



Dedicated to innovation in aerospace

NLR-CR-2023-019-Hzv-1 | april 2023

# De geluidbelasting rondom de militaire luchthaven Eindhoven voor het jaar 2022

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Defensie CLSK



Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum



Dedicated to innovation in aerospace

NLR-CR-2023-019-Hzv-1 | april 2023

# De geluidbelasting rondom de militaire luchthaven Eindhoven voor het jaar 2022

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Defensie CLSK

AUTEUR(S):




O. Reinders

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.*

Bron omslagfoto: Twitter @VlbEindhoven

<b>OPDRACHTGEVER</b>	Ministerie van Defensie CLSK
<b>CONTRACTNUMMER</b>	850004873
<b>EIGENAAR</b>	NLR
<b>NLR DIVISIE</b>	Aerospace Operations
<b>VERSPREIDING</b>	Beperkt
<b>RUBRICERING TITEL</b>	ONGERUBRICEERD

GOEDGEKEURD DOOR:		
AUTEUR	REVIEWER	BEHERENDE AFDELING
 Oscar Reinders 2023.03.30 12:08:09 +02'00'	 B.J. Hoekerswever 2023.03.30 12:10:38 +02'00'	 Digitally signed by Martin Nagelsmit Date: 2023.04.07 09:42:57 +02'00'

## Samenvatting

In het kader van de wettelijk vereiste bewaking van de geluidbelasting rondom de Nederlandse luchthavens is in opdracht van het Commando Luchtstrijdkrachten voor het jaar 2022 de geluidbelasting rondom de militaire luchthaven Eindhoven ten gevolge van het startend en landend vliegverkeer berekend. De geluidbelasting is uitgedrukt in Kosteneenheden (Ke).

Het resultaat van de berekening van de geluidbelasting rondom de militaire luchthaven Eindhoven voor het jaar 2022 bestaat uit de Ke-geluidbelastingscontouren van het civiele vliegverkeer, het militaire vliegverkeer en het gezamenlijke vliegverkeer (civiel en militair).

Het resultaat van elke berekening is weergegeven in de vorm van geluidbelastingscontouren (lijnen van gelijke geluidbelasting). De berekeningen zijn uitgevoerd zonder de drempelwaarde.

Voor het civiele vliegverkeer, het militaire vliegverkeer en het totale vliegverkeer (civiel en militair) geldt dat de 35 Ke-contour van de geluidbelastingsberekening binnen de 35 Ke-contour van de bijbehorende geluidszone valt.





Bron: Twitter, @VlbEindhoven



Bron: Twitter, @VlbEindhoven

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Samenstelling vliegverkeer</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>Referenties</b>	<b>19</b>
	<b>Appendix A Begrippen</b>	<b>20</b>
	<b>Appendix B Berekeningsmethode</b>	<b>23</b>
	<b>Appendix C Invoergegevens</b>	<b>25</b>
	Verkeersgegevens	25
	Vliegbanen	25
	Geluidgegevens	25
	Nachtstraffactor	26
	<b>Appendix D Geluidbelastingcontouren</b>	<b>27</b>

# 1 Inleiding

Dit rapport geeft een kort overzicht van de uitgangspunten en de resultaten van de berekening van de geluidbelasting rondom de militaire luchthaven Eindhoven voor het jaar 2022. De geluidbelasting is uitgedrukt in Kosteneenheden (Ke) en is berekend volgens de wettelijke berekeningsvoorschriften. Belangrijke begrippen met betrekking tot geluidbelasting zijn in Appendix A omschreven.

De geluidbelasting in Kosteneenheden bepaalt de geluidbelasting buitenshuis en is een maat voor de beoordeling van de hinder bij mensen door vliegtuiggeluid. De grenswaarde voor de maximaal toelaatbare geluidbelasting door op de luchthaven landende en opstijgende luchtvaartuigen is vermeld in het Besluit militaire luchthavens en bedraagt 35 Ke. De geografische ligging van de geluidszone voor het gezamenlijke vliegverkeer (civiel en militair), het militaire vliegverkeer en het civiele vliegverkeer zijn respectievelijk opgenomen op de kaart in bijlagen 3, 7 en 8 van het Luchthavenbesluit Eindhoven (Ref. 3) en is afkomstig van Ref. 4.

## Leeswijzer

**Hoofdstuk 2** geeft een overzicht van de samenstelling van het vliegverkeer in de afgelopen 5 jaar. In **Hoofdstuk 3** worden de resultaten van de geluidbelastingsberekening besproken.

In **Appendix A** worden de belangrijkste begrippen met betrekking tot geluidbelasting omschreven. In **Appendix A** wordt de berekeningsmethode voor de geluidbelasting in Ke kort beschreven. In **Appendix C** worden de invoergegevens voor de geluidbelastingsberekening beschreven. **Appendix D** toont de resultaten van de geluidbelastingsberekening als Ke-contouren op een topografische achtergrond.

## 2 Samenstelling vliegverkeer

De vliegactiviteiten van het militaire vliegverkeer op de militaire luchthaven Eindhoven worden door het Commando Luchtstrijdkrachten (CLSK) geregistreerd. Deze registratie van het vliegverkeer wordt verstrekt aan het Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (NLR). Het betreft informatie over het tijdstip van een vlucht, de gevlogene route en gevolgde vliegprocedure, de start-/landingsbaan, het type vliegtuig, het al of niet gebruik van “afterburner” in het geval van een jachtvliegtuig, het gewicht van het vliegtuig en de aantallen vluchten. Voor het civiele vliegverkeer verstrekt Eindhoven Airport dergelijke gegevens aan het NLR.

Figuren 1 tot en met 5 geven een overzicht van de samenstelling van het civiele vliegverkeer van 2018 tot en met 2022 op de militaire luchthaven Eindhoven. Figuren 6 tot en met 10 tonen dat overzicht voor het militaire vliegverkeer. De figuren tonen het aandeel van het verkeer (uitgedrukt in procenten) in het totaal van de vliegtuigbewegingen. Daarnaast is het aantal vliegbewegingen (exclusief nachtstraffactor) toegevoegd van de jaren 2018 tot en met 2022. Een vliegtuigbeweging is een start of een landing.

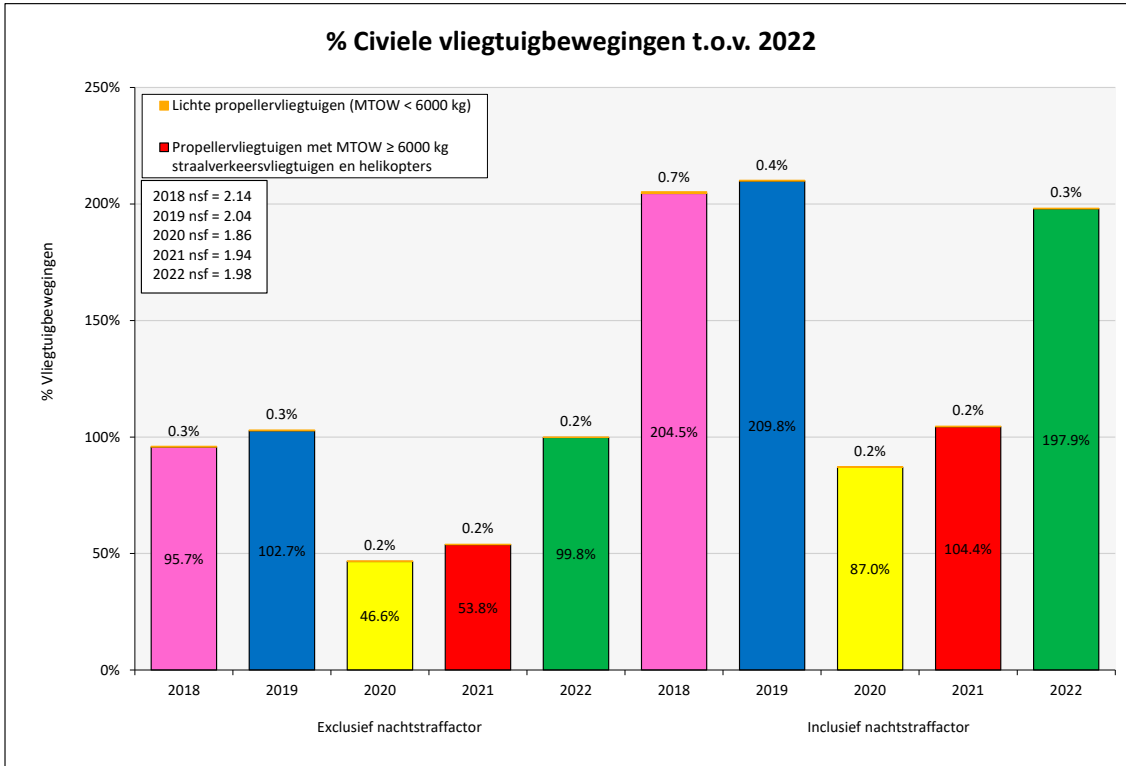
Er is een onderscheid gemaakt tussen het werkelijke aantal vliegtuigbewegingen en het effectieve aantal vliegtuigbewegingen. Het effectieve aantal wordt verkregen door het werkelijke aantal te vermenigvuldigen met de nachtstraffactor. De nachtstraffactor, die in Appendix A wordt behandeld, moet de extra ondervonden hinder van avond- en nachtvluchten tot uiting brengen. De gemiddelde nachtstraffactor voor het jaar 2022 blijkt voor het civiele vliegverkeer 1,98 te zijn en voor het militaire vliegverkeer 1,51.

