

ONGERUBRICEERD

**Technical Sciences**Oude Waalsdorperweg 63  
2597 AK Den Haag  
Postbus 96864  
2509 JG Den Haag[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 10 00

F +31 70 328 09 61

**TNO-rapport****TNO 2014 R11011****Akoestisch onderzoek grondgebonden geluid  
F-35A in het kader van de Wet milieubeheer  
vliegbases Volkel en Leeuwarden**

Datum November 2014

Auteur(s) J. van 't Hof  
F. Graafland  
R. Prevo  
A. Eisses  
B.J. VisserTitel Ongerubriceerd  
Managementuittreksel Ongerubriceerd  
Rapporttekst Ongerubriceerd  
Bijlagen OngerubriceerdOplage 15  
Aantal pagina's 60 (incl. bijlage)  
Aantal bijlagen 2

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht van het ministerie van Defensie werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Modelvoorwaarden voor Onderzoeks- en Ontwikkelingsopdrachten' (MVDT 1997) tussen de minister van Defensie en TNO indien deze op de opdracht van toepassing zijn verklaard dan wel de betreffende ter zake tussen partijen gesloten overeenkomst.

© 2014 TNO

## Managementuittreksel

Titel : Akoestisch onderzoek grondgebonden geluid F-35A in het kader van de Wet milieubeheer vliegbases Volkel en Leeuwarden.

Auteur(s) : J. van 't Hof  
F. Graafland  
R. Prevo  
A. Eisses  
B.J. Visser

Datum : november 2014

Rapportnr. : TNO 2014 R11011

In Nederland worden vanaf 2019 de Lockheed Martin F-16 gevechtsvliegtuigen vervangen door Lockheed Martin F-35A gevechtsvliegtuigen. De vliegtuigen worden gestationeerd op de vliegbases Leeuwarden en Volkel. Beide vliegbases hebben thans een vergunning in het kader van de Wet milieubeheer, waarin vergunde geluidsniveaus in de omgeving zijn opgenomen. Het betreft hier grondgebonden geluid.



Door de vervanging van de F-16 vliegtuigen verandert de grondgebonden geluidssituatie op de vliegbases. Grondgebonden geluid treedt op door activiteiten die op het terrein van de vliegbases worden uitgevoerd, zoals het proefdraaien van vliegtuigen na onderhoudswerkzaamheden, en die geen direct verband houden met de vluchtuitvoering,. Dit grondgebonden geluid wordt beoordeeld als industriegeluid in het kader van de Wet milieubeheer. Door de nieuwe situatie is toetsing aan de vergunde geluidsruimte in het kader van de Wet milieubeheer nodig. In dit onderzoek is daarom getoetst op:

- de vastgelegde geluidszone rond de vliegbases (50 dB(A) etmaalwaarde),
- de Maximaal Toelaatbare Geluidbelasting (MTG) met bijbehorende 55dB(A) etmaalwaardecontour na sanering 1997,
- en de maximale geluidsniveaus ( $L_{Amax}$ ).

Om het akoestisch onderzoek naar het grondgebonden geluid voor de vliegbases Volkel en Leeuwarden uit te kunnen voeren zijn in september 2013 grondgebonden geluidsmetingen uitgevoerd aan een productie representatieve F-35A met een F135-PW-100 motor. Dit is hetzelfde type toestel als door Nederland zal worden aangeschaft. De metingen zijn uitgevoerd op *Edwards Air Force Base* in de Verenigde Staten onder leiding van het Amerikaanse *Air Force Research Laboratory* (AFRL). TNO is bij de metingen aanwezig geweest en heeft geconstateerd dat de metingen op de juiste wijze zijn uitgevoerd, conform de "Handleiding meten en rekenen industrielawaai". De metingen zijn uitgevoerd aan een F-35A tijdens het draaien van de motor op de voor Nederland relevante proefdraairegimes, zoals deze worden uitgevoerd na onderhoudswerkzaamheden op de vliegbases. De metingen zijn uitgevoerd aan de zijde waar zich de uitlaat van de vliegtuighulpmotor bevindt, de zogeheten *Integrated Power Pack (IPP)* en vervolgens gespiegeld naar de andere zijde van het vliegtuig. Hierdoor ontstaat in het rekenmodel een worst case scenario van de geluidsuitstraling van het vliegtuig.

Afhankelijk van de uitgevoerde onderhoudswerkzaamheden aan de F-35A op de vliegbases schrijft de motorfabrikant *Pratt & Whitney* (P&W) voor om een proefdraaibeurt, een zogeheten *Maintenance Built In Test* (MBIT), uit te voeren. Tijdens de MBIT wordt de motor door vliegtuigsoftware aangestuurd en wordt een vast test/meetprogramma op de motor doorlopen. Een MBIT proefdraaibeurt is opgebouwd uit verschillende motorstanden<sup>1</sup> die in het softwareprogramma van de F-35A zijn opgenomen en die na het activeren zonder tussenkomst van de monteur worden uitgevoerd. Het MBIT proefdraaien is bij de F-35A dus volledig geautomatiseerd. Hierbij wordt op een hoog detailniveau directe terugkoppeling verkregen van de status van de motor waardoor een F-35A motortest in korte tijd kan worden uitgevoerd. Hierbij wordt maximaal 7 minuten op motorstand *idle* of 1,5 minuut op motorstand *high rpm low thrust* gedraaid. Dit in tegenstelling tot het proefdraaien na onderhoud van F-16 vliegtuigen waar de monteur de motorstanden en beproevingstijd handmatig via de gashendel instelt en de testduur 22 minuten bedraagt.

Op de vliegbases wordt afhankelijk van het type onderhoud één van de vijf voorgeschreven MBIT proefdraaibeurten uitgevoerd om het vliegtuig te testen. Afhankelijk van de daarbij behorende hoogste motorstand, *idle* of *high rpm low thrust*, wordt een locatie gekozen waar de proefdraaibeurt wordt uitgevoerd. Met de komst van de F-35A zijn proefdraaibeurten op de hoogste motorstanden (met gebruik van de na-verbrander) niet langer nodig op de vliegbases Leeuwarden en Volkel.

Als *idle* de hoogste motorstand is dan wordt deze MBIT proefdraaibeurt uitgevoerd op de shelterplatforms of op een vliegtuig parkeerplatform. Is *high rpm low thrust* de hoogste motorstand, dan zal deze volgens de huidige inzichten worden uitgevoerd in een nog te bouwen akoestisch afschermd proefdraai-faciliteit; een zogeheten *Ground Runup Enclosure (GRE)*. De *Ground Runup Enclosure* is een betonnen platform met daarop in een U-vorm geplaatste absorberende geluidsschermen met een hoogte van 12 meter. De mogelijke locatie en oriëntatie van een toekomstige

---

<sup>1</sup> Motorstanden zijn verschillende fases die onderkend worden tijdens het opstarten, draaien en uitzetten van de F135 hoofdmotor, of van de vliegtuighulpmotor de zogeheten *Integrated Power Pack (IPP)*.

*Ground Runup Enclosure* is door TNO in overleg met Defensie geoptimaliseerd voor een minimum geluidsuitstraling naar de omgeving.

Bij de berekeningen van de geluidsniveaus van het proefdraaien van de F-35A vliegtuigen op de vliegbases Leeuwarden en Volkel is er van uitgegaan dat:

- in de dagperiode:
  - op shelterplatforms of op een vliegtuig parkeerplatform maximaal acht MBIT proefdraaibeurten met als hoogste motorstand *idle* worden uitgevoerd. Bij de berekeningen zijn de voor de geluidsuitstraling naar de omgeving meest ongunstig gelegen platforms uitgesloten om proef te draaien.
  - in de *Ground Runup Enclosure* maximaal vier proefdraaibeurten worden uitgevoerd met de hoogste motorstand *high rpm low thrust*.
- in de avondperiode:
  - één keer een proefdraaibeurt bij een shelter of op een vliegtuig parkeerplatform uitgevoerd wordt met als hoogste motorstand *idle*. Uitgesloten voor proefdraaien zijn de platforms die ongunstig gelegen zijn voor de geluidsuitstraling naar de omgeving.
  - in de *Ground Runup Enclosure* één proefdraaibeurt uitgevoerd wordt met als hoogste motorstand *high rpm low thrust*.
- in de nachtperiode geen MBIT proefdraaibeurten worden uitgevoerd.

Van te voren is niet eenduidig vast te stellen op welk platform een MBIT proefdraaibeurt op de vliegbases wordt gedraaid. Bij de berekeningen is daarom uitgegaan van een *worst case* benadering. Dit houdt in dat bij de berekeningen is uitgegaan van: 1) de luidste MBIT proefdraaibeurt, 2) de meest ongunstigste vliegtuig opstelling op een shelterplatform en 3) de platforms met de luidste bijdrage.

De geluidsniveaus in de omgeving van de vliegbases Leeuwarden en Volkel moeten worden berekend volgens methode II.8 van de "Handleiding meten en rekenen industrielawaai". Hiervoor is gebruik gemaakt van het rekenprogramma *Geomilieu*. Het uiteindelijke resultaat hiervan zijn geluidscontouren rond beide vliegbases en geluidsniveaus op vastgestelde rekenpunten nabij een aantal dichtbij gelegen woningen.

Het geluid van de MBIT proefdraaibeurten en het geluid van de overige geluidsbronnen bepalen de etmaalwaarden<sup>2</sup> ( $L_{etmaal}$ ) rond de vliegbases. Uit de berekeningen blijkt dat zowel voor de vliegbases Leeuwarden als Volkel geldt dat:

1. De berekende 50 dB(A) etmaalwaardecontour binnen de geluidszone ligt.
2. De berekende 55 dB(A) etmaalwaardecontour binnen de 55dB(A) contour na de geluidssanering 1997 ligt en dat als gevolg daarvan de Maximaal Toelaatbare Geluidbelasting (MTG) op de gevels van de woningen rond de vliegbases niet overschreden worden.

Naast beoordeling van de etmaalwaarden ( $L_{etmaal}$ ) schrijft de Wet milieubeheer en het Activiteitenbesluit milieubeheer voor om ook grenzen te stellen aan de kortdurende maximale geluidsniveaus ( $L_{Amax}$ ) per dagperiode. In de huidige

<sup>2</sup> De etmaalwaarde ( $L_{etmaal}$ ) is het hoogste van de niveaus in de dag-, avond- en nachtperiode.

vergunning van de vliegbases Leeuwarden en Volkel zijn geen grenswaarden van toelaatbare kortdurende maximale geluidsniveaus opgenomen. In dit rapport zijn deze op verzoek van Defensie volledigheidshalve wel vastgesteld. Uit de resultaten van de berekeningen van het maximale geluidsniveau in de omgeving van de vliegbases blijkt dat:

1. De kortdurende maximale geluidsniveaus ( $L_{Amax}$ ) in de dag en avondperiode rond de vliegbases Leeuwarden en Volkel optreden tijdens het proefdraaien van de F-35A op de motorstand *idle* of *high rpm low thrust* respectievelijk op sheltersplatforms of op de vliegtuig parkeerplatforms of in de *Ground Runup Enclosure*.
2. Het berekende kortdurende maximale geluidsniveau, tijdens het proefdraaien op de motorstand *idle* of *high rpm low thrust*, op de gevels van de woningen niet meer zal bedragen dan de in artikel 2.17 van het Activiteitenbesluit milieubeheer gegeven grenswaarden van 70 dB(A) in de dagperiode en 65 dB(A) in de avondperiode.

# Inhoudsopgave

	<b>Managementuittreksel</b> .....	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Grondgebonden geluidsmetingen F-35A</b> .....	<b>11</b>
2.1	Uitgevoerde metingen.....	11
2.2	Meetopstelling.....	12
<b>3</b>	<b>Geluidsniveaus metingen F-35A</b> .....	<b>14</b>
3.1	Volledigheid geluidsmetingen .....	14
3.2	Geluidsanalyses .....	14
<b>4</b>	<b>Bronsterkten F-35A</b> .....	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>F-35A bijdragen aan de representatieve bedrijfssituatie</b> .....	<b>18</b>
5.1	RBS F-35A gerelateerde geluidsbronnen .....	18
5.2	Bronsterkten MBIT proefdraaibeurten .....	20
5.3	Symmetrische geluidsuitstraling F-35A .....	20
5.4	Opstellocaties vliegtuigen bij MBIT proefdraaibeurten .....	21
<b>6</b>	<b>Aanpak geluidsberekeningen MBIT proefdraaien F-35A</b> .....	<b>24</b>
6.1	Methode worst case geluidsniveaus bepaling t.g.v. MBIT proefdraaien <i>idle</i> .....	24
6.2	Methode geluidsniveaus bepaling t.g.v. MBIT proefdraaien <i>high rpm low thrust</i> ....	25
<b>7</b>	<b>Aanpak geluidsberekeningen</b> .....	<b>26</b>
7.1	Rekenmethodiek.....	26
7.2	Aanpak berekening maximale geluidsniveaus ( $L_{Amax}$ ) F-35A proefdraaien.....	26
<b>8</b>	<b>Vliegbasis Leeuwarden</b> .....	<b>28</b>
8.1	Inleiding .....	28
8.2	Representatieve bedrijfssituatie .....	29
8.3	Modellering .....	31
8.4	Berekende resultaten.....	34
<b>9</b>	<b>Vliegbasis Volkel</b> .....	<b>39</b>
9.1	Inleiding .....	39
9.2	Representatieve bedrijfssituatie .....	39
9.3	Modellering .....	42
9.4	Berekende resultaten.....	45
<b>10</b>	<b>Conclusies</b> .....	<b>50</b>
<b>11</b>	<b>Referenties</b> .....	<b>53</b>
<b>12</b>	<b>Ondertekening</b> .....	<b>54</b>
	<b>Bijlage(n)</b>	
	A Geluidsc contouren per periode vliegbasis Leeuwarden	
	B Geluidsc contouren per periode vliegbasis Volkel	

# 1 Inleiding

In Nederland worden vanaf 2019 de Lockheed Martin F-16 gevechtsvliegtuigen vervangen door Lockheed Martin F-35A gevechtsvliegtuigen. De vliegtuigen zullen in de toekomst gestationeerd worden op de vliegbases Leeuwarden en Volkel. Beide vliegbases liggen op een terrein dat in het kader van de Wet geluidhinder is gezoneerd en beide hebben een vergunning in het kader van de Wet milieubeheer. Door de vervanging verandert de grondgebonden geluidssituatie op de bases.

In opdracht van het Ministerie van Defensie heeft TNO onderzocht wat de geluidbelasting wordt in de omgeving van de vliegbases Leeuwarden en Volkel als gevolg van het grondgebonden geluid van de F-35A. Grondgebonden geluid treedt op door activiteiten die op het terrein van de vliegbases worden uitgevoerd, zoals bijvoorbeeld het proefdraaien van vliegtuigen na onderhoudswerkzaamheden. Grondgebonden geluid op de vliegbases wordt beoordeeld als industriegeluid in het kader van de Wet milieubeheer. Het taxiën van vliegtuigen van en naar de start-c.q. landingsbaan als ook het draaien van de motor voorafgaand aan een vlucht valt onder de Wet luchtvaart en is in dit onderzoek niet opgenomen.

In dit onderzoek wordt de situatie vanaf 2019, dus vanaf eerste stationering van F-35A vliegtuigen op de vliegbases, beschreven en de resultaten worden vergeleken met de vergunde geluidsruimte in het kader van de Wet milieubeheer. Beide vliegbases hebben thans een vergunning in het kader van de Wet milieubeheer waarin vergunde geluidsniveaus in de omgeving zijn opgenomen. De vergunningen verwijzen voor de vergunde geluidsruimte naar de TNO-rapporten:

- “Akoestisch hoofdrapport fase 2 en 3 vliegbasis Leeuwarden”, Stg. CONFIDENTIEEL, d.d. 10 december 1997 [3],
- “Akoestisch hoofdrapport fase 2 en 3 vliegbasis Volkel”, Stg. CONFIDENTIEEL, d.d. 24 september 1997 [4].

In voorliggend onderzoek worden de berekende geluidsniveaus vergeleken met:

- de vastgelegde geluidszone rond de vliegbases (50 dB(A) etmaalwaarde),
- de Maximaal Toelaatbare Geluidbelasting (MTG) met bijbehorende 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering,
- en de maximale geluidsniveaus ( $L_{Amax}$ ) op de gevels van de woningen, zoals in [3] en [4] beschreven.

Een zeer centrale rol in dit geluidsonderzoek speelt het proefdraaien van de motor van de F-35A, wat de belangrijkste geluidsbron zal zijn op vliegbases Leeuwarden en Volkel. Omdat hierin zogeheten *Maintenance Built In Tests* (MBITs) proefdraaibeurten een centrale rol spelen, worden deze eerst kort geïntroduceerd.

Het proefdraaien met de F-35A is volledig geautomatiseerd en wordt computergestuurd uitgevoerd met behulp van MBIT proefdraaibeurten, die na motoronderhoudswerkzaamheden worden uitgevoerd. Tijdens de MBIT wordt de motor door vliegtuigsoftware aangestuurd en een vast test/meetprogramma op de motor doorlopen. Een MBIT proefdraaibeurt is opgebouwd uit verschillende

motorstanden<sup>3</sup> die in het softwareprogramma van de F-35A zijn opgenomen en die na het activeren op het beeldscherm in de cockpit zonder tussenkomst van de monteur worden uitgevoerd. Dit in tegenstelling tot het proefdraaien na onderhoud van F-16 vliegtuigen waar de monteur de motorstanden en beproevingsstijd handmatig via de gashendel instelt. Voorafgaand aan de F-35A MBIT wordt de vliegtuighulpmotor, de *Integrated Power Pack (IPP)*, gestart waarna deze de motor start. Na afloop van de MBIT wordt eerst de motor en daarna de *IPP* uitgezet. Starten en uitzetten van de *IPP* en de motor is niet in de voorgeprogrammeerde MBIT van *Pratt & Whitney (P&W)* opgenomen. Voor de motorstanden en draaiduur van zowel *IPP* als motor die optreden voorafgaand en na afloop van een MBIT zijn geluidsmetingen uitgevoerd op *Edwards AFB*.

Afhankelijk van de uitgevoerde onderhoudswerkzaamheden zullen op de vliegbases de volgende vijf MBIT proefdraai beurten plaatsvinden:

- MBIT proefdraai beurten met als hoogste motorstand *idle* (stationair):
  - *Engine depreserve* MBIT proefdraai beurt,
  - *Engine leak check* MBIT proefdraai beurt,
  - *Augmenter light checkout* MBIT proefdraai beurt.
- MBIT proefdraai beurten met als hoogste motorstand *high rpm low thrust*: (hoog toerental, laag vermogen):
  - *Engine vibration* MBIT proefdraai beurt,
  - *Augmenter leak check* MBIT proefdraai beurt.

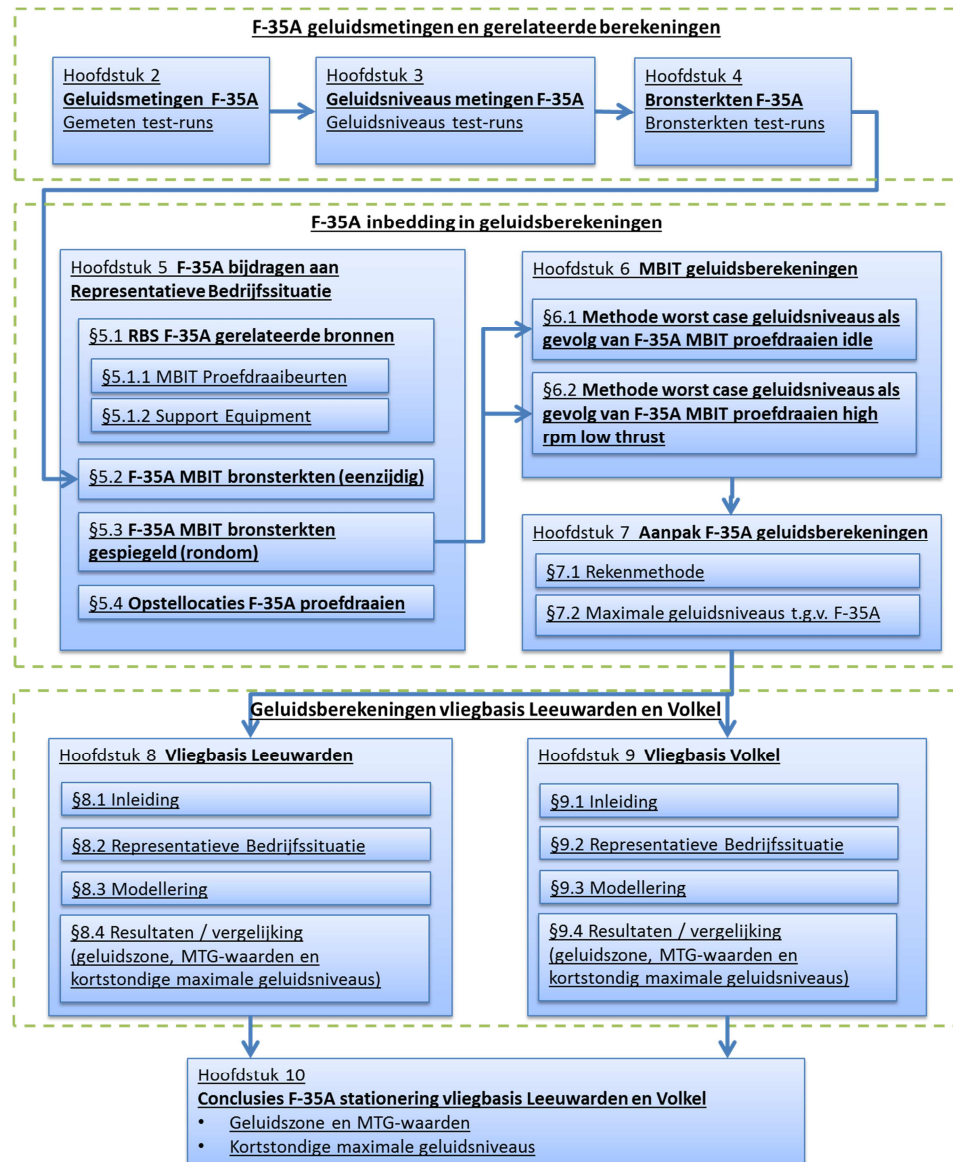
Het vaststellen van het grondgebonden geluid dat tijdens de MBIT proefdraai beurten wordt geproduceerd is opgedeeld in een aantal stappen, beginnend bij de uitgevoerde grondgebonden geluidsmetingen, die steeds delen van zo'n MBIT proefdraai beurt in kaart hebben gebracht, en eindigend bij de complete samengestelde bronsterkten van de MBIT proefdraai beurten. Deze stappen worden in hoofdstuk 2 tot en met 5 beschreven. Hoofdstuk 6 tot en met 9 gebruiken de bronsterkten van de MBIT proefdraai beurten om vervolgens aan de hand van aanvullende informatie te komen tot de geluidsberekeningen voor beide vliegbases.

