



Dedicated to innovation in aerospace

NLR-CR-2022-056 | maart 2022

Rattle in woonhuizen nabij vliegbasis Gilze-Rijen

Praktijkmetingen

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Defensie



Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

Rattle in woonhuizen nabij vliegbasis Gilze-Rijen

Praktijkmetingen



Probleemstelling

Het doel van dit onderzoek is om te toetsen in hoeverre de resultaten van een eerder onderzoek naar rattle noise overeenkomen met de situatie in de praktijk nabij vliegbasis Gilze-Rijen. Daartoe dienen de volgende twee hoofdvragen beantwoord te worden:

- Klopt het uitgangspunt dat rattle pas optreedt bij passages van een Chinook met een piekniveau (L_{Amax}) van 75 dB(A) of hoger?
- Is er een reden om de waarde van 75 dB(A) voor woningen rond de vliegbasis Gilze-Rijen aan te passen? Hierbij heeft Defensie voor aanvang van dit onderzoek aangegeven dat een eventuele bijstelling alleen naar een lager geluidniveau zal worden gedaan.

Beschrijving van de werkzaamheden

Voor dit onderzoek is met een Chinook helikopter over 6 woningen in de omgeving van vliegbasis Gilze-Rijen gevlogen. Bij iedere test is een woning meerdere keren overvlogen, waarbij 3 soorten overvluchten (vlucht rechtdoor, klimvlucht en vlucht

RAPPORTNUMMER

NLR-CR-2022-056

AUTEUR(S)

H.A. Lania
S.J. Heblj
R.H. Hogenhuis

RUBRICERING RAPPORT

ONGERUBRICEERD

DATUM

maart 2022

KENNISGEBIED(EN)

Vliegtuiggeluidseffecten op de omgeving

TREFWOORD(EN)

Rattle
Geluidhinder
Geluidmetingen
Chinook helikopter
Laag Frequent Geluid

met bocht) op diverse hoogtes zijn uitgevoerd. Door verschillende overvlieghoogtes te gebruiken werd de hoogte van het piekniveau gevarieerd. Twee waarnemers in de woningen bepaalden bij elke overvlucht in welke mate er sprake was van rattle. Deze waarnemingen zijn gekoppeld aan gemeten geluidniveaus. Op basis hiervan kan voor de verschillende woningen bepaald worden vanaf welke geluidniveaus er sprake is van rattle.

Resultaten en conclusies

Uit de analyses van de geluidmetingen en de beoordelingen van de waarnemers blijkt dat geen lichte tot hevige rattle wordt waargenomen bij piekniveaus van minder dan 75 dB(A). Bij piekniveaus vanaf 75 dB(A) treedt soms rattle op. Dat wil zeggen dat het uitgangspunt dat rattle pas optreedt bij passages van een Chinook met een piekniveau vanaf 75 dB(A) klopt.

Omdat geen lichte tot hevige rattle is waargenomen bij niveaus van minder dan 75 dB(A) en omdat geen sprake is van een eventuele verhoging van deze grenswaarde, geeft dit onderzoek geen aanleiding om deze waarde aan te passen

NLR

Anthony Fokkerweg 2

1059 CM Amsterdam

p) +31 88 511 3113

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



Dedicated to innovation in aerospace

NLR-CR-2022-056 | maart 2022

Rattle in woonhuizen nabij vliegbasis Gilze-Rijen

Praktijkmetingen

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Defensie

AUTEUR(S):

H.A. Lania

NLR

S.J. Heblj




NLR

R.H. Hogenhuis

NLR

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

OPDRACHTGEVER	Ministerie van Defensie
CONTRACTNUMMER	8500000184
EIGENAAR	NLR
NLR DIVISIE	Aerospace Operations
VERSPREIDING	Beperkt
RUBRICERING TITEL	ONGERUBRICEERD

GOEDGEKEURD DOOR:		
AUTEUR	REVIEWER	BEHERENDE AFDELING
 Sander Heblj 2022.03.24 12:00:33 +01'00'	 A.B. Dolderman 2022.03.24 12:13:13 +01'00'	 Digitally signed by M.H. Nagelsmit Date: 2022.03.24 13:31:05 +01'00'

Inhoudsopgave

1	Introductie	5
1.1	Achtergrond	5
1.2	Doel van het onderzoek	6
1.3	Afbakening van de werkzaamheden	6
1.4	Leeswijzer	8
2	Opzet van de metingen	9
2.1	Algemene opzet	9
2.1.1	Proefmeting op Deelen	9
2.1.2	Metingen nabij vliegbasis Gilze-Rijen	10
2.2	Vorbereiding van de metingen	10
2.2.1	Opstellen vliegplannen	10
2.2.2	Locatiebezoeken	11
2.3	Aanpak van de metingen	11
2.3.1	Opbouw en opstelling	11
2.3.2	Rollen en procedures bij het uitvoeren van de metingen	13
2.3.3	Nabespreking	14
3	Uitvoering van de metingen	15
3.1	Woningen	15
3.2	Meetdagen	15
3.3	Nabesprekingen	18
4	Analyse van de meetresultaten	19
4.1	Toelichting bij resultaten eerder onderzoek naar rattle	19
4.2	Rattle beoordelingen	20
4.3	Rattle beoordeling per woningtype en per vluchtsoort	21
4.4	Overige effecten	23
5	Conclusies	25
6	Referenties	26
Appendix A	Overzicht van onderzochte woningen	27
Appendix A.1	Woning locatie A	27
Appendix A.2	Woning locatie B	27
Appendix A.3	Woning locatie C	28
Appendix A.4	Woning locatie D	28
Appendix A.5	Woning locatie E	29
Appendix A.6	Woning locatie F	29

Appendix B	Vliegpatronen	30
Appendix B.1	Horizontale overvlucht	30
Appendix B.2	Klimvlucht	31
Appendix B.3	Horizontale bocht	32
Appendix C	Conclusies eerder rattle onderzoek	33
Appendix D	Toelichting invulformulier waarnemers	34
Appendix E	Volledig overzicht van meetresultaten en waarnemingen	35

1 Introductie

In het najaar van 2021 en begin 2022 zijn bij 6 testlocaties vluchten met Chinook helikopters uitgevoerd ten behoeve van een onderzoek naar rattle noise in woningen rondom vliegbasis Gilze-Rijen. Dit rapport beschrijft de opzet van het onderzoek en de resultaten. Het onderzoek is uitgevoerd door het Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (Koninklijke NLR) in opdracht van het Ministerie van Defensie.

1.1 Achtergrond

Tijdens het overvliegen van Chinook helikopters kan in woningen “rattle noise” ontstaan. Dit is een rammelend geluid in een woning veroorzaakt door trillingen of geluid met lage tonen. In 2014 hebben NLR en TNO met behulp van proefpersonen onderzocht of rattle noise zorgt voor extra hinder door helikoptergeluid [Ref. 1]. Het onderzoek had als doel om een correctie voor rattle noise te bepalen die meegenomen kan worden in de geluidberekeningen in Kosteneenheden. De correctie geeft aan hoeveel decibel er bij de berekende geluidniveaus moet worden opgeteld om de extra hinder door rattle noise weer te geven. Dergelijke berekeningen (inclusief ‘rattle toeslag’) zijn gebruikt om te verkennen welke woningen in de buurt van de vliegbasis voor rattle-maatregelen in aanmerking komen.

Op basis van het onderzoek is geconcludeerd dat Chinookgeluid vanaf bepaalde geluidniveaus rattle noise kan veroorzaken, vooral bij woningen die daar gevoelig voor zijn [Ref. 1]. Mensen kunnen hierdoor extra hinder van het Chinookgeluid ervaren. Voor de meest gevoelige woning uit het onderzoek blijkt dat de extra hinder die door rattle noise veroorzaakt wordt vergelijkbaar is met een verhoging van het geluidniveau met 6 decibel bij rattle die duidelijk waarneembaar is. Deze toeslag is alleen van toepassing op het moment dat de helikopter rattle veroorzaakt. Dit kan het geval zijn bij geluidniveaus van minimaal 75 dB(A) buiten. De waarde van 75 dB(A) is gebaseerd op de meest rattle-gevoelige woning uit het onderzoek [Ref. 2]. Ook bleek uit het onderzoek dat de helikopter vaker als meest hinderlijke fragment werd gekozen bij lichte tot duidelijke trillingen dan wanneer er geen trillingen waren. De toename van de hinder was vergelijkbaar met een verhoging van het geluidniveau met 2,5 decibel.

Vanuit de omgeving van vliegbasis Gilze-Rijen bestaat de wens om te controleren of rattle inderdaad optreedt vanaf het geluidniveau van 75 dB(A) bij:

- Woningen die in de omgeving van vliegbasis Gilze-Rijen staan,
- Geluid dat wordt gegenereerd door een daadwerkelijk overvliegende Chinook helikopter. Dit in tegenstelling tot het oorspronkelijke onderzoek waar de huizen met daarin de proefpersonen weliswaar werden blootgesteld aan het geluid van overvliegende helikopters en vliegtuigen, maar waar dit geluid buiten het huis werd afgespeeld met behulp van een grote geluidinstallatie.

Dit document geeft een overzicht van de aanpak, de uitvoering en de resultaten van deze controlemeting. De aanpak is gebaseerd op het plan van aanpak dat voor de uitvoering van de metingen is opgesteld [Ref. 3].

1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is het beantwoorden van de volgende vragen:

- Klopt het uitgangspunt dat rattle pas optreedt bij passages van een Chinook met een piekniveau¹ van 75 dB(A) of hoger?
- Is er een reden om de waarde van 75 dB(A) voor woningen rond de vliegbasis Gilze-Rijen aan te passen? Hierbij heeft Defensie voor aanvang van dit onderzoek aangegeven dat een eventuele bijstelling alleen naar een lager geluidniveau zal worden gedaan.

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden is in 6 woningen nabij vliegbasis Gilze-Rijen bepaald of en zo ja, vanaf welk piekniveau rattle optreedt tijdens verschillende types overvluchten met de Chinook helikopter. Op basis van de resultaten kan vervolgens worden beoordeeld of en zo ja vanaf welk geluidniveau in de betreffende woningen rattle optreedt.

1.3 Afbakening van de werkzaamheden

In aanloop naar dit onderzoek zijn enkele aanvullende aspecten gesuggereerd die niet zijn meegenomen in het uiteindelijke onderzoek. Het gaat hierbij om de volgende aspecten:

1. Metingen met speakers
2. Metingen om de resultaten van het geluidmodel te valideren
3. Trillingsmetingen
4. Testvluchten met een last onder de helikopter

Deze aspecten zijn buiten beschouwing gelaten omdat ze niet passen bij het doel van het onderzoek zoals beschreven in paragraaf 1.2. Per aspect is hieronder nader onderbouwd waarom het, in het kader van dit onderzoek, niet onderzocht is.

Metingen met speakers zijn gebruikt bij het eerdere onderzoek met de proefpersonen [Ref. 2]. Omdat bij dit onderzoek veel verschillende proefpersonen zijn ingezet die achtereenvolgens in kleine groepen deelnamen, was herhaalbaarheid van de blootstelling aan het (rattle)geluid van groot belang. Dit aspect, maar ook het feit dat een week lang getest werd per meetlocatie, maakte dat de inzet van speakers voor dit onderzoek de voorkeur had.

Voor de controlemetingen bij de woningen nabij Gilze-Rijen gelden andere overwegingen: het gaat om relatief kort durende metingen per locatie, waarbij de inzet van een echte helikopter praktisch haalbaar is. Het gebruik van het geluid van de helikopter zelf heeft ook de voorkeur, omdat er geen twijfel kan zijn over de representativiteit van het geluid. Dit sluit ook aan bij de wens vanuit de omgeving om dit onderzoek te doen in de situatie zoals die in de praktijk optreedt rondom vliegbasis Gilze-Rijen (dus met echte helikopters en met woningen die daadwerkelijk in de omgeving van de vliegbasis staan in plaats van met speakers en een locatie elders).

Validatie van het rekenmodel wordt meegenomen bij analyses van de resultaten van het permanente geluidmeetnet rondom Gilze-Rijen. De rattle-metingen zijn expliciet niet bedoeld ten behoeve van de validatie van het geluidmodel. Het gaat om een beperkt aantal testvluchten, waarbij ten behoeve van het onderzoek ook andere vluchtpatronen zijn

¹ In dit rapport wordt gesproken over piekniveau: het hoogste geluidniveau dat een helikopter tijdens een overvlucht produceert op een specifieke locatie. Technisch gezien betreft het de LAmax, slow.

gebruikt dan normaal. Doordat de gevlogen routes afwijken van de gangbare routes, zijn de gemodelleerde routes uit het rekenmodel niet geschikt om de geluidniveaus van de testvluchten te berekenen.

