



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Second Opinion Geluid JSF**

RIVM Briefrapport 630025001/2010

C.M. van Luijk, J. Jabben

Dit onderzoek werd verricht in gezamenlijke opdracht van de Provincie Fryslân en het ministerie van Defensie, in het kader van project E/630025 - Geluidonderzoek JSF



## Colofon

© RIVM , december 2010

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

C.M. van Luijk, J. Jabben

Contact:

Ir. C.M.van Luijk

Centrum voor Gezondheidsonderzoek

Kees.van.Luijk@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in gezamenlijke opdracht van de Provincie Fryslân en het ministerie van Defensie, in het kader van project E/630025 - Geluidonderzoek JSF



## Rapport in het kort

### **Second opinion over geluid van de JSF**

Binnen de huidige geluidszone van de luchtmachtbasis Leeuwarden is het stationeren van de JSF redelijkerwijs mogelijk, op grond van de huidige inzichten. Er blijft nog wel onzekerheid over de precieze geluidbelasting. Een goed geluidmeetprogramma zal in de praktijk meer duidelijkheid kunnen bieden en kan het vliegen binnen de geluidszone waarborgen.

Dat is de belangrijkste conclusie van de second opinion over onderzoek van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR). De second opinion is uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) in opdracht van de provincie Fryslân en het ministerie van Defensie.

Het RIVM heeft verhelderd dat de geluidsmetingen aan de JSF bij de luchthaven Edwards (VS, 2008) tot nu toe de best beschikbare geluidsmetingen zijn. Andere betrouwbare metingen zijn er wereldwijd niet. De berekeningen over hoe goed de JSF binnen de geluidszone past, zijn door het NLR goed uitgevoerd. Bij analyse van de geluidsmetingen bij Edwards zijn er echter nog enkele onzekerheden. Het weer bij die metingen was namelijk heel anders dan gemiddeld in Nederland. Dit bemoeilijkt de precieze vertaling van die metingen naar de Nederlandse situatie.

Meer zekerheid kan worden bereikt met aanvullende metingen. Dat is – zeker op korte termijn – echter moeilijk te realiseren. Het is beter om in de praktijk bij de vliegbasis Leeuwarden de geluidbelasting te bewaken met een goed geluidmeetprogramma.

Trefwoorden:  
geluid, JSF, validatie, metingen



## Abstract

### **Second Opinion Noise JSF**

Under the current available knowledge, the stationing of the JSF at Leeuwarden Airforce Base seems possible within the current noise zone. However, uncertainty remains as to the exact noise levels that will be caused by the JSF. In practice, these could be clarified by a good measurement program, that could also insure noise levels to comply with the noise zone

These are the main conclusions of a second opinion of a previous noise research conducted by the Dutch National Aerospace Laboratory (NLR). The second opinion was conducted by the National Institute for Public Health and Environment (RIVM) and was commissioned by the Province of Fryslân and the Dutch Ministry of Defense.

The second opinion by RIVM has clarified that the noise measurements on the JSF conducted at Edwards Air Force Base (U.S., 2008) currently provide the best available noise data. Other appropriate noise measurements on the JSF are not available. The calculation and evaluation by the NLR of the noise contour, to be fit within the noise zone of Leeuwarden, has been conducted properly.

However, as to the analysis of the noise measurements at Edwards Air Force Base by NLR, there are still uncertainties. The weather during these measurements was quite different from average conditions in the Netherlands. This has complicated the conversion of the Edwards measurements into comparable data for the Dutch situation.

More certainty could be achieved with additional measurements. However, within the short term, these are difficult to achieve. As an alternative, it seems appropriate to set up an adequate noise measurement program at Leeuwarden Air Force Base, as to serve monitoring and securing of noise levels that will emerge from the JSF in the Netherlands.

Key words:

Noise, JSF, validation, measurements





## Inhoud

	Colofon—3
	Rapport in het kort—5
	Abstract—7
	Samenvatting—11
<b>1</b>	<b>Inleiding—17</b>
1.1	Kader—17
1.2	Vraagstelling—17
<b>2</b>	<b>Beoordeling Geluidprestatietabellen—19</b>
2.1	Achtergrond—19
2.2	Beschikbare metingen—19
2.3	Testprocedure—20
2.4	Evaluatie resultaten NLR—20
2.5	Beantwoording vragen—28
<b>3</b>	<b>Inpasbaarheid JSF in geluidzone Leeuwarden—29</b>
3.1	Achtergrond—29
3.2	Evaluatie bevindingen NLR—29
<b>4</b>	<b>Conclusies—31</b>
<b>5</b>	<b>Referenties—33</b>
	<b>Bijlage 1 Vragen uit aanvraag 29 maart bij second opinion JSF—35</b>
	<b>Bijlage 2 Second opinion RIVM bij vragen geluid JSF—39</b>
	<b>Bijlage 3 Meteo-effect Edwards 22 oktober 2008—45</b>
	<b>Bijlage 4 Correctie voor het bodemeffect—49</b>
	<b>Bijlage 5 Beschikbaar Onderzoeksmateriaal—51</b>



## Samenvatting

### Vraagstelling en werkwijze

Dit briefrapport beschrijft de resultaten van het onderzoek dat het RIVM heeft uitgevoerd, in gezamenlijke opdracht van de Provincie Fryslân en het ministerie van Defensie, naar de geluidaspecten van de Joint Strike Fighter (JSF of F35), de beoogde opvolger van de huidige F16 vliegtuigen.

Doelstelling van het onderzoek is om een onafhankelijk oordeel uit te brengen over:

1. De wijze waarop de invoergegevens van het geluidmodel voor de JSF tot stand zijn gekomen.
2. De wijze waarop het NLR op basis hiervan de inpasbaarheid van de JSF binnen de geluidzone van de vliegbasis Leeuwarden heeft beoordeeld

Daarnaast worden een aantal specifieke vragen van de Provincie Fryslân beantwoord. Deze vragen zijn opgenomen in Bijlage 1.

Het onderzoek vormt een 'second opinion' op onderzoek van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) naar de geluidgegevens van de JSF. Er is geen nieuw geluidonderzoek verricht door het RIVM.

De resultaten van het NLR zijn getoetst en beoordeeld aan de hand van presentaties van het NLR aan het RIVM, bezoeken van het RIVM aan het NLR en enkele besprekingen in Bilthoven. In de presentaties heeft het NLR een uitgebreide toelichting gegeven op de methoden en uitgangspunten die zijn gehanteerd. Bij aanvullend bezoek zijn bij het NLR steekproefsgewijs een aantal meetresultaten en modelberekeningen geverifieerd en is nader gekeken naar de gekozen uitgangspunten en aannamen.

Het RIVM is van mening dat het NLR, deskundig en integer te werk is gegaan bij het uitwerken van de meetgegevens en het berekenen van geluidcontouren. Er is volledige medewerking verleend aan het RIVM door inzage te bieden in niet-openbare, vertrouwelijke gegevens en de gevolgde aanpak en gemaakte keuzes in het NLR-onderzoek zijn uitvoerig toegelicht.

### Toetsing invoergegevens geluidmodel

De eerste onderzoeksvraag betreft de wijze waarop de invoergegevens van het geluidmodel voor de JSF tot stand zijn gekomen. Deze vraag bestaat uit 2 deelvragen:

- a) welke meetgegevens zijn er en wat is de bruikbaarheid daarvan
- b) hoe zijn de meetgegevens verwerkt naar de invoergegevens van het geluidmodel voor Leeuwarden

**a) *Bruikbaarheid Meetgegevens JSF: Mineral Wells (2007) en Edwards AFB (2008)***

Er zijn van de JSF twee uitgebreide datasets met geluidmetingen uit de VS beschikbaar. Dit betreft geluidmetingen verricht op Mineral Wells in april 2007 en geluidmetingen verricht op Edwards Airforce Base in oktober 2008. Beide meetcampagnes zijn verricht aan hetzelfde toestel. Het NLR heeft de metingen op Edwards Air Force Base van oktober 2008 gebruikt voor het opstellen van invoerbestanden voor modelberekeningen conform de wettelijke Nederlandse rekensystematiek. Er lijken belangrijke verschillen te zitten in de datasets van de twee geluidmetingen. Een belangrijke eerste vraag van dit onderzoek is daarom wat de waarde en betrouwbaarheid van de metingen is.

De metingen van Mineral Wells, uit april 2007, zijn door het NLR niet gebruikt, omdat deze naar de mening van het NLR incompleet zijn en inconsistenties bevatten en daardoor onvoldoende informatie bieden voor de berekeningen rond Leeuwarden. Naar het oordeel van het RIVM is dit een juiste conclusie. De meetgegevens verkregen op Mineral Wells zijn onvolledig en kunnen onvoldoende worden gerelateerd aan de bedrijfscondities van de JSF tijdens de metingen. De metingen bij Edwards Airforce Base in oktober 2008 zijn goed voorbereid en de meetregistraties zijn uitgebreid en zorgvuldig. Het RIVM acht het juist dat de verdere analyse van het geluid van de JSF is gebaseerd op de geluidmetingen op de Edwards Airforce Base in oktober 2008.

**b) *Verwerking meetgegevens Edwards naar de invoergegevens van het geluidmodel***

*Algemeen Meet- en analyseprocedure Edwards AFB*

Een goed gevalideerde en gestandaardiseerde meet- en analyseprocedure is essentieel om van meetdata te komen tot betrouwbare, representatieve invoergegevens voor het Nederlandse rekenmodel voor luchtvaartgeluid. Een belangrijk knelpunt hierbij is dat voor de metingen en de analyse van geluid van militair vliegverkeer geen formele procedure is vastgesteld. Naar de mening van het RIVM zou de te volgen procedure in elk geval moeten voldoen aan meteo-condities volgens de ICAO annex 16 voor civiel vliegverkeer<sup>1</sup>.

Het NLR en TNO hebben in 2006 een aanbeveling opgesteld voor geluidsmetingen aan de F-35[5] waarbij de weersomstandigheden voldoen aan de criteria zoals die door ICAO annex 16 Volume 1 worden voorgeschreven[1]. Deze criteria gelden voor afnametesten van civiele vliegtuigen. Het later door het NLR in samenwerking met het Amerikaanse Air Force Research Laboratorium (AFRL) opgestelde testplan[11] voor de metingen op Edwards AFB wijkt af van ICAO in de zin dat een ondergrens van 8% aan de relatieve luchtvochtigheid wordt gesteld. ICAO annex 16 stelt een ondergrens van 20%, zonder dat een afwijkende meteo-gesteldheid, zoals een temperatuursinversie, is toegestaan. Het RIVM meent dat de (internationale) meteo-condities uit ICAO goed zijn onderbouwd. Afwijking daarvan betekent dat

---

<sup>1</sup> ICAO: International Civil Aviation Organization. ICAO annex 16 geeft een certificatieprotocol voor geluidemissies van civiele vliegtuigen

onzekerheid wordt geïntroduceerd met betrekking tot de betrouwbaarheid van de metingen en de analyse.

*- Uitvoering metingen Edwards*

De metingen, verricht door het Amerikaanse Air Force Research Laboratorium (AFRL) op Edwards Airforce Base in oktober 2008, zijn correct en op voldoende meetposities uitgevoerd.

De weerscondities op Edwards AFB waren niet geheel in overeenstemming met de ICAO richtlijnen. Bij de metingen in de ochtend van 22 oktober 2008 werd niet voldaan aan een ondergrens van 20% relatieve vochtigheid en was er tijdens de metingen een temperatuursinversie aanwezig. Het RIVM meent dat door deze bijzondere weersomstandigheden er onzekerheid is ontstaan over de representativiteit van de metingen voor de Nederlandse situatie.

In formele zin kan niet gesteld worden dat een meteo-correctie conform de ICAO procedure verplicht is of dat metingen die buiten de ICAO condities vallen onjuist of ongeldig zijn. De ICAO procedures zijn alleen voorgeschreven voor de geluidcertificatie van civiel vliegverkeer. De ICAO procedures zijn echter bedoeld om te voorkomen dat metingen tot sterk afwijkende resultaten leiden. Naar het oordeel van het RIVM is het daarom belangrijk de ICAO richtlijnen en procedures zoveel mogelijk in acht te nemen.

*- Uitwerking Edwardsmetingen*

Bij de uitwerking van de Edwardsmetingen tot invoergegevens ('geluidtabelwaarden') voor de berekening van geluidcontouren bij Leeuwarden, heeft het NLR diverse inschattingen en keuzes gemaakt. Dat is gebruikelijk bij de analyse van metingen. Het betreft het volgende aspecten:

1. De metingen zijn niet volgens ICAO gecorrigeerd naar standaard atmosferische omstandigheden (70% relatieve luchtvochtigheid en 15 °C).
2. Ten aanzien van de invloed van de bodem op de geluidoverdracht is op de meetwaarden een aftrek van 1 dB toegepast voor het verschil tussen het "dry lake bed" op de meetlocatie Edwards en de Nederlandse situatie. De zogeheten laterale geluidverzwakking bij de metingen op Edwards AFB en de Nederlandse situatie is gelijk verondersteld.
3. De invloed van de temperatuursinversie is buiten beschouwing gebleven.