Bij het bepalen van de percentages in de figuren 2, 4, 7 en 9 is uitgegaan van de werkelijke aantallen vliegtuigbewegingen. Figuren 2 en 7 geven een overzicht van de verdeling van de vliegtuigbewegingen over de banen voor de jaren 2018 tot en met 2022. Figuren 4 en 9 geven een overzicht van de verdeling van de vliegtuigbewegingen over vliegtuigtypen voor de jaren 2018 tot en met 2022. Figuren 3, 5, 8 en 10 geven een overzicht van het aantal vliegbewegingen (exclusief nachtstraffactor) per baan en per vliegtuigtype.

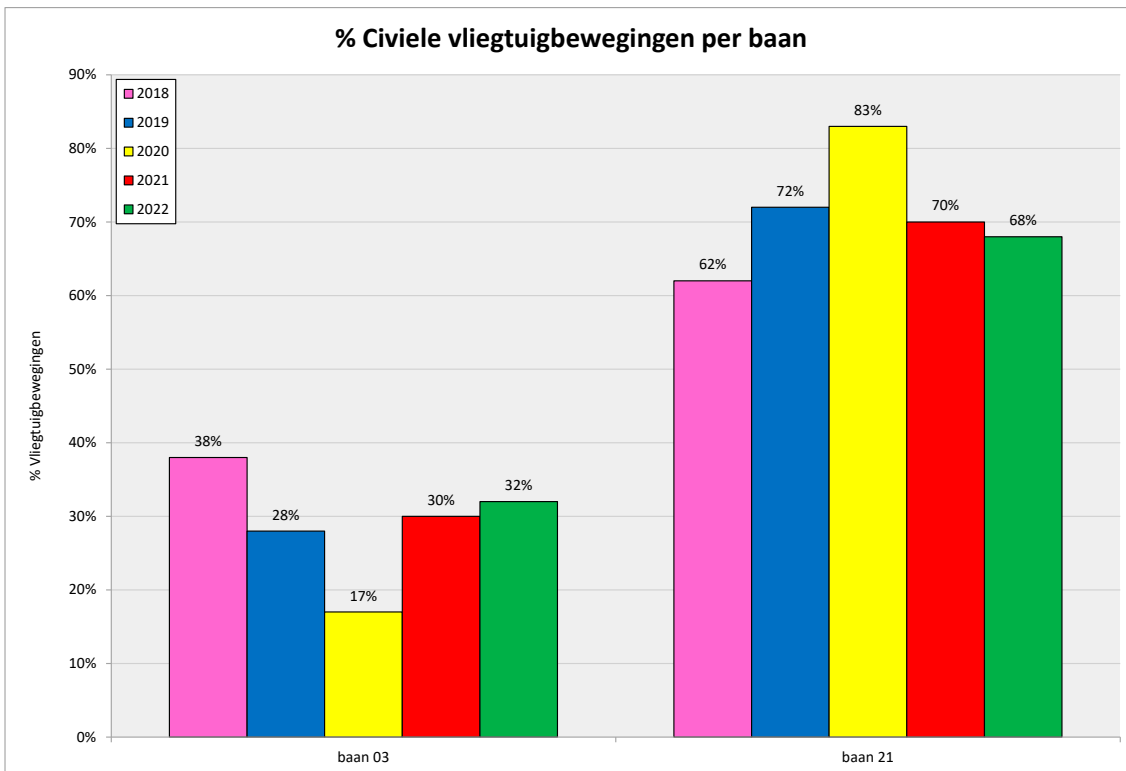
De overige invoergegevens voor de geluidbelastingberekeningen staan beschreven in Appendix C.

Vanaf 2016 registreert de Eindhovense Aero Club Motorvliegen (EAC-m) zelf de aantallen vliegtuigbewegingen en levert deze aan het CLSK. In 2022 betreft het 8210 bewegingen. Een klein deel (161) betreft het vliegen van instrument vliegroutes; deze worden meegenomen bij het militaire vliegverkeer in de jaarbelasting 2022. De rest wordt alleen kenbaar gemaakt middels bovengenoemde aantallen, daar deze vluchten volgens de wettelijke regeling geen deel uitmaken van de jaarbelasting, aangezien deze vliegtuigen minder dan 6000 kg wegen en onder zichtcondities vliegen.

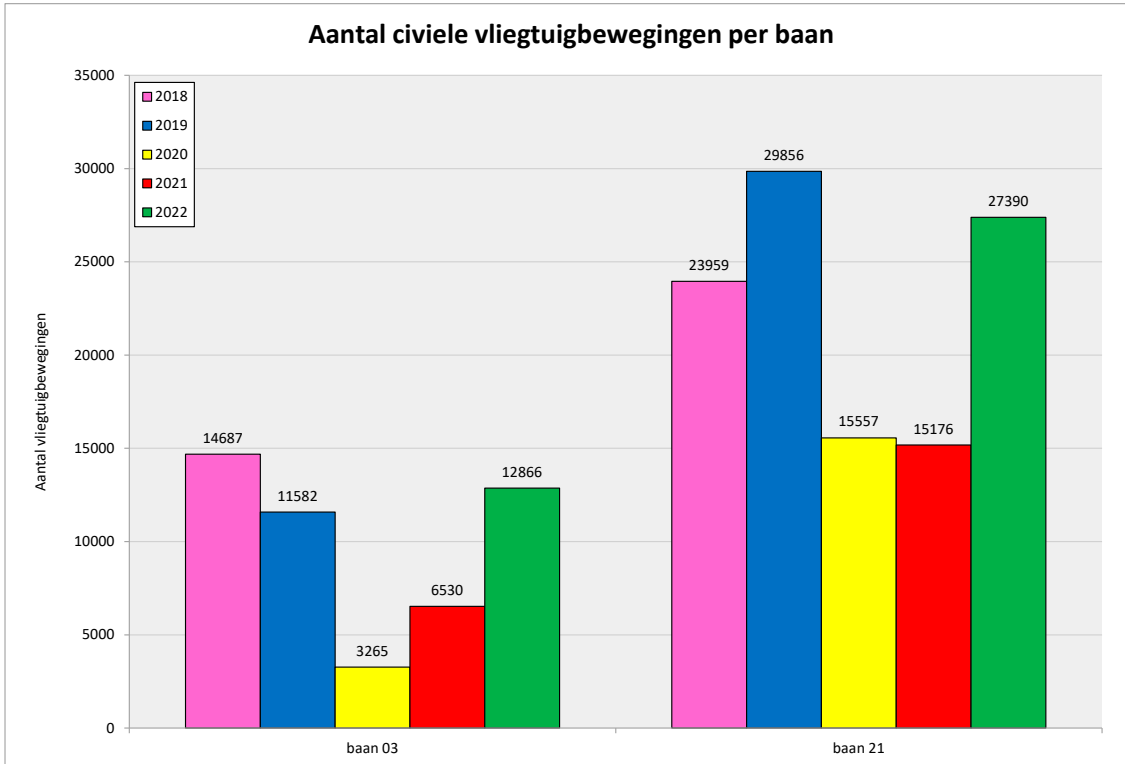




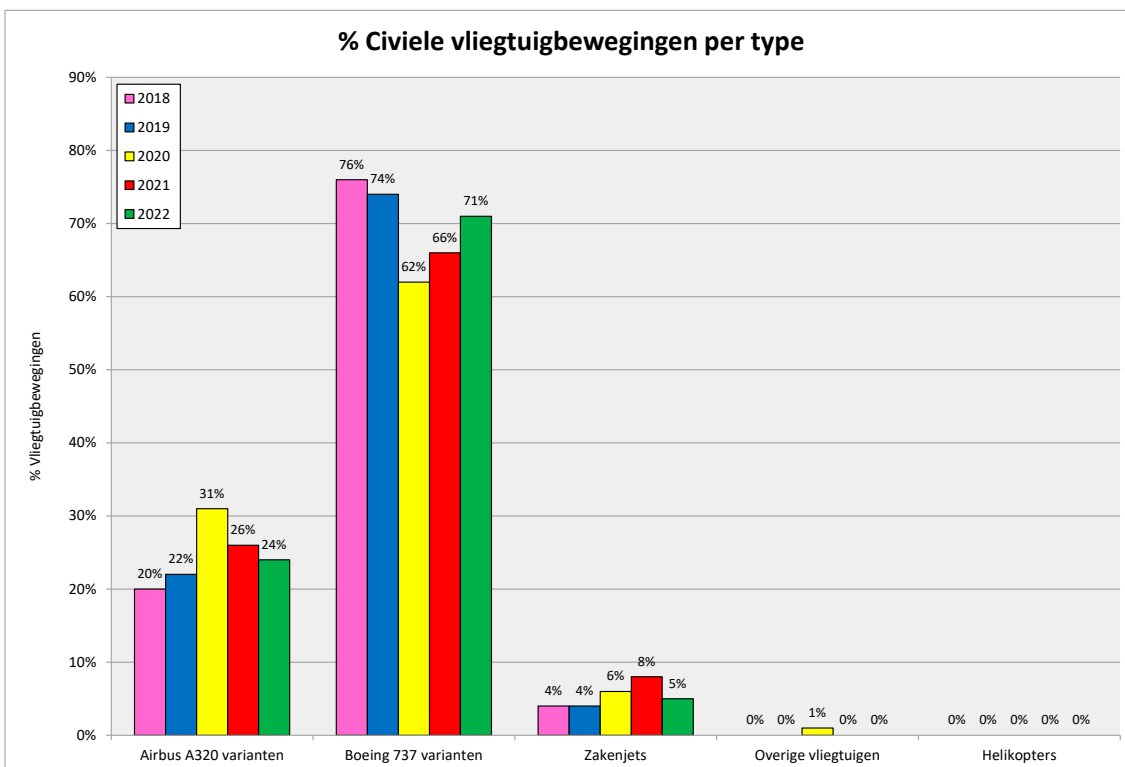
Figuur 1: Percentage vliegtuigbewegingen door het civiele vliegverkeer ten opzichte van het jaar 2022 (exclusief nachtstraffactor = 100%), Militaire luchthaven Eindhoven