Met **trillingsmetingen** kan inzicht verkregen worden in trillingen die ontstaan in huizen ten gevolge van het laagfrequente geluid van Chinook helikopters. Zonder trillingen is er immers ook geen rattle. Uit eerder onderzoek is bekend dat trillingen niet van een dusdanig niveau zijn, dat schade aan de constructie te verwachten is [Ref. 1,4,5]. Het meten zelf veroorzaakt typisch wel schade: trillingsopnemers moeten stijf worden verbonden met de constructie. Dit betekent dat in muren van de testwoningen geboord zou moeten worden. Dit is een belangrijke reden om geen trillingsmetingen uit te voeren tijdens de testvluchten.

Voelbare trillingen kunnen echter wel van belang zijn voor de ervaren hinder [Ref. 2]. Daarom is aan de waarnemers tijdens de metingen wel gevraagd om voelbare trillingen te registreren. Deze waarnemingsmethode sluit aan bij de methode van het eerdere hinderonderzoek, waardoor resultaten en conclusies uit dit onderzoek bruikbaar zijn indien geen trillingsmetingen uitgevoerd worden.

Vliegen met een last wil zeggen dat onder de helikopter een externe last bevestigd wordt. Figuur 1 toont hier een voorbeeld van. Bij het rattleonderzoek is niet gevlogen met een externe last vanwege een aantal redenen:

- Algemeen geldt dat het niet mogelijk is om alle mogelijke condities van het helikoptervliegen mee te nemen in het onderzoek, omdat elke te vliegen conditie 5 tot 10 passages vergt en deze bij alle te testen woningen moeten worden herhaald. Er moeten dus keuzes worden gemaakt.
- Het vliegen met last komt slechts bij een beperkt deel van de vliegbewegingen voor. Defensie geeft aan dat het gaat om ongeveer 5% van de vluchten.
- Een aantal van de meetlocaties bevinden zich in een woonwijk, waarbij het niet gebruikelijk is om op lage hoogte met een last onder de helikopter te vliegen. Er zou dan op bepaalde locaties wel en op andere locaties niet met last worden gevlogen, wat voor de uniformiteit van het onderzoek en bruikbaarheid van de resultaten niet wenselijk is.
- De last zelf is geen bron van rattle. Wel kan een zwaarbeladen helikopter bij verder gelijkblijvende omstandigheden hogere geluidniveaus genereren. Deze verhoogde niveaus zijn voor dit onderzoek niet van belang omdat het optreden van rattle wordt gekoppeld aan gemeten geluidniveaus, waarbij een eventueel verhoogd niveau als gevolg van het vliegen met last vervolgens wordt gecompenseerd met een hogere overvlieghoogte.



Figuur 1: Chinook helikopter met externe last onder de helikopter

1.4 Leeswijzer

In het vervolg van dit rapport komen de volgende zaken aan bod:

- Opzet van de metingen (hoofdstuk 2)
- Uitvoering van de metingen (hoofdstuk 3)
- Analyse van de meetresultaten (hoofdstuk 4)
- Conclusies (hoofdstuk 5)

2 Opzet van de metingen

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de algemene opzet van de metingen. Hoofdstuk 3 beschrijft vervolgens hoe de metingen in de praktijk zijn uitgevoerd.

2.1 Algemene opzet

Het onderzoek is bedoeld om te controleren of rattle pas optreedt bij passages van een Chinook met een piekniveau van 75 dB(A) of hoger. Hiervoor is met een Chinook helikopter, speciaal voor dit onderzoek, over verschillende woningen gevlogen en is met behulp van de overvlieghoogte de hoogte van het piekniveau gevarieerd. Waarnemers in de woningen bepaalden bij elke overvlucht in welke mate er sprake was van rattle. Deze waarnemingen zijn gekoppeld aan gemeten geluidniveaus. Op basis hiervan kan voor de verschillende woningen aangegeven worden vanaf welke geluidniveaus er sprake is van rattle.

Het onderzoek is uitgevoerd bij 6 woningen nabij de vliegbasis Gilze-Rijen. Voordat het daadwerkelijke onderzoek plaatsvond, is een proefmeting uitgevoerd op vliegbasis Deelen. Deze proefmeting was bedoeld om de opzet van het onderzoek te toetsen en bood daarnaast de betrokkenen een gelegenheid om hun taken te oefenen. Na het afronden van de daadwerkelijke metingen bij Gilze-Rijen zijn de resultaten verzameld, geanalyseerd en gerapporteerd.

De proefmeting en metingen nabij de vliegbasis zijn nader toegelicht in de volgende 2 paragrafen.

2.1.1 Proefmeting op Deelen

De proefmeting vond niet plaats in een woning, maar in een (woon)kamer van het brandweer wachtgebouw op vliegbasis Deelen. Dit gebouw heeft 1 woonlaag met een plat dak. Dit gebouw hoefde niet representatief te zijn voor woningen in de omgeving van Gilze-Rijen, omdat de resultaten van de proefmeting niet gebruikt zouden worden voor het beantwoorden van de hoofdvraag. Er is gekozen voor dit gebouw vanwege de goede ligging op het luchthaventerrein (nabij de hoofdbaan). Het gebouw is qua afmetingen vergelijkbaar met een bungalow. De waarnemers bevonden zich in een kamer die door de brandweer wordt gebruikt als een soort woonkamer. Om de proefmeting zo waardevol mogelijk te laten zijn is deze uitgevoerd door dezelfde personen als de daadwerkelijke metingen. Hierbij ging het zowel om waarnemers (één medewerker van de gemeente Gilze-Rijen en één medewerker van het NLR), vliegers als ondersteunende technici. Tot slot was een afgevaardigde van de auditcommissie meetnet Gilze-Rijen aanwezig bij de proefmeting.

Voor de proefmeting werd, in tegenstelling tot de metingen bij de woningen, een hele dag gepland. Hierdoor was er ruimte om, waar nodig, delen van het vliegprogramma te herhalen en/of aan te passen. Verder was de proefmeting van opzet vergelijkbaar met de latere metingen nabij vliegbasis Gilze-Rijen.

Op basis van de ervaringen van de proefmetingen is de aanpak voor de uiteindelijke metingen verder geoptimaliseerd. Zo is op basis van de proefmeting besloten om het patroon van de bochtvluchten aan te passen en de bochtvlucht vanaf twee kanten op de geselecteerde woningen te laten aanvliegen.

2.1.2 Metingen nabij vliegbasis Gilze-Rijen

In aanloop naar dit onderzoek waren in overleg met de auditcommissie voor de metingen nabij Gilze-Rijen al 6 woningen geselecteerd. Gedurende het onderzoek bleek één woning (locatie F) niet meer beschikbaar te zijn en is een vervangende woning met vergelijkbare eigenschappen gezocht. Een overzicht van de woningen is opgenomen in Appendix A. Waar mogelijk is getracht om gedurende een testdag metingen uit te voeren bij twee woningen. Dit is bij 4 woningen gelukt, waardoor de 2 overige woningen ieder op een afzonderlijke dag onderzocht zijn.

Tijdens de testvluchten is getracht te zorgen dat ander vliegverkeer op voldoende afstand bleef. Dit was zowel met het oog op de veiligheid, maar ook om te voorkomen dat ander vliegverkeer de uitkomsten van de geluidmetingen zou beïnvloeden of rattle veroorzaakte. Tijdens de metingen zijn in een paar gevallen de testvluchten gepauzeerd om ruimte te maken voor ander verkeer.

2.2 Voorbereiding van de metingen

Voordat de daadwerkelijke uitvoering van de metingen werden diverse voorbereidingen gedaan, zoals het opstellen van vliegplannen en het bezoeken van potentiële meetlocaties. Deze stappen worden in deze paragraaf beschreven.

2.2.1 Opstellen vliegplannen

Om te zorgen dat de vliegers van de helikopter de juiste overvluchten over de testlocatie zouden maken, zijn vooraf vliegplannen opgesteld waarin gespecificeerd werd hoe de testvlucht uitgevoerd diende te worden. Hierbij gaat het niet alleen om vliegroutes, maar ook om de snelheid en vlieghoogte.

De volgende drie type overvluchten zijn meegenomen in het onderzoek:

- Horizontale overvluchten bij 100 knopen (ongeveer 185 km/h)
- Klimvlucht bij 80 knopen (ongeveer 148 km/h)
- Horizontale bocht bij 80 knopen (ongeveer 148 km/h)

De verschillende overvluchten staan nader beschreven in Appendix B. De gekozen vliegsnelheden zijn bepaald op basis van de gangbare procedures zoals die met Chinook helikopters gevlogen worden in de omgeving van vliegbasis Gilze-Rijen. Voor elk type overvlucht is getracht om waarnemingen te doen tussen piekniveaus variërend van ongeveer 65 en 85 dB(A), zo veel mogelijk in stappen van ongeveer 5 dB(A). Hiervoor is de aanvlieghoogte gevarieerd (hoe hoger de helikopter vliegt, hoe lager het geluidniveau op de grond).

Het NLR had vooraf ingeschat op welke hoogtes de verschillende type overvluchten zouden moeten worden uitgevoerd om de gewenste geluidniveaus te behalen en deze zijn tijdens de test op basis van de behaalde geluidniveaus waar nodig bijgesteld. Vanwege vele variabelen zullen de niveaus echter, ook bij exact gelijke vlieghoogte, van overvlucht tot overvlucht variëren. Daardoor zijn gedurende de praktijk testen geen geluidniveaus gemeten van exact 65, 70, 75, etc. dB(A).

Defensie heeft voor aanvang van de testvluchten per meetlocatie een minimale vlieghoogte bepaald, zodat de veiligheid gedurende de testvluchten gewaarborgd zou blijven. Als gevolg van de minimum vlieghoogte kan het gebeuren dat niet alle gewenste geluidniveaus kunnen worden getest. Als de helikopters echter in praktijk ook niet lager over woningen heen vliegen, is dit voor het doel van het onderzoek ook geen ernstige beperking. Dit speelt met name bij het passeren van woningen in een klimvlucht, omdat de hoogte voor het bereiken van de woning laag kan zijn. Daardoor zijn voor klimvluchten geen geluidniveaus van rond de 85 dB(A) gehaald. Om ook de lagere geluidniveaus te kunnen realiseren, vloog de helikopter bij sommige passages hoger over dan normaal. Alle passages worden éénmaal herhaald. Daarbij wordt ook de richting van de vlucht omgedraaid.

De vliegplannen zijn zo opgesteld dat de helikopter gedurende de testvlucht zeer regelmatig op verschillende hoogtes een woning passeerde. Dit betekent dat de gevolgde routes en procedures afweken van de dagelijkse gang van zaken en dat de geluidniveaus tijdens de testvluchten anders konden zijn dan in de dagelijkse praktijk, waarbij zowel hogere als lagere geluidniveaus konden optreden ten opzichte van de dagelijkse praktijk. Dit is gedaan om systematisch te kunnen testen bij diverse geluidniveaus.

2.2.2 Locatiebezoeken

Alle beoogde meetlocaties zijn vooraf door het NLR bezocht. Daarbij werd gecontroleerd of de geluidmetingen op de betreffende locaties konden worden uitgevoerd en werd de meetlocatie vastgelegd. Hierbij werd ook gecontroleerd of andere geluidbronnen, zoals de snelweg, de metingen (met name bij de lagere geluidniveaus) niet onmogelijk maken. Daarnaast is afgesproken in welke ruimte de waarnemers en de testleider zich tijdens de test zouden bevinden.

De bezoeken werden uitgevoerd bij daglicht zodat ook de situatie rondom de woning goed bekeken kon worden. Het locatiebezoek is tot slot ook gebruikt voor het maken van afspraken met bewoners over de uitvoering van de test en de beschikbaarheid van de woning.

2.3 Aanpak van de metingen

Bij iedere onderzochte woning is een vergelijkbare procedure gevolgd. Deze paragraaf beschrijft deze aanpak en gaat daarbij in op de meetopstelling, de betrokkenen en hun rollen en op de nabespreking die na de diverse metingen gehouden is.