Ten aanzien van deze aspecten komt het RIVM tot de volgende kanttekeningen:

Ad 1 De omstandigheden bij de metingen op Edward AFB weken sterk af van gemiddelde Nederlandse omstandigheden. De metingen op Edwards vielen buiten de ICAO meteo-condities die een ondergrens van 20% stellen aan de gemiddelde relatieve luchtvochtigheid over het pad van het vliegtuig naar microfoon. Een lagere luchtvochtigheid geeft meer luchtdemping en leidt tot lagere meetuitkomsten. Een meteo-correctie werkt naar de Nederlandse situatie verhogend, in de zin dat

correctie tot hogere geluidemissies (invoergegevens) voor het Nederlandse rekenmodel zou leiden. Een meteo-correctie, afhankelijk van de meetlocatie, toenamen in de orde van 2 tot 4 dB zou kunnen opleveren. Zeker is dit niet. Omdat niet aan de ICAO criteria voldaan is, is ook niet met zekerheid te zeggen in hoeverre de correcties volgens ICAO onder de omstandigheden op Edwards AFB nog verantwoord zijn.

Ad 2 Het bodemeffect (grondeffect en laterale verzwakking) is door het NLR bij de berekening op Leeuwarden beperkt tot maximaal 1 dB en bij de berekening van de geluidcontouren heeft het NLR geen laterale verzwakking toegepast. Dit is conservatief omdat op Edwards AFB boven een 'dry lake bed' (geluidtechnisch gezien een 'harde' bodem) is gemeten. Laterale verzwakking speelt vooral op relatief grote laterale afstanden een rol. Onder het vliegpad is de laterale verzwakking 0 dB. Op een afstand van 4000 ft kunnen, afhankelijk van vlieghoogte effecten van -2 tot -7 dB (damping) optreden.

Ad 3 Tenslotte is het mogelijk dat, naast het bodemeffect, ook de temperatuursinversie verhogend werkt op de Edwards AFB metingen ten opzichte van de gemiddelde Nederlandse situatie. Voor kwantificatie van dit complexe effect bestaan geen standaard voorschriften. Ook bij uitgebreid aanvullend onderzoek blijft dit uitermate lastig. Uitkomsten daarvan zullen een ruime onzekerheidsmarge omvatten.

Bovenstaande effecten zijn plaatsafhankelijk en kunnen niet zonder meer worden opgeteld om het effect op geluidtabelwaarden te bepalen.

Het NLR geeft aan dat gekozen is voor een zo realistisch mogelijke benadering waarbij is aangenomen dat het weglaten van een meteo-correctie wordt gecompenseerd door een conservatieve correctie (te lage aftrek) voor bodemgesteldheid en de bijzondere overdrachtscondities (temperatuursinversie) die zich bij de metingen op Edwards AFB voordeden. Het NLR heeft toegelicht dat er op verschillende punten zodanig voorzichtige (conservatieve) inschattingen zijn gedaan dat er per saldo sprake is van een ophoging van de meetwaarden. Het NLR is daarom van mening dat uiteindelijke geluidtabelwaarden van het geluidmodel voor de JSF niet hoger worden als het RIVM de aangegeven onzekerheden nog diepgaander zou analyseren.

Het RIVM kan op dit moment onvoldoende beoordelen of per saldo de geluidtabelwaarden van de JSF niet hoger zullen uitvallen.

Het RIVM is zich bewust van de complexiteit van de analyses en de samenhang van factoren. Noodzakelijkerwijs geeft dit onderzoek maar beperkt inzicht in de details en achtergronden van de meetwaarden en de omrekening daarvan naar de geluidtabelwaarden. Een volledig en gedetailleerd inzicht valt buiten de scope van dit second opinion onderzoek. De mening van het NLR dat de geluidwaarden voldoende conservatief zijn berekend kan juist zijn, maar het RIVM kan dit niet bevestigen of ontkennen.

### **Inpasbaarheid van de JSF binnen de geluidzone van de vliegbasis Leeuwarden**

Gegeven de door het NLR aangehouden stijgprofielen en los van de hiervoor genoemde onzekerheden in invoergegevens lijkt ons de door het NLR gevolgde rekenprocedure ter bepaling van de geluidcontouren rondom Leeuwarden op zich correct. Een kanttekening daarbij is dat het NLR niet is uitgegaan van de vliegprofielen die het JSF Program Office (JPO) heeft opgesteld, omdat deze volgens het NLR en vliegers op Leeuwarden niet kunnen worden gevlogen. Bij een eventuele stationering van de JSF op Leeuwarden is het van belang dat de bij de contourberekening gehanteerde vluchtprofielen in de praktijk werkelijk worden gevlogen.

#### *Overige waarnemingen*

Naast de gestandaardiseerde invoergegevens voor het rekenmodel (de geluidtabelwaarden) is het geluidniveau bij passage relevant. Het is moeilijk om het geluid van de JSF één op één te vergelijken met de F16 omdat beide toestellen bij een vergelijkbaar vliegtraject verschillende motorsettings gebruiken. Onder vergelijkbare vliegcondities produceert de JSF echter meer geluid dan de huidige F16:

Het NLR[4] geeft voor de F35 een piekniveau (L<sub>Amax</sub>) van 110 dB(A) en voor de F16 een waarde van 104 tot 107 dB(A). Deze waarden gelden voor MIL power onder het vliegpad op 1000 ft.

Rekeninghoudend met de meteo correcties zou de waarde van 110 dB(A) voor de JSF in Nederland nog iets hoger kunnen uitvallen. Gezien de beperkte metingen en de daarmee samenhangende onzekerheden geldt dit als een indicatieve waarde. De verschillen tussen de F35 en de F16 leiden echter niet in dezelfde mate tot hogere jaarniveaus (KE geluidbelasting) in de omgeving van Leeuwarden, omdat de JSF bij start en nadering een overwegend lagere motorsetting gebruikt.

#### **Slotopmerkingen**

De metingen verricht aan de JSF bij Edwards AFB (2008) zijn zeer uitgebreid, maar hebben alle betrekking op één (test)toestel. Mede in het licht van de bijzondere meetcondities is het RIVM van mening dat de representativiteit van de Edwardsmetingen met dit JSF toestel voor de te verwachten geluidbelasting rond Leeuwarden moeilijk is vast te stellen. Accommodatie van de JSF op Leeuwarden lijkt ons rederlijkerwijs mogelijk, als –zoals het NLR stelt– de inschatting van de geluidtabelwaarden van de JSF inderdaad conservatief is. Met de eerder genoemde kanttekeningen ten aanzien van deze tabelwaarden is de conclusie dat er aan de prognose over de inpassing van de JSF in de zone van Leeuwarden nog onzekerheden verbonden zijn. Het verkleinen van de nu resterende onzekerheden op korte termijn lijkt niet makkelijk. Er zijn geen betere meetdata beschikbaar en het is lastig om nieuwe metingen uit te voeren. Beheersing van die onzekerheden zou in de praktijk bereikt worden met een goed meetprogramma bij de basis Leeuwarden, gecombineerd met monitoring van het gebruik van de basis.





## 1 Inleiding

### 1.1 Kader

Het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) heeft in opdracht van het ministerie van Defensie onderzoek gedaan naar de geluidsproductie van de Joint Strike Fighter (JSF of F35). De provincie Fryslân, de gemeenten Leeuwarden, Menameradiel, Ljouwerteradiel en Tytsjerksteradiel en omwonenden zijn bezorgd over de mogelijke consequenties voor geluidsoverlast bij het stationeren van de JSF op de luchtmachtbasis Leeuwarden. Deze zorg is onder andere gebaseerd op twijfel over de geldigheid van de door het NLR gevonden resultaten. De provincie Fryslân en het ministerie van Defensie hebben het RIVM gevraagd een second opinion uit te voeren. Hierbij vertegenwoordigt de provincie tevens de eerder genoemde gemeenten en omwonenden.

### 1.2 Vraagstelling

Doelstelling van de second opinion is een onafhankelijk oordeel uit te brengen over de in Bijlage 1 gespecificeerde vragen 1,2 en 3a t/m j. Deze vragen zijn bij het verzoek tot second opinion d.d. 29 maart 2010 door Provincie Fryslân en het ministerie van Defensie opgegeven. Doelstelling van het onderhavige onderzoek is om op basis van vigerende standaarden en wetenschappelijke inzichten, een onafhankelijk oordeel uit te brengen dat helderheid dient te brengen in de discussie ten aanzien van:

1. De wijze waarop de invoergegevens van het geluidmodel voor de JSF tot stand zijn gekomen.
2. De wijze waarop het NLR op basis hiervan de inpasbaarheid van de JSF binnen de geluidzone van de vliegbasis Leeuwarden heeft beoordeeld

Ad 1 Het merendeel van de vragen 1, 2 en 3a t/m i betreft de wijze waarop het NLR uit beschikbare meetgegevens voor de JSF een set van invoergegevens (LAmox tabelwaarden bij verschillende motorstanden) heeft afgeleid, die geschikt zijn als invoer van het wettelijke geluidrekenmodel voor militaire luchthavens in Nederland. Onze bevindingen ten aanzien van dit onderdeel van het onderzoek zijn opgenomen in Hoofdstuk 2.

Ad 2 Vraag 3j heeft betrekking op de vertaalslag van deze invoergegevens naar de geluidbelasting door de JSF in de omgeving van vliegbasis Leeuwarden en de mate waarin het beoogde aantal vluchten met de JSF binnen de wettelijke geluidzone rondom vliegbasis Leeuwarden kan worden ingepast. Onze bevindingen ten aanzien van dit onderdeel van het onderzoek zijn opgenomen in Hoofdstuk 3.

De resultaten van het NLR zijn getoetst en beoordeeld aan de hand van een tweetal presentaties van het NLR op 19 augustus 2010 in Bilthoven, een aanvullend bezoek aan het NLR op 1 oktober 2010, en overleggen met het NLR op 3/11, 30/11 en 6/12 2010 in Bilthoven. In de presentaties heeft het NLR een uitgebreide toelichting gegeven op de

methoden en uitgangspunten die zijn gehanteerd. Bij het aanvullende bezoek zijn steekproefsgewijs een aantal meetresultaten en modelberekeningen geverifieerd en is nader gekeken naar de gekozen uitgangspunten en aannamen. Bij de afsluitende ontmoeting is het door NLR aanvullend commentaar ingebracht ten aanzien van de beoordeling van het RIVM.

## 2 Beoordeling Geluidprestatietabellen

### 2.1 Achtergrond

In een geluidprestatietabel worden de maximale geluidniveaus (L<sub>Amax</sub> in de meetstand 'slow') van een vliegtuig gespecificeerd afhankelijk van de kortste afstand tot het vliegp pad (de 'slant distance') enerzijds en de stuwkracht ('thrust setting') anderzijds. Geluidprestatietabellen worden, in combinatie met routes en aantallen vliegtuigbewegingen, gebruikt als invoer voor modelberekeningen ter bepaling van de geluidcontouren rondom luchthavens. Dit is bijvoorbeeld het geval in het wettelijke Nederlands Rekenmodel voor luchtvaartgeluid[2] en het internationaal veelal gehanteerde Integrated Noise Model INM[3]

Bij het opstellen van een geluidprestatietabel voor de F-35 heeft het NLR geluidsmetingen beoordeeld die zijn verricht aan het eerste testtoestel, de AA-1 met de F135 motor. Er zijn twee meetonderzoeken aan dit toestel uitgevoerd door het Amerikaanse Air Force Research Laboratory (AFRL) in april 2007 en oktober 2008, op respectievelijk Mineral Wells (VS, Texas) en Edwards Air Force Base (VS, Californië). Het NLR heeft de metingen op Mineral Wells als onvoldoende betrouwbaar beoordeeld en een geluidprestatietabel van de F-35 voor de Nederlandse situatie gebaseerd op de metingen die zijn verricht door AFRL op Edwards Air Force Base. De ruwe meetdata is door het JSF Program Office (JPO) aan het NLR beschikbaar gesteld. Over de metingen en de interpretatie ervan is door het NLR gerapporteerd in [4].

### 2.2 Beschikbare metingen

Lockheed Martin heeft als fabrikant van de JSF geen geluiddata voor modelberekeningen van de JSF opgesteld. Om geluidgegevens voor de JSF op te stellen zijn door het Amerikaanse Air Force Research Laboratory (AFRL) in 2007 in de VS metingen verricht op Mineral Wells in Texas en in 2008 op de luchtmachtbasis Edwards in Californië. Daarnaast is een aantal metingen op eigen initiatief verricht door Bob Webb op Eglin Air Force Base, echter zonder dat daarbij bedrijfsgegevens van de toestellen zijn geregistreerd.