Figuur 2: Percentage vliegtuigbewegingen door het civiele vliegverkeer per baan (exclusief nachtstraffactor), Militaire luchthaven Eindhoven

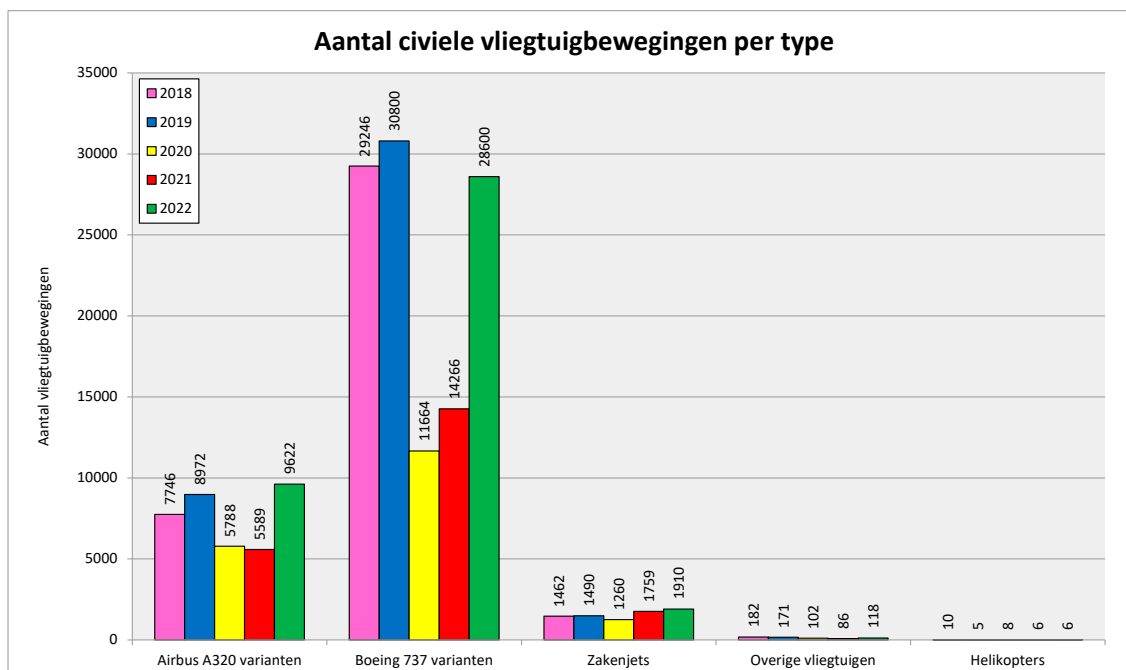


Figuur 3: Aantal vliegtuigbewegingen door het civiele vliegverkeer per baan (exclusief nachtstraffactor), Militaire luchthaven Eindhoven



Figuur 4: Percentage vliegtuigbewegingen door het civiele vliegverkeer per vliegtuigtype (exclusief nachtstraffactor), Militaire luchthaven Eindhoven<sup>1</sup>

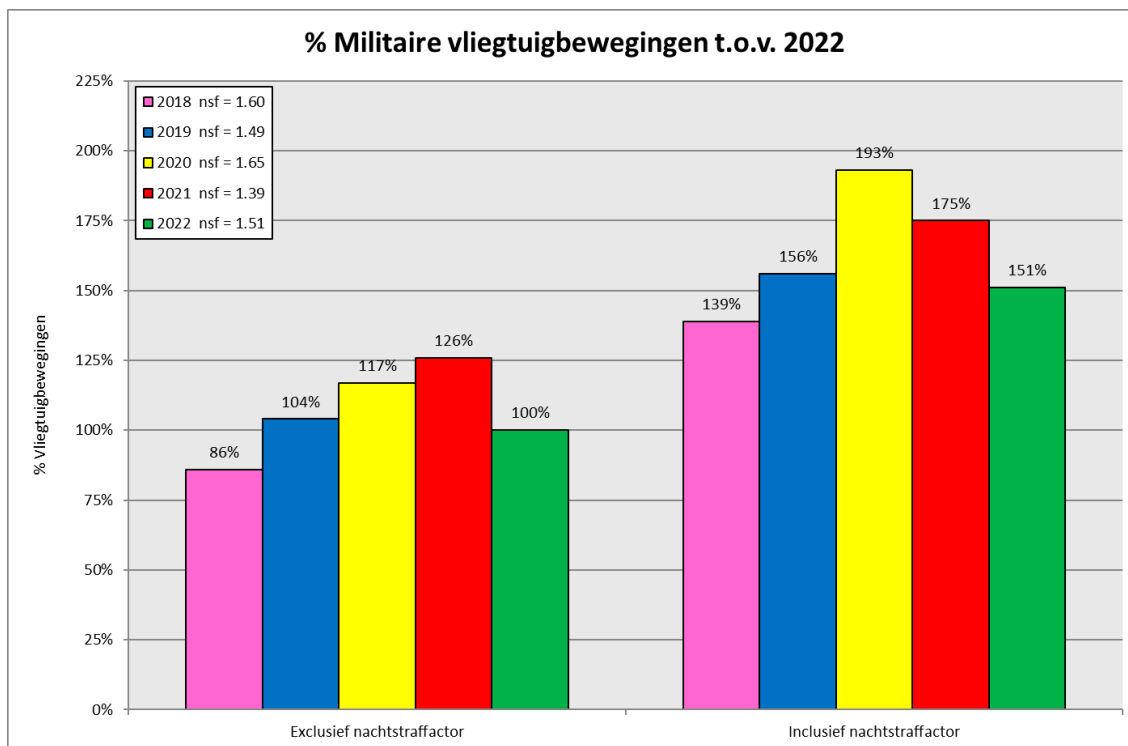
<sup>1</sup> De percentages zoals weergegeven in figuur 4 zijn afgerond. Hierdoor is het mogelijk dat een percentage lager of hoger wordt weergegeven dan in werkelijkheid het geval is. Wanneer een percentage lager is dan 0,5 zal deze naar 0 worden afgerond en daardoor niet zichtbaar zijn in de figuur.



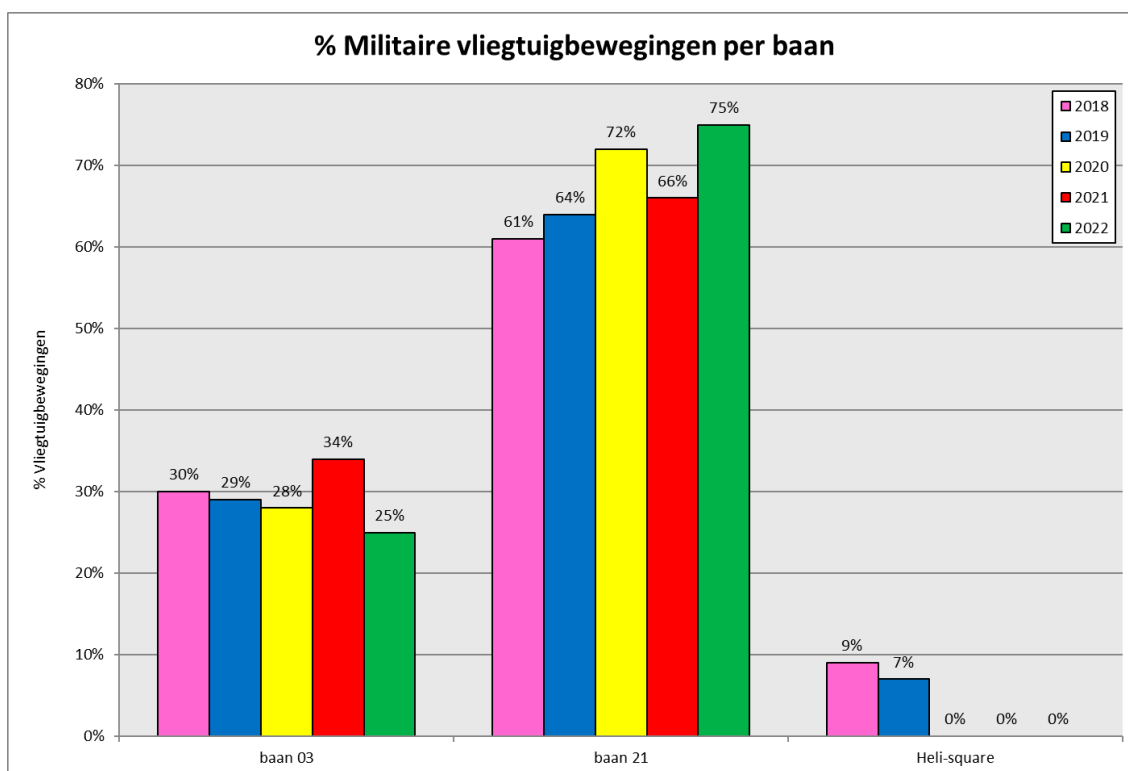
*Figuur 5: Aantal vliegtuigbewegingen door het civiele vliegverkeer per vliegtuigtype (exclusief nachtstraffactor), Militaire luchthaven Eindhoven*