2.3.1 Opbouw en opstelling

De waarnemers bevonden zich in de woonkamer van de te testen woning. De waarnemers zaten hierbij aan de eettafel, met hun voeten op de grond.

In de verblijfsruimte waarin de waarnemers zaten, werd een bijzettafel met daarop glaswerk geplaatst (zie Figuur 2). Het glaswerk bestond uit vier lichte wijnglazen op een voet, die in matrixvorm met de buiken tegen elkaar op het midden van de tafel werden gezet. Om te voorkomen dat de glazen na een eerste keer bij elkaar vandaan zouden

trillen en geen onderling contact meer zouden hebben, werden ze met behulp van tape bij elkaar gehouden. De kleefzijde zat hierbij alleen aan de tafel, niet aan de glazen zelf. Op alle locaties is gecontroleerd of de tafel met daarop de glazen rattle kon veroorzaken, door de tafel met de hand in trilling te brengen.



Figuur 2: Opstelling bijzettafel

Door het toevoegen van de tafel werd een relatief rattle-gevoelig object aan de ruimte toegevoegd. Zonder deze toevoeging is het namelijk mogelijk dat er geen (of pas bij hogere niveaus) rattle optreedt, terwijl dit bij een soortgelijk huis met een rattle-gevoeliger interieur wel op zou kunnen treden.

Er is, met toestemming van de bewoners, op alle locaties een video-opname gemaakt in de ruimte van de waarnemers. Deze video had als doel om bij onduidelijkheden, achteraf met behulp van de video het experiment terug te kunnen kijken. Het terugkijken van de opnames bleek achteraf niet nodig te zijn.

De geluidmetingen vonden buiten plaats, zo veel mogelijk conform de condities die binnen het rekenmodel voor de geluidbelasting worden aangenomen. Hierbij werd gebruik gemaakt van een klasse 1 geluidmeter met de zogeheten 'slow' meetinstelling. De microfoon werd geplaatst op een statief op 1,2m hoogte boven de grond, boven een zachte ondergrond zoals een gazon. De invloed van reflecterende gevels is zo veel mogelijk voorkomen door afstand te nemen van deze gevels en werd de locatie zo gekozen dat er tijdens een deel van alle passages een directe zichtlijn is tussen de microfoon en de helikopter was. Ten slotte is rekening gehouden met andere geluidbronnen. Zo is de microfoon zoveel mogelijk afgeschermd van wegverkeer. Bij veel woningen was dit mogelijk door te kiezen voor de achtertuin in plaats van de voortuin.

De testleider en de persoon die de radioverbinding onderhield bevonden zich buiten. De testleider had buiten zowel zicht op de helikopterpassages als zicht op de gemeten geluidniveaus. Van elke vlucht zijn de maximaal optredende geluidniveaus direct opgeschreven. De gemeten geluidgegevens zijn tevens opgeslagen voor controles na afloop van de metingen.

2.3.2 Rollen en procedures bij het uitvoeren van de metingen

Tijdens de test waren de volgende personen betrokken en voerden ze de volgende taken uit:

Vliegers (Defensie): vlogen de overvluchten volgens vooraf bepaalde vliegplannen. Via een radioverbinding kregen de vliegers de vlieghoogte voor de volgende passage te horen. Via de radio kon het vliegprogramma waar nodig beperkt worden bijgesteld, door bijvoorbeeld een extra herhaling van één van de overvluchten aan te vragen.

Testleider (NLR): geassisteerd door een meettechnicus, bevond zich buiten en noteerde per passage:

- Het tijdstip
- Een passagenummer
- De aangevraagde vlieghoogte en type overvlucht
- Het piekniveau (de gemeten L_{Amax}, gemeten met de slow meetinstelling). Er is gekozen voor het meten van deze geluidmaat omdat het doel van dit onderzoek is om vast te stellen of de eerder vastgestelde L_{Amax}-waarde van 75 dB(A) als ondergrens voor het optreden van rattle correct is.

Op basis van de resultaten paste de testleider eventueel de hoogte voor de volgende passage aan.

Radio-operator (Defensie): bevond zich bij de testleider en gaf de volgende vlieghoogte en/of wijzigingen op het voorziene vliegprogramma door aan de vliegers. Eventuele bijzonderheden van bepaalde passages, of de noodzaak om de test te onderbreken, konden door de vliegers via de radio-operator weer aan de testleider worden gemeld.

Waarnemers (één waarnemer van de gemeente Gilze-Rijen en één waarnemer van het NLR): bevonden zich in de woonkamer van de te testen woning. Per passage noteerden ze:

- Het tijdstip
- Het passagenummer (dit werd ook aangegeven door de testleider via scherm)
- De mate van rattle
- De mate van voelbare trillingen

Het had de voorkeur om alle waarnemingen door dezelfde personen te laten doen. Uiteindelijk is gedurende alle metingen dezelfde NLR waarnemer aanwezig geweest en is de waarnemer van de gemeente Gilze-Rijen bij één meting afwezig geweest. Tijdens die meting is deze waarnemer vervangen door een andere waarnemer, ook van de gemeente.

Wat betreft de waarneming werd aangesloten bij de waarnemingen van de proefleider van het originele hinderonderzoek. Hierbij werd een 5-punts schaal gebruikt. Zowel voor voelbare trillingen als voor rattle kon voor elke passage gekozen worden voor één van de volgende mogelijkheden:

1: Helemaal niet	2: Nauwelijks	3: Licht	4: Duidelijk	5: Hevig
------------------	---------------	----------	--------------	----------

De toelichting die de waarnemers bij deze keuzemogelijkheden kregen staat in Appendix D.

Luchtverkeersleiding (Defensie): bevond zich in de verkeerstoren van vliegbasis Gilze-Rijen en zorgde ervoor dat er geen vliegverkeer binnen ongeveer 2500m van de meetlocatie kwam of dat de metingen tijdelijk werden stilgelegd indien dat niet mogelijk was. De luchtverkeersleiding zorgde er ook voor dat de Chinook waarmee de testvlucht uitgevoerd werd veilig kon opereren in de omgeving van het meetpunt.

2.3.3 Nabespreking

Na afloop van de metingen werd de meetdag nabesproken. Het doel van de nabespreking was om te bepalen:

- of de aanpak aangepast diende te worden voor een volgende meetdag.
- te bespreken of er gebeurtenissen waren die mogelijk een invloed hebben gehad op (een deel van) de metingen.

Dit is gedaan bij de proefmeting en na alle testdagen, met uitzondering van de laatste testdag. De bijzonderheden zijn opgenomen in paragraaf 3.3.

3 Uitvoering van de metingen

Dit hoofdstuk beschrijft hoe de testvluchten rondom de vliegbasis Gilze-Rijen zijn uitgevoerd.

3.1 Woningen

Het onderzoek is uitgevoerd bij 6 verschillende soorten woningen nabij vliegbasis Gilze-Rijen. Door verschillende typen woningen te onderzoeken kan onderzocht worden in hoeverre de mate van rattle verschilt per woning. Figuur 3 toont een overzicht van deze meetlocaties (A t/m F). Meer informatie over de woning is opgenomen in Appendix A.

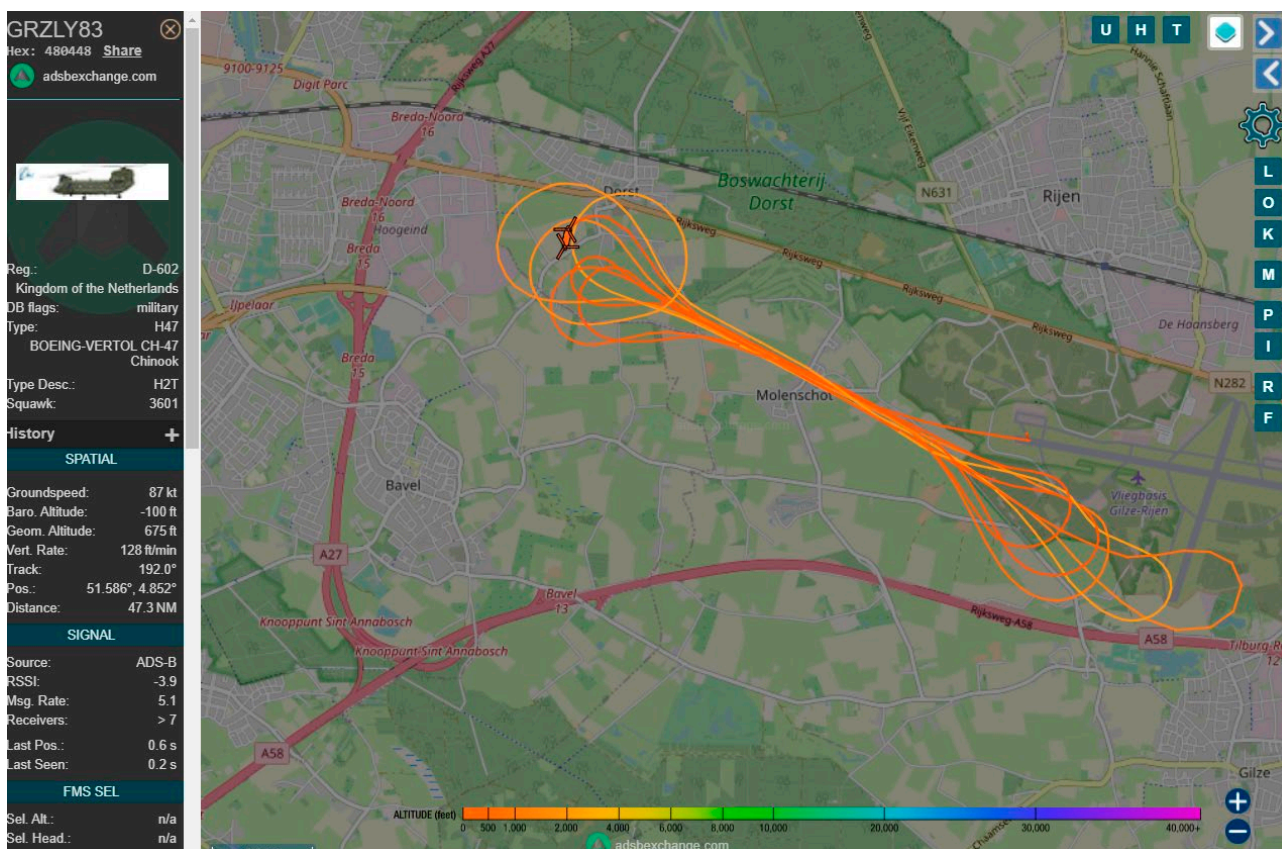


Figuur 3: Overzicht meetlocaties

3.2 Meetdagen

Er zijn 6 testvluchten uitgevoerd, verdeeld over 4 meetdagen met ochtend en middagvluchten. Omwille van de privacy van de bewoners die hun woningen beschikbaar gesteld hebben zijn de resultaten per woningtype in dit rapport geanonimiseerd.

Bij iedere test is een woning meerdere keren overvlogen, waarbij de eerder beschreven soorten overvluchten (vlucht rechtdoor, klimvlucht en bocht) op diverse hoogtes zijn uitgevoerd. Figuur 4 toont ter illustratie een deel van de vliegroutes tijdens de testvlucht over Molenschot (locatie F).



Figuur 4: Voorbeeld vliegp patronen test vlucht, bron: globe.adsbexchange.com

Tijdens de meetdagen zijn de rattle beoordelingen van de waarnemers en de waargenomen piekniveaus geregistreerd. Daarnaast zijn de resultaten van de geluidmetingen opgeslagen. Appendix E geeft een overzicht van alle waarnemingen die gedurende de verschillende testvluchten verzameld zijn.

Tijdens sommige testvluchten kwam het voor dat de bewolking gedurende een deel van de vlucht te laag was waardoor een aantal hoge vluchten (die bedoeld waren om overvluchten met lage geluidniveaus te testen) niet volgens het vliegplan konden worden uitgevoerd. In voorkomende gevallen werd het programma vervolgd met de lagere (luidere) vluchten die wel mogelijk waren. Uiteindelijk konden op een later moment de passages op grotere hoogte alsnog uitgevoerd worden. Deze andere volgorde heeft geen invloed op het invullen van de beoordeling van de waarnemers. Zij kregen per vlucht het juiste passagenummer waaraan ze de belevingsbeoordeling konden koppelen, zodat de juiste beoordeling is gekoppeld aan de juiste passage.