De momenteel beschikbare meetgegevens van de JSF betreffen:

1. Geluidmetingen (geconditioneerd) in de VS verricht op Mineral Wells op 26 april 2007, door AFRL aan de F-35 type AA-1 met motortype F135
2. Geluidmetingen (geconditioneerd) in de VS verricht op Edwards AFB op 18, 22 en 23 oktober in 2008, door AFRL aan de F-35 type AA-1 met motortype F135
3. Geluidmetingen (ongeconditioneerd) verricht door Bob Webb op Eglin AFB op 22 en 23 april 2009. Dit betrof respectievelijk metingen aan F-35 landingen en F-35 'touch en go'

## 2.3 Testprocedure

Voor civiele toestellen bestaat een formele meetprocedure voor geluidcertificering. De voorschriften hiervoor zijn vastgelegd in een document (annex 16) van de International Civil Aviation Organization, ICAO[1]. Voordat een bepaald type civiel toestel op de markt komt is geluidcertificering volgens de ICAO vereist. De resultaten van ICAO certificatie metingen worden veelal gebruikt om voor civiele toestellen via extrapolatie van meetgegevens data voor geluidsberekeningen af te leiden. Specifiek voor het bepalen van geluiddata voor de berekening van geluidcontouren voor militaire vliegtuigen is in de ICAO-voorschriften geen formele meetprocedure vastgelegd.

## 2.4 Evaluatie resultaten NLR

Op 19 augustus 2010 heeft het NLR bij het RIVM aan de hand van een presentatie een toelichting gegeven op de door hun gevolgde werkwijze en verkregen resultaten. In vervolg daarop is er op 1 oktober 2010 bij het NLR door het RIVM een verificatie verricht waarbij steekproefsgewijs een aantal meetresultaten van Mineral Wells en Edwards AFB zijn doorgenomen en nader is gekeken naar uitgangspunten en aannamen.

### 2.4.1 Mineral Wells mei 2007

Deze metingen zijn verricht op 26 april 2007 bij Palo Pinto ten westen van Mineral Wells in Texas VS. De uitkomst van deze metingen zijn gebruikt in een MER-studie naar de geluideffecten van het gebruik van de JSF op Eglin AFB. Daarover is gerapporteerd in [6]. In Tabel 1 zijn LAmax-waarden en SEL-waarden voor de F-35 overgenomen van Bijlage E uit [6].

**Tabel 1 Geluidgegevens (A-gewogen) volgens (EIS 2008) voor de JSF (F-35) en de F16C**

Aircraft Type	Maat	Airspeed [kts]	Power Setting	Hoogte (in voet) boven grondpad						
				300	500	1000	2000	5000	10000	20000
F35	LAmax	500	Estim.	136	131	124	116	103	90	75
F35	SEL	500	Estim.	133	129	121	112	99	87	74
F16C*	LAmax	450	87% NC	109	104	96	89	77	66	54
F16C	SEL	450	87% NC	109	105	100	94	84	76	65

\*F16 met PW 229 motor %NC = percent core RPM

Ter vergelijking zijn ook de waarden die EIS aangeeft voor de F16C opgenomen.

Volgens het NLR zijn de metingen op Mineral Wells van onvoldoende kwaliteit en niet geschikt voor geluidsberekeningen in Nederland [4]. Tijdens de presentatie van 19 augustus heeft NLR deze beoordeling nader toegelicht met een reeks voorbeelden van onder andere ontbrekende meetgegevens, inconsistenties in de meetresultaten en onvolledige registraties van bedrijfscondities van het toestel.

Het JSF Program Office heeft formeel de metingen op Mineral Wells ongeldig verklaard (Moore 2010):

“...The Mineral Wells testing was conducted early in the program under constrained time and location conditions and as such the resultant noise data was not optimal. The Mineral Wells data collection was done to satisfy an early program need to complete the environmental analysis supporting the joint training center at Eglin Air Force Bases. Based on the maturity of AA-1 our test site and control over the environmental conditions were limited. Specifically microphones were mounted on a mixture of hard and soft surfaces which made the required hard or soft ground conversion impossible. Atmospheric conditions on the day of test were also poor and included high wind conditions. The JSF Maximum Sound Level (L<sub>Amax</sub>) included in Table E-1 in Appendix E of the Eglin Final Environmental Impact Statement was extrapolated from a combination of pre-Mineral Wells measurement, F16 and X35 noise data, not actual measurements...”

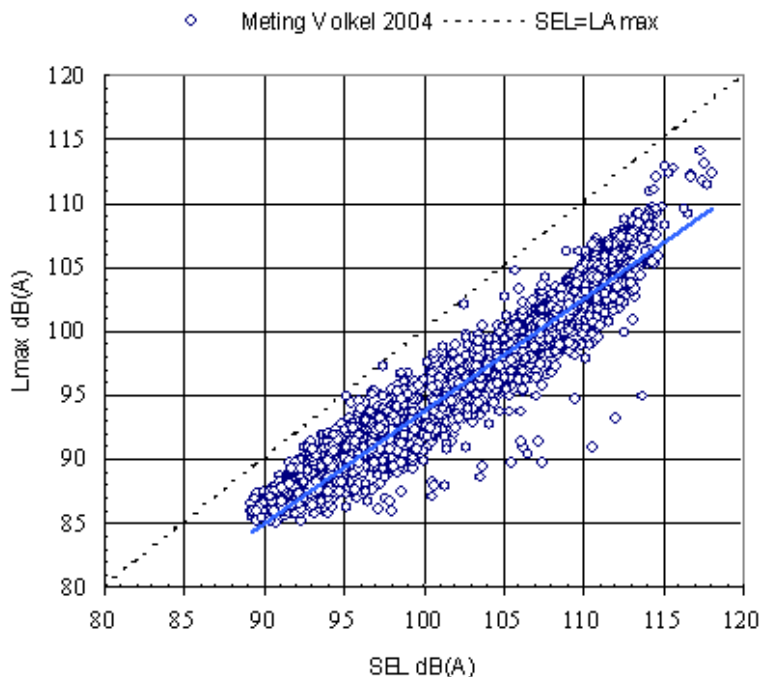
#### 2.4.2 **Second opinion RIVM metingen Mineral Wells**

##### *EIS Tabel 1*

De waarden uit Tabel 1 zijn opmerkelijk in de zin dat de L<sub>Amax</sub>-waarden voor de F-35 bij alle afstanden hoger liggen dan de SEL-waarden<sup>2</sup>. Men zou verwachten dat de L<sub>Amax</sub>-waarden bij een meting op 1000 ft en snelheid van 500 kts (circa 250 m/s) lager liggen dan de SEL-waarde. Het verschil SEL-L<sub>Amax</sub> ligt in theorie ongeveer tussen de 5 en 10 dB(A). Bij grotere (slant) afstanden behoort het verschil toe te nemen en bij kleinere afstanden behoort het verschil af te nemen. Dit vindt men wel voor de waarden die EIS2008 voor de F16 aangeeft. Ook bij geluidmetingen die het RIVM in 2004 heeft verricht aan F16 toestellen ten zuid westen van vliegbasis Volkell lagen de gemeten L<sub>Amax</sub>-waarden steeds onder de gemeten SEL waarden. De meethoogten varieerden daarbij tussen 200 en 500 m. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 1.

---

<sup>2</sup> Het L<sub>Amax</sub> geeft het maximale optredende geluidniveau tijdens de passage. Slechts een klein deel van het vliegp pad, dat zich het dichtst bij de microfoon bevindt is hiervoor bepalend. De SEL (Sound Exposure Level) is een maat voor de geluidenergie die gedurende de gehele passage door de microfoon wordt geregistreerd. Anders dan bij het L<sub>Amax</sub> is een veel groter deel van het vliegp pad van belang voor de SEL-waarde.



**Figuur 1 Metingen [7] verricht bij Volkel aan F16 passages. Bij elke meting is de Lmax-waarde uitgezet tegen de SEL-waarde. Het gemiddelde verschil SEL-Lmax bedraagt ongeveer 7 dB(A)**

Het lijkt ons daarom onwaarschijnlijk dat de Lmax-waarden uit Tabel 1 correct zijn. Tevens klopt de in de tabel aangegeven vliegsnelheid niet (die bedroeg maximaal 320 kts). Waarschijnlijk zijn er fouten gemaakt bij de analyse en uitwerking van de meetresultaten. Mogelijk zijn de metingen verkeerd geïnterpreteerd en gaat het om maximaal gemeten SEL-waarden, waar de tweede regel uit Tabel 1 de gemiddelde SEL-waarden aangeeft.

#### *Buiten gebruik laten van MW data*

Bij het inspectiebezoek van 1 oktober 2010 heeft het RIVM nagegaan of de Mineral Wells data inderdaad inconsistenties bevat, conform de argumentatie van het NLR en het JPO. Ons oordeel in deze luidt bevestigend: De beschikbare metingen op Mineral Wells zijn onvoldoende geconditioneerd en incompleet en daarmee ongeschikt om volledige, betrouwbare en representatieve geluidprestatietabel voor de F-35 op te stellen.

#### 2.4.3 *Edwards AFB October 2008*

De geluidmetingen op Edwards AFB uit oktober 2008 worden door JPO als de enige valide geluiddata voor de JSF erkend. Het NLR heeft deze metingen gebruikt voor het afleiden van een geluidprestatietabel geschikt als invoer voor het Nederlandse wettelijke rekenmodel. Bij het bezoek van 1 oktober zijn de volgende onderdelen beoordeeld:

*Meetprocedure* - De meetprocedure die door het AFRL op Edwards AFB is deels gevolgd op basis van de adviezen van het NLR als gerapporteerd in [5], dat is opgesteld door Defensie-Materieel Organisatie, NLR en TNO. In dit briefrapport werd geadviseerd de richtlijnen volgens ICAO, annex 16 te volgen. Geluidsmetingen zijn door het AFRL uitgevoerd:

- aan overvluchten op 250 ft, 500 ft, 1000 ft en 2000 ft met verschillend Engine Thrust Request (ETR): Military Power (MIL), Afterburner (AB), Cruise, et cetera
- aan gesimuleerde starts en landingen
- op 0 ft (grondpad), 125 ft, 250 ft, 500 ft, 1000 ft, 2000 ft en 4000 ft loodrecht op het vliegp pad
- onder het vliegp pad, in het verlengde van de baan tot op 7,1 zeemijlen
- De metingen verricht op 1,2 m hoogte boven het dry lake bed zijn door het NLR gebruikt in hun analyse
- Geluiddata van alle microfoons, weerstations en van het vliegtuig zijn gelijktijdig geregistreerd. De geregistreerde L<sub>Amax</sub>-waarden zijn voor verschillende motorsettings, starts en landingen uitgezet tegen de 'slant distance' (de afstand tussen het vliegtuig en microfoon, loodrecht op het vliegp pad).

*Afleiding Geluidprestatietabel F-35* - Aan de hand van de diagrammen waarin de meetclusters afhankelijk van de afstand zijn uitgezet zijn de geluidtabelwaarden voor de F-35 afgeleid. Bij de afleiding is gebruik gemaakt van data van de 1000 ft overvluchten en waar beschikbaar ook de 500 ft overvluchten. Bij de bepaling van de tabelwaarden uit de meetdata:

- is een aftrek toegepast van 1 dB voor verschillen in bodemgesteldheid tussen Edwards (dry lake bed) en de Nederlandse situatie (gras/polder)
- een opslag toegepast, afhankelijk van de 'slant distance' en vlieghoogte, met de laterale verzwakking volgens het Nederlandse rekenmodel[2]. Bij modelberekeningen wordt deze opslag als laterale verzwakking weer in mindering gebracht bij de bepaling van geluidcontouren.
- zijn de meetwaarden niet gecorrigeerd voor verschillen in temperatuur en luchtvochtigheid naar standaard atmosferische condities.
- zijn de waarden uit de geluidprestatietabel bepaald als gemiddelden van de 1000 ft hoogte metingen en de 500 ft hoogtemetingen (vliegp adhoogte).

#### 2.4.4 **Second opinion RIVM metingen Edwards**

##### *Algemeen*

Een goed gevalideerde en gestandaardiseerde meet- en analyseprocedure is essentieel om van meetdata te komen tot betrouwbare, representatieve invoergegevens voor het Nederlandse rekenmodel voor luchtvaartgeluid. Voor geluid van militair vliegverkeer is echter geen standaard vastgelegd. Naar de mening van het RIVM

zou, waar er geen standaard voor militair vliegverkeer is vastgelegd, een afwijkende procedure moeten voldoen aan meteo-condities zoals die in ICAO annex 16 voor civiel vliegverkeer worden voorgeschreven.

