z. van de luidste passage).

<sup>1</sup> De error bar geeft de standaardfout van het gemiddelde aan. De standaardfout is de standaarddeviatie gedeeld door de wortel uit het aantal waarnemingen.

<sup>2</sup> Significantie is een term uit de statistiek. Een completere uitleg van het begrip staat onder andere op: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Significantie>.

## 2 Uitvoering van het onderzoek

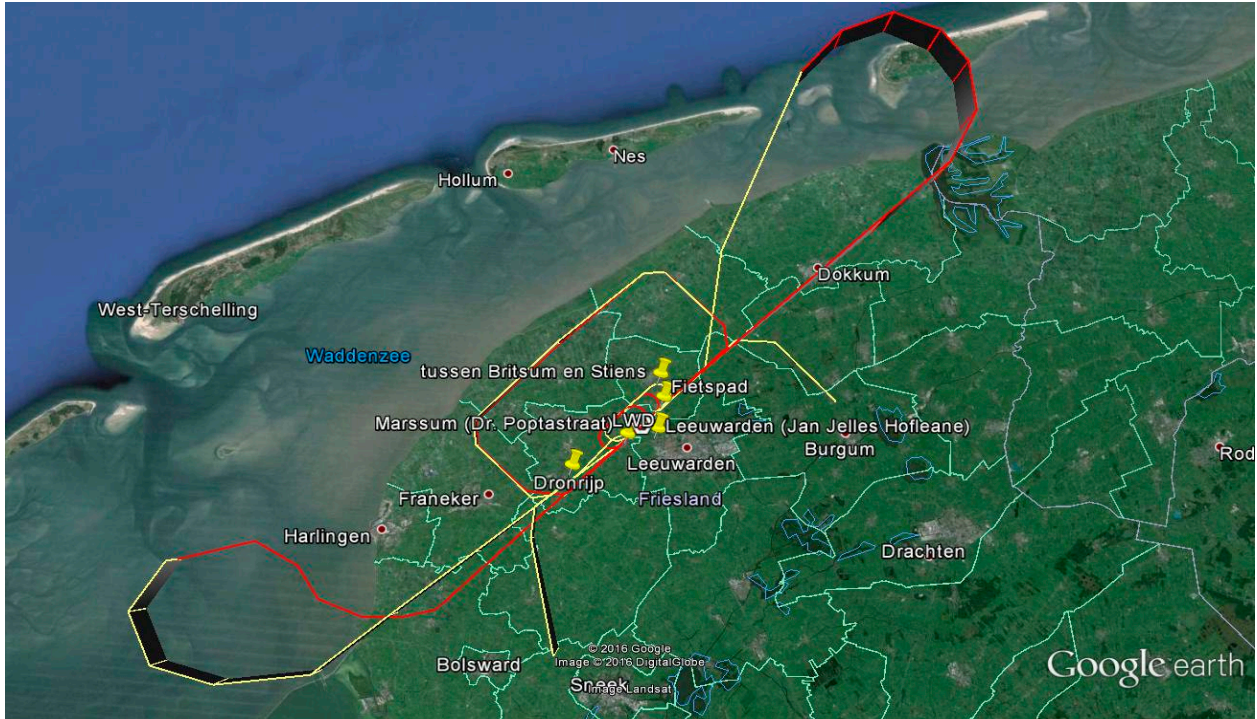
Tijdens de belevingsvluchten vlogen de F-35 en de F-16 met enige tussentijd verschillende vliegpatronen. De toestellen vlogen hetzelfde vliegprogramma dat bestond uit de meest gangbare start- en landingsprocedures. De omwonenden kregen zo de gelegenheid om het geluid van beide toestellen tijdens verschillende passages te beleven en gelijktijdig konden de piekniveaus worden gemeten. Deze sectie beschrijft het opstellen van het vliegplan, het meten van de beleving en het meten van de piekniveaus.

### 2.1 Het vliegplan en de uitvoering van de belevingsvluchten

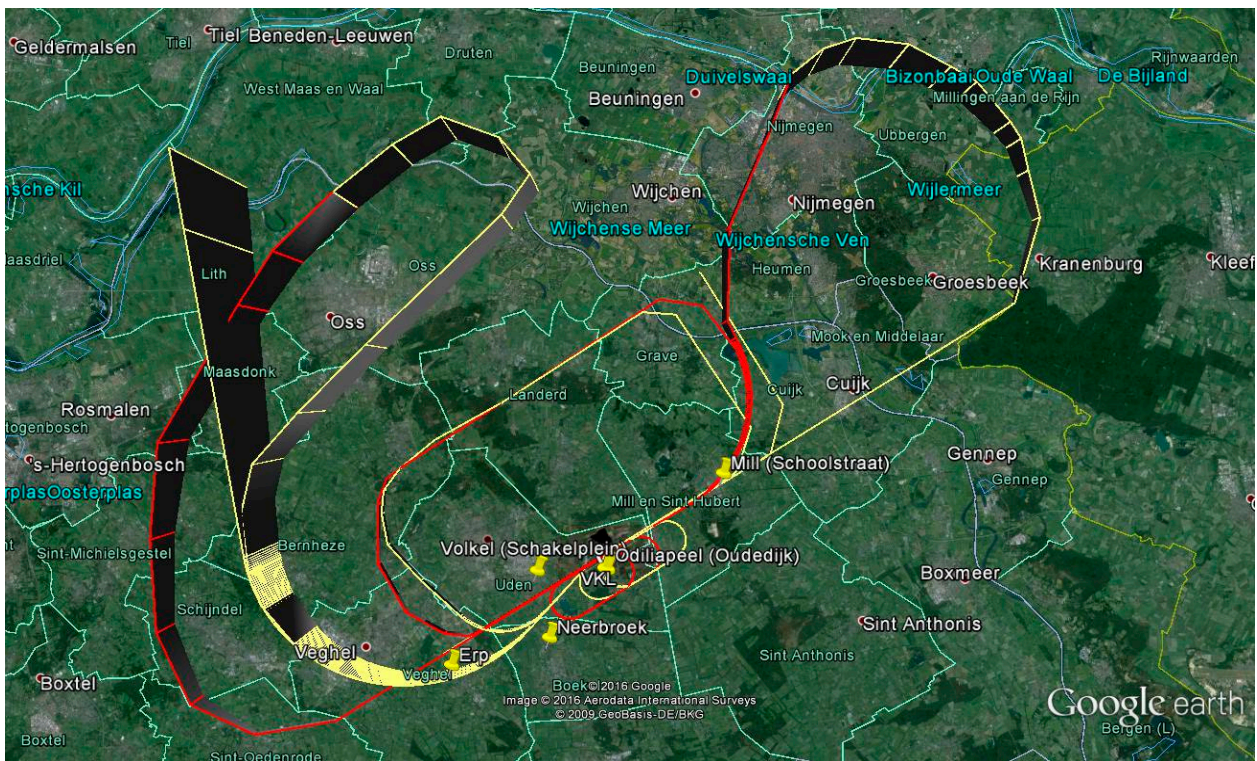
Om de omwonenden het geluid van de F-35 en F-16 te laten beleven, was het noodzakelijk dat beide toestellen met enige tussentijd dezelfde patronen zouden vliegen. Daarnaast wilde Defensie zoveel mogelijk verschillende start- en landingspatronen vliegen, zodat de omwonenden het geluid van de meest gangbare vliegpatronen goed konden beleven. Daarom is een vliegplan gemaakt. In dit vliegplan stonden de routes die de vliegtuigen vlogen tijdens de belevingsvluchten. Voor een zo goed mogelijke beleving was het vliegplan als volgt opgebouwd:

- Het vliegplan bestaat uit zoveel mogelijk start- en landingspatronen, die samen 95% van de jaarlijks gevlogen patronen rondom Leeuwarden en Volkel vormen. Het vliegplan bestaat bijvoorbeeld ook uit starts met naverbrander omdat deze met de F-16 relatief vaak voorkomen, maar bevat geen Quick Reaction Alert (QRA) startprocedure omdat deze startprocedures zelden worden gevlogen. Om de omwonenden zoveel mogelijk vliegpatronen te laten beleven, zijn starts en landingen in beide baanrichtingen uitgevoerd.
- De F-35 en de F-16 hielden ongeveer 4 minuten afstand, zodat het geluid van het eerste vliegtuig uitgedoofd was op het moment dat het tweede toestel passeerde.
- De F-35 en de F-16 vlogen de start- en landingspatronen met de voorgeschreven procedures en snelheden zodat de omwonenden de vliegtuigen goed konden beleven. Beide toestellen volgden dezelfde routes. Het hoogteverloop van beide toestellen kon echter afwijken omdat de F-35 en F-16 verschillende prestaties hebben.
- Na iedere nadering voerden de vliegtuigen een zogenaamde "low approach" uit, waarbij de vliegtuigen tot vlak boven de baan doorvlogen om aansluitend het volgende startpatroon te vliegen.

Het vliegplan met een beschrijving van de gevlogen start- en landingspatronen van Leeuwarden en Volkel staat in Appendix A. In Figuur 2-1 en Figuur 2-2 staan de patronen voor Leeuwarden en Volkel weergegeven op een kaart.



Figuur 2-1: Start- en landingspatronen rondom vliegbasis Leeuwarden



Figuur 2-2: Start- en landingspatronen rondom vliegbasis Volkel

De eerste mogelijkheid voor het uitvoeren van de belevingsvluchten was 25 mei 2016. Helaas konden die dag de vluchten niet doorgaan omdat de weersomstandigheden niet goed genoeg waren. Daarom zijn de vluchten op 26 mei 2016 in de middag en aan het begin van de avond uitgevoerd. De middag- en avondvlucht waren nagenoeg gelijk, maar er waren enkele verschillen. In de middag is bijvoorbeeld

een landing en een start met naverbrander uitgevoerd op Volkel. De F-35 en F-16 zijn toen ook bijgetankt. Tijdens de avondvlucht is dit niet gebeurd. Daardoor had de F-16 tijdens de avondvlucht onvoldoende brandstof aan boord om de belevingsvluchten helemaal af te ronden. Dit betekent dat bij Leeuwarden in de avond de laatste F-16 passages niet zijn gevlogen.

De vluchten zijn met radar gevolgd. Deze gegevens zijn tijdens de vluchten gebruikt om de vliegers op de hoogte te houden over het verloop van de vlucht. De radargegevens zijn opgeslagen en na de vluchten gebruikt om onder meer de antwoorden van de deelnemers op de enquête aan de verschillende passages te kunnen relateren. Sectie 2.1.2 beschrijft deze analyses.

## 2.2 Meten van de beleving

De belevingsvluchten gaven de omwonenden de gelegenheid om het geluid van de F-35 en de F-16 te vergelijken. Om inzicht te krijgen in de beleving, zijn omwonenden gevraagd om mee te doen aan dit onderzoek. De omwonenden konden zich via de website [www.belevingsvluchten.nl](http://www.belevingsvluchten.nl) aanmelden en meedoen door een vragenlijst in te vullen.

De website [www.belevingsvluchten.nl](http://www.belevingsvluchten.nl) is gebruikt om de omwonenden te informeren over de belevingsvluchten en het belevingsonderzoek, zie Appendix B. Op de website stonden:

- Doel van het onderzoek,
- Informatie over de informatieavonden over de belevingsvluchten,
- “Veel gestelde vragen” en antwoorden over de belevingsvluchten,
- Actuele informatie over het verloop van de belevingsvluchten, en
- Resultaten van het onderzoek.

Daarnaast konden omwonenden zich via de website:

- Inschrijven voor de informatieavonden voorafgaand aan de belevingsvluchten in de omgeving van Leeuwarden en Volkel,
- Inschrijven om mee te doen aan het onderzoek.

Naast de informatie die via de website [www.belevingsvluchten.nl](http://www.belevingsvluchten.nl) beschikbaar was, konden omwonenden ook deelnemen aan de informatieavonden op 10 en 11 mei 2016 in het Basis Informatie Centrum van de vliegbasis Volkel en op 17, 18 en 19 mei 2016 in respectievelijk Westeinde (Leeuwarden), Marsum en Cornjum. Tijdens deze informatieavonden, georganiseerd door de voorlichters van het ministerie van Defensie, zijn de omwonenden geïnformeerd over de uitvoering van de belevingsvluchten, het invullen van de enquêtes en de locaties waar de geluidsmetingen zouden plaatsvinden.

Omwonenden die zich inschreven voor deelname aan het onderzoek, ontvingen per e-mail een toegangscade, een token, waarmee ze toegang kregen tot hun persoonlijke, online vragenlijst. In de periode tot aan de belevingsvluchten konden de deelnemers oefenen met het invullen van de vragenlijst. In de vragenlijst was bijvoorbeeld een geluidsfragment met een oefenvraag opgenomen. Voor deelnemers zonder computer was een papieren vragenlijst beschikbaar. Het gebruik van een online vragenlijst had echter voordelen, zo kon de respons snel verwerkt worden om zo de dag na de belevingsvluchten al een eerste terugkoppeling te kunnen geven.

De vragenlijst bestond uit een beoordeling van de beleving van iedere gevlogen passage en algemene vragen over de achtergronden van de deelnemers, zie Appendix C. Voor de beleving beantwoordden de deelnemers de vraag: "Hoe klonk het geluid van het vliegtuig dat u zojuist hoorde in vergelijking tot het geluid dat u vrijwel dagelijks hoort?"

Hoe klonk het geluid van het vliegtuig dat u zojuist hoorde in vergelijking tot het geluid dat u vrijwel dagelijks hoort?

Zachter	--	-	0	+	++	Harder
Lager	--	-	0	+	++	Hoger
Minder trillend	--	-	0	+	++	Meer trillend

De deelnemers konden aangeven of het geluid van het passerende vliegtuig harder – zachter, hoger – lager, en minder trillend – meer trillend klonk in vergelijking tot het geluid dat de deelnemers vrijwel dagelijks horen. De deelnemers konden hun antwoorden op een vijfpuntsschaal invullen zodat de antwoorden van alle deelnemers met elkaar vergeleken konden worden. De deelnemers konden zo iedere passage beoordelen.

In de veronderstelling dat de deelnemers bekend zijn met het F-16 vliegtuiggeluid in de omgeving van Leeuwarden en Volkel, ligt het in de lijn der verwachting dat de beleving van de F-16 vliegtuigen niet afwijkt van "het geluid dat [een deelnemer] vrijwel dagelijks hoort".

Zoals eerder genoemd, konden alle omwonenden van de vliegbases Leeuwarden en Volkel die mee wilden doen aan het onderzoek zich inschrijven via de website [www.belevingsvluchten.nl](http://www.belevingsvluchten.nl). Defensie streefde naar een zo groot mogelijke deelname aan het onderzoek en besloot tot een open inschrijving die alle omwonenden de kans bood om deel te nemen aan het onderzoek. Vertegenwoordigers van de omwonenden hebben de lokale gemeenschap aangespoord om mee te doen aan het onderzoek. Met de keuze voor een open inschrijving stelde defensie zich kwetsbaar op, omdat open inschrijvingen over het algemeen de meest vocale of meest gemotiveerde mensen uit de populatie aantrekken. Er is dus geen representatieve steekproef getrokken onder de omwonenden, waardoor de resultaten van het onderzoek alleen gelden voor de deelnemers en niet voor de populatie van omwonenden. Echter, zoals sectie 3.2 beschrijft, waren deelnemers geografisch goed gespreid rondom de vliegbases Leeuwarden en Volkel.

Na afloop van de belevingsvluchten zijn analyses uitgevoerd. Daarvoor moesten eerst de antwoorden van de deelnemers op de enquête gekoppeld worden aan de verschillende passages. Hiervoor werd de locatie-informatie van de deelnemers en de vliegtuigen gebruikt. Omdat de vragenlijst vastlegde op welk tijdstip en welke locatie de deelnemers antwoordden en omdat bekend was waar de vliegtuigen zich op ieder tijdstip bevonden, was het mogelijk om antwoord en passage te koppelen.

Vervolgens is het verschil in de beleving van de F-35 en F-16 bepaald. Beide toestellen werden per passage met elkaar vergeleken. Daarbij werd alleen gekeken naar de antwoorden van alle deelnemers die van een passage beide vliegtuigen hebben beoordeeld. Dus, als een antwoord van een deelnemer ontbrak, bijvoorbeeld omdat de deelnemer één toestel niet heeft gehoord, dan is die passage van die deelnemer niet meegenomen in de vergelijking. De resultaten van deze analyses staan in Appendix D.



## 2.3 Meten van piekniveaus

Het doel van de belevingsvluchten en dit onderzoek is om de omwonenden van de vliegbases Leeuwarden en Volkel het geluid van de F-35 te laten beleven en om inzicht te geven in de veranderingen ten opzichte van de F-16. Om de omwonenden een zo compleet mogelijk beeld te geven, zijn zoveel mogelijk start- en landingspatronen gevlogen die samen 95% van de jaarlijks gevlogen patronen rondom Leeuwarden en Volkel vormen. De patronen zijn (i) over het algemeen maar twee keer uitgevoerd, één keer in de middag en één keer in de avond, en (ii) in beide baanrichtingen uitgevoerd.

Het meten van piekniveaus tijdens de belevingsvluchten heeft daardoor beperkingen. De uitvoering van vluchten in beide baanrichtingen betekent bijvoorbeeld dat vliegtuigen in ongeveer de helft van de gevallen met de wind mee starten en landen, terwijl normaal gesproken alleen met tegenwind wordt gestart en geland. Bij een start met rugwind stijgen vliegtuigen langzamer en bij landingen met rugwind moeten piloten mogelijk vaker correcties uitvoeren waardoor variaties in de stuwkracht optreden.

Daarnaast hebben de vliegtuigen aan het begin van de middag- en avondvlucht veel brandstof aan boord. Hierdoor zijn de vliegtuigen in de beginfase zwaarder voor een landing, waarvoor extra motorvermogen en mogelijke correcties nodig zijn die ertoe kunnen leiden dat een vliegtuig meer geluid produceert tijdens de landing. Tenslotte is de uitvoering van de vluchten mensenwerk, waardoor verschillen kunnen optreden in de gevlogen routes. Door al deze factoren kunnen verschillen ontstaan in de vluchtuitvoering, en dus variaties in de piekniveaus.

Het piekniveau ( $L_{Amax}$ ) is een gangbare maat om het geluidsniveau van een individuele vliegbeweging uit te drukken en deze maat is ook de basis om de bijdrage van een vliegbeweging aan de jaarlijkse geluidbelasting mee te bepalen. De gemeten piekniveaus worden uitgedrukt in A-gewogen decibellen, ook wel dB(A). Deze eenheid wordt wereldwijd gebruikt om de geluidsterktes van vliegtuiggeluiden in uit te drukken (zie referentie 1 voor meer informatie).

Tijdens de belevingsvluchten zijn op 5 locaties rond de vliegbasis Leeuwarden en 5 locaties rond de vliegbasis Volkel geluidmetingen uitgevoerd om objectief de piekniveaus te meten. Vertegenwoordigers van de omwonenden hebben deze locaties aangewezen. Voor dit onderzoek zijn puntmetingen uitgevoerd. Puntmetingen zijn momentopnamen waarvan de resultaten inzicht geven in de piekniveaus op de specifieke meetlocaties en onder lokale (weers)condities. Dit wil zeggen dat de metingen geen beeld geven van het geluid op andere locaties waardoor het dus niet mogelijk is om de meetresultaten te relateren aan de beleving van mensen die zich niet op de meetlocatie bevonden.