In figuur 4 en 5 zijn de verdelingen weergegeven per vliegtuigtype en figuurgroepen. Een figuurgroep bestaat uit vliegtuigtypes met vergelijkbare kenmerken. Voor het civiele vliegverkeer zijn de vliegtuigtypes onderverdeeld in de volgende figuurgroepen:

<b>Figuurgroep:</b>	<b>Omschrijving:</b>	<b>Meest voorkomende types in 2022:</b>
Airbus A320 varianten	Vliegtuigtypes uit de Airbus A320 familie zoals de A319, A320(neo) en A321(neo)	Airbus A320, Airbus A321 en Airbus A321neo
Boeing 737 varianten	Vliegtuigtypes uit de Boeing 737 familie zoals de 737-800, 737 MAX en de 737-700	Boeing 737-800 (B73H) en Boeing 737 MAX
Zakenjets	Vliegtuigen met straalmotoren die specifiek voor zakelijke- en privédoeleinden bedoeld zijn	Cessna Citation 560XL, Cessna 680 Citation en Embraer Legacy 500
Overige vliegtuigen	Alle vliegtuigtypes die niet in bovengenoemde figuurgroepen vallen	Pilatus PC-12, Embraer E-145 en Embraer E-190
Helikopters	Alle helikopter vliegbewegingen voor civiele doeleinden	Robinson R-44, Airbus Helicopters EC-135 en Airbus Helicopters EC-20

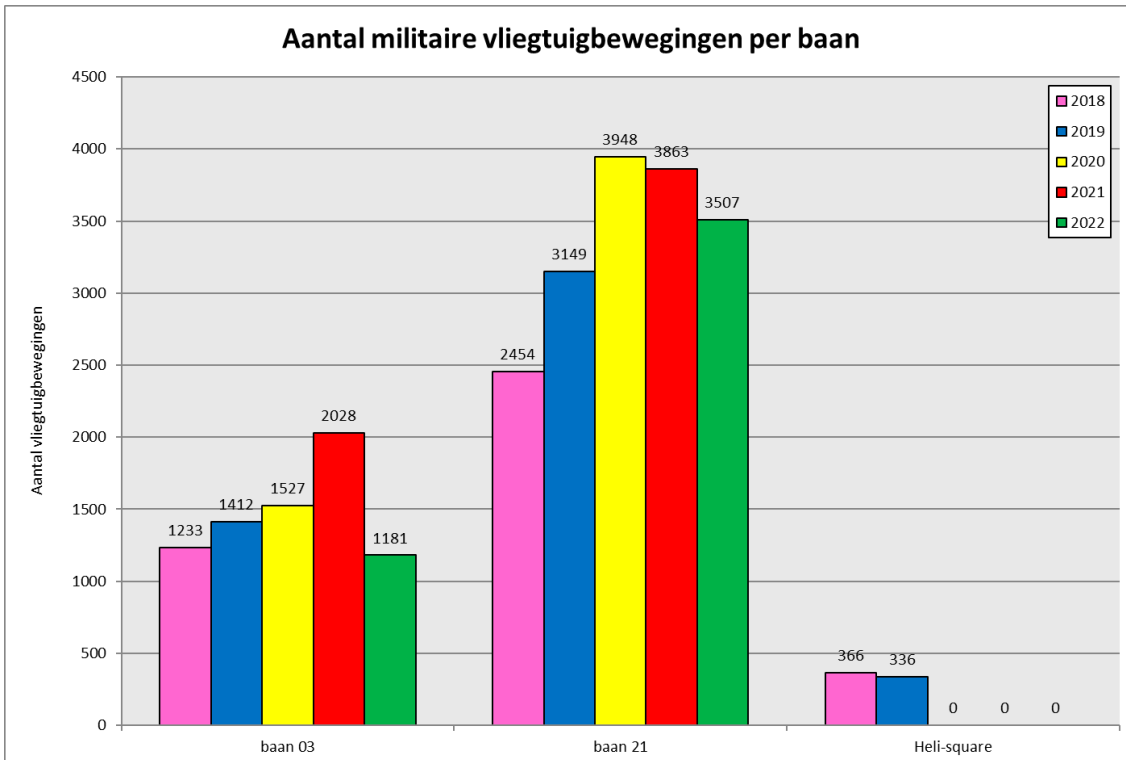


Figuur 6: Percentage vliegtuigbewegingen door het militaire vliegverkeer ten opzichte van het jaar 2022 (exclusief nachtstraffactor = 100%), Militaire luchthaven Eindhoven

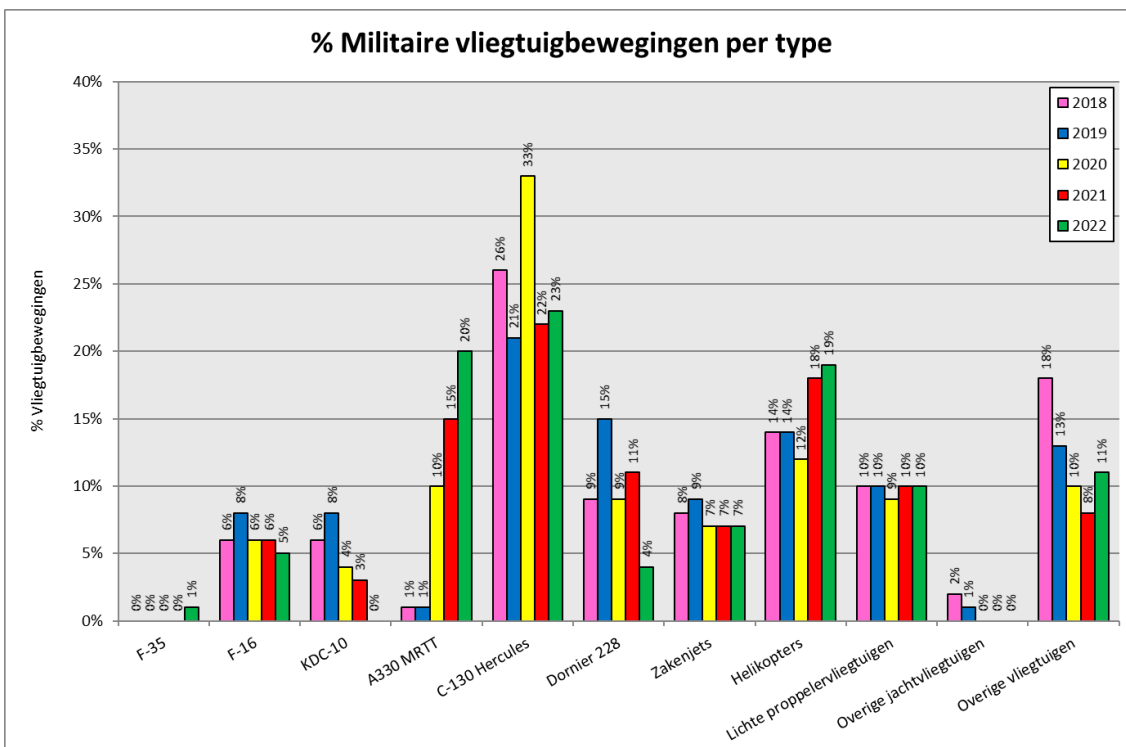


Figuur 7: Percentage vliegtuigbewegingen door het militaire vliegverkeer per baan (exclusief nachtstraffactor), Militaire luchthaven Eindhoven<sup>2</sup>

<sup>2</sup> De percentages zoals weergegeven in figuur 6 en 7 zijn afgerond. Hierdoor is het mogelijk dat een percentage lager of hoger wordt weergegeven dan in werkelijkheid het geval is. Wanneer een percentage lager is dan 0.5 zal deze naar 0 worden afgerond en daardoor niet zichtbaar zijn in de figuur.