In een aantal gevallen was het, als gevolg van hardnekkige bewolking, niet mogelijk om alle hoge vluchten met lage geluidniveaus alsnog op de geplande hoogte uit te voeren. In deze gevallen zijn de vluchten op een zo groot mogelijke hoogte uitgevoerd, waarbij de laagst geteste geluidniveaus meestal hoger zijn uitgevallen dan gepland. In deze gevallen is wel gecontroleerd of in die gevallen geen sprake was van rattle. Met andere woorden: als er bij een woning sprake was van rattle, dan is de ondergrens van deze rattle altijd in kaart gebracht. Appendix E geeft een volledig overzicht van het bereik van de onderzochte piekniveaus.

Tot slot kwam het soms voor dat een specifieke passage luider of stiller was dan gepland. In dat geval werd de passage op enig moment herhaald met een gewijzigde hoogte zodat het gemeten geluidniveau dichterbij de buurt kwam van het geplande geluidniveau.

Hieronder volgt een beschrijving van de 4 meetdagen.

Meetdag 1

De eerste meetdag was oorspronkelijk gepland op 12 oktober, maar deze is vooraf afgelast in verband met de weersverwachting. Twee dagen later, op donderdag 14 oktober 2021 heeft daarna de eerste testdag plaatsgevonden in Gilze. Er waren 2 meetsessies gepland en deze zijn beide uitgevoerd. In de ochtend is een testvlucht uitgevoerd bij de woning op locatie A en in de middag bij locatie B (zie Figuur 3 voor de ligging van de woningen en Appendix A voor nadere informatie over de woningen A t/m F).

Gedurende de ochtendsessie lag de temperatuur tussen de 12 en 14 graden, bedroeg de windsnelheid rond de 3 m/s en was er sprake van lage bewolking.

Tijdens de middagsessie lag de temperatuur tussen de 15 en 16 graden, was de windsnelheid ongeveer 5 m/s en was er afwisselend sprake van lage en hoge bewolking.

Meetdag 2

De tweede meetdag vond plaats op dinsdag 2 november 2021 in Gilze en Hulten. De ochtendsessie voor de woning op locatie E in Gilze kon vanwege zeer laag hangende bewolking niet door gaan. Deze sessie is ingehaald op donderdag 11 november.

De middagsessie voor locatie C in Hulten is volgens planning uitgevoerd, de bewolking hing in de middag minder laag. Tijdens de middagsessie lag de temperatuur tussen 9 en 10 graden, lag de windsnelheid rond de 3-4 m/s en was er afwisselend sprake van lage bewolking.

Meetdag 3

De derde meetdag was op donderdag 11 november in Gilze. In de ochtend vond een testvlucht plaats bij locatie D in Gilze en in de middag bij locatie E in Gilze.

Gedurende de ochtendsessie lag de temperatuur tussen de 8 en 9 graden, varieerde de windsnelheid tussen de 5 en 6 m/s en was er sprake van lage bewolking.

Tijdens de middagsessie lag de temperatuur rond de 11 graden, de windsnelheid tussen de 2 en 4 m/s en was sprake van lage bewolking.

Meetdag 4

De vierde en laatste meetdag vond plaats op vrijdag 21 januari 2022 in Molenschot.

Op deze dag vond één testsessie plaats op locatie F in Molenschot. De temperatuur lag tussen de 4 en 5 graden, de windsnelheid lag rond de 3-4 m/s en alleen aan het einde van de sessie was er sprake van lage bewolking, waarbij het helemaal aan het einde begon te regenen.

3.3 Nabesprekingen

Bij de nabesprekingen zijn de volgende operationele bijzonderheden besproken:

- Laaghangende bewolking maakte het soms lastig om de laagste geluidniveaus te testen en/of zorgden ervoor dat het testprogramma in een iets andere volgorde moest worden uitgevoerd. Er is hierbij overwogen om vooraf strenger te selecteren op weersverwachting, maar uiteindelijk is besloten de testen zo veel mogelijk door te laten gaan, met het risico dat later delen ingehaald zouden moeten worden.
- De exacte testlocatie bleek voor de vliegers soms lastig te zien. Dit is opgelost door een extra luchtfoto toe te voegen aan het testplan.
- De oorspronkelijk geplande vluchtduur van 90 minuten bleek in praktijk krap. Hoewel de tijd op zich voldoende was voor het testprogramma, ging in praktijk ook tijd verloren door het wachten op kruisend vliegverkeer. De latere vluchten zijn daarom verlengd naar een (maximale) vluchtduur van 120 minuten.
- Tijdens één van de testen was sprake van een algemene telecomstoring, die de communicatie tussen testleider en waarnemers bemoeilijkte. Dit is opgelost door over te schakelen op het wifi-netwerk van de bewoners.
- Er waren problemen met de radioverbinding tussen de testlocatie en de helikopter op bepaalde locaties. Dit is waar nodig opgelost door de communicatie via de verkeersleiding te laten verlopen.

Na afloop van de laatste testdag is geen nabespreking meer gehouden. De communicatie tussen helikopter en de grond was die dag uitstekend, waarbij er alle gelegenheid was om bijzonderheden direct te melden. Daarnaast liep de test voorspoedig, tot het moment dat een regenbui de test beëindigde. Hierdoor kon uiteindelijk één geplande passage niet meer gevlogen worden. Wel zijn er voldoende passages uitgevoerd om ook voor deze woning de ondergrens van de rattle in kaart te brengen.

4 Analyse van de meetresultaten

Na afloop van iedere test zijn de waarnemingen gedigitaliseerd (zie Appendix E) en vervolgens gecontroleerd op consistentie. Hierbij is gecontroleerd of de passagetijden en passagenummers van zowel de waarnemers als de testleider bij elkaar horen. Op deze manier wordt verzekerd dat de waarnemingen juist gekoppeld worden aan de geluidmetingen.

Vervolgens is gecontroleerd of de tijdens de test genoteerde piekniveaus overeenkwamen met de meetgegevens die op de geluidmeter zijn opgeslagen. Hiermee is gecontroleerd of het genoteerde piekniveau ook daadwerkelijk het maximale opgetreden geluidniveau was voor de desbetreffende passage. Indien nodig is het genoteerde piekniveau vervangen door het geregistreerde piekniveau.

Tenslotte zijn de waarnemingen en geluidmetingen geanalyseerd. De resultaten van deze analyses komen in dit hoofdstuk aan bod. Alvorens de resultaten te bespreken geeft paragraaf 4.1 een korte samenvatting van de analyse van rattle uit het eerdere onderzoek. De toen gevolgde aanpak is de basis voor de analyses in dit rapport. Daarna volgen de analyses van de resultaten.

Appendix E geeft een volledig overzicht van alle resultaten van het onderzoek, inclusief alle gemeten piekniveaus en rattle beoordelingen van de waarnemers per woning en per passage.

4.1 Toelichting bij resultaten eerder onderzoek naar rattle

Zoals toegelicht in de inleiding, heeft dit onderzoek tot doel om één van de conclusies uit een eerder onderzoek (Ref. 1) in de praktijk te toetsen. Hieronder volgt een korte toelichting bij de conclusies uit dat onderzoek die voor dit onderzoek het meest relevant zijn. Appendix C geeft meer informatie over de conclusies uit het eerdere onderzoek.

De volgende twee vragen en antwoorden zijn het meest relevant voor dit onderzoek:

- *Vanaf welke geluidniveaus treedt rattle op, en in welk type woningen is rattle te verwachten?*

Kort antwoord: vanaf 75 dB(A) voor rattle gevoelige woningen (zie Appendix C voor het volledige antwoord).

- *Leidt het optreden van rattle tot een toename in de geluidhinder?*

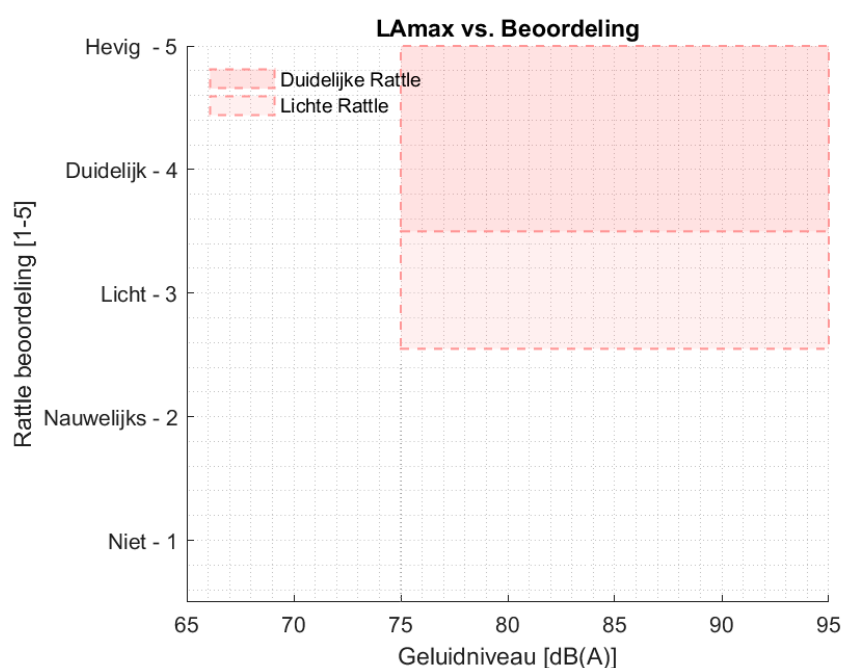
Kort antwoord: ja, de toename in hinder in de situatie waarbij minstens lichte trillingen en/of rattle (niveau 3) optreden, is equivalent aan een verhoging van het geluidniveau van vliegtuigen met 2,5 dB(A) in vergelijking met de situatie waarbij geen lichte trillingen en/of rattle optreden.

De hindertoename is 5,5 à 6 dB(A) wanneer er minimaal sprake is van duidelijke rattle (niveau 4). Hierbij gaat het dus om situaties met duidelijke of hevige rattle.

Op basis van het bovenstaande is door Defensie besloten om bij het vaststellen van woningen die in aanmerking komen voor rattle maatregelen een rattle toeslag toe te passen van 6 dB(A) voor geluidniveaus vanaf 75 dB(A).

De analyses van de testvluchten zijn gebaseerd op de aanpak van het eerdere onderzoek. Figuur 5 toont twee rattle gebieden vanaf 75 dB(A), het bovenste gebied voor duidelijke (en eventueel hevige rattle) en het onderste gekleurde gebied voor lichte rattle. Dit bovenste gebied betreft het gebied waar sprake is van een hindertoename gelijk aan een toename van 6 dB(A) van het geluidniveau. In het onderste, lichtrode, gebied is sprake van een hindertoename passend bij een toename van het geluidniveau met 2,5 dB(A). Het gebied is weergegeven vanaf 75 dB(A) omdat dit de grens is die bij het eerdere onderzoek gevonden is.

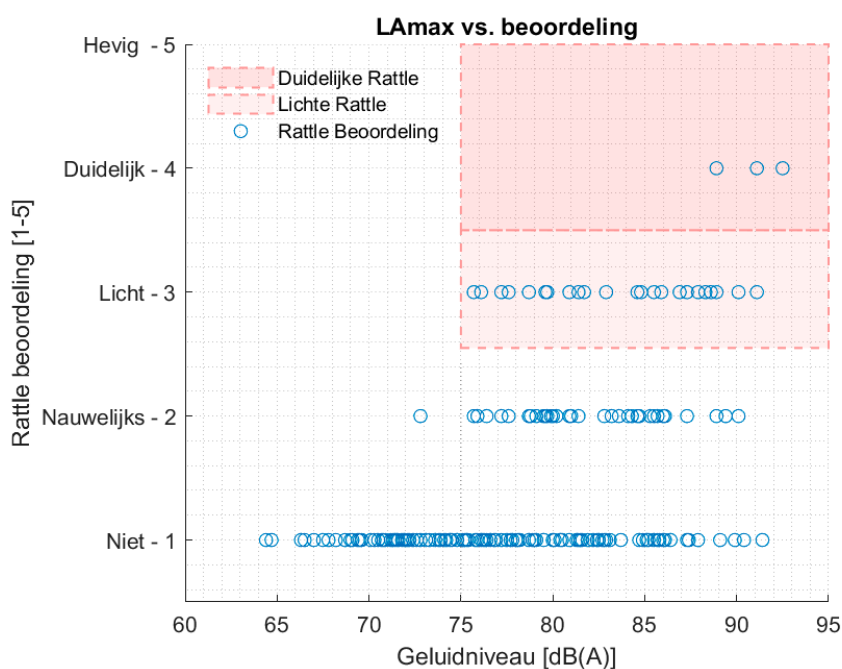
In de volgende paragraaf worden de beoordelingen van de twee waarnemers bij de testvluchten toegevoegd aan deze figuur.