Voor een goed vergelijk tussen beide vliegtuigen is het wenselijk om de twee vliegtuigen onder dezelfde omstandigheden te meten. Maar het meten van piekniveaus tijdens de belevingsmetingen heeft beperkingen. Zo kunnen afwijkingen ontstaan door verschillen in de temperatuur, luchtdruk, luchtvochtigheid, windsnelheid en windrichting. Ook kunnen verschillen ontstaan doordat de vliegtuigen afwijken van de geplande route waardoor de afstand en de elevatie tussen het meetpunt en de vliegtuigen afwijkt.

De metingen zijn uitgevoerd met geluidsmeters<sup>3</sup> van een goede kwaliteit en ingesteld voor het meten van vliegtuiggeluid. Tijdens de metingen zijn de piekniveaus door de meters bepaald en opgeslagen. Ook hebben waarnemers de tijden van de passages van de vliegtuigen geklokt en vastgelegd in een journaal. Hierbij zijn ook andere observaties vastgelegd, zoals achtergrondgeluiden door passerend verkeer. Op basis van deze informatie zijn de ochtend na de belevingsvluchten de eerste resultaten gepresenteerd.

Voor de definitieve resultaten geldt dat nog drie extra controlestappen zijn uitgevoerd. Op basis van de radargegevens zijn de tijden van alle passages nogmaals bepaald om zeker te stellen dat het juiste vliegtuig is waargenomen. Ook zijn de opnames van alle relevante passages nageluisterd om te controleren of er sprake is van achtergrondgeluiden die de meting hebben beïnvloed. En daarnaast is gekeken of de vliegtuigen tijdens een passage op een vergelijkbare afstand en elevatie langs de meetpunten zijn gevlogen. De gecontroleerde resultaten worden besproken in paragraaf 4.2 en zijn voor iedere meetlocatie apart opgenomen in Appendix F.

Ten slotte wordt nog opgemerkt dat de tijdens de belevingsvluchten uitgevoerde metingen alleen informatief van aard zijn. Deze metingen representeren niet de geluidsbelasting uitgedrukt in de jaarlijkse geluidsc contouren en kunnen niet worden gebruikt voor een één op één vergelijking met andere gegevens. Niet alle resultaten van geluidsmetingen zijn zonder meer geschikt om te gebruiken als invoergegeven voor rekenmodellen die luchtvaartgeluid berekenen. Speciale standaarden zijn ontworpen die de eisen beschrijven waaraan voldaan moet worden als data voor geluidberekeningsmodellen moeten worden verzameld. Voor hoogvermogen militaire straalvliegtuigen, geeft de ANSI S12.75 (zie referentie 2) de aanbevelingen voor dit type metingen. Als de aanbevelingen van de ANSI 12.75 worden gebruikt kunnen de resultaten van de metingen worden gereproduceerd. De ANSI 12.75 adresseert alle relevante details die een effect hebben op de karakteristieken van de geluidsbron, de propagatie en de microfoon. De geluidsmetingen die zijn uitgevoerd tijdens de belevingsvluchten voldoen dus niet aan deze standaard.

---

<sup>3</sup> Voor deze metingen zijn Rion NL-52/62 sound level meters gebruikt.

## 3 Ervaring van belevingsvluchten

Tijdens de belevingsvluchten hebben deelnemers aan het belevingsonderzoek een vragenlijst ingevuld met hun beleving van de passages van de F-35 en F-16. Dit hoofdstuk beschrijft het verschil in beleving tussen beide toestellen. Het laat zien hoe het ene toestel gewaardeerd wordt ten opzichte van het andere toestel.

### 3.1 Onderzoeksvragen

Dit onderzoek toetste eigenschappen van het geluid die belangrijk zijn voor de beleving van geluid. Daarnaast is in de analyse gekeken naar de invloed van verschillende vliegprofielen op de geluidsbeleving. De volgende vragen zijn hiervoor onderzocht:

1. Is er verschil in hoe hard het geluid van beide vliegtuigen beleefd wordt?
2. Is er verschil in hoe hoog het geluid van beide vliegtuigen beleefd wordt?
3. Is er verschil in hoe trillend het geluid van beide vliegtuigen beleefd wordt?

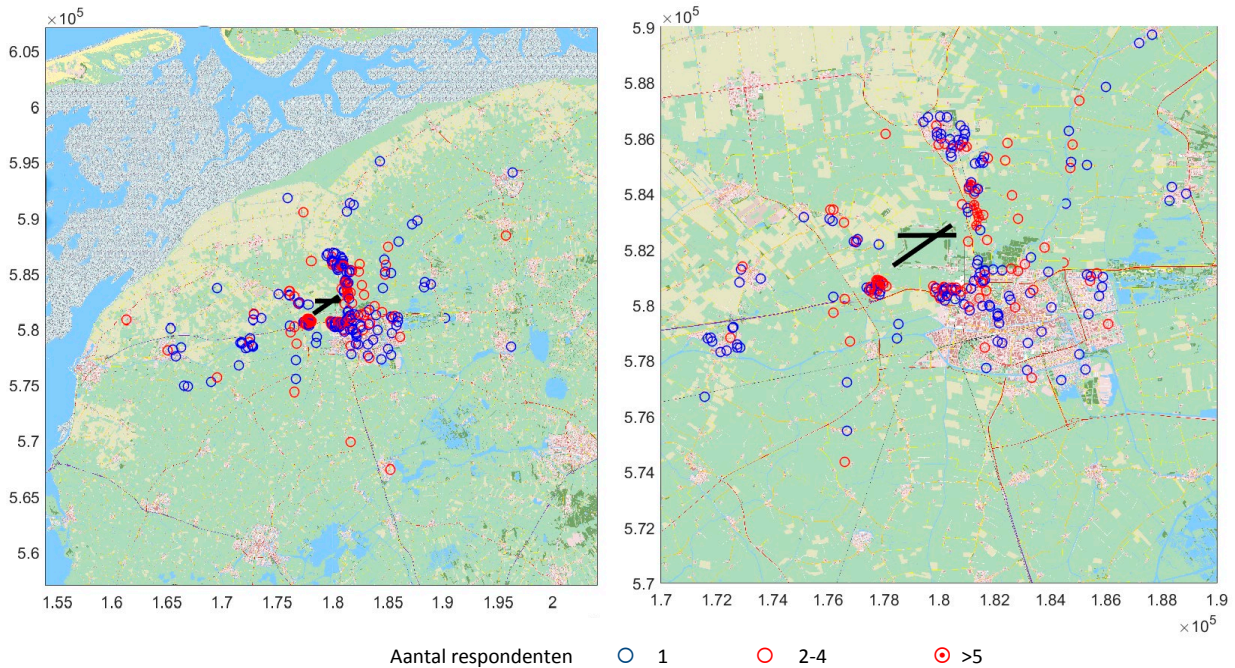
Voor iedere vraag is gekeken of er significante verschillen zijn. Significants betekent in dit geval dat we met een 95% betrouwbaarheid kunnen concluderen dat de beoordelingen van het ene vliegtuig met de beoordelingen van het andere vliegtuig verschillen. In de leeswijzer in Sectie 1.3 wordt de definitie gegeven voor hoe het begrip significant in dit document gebruikt is.

### 3.2 Populatie

Voor de belevingsvluchten hebben 1467 mensen zich ingeschreven voor het onderzoek. Daarvan hebben 792 mensen deelgenomen aan het onderzoek. Het verschil tussen het aantal mensen dat zich heeft ingeschreven en het aantal mensen dat heeft deelgenomen kan een aantal oorzaken hebben, zo zijn de belevingsvluchten een dag verschoven en zo hebben misschien ook mensen zich alleen ingeschreven om op de hoogte te blijven van de belevingsmetingen en niet om deel te nemen. Van 7 deelnemers waren de gegevens niet bruikbaar omdat de vragenlijsten niet voldoende compleet zijn ingevuld, zodat in totaal de gegevens van 785 deelnemers geanalyseerd zijn, waarvan één deelnemer de vragenlijst op papier heeft ingevuld. 464 deelnemers deden mee aan de middagvlucht en 321 aan de avondvlucht. Uiteindelijk zijn de gegevens van 475 deelnemers verwerkt. Van 310 deelnemers zijn geen bruikbare geluidsbeoordelingen ontvangen. Van deze deelnemers hebben er 207 nooit de eerste vraag beantwoord. Dit komt mogelijk doordat deze deelnemers lang moesten wachten op de eerste passage en daarom voortijdig afhaakten of omdat het invullen van de vragenlijst de geluidsbeleving hinderde. Van de overige 103 deelnemers was het niet mogelijk om de invultijden te koppelen aan de passages. Dit komt mogelijk doordat de antwoorden niet op het moment van de passage zijn ingevuld. Gemiddeld beoordeelde iedere deelnemer 6.6 passages.

### 3.2.1 Deelnemers Leeuwarden

Van de gehele groep deelnemers die heeft meegedaan rondom vliegbasis Leeuwarden was 56% man en 44% vrouw. Figuur 3-1 toont de spreiding van de deelnemers in de omgeving van de vliegbasis Leeuwarden.

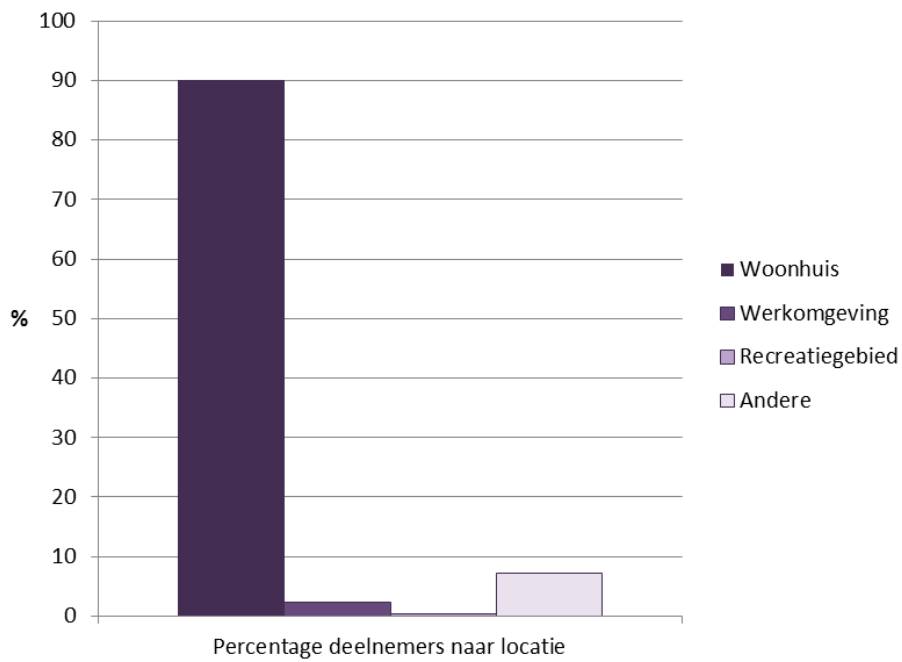


*Figuur 3-1: Invullocaties van de deelnemers in de omgeving van vliegbasis Leeuwarden, het rechter figuur is een uitvergroting van het linker figuur<sup>4</sup>*

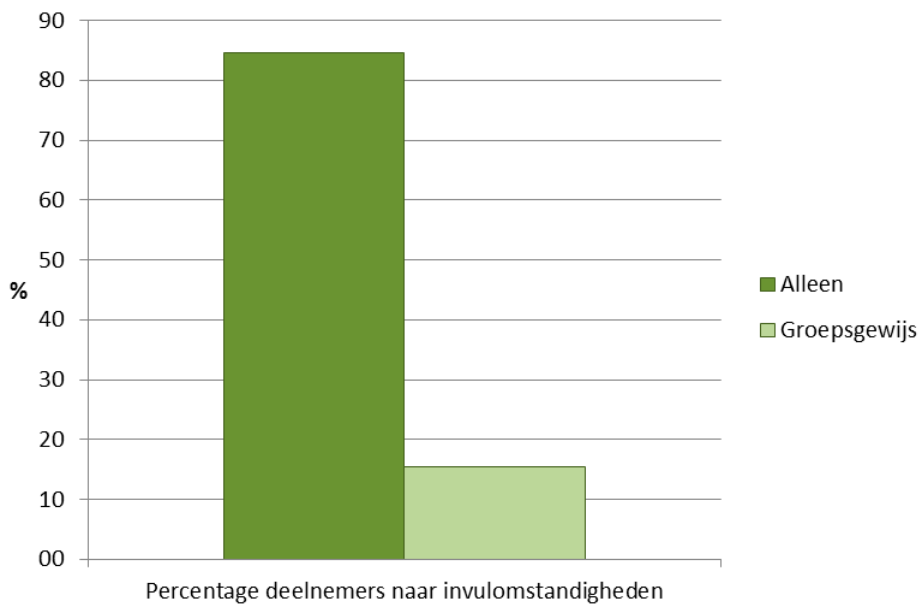
Figuur 3-2 laat zien wat de functie van het gebied is waar de deelnemers op het moment van het onderzoek waren. Voor de meeste deelnemers was dat het eigen woonhuis.

Figuur 3-3 laat zien hoeveel deelnemers de vragenlijst alleen of met een groep, bijvoorbeeld klassikaal, ingevuld hebben. Vijftien procent van de deelnemers rondom Leeuwarden heeft de enquête ingevuld in groepsverband.

<sup>4</sup> Langs de assen worden Rijksdriehoekskoördinaten getoond.



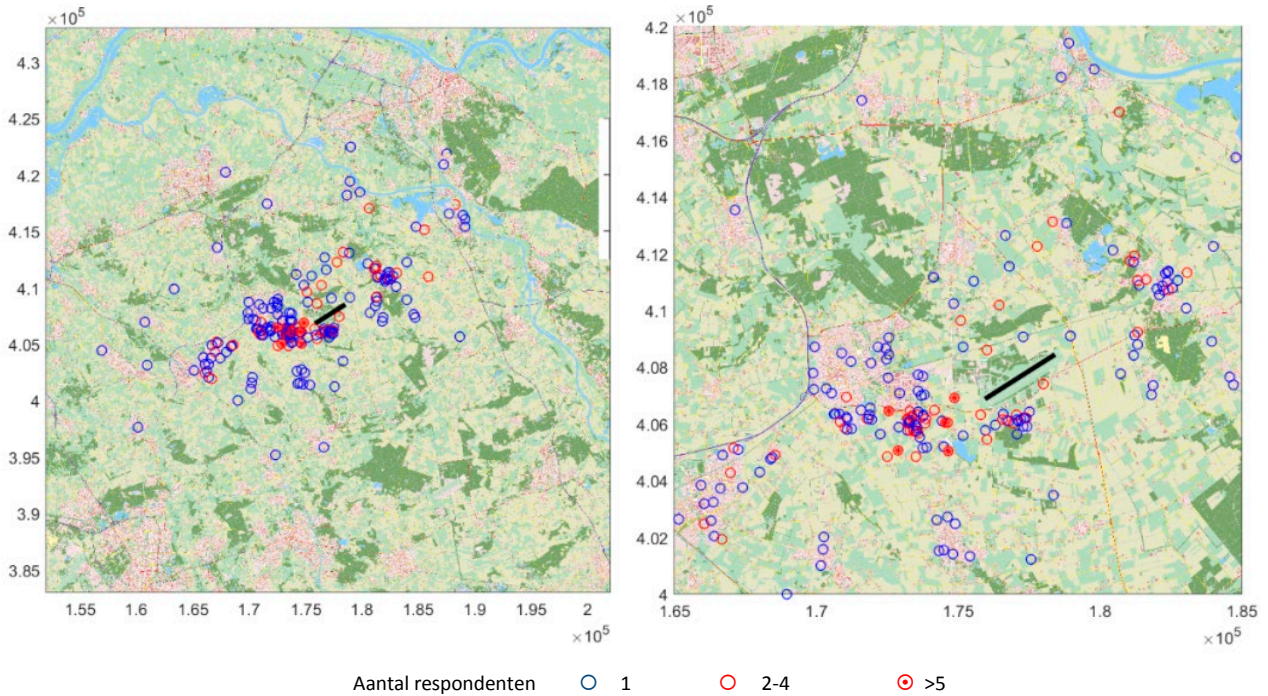
Figuur 3-2: Percentage deelnemers naar soort invullocatie rondom vliegbasis Leeuwarden



Figuur 3-3: Percentage deelnemers naar invulomstandigheden rondom vliegbasis Leeuwarden

### 3.2.2 Deelnemers Volkel

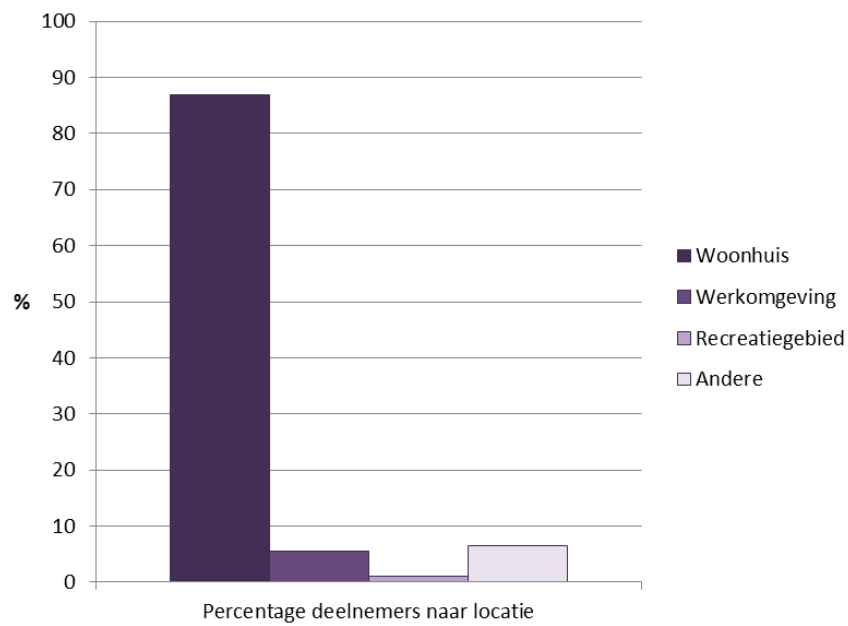
Van de gehele groep deelnemers die heeft meegedaan rondom vliegbasis Volkel was 59% man en 41% vrouw. Figuur 3-4 toont de spreiding van de deelnemers rond vliegbasis Volkel.



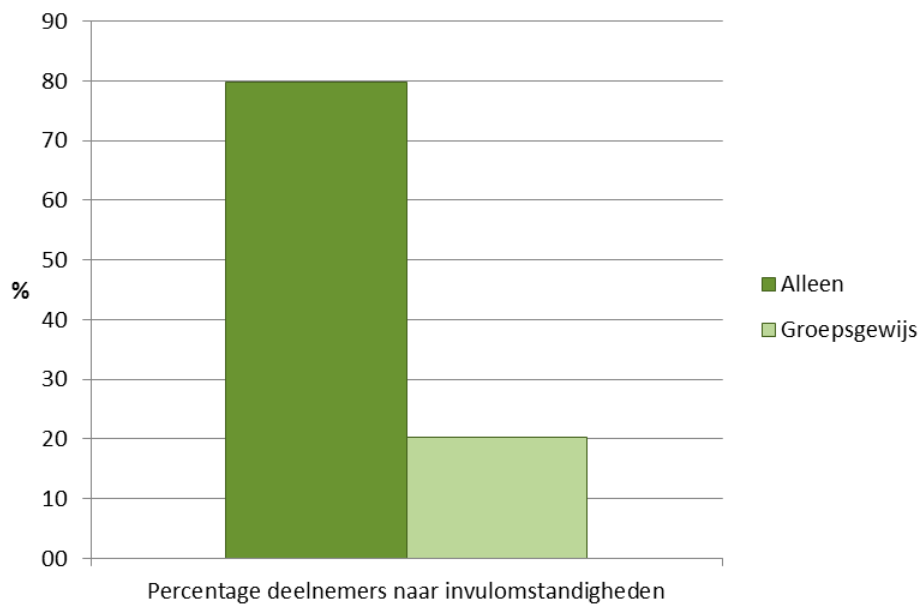
*Figuur 3-4: Invullocaties van de deelnemers in de omgeving van vliegbasis Volkel, het rechterfiguur is een uitvergroting van het linker figuur*

In Figuur 3-5 is te zien dat de deelnemers rondom Volkel in 87% van de gevallen de enquête thuis hebben ingevuld, 5.5% vanaf het werk, 1% vanaf een recreatiegebied, en 6.5% uit een andere locatie.