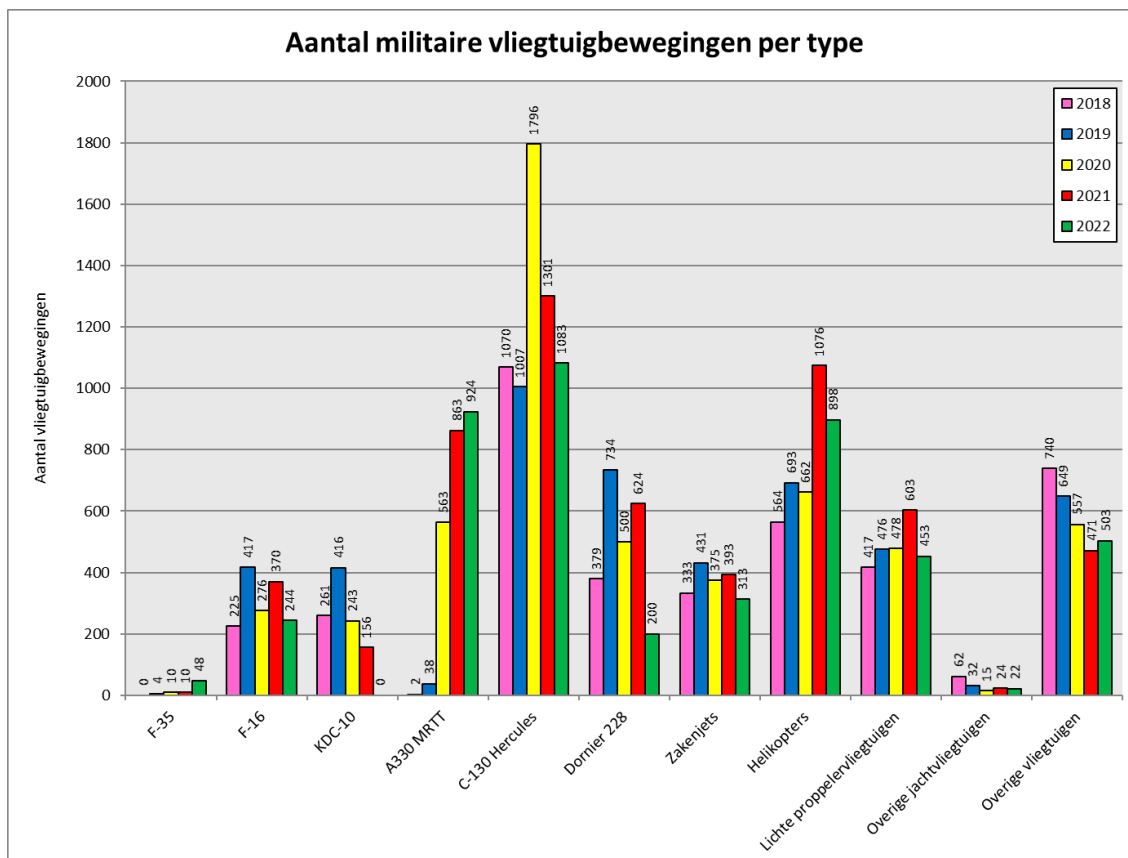


Figuur 8: Aantal vliegtuigbewegingen door het militaire vliegverkeer per baan (exclusief nachtstraffactor), Militaire luchthaven Eindhoven



Figuur 9: Percentage vliegtuigbewegingen door het militaire vliegverkeer per vliegtuigtype (exclusief nachtstraffactor), Militaire luchthaven Eindhoven<sup>3</sup>

<sup>3</sup> De percentages zoals weergegeven in figuur 9 zijn afgerond. Hierdoor is het mogelijk dat een percentage lager of hoger wordt weergegeven dan in werkelijkheid het geval is. Wanneer een percentage lager is dan 0.5 zal deze naar 0 worden afgerond en daardoor niet zichtbaar zijn in de figuur.



Figuur 10: Aantal vliegtuigbewegingen door het militaire vliegverkeer per vliegtuigtype (exclusief nachtstraffactor), Militaire luchthaven Eindhoven

In figuur 9 en 10 zijn de verdelingen weergegeven per vliegtuigtype en figuurgroepen. Een figuurgroep bestaat uit vliegtuigtypes met vergelijkbare kenmerken. Voor het militaire vliegverkeer zijn de volgende figuurgroepen gedefinieerd:

Figuurgroep:	Omschrijving:	Meest voorkomende types in 2022:
Lichte propellervliegtuigen	Propellervliegtuigen met een gewicht lager dan 6000 kg	Pilatus PC-7, Cessna 172 en Cessna C82R
Overige jachtvliegtuigen	Alle jachtvliegtuigen met uitzondering van de F-35 en de F-16	M-17 Stratosfera, Alpha Jet en Eurofighter
Overige vliegtuigen	Alle vliegtuigtypes die niet in bovengenoemde figuurgroepen vallen	Boeing C-17 Globemaster 3, Short SC-7 Skyvan en M-28 Skytruck
Helikopters	Alle helikopter vliegbewegingen voor militaire doeleinden	AH-64 Apache, AH-47 Chinook en Eurocopter EC-135

Een aantal vliegtuigtypes is niet in een figuurgroep ondergebracht. Dit betreffen de toestellen van de luchtmacht die gestationeerd zijn (waren) op Eindhoven alsmede de F-16, F-35 en de Dornier 228 van de kustwacht.

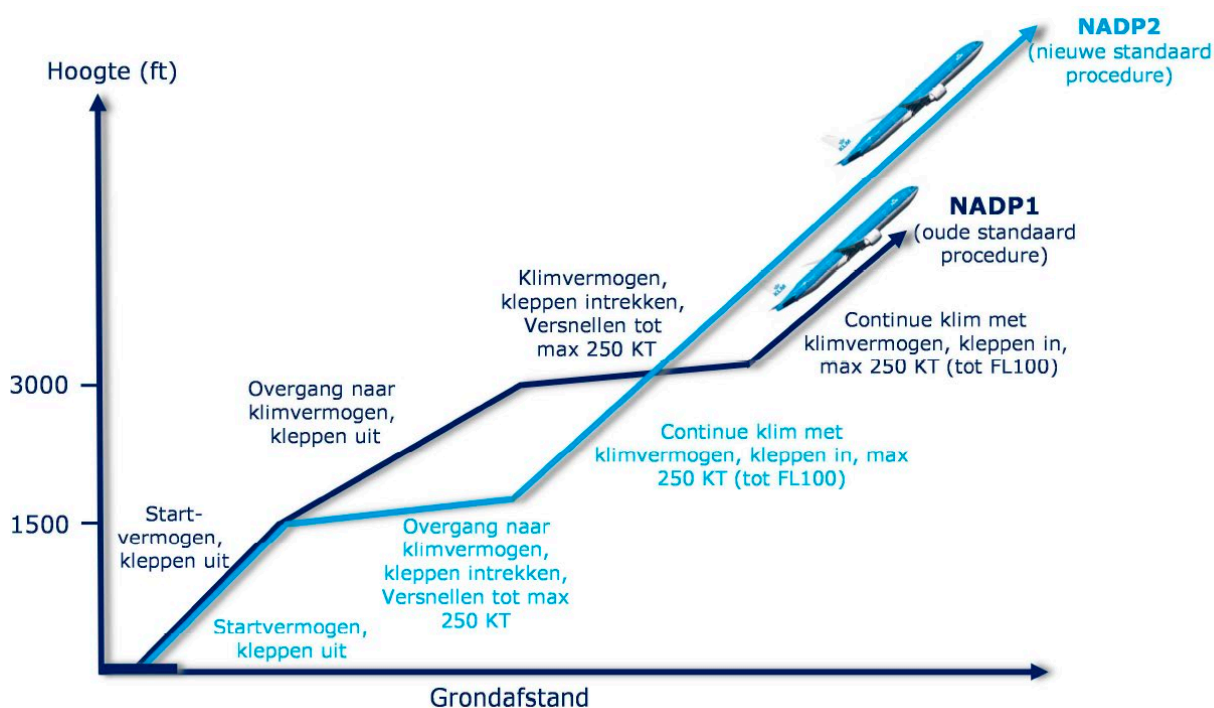


### 3 Resultaten

Het resultaat van de berekening van de geluidbelasting rondom de militaire luchthaven Eindhoven voor het jaar 2022 bestaat uit de Ke-geluidbelastingscontouren van het civiele vliegverkeer, het militaire vliegverkeer en het civiele plus militaire vliegverkeer. Geluidbelastingscontouren zijn lijnen van gelijke geluidbelasting.

#### Geluidbelastingscontouren van het civiele vliegverkeer

In de civiele jaarberekening worden alle startprocedures op Eindhoven berekend met de standaard Noise Abatement Departure Procedures (NADP-1), terwijl door het grootste deel van de luchtvaartmaatschappijen in werkelijkheid NADP-2 procedures worden gevolgd. De NADP-2 procedure moet zorgen voor een afname van brandstofgebruik en lokaal de geluidbelasting en is destijds op Schiphol geïntroduceerd als hinderbeperkende maatregel. Figuur 11 geeft schematisch het verschil tussen de twee procedures weer. Er bestaan meerdere varianten van de NADP-2 procedure, waarbij de overgang van het startvermogen naar klimvermogen op andere hoogtes begint (bijvoorbeeld 800, 1000 of 1500 voet). Figuur 11 toont een voorbeeld van een 1500ft NADP-2 procedure. Hier zijn de NADP-1 en NADP-2 procedures tot een hoogte van 1500 voet identiek. Uiteindelijk wordt bij de NADP-2 procedure eerder en bij lagere hoogte begonnen aan de continue klim met klimvermogen. De hoogte in het continue klimdeel is daarbij niet per se hoger dan bij NADP-1.