Figuur 5: Toelichting Rattle beoordeling

4.2 Rattle beoordelingen

Zoals beschreven in paragraaf 2.3.2 konden de twee waarnemers per helikopterpassage op een 5-puntsschaal aangeven welk rattle niveau overeenkwam met hun beleving. Figuur 6 geeft een overzicht van alle geregistreerde waarnemingen, waarbij de waarnemingen zijn toegevoegd aan Figuur 5 (zie paragraaf 4.1 voor een nadere toelichting). In de figuur staan de rattle beoordelingen van de beide waarnemers uitgezet tegen de gemeten piekniveaus per passage voor alle passages bij alle 6 typen woningen. In totaal betreft dit 364 waarnemingen.



Figuur 6: Geregistreerde rattle beoordeling en geluidniveaus, van alle passages, alle woningen en beide waarnemers

Passages met maximale geluidniveaus minder dan 75 dB(A) zijn door beide waarnemers op één geval na beoordeeld als niet waarneembaar (niveau 1). In de hele studie is 1 passage door 1 waarnemer als nauwelijks waarneembaar geregistreerd (niveau 2) bij een geluidwaarde onder de 75 dB(A), door de andere waarnemer is deze vlucht als niet waarneembaar (niveau 1) beoordeeld. Ook bij niveaus van meer dan 75 dB(A) kan sprake zijn van niet waarneembare rattle of nauwelijks waarneembare rattle. In paragraaf 4.3 wordt nader toegelicht in hoeverre het woningtype en de vluchtsoort hier een effect op hebben. De beoordeling “duidelijke” rattle is de hoogste beoordeling die door de waarnemers is gegeven tijdens de testvluchten, de beoordeling “hevige” rattle is niet gegeven.

Figuur 6 laat zien dat bij geluidniveaus hoger dan 75 dB(A) lichte rattle (niveau 3) kan optreden. Duidelijke rattle is in een beperkt aantal gevallen waargenomen vanaf een niveau van 89 dB(A). Daarmee geven de resultaten uit deze studie geen aanleiding om de rattlegrenzen van 75 dB(A) te verlagen.

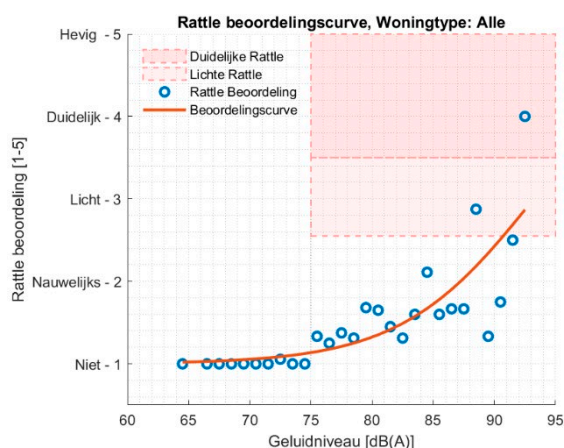
Op basis van de resultaten zou de rattlegrenzen eventueel wel aangepast kunnen worden, in de zin dat eerst bij 75 dB(A) een beperkte toeslag van +2,5 dB wordt toegepast en pas vanaf een hoger niveau de hogere toeslag van 6 dB zou gelden. Omdat Defensie echter vooraf heeft aangegeven dat dit onderzoek niet zou leiden tot een bijstelling naar boven, is dit niet aan de orde.

4.3 Rattle beoordeling per woningtype en per vluchtsoort

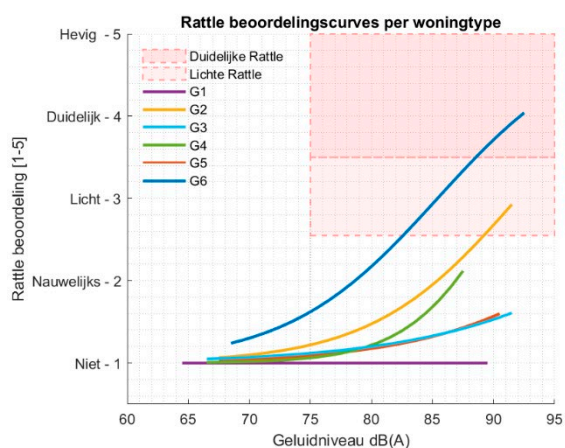
Deze paragraaf geeft nader inzicht in de mate van rattle voor verschillende woningtypen en vluchtsoorten. Deze analyses zijn bedoeld om voor meer inzicht te krijgen in het fenomeen rattle. De beantwoording van hoofdvragen is volledig gebaseerd op de resultaten zoals deze in de vorige paragraaf gepresenteerd zijn.

In staan per geluidniveau de gemiddelde rattle beoordelingen (de blauwe cirkels). Hierin zijn per dB(A) waarde op de x-as de rattle niveaus uit het onderzoek gemiddeld. Doordat per dB(A) waarde 1 gemiddelde is bepaald, zijn minder cirkels te zien dan in Figuur 6 waarin alle waarnemingen staan. Na het bepalen van een gemiddelde beoordeling per dB(A) waarde, is een curve bepaald (rode lijn). Deze curve is gebaseerd op de gemiddelde beoordeling per geluidniveau, zoals weergegeven met de blauwe cirkels en geldt voor alle woningen gezamenlijk.

Deze zelfde analyse is ook uitgevoerd per woning. Dit resulteert in curves die de gemiddelde beoordeling als functie van het geluidniveau laten zien voor elke woning. De resultaten van deze analyse staan in Figuur 7.



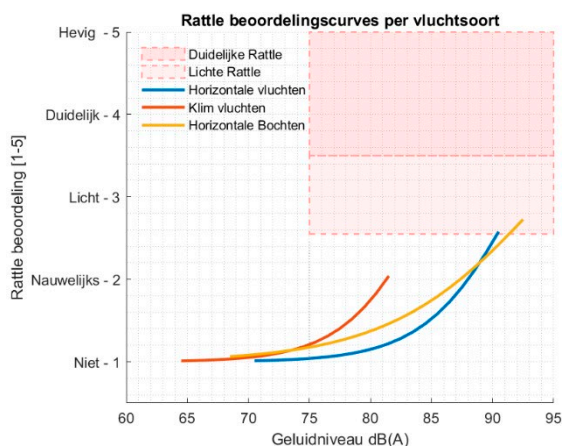
Figuur 8: Gemiddelde rattle beoordelingen en beoordelingscurve voor alle woningtypen



Figuur 7: Rattle beoordelingscurves per woningtype

Figuur 8 laat zien dat de rattle gevoeligheid tussen de woningtypes verschilt. Bij de minst rattle gevoelige woning (paarse lijn) zijn door de waarnemers bij geen enkele passage rattle of voelbare trillingen waargenomen. In de meest rattle gevoelige woning (donkerblauwe lijn) werd rattle duidelijk waargenomen (tot niveau 4). De verschillen tussen de lijnen tonen aan dat verschillende woningen in andere mate gevoelig kunnen zijn voor het optreden van rattle. Dit is in lijn met het eerdere onderzoek waaruit ook bleek dat de mate waarin rattle optrad verschilde per woning. Hierbij wordt opgemerkt dat de mate waarin rattle optreedt niet alleen afhankelijk hoeft te zijn van het type woning, maar dat ook de inrichting hierbij een rol kan spelen omdat hoorbare rattle veroorzaakt kan worden door losstaande objecten.

Tot slot zijn ook curves bepaald die laten zien in hoeverre de mate van rattle varieert afhankelijk is van de vluchtsoort. Figuur 9 toont deze curves voor horizontale vluchten, klimvluchten en horizontale bochten, waarbij alle waarnemingen in alle zes de woningen gebruikt zijn.



Figuur 9: Rattle beoordelingscurves per type vlucht

Figuur 9 laat zien dat de curves verschillen voor de diverse vluchttypes. Onder de 75 dB(A) lopen de lijnen vrij dicht bij elkaar. Dit komt doordat de waarnemers bij deze waarden vrijwel geen rattle hebben waargenomen. Daarnaast liggen de lijnen voor de horizontale vluchten met en zonder bocht ook relatief dicht bij elkaar.

De lijn voor klimvluchten verschilt meer van de andere twee lijnen en geeft gemiddeld een hogere mate van rattle dan de andere lijnen bij dezelfde piek. Ook is te zien dat deze lijn stopt bij 81 dB(A). De reden hiervoor is dat de helikopter bij het klimmen – bij dezelfde vlieghoogte - stiller is dan tijdens een horizontale vlucht of een bocht. Het is daardoor niet mogelijk om, met inachtneming van de minimale vlieghoogte, hele hoge geluidniveaus te genereren met een klimmende helikopter.

4.4 Overige effecten

In deze paragraaf worden andere aspecten meegenomen die in dit onderzoek aan bod zijn gekomen, naast rattle. Hierbij gaat het om waargenomen trillingen en andere opmerkingen die zijn gemaakt door de waarnemers.

Door de waarnemers is tijdens de testen niet alleen de mate van rattle beoordeeld, maar ook de mate van voelbare trillingen. Ook hiervoor konden 5 niveaus worden gekozen, namelijk: niet, nauwelijks, licht, duidelijk en hevig waarneembaar. Over het algemeen waren de beoordelingen van de voelbare trillingen “niet waarneembaar” of “nauwelijks waarneembaar”.

Alleen voor de meest rattle gevoelige woning zijn door 1 waarnemer bij 1 passage “licht” waarneembare trillingen (niveau 3) geconstateerd. Bij de betreffende passage werd ook “licht” waarneembare rattle geconstateerd. Tijdens de betreffende passage bedroeg het piekniveau 89 dB(A). De andere waarnemer beoordeelde de trilling als “nauwelijks waarneembaar” en de rattle ook als “licht”.

In relatie tot het eerdere hinderonderzoek geldt dat op het moment dat er (ook) rattle op een locatie optrad, niet de beoordeling van de trilling, maar de rattle-beoordeling leidend was voor de evaluatie (zie ook Appendix C). Omdat in de hierboven benoemde situatie naast voelbare trillingen ook sprake was van hoorbare rattle, is deze waarneming van de trilling vanuit de systematiek van het originele onderzoek niet maatgevend. Afgezien daarvan was het enige en

daarmee laagste niveau waarbij sprake was van minstens lichte trillingen met 89 dB(A) ook ruim boven de 75 dB(A). Ook vanuit die optiek geeft deze waarneming geen aanleiding om de grens van 75 dB(A) aan te passen.

Tot slot hebben beide waarnemers tijdens de testen zichtbare trillingen van ramen en/of gordijnen waargenomen. Bij diverse passages zijn deze visuele waarnemingen toegevoegd als opmerking naast de beoordelingen van de mate van rattle en trillingen. Deze aanvullende opmerkingen zijn opgenomen in Appendix E.

5 Conclusies

Het doel van dit onderzoek was het beantwoorden van de vragen zoals geformuleerd in de inleiding.

Vraag 1: Klopt het uitgangspunt dat rattle pas optreedt bij passages van een Chinook met een piekniveau van 75 dB(A) of hoger?

Antwoord: dat klopt.

Toelichting: uit de analyses van de geluidmetingen en de beoordelingen van de waarnemers blijkt dat geen lichte tot hevige rattle wordt waargenomen bij piekniveaus van minder dan 75 dB(A). Bij piekniveaus vanaf 75 dB(A) treedt soms rattle op.

Vraag 2: Is er een reden om de waarde van 75 dB(A) voor het type woningen rond de vliegbasis Gilze-Rijen aan te passen?

Antwoord: de onderzoeksresultaten geven daar geen reden voor.

Toelichting: omdat geen lichte tot hevige rattle is waargenomen bij niveaus van minder dan 75 dB(A) en omdat geen sprake is van een eventuele verhoging van deze grenswaarde, geeft dit onderzoek geen aanleiding om deze waarde aan te passen.