In Figuur 3-6 is te zien dat 80% van de ingevulde enquêtes in de omgeving Volkel individueel is ingevuld en 20% in groepsverband.



Figuur 3-5: Percentage deelnemers naar soort invullocatie rondom vliegbasis Volkel



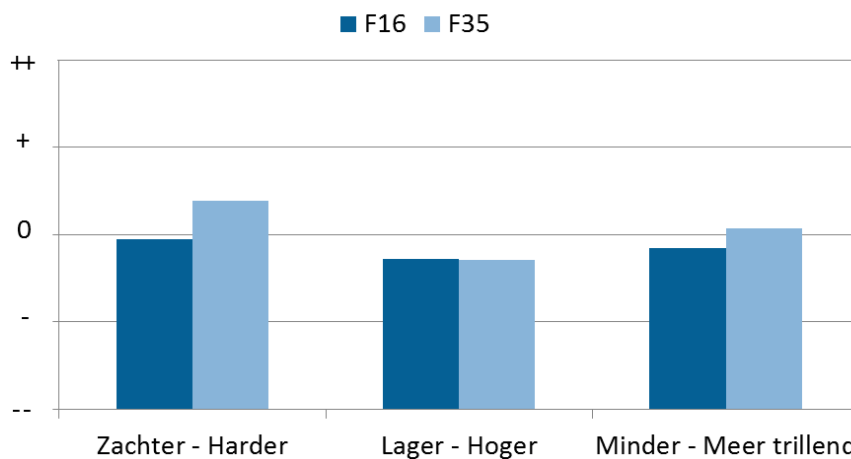
Figuur 3-6: Percentage deelnemers naar invulomstandigheden rondom vliegbasis Volkel

### 3.3 Meetresultaten

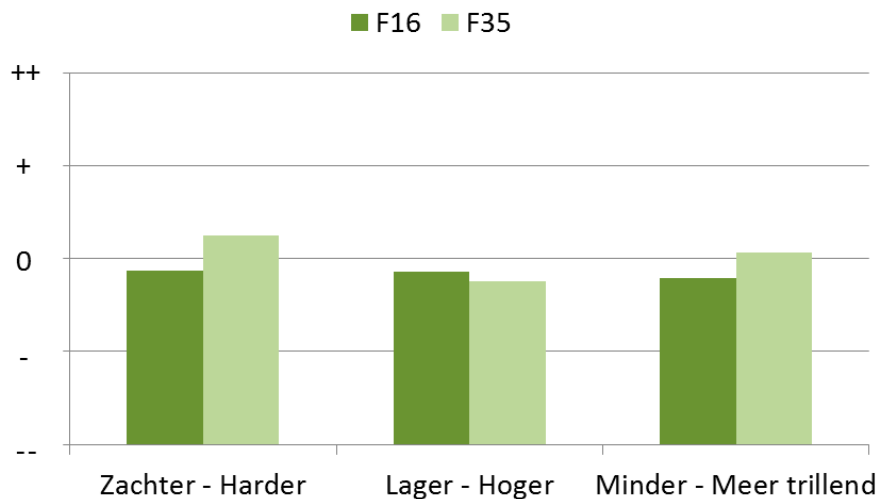
Om de beleving te meten, beantwoordden de deelnemers tijdens de belevingsvluchten voor iedere passage de vraag: "Hoe klonk het geluid van het vliegtuig dat u zojuist hoorde in vergelijking tot het geluid dat u vrijwel dagelijks hoort?" De deelnemers vulden de online vragenlijst direct na iedere passage in. De antwoorden zijn na afloop van iedere vlucht verzameld. Daarna zijn de antwoorden gekoppeld aan de juiste passages. Deze sectie beschrijft de antwoorden van de deelnemers en de resultaten van het onderzoek. In Appendix D zijn de resultaten in tabelvorm opgenomen.

#### 3.3.1 Totaalbeeld van de beleving rondom de vliegbases Leeuwarden en Volkel

Deze sectie geeft een totaalbeeld van de beleving rondom de vliegbases Leeuwarden en Volkel. Het totaalbeeld van de beleving is gebaseerd op de gemiddelde beoordelingen van alle deelnemers, van alle passages, en van de middag- en de avondvlucht.



Figuur 3-7: Totaalbeeld, het gemiddelde van alle beoordelingen rondom vliegbasis Leeuwarden.



Figuur 3-8: Totaalbeeld, het gemiddelde van alle beoordelingen rondom vliegbasis Volkel.



Figuur 3-7 toont het totaalbeeld, het gemiddelde van alle beoordelingen, rondom de vliegbasis Leeuwarden. Rondom vliegbasis Leeuwarden is de F-35 iets luider beoordeeld dan de F-16 en ook is het geluid van de F-35 iets meer trillend dan het geluid van de F-16. Verder lijkt er geen verschil in hoe hoog of laag het geluid van beide toestellen ervaren is.

Figuur 3-8 laat het totaalbeeld, het gemiddelde van alle beoordelingen, zien rondom vliegbasis Volkel. Net als in Leeuwarden is ook rond Volkel de F-35 als iets luider beoordeeld dan de F-16, terwijl de toon van de F-35 als iets lager beleefd is dan die van de F-16. Deelnemers rond Volkel beleefden het geluid van de F-35 iets meer trillend dan de F-16.

Het totaalbeeld laat zien dat de gevonden verschillen rondom de vliegbases Leeuwarden en Volkel als klein ervaren worden.

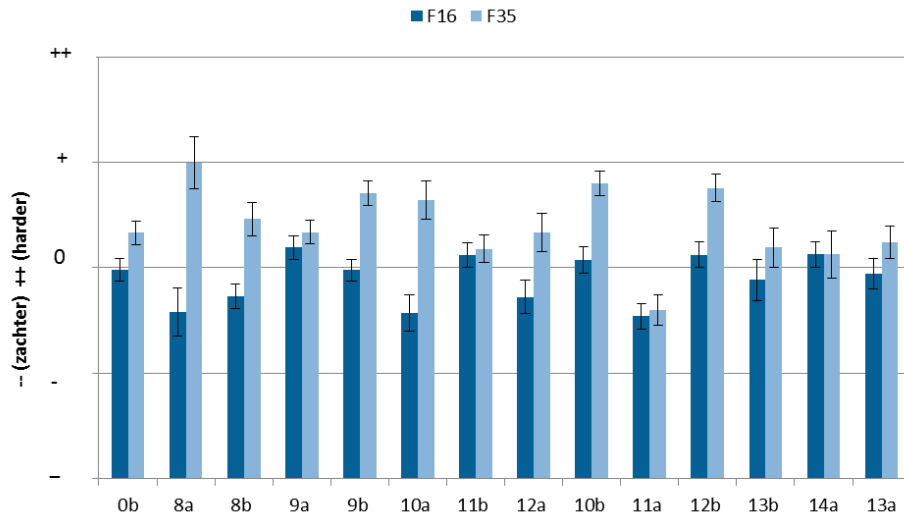
### 3.3.2 Beleving van de verschillende passages rondom vliegbasis Leeuwarden

Het totaalbeeld beschreven in de vorige sectie is opgebouwd uit de beleving van de deelnemers van de 14 passages die tijdens de middag- en avondvlucht zijn uitgevoerd. Appendix A beschrijft de passages in detail en Appendix D beschrijft de resultaten in tabelvorm.

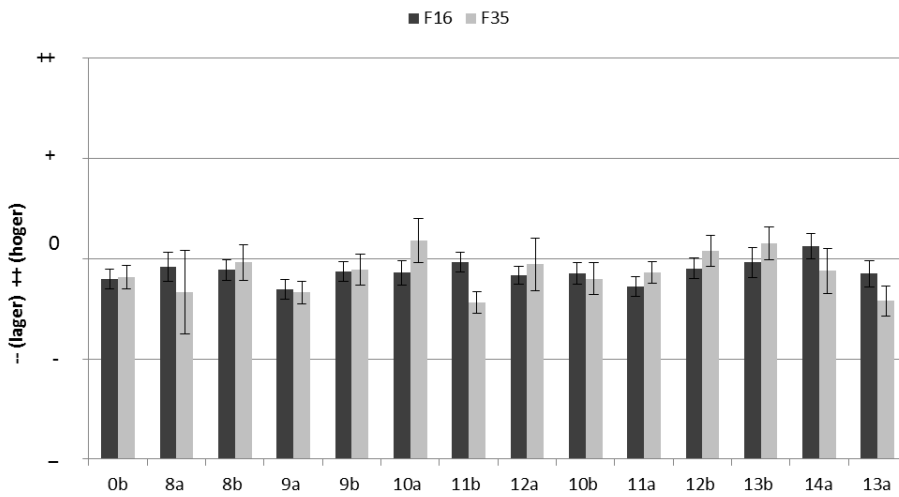
Figuur 3-9 laat zien hoe de deelnemers rondom de vliegbasis Leeuwarden beoordeelden **hoe hard het geluid klonk**. De figuur laat zien dat de gemiddelde beoordelingen per passages allemaal tussen '+' en '-' vallen voor beide vliegtuigen. Verder zijn voor enkele passages duidelijke verschillen tussen de vliegtuigtypen te zien. Voor 7 passages (passage 8a, 8b, 9b, 10a, 12a, 10b, 12b) werd het geluid van de F-35 als significant harder beoordeeld dan de F-16. Een significant verschil betekent hier dat het verschil waarschijnlijk niet op toeval berust.

De deelnemers beoordeelden ook **hoe hoog het geluid klonk**. Figuur 3-10 geeft een overzicht van deze beoordelingen per passage rondom de vliegbasis Leeuwarden. De figuur laat zien dat de beoordelingen per passage en per vliegtuigtype niet ver uit elkaar liggen. Voor één passage (passage 11b) werd de hoogte van het vliegtuiggeluid van de F-35 significant lager beoordeeld dan dat van de F-16.

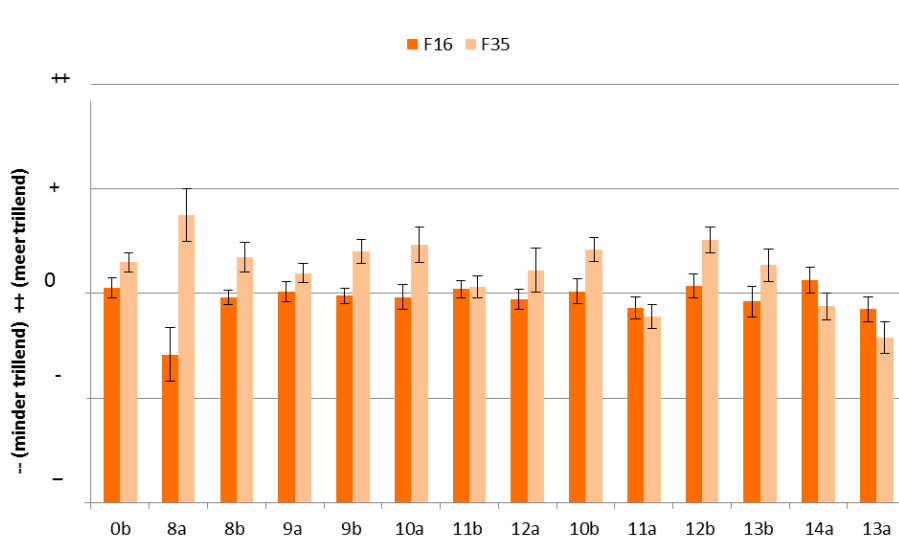
Figuur 3-11 laat zien **hoe trillend het geluid werd ervaren** rondom de vliegbasis Leeuwarden. De beoordelingen van de verschillende passages en de verschillende vliegtuigtypen liggen over het algemeen niet ver uit elkaar. Maar, voor enkele passages zijn er verschillen in de beleving van de vliegtuigtypen. Voor 7 passages (passage 0b, 8a, 8b, 9b, 10a, 10b, 12b) werden meer trillingen ervaren met het geluid van de F-35 in vergelijking met de F-16. Dit zijn allen passages die ook als significant harder ervaren werden. Voor één van deze passages is het verschil groter dan een halve beoordelingspunt (voor passage 8a).



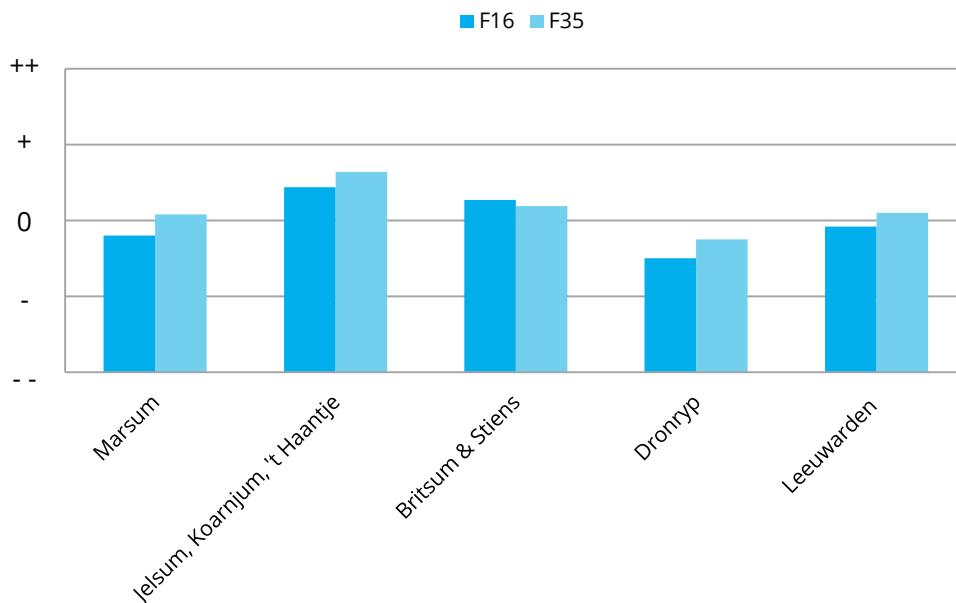
Figuur 3-9: Geluidsbeoordeling per passage: hoe hard het geluid klonk rondom vliegbasis Leeuwarden.



Figuur 3-10: Geluidbeoordeling per passage: hoe hoog het geluid klonk rondom vliegbasis Leeuwarden.



Figuur 3-11: Geluidbeoordeling per passage: hoe trillend het geluid werd ervaren rondom vliegbasis Leeuwarden.



Figuur 3-12: Geluidbeoordeling per woonkern: hoe hard het geluid klonk rondom vliegbasis Leeuwarden

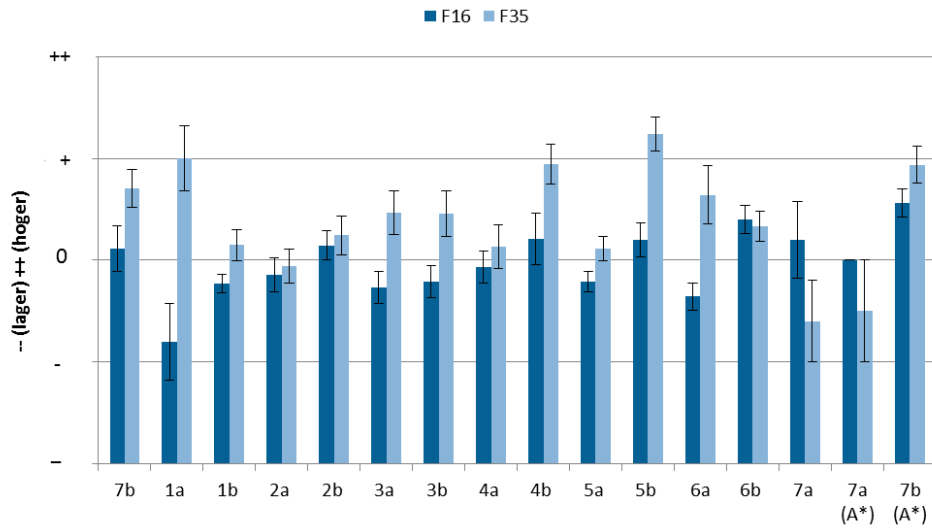
Figuur 3-12 geeft inzicht in de beoordeling **hoe hard het geluid klonk** in de verschillende **woonkernen**. Hoe hard de deelnemers het geluid gemiddeld beoordeelden is geanalyseerd door alle waarnemingen voor de F-16 en alle waarnemingen voor de F-35 voor iedere woonkern te middelen. De figuur laat zien dat er een neiging was om de F-35 in Marsum, Jelsum, Koarnjum, 't Haantje, Dronryp, en Leeuwarden iets harder te beoordelen dan de F-16. In Britsum en Stiens was dat andersom.

### 3.3.3 Beleving van de verschillende passages rondom vliegbasis Volkel

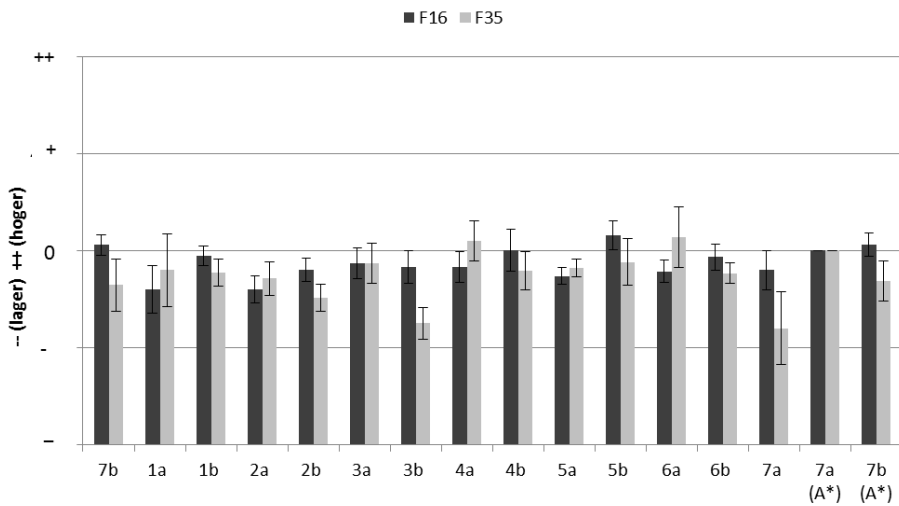
Sectie 3.3.1 beschrijft het totaalbeeld van de beleving rondom Volkel. Dit beeld is opgebouwd uit de beleving van de deelnemers van de 16 passages die tijdens de middag- en avondvlucht zijn uitgevoerd<sup>5</sup>. Appendix A beschrijft de passages in detail en Appendix D beschrijft de resultaten in tabelvorm.