Figuur 11: Hoogteverloop NADP-1 en 1500 ft NADP-2 procedures (bron: KLM, 2014)

Ten tijde van het uitvoeren van het MER en de daaropvolgende vaststelling van het LHB in 2014 zijn alle vluchten berekend als NADP1-procedures. Er werden toen ook al NADP-2 procedures uitgevoerd, maar op dat moment waren hier echter geen vliegprestatiegegevens voor beschikbaar. Daarom kon er alleen gebruik worden gemaakt van de NADP-1 gegevens. Omdat de in het LHB vastgelegde geluidzone dus is bepaald met NADP-1 procedures (ook waar in werkelijkheid NADP-2 procedures gevolgd werden) wordt hier ook in de handhaving van uitgegaan.

Met de handhavingsberekening wordt de wettelijke geluidsbelasting berekend aan de hand van het Ke-rekenvoorschrift. In dit Ke-rekenvoorschrift wordt bepaald dat bij de berekening van de geluidbelasting een wijziging van een vliegprocedure – als daarvoor op een later moment wel gegevens beschikbaar zijn – kan worden meegenomen. Het is geen verplichting. Dit is tot nu toe niet gebeurd omdat er in de registratie niet vermeld staat met welke startprocedure wordt gestart.

Figuur 12 op bladzijde 16 toont de 35 Ke-contouren voor de jaarberekeningen zonder drempelwaarde voor de jaren 2018 tot en met 2022 van het civiele vliegverkeer, met de bijbehorende geluidszone. De geografische ligging van de geluidszone voor het civiele vliegverkeer is opgenomen op de kaart in bijlage 8 van het Luchthavenbesluit Eindhoven (Ref. 3) en is afkomstig van Ref. 4.

De 35 t/m 65 Ke-contouren van de berekening zonder drempelwaarde zijn weergegeven in Appendix D, figuur D.1. Bovendien toont deze figuur de contouren van de geluidszone. De oppervlakte binnen de 35-Ke- zoneringscontour bedraagt 10,3 km<sup>2</sup>. De vergunde oppervlakte (oppervlakte zonder meteomarge) bedraagt 9,39 km<sup>2</sup> afkomstig van Staatscourant Ref 5. De oppervlakte binnen de 35 Ke-contour van de geluidbelastingsberekening voor het jaar 2022 bedraagt 9,28 km<sup>2</sup>. De 35 Ke-contour van de geluidbelastingsberekening voor het jaar 2022 zonder drempelwaarde valt binnen de 35 Ke-zoneringscontour.

Figuur D.2 toont de 35 Ke-contouren zonder drempelwaarde van de afgelopen jaren ten opzichte van de 35 Ke-zoneringscontour.

#### **Geluidbelastingscontouren van het militaire vliegverkeer**

Figuur 13 op bladzijde 17 toont de 35 Ke-contouren voor de jaarberekeningen zonder drempelwaarde voor de jaren 2018 tot en met 2022 van het militaire vliegverkeer, met de bijbehorende geluidszone. De geografische ligging van de geluidszone voor het militaire vliegverkeer is opgenomen op de kaart in bijlage 7 van het Luchthavenbesluit Eindhoven (Ref. 3) en is afkomstig van Ref. 4.

De 35 t/m 65 Ke-contouren van de berekening zonder drempelwaarde zijn weergegeven in Appendix D, figuur D.3. Bovendien toont deze figuur de contouren van de geluidszone. De 35 Ke-contour van de geluidbelastingsberekening voor het jaar 2022 zonder drempelwaarde valt binnen de 35 Ke-zoneringscontour.

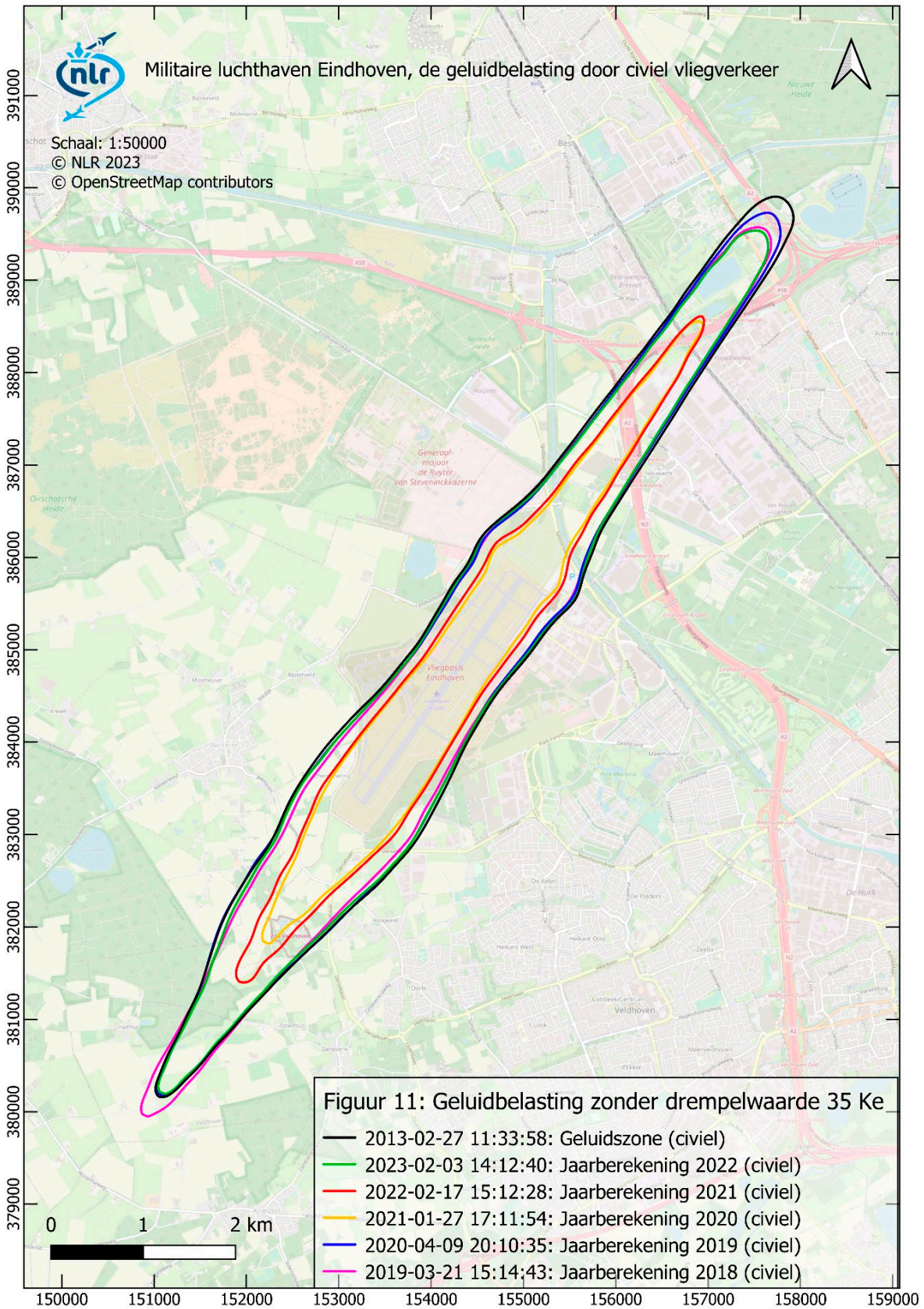
Figuur D.4 toont de 35 Ke-contouren zonder drempelwaarde van de afgelopen jaren ten opzichte van de 35 Ke-zoneringscontour.

#### **Geluidbelastingscontouren van het gezamenlijke vliegverkeer (civiel en militair)**

Figuur 14 op bladzijde 18 toont de 35 Ke-contouren voor de jaarberekeningen zonder drempelwaarde voor de jaren 2018 tot en met 2022 van het gezamenlijke vliegverkeer (civiel en militair), met de bijbehorende geluidszone. De geografische ligging van de geluidszone voor het gezamenlijke vliegverkeer (civiel en militair) is opgenomen op de kaart in bijlage 3 van het Luchthavenbesluit Eindhoven (Ref. 3) en is afkomstig van Ref. 4.