#### *Meetprocedure Edwards ter bepaling van geluidprestatietabellen*

De geluidprestatietabellen maken deel uit van het wettelijke Nederlandse rekenmodel voor luchtvaartgeluid [2]. De geluiddata (tabelgegevens) nodig voor geluidberekeningen voor nieuwe typen civiele vliegtuigen worden veelal door de fabrikant uit ICAO certificatiemetingen afgeleid en aangeleverd zodra deze in gebruik worden genomen. Voor de F-35 heeft fabrikant Lockheed Martin geen geluiddata aangeleverd, maar zijn hiertoe metingen verricht door het Amerikaans Airforce Research Laboratory.

Het NLR en TNO hebben voor de geluidmetingen aan de JSF in 2006 een advies aan het AFRL opgesteld[5]. Dit advies sluit aan op de ICAO-voorschriften voor wat betreft de meteo-condities, maar omvat een meetprocedure waarbij de geluidniveaus op een aantal laterale afstanden rechtstreeks worden gemeten, zonder extrapolatie vanuit de certificatiepunten die in ICAO zijn vastgelegd. Dit advies[5] biedt naar onze mening een gedegen en geschikte meetopzet en is aanzienlijk uitgebreider dan ICAO dat alleen metingen op de certificatiepunten voorschrijft.

Het later door het NLR in samenwerking met het Amerikaanse Air Force Research Laboratory (AFRL) opgestelde testplan[11] voor de metingen op Edwards AFB wijkt echter af van ICAO in de zin dat een ondergrens van 8% aan de relatieve luchtvochtigheid wordt gesteld. ICAO stelt een ondergrens van 20%, zonder dat een sterk afwijkende meteo-gesteldheid, zoals een temperatuursinversie, is toegestaan. Ons inziens zijn de (internationale) meteo-condities uit ICAO goed onderbouwd en afwijking daarvan betekent dat onzekerheden worden geïntroduceerd met betrekking van de representativiteit van de metingen.

#### *Meetlocaties*

Bij het bezoek op 1 oktober 2010 aan het NLR heeft het RIVM gekeken naar de gerealiseerde positionering van de meetpunten, de registratie van vlieghoogten en motorsetting en de compleetheid van gegevens. Deze onderdelen bleken in orde en conform het advies[5]. Naar het oordeel van het RIVM is er op ruim voldoende locaties gemeten en is de registratie naar behoren uitgevoerd.

#### *Meteocondities*

Het is bekend dat bij certificatiemetingen de geluidniveaus afhangen van luchtvochtigheid, temperatuur en windprofielen. Indien deze bij de metingen op Edwards AFB sterk afwijken van de gemiddelde waarden bij vliegbasis Leeuwarden, kan dit ertoe leiden dat de geluidniveaus (bij dezelfde bedrijfssituatie van het vliegtuig) in Nederland zullen afwijken van de testomgeving in de VS. Op 1 oktober 2010 is gecontroleerd of de metingen op Edwards binnen het meteo-raam als gespecificeerd door ICAO annex 16 zijn uitgevoerd. Dit houdt in:

- geen neerslag
- omgevingstemperatuur tussen -10 en 35 °C



- relatieve luchtvochtigheid tussen 20 en 95%
- windsnelheden minder dan 12 kts en kruiswind minder dan 7 kts op 10 m hoogte
- geen abnormale atmosferische omstandigheden die significant invloed kunnen hebben op de te meten geluidniveaus

Deze (ICAO) condities zijn geldig over het gehele geluidpad tussen 10 m boven de grond en het vliegtuig

Tijdens de door NLR gebruikte metingen op Edwards AFB op 22 oktober 2008 werd op de grond (i.e. de meethoogte van 1,2 m) aan bovenstaande criteria voldaan. De luchtvochtigheid op grondniveau lag over de gehele meetperiode hoger dan 20%. Bij het bezoek op 1 oktober aan het NLR bleek echter dat de temperatuur en luchtvochtigheid die op de kranen tijdens de metingen zijn geregistreerd (300 ft hoog, opgesteld op 1000 ft ten weerszijden van het vliegp pad), gedurende de metingen niet binnen de ICAO meteo-condities vielen. Luchtvochtigheid en temperatuur namen bij de ochtendcondities op Edwards AFB 22 oktober 2008 met toenemende hoogte beduidend af respectievelijk toe. Vrijwel de gehele meetperiode in de ochtend van 22 oktober 2008 lag de luchtvochtigheid gemeten op de 300 ft kranen op Edwards AFB onder 20%. Bij een normale situatie neemt de temperatuur af met toenemende hoogte. Het NLR heeft geen meteo-correctie op de metingen bij Edwards AFB toegepast. Bij navraag bij het inspectiebezoek van 1 oktober 2010 gaf het NLR aan te hebben aangenomen dat het effect wordt gecompenseerd door een conservatieve inschatting van het bodemeffect en de temperatuursinversie.

Formeel kan niet worden gesteld dat metingen, verricht buiten het ICAO meteo-raam, moeten worden afgekeurd. Alleen al niet omdat, formeel, ICAO annex 16 niet voorgeschreven is voor metingen ten behoeve van geluidprestatiegegevens van militaire toestellen. Het lijkt dan wel nodig om de Edwards meetresultaten conform ICAO annex 16 voor de sterk afwijkende meteo te corrigeren. Andere factoren, zoals bodemeffect en temperatuursinversie, kunnen het weglaten van een meteo-correctie compenseren, maar de mate waarin dient dan wel kwantitatief te worden onderbouwd. Op voorhand kan niet worden aangenomen dat verschillende factoren elkaar geheel compenseren. Navolgend wordt op mogelijke effecten ingegaan.

*- Meteo-invloed (Effect verschillen in luchtdemping)*

De mate waarin meteo-invloed op Edwards tot andere meetresultaten ten opzichte van Leeuwarden leidt is afhankelijk van het spectrum van het geluid en van de meteorologische verschillen tussen Leeuwarden en die tijdens de meetserie op Edwards AFB.

Het meteo-effect is afhankelijk van afstand, relatieve luchtvochtigheid en temperatuur. Volgens het RIVM kan de meteo-invloed in orde van 2 tot 4 dB liggen. Dit wordt nader toegelicht in bijlage 3. Een precieze inschatting blijft onzeker, omdat de correctieformules uit ICAO bedoeld zijn voor relatief kleine correcties binnen het meteo-raam en niet voor metingen die hier buiten vallen.

In welke mate het effect uiteindelijk doorwerkt in de geluidprestatietabel voor de F35 kan alleen worden vastgesteld door de

Edwardsmetingen opnieuw te analyseren. Daarbij zou bij elke afzonderlijke meting verkregen op Edwards AFB, het overdrachtspad van bron naar microfoon en gemiddelde relatieve luchtvochtigheid en temperatuur over het overdrachtspad moeten worden bepaald, waarna de meetuitkomst op basis van die gegevens conform het ICAO voorschrift kan worden gecorrigeerd.

*- Effect verschil in bodemgesteldheid (zie ook vraag 3g uit bijlage 1)*

De bodemgesteldheid is van invloed op de bodemdemping en de laterale verzwakking. De laatste is het verschil in bodemdemping bij scherende inval (op ruime laterale afstand van het vliegpad) en de bodemdemping bij loodrechte inval (onder het vliegpad). De metingen op Edwards AFB zijn verricht op het zogeheten 'dry lake bed'. Volgens het NLR is het akoestische effect daarvan te vergelijken met een harde, niet-geluidabsorberende ondergrond als water of beton. Door reflecties zal boven een niet-absorberende ondergrond een hoger geluidniveau worden gemeten dan boven een deels (polder/grasland) of geheel absorberende ondergrond. Het verschil in bodemdemping tussen het dry lake bed in Californië en de situatie rondom vliegbasis Leeuwarden is door het NLR gesteld op 1 dB(A). Deze waarde is van de metingen afgetrokken voorafgaande de bepaling van de geluidprestatietabel. Er is door het NLR geen correctie gemaakt voor verschillen in laterale verzwakking<sup>3</sup>.

Deze procedure is niet gebruikelijk. Bij metingen aan civiel verkeer volgens ICAO wordt geen aftrek toegepast en worden de metingen evenmin opgehoogd met laterale verzwakking. Volgens het RIVM heeft het NLR het bodemeffect op deze wijze conservatief ingeschat, vooral op lokaties die op relatief grote laterale afstand liggen.

Men had hier ook de gebruikelijke procedure conform ICAO kunnen volgen. Die houdt in dat geluidtabelwaarden niet worden opgehoogd en er bij de contourberekening een laterale verzwakking conform het Nederlandse wettelijke rekenmodel (ENVIRA) wordt gehanteerd. Onder het vliegpad zou dit geen verschil maken, maar op grotere laterale afstanden zou dit tot een lagere berekende geluidbelasting leiden. Zie Bijlage 4, voor een toelichting op het bodemeffect.

*- Effect temperatuursinversie*

Verificatie van de meteo-condities bij het bezoek op 1 oktober leerde dat tijdens de metingen op Edwards AFB een temperatuursinversie (warmer met toenemende hoogte) aanwezig was. Dit zorgt voor een hogere geluidimmissie ten opzichte van een normaal temperatuursverloop (kouder met toenemende hoogte). Het RIVM is van mening dat een temperatuursinversie een verhogende invloed kan hebben op de Edwardsmetingen ten opzichte van de gemiddelde Nederlandse situatie (overwegend zonder inversie). Ter onderbouwing is dan wel nader verdiepend onderzoek nodig. Kwantificatie van dit complexe effect is echter, ook bij uitgebreid aanvullend onderzoek, uitermate lastig en uitkomsten daarvan zullen een ruime onzekerheidsmarge omvatten. Deze atmosferische omstandigheid valt

<sup>3</sup> Dit houdt in dat de laterale verzwakking volgens het ENVIRA rekenmodel bij de Edwards metingen is opgeteld en er bij de berekening rond Leeuwarden weer vanaf wordt getrokken, zodat netto geen laterale verzwakking wordt toegepast

niet zonder reden buiten het meteoraam van de ICAO-standaard voor civiele straalvliegtuigen.

Het NLR geeft aan dat er per saldo sprake is van een ophoging van de meetwaarden. Het NLR is daarom van mening dat uiteindelijke geluidtabelwaarden van het geluidmodel voor de JSF niet hoger worden als het RIVM de aangegeven onzekerheden nog diepgaander zou analyseren.

Het RIVM kan deze mening van het NLR in dit second opinion onderzoek onvoldoende beoordelen en dus niet bevestigen, maar ook niet ontkennen.

Om meer zekerheid te verkrijgen in de mate waarin bovenstaande effecten elkaar compenseren en de Edwardsmetingen representatief zullen blijken voor de situatie bij Leeuwarden, zou een nieuwe uitgebreidere analyse van de Edwardsmetingen nodig zijn. Daarbij zouden luchtdemping, toepassing van laterale verzwakking volgens ENVIRA en temperatuursinversie met gedegen onderbouwing kwantitatief tegen elkaar worden moeten worden afgewogen en geluidtabelwaarden zonodig kunnen worden bijgesteld. Dit valt echter ver buiten de scope van dit "second opinion" onderzoek. Daarom kan het RIVM de mening van het NLR dat de geluidwaarden voldoende conservatief zijn berekend, niet bevestigen of ontkennen.

Of een nieuwe uitgebreidere analyse van de Edwardsmetingen onzekerheden over de representativiteit ervan geheel kunnen worden uitgesloten is twijfelachtig. Hoewel de Edwardsmetingen de meest complete en uitgebreide set geluiddata voor de JSF zijn, is het voor de meteo-correctie benodigde hoogteverloop van relatieve luchtvochtigheid temperatuur door de AFRL onvoldoende geregistreerd. Behalve op grondniveau zijn alleen de waarden op 300 ft bekend. Voor het bepalen van het effecten door luchtdemping en temperatuursinversie is het hoogteverloop vanaf grondniveau tot 1000 ft nodig. Daar kan slechts een aanname voor worden gedaan gefit op de waarden gemeten op grondniveau en die op 300 ft.

Als alternatief kan worden overwogen een beperkte set aanvullende metingen aan de JSF te verrichten onder omstandigheden die vergelijkbaar zijn met de atmosferische omstandigheden zoals die zich gemiddeld in Nederland overwegend voordoen. De opzet van eventuele aanvullende metingen zou aanzienlijk beperkter kunnen worden gekozen dan bij de meetcampagne op Edwards AFB, bijvoorbeeld analoog aan de wijze waarop aanvullende metingen aan de F16 zijn verricht op Leeuwarden.