Figuur 3-13 laat zien hoe de deelnemers rondom de vliegbasis Volkel beoordeelden **hoe hard het geluid klonk**. Ook hier vallen de gemiddelden tussen '+' en '-' met uitzondering van één passage (5b) waarbij het gemiddelde daar 0,3 beoordelingspunt bovenuit stijgt. Voor 4 van de 16 passages (passage 3a, 3b, 5b, 6a) beoordeelden de deelnemers het geluid van de F-35 significant harder dan van de F-16. Dit lijkt in Figuur 3-13 ook het geval voor passage 0b, 1a en 4b, maar het aantal waarnemingen was hierbij te klein om een verschil aan te tonen. Een significant verschil betekent hier dat het verschil waarschijnlijk niet op toeval berust.

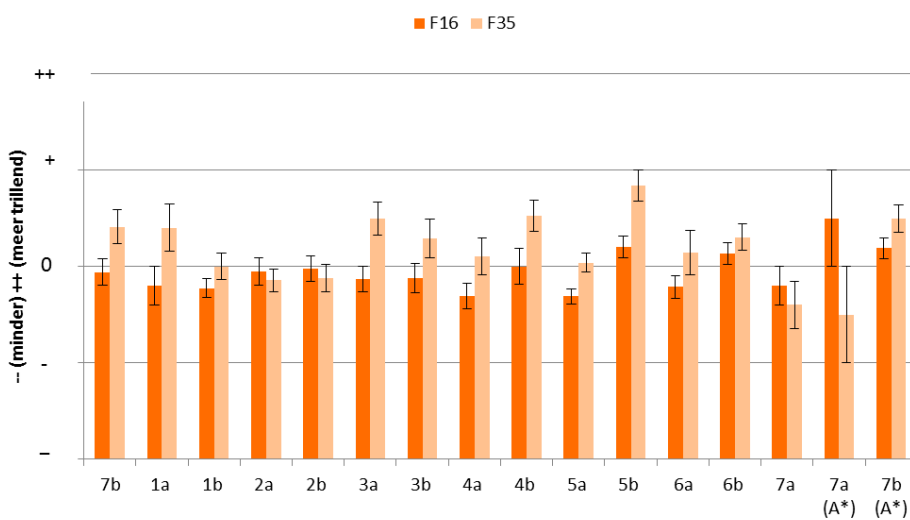
<sup>5</sup> Er zijn twee passages die 7a heten. De eerste is de middagvlucht, de tweede (A\*) is de avondvlucht. Hoewel die passages hetzelfde gevlogen werden, eindigden ze iets verschillend. De middagvlucht eindigde in een full stop, de avondvlucht niet. Er zijn ook twee passages die 7b heten. De eerste is de middagvlucht en de tweede (A\*) is de avondvlucht. 7b was de start met naverbrander en 7b(A\*) was een start zonder naverbrander.



Figuur 3-13: Geluidbeoordeling per passage: hoe hard het geluid klonk rondom vliegbasis Volkel.



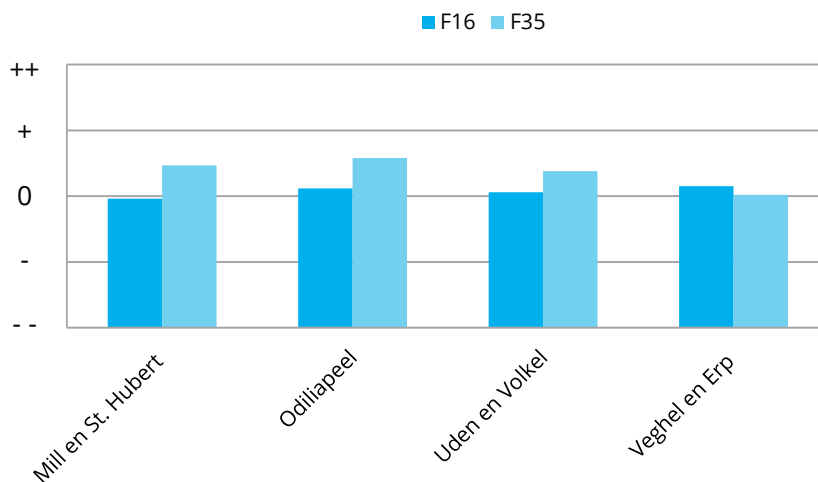
Figuur 3-14: Geluidbeoordeling per passage: hoe hoog het geluid klonk rondom vliegbasis Volkel.



Figuur 3-15: Geluidbeoordeling per passage: hoe trillend het geluid werd ervaren rondom vliegbasis Volkel.

De beoordeling **hoe hoog het geluid klonk** rondom de vliegbasis Volkel is per passage zichtbaar in Figuur 3-14. De figuur laat zien dat de verschillen klein zijn. Voor één passage (passage 3b) beoordeelden de deelnemers het geluid van de F-35 als significant lager dan het geluid van de F-16.

Figuur 3-15 laat de beoordeling zien **hoe trillend het geluid werd ervaren** rondom vliegbasis Volkel. De beoordelingen van de verschillende passages en de verschillende vliegtuigtypen liggen over het algemeen niet ver uit elkaar. Voor 3 van de 16 passages (passage 3a, 4b, 5b) werden significant meer trillingen ervaren bij het geluid van de F-35 in vergelijking met de F-16.



Figuur 3-16: Geluidbeoordeling per woonkern: hoe hard het geluid klonk rondom vliegbasis Volkel

Figuur 3-16 geeft een overzicht van de gemiddelde beoordelingen **hoe hard het geluid klonk** in de verschillende **woonkernen** in de omgeving van vliegbasis Volkel. Hierin is te zien dat dat er een neiging was in Mill en St. Hubert, Odiliapeel, Uden en Volkel het geluid van de F-35 iets harder te beoordelen dan dat van de F-16. In Veghel en Erp was dat andersom.

### 3.3.4 Geluidbeleving samengevat: beleving rondom de vliegbases Leeuwarden en Volkel

De beleving van de deelnemers rondom de vliegbases Leeuwarden en Volkel toont zowel overeenkomsten als verschillen in de beoordeling van de F-35 en de F-16.

Rond de vliegbases Leeuwarden en Volkel beoordeelden de deelnemers **hoe hard het geluid klonk**. Zowel rondom de vliegbases Leeuwarden en Volkel werd bij sommige passages de F-35 significant harder beoordeeld dan de F-16. De F-35 werd significant harder beoordeeld dan de F-16 tijdens de Instrument Flying Rules (IFR) start (passage 9b en 5b / 12b), tijdens de VFR start (passage 8b, 10b en 4b / 11b) en bij de IFR landing (passage 8a, 3a / 10a en 6a). Een significant verschil betekent hier dat het verschil waarschijnlijk niet op toeval berust. De verschillen tussen de F-35 en de F-16 werden als klein ervaren. De F-35 werd daarbij over het algemeen als luider beleefd. Dit is geen verrassing, de F-35 heeft immers een hoger gewicht en een krachtiger motor dan de F-16. De F-35 werd als minder luid ervaren tijdens de start van de F-35 en de F-16 met naverbrander. De F-35 met zijn krachtige motor versnelt

veel harder dan de F-16, waardoor de F-35 eerder de naverbrander kan uitzetten en steiler kan klimmen. Hierdoor blijft het geluid voor de omwonenden in het verlengde van de baan beperkt.

De verschillen in de beoordeling **hoe hoog het geluid klonk** rondom de vliegbases Leeuwarden en Volkel waren klein. Alleen tijdens de Closed Circuit start (passage 3b) werd een significant verschil gevonden in de beoordeling door de deelnemers rond beide vliegbases, waarbij het geluid van de F-35 als lager werd beoordeeld in vergelijking met de F-16.

De deelnemers rondom de vliegbases Leeuwarden en Volkel beoordeelden ook **hoe trillend het geluid werd ervaren**. De F-35 werd significant meer trillend ervaren dan de F-16 tijdens de IFR start (passage 5b), tijdens de VFR start (passage 4b) en tijdens de IFR landing (passage 8a, 3a).

## 4 Geluidsniveaus

Naast het belevingsonderzoek voerde het NLR tijdens de belevingsvluchten geluidmetingen uit om inzicht te krijgen in de piekniveaus die de F-35 en F-16 produceerden. De geluidmetingen worden ook wel “puntmetingen” genoemd, omdat het momentopnamen zijn waarvan de resultaten inzicht geven in de piekniveaus op de specifieke meetlocaties en onder lokale (weers)condities.

### 4.1 Meetlocaties

De geluidmetingen vonden plaats op 5 locaties in de omgeving van vliegbasis Leeuwarden en 5 locaties in de omgeving van vliegbasis Volkel. Figuur 4-1 en Figuur 4-2 tonen een overzicht van de ligging van de verschillende meetlocaties. De exacte ligging van de meetlocaties is weergegeven in Appendix E.

De locaties zijn vastgesteld in overleg met omwonenden van beide bases. De meetlocaties zijn zodanig gekozen dat ze globaal inzicht geven in:

- Piekniveaus in verschillende woonkernen in de omgeving van beide bases.
- Piekniveaus op een fietspad dicht bij vliegbasis Leeuwarden.

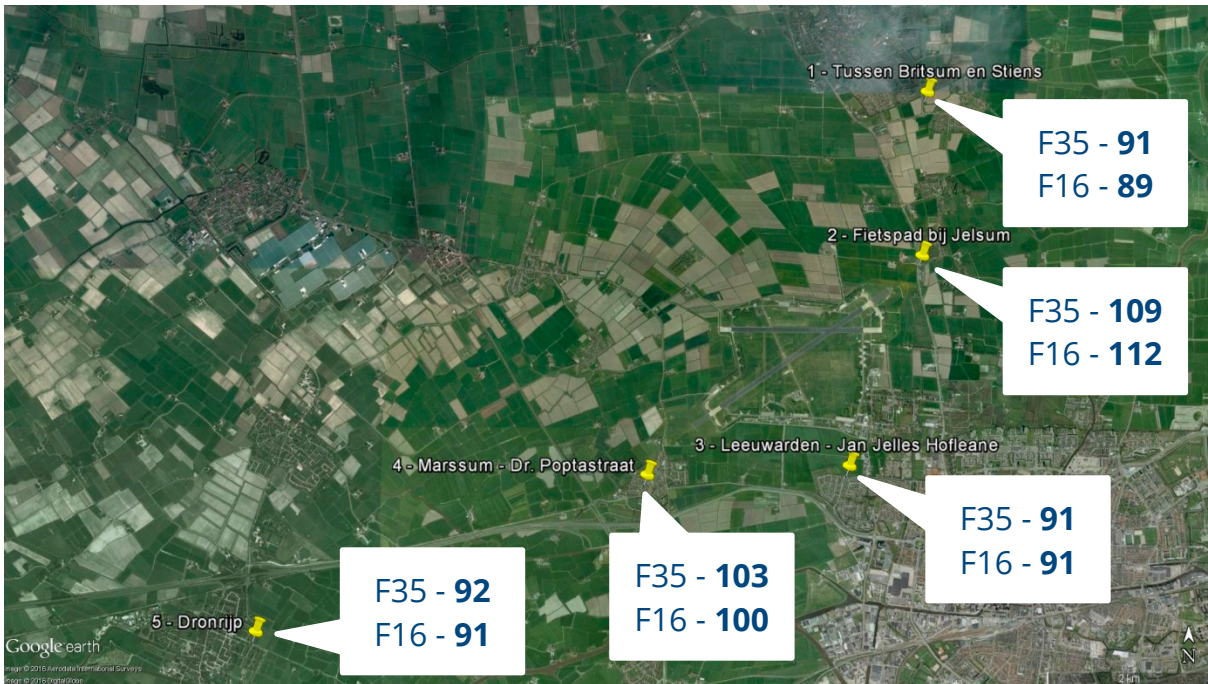
### 4.2 Resultaten

Tijdens de belevingsvluchten zijn op iedere meetlocatie geluidmetingen uitgevoerd. Per passage is het piekniveau gemeten van de F-35 en de F-16. Vanwege het geringe aantal metingen en de beperkte meetperiode kan de geluidbelasting uitgedrukt in Kosteneenheden, zoals gebruikelijk is voor de wettelijke berekeningen over een geheel jaar, niet bepaald worden op basis van deze metingen. Wel is het mogelijk om de gemeten piekniveaus van bepaalde passages te vergelijken.

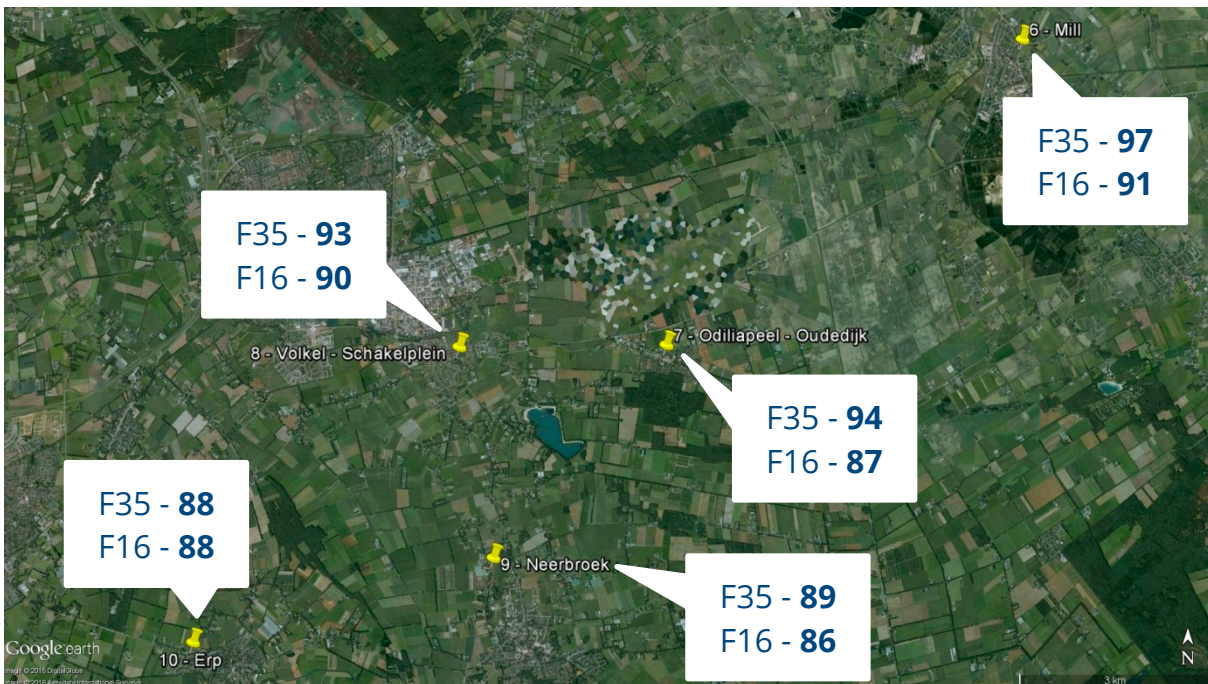
De term ‘piekniveau’ staat hier voor het hoogste geluidsniveau dat wordt gemeten gedurende de passage van een vliegtuig op een specifieke locatie. Het piekniveau (ook wel  $L_{Amax}$  genoemd) wordt uitgedrukt in dB(A). Meer informatie over geluidmaten en het meten van vliegtuiggeluid staat in referentie 1.

#### 4.2.1 Maximale piekniveaus van de belevingsmetingen

Beide toestellen hebben meerdere passages uitgevoerd en van elke passage is het piekniveau gemeten als de passage hoorbaar was. Appendix F geeft voor elke meetpost een overzicht van alle gemeten passages van beide toestellen. De maximale gemeten piekniveaus per meetpost staan in Figuur 4-1 voor Leeuwarden en in Figuur 4-2 voor Volkel. In de figuren staat het hoogste piekniveau per meetpost weergegeven dat tijdens alle passages is geregistreerd voor zowel de F-35 als de F-16. Dit wil zeggen dat het hoogste niveau van de F-16 door een andere passage veroorzaakt kan zijn dan het hoogste niveau van de F-35.



Figuur 4-1: Maximale gemeten geluidsniveaus -  $L_{Amax}$  - rondom vliegbasis Leeuwarden in dB(A). Noot: De maximale waarden kunnen bij verschillende passages gemeten zijn.



Figuur 4-2: Maximale gemeten geluidsniveaus -  $L_{Amax}$  - rondom vliegbasis Volkel in dB(A). Noot: De maximale waarden kunnen bij verschillende passages gemeten zijn.

De hoogste niveaus zijn gemeten op het fietspad bij Jelsum. De omwonenden hebben verzocht om hier te meten uit zorg voor mogelijke gehoorschade van fietsende kinderen. Dat in deze meetpost de hoogste piekniveaus zijn gemeten komen dan ook overeen met de verwachtingen vooraf. Voor dit meetpunt geldt:



- Het hoogst gemeten niveau van 112 dB(A) is afkomstig van de F-16. Het hoogste piekniveau van de F-35 lag op deze locatie 3 dB(A) lager op 109 dB(A). Het feit dat het maximale piekniveau van de F-16 hier hoger ligt, komt mede doordat de F-35 tijdens de start ter hoogte van deze meetpost doorgaans op grotere hoogte vliegt.

Dat juist bij de meetpost bij het fietspad de hoogste waarden gemeten zijn, komt doordat startende vliegtuigen met een hoog motorvermogen op geringe hoogte recht over deze locatie vliegen. Ook landend verkeer komt op geringe hoogte recht over.

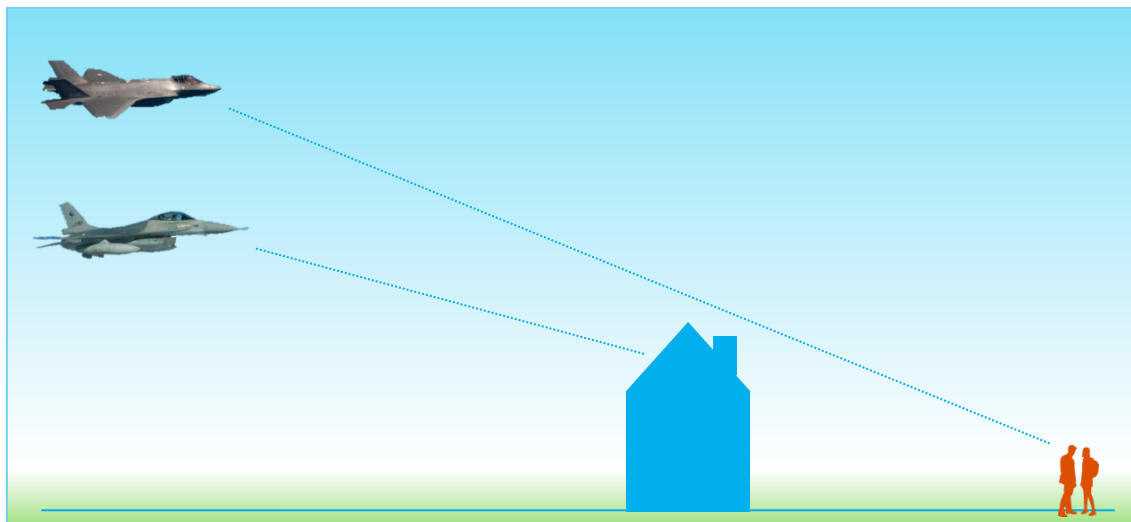
Kijkend naar de resultaten van alle meetposten, blijkt het volgende met betrekking tot de maximale geluidsniveaus die zijn gemeten:

- Voor zeven van de tien meetposten zijn de maximale niveaus van de dag veroorzaakt door de F-35. Voor twee locaties was er geen verschil en op één locatie heeft de F-16 de hoogste niveaus veroorzaakt. De maximale waarden kunnen bij verschillende passages gemeten zijn.
- Voor acht van de tien meetposten geldt dat de maximale gemeten geluidsniveaus van de F-35 niet meer dan 3 dB(A) hoger waren dan voor de F-16.
- Voor de overige twee meetposten, namelijk de post in Mill en Odiliapeel, waren de verschillen tussen de F-35 en de F-16 groter. In Mill was het maximale piekniveau van de F-35 namelijk 6 dB(A) hoger en in Odiliapeel was het maximale piekniveau van de F-35 7 dB(A) hoger.
- Het gemiddelde verschil tussen alle maximale piekniveaus van beide toestellen over alle meetposten bedraagt 3 dB(A).