Figuur 1-1 geeft in meer detail een schematisch overzicht van in dit geluid onderzoek gehanteerde werkwijze. Onder het schema volgt een gedetailleerde leeswijzer.

---

<sup>3</sup> Motorstanden zijn verschillende fases die onderkend worden tijdens het opstarten, draaien en uitzetten van de F135 motor of van de vliegtuighulpmotor, de zogeheten *Integrated Power Pack (IPP)*.





Figuur 1-1 Schematisch overzicht van de in het geluidsonderzoek gehanteerde werkwijze.

Op 5 september 2013 zijn in de Verenigde Staten op *Edwards Air Force Base* grondgebonden geluidsmetingen uitgevoerd onder leiding van het *Air Force Research Laboratory (AFRL)* aan een productie representatief F-35A vliegtuig met een F135-PW-100 motor. Hieraan heeft TNO ter plaatse meegewerkt. De meetlocatie, meetomstandigheden, meetopstelling en gemeten test-runs van het F-35A toestel worden beschreven in hoofdstuk 2.

TNO heeft de geluidsdata gecontroleerd op bruikbaarheid en volledigheid. Vervolgens zijn van de gemeten test-runs de geluidsniveaus bepaald en deze worden in Hoofdstuk 3 beschreven.

Aan de hand van de vastgestelde geluidsniveaus worden in hoofdstuk 4 de richtingsafhankelijke bronsterkten berekend van de verschillende afzonderlijk gemeten motorstanden.

Op basis van de bronsterkten per motorstand worden in hoofdstuk 5 de bronsterkten van elke volledige MBIT proefdraaibeurt samengesteld. Allereerst worden de verschillende motorstanden tijdens het uitvoeren van de MBIT proefdraaibeurten beschreven. Vervolgens worden de afzonderlijk berekende bronsterkten samengevoegd zodat één samengestelde richtingsafhankelijke uitstralende geluidsbron ontstaat voor een volledige MBIT proefdraaibeurt.

De geluidsmetingen en bronsterkten berekeningen zijn aan één zijde van het F-35A vliegtuig uitgevoerd. Bij de geluidsberekeningen naar de omgeving moet een rondom stralende geluidsbron worden ingevoerd. In hoofdstuk 5 wordt beschreven hoe de bronsterkten naar de andere zijde van het vliegtuig zijn afgeleid zodat uiteindelijk een richtingsafhankelijk uitstralende puntbron in 360 graden ontstaat van een volledige MBIT proefdraaibeurt.

Afhankelijk van de uit te voeren MBIT proefdraaibeurt worden de vliegtuigen op de bases op een specifieke locatie en in een bepaalde richting opgesteld. In hoofdstuk 5 wordt, 1) op de shelterplatforms, 2) voor de vliegtuig parkeerplatforms of 3) voor een nog te bouwen *Ground Runup Enclosure* beschreven welke MBIT proefdraaibeurten op deze locaties gedraaid kunnen worden.

Als laatste in hoofdstuk 5 wordt het gebruik van de *Ground Support Equipment (GSE)* bij een shelter beschreven.

De locaties van het MBIT proefdraaien op de motorstand *idle of high rpm low thrust* kunnen van dag tot dag verschillen. In hoofdstuk 6 wordt beschreven welke MBIT proefdraaibeurten op welke locaties van de vliegbases kunnen worden gedraaid. Tevens wordt beschreven hoe de per dag wisselende locaties als worst case scenario in de berekeningen zijn opgenomen.

In hoofdstuk 7 worden de rekenmethoden beschreven die in hoofdstuk 8 en 9 gebruikt worden voor het berekenen van de geluidsniveaus en de kortstondig optredende maximale geluidsniveaus tijdens het proefdraaien van een F-35A.

Na berekening van de bronsterkten en omschrijving van de bedrijfssituaties tijdens het MBIT proefdraaien van de F-35A worden geluidsberekeningen in de omgeving van de vliegbasis Leeuwarden en vliegbasis Volkel uitgevoerd. In hoofdstuk 8 en 9, respectievelijk de vliegbasis Leeuwarden en vliegbasis Volkel, wordt per basis de representatieve bedrijfssituatie in de dag-, avond- en nachtperiode en de modellering van het rekenmodel beschreven. Vervolgens worden de resultaten van de berekende geluidscontouren, langtijdgemiddelde niveaus op een aantal rekenpunten en de kortdurende maximale geluidsniveaus gepresenteerd en vergeleken met de vergunning.

De conclusies naar aanleiding van de berekende geluidbelasting in de omgeving van de vliegbases Leeuwarden en Volkel als gevolg van het grondgebonden geluid van F-35A vliegtuigen worden in hoofdstuk 10 beschreven.

## 2 Grondgebonden geluidsmetingen F-35A

De grondgebonden geluidsmetingen aan een F-35A met een F135-PW-100 motor zijn uitgevoerd in de Verenigde Staten op *Edwards Air Force Base* op 5 september 2013.

De metingen zijn verricht aan een productie representatieve F-35A. Dit vliegtuig is van hetzelfde type als door Nederland zal worden aangeschaft. De metingen zijn uitgevoerd onder leiding van het Air Force Research Laboratory (AFRL) in samenwerking met Blue Ridge Research and Consulting (BRRC), Naval Air Engineering (NAVAIR) en Wyle Laboratories.

TNO was aanwezig bij het opbouwen en kalibreren van de meetketens en bij het uitvoeren van de geluidsmetingen aan de F-35A. Er is op toegezien dat de metingen zijn uitgevoerd volgens de in Nederland vigerende "Handleiding meten en rekenen industrielawaai" [1] en de daarin beschreven meetmethode, de "Geconcentreerde bronmethode".

### 2.1 Uitgevoerde metingen

De geluidsmetingen zijn zo gekozen, dat een representatief regime van proefdraaien voor de F-35A op de vliegbases Leeuwarden en Volkel kan worden doorgerekend. Het proefdraaien met de F-35A wordt volledig geautomatiseerd en computergestuurd uitgevoerd. Dit is vastgelegd door de motorfabrikant *Pratt & Whitney* in de MBIT proefdraaibeurten. Hierbij wordt op een hoog detailniveau directe terugkoppeling verkregen van de status van de motor waardoor een F-35A motortest in korte kan worden uitgevoerd.

Iedere MBIT proefdraaibeurt van de F-35A bestaat uit een aaneenschakeling van motorstanden. Op *Edwards AFB* is de zogenaamde *engine vibration* MBIT als één aaneengesloten test-run gemeten. De andere MBITs bestaan uit verschillende motorstanden die afzonderlijk zijn gemeten zodat later de geluidsuitstraling van deze MBIT proefdraaibeurten kunnen worden samengesteld.

Proefdraaibeurten op hogere en volvermogenstanden (met gebruik van na-verbrander) zijn met de komst van de F-35A niet langer nodig op de vliegbases Leeuwarden en Volkel. Deze zijn vervangen door een speciale categorie MBITs waarbij de motor op een hoog toerental draait maar daarbij zo weinig mogelijk voortstuwend vermogen produceert, de zogeheten *high rpm low thrust* MBITs. De F135 motor kent twee verschillende typen MBITs in deze categorie. Omdat de geluidsproductie van deze twee typen MBITs alleen in duur verschilt, is alleen de zogeheten *engine vibration* MBIT (twee maal) gemeten.

De volgende motorstanden en combinaties van motorstanden zijn tijdens vijf test-runs gemeten:

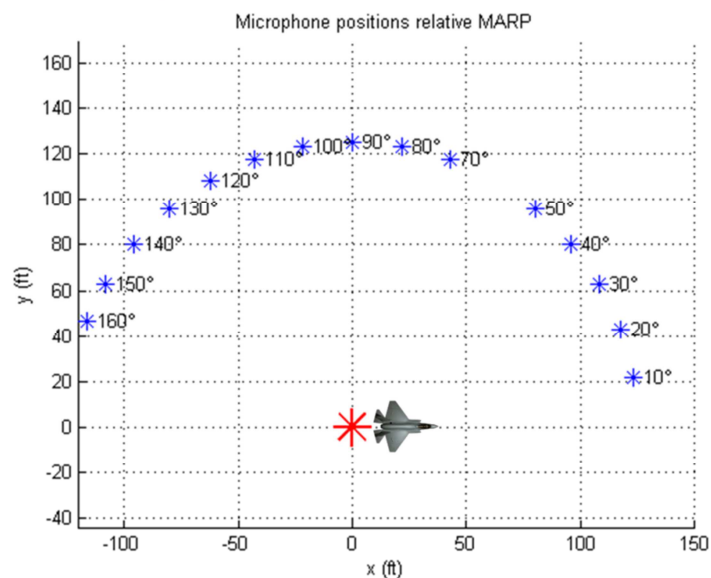
1. *IPP* running: meting waarbij alleen de vliegtuighulpmotor draait;
2. *Idle* running: meting waarbij de *IPP* en de vliegtuigmotor op *idle* draait;
3. *Engine start*: meting waarbij achtereenvolgens de *IPP* wordt gestart, de *IPP* draait, de vliegtuigmotor wordt gestart, en tenslotte de vliegtuigmotor op motorstand *Idle* draait (inclusief *IPP*);

4. *Engine vibration* MBIT, run 1, meting waarbij een volledige *engine vibration* MBIT wordt gedraaid, achtereenvolgens acceleratie van *idle* naar *high rpm low thrust*, *high rpm low thrust* draaien en deceleratie van *high rpm low thrust* naar *idle*;
5. *Engine vibration* MBIT, run 2, herhaling van test-run 4.

## 2.2 Meetopstelling

Tijdens de geluidsmetingen stond het F-35A toestel buiten opgesteld op een platform met in de directe omgeving geen objecten. Reflecterend geluid tegen objecten levert daardoor geen bijdrage aan het gemeten geluid. Figuur 2-1 geeft een overzicht van de meetlocatie op *Edwards AFB* en de microfoonlocaties waar de geluidsmetingen zijn uitgevoerd. De metingen op *Edwards AFB* zijn uitgevoerd in de vroege ochtend zodat de weersomstandigheden goed vergelijkbaar zijn met die in Nederland, (lucht temperatuur 21 graden Celsius, windsnelheid 0,5 – 3,4 m/s en een luchtvochtigheid van 37 – 45%). De geluidsmetingen aan de F-35A zijn uitgevoerd op 16 microfoonlocaties op een afstand van 125 voet van het vliegtuig. De microfoonsignalen zijn synchroon via een data acquisitie systeem digitaal vastgelegd.

De geluidsmetingen zijn uitgevoerd aan de linkerzijde van het vliegtuig. Dit is de zijde waar zich de uitlaat van de vliegtuighulpmotor bevindt, de zogeheten *Integrated Power Pack (IPP)*. Bij de geluidsuitstraling van het vliegtuig wordt symmetrie ten opzichte van de lengteas van het vliegtuig verondersteld. Door het verrichten van metingen aan de *IPP* zijde en deze te spiegelen naar de andere zijde ontstaat voor de geluidsuitstraling een worst case scenario. Immers, aan de rechterzijde zit in werkelijkheid geen *IPP* uitlaat.



Figuur 2-1 Overzicht van de meetlocatie en directe omgeving op *Edwards AFB* (foto) en een overzicht van de microfoonlocaties (diagram).

De microfoonlocatie op 60 graden is niet weergegeven omdat deze later bij controle bleek kapot te zijn (zie hoofdstuk 3<sup>4</sup>). Recht voor (0 graden) en achter (170 en 180 graden) het vliegtuig kunnen geen microfoons<sup>5</sup> opgesteld worden i.v.m. de bedrijfsveiligheid (o.a. mogelijke aanzuiging of omver blazen van de microfoonopstelling). In hoofdstuk 4 wordt verder ingegaan op hoe voor deze richtingen de geluidsuitstraling is berekend.

Details over de uitvoering van de metingen en de meetresultaten zijn beschreven in "Bronsterkte rapport vliegbases Wet geluidhinder, Inventarisatie geluidsbronnen" [2].

<sup>4</sup> Voor de uitstraalrichting 60 graden is in het rekenmodel de gemiddelde geluidsdruk van de microfoons op uitstraalrichtingen 50 en 70 graden gebruikt.

<sup>5</sup> Voor de uitstraalrichtingen 170 en 180 graden naar achteren en recht naar voren, 0 graden, zijn in het rekenmodel respectievelijk dezelfde bronsterkten aangenomen als in de richtingen 160 graden en 10 graden.

## 3 Geluidsniveaus metingen F-35A

TNO heeft van het Ministerie van Defensie de originele digitaal vastgelegde gemeten geluidsignalen van de test-runs ontvangen. TNO heeft de gemeten geluidsdata gecontroleerd op bruikbaarheid en volledigheid. Vervolgens zijn door middel van geluidsanalyses de geluidsniveaus bepaald van de gemeten test-runs. Hieruit worden in hoofdstuk 4 en 5 de bronsterkte van de verschillende MBIT proefdraaibeurten van de F-35A berekend die op hun beurt in het rekenmodel ingevoerd worden om de geluidsniveaus in de omgeving te berekenen.

### 3.1 Volledigheid geluidsmetingen

De gemeten microfoonsignalen zijn bij TNO gecontroleerd op onder- en oversturing en op kalibratie. Onvolkomenheden in de gemeten geluidssignalen zijn niet geconstateerd, met uitzondering van één defecte microfoon. De defecte microfoon bevond zich op het meetpunt in de uitstraalrichting van 60 graden. In hoofdstuk 4 wordt uitgelegd hoe bij het ontbreken van meetdata voor deze richting de geluidsuitstraling is berekend.

### 3.2 Geluidsanalyses

De gemeten, gekalibreerde geluidssignalen, zijn ingevoerd in een geluidsanalyse programma (*filtbank*<sup>6</sup>). Met dit programma is van iedere test-run het geluidsniveau bepaald, geïntegreerd over de gehele meettijd en als functie van de frequenties (toonhoogtes). De geluidsniveaus worden in vast omschreven frequentiebanden geanalyseerd; de zogeheten 1/1-octafbanden. Bij de analyses zijn:

- een in [1] voorgeschreven integratietijd (de snelheid waarmee het harder en zachter worden van het geluid gevolgd wordt) van 1/8 seconde gebruikt.
- de geluidsniveaus, afhankelijk van de frequentie, gecorrigeerd voor de zogeheten A-weging<sup>7</sup>.

Na de geluidsanalyse ontstaat dan van iedere test-run per microfoon het A-gewogen equivalente geluidsniveau ( $L_{Aeq,T}$  dB(A)) in 1/1-octafbanden dat gebruikt wordt voor het berekenen van de richtingsafhankelijke bronsterkten.

Van de volgende test-runs op *Edwards AFB* zijn de gemeten geluidssignalen geanalyseerd:

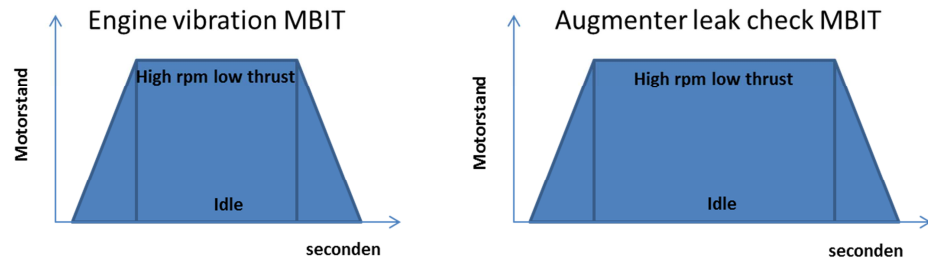
1. *IPP* running;
2. *Idle* running;
3. *Engine start*, combinatie van *IPP* start, *IPP* running en *engine start*;
4. *Engine vibration* MBIT, (run 1);
5. *Engine vibration* MBIT, (run 2).

<sup>6</sup> “*Filtbank*” is een door TNO gebruikt geluidsanalyse programma waarbij van geluidsignalen (tijd domein) frequentie afhankelijke geluidsniveaus worden bepaald in octafbanden.

<sup>7</sup> Geluid wordt beoordeeld op basis van A-gewogen niveaus, hierbij is rekening gehouden met de frequentie afhankelijke gevoeligheid van het oor. Laagfrequent is het oor minder gevoelig dan bij hoge frequenties.

Op basis van bovenstaande metingen kunnen de verschillende MBIT proefdraaibeurten worden samengesteld. Echter, om de later samengestelde bronsterkte van de *augmenter leak check* MBIT proefdraaibeurt te kunnen bepalen is bij de geluidsanalyse de *engine vibration* MBIT (run 1 en 2) opgedeeld in de drie afzonderlijke motorstanden, te weten:

- 1) acceleratie van *idle* naar *high rpm low thrust*;
- 2) *high rpm low thrust* draaien;
- 3) deceleratie van *high rpm low thrust* naar *idle*.



Figuur 3-1 Schematische weergave van de motorstand als functie van de draaiduur van de *engine vibration* MBIT en de *augmenter leak check* MBIT.

De *augmenter leak check* MBIT komt qua motorstanden overeen met die van de *engine vibration* MBIT, alleen het deel van de MBIT waarin op de motorstand *high rpm low thrust* wordt gedraaid duurt langer. Figuur 3-1 geeft een schematische weergave van de motorstanden en draaiduur van beide MBITs.

Resultaten van de geluidsanalyses van de F-35A metingen zijn beschreven in "Bronsterkte rapport vliegbases Wet geluidhinder, Inventarisatie geluidsbronnen" [2].

## 4 Bronsterkten F-35A

In dit hoofdstuk wordt uiteengezet hoe de bronsterkte van de afzonderlijke motorstanden en combinaties van motorstanden is afgeleid van de gemeten geluidsniveaus. Op basis hiervan worden in hoofdstuk 5 de bronsterkten van een volledige MBIT proefdraaibeurt samengesteld.

De richtingsafhankelijke bronsterkte ( $L_{WR}$ ) wordt bepaald door bij het gemeten geluidsniveau ( $L_{Aeq,T}$ ) de geluidsdemping (overdrachtsverzwakking) tussen bron en microfoon op te tellen. De overdrachtsverzwakking, veroorzaakt door het overdrachtspad, wordt per bron-microfoon combinatie berekend volgens methode II.8 zoals in de "Handleiding meten en rekenen industrielawaai" [1] beschreven. De totale overdrachtsverzwakking ( $\sum D_i$ ) is de som van de demping door de afstand tussen bron en microfoon (geometrische uitbreiding  $D_{geo}$ ), door de luchtabsorptie ( $D_{lucht}$ ) en een component af- of toename van het geluid door reflectie of verstrooiing tegen de grond ( $D_{bodem}$ ) op het pad tussen bron en microfoon.

$$L_{WR,i} = L_{Aeq,T,i} + \sum D_i$$

$L_{WR,i}$	:	Richtingsafhankelijke bronsterkte [dB(A)] in hoek $i$ ,
$L_{Aeq,T,i}$	:	Gemeten geluidsniveau [dB(A) re. 20 $\mu$ Pa] in hoek $i$ ,
$D_i$	:	$D_{geo,i} + D_{lucht,i} + D_{bodem,i}$
$D_{geo,i}$	:	Geluidsdemping [dB] door geometrische uitbreiding in hoek $i$ ,
$D_{lucht,i}$	:	Geluidsdemping [dB] door luchtabsorptie in hoek $i$ ,
$D_{bodem,i}$	:	Geluidsdemping [dB] ten gevolge van reflectie tegen, verstrooiing aan en absorptie door bodem in hoek $i$ .