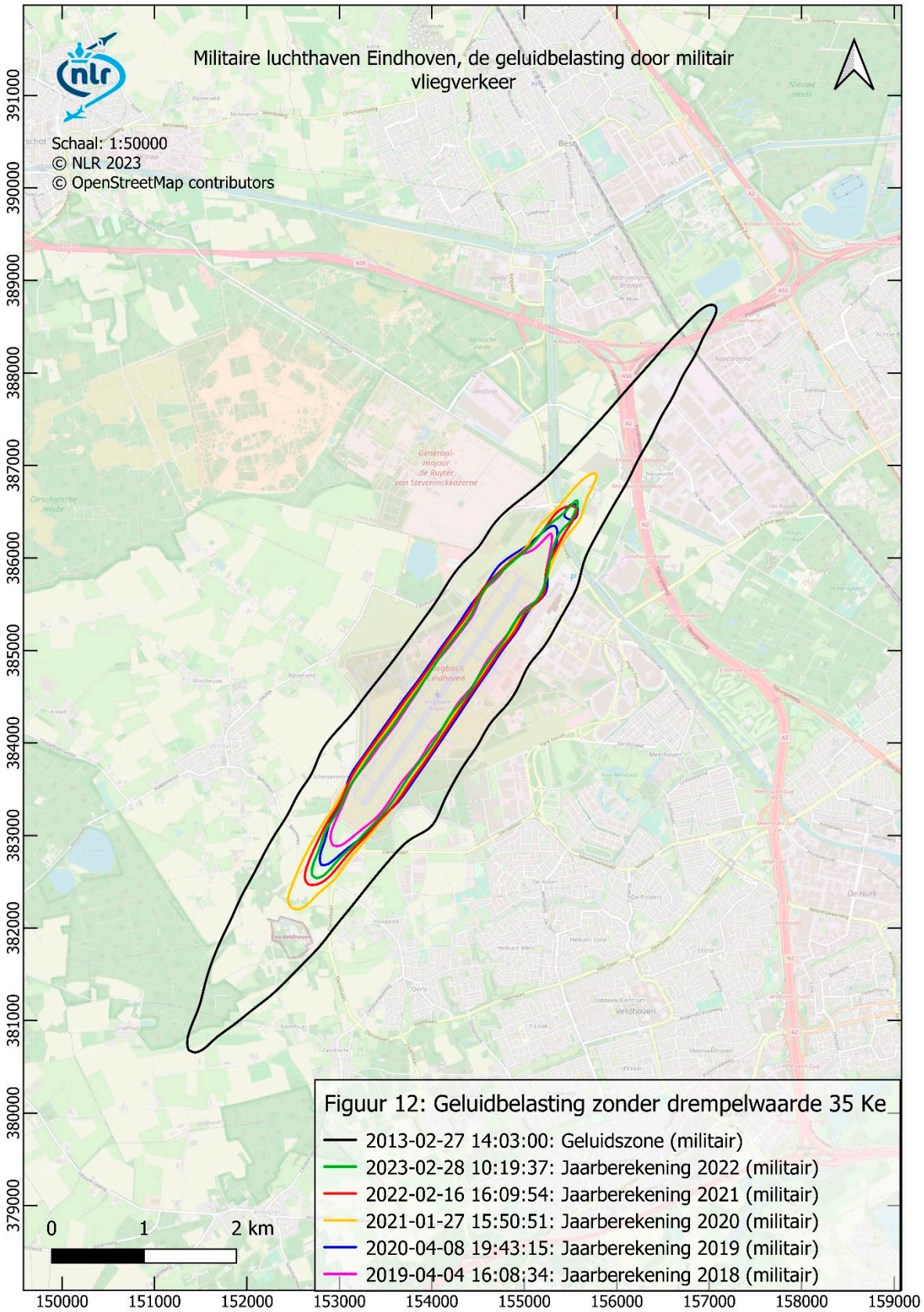
De 35 t/m 65 Ke-contouren van de berekening zonder drempelwaarde zijn weergegeven in Appendix D, figuur D.5. Bovendien toont deze figuur de contouren van de geluidszone. De 35 Ke-contour van de geluidbelastingsberekening voor het jaar 2022 zonder drempelwaarde valt binnen de 35 Ke-zoneringscontour.

Figuur D.6 toont de 35 Ke-contouren zonder drempelwaarde van de afgelopen jaren ten opzichte van de 35 Ke-zoneringscontour.



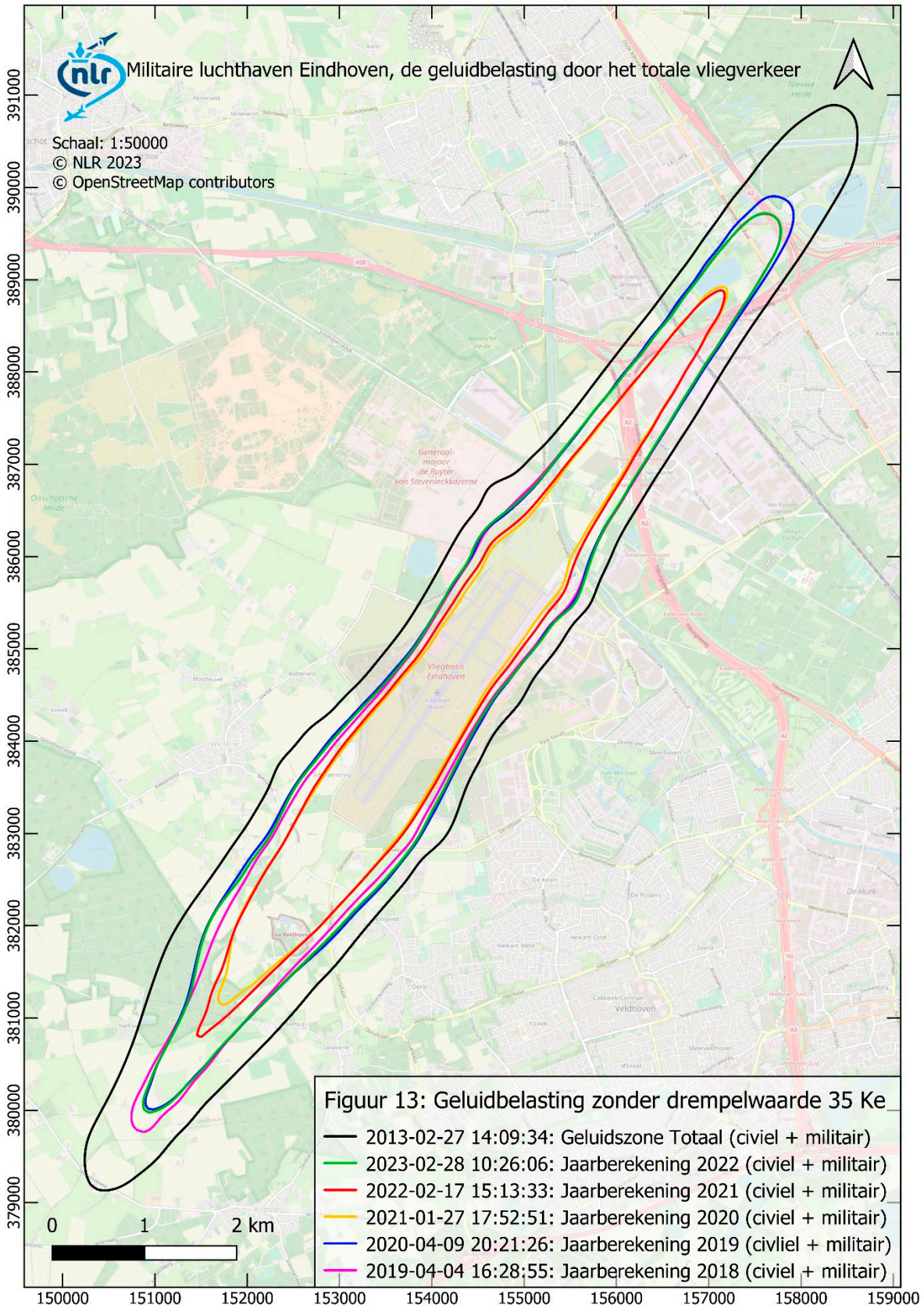
Figuur 12: 35 Ke-geluidbelastingcontouren voor de jaarberekeningen zonder drempelwaarde voor de jaren 2018 tot en met 2022 van het civiele vliegverkeer





Figuur 13: 35 Ke-geluidbelastingscontouren voor de jaarberekeningen zonder drempelwaarde voor de jaren 2018 tot en met 2022 van het militaire vliegverkeer





Figuur 14: 35 Ke-geluidbelastingcontouren voor de jaarberekeningen zonder drempelwaarde voor de jaren 2018 tot en met 2022 van het gezamenlijke vliegverkeer (civiel en militair)

## 4 Referenties

1. *Voorschrift voor de berekening van de geluidsbelasting in Kosteneenheden (Ke), zonder drempelwaarde, ten gevolge van het vliegverkeer*, RLD/BV-01.2, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, september 2004.
2. *Appendices van de voorschriften voor de berekening van de geluidsbelasting in Ke voor de militaire luchthavens bedoeld in artikel 8.1 van de Wet luchtvaart. Geluidsniveaus, prestatiegegevens en indeling naar categorie (versie 14.0)*, R. de Jong en G.J.T. Heppe, NLR rapport CR 96650, januari 2020.
3. Besluit van 26 september 2014 tot vaststelling van een luchthavenbesluit voor de militaire luchthaven Eindhoven (Luchthavenbesluit Eindhoven).
4. *Geluidbelasting rond de luchthaven Eindhoven door militair en civiel vliegverkeer, MER luchthaven Eindhoven 2012*, E.G. van Leeuwen-Kuijk, A.B. Dolderman en R. de Jong, NLR-CR-2012-395-PT-1, april 2013.
5. *Vergunning burgermedegebruik exploitant militaire luchthaven Eindhoven ten behoeve van Eindhoven Airport N.V.*, Ministerie van Defensie, J.P. Apon, Staatscourant nr: 50501, 24 december 2021.
6. *Appendices van de voorschriften voor de berekening van de geluidbelasting in Ke voor de militaire luchthavens bedoeld in artikel 8.1 van de Wet luchtvaart. Geluidsniveaus, prestatiegegevens en indeling naar categorie (versie 14.2)*, R. de Jong en G.J.T. Heppe, NLR rapport CR 96650, januari 2020.



## Appendix A Begrippen

### *dB(A)*

De A-gewogen decibelwaarde dB(A) is de meest gangbare eenheid voor geluidsterkte. De A-weging houdt rekening met de gevoeligheid van het menselijk oor voor de toonhoogte van het geluid.