Bij de meetpost in Mill werd de hoogste piekwaarde veroorzaakt doordat de F-35 relatief laag vloog, waardoor extra gas gegeven moest worden om hiervoor te corrigeren. Zonder deze niet gangbare passage zou het hoogste piekniveau van de F-35 in Mill 3 dB(A) hoger zijn dan het hoogste piekniveau van de F-16.

In Odiliapeel zijn de verschillen tussen beide toestellen groter. De meest voor de hand liggende verklaring is dat de F-35 vaak op grotere hoogte vloog dan de F-16 bij het passeren van Odiliapeel. Het geluid van de F-16 werd daardoor op deze meetlocatie regelmatig afgeschermd door huizen, terwijl dit met het geluid van de F-35 niet of in mindere mate gebeurde. Deze situatie is in Figuur 4-3 schematisch weergegeven. Deelnemers aan de enquête hebben dit ook waargenomen. Zij merkten op dat de F-16 lager vloog en dat de vliegbaan van de F-35 afweek van wat gebruikelijk is en zo meer overlast gaf. Dit betekent dat het feit dat de F-35 sneller kan klimmen op specifieke locaties kan leiden tot hogere geluidsniveaus op de grond.

Bij de verschillen die in deze paragraaf zijn genoemd kan nog worden opgemerkt dat verschillen van 3 dB(A) of minder voor de gemiddelde waarnemer moeilijk te horen zijn. Uit diverse studies is bekend dat mensen pas vanaf 5 dB(A) echt een duidelijk verschil gaan horen. Bij een verschil van 10 dB(A) wordt geluid over het algemeen als twee keer zo hard ervaren (referentie 3).



Figuur 4-3: Schematische voorstelling van afscherming

#### 4.2.2 Gemiddelde gemeten geluidsniveaus

Beide toestellen hebben meerdere passages uitgevoerd en elke passage in de buurt van een meetpost geeft een eigen piekniveau. In Appendix F is voor elke meetpost een overzicht opgenomen van alle gemeten passages van beide toestellen. Daarbij zijn alleen die passages vergeleken die duidelijk boven het achtergrondgeluid uit kwamen<sup>6</sup>.

Uit de metingen blijkt dat tijdens de belevingsvluchten:

- Gemiddeld ligt het piekniveau van een startende F-35 3 dB(A) hoger dan dat van een F-16.
- Gemiddeld ligt het piekniveau van een landende F-35 7 dB(A) hoger dan dat van een F-16.

Als naar de resultaten per locatie wordt gekeken, dan valt het volgende op:

- Voor de landingen geldt dat de verschillen tussen de F-35 en de F-16 het grootst zijn voor de meetposten in Dronrijp en Mill. Het gemiddelde verschil bedroeg respectievelijk 10 en 12 dB(A).
- Voor starts werden de grootste verschillen gevonden voor de meetposten in Leeuwarden en Odiliapeel, waar de F-35 respectievelijk 8 en 6 dB(A).
- Bij de meetposten bij het fietspad en in Volkel produceerden starts met de F-16 gemiddeld hogere piekniveaus.
- Voor individuele passages zijn verschillen gemeten van min 14 tot plus 18 dB(A). Een positief verschil betekent dat de F-35 luider is dan de F-16.

In paragraaf 4.2.1 zijn de oorzaken voor de verschillen in de meetposten in Mill, Odiliapeel en bij het fietspad besproken. De verschillen in de gemiddelde piekniveaus hebben dezelfde oorzaken. In Volkel droeg één start waarbij de F-16 een duidelijk hoger piekniveau produceerde sterk bij aan het feit dat de F-16 gemiddeld hogere piekniveaus veroorzaakte.

<sup>6</sup> Waarneembare passages zijn passages waarvan het piekniveau boven de 60 dB(A) uit komt en 10 dB(A) boven het gemiddelde achtergrondgeluid op de meetlocatie uit komt. Ook mogen metingen niet verstoord worden door andere geluidbronnen zoals wegverkeer.

Het grote gemiddelde verschil voor landingen in Dronrijp wordt vooral veroorzaakt door twee landingen. Hiervoor bestaan meerdere mogelijke oorzaken. Eén verklaring is dat de F-16 in beide gevallen met een relatief hoge snelheid aanvloog op de meetpost en snelheid verminderde voor de nadering, waardoor het waarschijnlijk is dat het toestel geen gas hoefde te geven. Dit betekent dat het motorvermogen lager was dan normaal gesproken tijdens deze fase van de landing, waardoor het toestel minder geluid produceerde. Een andere verklaring is dat de F-35 corrigeerde voor verlies van snelheid en hoogte met extra vermogen, waardoor extra geluid werd gemaakt. Met behulp van een toekomstig meetnet kan desgewenst nader onderzocht worden in hoeverre dit een gangbaar verschil is. In de meetpost in Leeuwarden zijn een aantal starts gemeten waarbij sprake is van een relatief groot verschil. Ook hiervoor is geen duidelijke oorzaak aan te wijzen. Deze gevallen kunnen nader onderzocht worden met een permanent meetnet.

## 5 Conclusies

Tijdens de belevingsvluchten van 26 mei 2016 heeft het NLR de beleving van omwonenden gemeten. Daarnaast zijn op 5 locaties nabij de vliegbasis Leeuwarden en 5 locaties nabij de vliegbasis Volkel geluidmetingen uitgevoerd. Dit hoofdstuk bevat de conclusies uit het onderzoek. In sectie 5.1 staan de conclusies uit het belevingsonderzoek en in sectie 5.2 staan de conclusies uit de geluidsmetingen.

De resultaten en conclusies uit dit onderzoek zijn gebaseerd op een relatief klein aantal metingen en waarnemingen. Daarom kunnen deze resultaten en conclusies de resultaten van een grotere studie overschatten, onderschatten of redelijk weerspiegelen. Daarom moeten de resultaten en conclusies uit dit rapport voorzichtig worden geïnterpreteerd en niet worden gebruikt als afspiegeling van de beleving op lange termijn en de jaarlijkse geluidsbelasting.

### 5.1 Beleving

Tijdens de belevingsvluchten is onderzocht of de deelnemers de F-35 anders beleefd hebben dan de F-16. Het onderzoek naar de beleving leidt tot de volgende conclusies:

- De deelnemers ervoeren het verschil in geluid van de F-35 en de F-16 op de drie gemeten aspecten (zachter – harder, lager – hoger, minder trillend – meer trillend) als klein.
- Het geluid van de F-35 werd door de deelnemers iets harder ervaren dan het geluid van de F-16.
- De deelnemers beoordeelden hoe hoog het geluid klonk van de F-35 niet anders dan de F-16.
- De deelnemers ervoeren het geluid van de F-35 iets meer trillend dan het geluid van de F-16.

### 5.2 Geluidsniveaus

Tijdens de belevingsvluchten zijn ondersteunend aan het belevingsonderzoek op 10 locaties geluidsmetingen uitgevoerd. De verschillen in de geluidsniveaus tussen de F-35 en de F-16 hangen niet alleen samen met de verschillende geluidproductie van beide toestellen, maar hebben ook andere oorzaken zoals verschillen in gevlogen routes. De kleinschalige geluidsmetingen leiden tot de volgende conclusies:

- De hoogste niveaus zijn gemeten op het fietspad bij Jelsum. Dit komt overeen met de verwachtingen vooraf omdat deze meetlocatie het dichtst bij de kop van de baan ligt.
- Het hoogst gemeten niveau van 112 dB(A) is afkomstig van een startende F-16. Het hoogste piekniveau van de F-35 lag op deze locatie 3 dB(A) lager op 109 dB(A). Dit niveau werd geregistreerd bij één start en bij één landing.
- Voor zeven van de tien meetposten zijn de maximale niveaus van de dag veroorzaakt door de F-35. Voor twee locaties was er geen verschil en op één locatie heeft de F-16 de hoogste niveaus veroorzaakt.
- Het gemiddelde verschil tussen de maximale piekniveaus van beide toestellen over alle meetposten bedraagt 3 dB(A). Een positief verschil betekent dat de F-35 luider is dan de F-16. Bij twee

meetposten werd een verschil van meer dan 3 dB(A) tussen de hoogst gemeten waarden geconstateerd.

- Het gemiddelde verschil tussen de piekniveaus van beide toestellen over alle meetposten tijdens de start bedraagt 3 dB(A) en tijdens de landing 7 dB(A).
- Voor individuele passages zijn verschillen in piekniveaus gemeten tussen de F-35 en de F-16 van min 14 tot plus 18 dB(A). De verschillen van 18 dB(A) zijn gevonden tijdens landingen waarbij zowel de F-35 als de F-16 geluidsniveaus van minder dan 90 dB(A) veroorzaakten.

## 6 Referenties

1. R.H. Hogenhuis, et al., *Beantwoording vragen met betrekking tot de motie Eijsink*, NLR-CR-2015-186, Nederlands Luchtvaart- en Ruimtevaartcentrum, februari 2016.
2. ANSI/ASA S12.75-2012, *Methods for the Measurement of Noise Emissions from High Performance Military Jet Aircraft*, American National Standards Institute
3. Berenice Goelzer, Colin H. Hansen, Gustav A. Sehrndt, *Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control*, World Health Organization, 2001.

## Appendix A Beschrijving van de gevlogen passages

Tabel A-1: Beschrijving van de gevlogen passages

Naam	Baan richting	Passage nummer		Omschrijving
		Leeuwarden	Volkel	
AB TO START	ZW	0b	7b (M)	Naverbrander start met rugwind.
IFR straight in LDG	ZW	8a	1a	Landing vanuit een lange rechtuit nadering met rugwind.
VFR START	ZW	8b	1b	Start met rugwind waarbij een route wordt gevlogen waarbij woonkernen waar mogelijk worden ontlast.
Overhead break LDG, final turn	ZW	9a	2a	Nadering met rugwind op 500 meter hoogte tot boven het vliegveld, daarna een 180° bocht, vervolgens een dalende 180° bocht richting de landingsbaan.
IFR SID LW1/VK2 START	ZW	9b	2b	Rugwind start, wordt normaliter gevlogen in minder goed weer, waarbij rechtuit wordt geklommen.
IFR straight in LDG	NO	10a	3a	Landing vanuit een lange rechtuit nadering met tegenwind.
Closed circuit START	NO	11b	3b	Doorstart na een landing met tegenwind, waarbij een klimmende 180° bocht wordt gemaakt om een nieuwe landing in te zetten.
Final turn LDG	NO	12a	4a	Dalende 180° bocht met tegenwind vanaf 500 meter hoogte richting de landingsbaan.
VFR START	NO	10b	4b	Start met tegenwind waarbij een route wordt gevlogen waarbij woonkernen zoveel mogelijk worden ontlast.
Overhead break, final turn LDG	NO	11a	5a	Nadering met tegenwind op 500 meter hoogte tot boven het vliegveld, daarna een 180° bocht, vervolgens een dalende 180° bocht richting de landingsbaan en een landing.
IFR SID LW3/VK7 START	NO	12b	5b	Tegenwind start, wordt normaliter gevlogen bij minder goed weer, waarbij rechtuit wordt geklommen.
IFR Straight in LDG VKL	ZW		6a	Landing vanuit een lange rechtuit nadering met rugwind.
Closed circuit START	ZW	13b	6b	Doorstart na een landing met rugwind, waarbij een klimmende 180° bocht wordt gemaakt om een nieuwe landing in te zetten.
Final turn, full stop LDG	ZW	14a	7a (M)	Dalende 180° bocht vanaf 500 meter hoogte richting de landingsbaan waarna met rugwind een landing tot taxiselheid wordt gemaakt.
Final turn VK	ZW		7a (A)	Dalende 180° bocht met rugwind vanaf 500 meter hoogte richting de landingsbaan.
IFR SID VK6 START	ZW		7b (A)	Rugwind start met minder goed weer, waarbij rechtuit wordt geklommen.
Overhead break LDG LWD	NO	13a		Nadering met rugwind op 500 meter hoogte tot boven het vliegveld, daarna een 180° bocht, vervolgens een dalende 180° bocht richting de landingsbaan en een landing.

M = Middagvlucht, A = Avondvlucht  
NO = noordoost (tegenwind), ZW = zuidwest (rugwind)

## Appendix B Respondent informatie

Omwonenden en andere geïnteresseerden hadden via de website toegang tot informatie over het onderzoek. Twee pagina's met informatie waren algemeen toegankelijk: één pagina met uitleg over het doel van het onderzoek en één pagina met daarop 'tips en tricks' bij het invullen van de vragenlijst. De deelnemers aan het onderzoek kregen daarnaast nog de invulinstructie te zien. Alle teksten zijn in deze appendix opgenomen.

### Waarom beleven? (doel van het onderzoek)

In 2019 begint de vervanging van de F-16 door de F-35 op de vliegbases Volkel en Leeuwarden. U, als omwonende van deze vliegbases, wilt graag duidelijkheid over het geluid dat de F-35 maakt in vergelijking tot de F-16. De Minister van Defensie heeft daarom aangeboden om een F-35 naar Nederland te laten komen om u het geluid te laten beleven. Naar verwachting wordt eind mei hiervoor een belevingsvlucht uitgevoerd. Tijdens deze vlucht krijgt u uitgebreid de mogelijkheid het geluid van de F-35 te vergelijken met dat van een F-16. Beide vliegtuigen vliegen kort na elkaar de aankomst en vertrek routes. Zodoende beleeft en vergelijkt u in uw eigen omgeving het geluid. Ter ondersteuning van de geluidsbeleving, laat defensie per vliegbasis vijf meetpunten inrichten door het NLR. Hiermee worden piekwaarden gemeten op bepaalde posities, zoals woonkernen, fietspaden, etc... Deze locaties zijn in overleg met de omwonenden vertegenwoordigers gekozen.

Om een zo volledig mogelijk beeld te vormen over hoe u het geluid van het nieuwe vliegtuig ervaart, wordt u verzocht uw ervaringen te delen via een korte vragenlijst op het internet. Tijdens het voorbij vliegen van de vliegtuigen worden steeds enkele eenvoudige vragen over het beleefde geluid gesteld. Voor een geslaagd onderzoek hopen wij op uitgebreide deelname van u als omwonende.

Als u mee wilt doen aan dit onderzoek kunt u zich inschrijven, hiermee ontvangt u in uw e-mail box een link met een registratiecode. Met deze code krijgt u toegang tot de vragenlijst en kunt u hem op de dag van de overvluchten invullen.

Daarnaast kunt u zich ook aanmelden voor de informatieavonden over de belevingsvluchten. Om zeker te stellen dat uw ervaring tijdens de belevingsvlucht goed door het computersysteem wordt geregistreerd, krijgt u tijdens de informatieavonden uitgebreid uitleg en wordt voorgedaan hoe u de vragen op de computer moet beantwoorden. Wij raden u dan ook ten zeerste aan deel te nemen aan deze informatieavonden. Naast de enquête instructie informeren wij u ook uitvoerig over het verloop van de belevingsvlucht. U krijgt ook uitleg over de factoren die van invloed zijn op het verspreiden van vliegtuig geluid, die dus ook van invloed zijn op de manier waarop het geluid door u wordt beleefd onder verschillende omstandigheden.

Aan het einde van de uitleg is ruim gelegenheid om vragen te stellen aan een panel van deskundigen.



## Tips & Trics bij het invullen van de vragenlijst

- Ga op tijd klaar zitten voor de vluchten.
- Houd uw registratiecode (token/link) bij de hand. Met die code kunt u het formulier snel weer openen om door te gaan.
- U kunt dezelfde registratiecode (token/link) gebruiken om de eerste en de tweede vlucht te beoordelen.
- Ga tijdens de belevingsvluchten op een plek te gaan zitten waar u normaal bent als er vanaf de vliegbasis gevlogen wordt. U kunt aangeven in de vragenlijst of u binnen of buiten was.

De belevingsvlucht is opgedeeld in een aantal passages. Voorbeelden van passages zijn een start, een landing, een bepaalde bocht of een circuit. Een passage kan daardoor korter of langer duren en meerdere geluidspieken bevatten.

- Beoordeel alle hoorbare passages. De vragenlijst geeft u de mogelijkheid om veel passages te beoordelen, maar in de praktijk zult u er 7 tot 14 nodig hebben. Dat aantal is vooral afhankelijk van waar u zich bevindt tijdens het invullen.
- Zolang u nog geen email heeft gehad dat de vluchten zijn afgelopen, kunnen er nog passages komen! De tijd tussen de passages bedraagt minimaal 3 a 4 minuten.
- Beoordeel van iedere passage het maximale volume en vul dan de vragenlijst direct in.
- Vlak voor iedere vlucht zal de vragenlijst opnieuw geladen worden. Hierdoor is de vragenlijst enkele minuten niet beschikbaar. U kunt hierna weer normaal inloggen met uw registratiecode (token/link).
- Mocht er een probleem met uw computer of browser zijn, start de computer dan weer op. U kunt de resterende passages daarna gewoon beoordelen.

Veel succes en alvast vriendelijk dank voor uw medewerking!

## Instructie bij het invullen

Voor dit onderzoek zullen **twee vliegtuigen (een F-16 en een F-35) een aantal keer passeren.**

Wij willen graag weten **hoe u het geluid ervaart** en het verschil in ervaring tussen de vliegtuigen onderzoeken in uw normale omgeving. Wij vragen u daarom om tijdens de belevingsvluchten op een plek te gaan zitten waar u normaal bent als er vanaf de vliegbasis gevlogen wordt. U kunt aangeven in de vragenlijst of u binnen of buiten was.

De belevingsvlucht is opgedeeld in een aantal **passages**. Voorbeelden van passages zijn een start, een landing, een bepaalde bocht of een circuit. Een passage kan daardoor korter of langer duren en meerdere geluidspieken bevatten. Het is mogelijk om de passage of de afzonderlijke pieken te beoordelen.

De tijd tussen de passages zal minimaal 3 a 4 minuten bedragen. De vragenlijst geeft u de mogelijkheid om veel passages te beoordelen, maar in de praktijk zult u er 7 tot 14 nodig hebben. Dat aantal is

vooral afhankelijk van waar u zich bevindt tijdens het invullen. **Zolang u nog geen email heeft gehad dat de vluchten zijn afgelopen kan, kunnen er nog passages komen!**

Het plan is om zowel laat in de middag als vroeg in de avond vluchten uit te voeren. Dit om een grotere groep mensen in staat te stellen de belevingsvluchten te ervaren. U kunt dezelfde **registratiecode (token)** gebruiken om zowel de middag- als de avondvluchten te beoordelen.