Naast bovenstaande antwoorden op de hoofdvragen laat deze studie het volgende zien:

- De mate waarin rattle wordt waargenomen verschilt voor de diverse onderzochte woningtypes. Deze conclusie is in lijn met eerder onderzoek naar het optreden van rattle.
- De mate van rattle varieert voor horizontale vluchten met en zonder bocht op een vergelijkbare manier als functie van het gemeten piekniveau. Bij klimvluchten ontstaat bij lagere geluidniveaus rattle dan bij horizontale vluchten met en zonder bocht. Hier staat tegenover dat een klimvlucht, bij vergelijkbare vlieghoogte, ook stiller is dan de andere twee types overvluchten.

6 Referenties

1. G.D.R. Zon en S.A. Janssen, Een onderzoek naar de rol van "rattle noise" bij hinder door helikoptergeluid – Publieksrapport, NLR-CR-2016-167, juni 2016.
2. T.A. van Veen, S.J. Heblj, S.A. Janssen en D. Kaptein, Een onderzoek naar de rol van "rattle noise" bij hinder door helikoptergeluid, NLR-CR-2014-392, april 2015.
3. S.J. Heblj en R.H. Hogenhuis, *Plan van Aanpak Rattle Metingen*, NLR-Memorandum AOEP-2021-025, juli 2021.
4. H. Zmarrou, S. Janssen, A. Koopman, T. van Veen, J. van 't Hof, Literatuurstudie "Rattle Noise" van helikopters. TNO 2013 R10188, 2013.
5. S.J. Heblj, A. Koopman, R.H. Hogenhuis, J. van 't Hof en A.R. Eisses. Mogelijke gebouwschade ten gevolge van helikoptervliegen – Toetsing trillingsmetingen aan SBR-richtlijn. NLR-CR-2011-457, 2011.
6. A.R. Eijsses, plan voor metingen t.b.v. aandachtsgebied rattle noise (concept), TNO notitie, 14 januari 2021.

Appendix A Overzicht van onderzochte woningen

Voor dit onderzoek zijn testvluchten uitgevoerd bij 6 woningen. Deze appendix geeft een overzicht van deze woningen. De woningen zijn door TNO in overleg met de auditcommissie en gemeente geselecteerd en representeren een bepaald type woning dat voorkomt in de omgeving van de vliegbasis. Ook de omschrijving van het type is afkomstig uit een inventarisatie door TNO [Ref. 6]. De exacte adressen zijn bekend bij de Defensie en betrokken partijen.

Appendix A.1 Woning locatie A

Dit betreft een oudere, vrijstaande woning (bouwjaar vóór 1930²) met houten vloeren en groot dakoppervlak bestaande uit houten dakbeschot met dakpannen.



Figuur 10: Woning locatie A (bron: ref. 6)

Appendix A.2 Woning locatie B

Dit betreft een relatief nieuwe vrijstaande woning (bouwjaar na 1980) met betonnen vloeren en platte, betonnen dakconstructie, met groot glasoppervlak (in Figuur 11 in de gevel aan de andere woningzijde).



Figuur 11: Woning locatie B (bron: ref. 6)

² De bouwperiode 'voor 1930' is in lijn met de informatie die NLR heeft ontvangen over de geselecteerde woningen. Formeel is het bouwjaar van de geselecteerde woning echter 1947. Het oorspronkelijk gebouw is in 1922 gebouwd. Nadat dit gebouw in 1944 is verwoest, is het vervolgens 1947 herbouwd.

Appendix A.3 Woning locatie C

Dit betreft een relatief nieuwe woning (bouwjaar na 1980) met klein glasoppervlak, betonnen vloeren en pannendak op houten dakbeschot.



Figuur 12: Woning locatie C (bron: ref. 6)

Appendix A.4 Woning locatie D

Dit betreft een woning met bouwjaar tussen 1930 en 1945 met houten vloeren, erker(s), eventueel glas in lood, houten vloeren, relatief klein glasoppervlak en pannendak op houten dakbeschot.



Figuur 13: Woning locatie D (bron: ref. 6)

Appendix A.5 Woning locatie E

Dit betreft een woning met bouwjaar tussen 1945 en 1960 met betonnen vloer op de begane grond en houten vloer(en) op de eerste (en eventueel tweede) verdieping en pannendak op houten dakbeschoot.



Figuur 14: Woning locatie E (bron: ref. 6)

Appendix A.6 Woning locatie F

Dit betreft een woning waarvan de kozijnen van de begane grond doorlopen naar de eerste verdieping. Deze woning is een vervangende woning voor de eerder door TNO geselecteerde woning en heeft bouwjaar 1967.

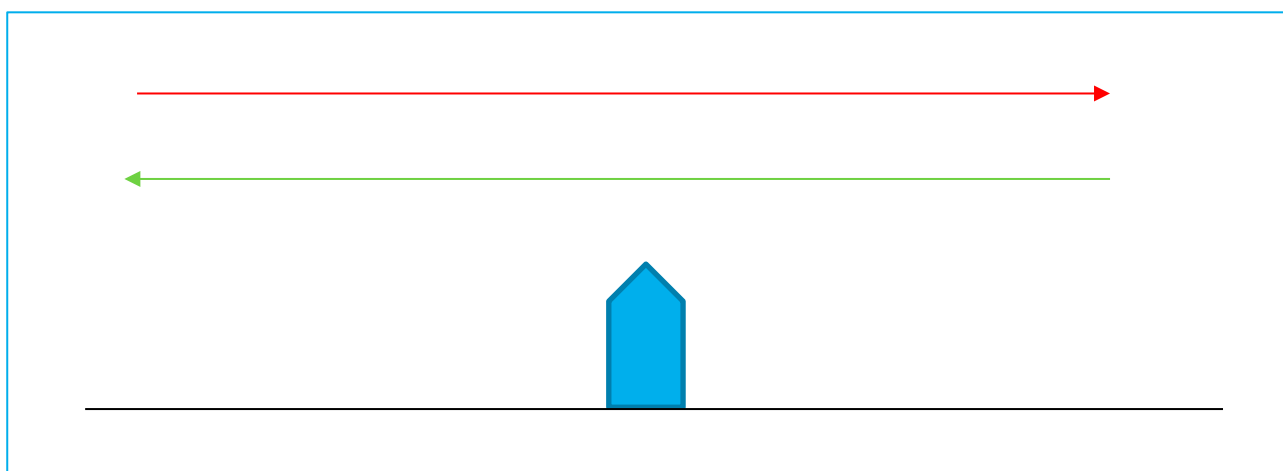


Figuur 15: Woning locatie F (bron: Google Streetview)

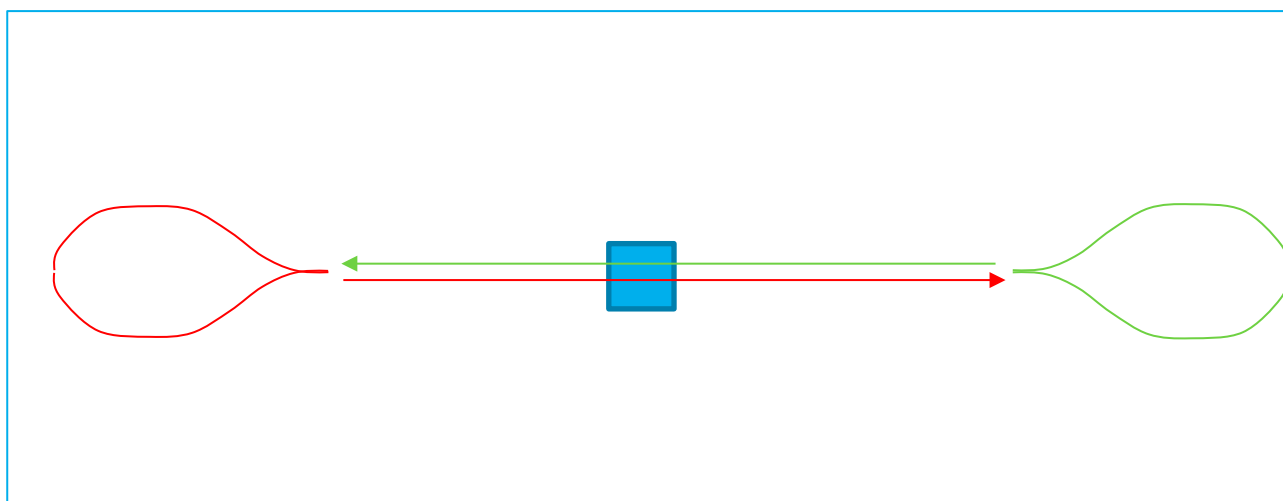
Appendix B Vliegpatronen

Appendix B.1 Horizontale overvlucht

Bij de horizontale overvlucht wordt heen en weer gevlogen over de meetlocatie. Op voldoende afstand van de meetlocatie (30 seconden na passage) wordt gekeerd met behulp van een teardrop. Daarbij wordt tevens de juiste aanvlieghoogte voor de volgende passage aangenomen. Een zijaanzicht en bovenaanzicht zijn opgenomen in Figuur 16 en Figuur 17.



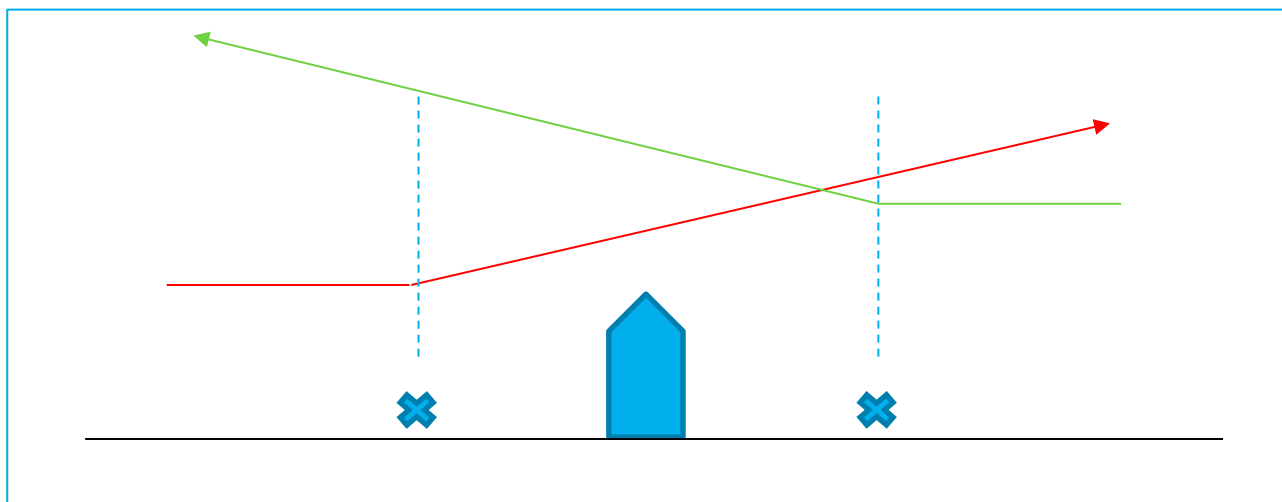
Figuur 16: zijaanzicht horizontale overvlucht: heen en weer op verschillende vlieghoogtes



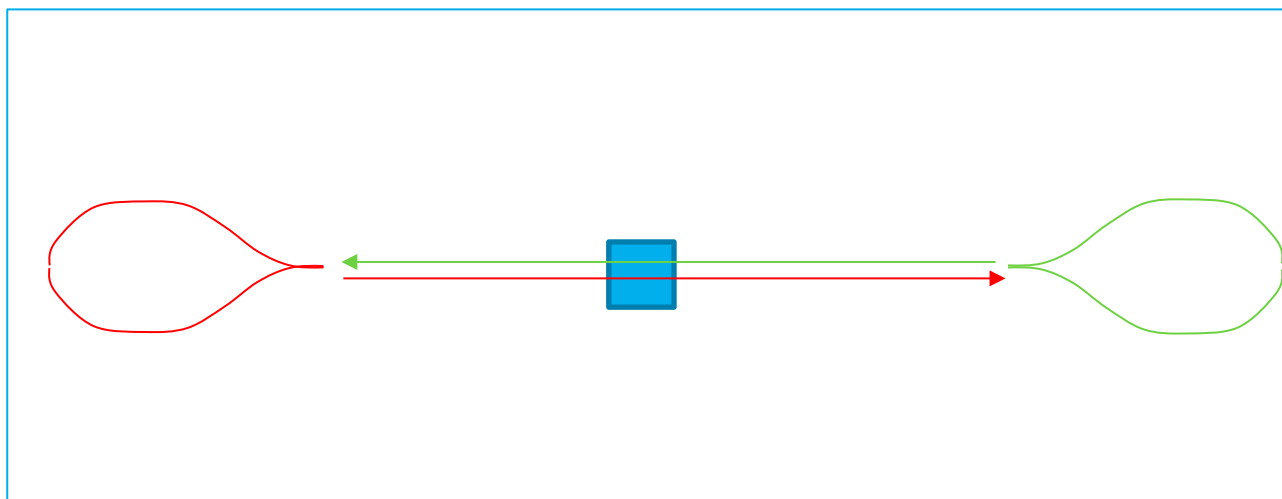
Figuur 17: bovenaanzicht horizontale overvlucht: heen en weer over de meetlocatie, keren met teardrop

Appendix B.2 Klimvlucht

Bij de klimvlucht wordt, net als bij de horizontale overvlucht, de meetlocatie afwisselend vanaf beide zijdes benaderd. Op een vaste afstand tot de meetlocatie wordt een klimvlucht met een vaste baanhoek ingezet. Door de aanvlieghoogte te variëren wordt de overvlieghoogte op de testlocatie gevarieerd. Op voldoende afstand van de meetlocatie (30 seconden na passage) wordt gekeerd met behulp van een teardrop. Bij het keren wordt tevens weer gedaald naar de juiste vlieghoogte voor de volgende passage.