De som van de overdrachtsverzwakking is berekend met het rekenprogramma *Geomilieu*<sup>8</sup> versie 4.20 en vervolgens opgeteld bij het gemeten geluidsniveau. Voor de berekening is de geometrische situatie tijdens de geluidsmetingen op *Edwards AFB* in het rekenprogramma ingevoerd. Bij de gemeten test-runs is het midden van het vliegtuig als bronlocatie aangenomen. Het platform is van beton en akoestisch hard.

Voor de uitstraalrichting 60 graden, de defecte microfoon, is in het onderzoek de gemiddelde geluidsdruk van de uitstraalrichtingen 50 en 70 graden microfoon gebruikt.

<sup>8</sup> Programma *Geomilieu*, ingenieursbureau DGMR, Den Haag.



De richtingsafhankelijke bronsterkte is berekend voor de volgende test-runs:

- *IPP* running;
- *Idle* running;
- *Engine start*, combinatie van *IPP* start, *IPP* running en *engine start*<sup>9</sup>;
- *Engine vibration* MBIT;
- Acceleratie van *idle* naar *high rpm low thrust*;
- *High rpm low thrust* running;
- Deceleratie van *high rpm low thrust* naar *idle*.

Met de berekende richtingsafhankelijke bronsterkten van bovenstaande motorstanden en combinaties van motorstanden zijn de samengestelde richtingsafhankelijke bronsterkten van de MBIT proefdraaibeurten op de vliegbases Leeuwarden en Volkel bepaald.

De resultaten van de berekende overdrachtsverzwakking en de berekende richtingsafhankelijke bronsterkten per test-run zijn beschreven in [2].

---

<sup>9</sup> In de berekening is deze test-run in omgekeerde volgorde gebruikt voor een *engine shut down*.

## 5 F-35A bijdragen aan de representatieve bedrijfssituatie

Voor de vliegbases Leeuwarden en Volkel wordt een Representatieve Bedrijfssituatie (RBS) [1] vastgesteld voor het berekenen van het geluidsniveau van de F-35A op het terrein van de vliegbases in de omgeving. Op de vliegbases is bij het F-35A proefdraaien sprake van een discontinue bedrijfssituatie<sup>10</sup> en voortdurend wisselende activiteiten. Daarom is voor de vliegbases als representatieve bedrijfssituatie het worst case scenario aangehouden.

De F-35A bijdragen aan de RBS van de vliegbases bestaat uit twee geluidsbronnen, de MBIT proefdraaibeurten en de geluid producerende *Ground Support Equipment (GSE)*. De representatieve bedrijfssituatie van beide geluidsbronnen wordt hierna toegelicht. Vervolgens wordt voor beide bronnen de bronsterkte bepaald en wordt beschreven op welke locaties de F-35A MBIT proefdraaibeurten worden uitgevoerd en de GSE staat opgesteld.

### 5.1 RBS F-35A gerelateerde geluidsbronnen

Op vliegbases Leeuwarden en Volkel wordt onderhoud aan de F-35A vliegtuigen uitgevoerd. Het onderhoud vindt plaats in een shelter of in een hangaar. Bij de onderhoudswerkzaamheden wordt vóór de shelter de GSE opgesteld voor koeling en de hydrauliek van het toestel. Na onderhoudswerkzaamheden wordt het vliegtuig uit de shelter of uit de hangaar naar een platform gesleept waar een MBIT proefdraaibeurt wordt uitgevoerd. De locaties waar dat plaatsvindt kunnen van dag tot dag wisselen.

#### 5.1.1 Proefdraaien F-35A

Het proefdraaien met de F-35A is volledig geautomatiseerd en wordt computergestuurd uitgevoerd met behulp van MBIT proefdraaibeurten, die na motoronderhoudswerkzaamheden worden uitgevoerd. Een MBIT proefdraaibeurt is opgebouwd uit verschillende motorstanden met een gedefinieerde tijdsduur die in het softwareprogramma van de F-35A zijn opgenomen en die na het activeren op het beeldscherm in de cockpit zonder tussenkomst van de monteur worden uitgevoerd. Dit in tegenstelling tot het proefdraaien na onderhoud van F-16 vliegtuigen waar de monteur de motorstanden en beproevingstijd handmatig via de gashendel instelt. Voorafgaand aan de MBIT wordt de IPP gestart waarna deze de motor start. Na afloop van de MBIT wordt eerst de motor en daarna de IPP uitgezet. De draaiduur van IPP en motor voorafgaand en na afloop van een MBIT zijn niet in de voorgeprogrammeerde MBIT opgenomen. Deze zijn daarom bepaald uit de geluidsmetingen op *Edwards AFB*.

---

<sup>10</sup> Discontinue gezien in de context van de "Handleiding meten en rekenen industrielawaai". Het gaat hierbij om geluidsbronnen die niet de gehele dagperiode in bedrijf zijn, zoals het proefdraaien van vliegtuigen.

Afhankelijk van de onderhoudswerkzaamheden kunnen op de vliegbases de volgende vijf MBIT proefdraai beurten voorkomen:

- *Engine depreserve* MBIT proefdraai beurt.  
Bij een *engine depreserve* MBIT proefdraai beurt wordt eerst de *IPP* gestart. Als de *IPP* draait wordt de motor gestart en bij het bereiken van de *idle* toestand is de *engine depreserve* MBIT gereed. Vervolgens worden motor en *IPP* uitgezet. De hoogste motorstand tijdens het draaien van deze MBIT proefdraai beurt is *idle*.
- *Engine leak check* MBIT proefdraai beurt.  
Bij een *engine leak check* MBIT proefdraai beurt wordt eerst de *IPP* gestart en vervolgens de motor. Als de *idle* toestand is bereikt blijft de motor enige tijd op deze motorstand draaien. Vervolgens worden motor en *IPP* uitgezet. De hoogste motorstand tijdens het draaien van deze MBIT proefdraai beurt is *idle*.
- *Augmenter light checkout* MBIT proefdraai beurt.  
Bij een *augmenter light checkout* MBIT proefdraai beurt wordt eerst de *IPP* gestart en vervolgens de motor. Als de *idle* toestand is bereikt blijft de motor enige tijd op deze motorstand draaien. Daarna worden motor en *IPP* uitgezet. De hoogste motorstand tijdens het draaien van deze MBIT proefdraai beurt is *idle*.
- *Engine vibration* MBIT proefdraai beurt.  
Bij een *engine vibration* MBIT proefdraai beurt wordt eerst de *IPP* gestart. Als de *IPP* enige tijd draait wordt de motor gestart en bij het bereiken van de *idle* toestand wordt de *engine vibration* test MBIT gestart. Hierbij wordt vanuit de motorstand *idle* het motorvermogen langzaam opgevoerd naar een *high rpm low thrust* stand, vervolgens draait de motor enige tijd op *high rpm low thrust*. Daarna neemt het motorvermogen af naar *idle* waarna de motor en *IPP* worden uitgezet. De hoogste motorstand tijdens het draaien van deze MBIT proefdraai beurt is *high rpm low thrust*.
- *Augmenter leak check* MBIT proefdraai beurt.  
Bij een *augmenter leak check* MBIT wordt eerst de *IPP* gestart en enige tijd later de motor. Als de *idle* toestand is bereikt wordt de *augmenter leak check* MBIT gestart. Hierbij wordt vanuit de toestand *idle* het motorvermogen langzaam opgevoerd naar *high rpm low thrust*. Vervolgens draait de motor enige tijd op *high rpm low thrust*. Deze motorstand van de MBIT duurt langer dan bij de eerder genoemde *engine vibration* MBIT. Hierna neemt het motor vermogen af naar *idle*. Vervolgens worden de motor en *IPP* uitgezet. De hoogste motorstand tijdens het draaien van deze MBIT proefdraai beurt is *high rpm low thrust*.

De bedrijfsduur van een MBIT proefdraai beurt bedraagt maximaal 11 minuten, waarvan maximaal 7 minuten op de motorstand *idle* of 1,5 minuut op de motorstand *high rpm low thrust*. De overige tijd draait alleen de vliegtuighulpmotor, de *IPP*.

Een uitgebreidere beschrijving van de representatieve MBIT proefdraai beurten van de F-35A op de vliegbases Leeuwarden en Volkel zijn vastgelegd in het "Bronsterkte rapport vliegbases Wet geluidhinder, Inventarisatie geluidsbronnen" [2].

### 5.1.2 *Ground Support Equipment (GSE)*

Bij het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden in een shelter wordt *Ground Support Equipment (GSE)* gebruikt. Hiermee wordt het toestel voorzien van o.a.

koeling, hydrauliek en elektriciteit. De akoestische gegevens van de definitief geselecteerde GSE zijn nog niet bekend omdat de GSE nog in ontwikkeling is. Grote afwijkingen van de GSE van de F-35A t.o.v. de GSE van de F-16 worden niet verwacht daarom wordt in dit onderzoek uitgegaan van de GSE zoals die bij de F-16 wordt gebruikt [2]. Bij de F-16 staat de apparatuur voor koeling en voor de hydraulische systemen gemonteerd op een mobiel platform dat 5 meter voor de shelter staat opgesteld. Het toestel wordt van spanning voorzien door een elektrisch omvormer die op de 220 V netspanning is aangesloten en die in de shelter staat opgesteld.

## 5.2 Bronsterkten MBIT proefdraaibeurten

Een MBIT proefdraaibeurt is opgebouwd uit verschillende motorstanden waarvan afzonderlijk de bronsterkten zijn bepaald. Als invoergegeven voor het rekenmodel is er voor gekozen om het MBIT proefdraaien als één samengestelde richtingsafhankelijke uitstralende geluidsbron in te voeren. Hiertoe wordt een samengestelde bronsterkte bepaald die alle motorstanden van een volledige MBIT proefdraaibeurt bevat.

De samengestelde richtingsafhankelijke bronsterkte van een MBIT proefdraaibeurt ( $L_{WR,i,l}$ ) is berekend door de bronsterkten van de afzonderlijk berekende bronsterkten per motorstanden die bij de MBIT proefdraaibeurt voorkomen energetisch bij elkaar op te tellen, volgens onderstaande formule.

Hierbij wordt rekening gehouden met de draaitijd van de afzonderlijke motorstand ( $T_k$ ) ten opzichte van de totale proefdraaitijd ( $T_{totaal,l}$ ) van een volledige MBIT proefdraaibeurt.

$$L_{WR,i,l} = 10 \log \sum \left( 10^{\frac{L_{WR,k}}{10}} \times \frac{T_k}{T_{totaal,l}} \right)$$

- $L_{WR,i,l}$  : Samengestelde richtingsafhankelijke bronsterkte [dB(A)] in hoek  $i$  van een volledige MBIT proefdraaibeurt  $l$ ,
- $L_{WR,k}$  : Bronsterkte [dB(A)] van een afzonderlijke motorstand  $k$ ,
- $T_k$  : Tijd [sec] van de afzonderlijke motorstand  $k$ ,
- $T_{totaal,l}$  : Totale tijd [sec] van een volledige MBIT proefdraaibeurt  $l$ .

Van de volgende MBIT proefdraaibeurten zijn samengestelde richtingsafhankelijke bronsterkten voor de invoer van het rekenmodel bepaald:

- *Engine depreserve* MBIT proefdraaibeurt;
- *Engine leak check* MBIT proefdraaibeurt;
- *Augmenter light checkout* MBIT proefdraaibeurt;
- *Engine vibration* MBIT proefdraaibeurt;
- *Augmenter leak check* MBIT proefdraaibeurt.

De resultaten van de berekende richtingsafhankelijke bronsterkten per MBIT proefdraaibeurt zijn beschreven in [2] en in dit onderzoek gebruikt.

## 5.3 Symmetrische geluidsuitstraling F-35A

De geluidsmetingen zijn aan één zijde (linker) van het F-35A vliegtuig uitgevoerd. De bronsterkten naar de andere zijde van het vliegtuig zijn net als bij een F-16 afgeleid uit de bronsterkten van de zijde waar de geluidsmetingen zijn uitgevoerd. Hierbij is uitgegaan van een symmetrische geluidsuitstraling ten opzichte van de

lengtes van het vliegtuig en er één richtingsafhankelijk uitstralende puntbron over 360 graden ontstaat zoals in Tabel 5-1 is aangegeven. Deze richtingsafhankelijk uitstralende puntbron is opgenomen in het rekenmodel. De bronsterkten aan de rechterzijde van het vliegtuig zijn daardoor enigszins overschat omdat de uitlaat van de *IPP* zich aan de linkerkant bevindt.

Voor de uitstraalrichtingen 170 en 180 graden naar achteren en recht naar voren 0 graden, zijn respectievelijk dezelfde bronsterkten aangenomen als in de richtingen 160 graden en 10 graden.

Tabel 5-1 Overzicht van de richtingen waarin de bronsterkten zijn berekend op basis van gemeten geluidsniveaus en de richtingen waarin deze bronsterkten in het rekenmodel uitstralen.

LWr,i gemeten hoek graden	LWr,i hoek rekenmodel graden
10	345 - 15
20	15 - 25 en 335 - 345
30	25 - 35 en 325 - 335
40	35 - 45 en 315 - 325
50	45 - 55 en 305 - 315
60	55 - 65 en 295 - 305
70	65 - 75 en 285 - 295
80	75 - 85 en 275 - 285
90	85 - 95 en 265 - 275
100	95 - 105 en 255 - 265
110	105 - 115 en 245 - 255
120	115 - 125 en 235 - 245
130	125 - 135 en 225 - 235
140	135 - 145 en 215 - 225
150	145 - 155 en 205 - 215
160	155 - 205

## 5.4 Opstellocaties vliegtuigen bij MBIT proefdraai beurten

### 5.4.1 Inleiding

Onderhoud aan de vliegtuigen wordt op de vliegbases uitgevoerd in een shelter of in een hangaar. Na bepaalde onderhoudswerkzaamheden moet een *engine depreserve* MBIT, *engine leak check* MBIT of *augmenter light checkout* MBIT worden uitgevoerd. Deze *idle* proefdraai beurten zullen worden uitgevoerd op het shelterplatform<sup>11</sup> of op een vliegtuig parkeerplatform. De locaties waar wordt proefgedraaid kunnen van dag tot dag verschillen. Indien er een *high rpm low thrust* MBIT proefdraai beurt (*augmenter leak check* MBIT of *engine vibration* MBIT proefdraai beurt) noodzakelijk is dan zal, volgens de huidige inzichten, deze uitgevoerd worden in een nog te bouwen akoestisch afschermd proefdraai-faciliteit een zogeheten *Ground Runup Enclosure (GRE)*.

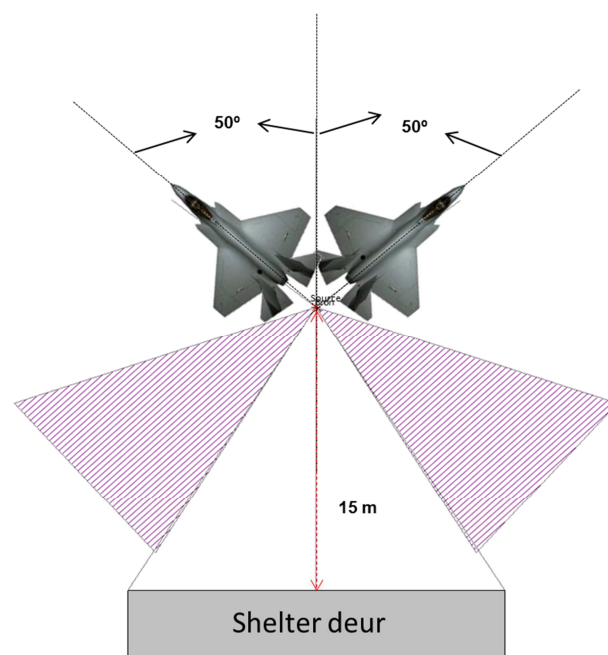
<sup>11</sup> Onderzocht wordt nog of F-35A MBIT proefdraaien in de shelter mogelijk is.

#### 5.4.2 MBIT draaien op een shelterplatform

Als er na onderhoudswerkzaamheden een *engine depreserve* MBIT, *engine leak check* MBIT of *augmenter light checkout* MBIT proefdraaibeurt gedraaid moet worden op een shelterplatform, dan kan het vliegtuig in twee richtingen worden opgesteld, zoals weergegeven in Figuur 5-1.

1. Onder een hoek van 50 graden<sup>12</sup> ten opzichte van de hartlijn van de shelter met de nozzle wijzend langs de linker zijde.
2. Onder een hoek van 50 graden ten opzichte van de hartlijn van de shelter met de nozzle wijzend langs de rechter zijde.

Bij beide opstelrichtingen staat de deur van de shelter open en staat het toestel op 15 meter afstand van de deur opgesteld. Deze opstelrichtingen gelden zowel op de vliegbasis Leeuwarden als op de vliegbasis Volkel.



Figuur 5-1: Weergave van de twee mogelijke opstelrichtingen van een F-35A vliegtuig op het platform voor een shelter om een MBIT proefdraaibeurt te draaien.

#### 5.4.3 MBIT draaien op een vliegtuig parkeerplatform

Als er na onderhoudswerkzaamheden een *engine depreserve* MBIT, *engine leak check* MBIT of *augmenter light checkout* MBIT proefdraaibeurt gedraaid moet worden op een vliegtuig parkeerplatform, dan zijn er afhankelijk van de locatie van het vliegtuig parkeerplatform, twee opstelrichtingen mogelijk. Per basis wordt in hoofdstuk 8 en 9 voor elk vliegtuig parkeerplatform beschreven welke opstelrichtingen gebruikt kunnen worden.

#### 5.4.4 MBIT draaien in de Ground Runup Enclosure

Als er na onderhoudswerkzaamheden een *augmenter leak check* MBIT of een *engine vibration* MBIT proefdraaibeurt gedraaid moet worden dan wordt deze uitgevoerd in de nog te bouwen Ground Runup Enclosure.

<sup>12</sup> Bij 50 graden blaast de uitlaatstraal langs de shelter.

Als onderdeel van dit onderzoek is een voorlopig ontwerp van een Ground Runup Enclosure gemaakt. Deze bestaat uit een betonnen platform met daarop in een U-vorm, absorberende geluidsschermen met een hoogte van 12 meter. De vorm, hoogte alsook de mogelijke locatie van de Ground Runup Enclosure is geoptimaliseerd, voor minimale geluidsuitstraling naar de omgeving. De mogelijke locatie van de Ground Runup Enclosure wordt per basis beschreven in respectievelijk hoofdstuk 8 en 9.

## 6 Aanpak geluidsberekeningen MBIT proefdraaien F-35A

De methode voor de geluidsberekeningen voor Leeuwarden en Volkel vereist dat de meest ongunstige geluidsproductie ('worst case') wordt bekeken voor zowel de *idle* MBIT proefdraaibeurten als voor de *high rpm low thrust* MBIT proefdraaibeurten. Het scenario voor de *idle* MBIT proefdraaibeurten wordt uitgewerkt in paragraaf 6.1, het scenario voor de *high rpm low thrust* MBIT proefdraaibeurten in paragraaf 6.2. Iedere paragraaf begint met de uitwerking van de meest ongunstige geografische ('worst case') locatie, gevolgd door een uitwerking welke specifieke MBIT is gekozen. Voor de *idle* MBIT proefdraaibeurten wordt ook het effect van de twee mogelijke opstelrichtingen vóór de shelter uitgewerkt.

### 6.1 Methode worst case geluidsniveaus bepaling t.g.v. MBIT proefdraaien *idle*

#### 6.1.1 Keuze geografische locatie

Er zijn drie typen MBIT proefdraaibeurten waarbij *idle* de hoogste motorstand is. Dit zijn de *engine deprime* MBIT, de *engine leak check* MBIT en de *augmenter light checkout* MBIT proefdraaibeurten. Deze *idle* MBIT proefdraaibeurten vinden plaats op een shelterplatform of op een vliegtuig parkeerplatform. Deze locatie kan van dag tot dag verschillen, dit in tegenstelling tot *high rpm low thrust* MBIT proefdraaibeurten, die wel op een vaste locatie (in de *Ground Runup Enclosure*) worden uitgevoerd.