#### 2.4.5 *Metingen Bob Webb*

De metingen die door Bob Webb [[www.valp.org/?dl\\_id=119](http://www.valp.org/?dl_id=119)] zijn verricht op Eglin AFB op 22 en 23 april 2009 betreffen geluidmetingen aan passages van een aantal verschillende typen militaire jets. Daarbij zijn ook steekproefmetingen gedaan aan twee JSF-passages (touch & go en landing). Het betrof ongeconditioneerde metingen op eigen particulier initiatief zonder dat een formele instantie bij de meting aanwezig is geweest. Er is geen wettelijke meetprocedure gevolgd,

waarbij gegevens als motorsetting vlieghoogte, et cetera naar behoren zijn geregistreerd en zijn meegenomen bij de analyse.

Ons inziens is de waarde van deze metingen beperkt tot het vestigen van de aandacht op het belang de geluidaspecten van de JSF zorgvuldig te onderzoeken en in regelingen en besluitvorming mee te nemen. De meetinformatie is zeer beperkt en geheel ongeschikt om geluidtabellen voor de JSF op te stellen of deze te valideren.

Aangezien het gaat om ongeconditioneerde metingen, zonder dat vaste meetprocedures zijn gevolgd, zonder dat motorsettings vlieghoogten/snelheden zijn gemeten, kan er geen waardeoordeel over de uitkomsten worden gegeven.

## **2.5 Beantwoording vragen**

Zie bijlage 2 Second Opinion RIVM

## 3 Inpasbaarheid JSF in geluidzone Leeuwarden

### 3.1 Achtergrond

De geluidprestatietabel wordt gebruikt als invoer van het wettelijke geluidrekenmodel voor militair vliegverkeer in Nederland[2]. Dit model levert de geluidbelasting in Kosteneenheden (KE) op een groot aantal punten rondom de vliegbasis waaruit de ligging van de 35 Ke-geluidcontouren kan worden vastgesteld. De JSF is inpasbaar indien de 35 Ke-geluidcontouren bij realisatie van het gewenste aantal trainingsvluchten binnen de wettelijke geluidzone blijven. Door het NLR zijn de contouren berekend bij gebruik van de F-35 van de luchtmachtbasis Leeuwarden[8]. Hiervoor zijn aannames gedaan over het gebruik van routes, et cetera en over het aantal en de soorten vluchten van en naar de basis. Op basis van die berekeningen komt het NLR op 84% van het door Defensie gewenste aantal trainingsvluchten met de JSF dat binnen de 35 Ke-zone kan worden ingepast.

### 3.2 Evaluatie bevindingen NLR

Op 1 oktober is bij bezoek aan het NLR gekeken naar invoerbestanden voor ENVIRA en vliegprofielen.

#### *Invoerbestanden ENVIRA*

Geverifieerd is of het NLR de waarden uit de geluidprestatietabelwaarden, als afgeleid uit de Edwardsmetingen, op correcte wijze heeft ingevoerd in de invoerbestanden die bij de contourberekeningen zijn gebruikt. Inspectie van deze bestanden leverde bevestiging op.

#### *Vliegprofielen*

Het NLR heeft de contourberekening gebaseerd op profielen die zijn opgesteld voor een standaard F-35 trainingsconfiguratie met bijbehorend gewicht. De invoerbestanden bevatten een mix van van IFR (Instrument Flight Rules) en VFR (Visual Flight Rules) startprofielen. Ten opzichte van de standaardprofielen voor de JSF, zoals het JSF Joint Program Office die heeft gespecificeerd, zijn voor de situatie bij Leeuwarden andere vliegprofielen gebruikt, omdat de JPO profielen volgens het NLR en vliegers op Leeuwarden niet vliegbaar zijn. De JPO-startprofielen zijn aangepast naar voorziene starts op Leeuwarden. Voor starts onder 5 graden klim wordt bij een snelheid van 300 kts een vermogensreductie toegepast ('thrust cutback'). Voor starts onder 6 en 10 graden klim wordt deze reductie bij 320 kts toegepast.

#### 3.2.1 *Second Opinion RIVM*

Gegeven de aannames die het NLR heeft gemaakt ten aanzien van vluchtprofielen, motorsettings en 'thrust cutback' ten opzichte van de standaardroutes van JPO voor de JSF en uitgaande van de geluidmetingen op Edwards AFB, zoals gehanteerd door het NLR, hebben wij geen redenen de betrouwbaarheid van de

contourberekening[8] ter discussie te stellen. Van belang is echter dat de invoerbestanden en gemaakte veronderstellingen die daaraan ten grondslag liggen overeen moeten komen met de praktijk, of, zoals het NLR het stelt: 'De resultaten zijn geldig zolang de uitgangspunten die gehanteerd zijn voor de berekeningen niet wijzigen' [8]. Op de onzekerheden die nog aan de uitgangspunten verbonden zijn is uitvoerig ingegaan in het voorgaande hoofdstuk.

Het RIVM stelt de afwijkende vluchtprofielen die het NLR heeft aangenomen (thrust cutback in de stijprofielen bij snelheden van 300/320 kts) niet ter discussie. Bij eventuele stationering op Leeuwarden is dan wel toezicht nodig dat de door het NLR gehanteerde vliegprofielen werkelijk zullen worden gevlogen en in de praktijk worden gehandhaafd.

### 3.2.2 *Relatie met onzekerheden in geluidtabelwaarden*

In bijlage 3 en 4 wordt ingegaan op onzekerheden ten aanzien van het meteo-effect en de laterale demping. Zonder gedegen nieuwe analyse van de Edwardsmetingen kan niet worden nagegaan in hoeverre deze effecten elkaar compenseren en tot een andere geluidtabel zal leiden. Daarom is in het kader van dit second opinion onderzoek vooralsnog niet aan te geven hoe correcties en bijgestelde tabelwaarden zullen doorwerken op de berekende contouren van de F35 op Leeuwarden. Dit kan alleen worden bepaald door de geluidbelasting rondom Leeuwarden opnieuw te bepalen op basis van opnieuw geanalyseerde en gecorrigeerde invoergegevens.

Voor locaties binnen een strook van ca 1,5 km onder het vliegveld menen wij dat er nauwelijks compensatie voor het meteo-effect (orde 1 tot 4 dB zie bijlage 3) door laterale verzwakking en/of temperatuursinversie te verwachten is. Alleen het grondeffect zou hier mogelijk nog iets hoger kunnen zijn (nu 1 dB aftrek). Meenemen van het meteo-effect zou daarom naar onze inschatting onder het vliegveld tot een toename met enkele dB van de 1000 ft geluidtabelwaarde kunnen leiden. Zonder uitgebreide analyse van alle gemeten spectra kan het RIVM hier niet meer zekerheid in bieden. Effecten door luchtdemping en bodemdemping zijn plaatsafhankelijk en kunnen niet zonder meer worden opgeteld om het effect op geluidtabelwaarden te bepalen.

Het NLR[4] geeft voor de F35 een piekniveau (L<sub>Amax</sub>) van 110 dB(A) en op basis van aanvullende metingen op Leeuwarden voor de F16 een marge van 104 tot 107 dB(A). De formele geluidtabelwaarde van de F16 bedraagt 102 dB(A)[4]. Deze waarden gelden voor MIL power onder het vliegveld op 1000 ft. Voor deze situatie menen wij, op basis van dit second opinion onderzoek, dat voor de F35 een L<sub>Amax</sub> waarde op 1000 ft MIL tenminste 110 dB(A) bedraagt en door het verschil in meteo-condities in Nederland mogelijk enkele dB(A)'s hoger zou kunnen uitvallen. De verschillen tussen de F35 en de F16 leiden naar verwachting echter niet in dezelfde mate tot hogere jaarniveaus (KE geluidbelasting) in de omgeving van Leeuwarden, omdat de JSF bij start en nadering een overwegend lagere motorsetting gebruikt.

## 4 Conclusies

- Voor het opstellen van geluidprestatietabellen voor invoer in het Nederlandse rekenmodel voor militair vliegverkeer zijn momenteel alleen de datasets verkregen op Mineral Wells (VS) in april 2007 en die op Edwards AFB (VS) in oktober 2008 beschikbaar
- De metingen op Mineral Wells zijn onvoldoende geconditioneerd en onvoldoende compleet om geluidtabellen af te leiden
- Hoewel de metingen op Edwards AFB voldoende geconditioneerd zijn en voldoende data bieden, zijn ook deze metingen niet optimaal. De metingen op Edwards AFB in oktober 2008 zijn verricht onder bijzondere atmosferische omstandigheden (temperatuursinversie) die sterk afwijken van de gemiddelde Nederlandse weerscondities. De meetdata van Edwards AFB voldoen niet aan de meteo-condities die het ICAO annex 16 stelt ten aanzien van minimum relatieve luchtvochtigheid en stabiele weersituatie. Deze eisen zijn formeel niet van toepassing voor geluidmetingen aan militair vliegverkeer, maar waren aanvankelijk wel uitgangspunt voor het NLR [5] en afwijking daarvan vereist daarom een goede onderbouwing.
- Bij de uitwerking van de ruwe meetgegevens van Edwards AFB heeft het NLR de metingen niet gecorrigeerd naar standaard atmosferische condities. Het NLR stelt dat andere factoren, zoals de temperatuursinversie en het achterwege laten van een laterale verzwakking, de verschillen in atmosferische demping compenseren. Een correctie conform ICAO kan afhankelijk van de meetlocatie tot toenames in de orde van 1 tot 4 dB leiden. In welke mate het effect doorwerkt in de waarden van de geluidprestatietabel heeft het RIVM niet onderzocht. Het NLR heeft toegelicht dat er op verschillende punten zodanig voorzichtige (conservatieve) inschattingen zijn gedaan dat er per saldo sprake is van een ophoging van de meetwaarden. Het NLR is daarom van mening dat uiteindelijke geluidtabelwaarden van het geluidmodel voor de JSF niet hoger worden als deze door een nieuwe analyse van de Edwardsmetingen zouden worden gecorrigeerd. Het RIVM kan op dit moment onvoldoende beoordelen of geluidtabelwaarden van de JSF per saldo niet hoger zullen uitvallen bij een uitgebreidere, kwantitatieve afweging van deze effecten. Een volledig en gedetailleerd inzicht valt buiten de scope van dit second opinion onderzoek. Daarom kan het RIVM de mening van het NLR dat de geluidwaarden voldoende conservatief zijn berekend, niet bevestigen of ontkennen.
- Als het gewenst is de onzekerheden op korte termijn verder te verkleinen dan zou gedacht kunnen worden aan het uitvoeren van aanvullende metingen aan de JSF bij voorkeur onder atmosferische omstandigheden die vergelijkbaar zijn met de omstandigheden zoals die zich gemiddeld in Nederland voordoen. Het uitvoeren van

metingen vereist veel voorbereiding en organisatie en praktisch gesproken lijkt dit dus niet makkelijk op korte termijn te realiseren.

- Los van onzekerheden in de invoergegevens, acht het RIVM de berekeningen van de JSF geluidcontouren correct. Randvoorwaarde is daarbij dat de vluchtprofielen die het NLR heeft aangenomen ('thrust cutback' in de stijprofielen bij snelheden van 300/320 kts) bij stationering op Leeuwarden werkelijk gevlogen zullen worden en kunnen worden gehandhaafd.
- In MIL power onder het vliegp pad op 1000 ft maakt de F35 meer geluid dan de F16. Het NLR[4] geeft voor de F35 een piekniveau (L<sub>Amax</sub>) van 110 dB(A) en voor de F16 een marge van 104 tot 107 dB(A) De formele tabelwaarde voor de F16 is 102 dB[4]. Voor deze situatie menen wij, op basis van dit second opinion onderzoek, dat voor de F35 een L<sub>Amax</sub> waarde op 1000 ft MIL tenminste 110 dB(A) bedraagt. Door het verschil in meteo-condities zou deze waarde in Nederland mogelijk wat hoger uit kunnen vallen. Een nauwkeurige schatting valt buiten het kader van deze validatie.
- Het RIVM meent dat nog niet met zekerheid gesteld kan worden in welke mate een JSF-geluidcontour bij eventuele inzet van dit toestel op Leeuwarden overal binnen de huidige geluidzone zal blijven. In aanmerking nemend dat het NLR van mening is dat de geluidtabelwaarden voldoende conservatief zijn is het RIVM van mening dat het beoogde gebruik van de basis Leeuwarden met de JSF redelijkerwijs mogelijk zou kunnen zijn. Maar hierover blijft nog enige onzekerheid.
- Het verkleinen van de nu resterende onzekerheid op korte termijn lijkt niet makkelijk. Er zijn geen betere meetdata beschikbaar en het is lastig om nieuwe metingen uit te voeren. Beheersing van die onzekerheid zou in de praktijk bereikt worden, met een goed meetprogramma bij de basis Leeuwarden, gecombineerd met monitoring van het gebruik van de basis.