De vliegtuigen zullen na de start **(de eerste twee passages)** vanaf Leeuwarden doorgaan naar vliegbasis Volkel om daar passages uit te voeren. De **duur** van de passages in **Volkel** is ongeveer **één uur en 15 minuten**. **Anderhalf uur** na de start keren de vliegtuigen terug om **in Leeuwarden** passages uit te voeren. Als u in de **omgeving van Leeuwarden** woont, houdt u er dan rekening mee dat **tussen uw eerste beleving (de eerste start) en de overige passages in Leeuwarden anderhalf uur zit**.

Vul in ieder geval voor u begint met beoordelen de **postcode in van het adres waar u de geluiden beluisterd**. Dit is van belang omdat zonder juiste postcode uw beoordelingen niet gekoppeld kunnen worden aan de passerende vliegtuigen, en we uw gegevens dus niet kunnen verwerken.

Er is een **oefenformulier** opgenomen om u voor te bereiden op het invullen als de vliegtuigen overkomen.

We vragen u de **vragenlijst** in te vullen direct nadat u een geluid heeft gehoord. Wacht tot het geluid zijn **maximale volume bereikt** heeft en beoordeel dan het geluid. De vragen gaan alleen over het geluid dat u zojuist heeft gehoord. Iedere passage mag u opnieuw beoordelen.

Naast uw reactie op het geluid worden tenslotte ook enkele **algemene gegevens** van u gevraagd. Dit is van belang om meer nuance aan de uitkomsten van het onderzoek te kunnen geven, maar het is niet verplicht.

Uiteraard worden alle resultaten anoniem gerapporteerd.

Mocht er een **probleem met uw computer of browser** zijn, dan kunt **gewoon weer opstarten** en de overige passages beoordelen. Het is daarom verstandig uw **registratiecode (token) bij de hand te houden**. Met die code kunt u het formulier snel weer openen om door te gaan.

Op de **website** en per **email** wordt u op de hoogte gehouden tijdens de vluchten van de status. **Houdt daarom uw email of de website in een aparte browser of tabblad bij de hand**.

**Sluit** uw browser tijdens het experiment **niet af!**

**Veel succes en alvast vriendelijk dank voor uw medewerking!**

# Appendix C Vragenlijst

## Oefenformulier

### Belevingsvluchten

#### Oefenformulier

Om het gebruik van het formulier te oefenen is er een oefengeluid. De bedoeling is dat u dit geluid zo goed mogelijk probeert te beoordelen aan de hand van de onderstaande vragen.

Oefengeluid afspelen 

(speelt af in YouTube, kan een nieuw tabblad openen)



\*  
Hoe klonk het geluid van het vliegtuig dat u zojuist hoorde in vergelijking tot het geluid dat u vrijwel dagelijks hoort?

	--	-	0	+	++	
Zachter	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Harder
Lager	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Hoger
Minder trillingen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Meer trillingen



Klik het vakje aan dat volgens u het meest van toepassing is.

## Wachten op het volgende vliegtuiggeluid

### Belevingsvluchten

#### Vliegtuiggeluid

Wachten op het vliegtuiggeluid

\* Hoort u een vliegtuig?

Kies één van de volgende antwoorden

- Ja, geluid beoordelen
- Nee, vragenlijst afronden (alle geplande passages zijn voorbij)  
*(op de website [www.belevingsvluchten.nl](http://www.belevingsvluchten.nl) of uw email kunt u de laatste status voor de passages vinden)*



Beantwoord deze vraag pas bij aanvang van de belevingen.

N.B.: U kunt niet terug naar een vorige pagina.


## Beoordelen van een vliegtuiggeluid

### Belevingsvluchten

#### Vliegtuiggeluid beoordelen

\* Hoe klonk het geluid van het vliegtuig dat u zojuist hoorde in vergelijking tot het geluid dat u vrijwel dagelijks hoort?

	--	-	0	+	++	
Zachter	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Harder
Lager	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Hoger
Minder trillingen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Meer trillingen

 Wilt u aanklikken wat volgens u het meest van toepassing is?

\* Waar heeft u de vliegtuiggeluiden beluisterd?

Kies één van de volgende antwoorden

Binnen

Buiten

## Algemene gegevens

Deelnemers werd vooraf gevraagd de postcode in te vullen van het adres waarop ze op dat moment waren. Na het beoordelen van de vliegtuiggeluiden werden nog een aantal algemene vragen gesteld. Het beantwoorden van deze vragen was niet verplicht.

### Belevingsvluchten

#### Algemene gegevens

\* Wat is uw geslacht?

Kies één van de volgende antwoorden

- Man
- Vrouw
- Geen antwoord

### Belevingsvluchten

\* Wat is uw leeftijdscategorie?

Kies één van de volgende antwoorden

- Jonger dan 20
- 20 - 29
- 30 - 39
- 40 - 49
- 50 - 64
- 65 - 79
- Ouder dan 79
- Geen antwoord

## Belevingsvluchten

\* Bevindt u zich tijdens het luisteren naar het vliegtuiggeluid op de locatie waar u normaal gesproken rond deze tijd op een doordeweekse dag verblijft?

Kies één van de volgende antwoorden

- Ja
- Nee
- Geen antwoord

## Belevingsvluchten

\* Is dit gebied uw:

Kies één van de volgende antwoorden

- Woonhuis
- Werkomgeving
- Winkelgebied
- Recreatiegebied
- School
- Geen antwoord
- Andere:

## Belevingsvluchten

\* Hoe is de vragenlijst ingevuld?

Kies één van de volgende antwoorden

- Alleen
- Samen met collega's of familie
- Klassikaal
- Geen antwoord
- Andere:

## Belevingsvluchten

Zijn er aspecten waarin de vliegtuiggeluiden van elkaar verschiden die voor u van belang zijn, en waar niet naar gevraagd is?

Ja

Nee

Niet van toepa

Heeft u nog opmerkingen of aanvullingen bij de belevingsvluchten?



## Appendix D Volledige analyse belevingsmetingen

### Leeuwarden

Tabel D-1 geeft aan wat de deelnemers gemiddeld voor beoordeling gegeven hebben voor alle passages die 's middags en 's avonds uitgevoerd zijn op Leeuwarden. De waarden (1, 2, 3, 4, 5) representeren de gegeven antwoorden die op de schaal werden vertoond van "minder" tot "meer" (--, -, 0, +, ++). De waarden in blauw geven aan dat de beoordeling van beide toestellen van elkaar verschillen<sup>7</sup>, waarbij de hoogste van de twee in het blauw wordt gepresenteerd.

Tabel D-1: Vergelijkingen tussen variabelen voor alle soortgelijke vluchten voor beide types vliegtuigen

Leeuwarden			F16				F35			
Passage		N Beide	Zachter	Lager	Minder trillend	N F16	Zachter	Lager	Minder trillend	N F35
			Harder	Hoger	Meer trillend		Harder	Hoger	Meer trillend	
AB TO START (ZW)	0b	54	2.98	2.80	3.06	92	3.33	2.81	3.30	69
IFR straight in LDG (ZW)	8a	12	2.58	2.92	2.42	26	4.00	2.67	3.75	17
VFR START (ZW)	8b	26	2.73	2.88	2.96	41	3.46	2.96	3.35	46
Overhead break LDG, final turn (ZW)	9a	68	3.19	2.69	3.01	105	3.34	2.66	3.19	92
IFR SID LW1 START (ZW)	9b	45	2.98	2.87	2.98	89	3.71	2.89	3.40	54
IFR straight in LDG (NO)	10a	28	2.57	2.86	2.96	42	3.64	3.18	3.46	54
Closed circuit START (NO)*	11b	50	3.12	2.96	3.04	74	3.18	2.56	3.06	82
Final turn LDG (NO)	12a	18	2.72	2.83	2.94	48	3.33	2.94	3.22	41
VFR START (NO)	10b	55	3.07	2.85	3.02	77	3.80	2.80	3.42	82
Overhead break, final turn LDG (NO)	11a	50	2.54	2.72	2.86	87	2.60	2.86	2.78	83
IFR SID LW3 START (NO)	12b	41	3.12	2.90	3.07	55	3.76	3.07	3.51	59
Closed circuit START (ZW)	13b	26	2.88	2.96	2.92	34	3.19	3.15	3.27	39
Final turn, full stop LDG (ZW)	14a	8	3.13	3.13	3.13	10	3.13	2.88	2.88	17
Overhead break LDG LWD	13a	33	2.94	2.85	2.85	42	3.24	2.58	2.58	56

<sup>7</sup> op basis van een Wilcoxon Signed Rank test, met betrouwbaarheid 95%

Tabel D-2 geeft een overzicht van de gemiddelde beoordeling hoe hard het geluid klonk per woonkern rondom de vliegbasis Leeuwarden. De woonkernen zijn gesplitst naar postcodes.

*Tabel D-2: Beoordelingen van hoe hard het geluid klonk per woonkern rondom vliegbasis Leeuwarden*

<b>Woonkern</b>	<b>Postcodes</b>	<b>F-16</b>	<b>F-35</b>
Marsum	9034	2.80	3.08
Jelsum, Koarnjum, 't Haantje	9056 t/m 9057	3.44	3.64
Britsum & Stiens, Bartlehiem, Tichelwurk, Hijum, Finkum	9051 t/m 9055	3.27	3.19
Dronryp	9035	2.50	2.75
Leeuwarden (incl. kleine dorpen)	8911 t/m 9012	2.92	3.10

## Volkel

Tabel D-3 geeft aan wat de deelnemers gemiddeld voor waardering gegeven hebben voor alle vliegbewegingen die 's middags en 's avonds uitgevoerd zijn op Volkel.

De waarden (1, 2, 3, 4, 5) representeren de gegeven antwoorden die op de schaal werden vertoond van "veel minder" tot "veel meer" (--, -, 0 +, ++). De waarden in blauw geven aan dat de beoordeling van beide toestellen van elkaar verschillen<sup>8</sup>, waarbij de hoogste van de twee in het blauw wordt gepresenteerd.

Tabel D-3: Vergelijkingen tussen variabelen voor alle soortgelijke vluchten voor beide types vliegtuigen

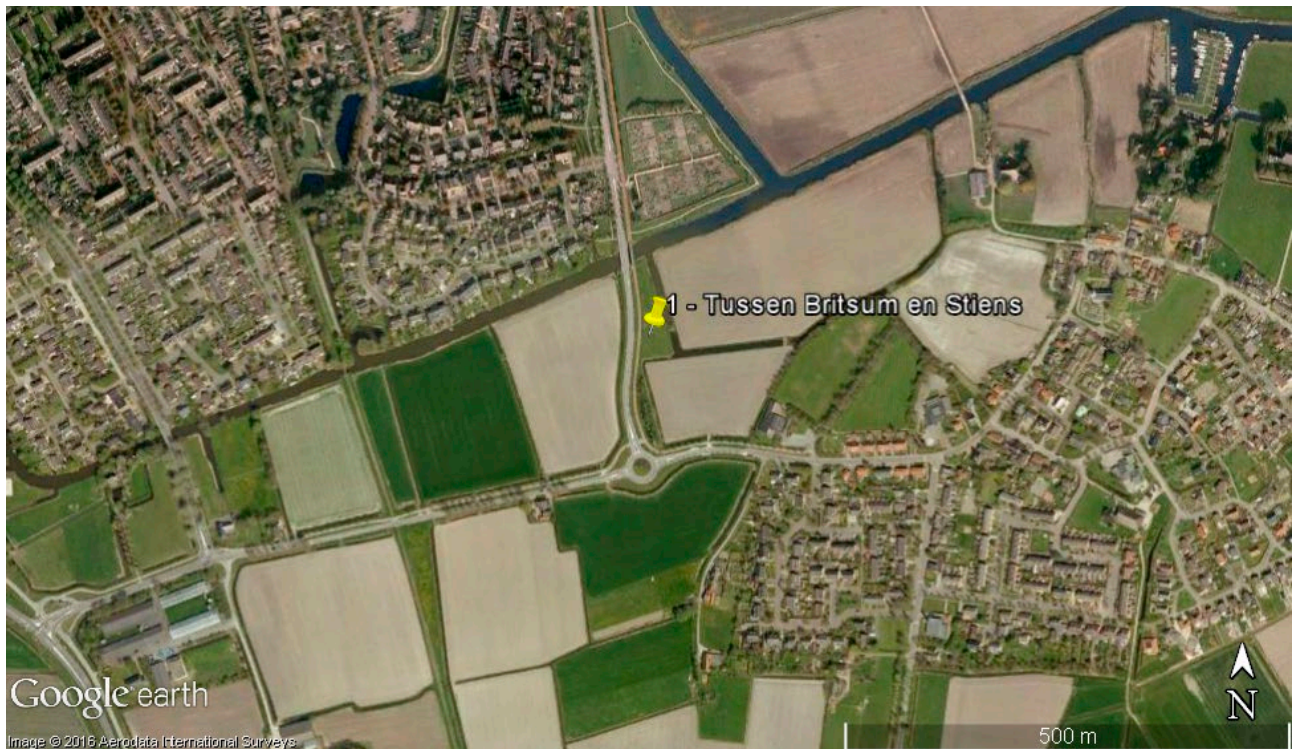
Volkel		F16					F35			
Passage		N Beide	Zachter Harder	Lager Hoger	Minder trillend Meer trillend	N F16	Zachter Harder	Lager Hoger	Minder trillend Meer trillend	N F35
AB TO START (ZW)	7b(M)	17	3.12	3.06	2.94	27	3.71	2.65	3.41	30
IFR straight in LDG (ZW)	1a	5	2.20	2.60	2.80	20	4.00	2.80	3.40	10
VFR START (ZW)	1b	40	2.78	2.95	2.78	72	3.15	2.78	3.00	45
Overhead break LDG, final turn (ZW)	2a	35	2.86	2.60	2.94	64	2.94	2.71	2.86	52
IFR SID VK2 START (ZW)	2b	41	3.15	2.80	2.98	85	3.24	2.51	2.88	53
IFR straight in LDG (NO)	3a	30	2.73	2.87	2.87	79	3.47	2.87	3.50	46
Closed circuit START (NO)	3b	24	2.79	2.83	2.88	41	3.46	2.25	3.29	62
Final turn LDG (NO)	4a	29	2.93	2.83	2.69	37	3.14	3.10	3.10	46
VFR START (NO)	4b	19	3.21	3.00	3.00	29	3.95	2.79	3.53	28
Overhead break, final turn LDG (NO)	5a	80	2.79	2.74	2.69	101	3.11	2.83	3.04	99
IFR SID VK7 START (NO)	5b	25	3.20	3.16	3.20	43	4.24	2.88	3.84	27
IFR Straight in LDG VKL (ZW)	6a	14	2.64	2.79	2.79	26	3.64	3.14	3.14	25
Closed circuit START (ZW)	6b	30	3.40	2.93	3.13	42	3.33	2.77	3.30	50
Final turn, full stop LDG (ZW)	7a(M)	5	3.20	2.80	2.80	7	2.40	2.20	2.60	9
Final turn VK (ZW)	7a(A)	2	3.00	3	3.50	6	2.50	3	2.50	5
IFR SID VK6 START (ZW)	7b(A)	32	3.56	3.06	3.19	42	3.94	2.69	3.50	39

<sup>8</sup> (op basis van een Wilcoxon Signed Rank test, met betrouwbaarheid 95%)

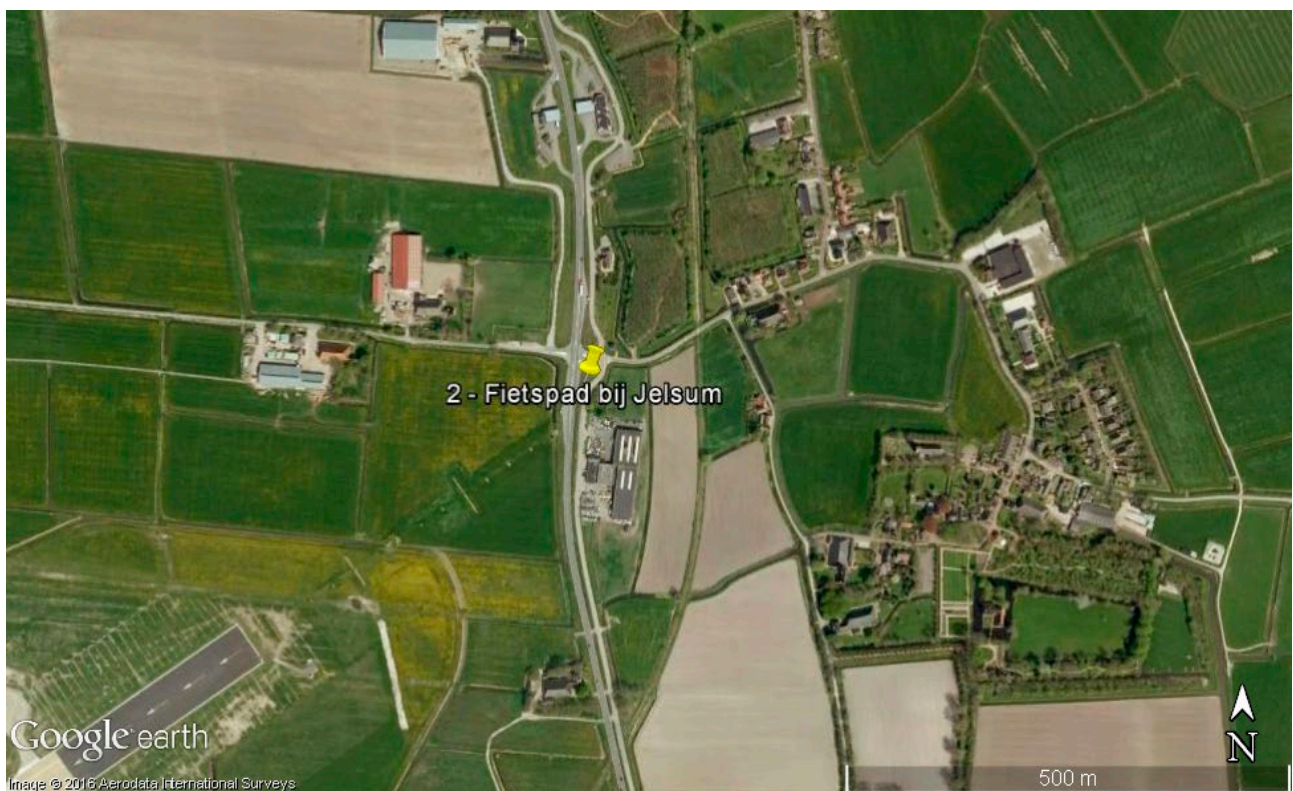
Tabel D-4: Beoordelingen van hoe hard het geluid klonk per gemeente rondom Volkel

<b>Woonkern</b>	<b>Postcodes</b>	<b>F16</b>	<b>F35</b>
Mill en St. Hubert (incl. andere kleine dorpen)	5451 t/m 5455	2.96	3.47
Odiliapeel	5409	3.12	3.58
Uden (incl. Volkel en andere kleine dorpen)	5408	3.06	3.38
Veghel (incl. Erp en andere kleine dorpen)	5461 t/m 5469	3.15	3.02