In de dagperiode worden maximaal acht *idle* MBIT proefdraaibeurten uitgevoerd. Bij de berekeningen is aangehouden dat op vier verschillende platformlocaties elk twee *idle* MBIT proefdraaibeurten plaatsvinden. In de avondperiode wordt één *idle* MBIT proefdraaibeurt op één platformlocatie uitgevoerd. Van te voren is niet eenduidig vast te stellen op welk platform een MBIT proefdraaibeurt op de vliegbases wordt gedraaid. Bij de berekeningen wordt daarom uitgegaan van de worst case benadering. Hierbij wordt voor het bepalen van het geluidsniveau, op een ontvangerpunt, in de dagperiode uitgegaan van de som van de vier meest ongunstig gelegen (luidste) proefdraailocaties waar elk twee proefdraaibeurten gedraaid worden. Voor de avondperiode wordt dit gedaan op basis van één ongunstig gelegen proefdraailocatie. Deze methodiek is analoog aan het onderzoek uitgevoerd bij het vaststellen van de zone en de vergunningsvoorwaarden bij F-16 stationering op de vliegbases, [3] en [4].

#### 6.1.2 Keuze luidste *idle* MBIT

Uit de berekende bronsterkten van de drie *idle* MBIT proefdraaibeurten blijkt dat de *engine leak check* MBIT de luidste is. Bij alle geluidsniveau berekeningen wordt daarom de bronsterkte van de *engine leak check* MBIT op de platform locaties in het rekenmodel ingevoerd.

#### 6.1.3 Maximale bronsterkte bij F-35A proefdraaien op een shelterplatform

Voor het proefdraaien van een F-35A vliegtuig op een shelterplatform zijn twee opstelrichtingen mogelijk, zoals in hoofdstuk 5 aangegeven. Welke richting gekozen wordt kan van dag tot dag wisselen. Daarom is de geluidsuitstraling van beide opstelrichtingen samengevoegd tot één richtingsafhankelijk uitstralende puntbron.



In elke uitstraalrichting is uitgegaan van de maximale bronsterkte van beide opstelrichtingen ('worst case'), volgens:

$$L_{WR,i} = \text{MAX} (L_{WR,i, \text{opstelrichting 1}}, L_{WR,i, \text{opstelrichting 2}})$$

$L_{WR,i}$  : Samengestelde maximale bronsterkte [dB(A)] in hoek  $i$  van twee mogelijke opstelrichtingen.

$L_{WR,i, \text{opstelrichting 1}}$  : Bronsterkte [dB(A)] in hoek  $i$  in opstelrichting 1.

$L_{WR,i, \text{opstelrichting 2}}$  : Bronsterkte [dB(A)] in hoek  $i$  in opstelrichting 2.

De resulterende samengestelde maximale bronsterkte van de luidste *idle* MBIT proefdraaibeurt (*engine leak check* MBIT) is in het rekenmodel opgenomen. Deze bronsterkte wordt gebruikt als worst case representatie voor iedere *idle* MBIT proefdraaibeurt die wordt gemodelleerd.

## 6.2 Methode geluidsniveaus bepaling t.g.v. MBIT proefdraaien *high rpm low thrust*

### 6.2.1 Keuze geografische locatie

Het uitvoeren van een MBIT proefdraaibeurt waarbij *high rpm low thrust* de hoogste motorstand is (*augmented leak check* MBIT of *engine vibration* MBIT) vindt plaats op een vaste locatie en opstelrichting in de *Ground Runup Enclosure*.

### 6.2.2 Bronsterkte bij F-35A proefdraaien in de *Ground Runup Enclosure*

Voor het proefdraaien in de *Ground Runup Enclosure* kan het toestel maar in één richting worden opgesteld. Hierbij staat de neus van het vliegtuig richting de opening opgesteld en de uitlaatgassen blazen richting het geluidscherm. Beide *high rpm low thrust* MBIT proefdraaibeurten in de *Ground Runup Enclosure* zijn in het rekenmodel opgenomen als richtingsafhankelijk uitstralende puntbron zoals deze in paragraaf 5.2 zijn bepaald.

## 7 Aanpak geluidberekeningen

### 7.1 Rekenmethodiek

De geluidsniveaus in de omgeving van de vliegbases Leeuwarden en Volkel moeten worden berekend volgens methode II.8 van de "Handleiding meten en rekenen industrielawaai" [1]. Hiervoor is gebruik gemaakt van het rekenprogramma *Geomilieu* (versie V2.40). Het uiteindelijke resultaat zijn geluidscontouren rond beide vliegbases en geluidsniveaus op rekenpunten nabij een aantal dichtbij gelegen woningen.

Voor het uitvoeren van de berekeningen zijn de volgende gegevens in *Geomilieu* ingevoerd:

1. De geografische locaties en bronsterkten van de geluidbronnen.  
De geïdentificeerde geluidbronnen zijn per vliegbasis vastgelegd in de RBS. De F-35A specifieke geluidbronnen zijn uitgewerkt in hoofdstuk 5. De overige geluidbronnen worden uitgewerkt per bases in hoofdstuk 8 en 9.
2. De geografische locaties van gebouwen, aarden wallen, begroeiing, geluidschermen en bodemgebieden.
3. De locaties van specifieke rekenpunten ten behoeve van het bepalen van de langtijdgemiddelde geluidsniveaus op rekenpunten nabij woningen.
4. Een raster van rekenpunten om de geluidscontouren mee te bepalen.

Nadat de gegevens in het rekenmodel zijn ingevoerd worden de geluidsniveaus op de rekenpunten en het raster van rekenpunten berekend. Het totale geluidsniveau (langtijdgemiddelde) op zowel specifieke rekenpunten als op het raster van rekenpunten wordt bepaald door de geluidsniveaus ten gevolge van alle relevante geluidbronnen bij elkaar op te tellen.

Aan de hand van de berekende geluidsniveaus op het raster van rekenpunten worden geluidscontouren bepaald. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van het programma *Geomilieu Analyst* (V1.11)<sup>13</sup>. De resultaten van de berekende geluidsniveaus (langtijdgemiddelde niveaus, etmaalwaarden<sup>14</sup>, etmaalwaardecontouren en kortstondig optredende maximale geluidsniveaus ( $L_{Amax}$ )) rond de vliegbases worden in de hoofdstukken 8 en 9 gepresenteerd.

### 7.2 Aanpak berekening maximale geluidsniveaus ( $L_{Amax}$ ) F-35A proefdraaien

De bronsterkten van de motorstanden *idle* en *high rpm low thrust* op de diverse platforms en in de *Ground Runup Enclosure* zijn in het rekenmodel ingevoerd. Op basis hiervan zijn de maximale geluidsniveaus ( $L_{Amax}$ ) op de gevels van de

<sup>13</sup> Programma *Geomilieu Analyst*, ingenieursbureau DGMR, Den Haag.

<sup>14</sup> De etmaalwaarde ( $L_{etmaal}$ ) van het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau  $L_{Ar,LT}$  in dB(A) met betrekking tot een inrichting of een industrieterrein is het hoogste van de volgende drie niveaus:  
 -  $L_{dag}$  (=  $L_{Ar,LT}$ ); dag: 07.00-19.00 uur,  
 -  $L_{avond}$  (=  $L_{Ar,LT}$ ) + 5 dB; avond: 19.00-23.00 uur,  
 -  $L_{nacht}$  (=  $L_{Ar,LT}$ ) + 10 dB; nacht: 23.00-07.00 uur.

woningen in dit onderzoek berekend, waarbij het berekende geluidsniveau verminderd is met de meteocorrectieterm<sup>15</sup> ( $C_m$ ), conform [1].

De maximale geluidsniveaus als gevolg van het *idle* of *high rpm low thrust* draaien zijn op een raster van ontvangerpunten berekend. Vervolgens zijn de 70 dB(A) en 65 dB(A) maximale geluidsniveau contouren bepaald in respectievelijk de dag- en avondperiode. Deze worden gepresenteerd op kaarten waarop tevens de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 is weergegeven. Bij deze berekeningen zijn dezelfde geografische rekenmodellen gebruikt als bij de berekeningen van de langtijdgemiddelde niveaus.

Toetsing van de berekende maximale geluidsniveaus op de gevels van woningen, met de in artikel 2.17 van het Activiteitenbesluit milieubeheer genoemde grenswaarden, vindt plaats op basis van de ligging van de maximale geluidsniveau contouren ten opzichte van de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997. Voor beide vliegbases geldt dat in 1997 volledig aan de saneringsvoorwaarden is voldaan (zie [3] en [4]): er lagen geen woningen binnen de 55 dB(A) etmaalwaardecontour. Als de berekende maximale geluidsniveau contour binnen de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 ligt dan wordt de grenswaarde op de gevels van de woningen ook niet overschreden.

In de nachtperiode wordt niet proefgedraaid met F-35A toestellen, maximale geluidsniveau berekeningen zijn niet uitgevoerd.

---

<sup>15</sup> Variaties in de geluidsoverdracht, gemiddeld over langere tijd, worden in het rekenmodel verdisconteerd door de meteocorrectieterm, die bedraagt maximaal -4,8 dB(A).

## 8 Vliegbasis Leeuwarden

### 8.1 Inleiding

Op dit moment (2014) zijn op de vliegbasis Leeuwarden F-16 vliegtuigen gestationeerd. Onderhoud aan de F-16 vliegtuigen vindt plaats op de basis. Na bepaalde onderhoudswerkzaamheden worden de motoren getest door het uitvoeren van een proefdraaibeurt. Proefdraaien wordt overdag op vier wisselende locaties uitgevoerd in een shelter, in een geluid gedempte motor- of vliegtuighal of op het Noord platform. In de avondperiode wordt eenmaal op een wisselende locatie in een shelter proefgedraaid. Op de Zuid platforms worden F-16 vliegtuigen in de motorstand *idle* getest. In de nachtperiode wordt niet proefgedraaid.

Op basis van het gebruik van de F-16 is in 1993 een 50 dB(A) geluidszone vastgelegd. Nadat de geluidszone was vastgesteld is er in 1997 een geluidsanering uitgevoerd en gerapporteerd in [3]. Uit dit rapport [3] blijkt dat na het uitvoeren van de geluidsanering geen woningen binnen de daartoe opgestelde 55 dB(A) saneringscontour liggen. Voor woningen binnen de geluidszone en buiten de 55 dB(A) saneringscontour is een maximaal toelaatbare geluidbelasting (MTG-waarde) vastgelegd van 55 dB(A). De vliegbasis heeft een vergunning in het kader van de Wet milieubeheer waarin vergunde geluidsniveaus in de omgeving zijn opgenomen. De vergunning verwijst voor de vergunde geluidsruijme naar het TNO-rapport [3].

De F-16 vliegtuigen op de vliegbasis Leeuwarden worden met ingang van 2019 vervangen door F-35A vliegtuigen waardoor de grondgebonden geluidssituatie in de omgeving verandert en toetsing aan de vergunde geluidsruijme nodig is. In dit geluidsonderzoek worden de resultaten daarom getoetst aan de vastgelegde geluidsszone, de Maximaal Toelaatbare Geluidbelasting (MTG) en de maximale geluidsniveaus ( $L_{Amax}$ ) op de gevels van de woningen rond de vliegbasis.

Op basis van de stationering van de F-35A op de vliegbasis, worden in dit hoofdstuk achtereenvolgens de representatieve bedrijfssituatie (RBS) van de geluidsbronnen op de vliegbasis, de modellering van de vliegbasis voor het rekenprogramma, de berekende resultaten en de toetsing beschreven. De RBS wordt beschreven in paragraaf 8.2 en samengevat in tabel 8-1. Vervolgens wordt in paragraaf 8.3 de akoestische modellering van de vliegbasis Leeuwarden beschreven. In paragraaf 8.4 worden de berekende langtijdgemiddelde niveaus gepresenteerd op specifieke rekenpunten en op kaarten worden de berekende 50 en 55 dB(A) etmaalwaardecontouren getoond. Deze worden vergeleken met de geluidsszone, de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering uit 1997 en de daarmee vastgelegde MTG-waarden. De maximale geluidsniveaus worden in paragraaf 8.4.3 gepresenteerd en vergeleken met de in artikel 2.17 van het Activiteitenbesluit genoemde grenswaarden.

## 8.2 Representatieve bedrijfssituatie

De RBS op vliegbasis Leeuwarden is gedefinieerd op basis van het proefdraaien met de F-35A. Naast het proefdraaien van vliegtuigen zijn op de basis nog een aantal overige geluidsbronnen in gebruik zoals o.a. de *Ground Support Equipment* (GSE) behorende bij de F-35A, de hondenkennel van de Luchtmachtbeveiliging en de noodstroomaggregaten.

Het taxiën van vliegtuigen van en naar de start- c.q. landingsbaan als ook het draaien van de motor voorafgaand aan een vlucht is niet meegenomen bij de geluidsberekeningen in het kader van de Wet milieubeheer. Deze activiteiten worden separaat beoordeeld in het kader van de Wet luchtvaart.

Er is sprake van een beperkt aantal voertuigbewegingen op het terrein. Het betreft vooral personenvoertuigen die via de poorten het terrein op en afrijden, een tankauto en enkele personenbusjes die medewerkers op het terrein vervoeren. Omdat de verkeersactiviteiten nauwelijks aan de grens van het terrein plaatsvinden en buiten de terreingrens nauwelijks hoorbaar zijn, is de bijdrage hiervan op de langtijdgemiddelde niveaus verwaarloosbaar en niet opgenomen in de berekeningen.

### 8.2.1 Dagperiode

Als RBS voor het proefdraaien van de F-35A vliegtuigen in de dagperiode geldt:

- Op platforms bij een shelter of op een vliegtuig parkeerplatform worden maximaal acht MBIT proefdraaibeurten met hoogste motorstand *idle* (i.e., *engine depreserve* MBIT, *engine leak check* MBIT of *augmenter light checkout* MBIT) uitgevoerd. Tevens geldt dat er maximaal twee MBIT proefdraaibeurten op dezelfde proefdraailocatie worden gedraaid. Uitgesloten voor proefdraaien zijn de platforms bij de shelters 510, 526, 528 en 533 (ongunstig gelegen locaties voor de geluidsuitstraling naar de omgeving).
- In de *Ground Runup Enclosure* worden maximaal drie *engine vibration* MBITs en één *augmenter leak check* MBIT proefdraaibeurten uitgevoerd met de hoogste motorstand *high rpm low thrust*.

Het toestel kan voor het proefdraaien op het shelterplatform slechts in twee richtingen worden opgesteld, zie paragraaf 5.4. Indien er wordt proefgedraaid op een vliegtuig parkeerplatform staat het vliegtuig als volgt opgesteld:

- Noord platform - neus richting het zuiden,
- Zuid platforms I, II, III - neus richting het zuiden.

Tijdens onderhoudswerkzaamheden aan een vliegtuig in een shelter draait de *Ground Support Equipment* (GSE) buiten voor de shelter gedurende maximaal 360 minuten [2].

Na 2015 zal geen SAR helikopter meer gestationeerd zijn op vliegbasis Leeuwarden. Om de eventuele geluidsproductie ten gevolge van het proefdraaien van een helikopter na motoronderhoud te ondervangen is dit toch meegenomen in de berekeningen. Hiervoor is het proefdraaien van een NH-90 in het rekenmodel ingevoerd [5]. De helikopter staat hierbij op het Zuid-I platform waarbij de Ground Power Unit (GPU) 1 minuut draait, de Auxiliary Power Unit 7 minuten, beide motoren draaien op motorstand *idle* met draaiende rotorbladen gedurende

0,5 minuten en beide motoren draaien op motorstand *flight* met draaiende rotorbladen gedurende 5 minuten.

Verspreid over de basis staan tien DA-1000 noodstroomaggregaten opgesteld die de spanningsvoorziening overnemen indien de netspanning uitvalt [2]. Hoewel deze aggregaten in een normale situatie niet zullen draaien, wordt bij de berekeningen van de worst case situatie uitgegaan, de aggregaten draaien hierbij 12 uur.

Op de basis worden honden gebruikt bij de beveiliging. In het zuidoosten van de basis bevindt zich de hondenkennel waar de honden in hokken zijn gehuisvest. Er is in dit onderzoek uitgegaan van de bronsterkten en blaftijden zoals opgenomen in akoestisch onderzoek van andere vliegbases met vergelijkbare kennels [6]. De totale blaftijd van alle honden samen bedraagt 230 minuten.

De twee startbanen worden regelmatig door een baanveger schoongemaakt. Dit duurt 60 minuten per baan [5].

### 8.2.2 *Avondperiode*

Als RBS voor het proefdraaien van de F-35A vliegtuigen in de avondperiode geldt:

- Op platforms bij een shelter of op een vliegtuig parkeerplatform wordt maximaal één *engine depreserve* MBIT, *engine leak check* MBIT of *augmenter light checkout* MBIT proefdraaibeurt gedraaid. Uitgesloten voor proefdraaien zijn de platforms bij shelters 510, 512, 513, 518, 520, 523, 526, 527, 528, 530, 532, 533, 535 en 540 en het Zuid I en II platform (ongunstig gelegen locaties voor de geluidsuitstraling naar de omgeving).
- In de *Ground Runup Enclosure* wordt maximaal één *engine vibration* MBIT's of één *augmenter leak check* MBIT proefdraaibeurt uitgevoerd.

Als er wordt proefgedraaid op een vliegtuig parkeerplatform staat het vliegtuig als volgt opgesteld:

- *Noord platform* - neus richting het zuiden,
- *Zuid platforms I en II* - neus richting het zuiden.

Tijdens onderhoudswerkzaamheden aan een vliegtuig in een shelter draait de *Ground Support Equipment (GSE)* (koeling en hydrauliek) buiten voor de shelter gedurende 150 minuten [2].

De tien DA-1000 noodstroomaggregaten die de spanningsvoorziening overnemen bij het uitvallen van de netspanning kunnen in de avondperiode in bedrijf zijn gedurende 240 minuten [2].

De totale blaftijd van alle honden in de avondperiode bedraagt 17 minuten [6].

### 8.2.3 *Nachtperiode*

Gedurende de nachtperiode zijn alleen de DA-1000 noodstroomaggregaten in bedrijf als de netspanning uitvalt, gedurende 8 uur [2]. Ook blaffen de honden zo nu en dan. De totale blaftijd van de honden bedraagt 82 minuten [6].

Tabel 8-1 Overzicht van de representatieve bedrijfssituatie (RBS) in de dag-, avond- en nachtperiode van de geluidsbronnen op de vliegbasis Leeuwarden.

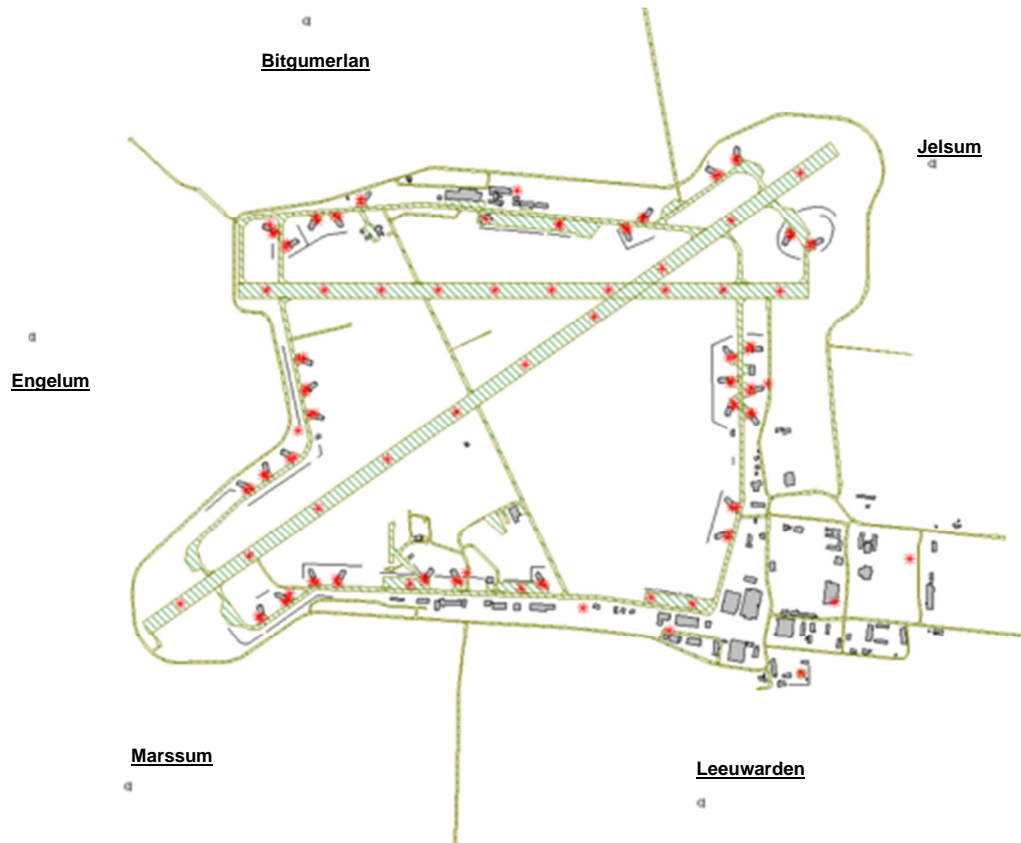
Locatie / bron	Aantal proefdraaibeurten en/of het aantal minuten dat de geluidsbron in werking is per periode		
	Dagperiode 07.00-19.00 uur	Avondperiode 19.00-23.00 uur	Nachtperiode 23.00-07.00 uur
<b><u>Shelterplatform of parkeerplatform</u></b> <i>Engine depressure</i> MBIT proefdraaibeurt <i>Engine leak check</i> MBIT proefdraaibeurt <i>Augmenter light checkout</i> MBIT proefdraaibeurt	8 x <sup>1)</sup>	1 x <sup>2)</sup>	-
<b><u>Ground Runup Enclosure</u></b> <i>Engine vibration</i> MBIT proefdraaibeurt <i>Augmenter leak check</i> MBIT proefdraaibeurt	3 x 1 x	1 x of <sup>3)</sup> 1 x	
<b><u>Shelterplatform</u></b> <i>Ground Support Equipment</i> Bedrijfsduur per locatie	8 x 360 minuten	1 x 150 minuten	- -
<b><u>Zuid I platform</u></b> <i>Helikopter</i> proefdraaibeurt GPU voor opstarten APU 2 motoren <i>idle</i> +rotorbladen 2 motoren <i>flight</i> +rotorbladen	1 x 1 minuut 7 minuten 0,5 minuten 5 minuten	- - - -	- - - -
10 DA-1000 noodstroomaggregaten (continu)	720 minuten	240 minuten	480 minuten
Hondenkennel 25 honden, blaftijd	230 minuten	17 minuten	82 minuten
Baanveger (per baan)	2x60 minuten	-	-

- 1) In het totaal worden in de dagperiode maximaal acht *engine depressure* MBITs, *engine leak* MBITs of *augmenter light checkout* MBITs proefdraaibeurten gedraaid. Maximaal worden twee MBITs proefdraaibeurten per locatie gedraaid.
- 2) In de avondperiode wordt maximaal 1 *engine depressure* MBIT, *engine leak* MBIT of *augmenter light checkout* MBIT proefdraaibeurt gedraaid.
- 3) In de *Ground Runup Enclosure* wordt in de avondperiode 1 *engine vibration* MBIT of 1 *augmenter leak check* MBIT proefdraaibeurt gedraaid.