## 5 Referenties

- [1] ICAO, International Standards and Recommended Practices "ENVIRONMENTAL PROTECTION", ANNEX 16 to the Convention on International Civil Aviation, Volume I Aircraft Noise, Third Edition, 1993.
- [2] Rijksluchtvaartdienst RLD/BV-01.2 Voorschrift voor de berekening van de geluidsbelasting in Kosteneenheden (Ke) - zonder drempelwaarde- ten gevolge van het vliegverkeer, Den Haag
- [3] Integrated Noise Model INM vs 7.0 Users Guide, Federal Aviation Administration, April 2007, NSN 7540-01-280-5500
- [4] T.A. van Veen, M.C. van Sijll en W.F. Lammen, rapport NLR-CR-2009-053, Beoordeling geluidsgegevens kandidaattoestellen VF-16- Status beschikbare gegevens d.d. februari 2009
- [5] NLR-CR-2006-699, Testplan F-35 Noise Measurements dat is opgesteld door Defensie Materieel en Organisatie, NLR en TNO.
- [6] EIS 2008: Environmental Impact Study, Mike Spaits, Eglin AFB, FL 32542-5000 Public Affairs Officer 96 CEG/CEVPA
- [7] RIVM rapport 725201204, Monitoring van de geluidbelasting door militaire luchtvaart bij Volkel, Uitvoering en resultaten over het jaar 2000, Bilthoven 2001
- [8] M.C. van Sijll en T.A. van Veen, rapport NLR-CR-2009-304-VOL-1, De verwachte geluidsbelasting van de F-35, Volume 1: Berekeningen voor de omgeving van de vliegbases Leeuwarden en Volkel, juli 2009.
- [9] Technical Report HAR32TR-040922-DGMR20 Harmonoise WP 3 Engineering method for road traffic and railway noise after validation and fine-tuning, Renez Nota (DGMR), Robert Barelds (DGMR), Dirk Van Maercke (CSTB), 20 January 2005.
- [10] Plotkin et al, report NASA/CR-2000-210111 Examination of the Lateral Attenuation of Aircraft Noise, Wyle Laboratories, NASA 2000
- [11] AFRL/NRL testplan JSF metingen Edwards AFB CTOLAcoustic Noise TEP\_CREV\_A Vertrouwelijk document NLR/ministerie van Defensie
- [12] Method of the calculation of the absorption of sound by the atmosphere, American National Standard. ANSI S 1.26.



## Bijlage 1 Vragen uit aanvraag 29 maart bij second opinion JSF

Navolgend de in de aanvraag Provincie Fryslân aan RIVM-MEV van 29 maart 2010, gespecificeerde onderzoeksvragen.

---

### BIJLAGE: VRAGEN TBV SECOND OPINION JSF

1. *Kan op basis van de beschikbare informatie (zie onderaan kop onderzoeksmateriaal) verklaard worden dat in Amerika bij de start (military thrust; hoogte 1000 ft) een geluidsniveau van 124 dB L<sub>Amax</sub> wordt aangehouden terwijl in Nederland 110 dB L<sub>Amax</sub> wordt aangehouden?*
2. *Zo ja, kunt u deze verklaringen nader specificeren? Als dit niet het geval is, wat zou dan een te verwachten geluidsniveau bij vliegbasis Leeuwarden zijn, (uitgaande van de 124 dB L<sub>Amax</sub> bij military thrust op 1000 ft geluidsmeting Edwards en Eglin AFB) rekening houdend met de plaatselijke situatie en alle andere mogelijke invloeden op het geluidsniveau in onze regio? Kunt u deze invloeden nader verklaren?*
3. *Kunt u een oordeel uitspreken over de andere zaken die direct met het geluid te maken hebben en die genoemd worden in de verschillende aan u verstrekte rapporten en brieven van de staatssecretaris? Zijn de antwoorden van Defensie juist en volledig?*

### **Specificering vraag 3:**

#### **Verschillen regio – Defensie**

**voornamelijk afgeleid uit antwoorden Defensie op vragen aan TK en regio.**

**Zie brief 16-10-'09 Staatssecretaris J. de Vries aan de Tweede Kamer  
Kenmerk Defensie: DMO/DB/2009028775**

**Zie ook Antwoorden op vragen uit de regio door staatssecretaris de Vries d.d. 20-11-'09**

**Kenmerk: DRMV/2009018780**

- a. **Klopt het dat de rekenregel van IR FWJ van Deventer niet van toepassing is op de JSF (1 dB(A) vermeerdering compenseren met 14,2% minder vluchten als alle andere factoren ongewijzigd blijven).**

Zie antwoorden Defensie 16/10 op vragen 2/42/49 en 38/47 en antwoorden 20/11 vraag 5.

Reactie omwonenden uit notitie d.d. 24 oktober '09

Defensie/NLR stellen dat de rekenregel dat voor elke decibel vermeerdering 14,2% minder vluchten nodig is bij verder ongewijzigde variabelen, niet voor de F-35 opgaat.

Opmerkelijk omdat het NLR dit op 3 september tijdens de vergadering met COVM Leeuwarden wel erkende.

Opmerkelijk ook omdat het een vaststaand onderdeel van de formule is waarmee het aantal Kosteneenheden berekend wordt. Die formule verandert niet bij een ander vliegtuigtype.

Deze rekenmethode geldt net zo voor de F 35 als voor elk ander vliegtuig. In januari '09 heeft Ir FWJ van Deventer de regels voor "uitwisselbaarheid" aan ons bevestigd, zowel per email als mondeling. Het is ook opgenomen in zijn nieuwe reader Basiskennis Geluidzonering Luchtvaart. Het klopt dat in de notitie het sterk eenvoudig staat vermeld (dat meldt dhr van Deventer ook in zijn voorwoord), maar ook in de nieuwste versie van de reader staat het uitgebreider beschreven. Het principe blijft overigens ongewijzigd of het nu eenvoudig of uitgebreid vermeld wordt.

De opmerking van Defensie dat er geen rekening gehouden wordt met het overige verkeer op de vliegbasis is volstrekt niet relevant. Ook de opmerking dat

de notitie geen rekening houdt met metingen op verschillende afstanden van het vliegtuig doet helemaal niet ter zake. Het gaat zoals in de vraag duidelijk is aangegeven bij gelijkblijvende variabelen. Dat geldt dus ook voor de afstand.

**b. Waarom kunnen de geluidsoptnames van Bob Webb niet gebruikt worden als onderlinge vergelijking tussen de F-15, de F-35 en de F-16 (PW 229) inzake het landingslawaai?**

Zie antwoord Defensie 16/10 op vraag 50 en 20/11 op vraag 6

Reactie omwonenden uit notitie d.d. 24 oktober '09:

De geluidsmetingen verricht door Bob Webb voldoen natuurlijk niet aan de normen van het NLR. Daar zijn we het snel over eens. Er kunnen ook geen geluidscontouren mee berekend worden, maar dat hoeft ook niet. Maar als vergelijking onderling kan het heel goed, omdat de drie verschillende vliegtuigen onder exact dezelfde situaties zijn gemeten.

Alle tegenargumenten van Defensie geloven we. Alleen gelden deze wel voor alle drie toestellen net zo. Het gaat om het onderlinge verschil, het gaat niet om het wetenschappelijk niveau. Uw oren zijn de beste graadmeter. Zo horen de omwonenden van vliegbasis Leeuwarden het ook. Die staan ook niet met een hoogtemeter in de hand aan de kant van de startbaan. Die weten ook niet wat de precieze configuratie van het vliegtuig is. Die weten ook niet wat de vochtigheidsgraad is etc. Hoeft ook niet. Het gaat bij deze opnames om zoals u het onderlinge verschil hoort.

De geluidsniveaus zijn met een geijekte decibelmeter gemeten (A gewogen). De gemeten geluidsniveaus zullen daarom amper verschillen met die het NLR gemeten zou hebben.

Bob Webb zelf zegt het zo:

*"While SPL differences (between the F-35 and F-15/F-16) of a couple of dB might be arguable, the VERY LARGE measured relative differences of 10-15 dB can in no way be caused by equipment anomalies".*

**c. Is de Amerikaanse geluidsmeting gebruikt door de BRAC commissie nu wel of niet A-gewogen? (Kan er lineair gemeten zijn waardoor spectrale informatie het verschil kan geven? Aub motiveren).**

Zie antwoord Defensie 16/10 op vraag 64 en 20/11 op vraag 21 en 22:

Reactie omwonenden uit notitie d.d. 24 oktober '09:

- A-gewogen: Defensie en het NLR maken een fout in de beantwoording. Ze stellen namelijk dat in de EIS van Eglin AFB geluidswaarden staan in Lmax en niet in Lmax. Het zou dus niet gaan om 124 dB(A), maar om 124 dB. Maar dat klopt niet! Het is wel degelijk gemeten in dB(A), zoals we Defensie ook op 3 september hebben laten weten.

Op pagina E-3 Appendix E1 noise van de BRAC commissie staat:

*"However, because use of A-weighting to express sound level is so prevalent, it can normally be assumed that dB is equivalent to dBA or dB(A). In this study, sound levels are reported in dB and are A-weighted unless otherwise specified".*

Zoals het NLR ongetwijfeld van hun AFRL collega's zullen hebben vernomen, meten de Amerikanen vliegtuiglawaai nagenoeg altijd A-gewogen. Alleen zeer korte geluiden zoals sonic booms of pistoolschoten worden in dB gemeten. De Amerikaanse 124 dB(A) kan dus wel heel goed vergeleken worden met de 110 dB(A) in Nederland. Het is een verschil van 14 dB(A).

**d. Is de integratietijd nu wel of niet benoemd in de final EIS BRAC rapportage en heeft deze veel effect op het geluidsniveau van de JSF?**

Zie antwoord Defensie 16/10 op vraag 64 en 20/11 op vraag 21:

Reactie omwonenden uit notitie d.d. 24 oktober '09:

Op pagina E 3 van Appendix E1 noise staat:

*"Levels presented as instantaneous (i.e., as might be read from the dial of a sound level meter) are based on averages of sound energy over either*

*1/8 second (fast) or 1 second (slow). This distinction becomes important when discussing sounds whose peak noise level lasts for only a short time, such as sonic booms".*

Kortom: Ook dit levert geen groot verschil op in de geluidsniveaus; ook dit verklaart niet het verschil tussen de 110 en 124 dB(A).

**e. Klopt het dat het geluidsniveau verandert bij andere snelheid door o.a. het dopplereffect?**

Zie antwoord Defensie 16/10 op vraag 64 en 20/11 op vraag 21 en 24:

Reactie omwonenden uit notitie d.d. 24 oktober '09:

Dat klopt niet. Dit is onjuist. Door het dopplereffect ontstaat bij beweging van de bron een frequentieverschuiving, maar geen verschuiving in gemeten geluidsniveau. [nl.wikipedia.org/wiki/Dopplereffect](http://nl.wikipedia.org/wiki/Dopplereffect) zegt het volgende: Doordat de geluidsgolven worden "samengedrukt" bij het naderen van het vliegtuig, worden de golven korter en het geluid dus hoger. Bij het overkomen is er dus sprake van een hoger geluid dan het originele geluid. Als het vliegtuig zich weer van jou verwijderd, zal je lagere tonen horen, omdat de golven worden uitgerekt.

Toevoeging 16 januari '09:

Het dopplereffect heeft zo wie zo geen invloed op het geluidsniveau direct onder het vliegtuig (bv bij referentie op 1000 ft hoogte).

**f. Klopt het dat bij grote snelheidsverschillen de LAmox kan verschillen door de invloed van de vliegsnelheid op de geluidsbron in de motor? Is dat bij de verschillende geluidsmetingen bij de JSF ook te constateren?**

Zie antwoord Defensie 16/10 op vraag 65 en 20/11 op vraag 24:

Reactie omwonenden:

We hebben nergens informatie kunnen vinden over de invloed van de vliegsnelheid op de geluidsbron bij LAmox. Alle geraadpleegde bronnen vermelden dat snelheid geen invloed heeft op de LAmox. Het geluidsniveau gemeten in LAmox blijft juist ongewijzigd bij een snelheid van 500 knopen of 250 knopen, zoals onderaan in antwoord 64 ook door Defensie wordt erkend.

Toevoeging 16 januari:

In het BRAC rapport (Final EIS) staan geluidswaarden bij 500 en 300 knopen. In de Edwards geluidsmeting bij 160 knopen. Ze hebben allemaal dezelfde geluidswaarde van 121 dB(A) SEL (bij BRAC rapport wordt ook 124 LAmox aangegeven).