Figuur 18: zijaanzicht klimvlucht: aanvliegen op verschillende hoogtes en op een vaste afstand beginnen met klimmen

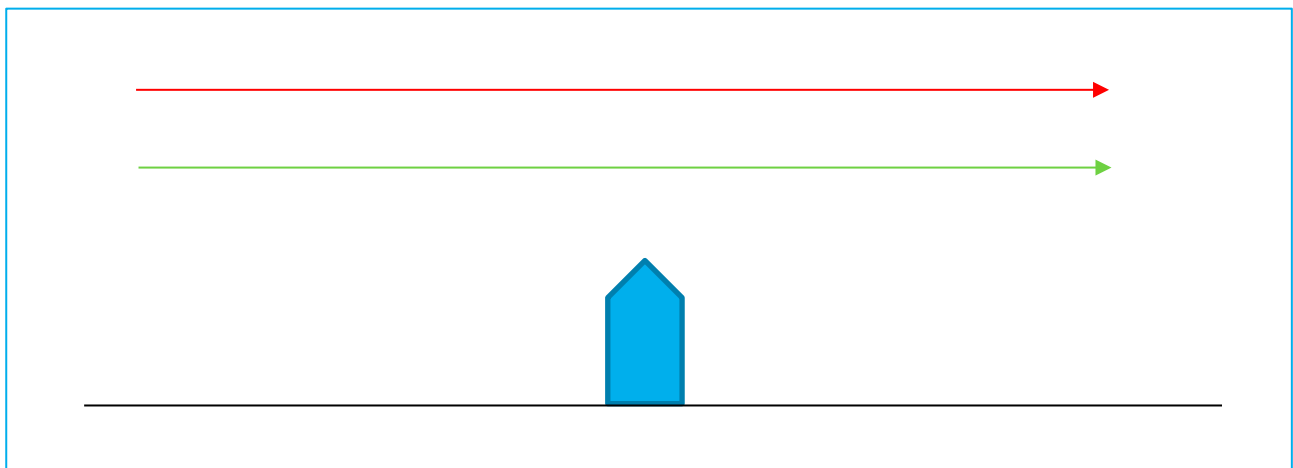


Figuur 19: bovenaanzicht klimvlucht: heen en weer over de meetlocatie, keren met teardrop

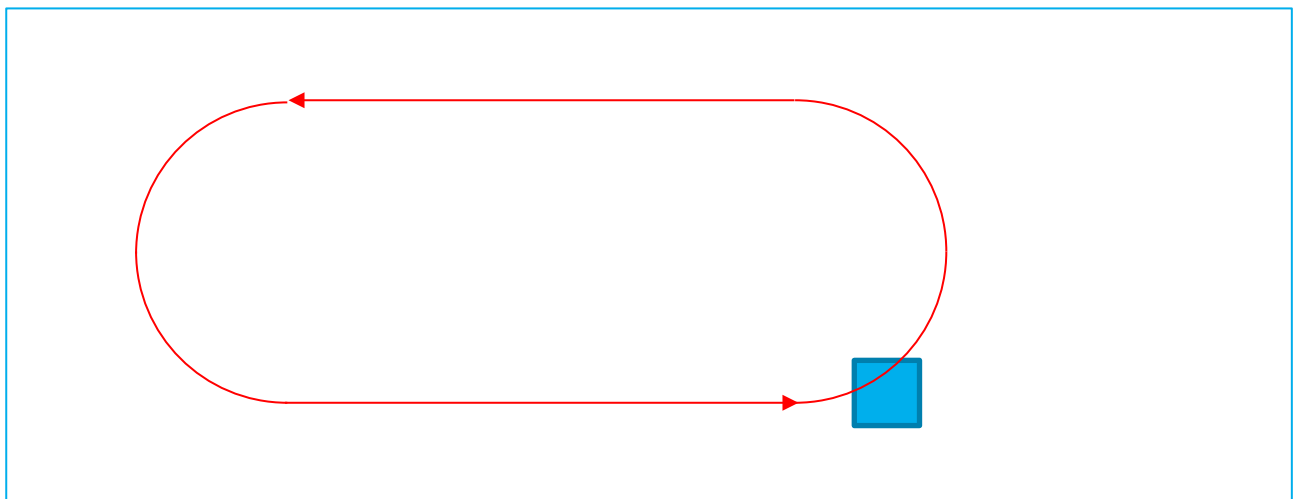
Appendix B.3 Horizontale bocht

Bij de horizontale bocht wordt voor de meetlocatie langs een bocht van 180 graden gedraaid, waarbij vlak voor de meetlocatie de bocht wordt ingezet. Na het afronden van de 180 graden bocht vliegt de helikopter 30 seconden weg van de meetlocatie, om vervolgens met een tweede 180 graden bocht weer terug te keren. Vlak voor en/of tijdens deze tweede bocht wordt de juiste hoogte voor de volgende passage aangenomen.

De horizontale bocht is op alle meetlocaties in twee varianten uitgevoerd: linksom aan één zijde van het huis en rechtsom aan de andere zijde van het huis.



Figuur 20: zijaanzicht: op verschillende hoogtes over (langs) de meetlocatie



Figuur 21: bovenaanzicht: vlak vóór de meetlocatie het aanvangen van de bocht. De bocht aan de andere zijde van de woning is in dit figuur niet weergegeven

Appendix C Conclusies eerder rattle onderzoek

Deze appendix geeft allereerst de conclusies uit het rapport *Een onderzoek naar de rol van "rattle noise" bij hinder door helikoptergeluid* (ref. 2). Aspecten uit de conclusies van het onderzoek uit 2014 die van belang zijn voor de analyse van de resultaten van de testvluchten zijn dikgedrukt.

- Vanaf welke geluidniveaus treedt rattle op, en in welk type woningen is rattle te verwachten?*

In het onderzoek bleek rattle met name op te treden in een vooroorlogs type woning met sommige ramen in losse sponningen, waar **duidelijke rattle en trillingen** werden opgewekt door helikopterfragmenten met een $L_{A,max}$ op de gevel **vanaf 75 dB**. In een woning met naoorlogse bouwkenmerken, die vooraf als rattle-gevoelig was aangemerkt, werden echter alleen af en toe lichte trillingen opgewekt door de luidste helikopterfragmenten, namelijk bij $L_{A,max}$ op de gevel boven 80 dB. In een derde, goed geïsoleerde modernere woning traden vrijwel geen rattle of trillingen op ten gevolge van de geluidfragmenten.
- Leidt het optreden van rattle tot een toename in de geluidhinder?*

Ja, de toename in hinder in de situatie waarbij minstens **lichte trillingen en/of rattle** optreedt, is equivalent aan een **verhoging** van het geluidniveau van vliegtuigen met **2.5 dB** in de situatie waarbij geen lichte trillingen en/of rattle optreedt. Deze toename is **5.5 à 6 dB** wanneer er sprake is van **duidelijke rattle**. Deels was deze toename in geluidhinder (binnenshuis) echter veroorzaakt door een verminderde geveldemping van het helikoptergeluid ten opzichte van het vliegtuiggeluid in die situaties waar tevens rattle optreedt.
- Met hoeveel decibel moet het geluidniveau $L_{A,max}$ van Chinooks bij het optreden van rattle worden gecorrigeerd vanwege de extra hinder ten opzichte van vliegtuiggeluid?*

Voor regelgeving wordt op basis van de resultaten een hindertoeslag van maximaal 6 dB op de $L_{A,max}$ geluidniveaus aanbevolen voor helikoptergeluid dat gepaard gaat met duidelijke rattle (ten opzichte van vliegtuiggeluid). Dit roept de vraag op wat de criteria moeten zijn voor het toepassen van een eventuele hindertoeslag. Het meest voor de hand liggend is het overschrijden van een zekere $L_{A,max}$ waarde waarboven de kans op rattle of trillingen door helikoptergeluid groot is en er dus gecorrigeerd kan worden voor de extra ondervonden hinder.

Hieronder is een gedeelte geciteerd uit het onderzoeksrapport (ref. 2) over de wijze waarop rattle geëvalueerd en genoteerd werd:

De mate van rattle is tijdens de testen bijgehouden door de proefleider (zie paragraaf 5.1). Dit is gedaan om in de verdere analyses na te kunnen gaan of het waarnemen van rattle, naast de relatieve geluidniveaus van de helikopter- en vliegtuigfragmenten, de kans verhoogt dat helikoptergeluid als meest hinderlijk wordt ervaren. Wanneer er geen sprake was van hoorbare rattle, noteerde de proefleider in welke mate trillingen voelbaar waren. Wanneer er wel sprake was van hoorbare rattle (alleen Den Helder1) is de mate van rattle en trillingen apart gescoord, maar zijn de scores voor noise gebruikt voor de evaluatie.

Appendix D Toelichting invulformulier waarnemers

Deze appendix toont de toelichting die de waarnemers tijdens de testvluchten kregen bij het formulier waarop ze hun waarnemingen invulden.

De helikopter zal straks ongeveer 30-40 keer langs of over de meetlocatie vliegen. Bij elke helikopterpassage wordt u gevraagd rattle (hoorbare trillingen) en voelbare trillingen (met name van de vloer en eventueel een tafelblad) te beoordelen. Hierbij is het van belang om zelf zo stil mogelijk te zijn, aandachtig te luisteren en de voeten op de vloer te houden.

Het ID nummer van de huidige passage wordt weergegeven op het scherm. Hierbij wordt ook de actuele tijd getoond. Wacht per passage tot de piek in geluid/rattle/trillingen is geweest en schat de piektijd (\pm 20 seconden nauwkeurig is voldoende), en beoordeel de rattle en de voelbare trillingen.

De beoordeling van de rattle en de trillingen wordt uitgevoerd in lijn met de methode uit het originele hinderonderzoek, om hiermee deze resultaten bruikbaar te houden. Deze waarneming zal tot op zekere hoogte subjectief zijn. Om het zo objectief mogelijk te houden, is op basis van de ervaringen uit het originele onderzoek de volgende tabel samengesteld.