### 8.3 Modelling

Figuur 8-1 geeft een geografisch overzicht van de in het rekenmodel ingevoerde gegevens van geluidsbronnen, afscherpende en reflecterende objecten, bodemgebieden en de vijf specifieke rekenpunten<sup>16</sup> buiten de basis.

<sup>16</sup> De locaties van de vijf rekenpunten zijn overgenomen uit [3].



Figuur 8-1 Geografisch overzicht van het rekenmodel met daarin aangegeven de geluidsbronnen (rode sterren), afschermende objecten (zwart omljnde grijze objecten), bodemgebieden (gearceerd) en de 5 genoemde rekenpunten rondom de basis.

#### Geografische gegevens

De geografische locaties van de infrastructuur op de vliegbasis zijn in het rekenmodel overgenomen van een door het Commando Luchtstrijdkrachten ter beschikking gesteld CAD-bestand. Daarnaast zijn tijdens een bezoek aan de basis de hoogtes van wallen, schermen en infrastructuur die niet in het CAD-bestand waren opgenomen in kaart gebracht en in het model ingevoerd.

#### Geluidsbronnen

Het proefdraaien van een F-35A vliegtuig voor een shelter, waarbij twee opstelrichtingen mogelijk zijn, is gemodelleerd als één samengevoegde richtingsafhankelijk uitstralende puntbron met een bronsterkte gelijk aan het maximale niveau van beide opstelrichtingen [2].

Proefdraaien van een F-35A vliegtuig op een vliegtuig parkeerplatform is gemodelleerd als een richtingsafhankelijk uitstralende puntbron met een vaste opstelrichting zoals in de RBS is aangegeven [2].

Proefdraaien in de *Ground Runup Enclosure* is gemodelleerd als een richtingsafhankelijk uitstralende puntbron waarbij de neus van het vliegtuig naar de opening staat opgesteld, richting het zuiden [2].

De opstelrichting tijdens het proefdraaien van een helikopter op het Zuid I platform is op voorhand niet te bepalen en is gemodelleerd als een proefdraaiende NH-90



helikopter met een in 360 graden uitstralende puntbron met de hoogste bronsterkte (worst case) per bedrijfssituatie [5].

De DA-1000 noodstroomaggregaten en de baanveger zijn in het rekenmodel 'worst case' gemodelleerd als in alle richtingen even sterk uitstralende puntbronnen [2].

De bronsterkte van de blaffende honden is, zoals voorgeschreven in de "Handleiding meten en rekenen industriewelawaai" [1], met 5 dB(A) toeslag verhoogd vanwege het impulsachtige karakter.

#### Afschermdende en reflecterende objecten

Als afschermdende objecten op de vliegbasis zijn in het rekenmodel opgenomen:

- shelters,
- *Ground Runup Enclosure*,
- aarden wallen en schermen,
- gebouwen.

Gebouwen, aarden wallen en schermen waarvan bekend is dat ze geamoveerd zullen worden zijn niet in het model opgenomen. Met uitzondering van de *Ground Runup Enclosure* is eventueel overige geplande nieuwbouw nog onduidelijk en is niet in het model opgenomen.

De afscherming van de *Ground Runup Enclosure* is gemodelleerd als drie aaneengesloten absorberende schermen in een U-vorm (met een lengte van elk 35 meter) van 12 meter hoog met aan de binnenzijde een reflectiecoëfficiënt van 0,1. Aan de buitenzijde zijn de schermen gemodelleerd als reflecterend met een reflectiecoëfficiënt van 0,8.

De shelters zijn gemodelleerd als een rechthoekig gebouw met een hoogte van 4,7 meter. Door de ronde vorm van de shelter en de open deur zijn de shelters als niet reflecterend object opgenomen met een reflectiecoëfficiënt van 0.

Wallen met een talud zijn opgenomen als niet reflecterend object met een in de "Handleiding meten en rekenen industriewelawaai" voorgeschreven tophoekcorrectie van 2 dB(A).

Overige schermen en gebouwen op de vliegbasis zijn opgenomen als reflecterende objecten met een reflectiecoëfficiënt van 0,8.

Afschermdende en reflecterende objecten buiten de terreingrens van de vliegbasis zijn niet in het model opgenomen.

#### Bodemgebieden

De geasfalteerde wegen, de betonnen platforms, het banenstelsel en de betonnen vloer in de hondenkennel zijn gemodelleerd als akoestisch harde bodemgebieden met een bodemfactor 0.

Het overige bodemgebied op de vliegbasis is over het algemeen voorzien van gras, struiken of bomen en is gemodelleerd als akoestisch absorberend met een bodemfactor 1.

Het terrein buiten de basis, dat een agrarisch karakter heeft, is gemodelleerd als een akoestisch absorberend bodemgebied met een bodemfactor 1.

#### Luchtdemping

Voor de luchtdemping in de berekeningen is uitgegaan van de standaard luchtdemping zoals beschreven in de "Handleiding meten en rekenen industriewelawaai" [1].

#### Maaiveldhoogte

De vliegbasis en het omliggende gebied varieert weinig in hoogte en is in het rekenmodel gelijk gehouden aan 0 meter.

#### Rekenpunten

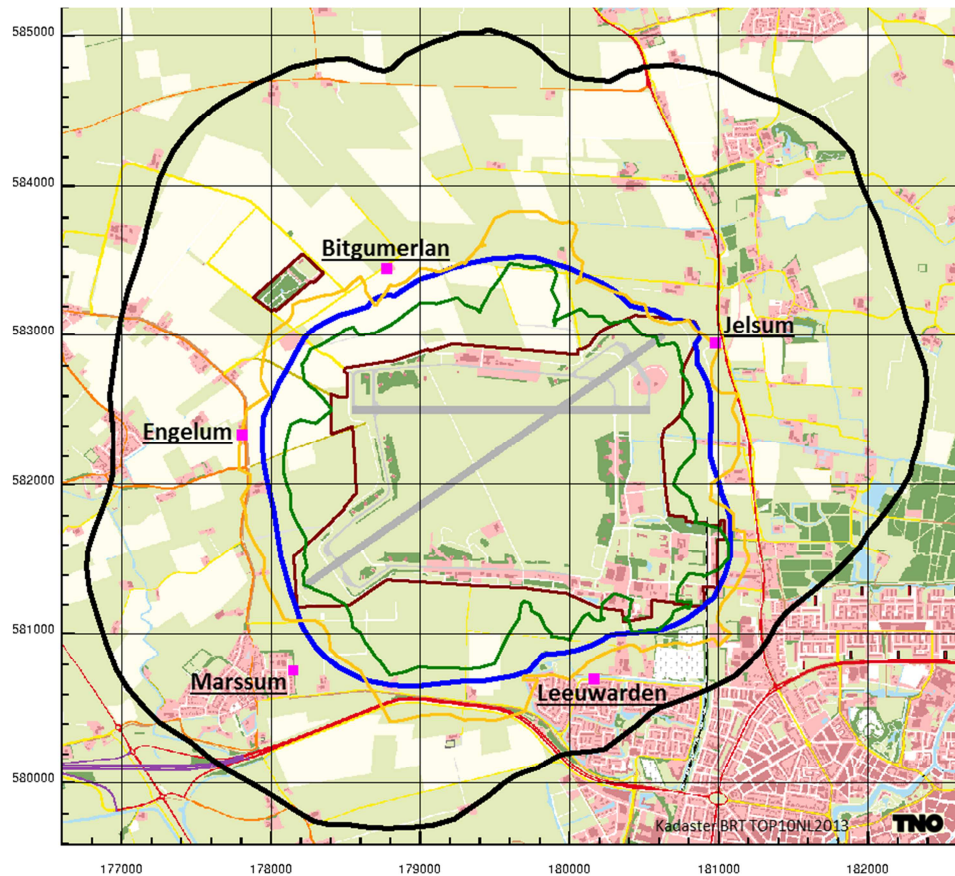
Op vijf specifieke rekenpunten, overgenomen uit [3], zijn langtijdgemiddelde geluidsniveaus berekend in de dag-, avond- en nachtperiode. Hieruit is vervolgens de etmaalwaarde bepaald. Op deze vijf rekenpunten wordt een vergelijking gemaakt tussen de maximaal toelaatbare geluidbelasting, overgenomen uit [3], en de maximale geluidbelasting na het stationeren van F-35A vliegtuigen op de vliegbasis Leeuwarden. De rekenpunten liggen op een hoogte van 5 meter boven het maaiveld.

De berekeningen op het raster van ontvangerpunten voor het bepalen van de geluidsc contouren liggen, conform de Wet milieubeheer, op een hoogte van 5 meter boven het maaiveld en de raster grootte bedraagt zowel in de x- als y-richting 100 meter.

## **8.4 Berekende resultaten**

### **8.4.1 50 en 55 dB(A) etmaalwaardecontouren**

Nadat voor de benoemde RBS (situatie F-35A) de langtijdgemiddelde geluidsniveaus in de dag-, avond- en nachtperiode afzonderlijk zijn berekend, zijn op basis hiervan vervolgens de 50 en 55 dB(A) etmaalwaardecontouren bepaald [7]. De berekende etmaalwaardecontouren in de situatie F-35A als ook de geluidszone en de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering 1997 zijn in Figuur 8-2 weergegeven. Bijlage A geeft een overzicht van de berekende 50 en 55 dB(A) langtijdgemiddelde geluidsc contouren in de dag-, avond- en nachtperiode in de situatie F-35A.



Figuur 8-2 Overzicht van de geluidszone (zwarte lijn), de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 (blauwe lijn), de berekende 50 dB(A) (gele lijn) en 55 dB(A) (groene lijn) etmaalwaardecontouren in de situatie F-35A rond de vliegbasis Leeuwarden. Terreingrens (bruine lijn).

Uit de resultaten, weergegeven in Figuur 8-2, blijkt dat in de situatie van stationering van F-35A vliegtuigen op de vliegbasis Leeuwarden geldt dat:

1. De berekende 50 dB(A) etmaalwaardecontour binnen de geluidszone ligt.
2. De berekende 55 dB(A) etmaalwaardecontour binnen de 55 dB(A) contour na de geluidssanering 1997 ligt en dat als gevolg daarvan de maximaal toelaatbare geluidbelasting (MTG) op de gevels van de woningen rond de vliegbasis niet overschreden wordt.

#### 8.4.2 *Langtijdgemiddelde niveaus op specifieke rekenpunten*

Op de vijf rekenpunten van dichtbij de vliegbasis Leeuwarden gelegen woningen zijn de langtijdgemiddelde niveaus berekend [7]. De vijf rekenpunten zijn weergegeven in Figuur 8-2 als roze vierkantjes. Tabel 8-2 geeft de berekende langtijdgemiddelde niveaus in de dag-, avond- en nachtperiode en de etmaalwaarde weer. Voor de langtijdgemiddelde niveaus is de toeslag voor de avondperiode van 5 dB(A) en voor de nachtperiode van 10 dB(A) opgeteld, conform [1].

Tabel 8-2 Berekende langtijdgemiddelde niveaus ( $L_{Ar,LT}$ ) per periode en de etmaalwaarde ( $L_{etmaal}$ ) in dB(A) per rekenpunt.

Rekenpunt / RD coördinaten (x,y)	Langtijdgemiddelde niveaus per etmaalperiode ( $L_{Ar,LT}$ in dB(A))			Etmaalwaarde ( $L_{etmaal}$ in dB(A))
	Dag $L_{Ar,LT}$	Avond $L_{Ar,LT} + 5$	Nacht $L_{Ar,LT} + 10$	
Marssum (178150,580750)	45,1	43,8	39,6	45,1
Engelum (177808,582333)	45,9	50,1	37,9	50,1
Leeuwarden (west) (180165,580692)	47,3	47,3	42,6	47,3
Jelsum (180978,582943)	47,0	49,8	40,2	49,8
Noord (Bitgumerlan) (178776,583442)	47,0	49,0	41,3	49,0

Uit de berekeningen blijkt dat het langtijdgemiddelde geluidsniveau op de rekenpunten in de dag- en avondperiode wordt bepaald door het MBIT proefdraaien van F-35A vliegtuigen. In de nachtperiode wordt het langtijdgemiddelde niveau bepaald door overige bronnen. De etmaalwaarde wordt bepaald, afhankelijk van de locatie van het rekenpunt, door het MBIT proefdraaien in de dag- of avondperiode.

Tabel 8-3 geeft de vergelijking van de maximaal toelaatbare geluidbelasting (MTG) op de rekenpunten, vastgelegd ten tijde van de stationering van de F-16 vliegtuigen en overgenomen uit [3] en de berekende maximale geluidbelasting na het stationeren van F-35A vliegtuigen.

Tabel 8-3 Vergelijking van de maximaal toelaatbare geluidbelasting uit [3] en de maximale geluidbelasting op de vijf rekenpunten na stationering van de F-35A vliegtuigen op de vliegbasis Leeuwarden.

Rekenpunt / RD coördinaten (x,y)	Maximaal toelaatbare geluidbelasting [dB(A)]	Maximale geluidbelasting Situatie F-35A [dB(A)]
Marssum (178150,580750)	55	45,1
Engelum (177808,582333)	55	50,1
Leeuwarden (west) (180165,580692)	55	47,3
Jelsum (180978,582943)	55	49,8
Noord kant (178776,583442)	55	49,0

Uit Tabel 8-3 blijkt dat de maximale geluidbelasting ten gevolge van de situatie met de F-35A lager is dan de maximaal toelaatbare geluidbelasting zoals vastgelegd in 1997.

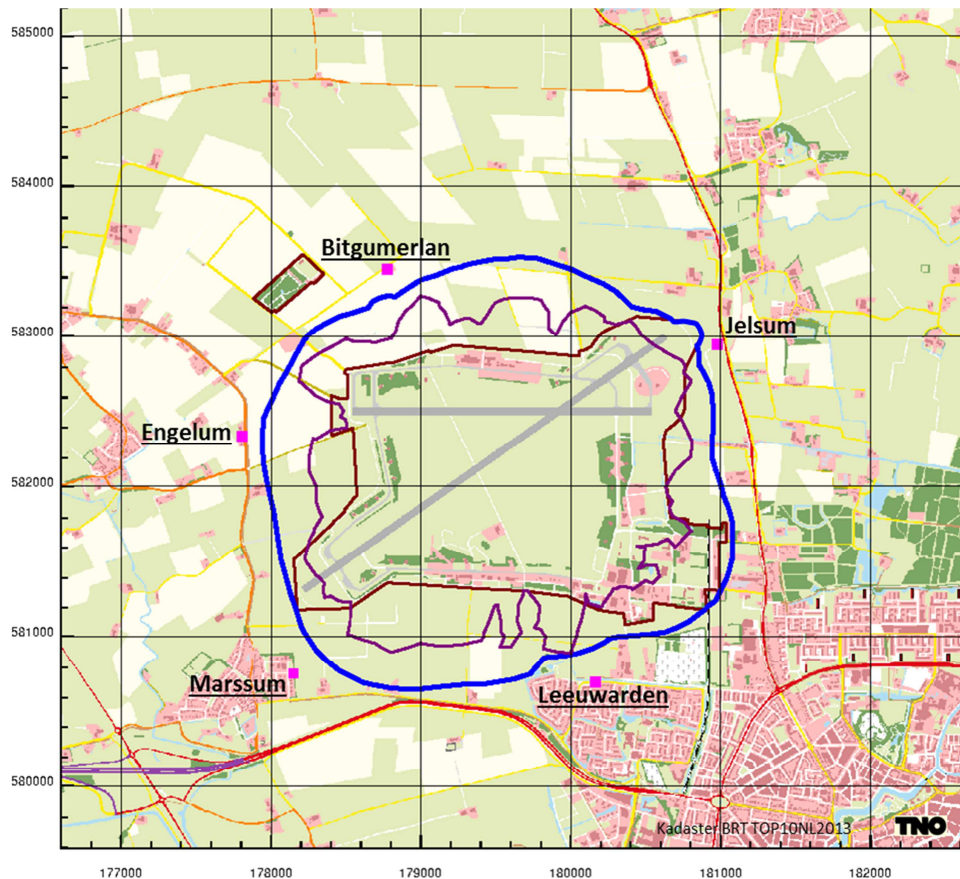
### 8.4.3 Kortstondig optredende geluiden

In de huidige vergunning van de vliegbasis Leeuwarden zijn maximale toelaatbare geluidsniveaus niet opgenomen. In dit onderzoek zijn de maximale geluidsniveaus in kaart gebracht zodat een vergelijking kan worden gemaakt met de in het Activiteitenbesluit gestelde grenswaarden van 70 dB(A) in de dagperiode en 65 dB(A) in de avondperiode op de gevels van woningen [7].

De maximale geluidsniveaus rond vliegbasis Leeuwarden treden op tijdens het proefdraaien van de F-35A op de motorstand *idle* op de platforms of tijdens het proefdraaien op de motorstand *high rpm low thrust* in de *Ground Runup Enclosure*.

#### Resultaten dagperiode

Figuur 8-3 geeft een overzicht van de berekende resultaten van de 70 dB(A) maximale geluidsniveau contour. Tevens is in de figuur de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 weergegeven, waarbinnen geen woningen liggen.



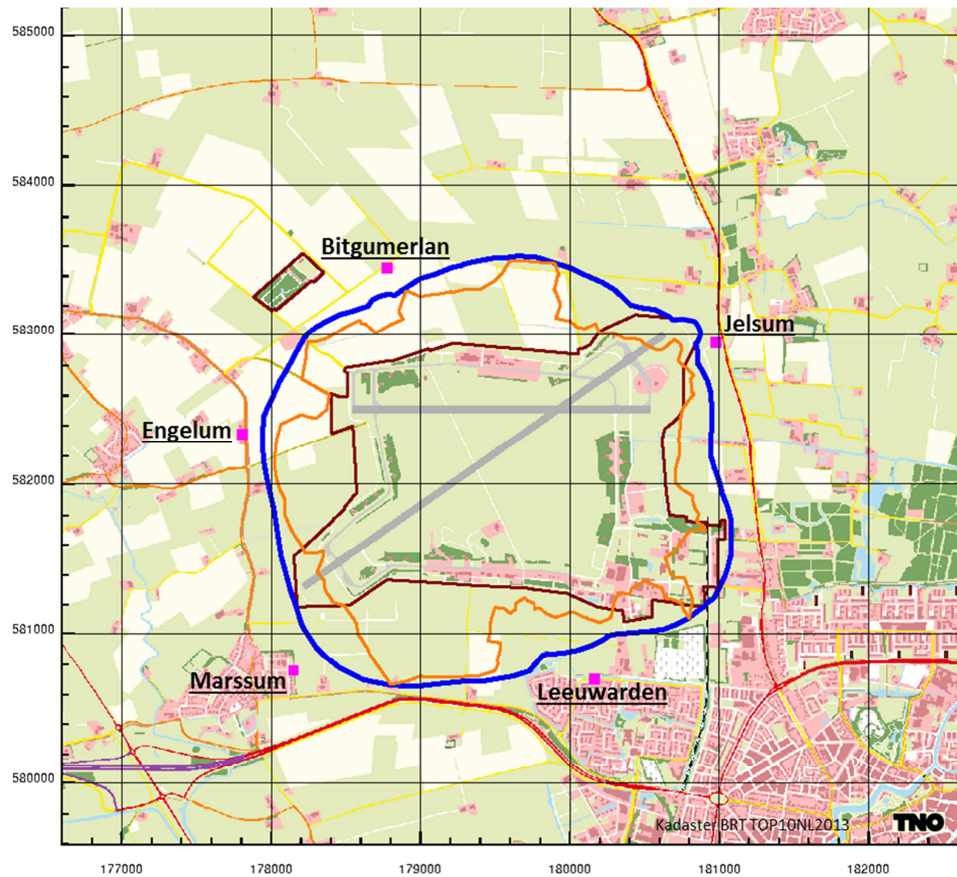
Figuur 8-3 Overzicht van de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 (blauwe lijn) en de 70 dB(A) maximale geluidsniveau contour als gevolg van het *idle* en *high rpm low thrust* draaien in de dagperiode (paarse lijn). Terreingrens (bruine lijn).