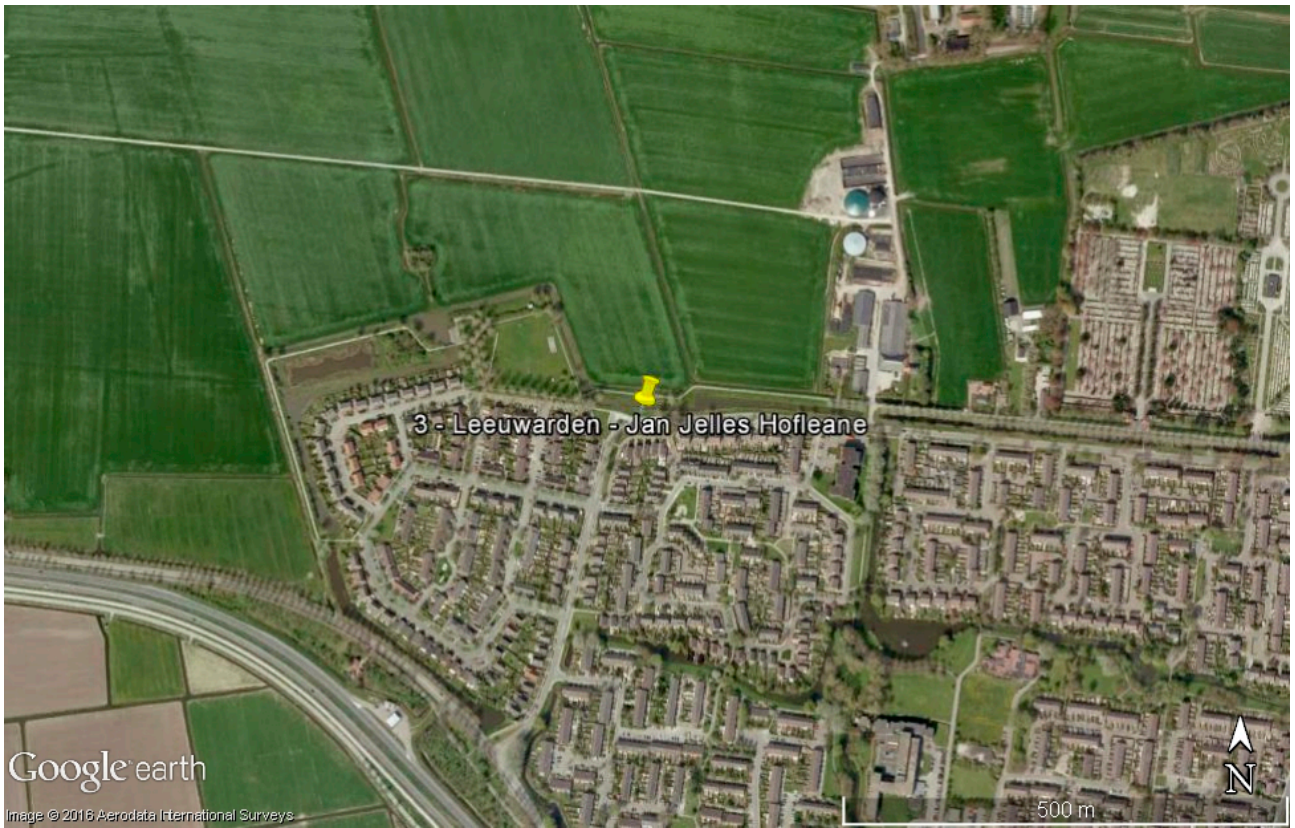
## Appendix E Locaties van de meetposten



*Figuur E-1: Meetpost 1: Tussen Britsum en Stiens*



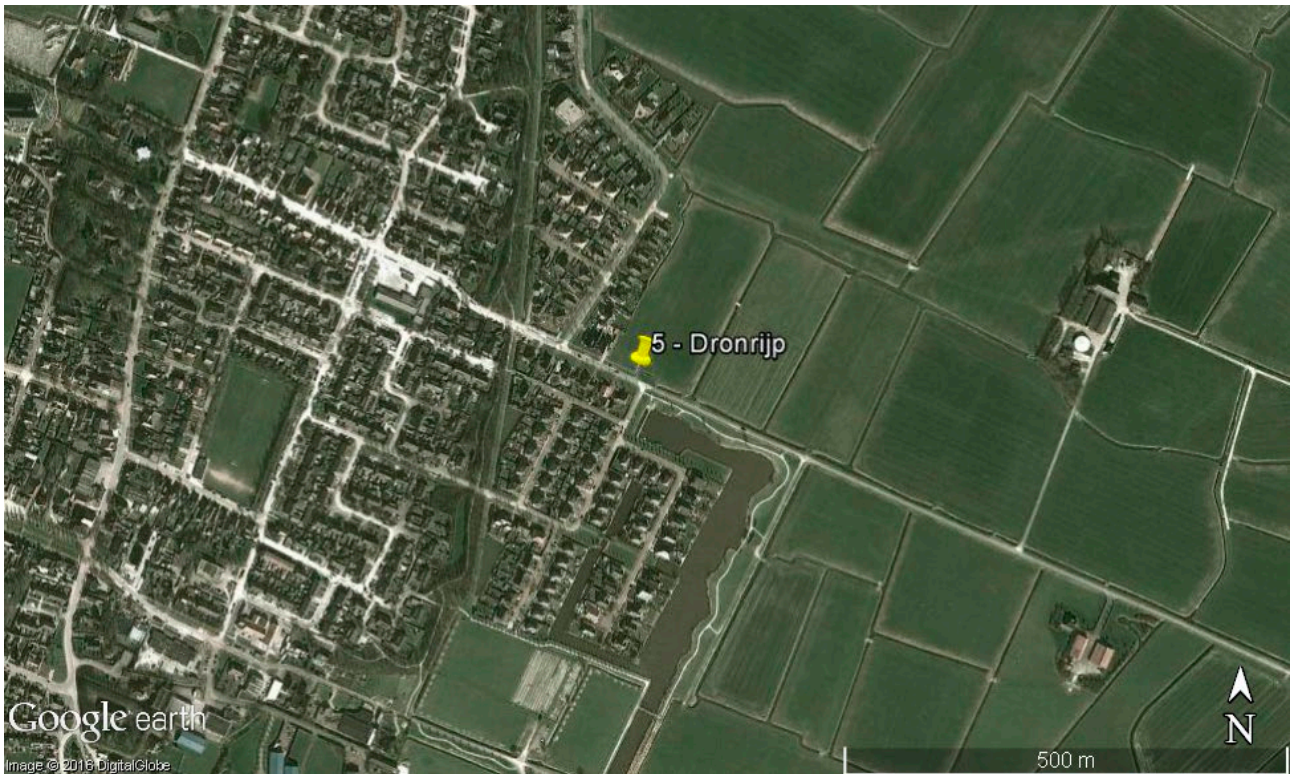
*Figuur E-2: Meetpost 2: Het fietspad bij Jelsum*



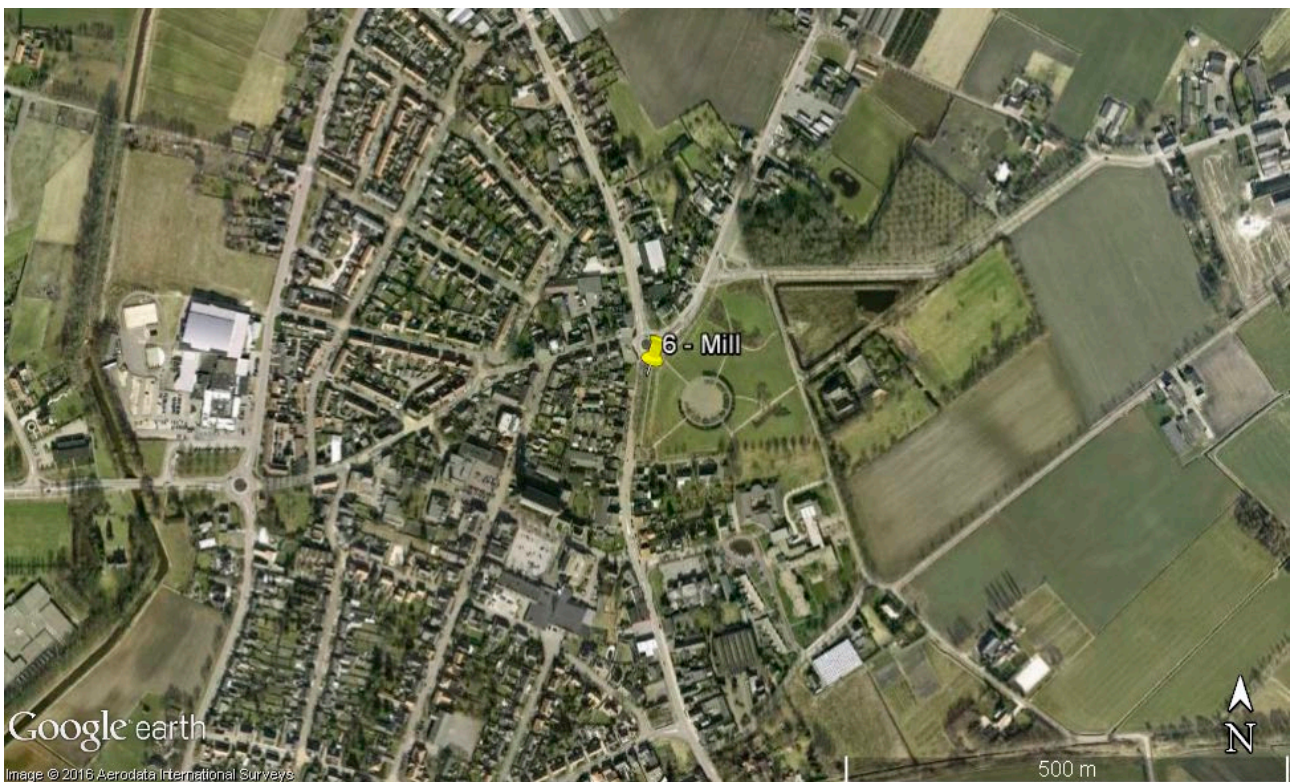
*Figuur E-3: Meetpost 3: Leeuwarden, Jan Jelles Hofleane*



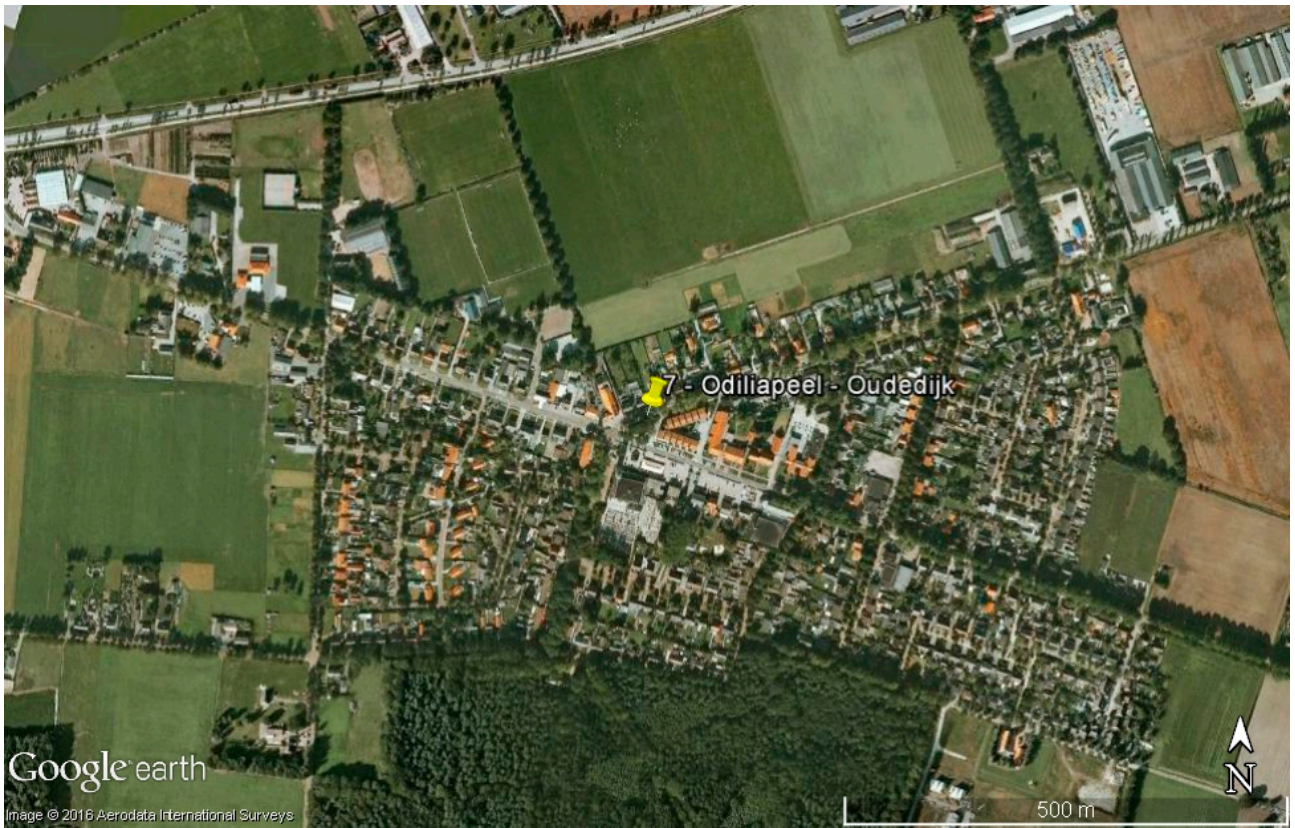
*Figuur E-4: Meetpost 4: Marsum, Dr. Poptastraat*



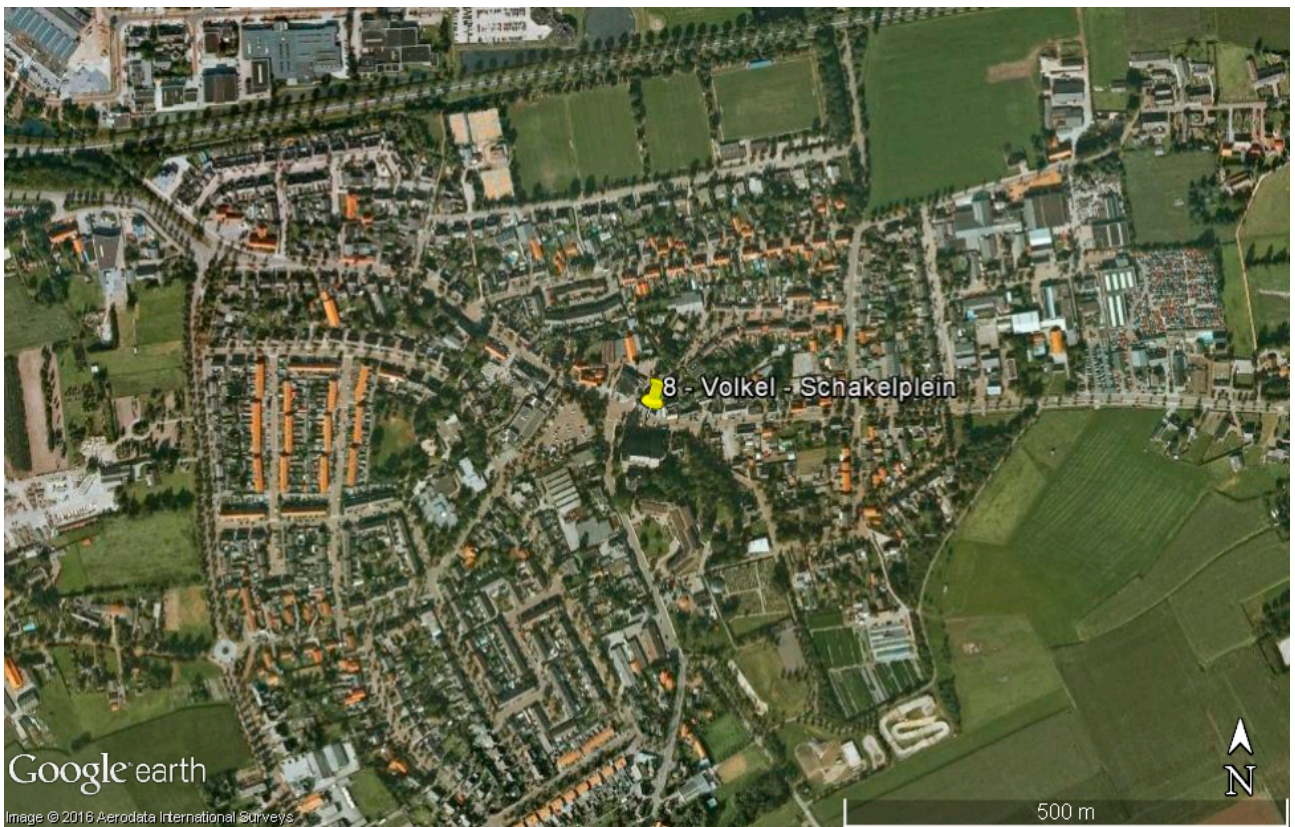
*Figuur E-5: Meetpost 5: Dronrijp*



*Figuur E-6: Meetpost 6: Mill*



*Figuur E-7: Meetpost 7: Odiliapeel, Oudedijk*

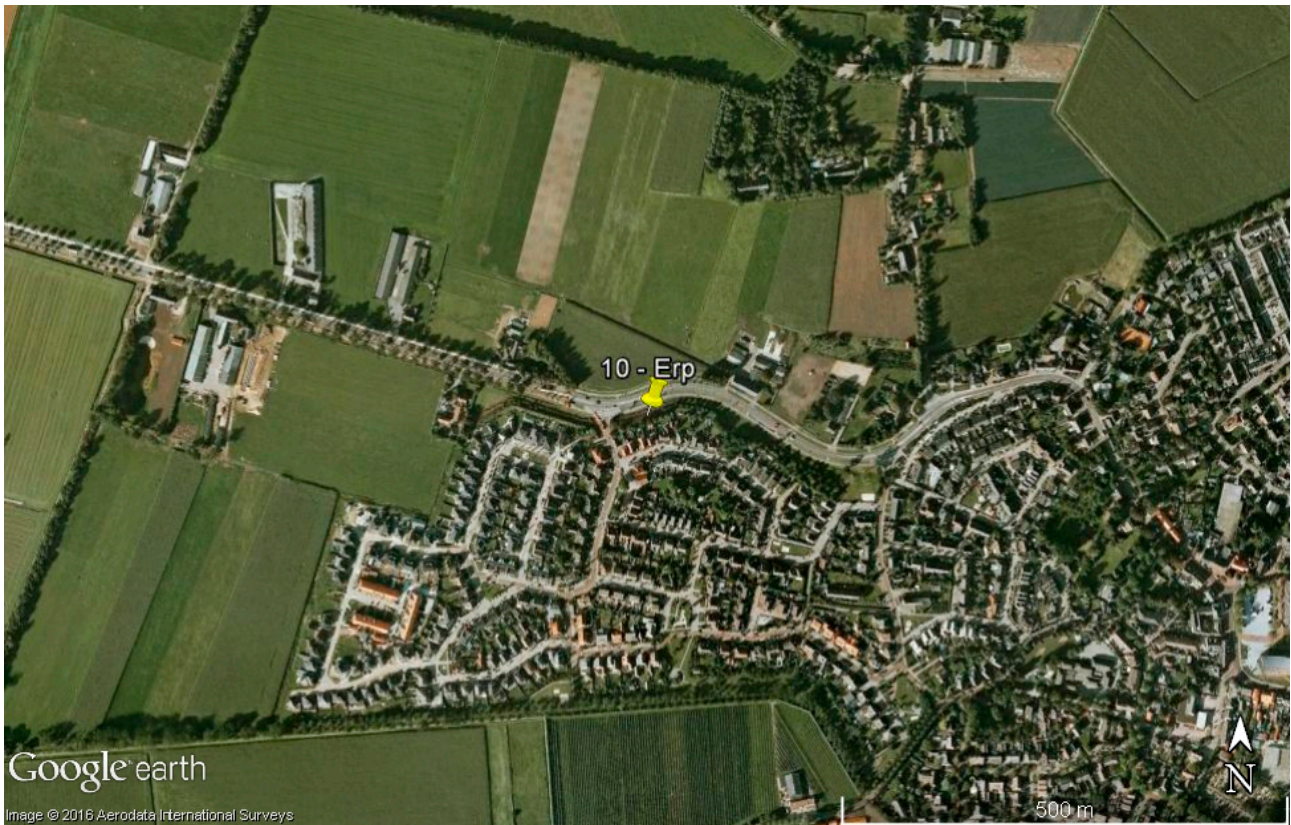


*Figuur E-8: Meetpost 8: Volkel, Schakelplein*





*Figuur E-9: Meetpost 9: Neerbroek*



*Figuur E-10: Meetpost 10: Erp*

## Appendix F Resultaten geluidsmetingen

### Meetresultaten

Ter ondersteuning van de belevingsvluchten zijn per vliegbasis in overleg met de vertegenwoordigers van de omwonenden vijf meetlocaties gekozen en ingericht. De resultaten van deze metingen zijn opgenomen in de tabellen in deze appendix.