Zie: <http://www.eqlin.af.mil/brac.asp>

Chapter 7 blz 7-13, 7-18 en 7-129

Appendix E 1 noise blz E-5, E-6 en E-21

Zie: <http://www.docstoc.com/docs/19325498/Joint-Communications-Release-JSF-Program-Office-Lockheed-Martin>

**g. Is de correctie voor gras wel correct om die te gebruiken uitgaande van de situatie dat de meeste geluidshinder ontvangen zal worden op straat (verharde ondergrond)?**

Zie antwoord Defensie 20/11 op vraag 35

**h. Is het geluidsniveau van de Edwardsmeting dezelfde als bij de final EIS BRAC op 1000 ft military thrust? Zo ja, zouden de andere geluidsniveaus genoemd in het final EIS Brac rapport dan ook vergelijkbaar zijn met die van de Edwardsmeting?**

Zie antwoord Defensie 20/11 op vraag 50

**i. Is de geluidsvergelijking van maart '08 uit EIS van Nellis AFB niet bruikbaar omdat de geluidsmaat SEL is? Is deze niet om te rekenen naar LAmox?**

Zie antwoord Defensie 20/11 op vraag 51

- j. Is de vertaalslag van geluidsniveaus naar geluidsbelasting volledig en juist uitgevoerd? Zitten in de 'black box' alle bouwstenen om conclusies te kunnen trekken over de geluidsbelasting?**

## Bijlage 2 Second opinion RIVM bij vragen geluid JSF





<b>nr</b>	<b>vraag</b>	<b>Second opinion RIVM</b>
1	Kan op basis van de beschikbare informatie (zie onderaan kop onderzoeksmateriaal) verklaard worden dat in Amerika bij de start (military thrust; hoogte 1000 ft) een geluidsniveau van 124 dB L <sub>Amax</sub> wordt aangehouden terwijl in Nederland 110 dB L <sub>Amax</sub> wordt aangehouden?	Dat is volgens ons niet meer het geval De EIS tabel gebaseerd op metingen Mineral Wells, is door de Amerikaanse overheid ongeldig verklaard. De waarde van 124 dB berust volgens ons op foutieve meetinformatie of incorrekte interpretatie daarvan
2	Zo ja, kunt u deze verklaringen nader specificeren? Als dit niet het geval is, wat zou dan een te verwachten geluidsniveau bij vliegbasis Leeuwarden zijn, (uitgaande van de 124 dB L <sub>Amax</sub> bij military thrust op 1000 ft geluidsmeting Edwards en Eglin AFB) rekening houdend met de plaatselijke situatie en alle andere mogelijke invloeden op het geluidniveau in onze regio? Kunt u deze invloeden nader verklaren?	In relatie met het antwoord op vraag 1 niet meer van toepassing
3	Kunt u een oordeel uitspreken over de andere zaken die direct met het geluid te maken hebben en die genoemd worden in de verschillende aan u verstrekte rapporten en brieven van de staatssecretaris? Zijn de antwoorden van Defensie juist en volledig?	Zie antwoorden 3a-3j: De beantwoording van Defensie lijkt ons correct
3a	Klopt het dat de rekenregel van IR FWJ van Deventer niet van toepassing is op de JSF (1 dB(A) vermeerdering compenseren met 14,2% minder vluchten als alle andere factoren ongewijzigd blijven).	Het antwoord op deze vraag hangt sterk samen met wat men verstaat onder 'gelijkblijvende andere factoren' en of men refereert aan de wettelijke zone of aan de huidige geluidcontour. Indien onder 'gelijkblijvende andere factoren' wordt verstaan: <ul style="list-style-type: none"> <li>- identieke routes en powersetting</li> <li>- identieke start- en landingstijden</li> <li>- identieke hoogte (klim/daling) profielen</li> </ul> en er aan de huidige geluidcontour wordt gerefereerd, is het inderdaad zo dat elke dB toename in het L <sub>max</sub> , conform de KE-definitie, een afname met 14,2 % van het aantal vluchten impliceert, zodanig dat de huidige 35 KE contour dezelfde ligging behoudt en waarbij geluidbelasting in KE op geen enkel punt toeneemt. Defensie geeft in hun antwoord echter correct aan dat routes, powersetting en hoogteprofielen van de F-35 ten opzichte van de F16 niet vergelijkbaar zijn. Daarnaast dient men met oog op wettelijke

- inpasbaarheid te refereren aan de wettelijke zone, die ruimer is dan de huidige F16 geluidcontour. De 14,2 % regel is dus niet zonder meer toepasbaar bij de beoordeling van wettelijke inpasbaarheid. Deze kan alleen worden getoetst aan de hand van een gedetailleerd nieuw vluchtplan voor de JSF in combinatie met een nieuwe geluidprestatietabel en een herberekening van de 35 KE contour.
- 3b Waarom kunnen de geluidsopnames van Bob Webb niet gebruikt worden als onderlinge vergelijking tussen de F-15, de F-35 en de F-16 (PW 229) inzake het landingslawaai? zie hoofdstuk paragraaf 2.4.2 in dit briefrapport
- 3c Is de Amerikaanse geluidsmeting gebruikt door de BRAC commissie nu wel of niet A-gewogen? (Kan er lineair gemeten zijn waardoor spectrale informatie het verschil kan geven? Aub motiveren). RIVM is niet aanwezig geweest bij de metingen op Mineral Wells en kan derhalve alleen afgaan op de BRAC rapportage[6] en het inspectie bezoek aan NLR dd 1 oktober 2010. Op regel 20 van het rapport staat expliciet vermeld 'In this study, sound levels are reported in dB and are A-weighted unless otherwise specified'. Verschillen hebben volgens ons te maken met foutieve metingen of incorrecte interpretatie van de ruwe meetresultaten van MW zie voor een uitgebreide toelichting Hoofdstuk 2 van dit briefrapport.
- 3d Is de integratietijd nu wel of niet benoemd in de final EIS BRAC rapport en heeft deze veel effect op het geluidsniveau van de JSF? De EIS tabel is opgesteld aan de hand van de metingen op Mineral Wells waarbij, conform de Amerikaanse werkwijze, bij de geluidmeting een integratietijd van ¼ seconde is gebruikt. De meterstand in de wettelijke Nederlandse standaard is 'slow' (integratietijd), wat een iets lager L<sub>max</sub> oplevert. Het verschil is echter beperkt tot hooguit enkele dB's.
- 3e Klopt het dat het geluidsniveau verandert bij andere snelheid door o.a. het dopplereffect? Het doppler effect is vooral van invloed op de waargenomen frequenties maar de invloed op de hoogte van gemeten SEL of L<sub>max</sub> waarden is beperkt tot enkele dB's
- 3f Klopt het dat bij grote snelheidsverschillen de L<sub>max</sub> kan verschillen door de invloed van de vliegsnelheid op de geluidsbron in de motor? Is dat bij de verschillende geluidsmetingen bij de JSF ook te constateren? Hoe de vliegsnelheid fysisch precies van invloed is op de geluidemissie van de motor is niet bekend. De metingen op Edwards die bij het opstellen van de geluidprestatietabel worden gebruikt zijn steeds gedaan bij één bepaalde combinatie van hoogte, motorsetting en vliegsnelheid. Of de geluidemissie verandert als bij dezelfde motorsetting met een andere vliegsnelheid wordt gevlogen is niet onderzocht. Het lijkt ons overigens onwaarschijnlijk dat dit veel effect kan hebben. Geluidemissie wordt primair bepaald door het vermogen van de motor.
- 3g Is de correctie voor gras wel correct om die te gebruiken uitgaande van de situatie dat de meeste geluidshinder De bodemcorrectie die het NLR heeft toegepast voor verschillen in bodemgesteldheid Edwards AFB/Leeuwarden bedraagt 1 dB. Indien er in het kader van de Nederlandse wetgeving zou worden

- ontvangen zal worden op straat (verharde ondergrond)?
- 3h Is het geluidsniveau van de Edwardsmeting dezelfde als bij de final EIS BRAC op 1000 ft military thrust? Zo ja, zouden de andere geluidsniveaus genoemd in het final EIS Brac rapport dan ook vergelijkbaar zijn met die van de Edwardsmeting?
- 3i Is de geluidsvergelijking van maart '08 uit EIS van Nellis AFB niet bruikbaar omdat de geluidsmaat SEL is? Is deze niet om te rekenen naar L<sub>Amax</sub>?
- 3j Is de vertaalslag van geluidsniveaus naar geluidsbelasting volledig en juist uitgevoerd? Zitten in de 'black box' alle bouwstenen om conclusies te kunnen trekken over de geluidsbelasting?
- getoetst op een bepaalde norm op de woningen zou deze correctie niet gerechtvaardigd zijn. Het betreft echter een normstelling ten aanzien van de 35 KE contour die overwegend door onbebouwd gebied loopt. In die zin lijkt het ons verantwoord om 1 dB bodemcorrectie toe te passen. Deze correctie kan nog als conservatief worden beschouwd, omdat men in de praktijk tussen een akoestisch niet absorberende bodem en grasland wel hogere verschillen vindt. Een aftrek van 2 dB lijkt ons verantwoord (zie ook Hoofdstuk 2 en bijlage 4).
- De BRAC tabel is gebaseerd op de metingen op Mineral Wells. Daarop wordt uitvoerig ingegaan in Hoofdstuk 2. De uitwerking van de onderliggende ruwe meetdata is naar ons oordeel incorrect uitgevoerd en alleen na een deskundige heranalyse van deze gegevens kan een vergelijking met de Edwardsmetingen worden gemaakt.
- De SEL waarden uit EIS appendix E[6], gebaseerd op de MW-metingen, stemmen overeen met de SEL-waarden later gemeten op Edwards AFB. Zij zouden op zich bruikbaar zijn als de MW-metingen naar behoren en verifieerbaar zouden zijn uitgewerkt. Het wettelijke Nederlandse rekenvoorschrift werkt met L<sub>Amax</sub> waarden. Een nauwkeurige omrekening is niet mogelijk, maar alleen bij indicatie. Het verschil SEL-L<sub>Amax</sub> in bedraagt in theorie ongeveer  $10\log(3 \times \text{afstand/snelheid})$  voor een monopool en  $10\log(6 \times \text{afst/snelheid})$  voor een dipool. Dat zou bij een afstand van 1000ft en een snelheid van 250 m/s (ongeveer 500 kts) dus liggen tussen 6 en 9 dB. De snelheid die in de tabel wordt genoemd, 500 kts, lag in werkelijkheid lager. Bij 300 kts ligt het verschil SEL-L<sub>max</sub> naar verwachting tussen 8 en 11 dB. Daarmee zou een schatting van de L<sub>max</sub> op basis van de genoemde SEL waarde van 121 dB tussen 110 en 113 dB komen te liggen, in dezelfde ordegrootte als de L<sub>max</sub> waarde die bij Edwards is gevonden (111 dB op 1000 ft, zonder bodemcorrectie). De 124 dB L<sub>max</sub> waarde die bij 1000 ft in EIS tabel E1 wordt gegeven lijkt ons strijdig met een SEL van 121 dB. Het L<sub>max</sub> zou minstens enkele dB lager moeten liggen. (zie ook Hoofdstuk 2)
- Op dit punt wordt ingegaan in Hoofdstuk 3 van dit briefrapport



## Bijlage 3 Meteo-effect Edwards 22 oktober 2008

Het meteo-effect is de demping die het geluid ondervindt in het overdrachtspad van bron naar ontvanger. De demping hangt af van de gemiddelde relatieve luchtvochtigheid en temperatuur over het overdrachtspad en de lengte van het pad. Het effect is tevens frequentieafhankelijk, waarbij geluid met lagere frequenties minder demping ondergaat dan geluid met hogere frequentie. Het effect neemt toe met toenemende afstand. Bij de metingen op 22 oktober op Edwards AFB was tijdens de metingen in de ochtend een temperatuursinversie aanwezig en lag luchtvochtigheid aanzienlijk lager dan bij standaard atmosferische condities (rel. hum 70% en temp. 15 ° C), wat wordt geïllustreerd door de gegevens uit tabel B3.1.

Om tot een inschatting te komen van de meteo-correctie bij een bepaalde meting is verder nodig:

1. een representatief frequentiespectrum van de geluidemissie van de JSF.
2. het kwantitatieve hoogteverloop van de relatieve luchtvochtigheid en temperatuur bij de meting

Ad 1. Het NLR heeft in het kader van deze validatie één spectrum van een F35 in MIL power op 1000 ft hoogte gemeten onder het vliegp pad aan het RIVM beschikbaar gesteld

Ad 2. Het hoogteverloop is van relatieve luchtvochtigheid en temperatuur is door een temperatuursinversie onvoldoende bekend. Metingen van de relatieve luchtvochtigheid zijn tijdens de metingen op Edwards alleen verricht op grondniveau en op de 300 ft kranen langs het vliegp pad. In het bereik van 300-1000 ft is zijn meteo gegevens bekend.