Uit Figuur 8-3 blijkt dat de 70 dB(A) maximale geluidsniveau contour volledig binnen de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 ligt.

Omdat er geen woningen binnen de 55 dB(A) contour na sanering liggen zal in de dagperiode het maximale geluidsniveau op de gevels van de woningen in de omgeving van vliegbasis Leeuwarden lager zijn dan de toegestane 70 dB(A).

### Resultaten avondperiode

Figuur 8-4 geeft een overzicht van de berekende resultaten van de 65 dB(A) maximale geluidsniveau contour. Tevens is in de figuur de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 weergegeven, waarbinnen geen woningen liggen.



Figuur 8-4 Overzicht van de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 (blauwe lijn) en de berekende 65 dB(A) maximale geluidsniveau contour (oranje lijn) als gevolg van het MBIT proefdraaien in de avondperiode. Terreingrens (bruine lijn).

Uit fFiguur 8-4 blijkt dat de 65 dB(A) maximale geluidsniveau contour volledig binnen de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 ligt. Omdat er geen woningen binnen de 55 dB(A) contour na sanering liggen zal in de avondperiode het maximale geluidsniveau op de gevels van de woningen in de omgeving van vliegbasis Leeuwarden lager zijn dan de toegestane 65 dB(A).

## 9 Vliegbasis Volkel

### 9.1 Inleiding

Op dit moment (2014) zijn op de vliegbasis Volkel F-16 vliegtuigen gestationeerd. Onderhoud aan de F-16 vliegtuigen vindt plaats op de basis. Na bepaalde onderhoudswerkzaamheden worden de F-16 motoren getest door het uitvoeren van een proefdraaibeurt. Proefdraaien wordt overdag op vier wisselende locaties uitgevoerd in een shelter, in een geluid gedempte motor- of vliegtuighal, op de flight line of op de proefdraailocatie naast de vliegtuighal. In de avondperiode wordt eenmaal op een van dag tot dag wisselende locatie in een shelter proefgedraaid. In de nachtperiode wordt niet proefgedraaid.

Op basis van het gebruik van de F-16 is in 1993 een geluidszone (50 dB(A)) vastgelegd. Nadat de geluidszone is vastgesteld is er in 1997 een geluidssanering uitgevoerd en gerapporteerd [4]. Uit dit rapport [4] blijkt dat na het uitvoeren van de geluidssanering geen woningen binnen de daartoe opgestelde 55 dB(A) saneringscontour liggen. Voor woningen binnen de geluidszone en buiten de 55 dB(A) saneringscontour is een maximaal toelaatbare geluidbelasting (MTG-waarde) vastgelegd van 55 dB(A). De vliegbasis heeft een vergunning in het kader van de Wet milieubeheer waarin vergunde geluidsniveaus in de omgeving zijn opgenomen. De vergunning verwijst voor de vergunde geluidsruijme naar het TNO-rapport [4].

De F-16 vliegtuigen op de vliegbasis Volkel worden vervangen door F-35A vliegtuigen waardoor de grondgebonden geluidssituatie in de omgeving verandert en toetsing aan de vergunde geluidsruijme nodig is. Daarom worden in dit geluidsonderzoek de resultaten getoetst aan de vastgelegde geluidszone, de Maximaal Toelaatbare Geluidbelasting (MTG) en de maximale geluidsniveaus ( $L_{Amax}$ ) op de gevels van de woningen rond de vliegbasis.

Op basis van de stationering van de F-35A op de vliegbasis, worden in dit hoofdstuk achtereenvolgens de representatieve bedrijfssituatie (RBS) van de geluidsbronnen op de vliegbasis, de modellering van de vliegbasis voor het rekenprogramma de berekende resultaten en de toetsing beschreven. De RBS wordt beschreven in paragraaf 9.2 en samengevat in tabel 9-1. Vervolgens wordt in paragraaf 9.3 de akoestische modellering van de vliegbasis Volkel beschreven. In paragraaf 9.4 worden de berekende langtijdgemiddelde geluidsniveaus gepresenteerd op specifieke rekenpunten op kaarten worden de berekende 50 en 55 dB(A) etmaalwaardecontouren getoond. Deze worden vergeleken met de geluidszone, de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering uit 1997 en de daarmee vastgelegde MTG-waarden. De maximale geluidsniveaus worden in paragraaf 9.4.3 gepresenteerd en vergeleken met de in artikel 2.17 van het Activiteitenbesluit genoemde grenswaarden.

### 9.2 Representatieve bedrijfssituatie

De RBS op vliegbasis Volkel is gedefinieerd op basis van het proefdraaien met de F-35A. Naast het proefdraaien van vliegtuigen zijn op de basis nog een aantal overige geluidsbronnen in gebruik zoals o.a. de *Ground Support Equipment (GSE)*

behorende bij de F-35A, de noodstroomaggregaten en de hondenkennel van de Luchtmachtbeveiliging.

Het taxiën van vliegtuigen van en naar de start- c.q. landingsbaan als ook het draaien van de motor voorafgaand aan een vlucht is niet meegenomen bij de geluidsberekeningen in het kader van de Wet milieubeheer. Deze worden separaat beoordeeld in het kader van de Wet luchtvaart.

Er is sprake van een beperkt aantal voertuigbewegingen op het terrein. Het betreft vooral personenvoertuigen die via de poorten het terrein op en afrijden, een tankauto en enkele personenbusjes die medewerkers op het terrein vervoeren. Omdat de verkeersactiviteiten nauwelijks aan de grens van het terrein plaatsvinden en buiten de terreingrens nauwelijks hoorbaar zijn, is de geluidbijdrage hiervan op de langtijdgemiddelde niveaus verwaarloosbaar en niet opgenomen in de berekeningen.

### 9.2.1 *Dagperiode*

Als RBS voor het proefdraaien van de F-35A vliegtuigen in de dagperiode geldt:

- Op platforms bij een shelter of op een vliegtuig parkeerplatform of de proefdraaidispersal<sup>17</sup> worden maximaal acht MBIT proefdraaibeurten met hoogste motorstand *idle* (i.e., *engine depreserve* MBIT, *engine leak check* MBIT of *augmenter light checkout* MBIT) uitgevoerd. Tevens geldt dat er maximaal twee MBIT proefdraaibeurten per locatie worden gedraaid. Uitgesloten voor proefdraaien zijn de platforms bij de shelters 522, 524, 525, 538, 540 en 541 (ongunstig gelegen locaties voor de geluidsuitstraling naar de omgeving).
- In de *Ground Runup Enclosure* worden maximaal drie *engine vibration* MBIT proefdraaibeurten en één *augmenter leak check* MBIT proefdraaibeurt uitgevoerd met de hoogste motorstand *high rpm low thrust*.

Het toestel kan voor het proefdraaien op het shelterplatform slechts in twee richtingen worden opgesteld, zie paragraaf 5.4. Indien er wordt proefgedraaid op een vliegtuig parkeerplatform staat het vliegtuig als volgt opgesteld:

- *Cross servicing* - *neus richting het oosten*,
- *Safari* - *neus richting het noorden*,
- *Proefdraaidispersal* - *neus richting het zuid zuidwesten*.

Tijdens onderhoudswerkzaamheden aan een vliegtuig in een shelter draait de *Ground Support Equipment (GSE)* buiten voor de shelter gedurende maximaal 360 minuten [2].

Verspreid over de basis staan veertien DA-1000 noodstroomaggregaten opgesteld die de spanningsvoorziening overnemen indien de netspanning uitvalt.

Hoewel deze aggregaten in een normale situatie niet zullen draaien, wordt bij de berekeningen van de worst case situatie uitgegaan, de aggregaten draaien hierbij 12 uur [2].

<sup>17</sup> In het oosten van de vliegbasis gelegen proefdraailocatie waar F-16 vliegtuigen proefdraaibeurten met na-verbrander uitgevoerd kunnen worden. Bij F-35A gebruik worden hier proefdraaibeurten uitgevoerd met als hoogste motorstand *idle*.



Op de basis worden honden gebruikt bij de beveiliging. In het noordwesten van de basis bevindt zich de hondenkennel waar de honden in een apart hok zijn gehuisvest. De totale blaftijd van alle honden bedraagt 230 minuten. Iets ten noorden van de kennel ligt een hondenoefenterrein waar de honden getraind worden. Hier is uitgegaan van een totale blaftijd van 10 minuten. Er is in dit onderzoek uitgegaan van de bronsterkten en blaftijden zoals opgenomen in akoestisch onderzoek van andere vliegbases met vergelijkbare kennels [6].

De startbaan wordt regelmatig door een baanveger schoongemaakt. Dit duurt 60 minuten [5].

### 9.2.2 *Avondperiode*

Als RBS voor het proefdraaien van de F-35A vliegtuigen in de avondperiode geldt:

- Op shelterplatforms of op een vliegtuig parkeerplatform of de proefdraaidispersal wordt maximaal één *engine depreserve* MBIT of *engine leak check* MBIT of *augmenter light checkout* MBIT proefdraaibeurt gedraaid. Uitgesloten voor proefdraaien zijn de platforms bij shelters 514, 519, 520, 521, 522, 524, 525, 538, 539, 540, en 541 (ongunstig gelegen locaties voor de geluidsuitstraling naar de omgeving).
- In de *Ground Runup Enclosure* wordt maximaal één *engine vibration* MBIT's of één *augmenter leak check* MBIT uitgevoerd.

Als er wordt proefgedraaid op een vliegtuig parkeerplatform staat het vliegtuig als volgt opgesteld:

- *Cross servicing* - neus richting het oosten,
- *Safari* - neus richting het noorden,
- *Proefdraaidispersal* - neus richting het zuid zuidwesten.

Tijdens onderhoudswerkzaamheden in een shelter draait de *Ground Support Equipment (GSE)* (koeling en hydrauliek) buiten voor de shelter gedurende maximaal 150 minuten [2].

Verspreid over de basis staan veertien DA-1000 noodstroomaggregaten opgesteld die indien de netspanning uitvalt de spanningsvoorziening 240 minuten overnemen [2].

De totale blaftijd van de honden bedraagt 17 minuten. Op het hondenoefenterrein blaffen de honden gedurende 10 minuten [6].

### 9.2.3 *Nachtperiode*

Gedurende de nachtperiode zijn alleen de DA-1000 noodstroomaggregaten in bedrijf als de netspanning uitvalt, gedurende 8 uur [2]. Ook blaffen de honden zo nu en dan. De totale blaftijd van de honden bedraagt 82 minuten [6].

Tabel 9-1 Overzicht van de representatieve bedrijfssituatie (RBS) in de dag-, avond- en nachtperiode van de geluidsbronnen op de vliegbasis Volkel.

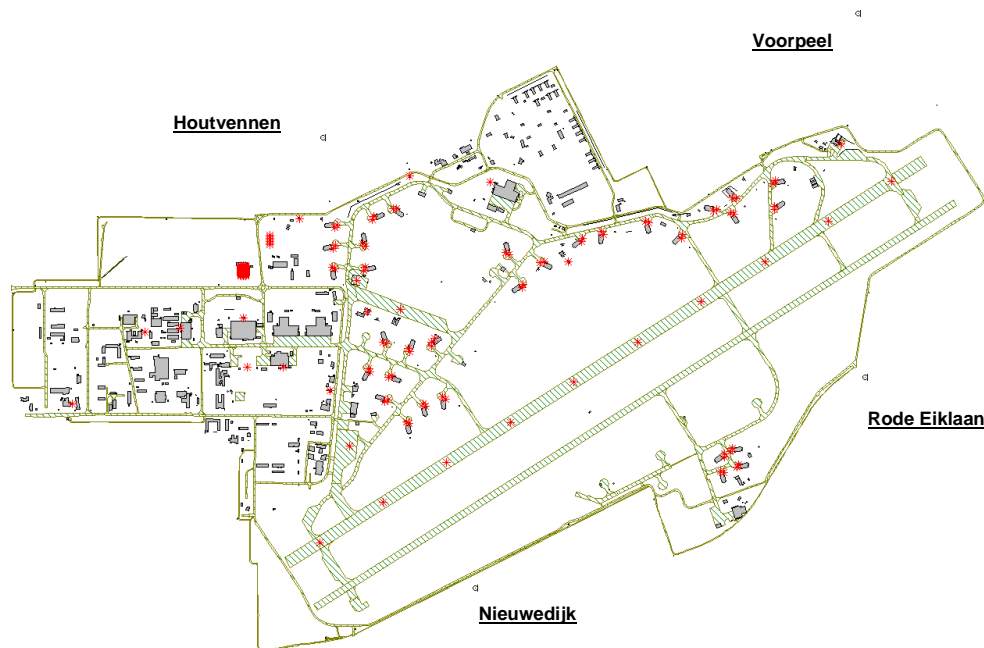
Locatie / geluidsbron	Aantal proefdraaibeurten en/of het aantal minuten dat de geluidsbron in werking is per periode		
	Dagperiode 07.00-19.00 uur	Avondperiode 19.00-23.00 uur	Nachtperiode 23.00-07.00 uur
<b><u>Shelterplatform of parkeerplatform of proefdraaidispersal</u></b> <i>Engine depreserve</i> MBIT proefdraaibeurt <i>Engine leak check</i> MBIT proefdraaibeurt <i>Augmenter light checkout</i> MBIT proefdraaibeurt	8 x <sup>1)</sup>	1 x <sup>2)</sup>	-
<b><u>Ground Runup Enclosure</u></b> <i>Engine vibration</i> MBIT proefdraaibeurt <i>Augmenter leak check</i> MBIT proefdraaibeurt	3 x 1 x	1 x of <sup>3)</sup> 1 x	
<b><u>Shelterplatform</u></b> <u>Ground Support Equipment</u> Bedrijfsduur per locatie	8 x 360 minuten	1 x 150 minuten	- -
9 DA-1000 noodstroomaggregaten	720 minuten	240 minuten	480 minuten
5 DA-1000 noodstroomaggregaten	120 minuten	60 minuten	-
Hondenkennel 25 honden, blaftijd	230 minuten	17 minuten	82 minuten
Hondenoefenterrein, blaftijd	10 minuten	10 minuten	-
Baanveger	60 minuten	-	-

- 1) In het totaal worden in de dagperiode maximaal acht *engine depreserve* MBITs, *engine leak check* MBITs of *augmenter light checkout* MBITs proefdraaibeurten gedraaid. Maximaal worden twee MBITs proefdraaibeurten per locatie gedraaid.
- 2) In de avondperiode wordt maximaal 1 *engine depreserve* MBIT, *engine leak* MBIT of *augmenter light checkout* MBIT proefdraaibeurt gedraaid.
- 3) In de *Ground Runup Enclosure* wordt 'in de avondperiode 1 *engine vibration* MBIT of 1 *augmenter leak check* MBIT proefdraaibeurt gedraaid.

### 9.3 Modelling

Figuur 9-1 geeft een geografisch overzicht van de in het rekenmodel ingevoerde gegevens van geluidsbronnen, afscherpende en reflecterende objecten, bodemgebieden en vier specifieke rekenpunten<sup>18</sup> buiten de basis.

<sup>18</sup> De locaties van de vier rekenpunten zijn overgenomen uit [4].



Figuur 9-1 Geografisch overzicht van het rekenmodel met daarin aangegeven de geluidsbronnen (rode sterren), afschermende objecten (zwart omljnde grijze objecten), bodemgebieden (gearceerd) en de 4 genoemde rekenpunten rondom de basis.

### Geografische gegevens

De geografische locaties van de infrastructuur op de vliegbasis zijn in het rekenmodel overgenomen van een door het Commando Luchtstrijdkrachten ter beschikking gesteld CAD-bestand. Daarnaast zijn tijdens een bezoek aan de basis de hoogtes van wallen, schermen en infrastructuur die niet in het CAD-bestand waren opgenomen in kaart gebracht en in het model ingevoerd.

### Geluidsbronnen

Het proefdraaien van een F-35A vliegtuig voor een shelter, waarbij twee opstelrichtingen mogelijk zijn, is gemodelleerd als één samengevoegde richtingsafhankelijk uitstralende puntbron met een bronsterkte gelijk aan het maximale niveau van beide opstelrichtingen [2].

Proefdraaien van een F-35A vliegtuig op een vliegtuig parkeerplatform is gemodelleerd als een richtingsafhankelijk uitstralende puntbron met een vaste opstelrichting zoals in de RBS is aangegeven [2].

Proefdraaien in de *Ground Runup Enclosure* is gemodelleerd als een richtingsafhankelijk uitstralende puntbron waarbij de neus van het vliegtuig naar de opening staat opgesteld, richting het zuiden [2].

De DA-1000 noodstroomaggregaten en de baanveger zijn in het rekenmodel 'worst case' gemodelleerd als in alle richtingen even sterk uitstralende puntbronnen [2].

De bronsterkte van de blaffende honden is, zoals voorgeschreven in de "Handleiding meten en rekenen industriellawaai" [1], met 5 dB(A) toeslag verhoogd vanwege het impulsachtige karakter.

### Afschermdende en reflecterende objecten

Als afschermdende objecten op de vliegbasis zijn in het rekenmodel opgenomen:

- shelters,
- *Ground Runup Enclosure*,
- aarden wallen en schermen,
- gebouwen.

Gebouwen, aarden wallen en schermen waarvan bekend is dat ze geamoveerd zullen worden zijn niet in het model opgenomen. Met uitzondering van de *Ground Runup Enclosure* is eventuele overige geplande nieuwbouw nog onduidelijk en is niet in het model opgenomen.

De afschermding van de *Ground Runup Enclosure* is gemodelleerd als drie aaneengesloten absorberende schermen in een U-vorm (met een lengte van elk 35 meter) van 12 meter hoog met aan de binnenzijde een reflectiecoëfficiënt van 0,1. Aan de buitenzijde zijn de schermen gemodelleerd als reflecterend met een reflectiecoëfficiënt 0,8.

De shelters zijn gemodelleerd als een rechthoekig gebouw met een hoogte van 4,7 meter. Door de ronde vorm van de shelter en de open deur zijn de shelters als niet reflecterende objecten opgenomen met een reflectiecoëfficiënt 0.

Wallen met een talud zijn opgenomen als niet reflecterend object met een in de "Handleiding meten en rekenen industrielawaai" voorgeschreven tophoekcorrectie van 2 dB(A).

Overige schermen en gebouwen op de vliegbasis zijn opgenomen als reflecterende objecten met een reflectiecoëfficiënt 0,8.

Afschermdende en reflecterende objecten buiten de terreingrens van de vliegbasis zijn niet in het model opgenomen.

### Bodemgebieden

De geasfalteerde wegen, de betonnen platforms, het banenstelsel en de betonnen vloer in de hondenkennel zijn gemodelleerd als akoestisch harde bodemgebieden met een bodemfactor 0.

Het overige bodemgebied op de vliegbasis is over het algemeen voorzien van gras, struiken of bomen en is gemodelleerd als akoestisch absorberend met een bodemfactor 1.

Het terrein buiten de terreingrens van de basis, dat een agrarisch karakter, heeft is gemodelleerd als een akoestisch absorberend bodemgebied met een bodemfactor 1.

### Luchtdemping

Voor de luchtdemping in de berekeningen is uitgegaan van de standaard luchtdemping zoals beschreven in de "Handleiding meten en rekenen industrielawaai" [1].

### Maaiveldhoogte

De vliegbasis en het omliggende gebied varieert weinig in hoogte en is in het rekenmodel gelijk gehouden aan 0 meter.