In deze appendix zijn de gemeten piekniveaus opgenomen die aan de volgende voorwaarden voldoen:

1. Het vliegtuig moet duidelijk hoorbaar zijn boven het achtergrondgeluid. In een aantal gevallen wordt het vliegtuiggeluid overstemd door bijvoorbeeld wegverkeer.
2. Daarnaast moet het meetbaar zijn, daarvoor moet:
  - a. Het piekniveau moet boven de drempelwaarde van de meetpost uitkomen. Voor de meeste meetposten bedraagt deze drempelwaarde 60 dB(A).
  - b. Het piekniveau moet 10 dB(A) boven het gemiddelde achtergrondgeluidniveau uitkomen. Voor vier meetposten met relatief veel omgevingsgeluid is afhankelijk van het niveau van het achtergrondgeluid een hogere drempelwaarde gehanteerd. Deze drempelwaarde bedraagt maximaal 66 dB(A).

Als één van de twee toestellen boven de drempelwaarde uit kwam, zijn beide geluidsniveaus in het overzicht opgenomen. De passages zijn door zowel een F-35 als een F-16 uitgevoerd.

### Weergave

De meetwaarden worden zowel voor de F-35 als voor de F-16 apart weergegeven, waarbij de resultaten zijn gegroepeerd naar type bewegingen zoals starts en landingen, maar ook naar het type procedure (zie Appendix A voor een beschrijving van de verschillende procedures).

Als de meetwaarde van de F-16 of de F-35 niet beschikbaar is, staat in de tabel aangegeven waarom deze waarde niet bepaald kon worden. Hiervoor zijn twee mogelijke redenen die worden aangeduid met een lettercode:

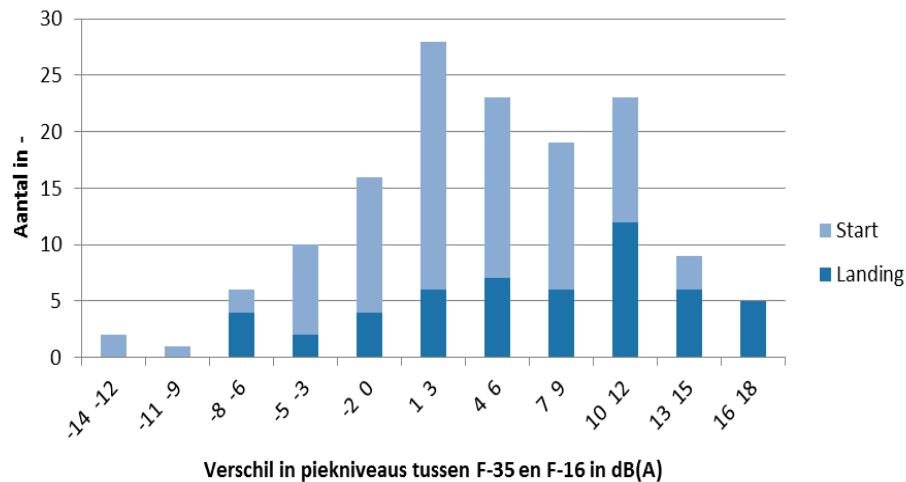
- B de piek wordt overstemd door andere geluidsbronnen
- F de gevonden piek hoort bij een andere passage (eventueel van een ander toestel), terwijl van de betreffende passage geen bruikbare piek beschikbaar is.

### Marges

Het besturen van vliegtuigen is niet zoals het besturen van een trein waarbij route middels een rails vastligt. Een vlieger heeft een bepaalde vrijheid (marges) als het gaat om route, hoogte, snelheid, etc. om zijn vliegtuig veilig en effectief te landen en op te stijgen. Dit betekent dat als twee vliegtuigen de intentie hebben om dezelfde procedure te vliegen, nooit exact dezelfde hoogte, route en snelheid gegarandeerd kan worden. Kleine variaties kunnen al een effect hebben op het geluid dat ontstaat. De vliegers zijn continu bezig om de procedures zo nauwkeurig als mogelijk te vliegen en gebruiken hiervoor onder andere remkleppen, variëren van neusstand, bochtstraal, maar zeker ook variatie in motorvermogen en dit geeft fluctuaties in het geluid.

## Verschillen

Tijdens de belevingsvluchten zijn op verschillende locaties verschillen tussen de F-35 en F-16 van min 14 (F-16 luider dan F-35) tot plus 18 dB(A) (F-35 luider dan F-16) gemeten, zie Figuur F-1.



Figuur F-1, Spreiding van de verschillen in gemeten piekniveaus van de F-35 en de F-16

De metingen zijn momentopnamen die afhankelijk zijn van diverse factoren. De omstandigheden en factoren die invloed hebben op gemeten piekwaarden zijn:

**Vliegtuigconfiguratie** - Het vliegtuig is de geluidsbron die de geluidsniveaus bepaalt. De geluidsniveaus zijn afhankelijk van het motorvermogen dat de vlieger vraagt. De vlieger heeft niet alleen motorvermogen nodig om te versnellen of hoogte te winnen, maar bijvoorbeeld ook om correcties uit te voeren tijdens nadering en de landing of om uit te komen op een bepaalde hoogte. Ook het gewicht van het vliegtuig is bepalend. Zo is er meer motorvermogen nodig om met een vliegtuig te landen dat meer brandstof aan boord heeft.

**Vliegpad** - Het vliegpad bepaalt waar een toestel de meetpost passeert. Het vliegpad wordt bepaald door de vliegroute (het pad over de landkaart) en de hoogte van het vliegtuig. De vliegers hebben de voorgeschreven procedures zo nauwkeurig mogelijk gevlogen; deze procedures hebben echter een bepaalde marge, die beperkter wordt naarmate de afstand tot de landingsbaan kleiner wordt. Ook wordt het nauwkeurig vliegen van het vliegpad bemoeilijkt doordat hier ook in enkele gevallen met wind mee moet worden geland. Op sommige momenten is bij een meting de F-35 bijvoorbeeld ten noorden en een F-16 ten zuiden van een meetpost langs gevlogen. De meetpost heeft natuurlijk wel waarden gemeten, maar deze zijn niet tot elkaar te relateren.

**Aanvliegprocedure** - Tijdens de naderingsprocedures moet de vlieger meerdere malen zijn daalsnelheid aanpassen of zelfs de daling onderbreken om het voorgeschreven vliegpad naar de landingsbaan te volgen. Dit gaat praktisch altijd gepaard met (kort) gas geven, en dit kan dus (korte) hogere piekwaardes opleveren.

**Afstand tot de meetpost** – In de praktijk zullen de vliegtuigen op verschillende afstanden de meetpost passeren. Hierdoor kunnen verschillen ontstaan.

**Wind** - Om alle bewoners de vlucht te laten beleven zijn er (door)starts en bijna-landingen uitgevoerd met rugwind. Deze conditie zal tijdens normale inzet en operaties niet voorkomen, omdat er altijd tegen de wind in zal worden geland. Hierdoor worden andere waarden gemeten die men doorgaans kan verwachten en tevens zullen, zeker bij de start, hogere geluidswaarden worden geproduceerd.

**Bochten** – Op sommige momenten vlogen de vliegtuigen een verschillende bocht(straal), waarbij voor dezelfde procedure met een krappere bocht meer motorvermogen nodig was dan voor de wijdere of normale bocht(straal).

**Hoogten** – Op sommige momenten zijn de vliegtuigen na een nadering en doorstart op verschillende hoogten langs of over een meetpost gevlogen, ook dit geeft verschillende waarden.

**Afscherming** – Op lage hoogten kan geluid worden afgeschermd van de meetpost. Als een van de vliegtuigen lager vliegt dan de andere ontstaan dus verschillende waarden die niet representatief hoeven te zijn voor het absolute verschil tussen de twee verschillende vliegtuigen.

**Atmosfeer** – De atmosfeer bestaat uit verschillende lagen met verschillende temperatuur, druk, vochtigheid, windrichting en windsnelheid. Deze factoren hebben effect op het geluid dat van het vliegtuig naar de grond beweegt. Temperatuur, druk en vochtigheid veranderen langzaam maar windrichting en windsnelheid kunnen binnen seconden veranderen. Dit heeft al snel een meet- en hoorbaar effect.

**Mensenwerk** – Vliegen is mensenwerk. Zo zijn de routes wel gepland, maar het is uiteindelijk de vlieger die de koers bepaalt. Tijdens de start is het aantal keuzes die de vlieger kan maken beperkt (steeds praktisch hetzelfde gewicht en vol motorvermogen, zelfde snelheid), maar tijdens de landing heeft de vlieger te maken met veel meer variaties; praktisch nooit hetzelfde gewicht en dus veranderende (daal)snelheid, variërende naderingen, en wordt de vereiste nauwkeurigheid groter naarmate de afstand tot de landingsbaan kleiner wordt. Ook bij het meten tijdens de nadering van bijvoorbeeld twee F-16's zullen verschillen optreden.

## Toepasbaarheid van de meetresultaten en relatie met de belevingsmetingen

De uitkomsten van de geluidsmetingen ondersteunen in grote lijnen de uitkomst van het belevingsonderzoek, waaruit naar voren komt dat de F-35 als iets luider dan de F-16 wordt beleefd. De grotere gemeten verschillen in piekwaardes van de meetposten zijn echter niet één op één terug te vinden in het enquête resultaat. Dit kan te maken hebben met het feit dat de verschillen vaak het gevolg zijn van korte variaties in motorvermogens, en verschillen in afstand tussen vliegtuigpassages en meetposten. Daarnaast zijn de grootste verschillen ook gemeten bij lagere piekwaardes, en daarom wellicht minder opgevallen bij de deelnemers aan de enquête.

Deze verschillen in piekniveaus komen echter niet als een verrassing. De voorgeschreven vliegroutes geven de vlieger voldoende marges om bij verschillende omstandigheden de procedure te kunnen volgen en veilig te kunnen landen. De verschillen zullen dus ook bij metingen tussen twee gelijke type vliegtuigen voorkomen. Door de steeds wisselende omstandigheden bij elke passage kan men met deze zeer beperkte meetgegevens geen uitspraak doen over het structurele verschil in geluid tussen beide vliegtuigen. Met een permanent geluidsmetnet kunnen de variaties die elke passage in zich heeft worden uitgemiddeld, en kunnen meer conclusies worden getrokken.

Tabel F-1: Meetpost 1: tussen Britsum en Stiens, gemeten piekniveaus

Passage				LAm <sub>max</sub> in dB(A)			
				F-16	F-35	Vershil	
Start	AB	0b	M	62	63	1	
	IFR	9b	M	58	62	4	
			9b	A	65	65	0
			12b	M	85	88	3
			12b	A	79	90	11
		VFR	8b	M	59	61	2
	8b		A	68	64	-4	
	10b		M	85	86	1	
	10b		A	80	90	10	
	Closed Circuit	13b	M	60	63	3	
		11b	M	89	91	2	
		11b	A	84	79	-5	
	Landing	IFR Straight In	8a	M	B	63	
8a			A	53	67	14	
Overhead Break, Final Turn		9a	M	79	88	9	
		9a	A	82	83	1	
		13a	M	75	88	13	
		11a	A	F	60		
Final Turn		14a	M	76	81	5	

Tabel F-2: Meetpost 2: fietspad, gemeten piekniveaus

Passage				L <sub>Amax</sub> in dB(A)		
				F-16	F-35	Vershil
Start	AB	0b	M	B	70	
	IFR	9b	A	70	B	
		12b	M	110	109	-1
		12b	A	99	106	7
	VFR	10b	M	112	105	-7
		10b	A	99	103	4
	Closed Circuit	13b	M	67	B	
		11b	M	103	99	-4
		11b	A	100	88	-12
Landing	IFR Straight In	8a	M	97	107	10
		8a	A	94	107	13
	Overhead Break, Final Turn	9a	M	92	109	17
		9a	A	94	97	3
		13a	M	102	94	-8
	Final Turn	14a	M	104	96	-8

Tabel F-3: Meetpost 3: Leeuwarden – Jan Jelles Hoflaene, gemeten piekniveaus

Passage				LAm <sub>max</sub> in dB(A)			
				F-16	F-35	Vershil	
Start	AB	0b	M	91	91	0	
	MIL	0b	A	86	89	3	
	IFR		9b	M	76	87	11
			9b	A	82	89	7
			12b	M	79	88	9
			12b	A	80	89	9
	VFR		8b	M	76	89	13
			8b	A	81	89	8
			10b	M	79	90	11
			10b	A	85	91	6
	Closed Circuit		13b	M	83	83	0
			11b	M	81	89	8
			11b	A	84	82	-2
	Landing	Overhead Break, Final Turn	9a	M	70	73	3
			9a	A	68	71	3
13a			M	70	80	10	



Tabel F-4: Meetpost 4: Marsum - Dr Poptastraat, gemeten piekniveaus

Passage				LAm <sub>max</sub> in dB(A)		
				F-16	F-35	Vershil
Start	AB	0b	M	92	102	10
	MIL	0b	A	97	103	6
	IFR	9b	M	98	99	1
			A	97	100	3
		12b	M	77	81	4
			A	78	79	1
	VFR	8b	M	95	100	5
			A	97	102	5
		10b	M	75	73	-2
			A	79	79	0
	Closed Circuit	13b	M	100	94	-6
		11b	M	77	77	0
		11b	A	81	76	-5
	Landing	IFR Straight In	10a	M	82	98
10a			A	80	95	15
Overhead Break, Final Turn		9a	M	71	66	-5
			A	B	63	
		13a	M	64	74	10
		11a	M	75	87	12
			A	77	88	11
Final Turn		12a	M	72	81	9
	12a	A	81	80	-1	

Tabel F-5: Meetpost 5: Dronrijp, gemeten piekniveaus

Passage				LAm <sub>max</sub> in dB(A)		
				F-16	F-35	Vershil
Start	AB	0b	M	91	92	1
	MIL	0b	A	90	F	
	IFR	9b	M	88	90	2
		9b	A	85	88	3
	VFR	8b	M	86	90	4
		8b	A	80	90	10
	Closed Circuit	13b	M	62	B	
		11b	A	B	62	
Landing	IFR Straight In	10a	M	68	86	18
		10a	A	64	82	18
	Overhead Break, Final Turn	11a	M	67	71	4
		11a	A	72	81	9
	Final Turn	12a	M	B	64	

Tabel F-6: Meetpost 6: Mill, gemeten piekniveaus

Passage				LAm <sub>max</sub> in dB(A)		
				F-16	F-35	Vershil
Start	IFR	5b	M	87	92	5
		5b	A	91	94	3
	VFR	4b	M	82	91	9
		4b	A	83	83	0
	Closed Circuit	3b	M	65	B	
Landing	IFR Straight In	1a	M	78	94	16
		1a	A	83	97	14
		6a	M	83	94	11
		6a	A	86	85	-1
	Overhead Break, Final Turn	2a	M	76	89	13
		2a	A	77	86	9

Tabel F-7: Meetpost 7: Odiliapeel – Oudedijk, gemeten piekniveaus

Passage				LAm <sub>ax</sub> in dB(A)			
				F-16	F-35	Vershil	
Start	AB	7b	M	81	93	12	
		IFR	7b	A	81	94	13
	2b		M	77	90	13	
	2b		A	79	90	11	
	5b		M	77	86	9	
	5b		A	76	85	9	
	VFR		1b	M	81	93	12
		1b	A	83	85	2	
		4b	M	78	84	6	
		4b	A	77	88	11	
	Closed Circuit	6b	M	84	85	1	
		6b	A	87	82	-5	
		3b	M	76	88	12	
		3b	A	76	85	9	
	Landing	IFR Straight In	3a	M	F	76	
		Overhead Break, Final Turn	2a	M	80	80	0
2a			A	68	79	11	
5a			M	70	77	7	
5a			A	71	77	6	
Final Turn		7a	A	B	66		
		4a	M	63	68	5	
		4a	A	63	66	3	

Tabel F-8: Meetpost 8: Volkel – Schakelplein, gemeten piekniveaus

Passage				LAm <sub>max</sub> in dB(A)			
				F-16	F-35	Vershil	
Start	AB	7b	M	87	93	6	
		IFR	7b	A	86	86	0
			2b	M	81	77	-4
			5b	A	B	75	
	VFR	1b	M	83	90	7	
		1b	A	84	80	-4	
		4b	A	69	B		
	Closed Circuit	6b	M	90	80	-10	
		6b	A	84	85	1	
		3b	M	B	71		
		3b	A	68	B		
	Landing	IFR Straight In	3a	M	73	85	12
			3a	A	81	85	4
		Overhead Break, Final Turn	5a	M	70	82	12
5a			A	B	87		
Final Turn		4a	M	72	67	-5	
		4a	A	69	78	9	

Tabel F-9: Meetpost 9: Neerbeek, gemeten piekniveaus

Passage				LAm <sub>ax</sub> in dB(A)			
				F-16	F-35	Vershil	
Start	AB	7b	M	85	88	3	
	IFR	7b	A	85	88	3	
		2b	M	76	B		
		2b	A	86	83	-3	
		5b	M	59	63	4	
		5b	A	58	64	6	
		VFR	1b	M	80	89	9
	1b		A	77	82	5	
	4b		M	B	63		
	4b		A	60	65	5	
	Closed Circuit	6b	M	69	69	0	
		6b	A	74	77	3	
		3b	M	B	65		
	Landing	IFR Straight In	3a	M	B	63	
			3a	A	56	68	12
Overhead Break, Final Turn		2a	M	61	55	-6	
		5a	M	59	71	12	
		5a	A	74	78	4	
Final Turn		4a	M	62	65	3	
		4a	A	71	64	-7	

Tabel F-10: Meetpost 10: Erp, gemeten piekniveaus

Passage				LAm <sub>ax</sub> in dB(A)		
				F-16	F-35	Vershil
Start	AB	7b	M	87	88	1
	IFR	7b	A	84	86	2
		2b	M	78	76	-2
		2b	A	79	88	9
	VFR	1b	M	68	72	4
		1b	A	88	74	-14
	Closed Circuit	6b	M	65	B	
Landing	IFR Straight In	3a	M	72	82	10
		3a	A	73	79	6
	Overhead Break, Final Turn	5a	M	67	67	0
		5a	A	76	B	

*Deze pagina is opzettelijk blanco.*





**NLR**

Anthony Fokkerweg 2

1059 CM Amsterdam

p) +31 88 511 3113 f) +31 88 511 3210

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