Het NLR heeft in het kader van deze validatie een nadere inschatting van het effect voor de 1000 ft hoogtemetingen gemaakt. Het heeft daarbij noodzakelijk een aantal aannamen moeten maken voor het hoogteverloop van relatieve luchtvochtigheid en temperatuur. Op basis daarvan komt het NLR tot een gemiddelde relatieve luchtvochtigheid van 18 à 19% en een gemiddelde temperatuur van 17 ° C over het bereik van de meethoogte tot 1000 ft. Het komt op basis van ANSI 1.26[12] tot een effecten van 1 dB(A) op 1000 ft tot maximaal 2 dB op grotere afstanden ten opzichte van standaard atmosferische condities. Deze waarde geldt voor de F35 in MIL power op een laterale afstand van 1000 ft.

Het RIVM is van mening dat niet zeker is dat het effect bij elke meting van 1 tot maximaal 2 dB beperkt blijft. Het effect kan meer zijn omdat:

- het door NLR geschatte verloop van relatieve luchtvochtigheid en temperatuur mogelijk nog tot een onderschatting van het effect leidt.

- Het NLR bij hun raming geen rekening heeft gehouden met de 'kromming' van het geluid, waardoor de overdracht over een langer deel op grotere hoogte verloopt.
- Het NLR is er vanuit gegaan dat het effect bij meting van een Lmax op 1000 ft wordt bepaald door de loodrechte afstand naar het vliegpad. Motoren van militaire jets hebben echter een 'low by pas'. Daardoor is de uitstraling van het geluid niet in alle richtingen even sterk, maar het grootst onder een hoek van 30 tot 45 graden, schuin achter het vliegtuig. Het Lmax wordt dan niet noodzakelijk bepaald bij een kortste afstand van 1000 ft, maar kan worden veroorzaakt bij afstanden van 1400 ft tot 2000 ft, waardoor het effect toeneemt.
- Bij de beperkte diepgang van deze sec. opinion zijn slechts enkele spectra (in 75% MIL power op 1000 ft) beoordeeld, die ten opzichte van de ons bekende spectra van andere militaire vliegtuigen een relatief laagfrequent waren. Andere motorsettings waarbij de spectra iets naar hogere frequenties verschuiven zouden het effect sterk doen toenemen. Een grondige analyse van alle gemeten spectra zou meer inzicht bieden valt ver buiten de scope van deze validatie

Het rekenvoorschrift voor luchtdemping als gespecificeerd in ICAO annex 16 komt bij slantwaarden van 1000 tot 2000 ft op effecten in de orde van 2 tot 4 dB, afhankelijk van aannamen ten aanzien van de gemiddelde luchtvochtigheid over het pad van bron naar ontvanger. Wij stellen hier duidelijk bij dat deze waarden niet noodzakelijk ook in dezelfde mate tot aanpassing van de geluidtabelwaarden hoeven te leiden. De onzekerheid is inherent aan het meten onder condities die niet aan de ICAO meteo-voorwaarden voldoen. Overigens zijn de correctieformules uit ICAO bedoeld voor relatief kleine correcties aan metingen die *binnen* het meteoraam zijn verricht. Het is niet zeker in hoeverre de correctieformules nog van toepassing zijn indien sterk wordt afgeweken van de meteocondities, zoals bij de metingen op Edwards

Een uitgebreide nieuwe analyse, waarbij elke meting wordt gecorrigeerd op basis van zo nauwkeurig mogelijk bepaalde afstanden, spectra, temperatuur en relatieve luchtvochtigheid zou de representativiteit van de huidige geluidtabelwaarden beter kunnen onderbouwen maar valt buiten de scope van dit second opinion onderzoek. De ontbrekende meteo-gegevens zullen echter ook dan onzeker blijven. Een alternatief is om aanvullende metingen te verrichten die wel aan de ICAO meteocondities voldoen.

**Tabel B3.1 weersgegevens KEDW weerstation 22 oktober 2008,  
2 m boven de grond**

tijd	temp	RH	richting	windsnelheid	weerbeeld
2:55 AM	11.9 °C	27%	Noord	9.3 km/u /2.6 m/s	Helder
1:55 AM	10.3 °C	28%	Rustig	Rustig	Helder
2:55 AM	11.2 °C	28%	Rustig	Rustig	Helder
3:55 AM	9.7 °C	30%	Rustig	Rustig	Helder
4:55 AM	7.8 °C	31%	Oost	5.6 km/u /1.5 m/s	Helder
5:55 AM	9.0 °C	30%	NnW	5.6 km/u /1.5 m/s	Helder
6:55 AM	8.4 °C	30%	NnW	9.3 km/u /2.6 m/s	Helder
7:55 AM	10.4 °C	29%	Noord	7.4 km/u /2.1 m/s	Helder
8:55 AM	13.2 °C	25%	Noord	5.6 km/u /1.5 m/s	Helder
9:55 AM	19.4 °C	18%	Noord	11.1 km/u/ 3.1 m/s	Helder
10:55 AM	23.8 °C	11%	OnO	20.4 km/u/ 5.7 m/s	Helder
11:55 AM	25.1 °C	8%	Oost	25.9 km/u/ 7.2 m/s	Helder
12:55 PM	26.1 °C	7%	Oost	25.9 km/u/ 7.2 m/s	Helder
1:55 PM	27.0 °C	5%	OnO	18.5 km/u/ 5.1 m/s	Helder
2:55 PM	27.2 °C	5%	Oost	20.4 km/u/ 5.7 m/s	Helder
3:55 PM	27.0 °C	5%	Oost	24.1 km/u/ 6.7 m/s	Helder
4:55 PM	26.2 °C	5%	Oost	24.1 km/u/ 6.7 m/s	Helder
5:55 PM	23.5 °C	5%	Oost	16.7 km/u/ 4.6 m/s	Helder
6:55 PM	18.3 °C	7%	Oost	13.0 km/u/ 3.6 m/s	Helder
7:55 PM	16.2 °C	7%	OnO	5.6 km/u /1.5 m/s	Helder
8:55 PM	15.6 °C	8%	NnW	13.0 km/u/ 3.6 m/s	Helder
9:55 PM	14.2 °C	9%	Noord	13.0 km/u/ 3.6 m/s	Helder
10:55 PM	11.9 °C	10%	WnW	9.3 km/u /2.6 m/s	Helder
11:55 PM	8.0 °C	13%	Rustig	Rustig	Helder

Bron: METAR KEDW

[http://www.wunderground.com/history/airport/KEDW/2008/10/22/DailyHistory.html?req\\_city=NA&req\\_state=NA&req\\_statename=NA&MR=1](http://www.wunderground.com/history/airport/KEDW/2008/10/22/DailyHistory.html?req_city=NA&req_state=NA&req_statename=NA&MR=1)





## Bijlage 4 Correctie voor het bodemeffect

Het dry lake bed bij Edwards AFB kan volgens het NLR akoestisch getypeerd worden als 'hard', vergelijkbaar met beton. Rondom de vliegbasis in Leeuwarden is overwegend een gras/polderbodem aanwezig, wat verlagend werkt ten opzichte van een harde bodem. Voor luchtvaartgeluid wordt hiervoor een correctie gebruikt die bestaat uit:

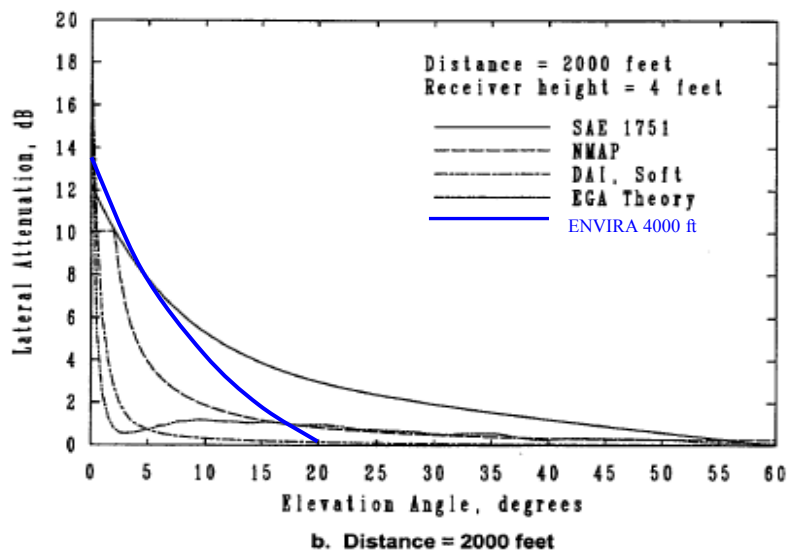
- een bodemdemping bij loodrechte inval onder het vliegpad, het grondeffect
- een extra verzwakking ten opzichte van loodrechte inval bij scherpe inval, op afstanden loodrecht op het vliegpad, de zogeheten 'laterale verzwakking'.

### *Grondeffect*

Het NLR heeft op de Edwardsmetingen 1 dB aftrek toegepast ter verdiscontering van het grondeffect. Een grondeffect van 1 dB lijkt ons gerechtvaardigd, en in overeenstemming met de keuze van het NLR. Het effect is mogelijk nog iets hoger.

### *Laterale verzwakking*

Het NLR heeft bij de berekening van de F35 geluidcontouren rondom Leeuwarden geen laterale verzwakking toegepast. De geluidtabelwaarden zijn verhoogd met de laterale verzwakking uit het Nederlandse rekenmodel ENVIRA, die er bij de berekening voor Leeuwarden weer wordt afgetrokken. Dit komt er op neer dat een extra laterale verzwakking bij Leeuwarden ten opzichte van Edwards als nul is verondersteld. De Laterale verzwakking volgens ENVIRA is weergegeven in Figuur B4.1



**B4.1 Figuur B4.1 geeft een overzicht van prognoses van verschillende modellen voor laterale verzwakking volgens Plotkin et al; toegevoegd: Laterale verzwakking ENVIRA en Harmonoise op 4000 ft**

Naar de mening van het RIVM vormt de laterale verzwakking volgens ENVIRA onderdeel van het wettelijke Nederlandse rekenmodel. Hoewel verschillende modellen verschillende effecten voor laterale verzwakking aangeven, zien wij geen reden waarom de laterale verzwakking volgens ENVIRA niet zou mogen worden toegepast.

Afhankelijk van de vlieghoogte geeft ENVIRA op 4000 ft afstand laterale verzwakking van -2 tot -7 dB(A). Het NLR geeft aan deze verzwakking op Leeuwarden niet te hebben toegepast, omdat ook geen meteo-correctie is toegepast. Het meteo-effect in de geluidtabelwaarden zal daarmee op relatief grote laterale afstanden kunnen zijn gecorrigeerd, echter niet onder het vliegpad omdat de laterale verzwakking daar nul is. Het lijkt ons beter en meer transparant om de metingen te corrigeren voor luchtdemping volgens ICAO annex en nadat op die manier de geluidtabelwaarden zijn vastgesteld, bij de berekening van de contouren de laterale verzwakking volgens ENVIRA toe te passen.

## Bijlage 5 Beschikbaar Onderzoeksmateriaal

1. Geluidsrapport Eglin AFB Brac commissie
2. Geluidsmeting Edwards AFB (powerpoint)
3. Geluidsoverzicht Nellis AFB
4. Brief Stasdef aan Tweede Kamer d.d. 16 maart 2009 kenmerk DMO/DB/2009007309
5. NLR rapport 'Beoordeling geluidgegevens kandidaattoestellen VF-16 kenmerk NLR-CR-2009-053 d.d. februari '09
6. Brief Stasdef aan Tweede Kamer d.d. 10 juli 2009 kenmerk DMO/DB/2009019873
7. NLR rapport 'De verwachte geluidbelasting van de F-35 Volume 1 Berekeningen voor de omgeving van de vliegbases Leeuwarden en Volkel, kenmerk NLR-CR-2009-304-vol-1 d.d. juli '09
8. Vragen provincie, gemeenten en bevolkingsvertegenwoordigers
9. Antwoorden Staatssecretaris de Vries aan Tweede Kamer d.d. 20-11-'09  
Kenmerk: DRMV/2009018780
10. Reactie omwonenden op de antwoorden aan de Tweede Kamer
11. Antwoorden Staatssecretaris de Vries aan provincie, gemeenten en omwonenden
12. Artikelen van Veldman en Verf
13. Beschikbare correspondentie met Staatssecretaris
14. Powerpoint geluidsoopname Bob Webb
15. Kamerstukken geluidsoopname Bob Webb
16. Brief van Stasdef aan Tweede Kamer d.d. 7 januari 2010 kenmerk BS/2010000462
17. Brief Stasdef aan 2eKamer d.d. 28jan2010 (Kamerstuk 26 488, nr. 213)
18. Brief Stasdef aan 2eKamer d.d. 22feb2010 (Kamerstuk 26 488, nr. 219)
19. Brief Stasdef aan 2eKamer d.d. 11mrt2010 (Kamerstuk 26 488, nr. 221)
20. Brief Stasdef aan 2eKamer d.d. 27apr2010 (Kamerstuk 26 488, nr. 233)
21. Brief van JPO 12mrt2010