### Rekenpunten

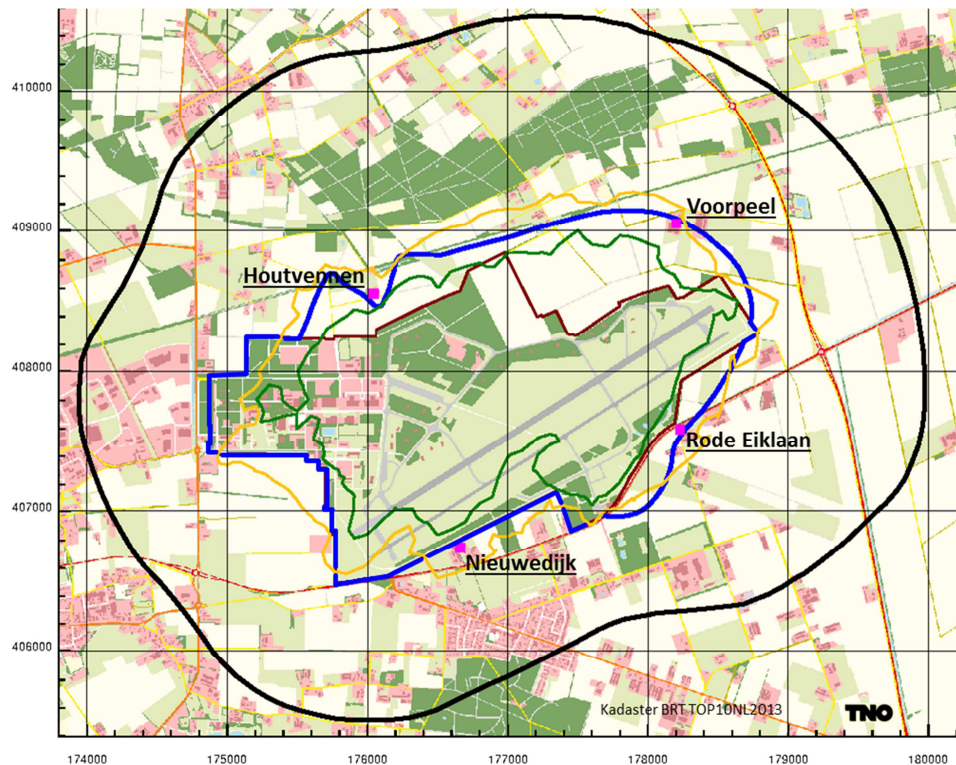
Op vier specifieke rekenpunten, overgenomen uit [4], zijn langtijdgemiddelde geluidsniveaus berekend in de dag-, avond- en nachtperiode. Hieruit is vervolgens de etmaalwaarde bepaald. Op deze vier rekenpunten wordt een vergelijking gemaakt tussen de maximaal toelaatbare geluidbelasting, overgenomen uit [4], en de maximale geluidbelasting na het stationeren van F-35A vliegtuigen op de vliegbasis Volkel. De rekenpunten liggen op een hoogte van 5 meter boven het maaiveld.

De berekeningen op het raster van ontvangerpunten voor het bepalen van de geluidscontouren liggen, conform de Wet milieubeheer, op een hoogte van 5 meter boven het lokale maaiveld en de raster grootte bedraagt zowel in de x- als y-richting 100 meter.

## **9.4 Berekende resultaten**

### *9.4.1 50 en 55 dB(A) etmaalwaardecontouren*

Nadat voor de benoemde RBS (situatie F-35A) de langtijdgemiddelde geluidsniveaus in de dag-, avond- en nachtperiode afzonderlijk zijn berekend, zijn op basis hiervan vervolgens de 50 en 55 dB(A) etmaalwaardecontouren bepaald [7]. De berekende etmaalwaardecontouren in de situatie F-35A als ook de geluidszone en de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering 1997 zijn in Figuur 9-2 weergegeven. Bijlage B geeft een overzicht van de berekende 50 en 55 dB(A) langtijdgemiddelde geluidscontouren in de dag-, avond- en nachtperiode van de situatie F-35A.



Figuur 9-2 Overzicht van de geluidszone (zwarte lijn), de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 (blauwe lijn), de berekende 50 dB(A) (gele lijn) en 55 dB(A) (groene lijn) etmaalwaardecontouren in de situatie F-35A rond de vliegbasis Volkel. Terreingrens (bruine lijn).

Uit de resultaten, zoals weergegeven in Figuur 9-2, blijkt dat in de situatie van stationering van F-35A vliegtuigen op de vliegbasis Volkel geldt dat:

1. De berekende 50 dB(A) etmaalwaardecontour binnen de geluidszone ligt.
2. De berekende 55 dB(A) etmaalwaardecontour binnen de 55 dB(A) contour na de geluidssanering 1997 ligt en dat als gevolg daarvan de maximaal toelaatbare geluidbelasting (MTG) op de gevels van de woningen rond de vliegbasis niet overschreden wordt.

#### 9.4.2 *Langtijdgemiddelde niveaus op specifieke rekenpunten*

Op de vier rekenpunten van dichtbij de vliegbasis Volkel gelegen woningen zijn de langtijdgemiddelde geluidsniveaus berekend [7]. De vier specifieke punten zijn weergegeven in Figuur 9-2 als roze vierkantjes. Tabel 9-2 toont de berekende langtijdgemiddelde niveaus weergegeven in de dag-, avond- en nachtperiode. Voor de langtijdgemiddelde niveaus is de toeslag voor de avondperiode van 5 dB(A) en voor de nachtperiode van 10 dB(A) opgeteld, conform [1].

Tabel 9-2 Berekende langtijdgemiddelde niveaus ( $L_{Ar,LT}$ ) per periode en de etmaalwaarde ( $L_{etmaal}$ ) in dB(A) per rekenpunt.

Rekenpunt / RD coördinaten (x,y)	Langtijdgemiddelde niveaus per etmaalperiode ( $L_{Ar,LT}$ in dB(A))			Etmaalwaarde ( $L_{etmaal}$ in dB(A))
	Dag $L_{Ar,LT}$	Avond $L_{Ar,LT} + 5$	Nacht $L_{Ar,LT} + 10$	
Houtvennen (176046,408552)	50,9	51,2	46,1	51,2
Voorpeel (178203,409050)	48,6	51,7	29,0	51,7
Rode Eiklaan (178231,407584)	49,2	52,5	30,2	52,5
Nieuwedijk (176660,406737)	49,5	52,4	36,4	52,4

Uit de berekeningen blijkt dat het langtijdgemiddelde geluidsniveau op de punten in de dag- en avondperiode wordt bepaald door het MBIT proefdraaien van F-35A vliegtuigen. In de nachtperiode wordt het langtijdgemiddelde niveau bepaald door overige bronnen. De etmaalwaarde wordt bepaald door het MBIT proefdraaien in de avondperiode.

Tabel 9-3 geeft de vergelijking van de maximaal toelaatbare geluidbelasting (MTG) op de rekenpunten, vastgelegd ten tijde van de stationering van de F-16 overgenomen uit [4] en de berekende etmaalwaarden na het stationeren van F-35A vliegtuigen.

Tabel 9-3 Vergelijking van de maximaal toelaatbare geluidbelasting uit [4] en de maximale geluidbelasting op vier rekenpunten na stationering van de F-35A op de vliegbasis Volkel.

Rekenpunt / RD coördinaten (x,y)	Maximaal toelaatbare geluidbelasting [dB(A)]	Maximale geluidbelasting Situatie F-35A [dB(A)]
Houtvennen (176046,408552)	55	51,2
Noord oost (178203,409050)	55	51,7
Zuid oost (178231,407584)	55	52,5
Zuid (176660,406737)	55	52,4

Uit Tabel 9-3 volgt dat de maximale geluidbelasting ten gevolge van de situatie met de F-35A lager is dan de maximaal toelaatbare geluidbelasting zoals vastgelegd in 1997.

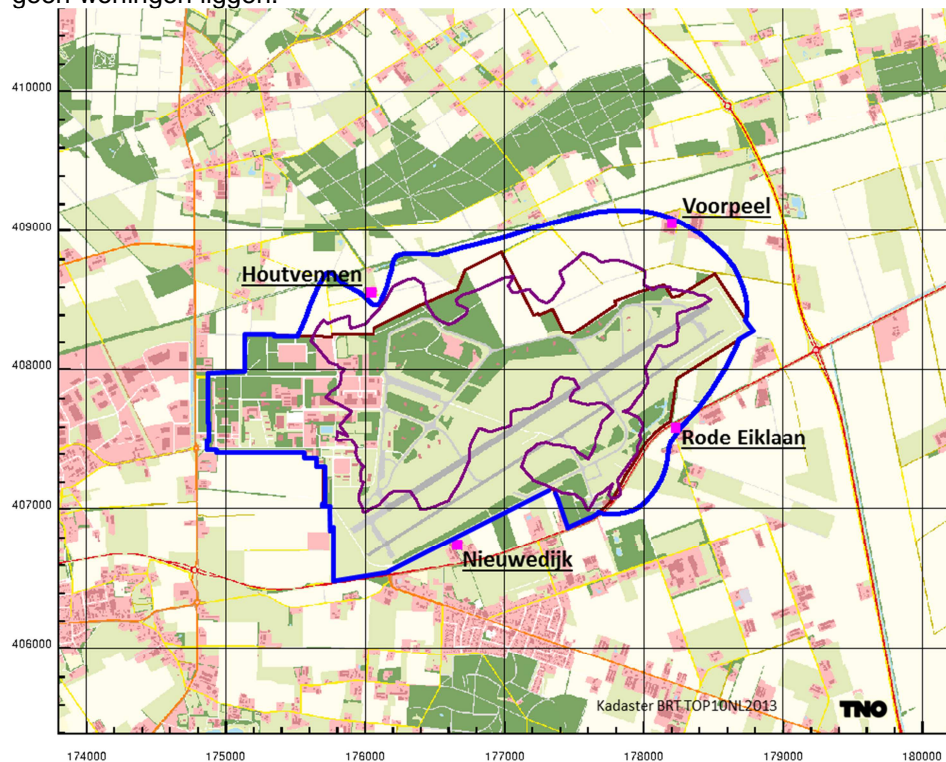
#### 9.4.3 Kortstondig optredende geluiden

In de huidige vergunning van de vliegbasis Volkel zijn maximale toelaatbare geluidsniveaus niet opgenomen. In dit onderzoek worden de maximale geluidsniveaus in kaart gebracht zodat een vergelijking kan worden gemaakt met de in het Activiteitenbesluit gestelde grenswaarden van 70 dB(A) in de dagperiode

en 65 dB(A) in de avondperiode op de gevels van woningen [7]. De maximale geluidsniveaus rond vliegbasis Volkel treden op tijdens het proefdraaien van de F-35A op de motorstand *idle* op de platforms of tijdens het proefdraaien op de motorstand *high rpm low thrust* in de *Ground Runup Enclosure*.

#### Resultaten dagperiode

Figuur 9-3 geeft een overzicht van de berekende resultaten van de 70 dB(A) maximale geluidsniveau contour. Tevens is in de figuur de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 weergegeven, waarbinnen geen woningen liggen.



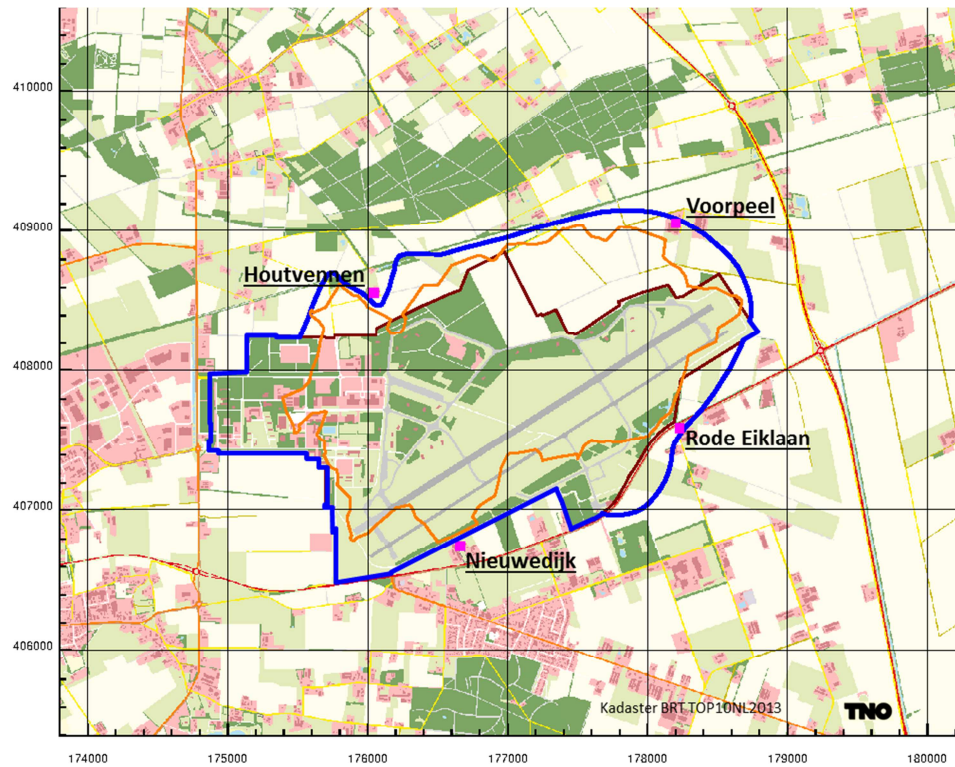
Figuur 9-3 Overzicht van de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 (blauwe lijn) en de 70 dB(A) maximale geluidsniveau contour als gevolg van het *idle* en *high rpm low thrust* draaien van de F-35A in de dagperiode (paarse lijn). Terreingrens (bruine lijn).

Uit Figuur 9-3 blijkt dat de 70 dB(A) maximale geluidsniveau contour volledig binnen de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 ligt. Daar er geen woningen binnen de 55 dB(A) contour na sanering liggen zal in de dagperiode het maximale geluidsniveau op de gevels van de woningen in de omgeving van vliegbasis Volkel lager zijn dan 70 dB(A).

#### Resultaten avondperiode

Figuur 9-4 geeft een overzicht van de berekende resultaten van de 65 dB(A) maximale geluidsniveau contour. Tevens is in de figuur de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 weergegeven, waarbinnen geen woningen liggen.





Figuur 9-4 Overzicht van de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 (blauwe lijn) en de berekende 65 dB(A) maximale geluidsniveau contour (oranje lijn) als gevolg van het MBIT proefdraaien in de avondperiode. Terreingrens (bruine lijn).

Uit Figuur 9-4 blijkt dat de 65 dB(A) maximale geluidsniveau contour volledig binnen de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 ligt.

Daar er geen woningen binnen de 55 dB(A) contour na sanering liggen zal in de avondperiode het maximale geluidsniveau op de gevels van de woningen in de omgeving van vliegbasis Volkel lager zijn dan 65 dB(A).

## 10 Conclusies

De F-16 gevechtsvliegtuigen op de vliegbases Leeuwarden en Volkel worden vanaf 2019 vervangen door F-35A gevechtsvliegtuigen. Door de vervanging verandert de grondgebonden geluidssituatie op de bases. Toetsing van de nieuwe situatie aan de vergunde geluidsruijmtte in het kader van de Wet milieubeheer is nodig. In dit onderzoek is daarom getoetst op de vastgelegde geluidszone rond de vliegbases (50 dB(A) etmaalwaarde), de Maximaal Toelaatbare Geluidbelasting (MTG) met bijbehorende 55dB(A) etmaalwaardecontour na sanering en de maximale geluidsniveaus ( $L_{Amax}$ ) op de gevels van de woningen.

Om het akoestisch onderzoek naar het grondgebonden geluid voor de vliegbases Volkel en Leeuwarden uit te kunnen voeren zijn onder leiding van het *Air Force Research Laboratory (AFRL)* op *Edwards Air Force Base* in de Verenigde Staten in september 2013 grondgebonden geluidsmetingen uitgevoerd aan een F-35A met een F135-PW-100 motor. TNO is bij de metingen aanwezig geweest en heeft kunnen constateren dat de metingen op de juiste wijze zijn uitgevoerd zoals in de "Handleiding meten en rekenen industriellawaai" [1] staat beschreven.

De geluidsmetingen zijn uitgevoerd aan een productie representatief F-35A toestel van hetzelfde type als door Nederland zal worden aangeschaft aan één zijde van het vliegtuig in zestien richtingen tijdens het draaien van de motor op de voor Nederland relevante proefdraairegimes zoals deze worden uitgevoerd na onderhoudswerkzaamheden op de vliegbases. De gemeten signalen zijn door TNO gecontroleerd op afwijkingen die, met uitzondering van één kapotte microfoon van de zestien, niet zijn waargenomen. Voor de geluidsberekening naar de omgeving is voor deze richting een energetisch gemiddelde geluidsniveau van de microfoons op 50 en 70 graden verondersteld. Van de gemeten signalen zijn de immisierelevante bronsterkten bepaald. Hiermee is vervolgens voor verschillende proefdraaibeurten en opstellocaties het geluid in de omgeving berekend volgens methode II.8 van de "Handleiding meten en rekenen industriellawaai" [1].

De geluidsniveaus in de omgeving van de vliegbases worden bepaald door het proefdraaien van F-35A vliegtuigen na het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden. Afhankelijk van de uitgevoerde onderhoudswerkzaamheden schrijft de motorfabrikant *Pratt & Whitney (P&W)* voor om een proefdraaibeurt, een zogeheten *Maintenance Built In Test (MBIT)*, uit te voeren. De locatie en opstelrichting is afhankelijk van het type MBIT dat moet worden uitgevoerd:

- De *engine deprestore* MBIT, *engine leak check* MBIT en de *augmenter light checkout* MBIT worden in vaste opstelrichtingen uitgevoerd op de shelterplatforms of op een vliegtuig parkeerplatform. *Idle* is de hoogste motorstand die bij deze MBITs gedraaid wordt. Het platform waar deze MBIT proefdraaibeurten uitgevoerd worden kan van dag tot dag wisselen. Voor de geluidsuitstraling naar de omgeving zijn de ongunstig gelegen platforms uitgesloten.
- Het uitvoeren van de *augmenter leak check* MBIT en de engine vibration MBIT proefdraaibeurt wordt uitgevoerd in een nog te bouwen akoestisch afschermdende proefdraai-faciliteit (*Ground Runup Enclosure (GRE)*). *High rpm low thrust* is de hoogste motorstand die bij deze MBITs gedraaid wordt.

De *Ground Runup Enclosure* is een betonnen platform met daarop in een U-vorm absorberende geluidsschermen met een hoogte van 12 meter. De voorlopige locatie en oriëntatie van de *Ground Runup Enclosure* is in overleg met Defensie geoptimaliseerd voor de geluidsuitstraling naar de omgeving. Op de vliegbasis Leeuwarden is deze gesitueerd aan de westkant van het Noord platform en op de vliegbasis Volkel aan de westkant van het Safari platform.

Als Representatieve bedrijfssituatie (RBS) voor het proefdraaien van F-35A vliegtuigen na onderhoudswerkzaamheden is aangenomen dat zowel op de vliegbasis Leeuwarden als op de vliegbasis Volkel:

- in de dagperiode;
  - acht keer een *engine depreserve* MBIT, *engine leak check* MBIT of een *augmenter light checkout* MBIT proefdraaibeurt bij een shelter en op een vliegtuig parkeerplatform wordt uitgevoerd. Waarbij geldt dat er maximaal 2 beurten per platform worden uitgevoerd.
  - drie *engine vibration* MBITs en één *augmenter leak check* MBIT proefdraaibeurt in de *Ground Runup Enclosure* uitgevoerd wordt.
- in de avondperiode;
  - één keer een engine depreserve MBIT, engine leak check MBIT of een augmenter light checkout MBIT proefdraaibeurt bij een shelter of op een vliegtuig parkeerplatform uitgevoerd wordt.
  - één engine vibration MBIT of één augmenter leak check MBIT proefdraaibeurt in de *Ground Runup Enclosure* wordt uitgevoerd.
- in de nachtperiode worden geen MBIT proefdraai beurten uitgevoerd.

### Etmaalwaarden

Het geluid van de MBITs en het geluid van de overige geluidsbronnen bepalen de etmaalwaarden ( $L_{\text{etmaal}}$ ) rond de vliegbases. Uit de berekeningen blijkt dat zowel voor de vliegbasis Leeuwarden als de vliegbasis Volkel geldt dat:

1. De berekende 50 dB(A) etmaalwaardecontour binnen de geluidszone ligt.
2. De berekende 55 dB(A) etmaalwaardecontour binnen de 55dB(A) contour na de geluidssanering 1997 ligt en dat als gevolg daarvan de Maximaal Toelaatbare Geluidbelasting (MTG) op de gevels van de woningen rond de vliegbases niet overschreden worden.

### Kortdurende maximale geluidsniveaus

Naast beoordeling van de etmaalwaarden ( $L_{\text{etmaal}}$ ) schrijft de Wet milieubeheer en het Activiteitenbesluit milieubeheer voor om voor een inrichting ook grenzen te stellen aan de kortdurende maximale geluidsniveaus ( $L_{\text{Amax}}$ ). In de huidige vergunning van de vliegbasis Leeuwarden en de vliegbasis Volkel zijn geen grenswaarden van toelaatbare kortdurende maximale geluidsniveaus opgenomen. Uit de resultaten van de berekeningen van het maximale geluidsniveau in de omgeving van de vliegbases blijkt dat:

1. De kortdurende maximale geluidsniveaus ( $L_{\text{Amax}}$ ) in de dag en avondperiode rond de vliegbasis Leeuwarden en de vliegbasis Volkel treden op tijdens het proefdraaien van de F-35A op de motorstand *idle* of *high rpm low thrust* respectievelijk op de shelterplatforms of op de vliegtuig parkeerplatforms of in de *Ground Runup Enclosure*.
2. Het berekende kortdurende maximale geluidsniveau, tijdens het proefdraaien op de motorstand *idle* of *high rpm low thrust*, op de gevels van de woningen niet meer zal bedragen dan de in artikel 2.17 van het Activiteitenbesluit

milieubeheer gegeven grenswaarden van 70 dB(A) in de dagperiode en 65 dB(A) in de avondperiode.