Niveau	Rattle	Trillingen
1 - Helemaal niet	Niet hoorbaar	Niet voelbaar
2 - Nauwelijks	Typisch heel kort (2 sec.) Hoorbaar bij aandachtig luisteren en stille kamer Helikopter zelf is (zeer) dominant	Kort Voelbaar bij aandachtig waarnemen Eventueel bij twijfel wel/niet
3 - Licht	Eenvoudig hoorbaar, maar niet dominant	Zonder problemen waar te nemen, maar licht.
4 - Duidelijk	Zeer goed hoorbaar, enigszins vergelijkbaar met helikopter	Duidelijk waarneembaar, ook tijdens andere bezigheden
5 - Hevig	Dominant ten opzichte van de helikopter. Indringend/mogelijk beangstigend (bv. bij dakpannen)	Zeer duidelijk, mogelijk beangstigend

Appendix E Volledig overzicht van meetresultaten en waarnemingen

In deze bijlage staan tabellen met de resultaten van dit onderzoek. De tabellen geven de volgende informatie:

- Code van de woning: elke van de zes onderzochte woningen had een eigen code (G1 tot en met G6).
- ID van de passage: elke passage had een uniek identificatie kenmerk: A1 t/m A10, B1 t/m B10, C1 t/m C5 en D1 t/m D5. Hierbij staat A voor de horizontale vluchten zonder bocht, B voor de klimvluchten, C voor de horizontale vluchten met bochten aan één kant van de woning en D voor de horizontale vluchten met bocht aan de andere kant van de woning. De cijfers worden gebruikt om verschillende passages te onderscheiden, waarbij de verschillende passages op verschillende hoogtes worden uitgevoerd om tot verschillende geluidniveaus te komen. De volgorde van de vlieghoogtes varieerde per testvlucht.
- Het gemeten piekniveau in dB(A). Hierbij gaat het om de waarde zoals achteraf bepaald op basis van de resultaten van de geluidmetingen (zie de inleiding van hoofdstuk 4 voor een toelichting).
- De door waarnemer 1 en 2 geregistreerde waarnemingen van zowel rattle als trillingen.
- Eventuele aanvullende opmerkingen van de waarnemers, die ze naast hun waarnemingen van rattle en trillingen hebben opgeschreven.

Testleider		Waarnemer 1				Waarnemer 2		
Woning Type	ID	Act (dB)	Rattle	Trillingen	Opmerkingen	Rattle	Trillingen	Opmerkingen
G1	A1	83	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	A2	88	1	2	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	A3	86	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	A4	82	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	A5	78	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	A6	75	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	A7	75	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	A8	80	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen, geluid duidelijker hoorbaar	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	A9	82	1	2	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	A10	86	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	B1	80	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	2	Raam en rolgordijn trillen
G1	B2	81	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	2	Raam en rolgordijn trillen
G1	B3	76	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	B4	76	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	B5	72	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen (zeer licht)	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	B6	71	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	B7	64	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen (zeer licht)	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	B8	65	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	B9	67	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	B10	71	1	2	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	C1	90	1	2	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	2	Raam en rolgordijn trillen
G1	C2	83	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	C3	77	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	C4	73	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	C5	73	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	D1	79	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	D2	78	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	D3	82	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	1	Raam en rolgordijn trillen
G1	D4	85	1	1	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	2	Raam en rolgordijn trillen
G1	D5	89	1	2	Glas (raam) en rolgordijnen bewegen	1	2	Raam en rolgordijn trillen

Testleider		Waarnemer 1			Waarnemer 2			
Woning Type	ID	Act (dB)	Rattle	Trillingen	Opmerkingen	Rattle	Trillingen	Opmerkingen
G2	A1	79	1	1	Visuele rattle van het glas	1	1	Glas beweegt
G2	A2	82	1	1		1	1	Glas beweegt
G2	A3	81	1	1		1	1	Glas beweegt
G2	A4	79	1	1		1	1	Glas beweegt
G2	A5	89	2	1		2	1	Glas beweegt
G2	A6	89	2	1		2	1	Glas beweegt
G2	A7	90	3	1		2	1	Glas beweegt
G2	A8	81	1	1		1	1	Glas beweegt
G2	A9	84	2	1		2	1	Glas beweegt
G2	A10	87	3	1		2	1	Glas beweegt
G2	B1	80	2	1		2	1	Glas beweegt
G2	B2	79	2	1		2	1	Glas beweegt
G2	B3	76	2	2	Het trillen komt voor de Chinook, het rattlen erna (soort voorkant/achterkant)	2	1	Glas beweegt
G2	B4	76	2	2	Enkel visueel bewegen ramen	2	1	Glas beweegt
G2	B5	74	1	1		1	1	Glas beweegt
G2	B6	71	1	1		1	1	Glas beweegt
G2	B7	68	1	1		1	1	Glas beweegt
G2	B8	69	1	1		1	1	Glas beweegt
G2	B9	71	1	1		1	1	Glas beweegt
G2	B10	72	1	1		1	1	Glas beweegt
G2	B11	75	1	1		1	1	Glas beweegt
G2	B12	74	1	1		1	1	Glas beweegt
G2	C1	76	1	1		1	1	Glas beweegt
G2	C2	76	1	1		1	1	Glas beweegt
G2	C3	80	1	1		1	1	Glas beweegt
G2	C4	80	2	1		2	1	Glas beweegt
G2	C5	87	3	2	Rattle/trillingen voor en na het overvliegen van de chinook	3	1	Glas beweegt
G2	D1	91	3	1		3	1	Glas beweegt
G2	D2	85	2	1		2	1	Glas beweegt
G2	D3	80	2	1		2	1	Glas beweegt
G2	D4	80	2	1		2	1	Glas beweegt
G2	D5	72	1	1		1	1	Glas beweegt

Testleider		Waarnemer 1			Waarnemer 2			
Woning Type	ID	Act (dB)	Rattle	Trillingen	Opmerkingen	Rattle	Trillingen	Opmerkingen
G3	A1	86	1	1		1	1	
G3	A2	85	2	2		2	1	
G3	A3	86	1	1		1	1	
G3	A4	80	1	1	ziet de ramen wel bewegen	1	1	
G3	A5	79	1	1		1	1	
G3	A6	72	1	1		1	1	
G3	A7	72	1	1		1	1	
G3	A8	73	1	2		1	1	
G3	A9	84	1	1	ziet de ramen wel bewegen	1	1	
G3	A10	84	2	2		2	2	
G3	B1	78	1	1		1	1	
G3	B2	80	2	1		2	2	
G3	B3	75	1	1		1	1	
G3	B4	76	2	2		2	2	
G3	B5	70	1	1		1	1	
G3	B6	76	1	1		1	1	
G3	B7	69	1	1		1	1	
G3	B8	75	1	1		1	1	
G3	B9	66	1	1		1	1	
G3	B10	73	1	1		1	1	
G3	B11	71	1	1		1	1	
G3	C1	86	3	2		3	2	
G3	C2	80	2	1		2	2	
G3	C3	77	1	1		1	1	
G3	C4	72	1	1		1	1	
G3	C5	68	1	1		1	1	
G3	D2	79	1	1		1	1	
G3	D3	82	1	1		1	1	
G3	D4	86	1	1	Ramen bewegen voor	1	1	
G3	D5	91	1	1	Ramen bewegen voor	1	1	
G3	D6	85	1	1		1	1	

Testleider			Waarnemer 1			Waarnemer 2		
Woning Type	ID	Act (dB)	Rattle	Trillingen	Opmerkingen	Rattle	Trillingen	Opmerkingen
G4	A1	85	3	1	Deur hal/kamer rammelt	3	1	Rattle deur naar hal
G4	A2	85	1	1		1	1	
G4	A3	85	1	1		1	1	
G4	A4	81	2	1	Deur hal/kamer rammelt	2	1	Rattle deur naar hal
G4	A5	79	1	1		1	1	
G4	A6	74	1	1		1	1	
G4	A7	79	1	1		1	1	
G4	A8	78	1	1		1	1	
G4	A9	83	1	1		1	1	
G4	A10	85	3	1	Deur hal/kamer rammelt	3	1	Rattle deur naar hal
G4	B1	79	2	1	Deur hal/kamer rammelt	2	1	Rattle deur naar hal, kort maar goed hoorbaar
G4	B2	80	3	1	Deur hal/kamer rammelt	3	1	Rattle deur naar hal
G4	B3	76	1	1		1	1	
G4	B4	76	1	1		1	1	
G4	B5	70	1	1		1	1	
G4	B6	75	1	1		1	1	
G4	B7	68	1	1		1	1	
G4	B8	71	1	1		1	1	
G4	B9	67	1	1		1	1	
G4	B10	73	1	1		1	1	
G4	C1	88	3	1	Deur hal/kamer rammelt	3	1	Rattle deur hal, vrij lange tijd (3/4 seconden)
G4	C2	84	2	1	Deur hal/kamer rammelt	2	1	Rattle deur hal
G4	C3	78	1	1		1	1	
G4	C4	74	1	1		1	1	
G4	C5	73	1	1		1	1	
G4	D1	77	1	1		1	1	
G4	D2	77	1	1		1	1	
G4	D3	82	1	1		1	1	
G4	D4	85	1	1		1	1	
G4	D5	88	1	1		1	1	

Testleider			Waarnemer 1			Waarnemer 2		
Woning Type	ID	Act (dB)	Rattle	Trillingen	Opmerkingen	Rattle	Trillingen	Opmerkingen
G5	A1	78	1	1		1	1	
G5	A2	74	1	1		1	1	
G5	A3	71	1	1		1	1	
G5	A4	81	1	1		1	1	
G5	A5	86	1	1		2	1	
G5	A6	86	2	2	ziet glazen pui trillen	2	2	Glas beweegt
G5	A7	85	2	2	ziet glazen pui trillen	2	2	Glas beweegt
G5	A8	83	1	2	Voelt de trilling maar hoort hem niet	2	1	Glas beweegt
G5	A9	86	1	2	ziet glazen pui trillen	2	1	Glas beweegt
G5	A10	87	1	2	Volgens bewoonster komt dit overeen met "normaal"	2	2	Glas beweegt, realistische hoogte volgens bewoonster
G5	A11	74	1	1		1	1	
G5	B1	82	1	2	glazen pui beweegt / schud	1	1	Glas beweegt
G5	B2	75	1	1		1	1	Glas beweegt
G5	B3	77	1	1		1	1	
G5	B4	78	1	1		1	1	
G5	B5	72	1	2	glazen pui beweegt / schud	1	1	
G5	B6	73	2	1	Rattle in kastjes	1	1	
G5	B7	68	1	1		1	1	
G5	B8	75	1	1		1	1	
G5	B9	70	1	1		1	1	
G5	B10	69	1	1		1	1	
G5	C1	69	1	1		1	1	
G5	C2	75	1	1		1	1	
G5	C3	76	1	1		1	1	
G5	C4	83	2	1		2	1	Glas beweegt
G5	C5	86	2	2	Ramen bewegen flink (als ik mijn hand op het glas zet, hoger!!)	2	1	Glas beweegt
G5	D1	90	1	2	Trillingen niet voelbaar, wel zichtbaar	1	2	Glas beweegt
G5	D2	87	1	2		1	2	Glas beweegt
G5	D3	83	1	1		1	1	

Testleider		Waarnemer 1				Waarnemer 2		
Woning Type	ID	Act (dB)	Rattle	Trillingen	Opmerkingen	Rattle	Trillingen	Opmerkingen
G6	A1	81	1	1		1	1	
G6	A2	72	1	1		1	1	
G6	A3	72	1	1		1	1	
G6	A4	76	1	1		1	1	
G6	A5	85	3	2	Volgens bewoonster komt dit overeen met "normaal"	3	1	Volgens bewoonster gebruikelijk (2 runs)
G6	A6	83	3	2	Andere objecten trillen t.o.v. A5, voordeur ipv achterdeur	3	1	
G6	A7	89	3	3		3	2	
G6	A8	81	3	1		2	1	
G6	A9	81	3	1		2	1	
G6	A10	77	1	1		1	1	
G6	B1	81	3	2		3	1	
G6	B2	76	3	1		3	1	
G6	B3	78	3	1		2	1	
G6	B4	79	3	1		2	1	
G6	B5	77	2	1		3	1	
G6	B6	80	3	1		2	1	
G6	B7	78	1	1		1	1	
G6	B8	74	1	1		1	1	
G6	B9	76	3	1		3	1	
G6	B10	70	1	1		1	1	
G6	B11	69	1	1		1	1	
G6	C4	84	2	1		2	1	
G6	C5	93	4	2		4	2	Volgens bewoonster erger dan normaal
G6	C6	82	3	1		3	1	
G6	C7	72	1	1		1	1	
G6	C8	70	1	1		1	1	
G6	D1	91	4	1		3	2	kort + heftig
G6	D2	89	4	1		3	1	
G6	D3	88	3	1	Realistisch voor bewoonster	3	1	
G6	D4	86	3	1		3	1	



Dedicated to innovation in aerospace

Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

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

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

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

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

Voor meer informatie bezoek: www.nlr.nl

Postal address

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

Royal NLR

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

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