## 11 Referenties

- [1] "Handleiding meter en rekenen Industrielawaai", Ministerie van VROM, Directoraat Generaal Milieubeheer, Directie Geluid en Verkeer, internet uitgave 2004.
- [2] "Bronsterkte rapport vliegbases Wet geluidhinder, Inventarisatie geluidsbronnen", TNO-rapport, d.d. 1992-2014, Stg. CONFIDENTIEEL.
- [3] "Akoestisch hoofdrapport fase 2 en 3 vliegbasis Leeuwarden", Stg. CONFIDENTIEEL, TNO rapport TPD-HAG-RPT-970128, ing. A.A.F.M. Beeks, J. van 't Hof, d.d. 10 december 1997.
- [4] "Akoestisch hoofdrapport fase 2 en 3 vliegbasis Volkel", Stg. CONFIDENTIEEL, TNO rapport TPD-HAG-RPT-970031, ing. A.A.F.M. Beeks, J. van 't Hof, d.d. 24 september 1997.
- [5] "Akoestisch onderzoek Maritiem Vliegveld De Kooy 2012", TNO rapport TNO 2012 R10731, J. van 't Hof, ir. D. Lutgendorf, december 2012.
- [6] "Akoestisch onderzoek hondenkennel en oefenterrein vliegbasis Volkel" TNO rapport MON-RPT-033-DTS-2009-03257, J. van 't Hof, A.M. van Noort, 14 oktober 2009.
- [7] TNO-HARD DISK, "Resultaten van de geluidsberekeningen van het Akoestisch onderzoek grondgebonden geluid F-35A in het kader van de Wet milieubeheer vliegbases Volkel en Leeuwarden TNO 2014 R11011", Stg. CONFIDENTIEEL, oktober 2014.


## 12 Ondertekening

Den Haag, november 2014

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'T. Beeks', with a long horizontal stroke extending to the right.

T. Beeks  
Plv. Afdelingshoofd  
Akoestiek en Sonar

TNO

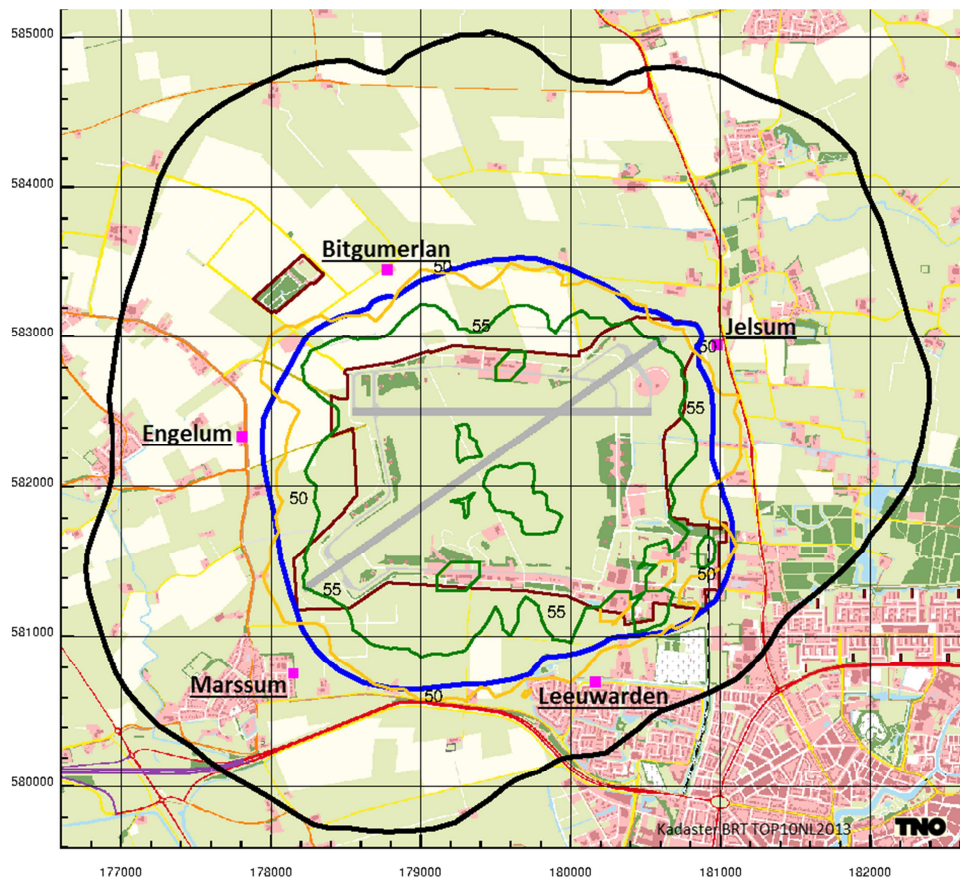
A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'J. van 't Hof', with a vertical line on the right side.

J. van 't Hof  
Auteur

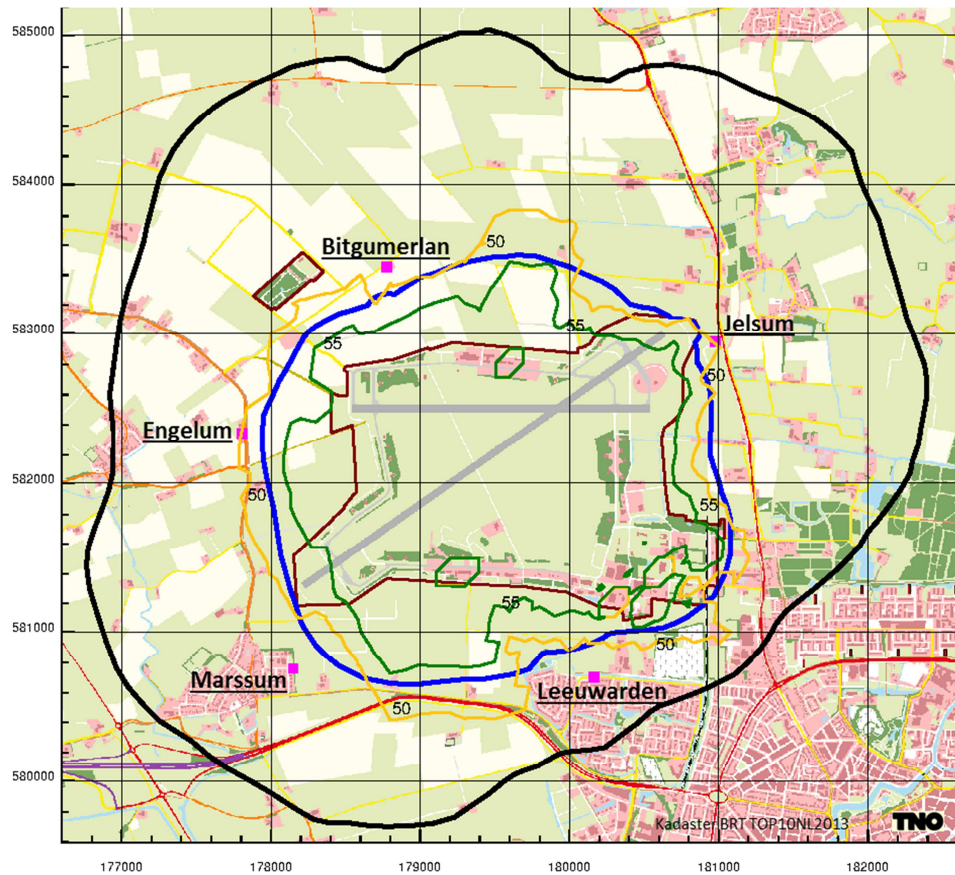
## A Geluidscontouren per periode vliegbasis Leeuwarden

In deze bijlage wordt in afzonderlijke figuren een overzicht gegeven van de berekende 50 en 55 dB(A) langtijdgemiddelde geluidscontouren in de dag-, avond- en nachtperiode, inclusief toeslag. Tevens wordt in de figuren de geluidszone en de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 weergegeven.

### Dagperiode

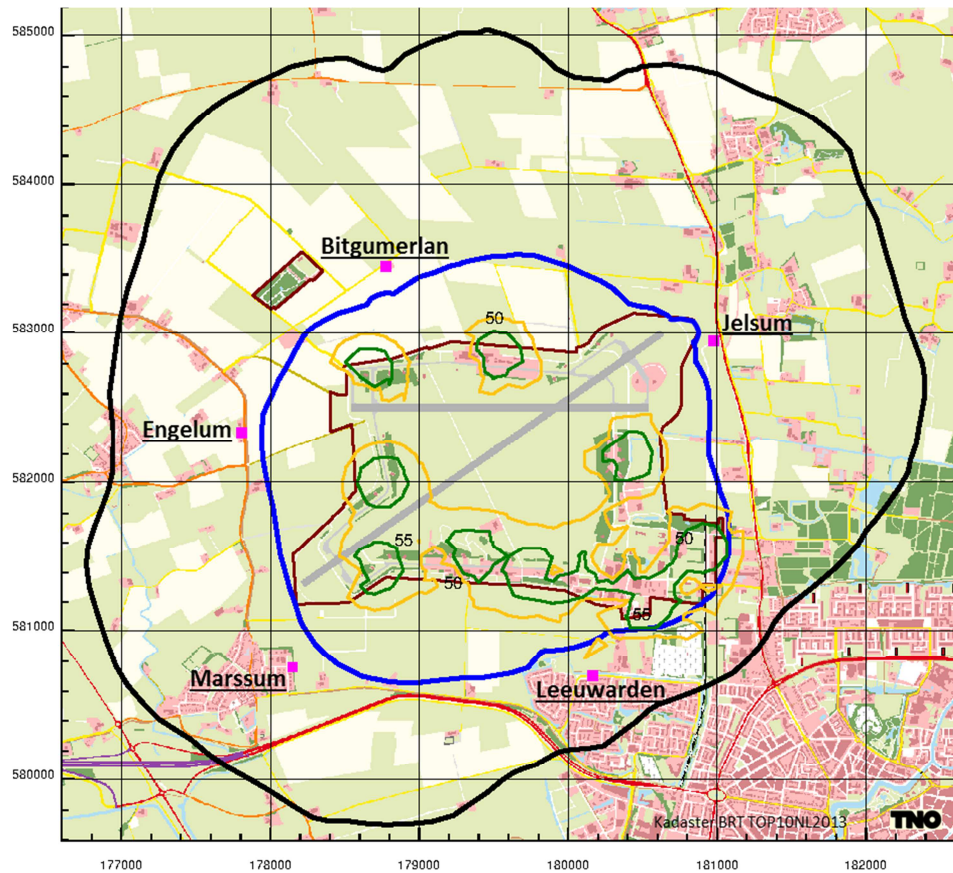


Figuur A 1 Overzicht van de geluidszone (zwarte lijn), de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 (blauwe lijn) de berekende 50 dB(A) (gele lijn) en 55 dB(A) (groene lijn) langtijdgemiddelde geluidscontouren in de situatie F-35A rond de vliegbasis Leeuwarden in de dagperiode.

*Avondperiode*

Figuur A 2 Overzicht van de geluidszone (zwarte lijn), de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 (blauwe lijn) de berekende 50 dB(A) (gele lijn) en 55 dB(A) (groene lijn) langtijdgemiddelde geluidsc contouren in de situatie F-35A rond de vliegbasis Leeuwarden in de avondperiode, inclusief 5 dB(A) avondtoeslag.



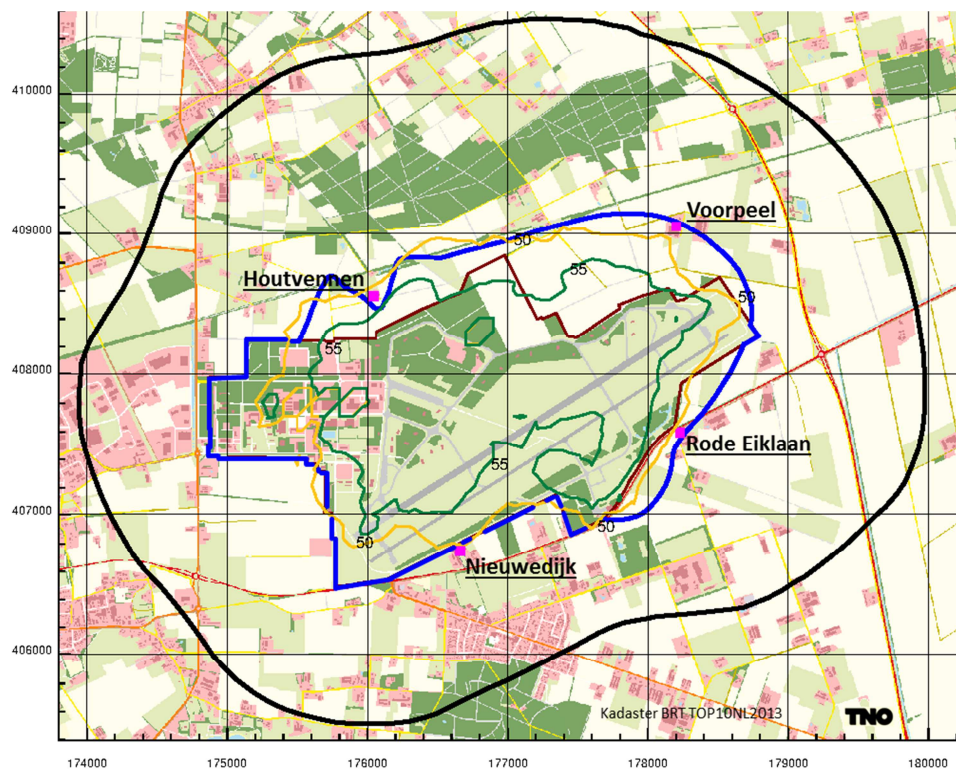
*Nachtperiode*

Figuur A 3 Overzicht van de geluidszone (zwarte lijn), de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 (blauwe lijn) de berekende 50 dB(A) (gele lijn) en 55 dB(A) (groene lijn) langtijdgemiddelde geluidsc contouren in de situatie F-35A rond de vliegbasis Leeuwarden in de nachtperiode, inclusief 10 dB(A) nachttoeslag.

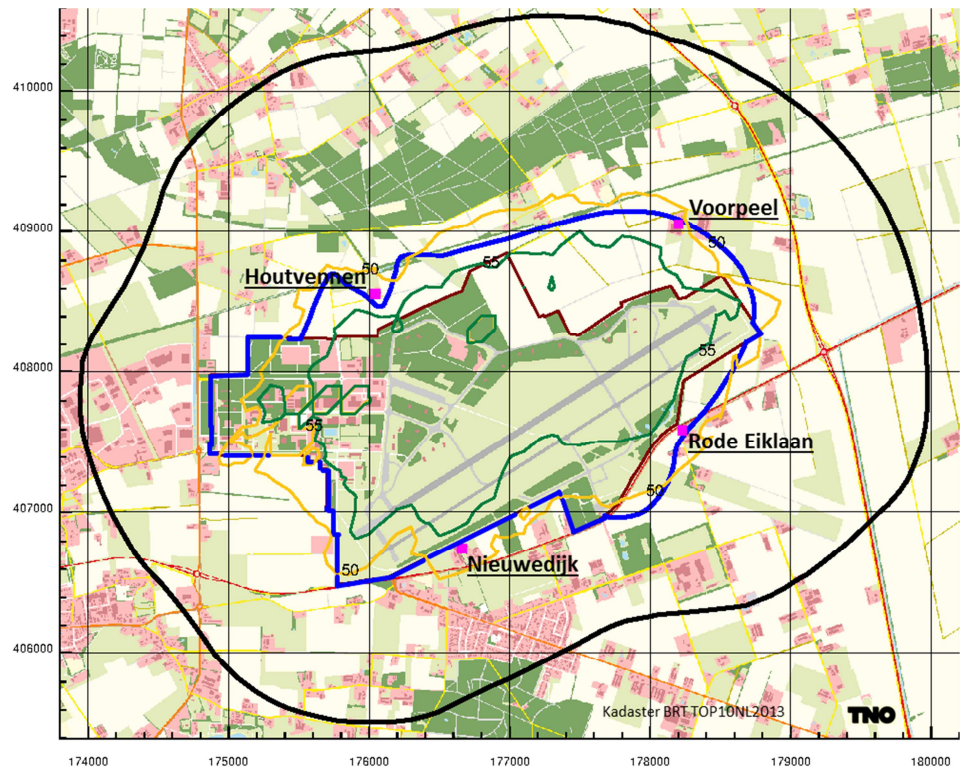
## B Geluidscontouren per periode vliegbasis Volkel

In deze bijlage wordt in afzonderlijke figuren een overzicht gegeven van de berekende 50 en 55 dB(A) langtijdgemiddelde geluidscontouren in de dag-, avond- en nachtperiode, inclusief toeslag. Tevens wordt in de figuren de geluidszone en de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 weergegeven.

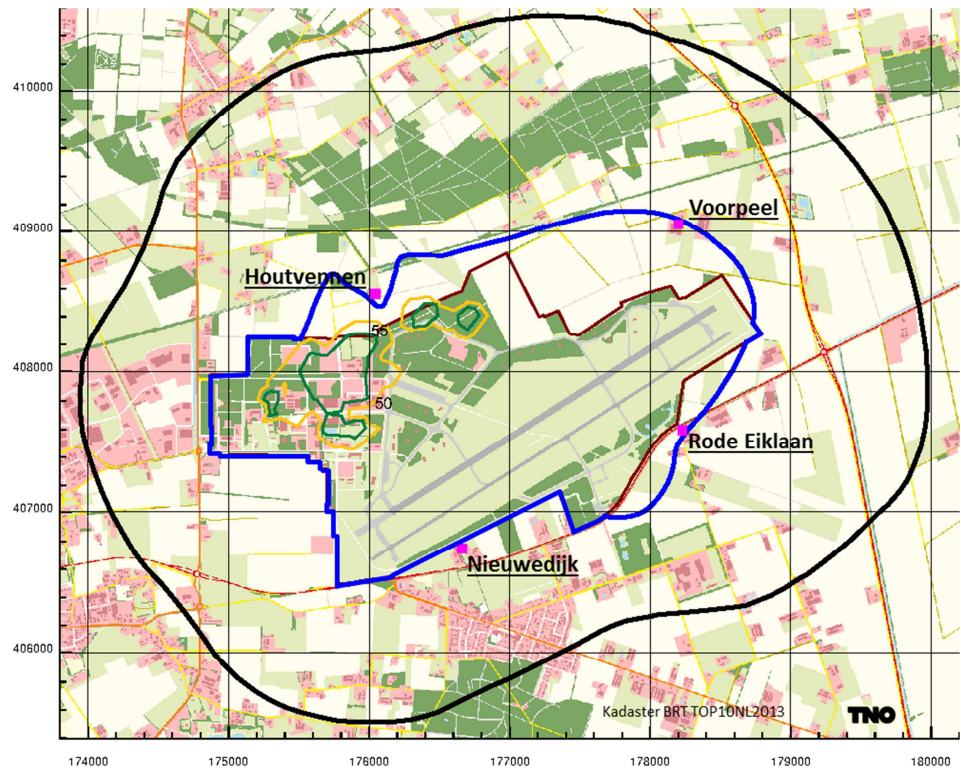
### *Dagperiode*



Figuur B 1 Overzicht van de geluidszone (zwarte lijn), de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 (blauwe lijn) de berekende 50 dB(A) (gele lijn) en 55 dB(A) (groene lijn) langtijdgemiddelde geluidscontouren in de situatie F-35A rond de vliegbasis Volkel in de dagperiode.

*Avondperiode*

Figuur B 2 Overzicht van de geluidszone (zwarte lijn), de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 (blauwe lijn) de berekende 50 dB(A) (gele lijn) en 55 dB(A) (groene lijn) langtijdgemiddelde geluidscontouren in de situatie F-35A rond de vliegbasis Volkel in de avondperiode, inclusief 5 dB(A) avondtoeslag.

*Nachtperiode*

Figuur B 3 Overzicht van de geluidszone (zwarte lijn), de 55 dB(A) etmaalwaardecontour na sanering in de situatie 1997 (blauwe lijn) de berekende 50 dB(A) (gele lijn) en 55 dB(A) (groene lijn) langtijdgemiddelde geluidscontouren in de situatie F-35A rond de vliegbasis Volkel in de nachtperiode, inclusief 10 dB(A) nachttoeslag.

## Distributielijst

Aantal exemplaren	
10	Kol. M.J.B.M. Lambrichs, Den Haag
2	TNO, Archief locatie Den Haag, Oude Waalsdorperweg
3	TNO, J. van 't Hof locatie Den Haag