### *Drempelwaarde*

In het berekeningsvoorschrift voor de Ke met drempelwaarde is bepaald dat een vliegtuigpassage wordt weggelaten als het bijbehorende maximale geluidsniveau in het betreffende punt lager is dan de drempelwaarde van 65 dB(A).

### *Geluidgegevens*

De geluidgegevens voor een vliegtuigcategorie bevatten de geluidsniveaus in dB(A) als functie van de motorstuwkracht en de afstand tussen het vliegtuig en de waarnemer.

### *Geluidsniveau*

Het geluidsniveau is een maat voor de hoeveelheid geluid veroorzaakt door één passerend vliegtuig.

### *Geluidbelasting*

De geluidbelasting is een maat voor het geluid dat door alle vliegtuigen gezamenlijk gedurende een gebruiksjaar wordt veroorzaakt op of rond de luchthaven. Daarbij worden de geluidsniveaus van alle vliegtuigen die gedurende een jaar van de luchthaven vertrekken en aankomen op een voorgeschreven manier bij elkaar opgeteld. Die optelling kan op verschillende manieren gebeuren. Zo ontstaan verschillende geluidbelastingsmaten. Ke is een voorbeeld van een maat voor de geluidbelasting buitenshuis gedurende het hele etmaal.

### *Geluidbelastingscontour*

Een geluidbelastingscontour is een lijn die punten van gelijke geluidbelasting met elkaar verbindt. De contour wordt bepaald door interpolatie tussen de in de netwerkpunten berekende geluidbelasting. Een voorbeeld is de 35 Ke-contour. Buiten de 35 Ke-contour is de geluidbelasting lager dan 35 Ke, binnen die contour is de geluidbelasting hoger dan 35 Ke. Meestal worden op de geluidkaarten rond een vliegveld meerdere contouren met 5 Ke-intervallen aangegeven.

### *Geluidhinder*

Geluidhinder is het effect dat geluid heeft op de mens. Geluidhinder is subjectief. Met behulp van een aantal dosismaten is het mogelijk geluidhinder op een meer objectieve manier vast te stellen. De geluidhinder wordt vaak uitgedrukt in het percentage gehinderden en ernstig gehinderden.

### *Geluidszone*

De geluidszone is de geluidcontour die hoort bij de grenswaarde van de geluidbelasting. In het Besluit militaire luchthavens is de grenswaarde van de geluidbelasting vastgesteld op 35 Kosteneenheden. De zonering drukt niet de feitelijke geluidbelasting uit, maar geeft de maximaal toegestane geluidsomvang die in enig jaar mag optreden grafisch weer, in Kosteneenheden.

### *Grenswaarde van de geluidbelasting*

De grenswaarde van de geluidbelasting is in het Besluit militaire luchthavens vastgesteld op 35 Kosteneenheden.

### *Grondpad*

Het grondpad is de projectie van het vliegp pad in het horizontale vlak. Met andere woorden: het grondpad is een lijn op de grond verticaal onder het vliegp pad.

### *Hoogteprofiel*

Het hoogteprofiel is het verloop van de vlieghoogte boven de grond als functie van de afgelegde weg langs het grondpad.

### *Instrument Flight Rules (IFR)*

Instrument Flight Rules, afgekort IFR, of instrumentvliegvoorschriften zijn vliegvoorschriften voor luchtvaartnavigatie met behulp van instrumenten. Deze voorschriften laten vliegen onder alle weersomstandigheden toe, mits het vliegtuig dan veilig kan functioneren. Wanneer er geen VFR-condities zijn (weersomstandigheden met onder andere voldoende zicht, zoals vereist voor een vlucht onder Visual Flight Rules (zichtvliegvoorschriften, VFR)) en de piloot dus horizontaal en/of verticaal onvoldoende zicht heeft om zijn positie te kunnen bepalen, is het vliegen volgens IFR de enige mogelijkheid.

### *Kosteneenheid (Ke)*

De Kosteneenheid, afgekort Ke, is een eenheid waarin de geluidbelasting veroorzaakt door vliegverkeer wordt uitgedrukt. Het betreft de geluidbelasting buitenshuis en het gaat om het vliegverkeer van een heel jaar en van het hele etmaal. De Kosteneenheid is genoemd naar prof. dr. ir. C.W. Kosten (voorzitter van een adviescommissie van de regering), die in de jaren zestig onderzocht hoe geluidbelasting als maat voor de geluidshinder van vliegverkeer het beste te berekenen is. Bij de berekening van de geluidbelasting in Ke gaat men uit van het piekniveau op het waarneempunt tijdens een vliegtuigpassage, bepaald op een hoogte van 1,2 meter boven een met gras bedekte bodem.

### *Nachtstraffactor (nsf)*

De nachtstraffactor is de weegfactor in de Kosteneenheid die afhankelijk is van de etmaalperiode waarin de vliegtuigpassage plaats heeft gevonden. Deze factor moet de grotere mate van hinder van vliegtuigbewegingen in de avond en nachtelijke uren tot uitdrukking brengen. Zo telt een vlucht in de nacht (tussen 23:00 en 06:00 uur lokale tijd) 10 keer zo zwaar als een vlucht overdag.

### *Netwerkpunten*

De netwerkpunten zijn een raster van punten waarvoor de geluidbelasting wordt berekend.

### *Piekniveau*

Het piekniveau is het maximale geluidsniveau (in dB(A)) op het waarneempunt tijdens een vliegtuigpassage,  $L_{max}$  in de Kostenformule. Het plaatselijke maximale geluidsniveau is afhankelijk van de afstand tussen de waarnemer en de vliegbaan, de motorstuwkracht van het vliegtuig en de hoek waaronder het vliegtuig door de waarnemer ten opzichte van de horizon wordt waargenomen.

### *Prestatiegegevens*

De prestatiegegevens bevatten een beschrijving van de vlieghoogte, de motorstuwkracht en de grondsnelheid langs het grondpad als functie van de afgelegde weg langs het grondpad. Deze gegevens zijn per vliegtuigcategorie afhankelijk gesteld van de te volgen klim- of daalprocedure en, bij starts, het vliegtuiggewicht (afhankelijk van de afstand tot de bestemming).

### *Routespreidingsgebied*

Het routespreidingsgebied is het gebied dat de horizontale spreiding weergeeft van het vliegverkeer dat een bepaalde route volgt. De in het horizontale vlak optredende spreiding wordt in de berekening van de geluidbelasting meegenomen door per aankomst-, vertrekroute of circuit een nominaal grondpad te definiëren met links en rechts daarvan een spreidingsbreedte.

### *Vliegbaan*

De vliegbaan is de beschrijving van een gevlogen weg op zowel het horizontale vlak als in verticale zin (vlieghoogte).

### *Vliegtuigcategorie*

Een vliegtuigcategorie vertegenwoordigt een groep vliegtuigen of een groep helikopters met een geluidsverwantschap. Omdat niet voor alle vliegtuigtypen de geluid- en prestatiegegevens bekend zijn, worden de vliegtuigtypen ingedeeld in een beperkt aantal vliegtuigcategorieën.

### *Vliegtuigbeweging*

Een vliegtuigbeweging is een start of een landing van een luchtvaartuig.

### *Zone*

Zie geluidszone.

## Appendix B Berekeningsmethode

In de Wet luchtvaart is onder artikel 10.12, derde lid, de bepaling opgenomen dat de Minister van Defensie in overeenstemming met de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer<sup>4</sup>, regels vaststelt omtrent de wijze van meten, berekenen en registreren van de grenswaarden voor de maximaal toegelaten geluidbelasting door landende en opstijgende luchtvaartuigen. De Regeling berekening geluidsbelasting militaire luchthavens beschrijft deze regels.

Deze regels betreffen onder andere voorschriften voor de berekening van geluidbelastingscontouren (lijnen van gelijke geluidbelasting) rond luchthavens. In deze berekeningsvoorschriften, “Voorschrift voor de berekening van de geluidsbelasting in Kosteneenheden (Ke) ten gevolge van het vliegverkeer” (Ref. 1) en “Voorschrift voor de berekening van de geluidsbelasting in Kosteneenheden (Ke), zonder drempelwaarde, ten gevolge van het vliegverkeer” (Ref. 2), is de berekeningsmethodiek vastgelegd, zoals deze door het NLR wordt toegepast.

In de berekeningsvoorschriften staan regels over de wijze van berekenen van de geluidbelasting door landende en opstijgende vliegtuigen. Er is een formule in opgenomen die de geluidbelasting in een waarnemingspunt bepaalt, gegeven de aantallen vliegtuigpassages in één jaar, het maximale geluidniveau in het waarnemingspunt tijdens iedere vliegtuigpassage en gegeven de nachtstrafactor, een weegfactor die afhankelijk is van de dagperiode waarin de vliegtuigpassage plaats heeft gevonden.

Voor de berekening van de geluidbelasting in Ke worden conform artikel 3 van het Besluit Militaire Luchthavens (BML) de volgende vliegtuigen meegenomen:

- a. Landende en opstijgende luchtvaartuigen met een toegelaten totaal massa van ten minste 6000 kg;
- b. Landende en opstijgende luchtvaartuigen met een toegelaten totaal massa van wel minder dan 6000 kg maar meer dan 390 kg,
  - i. voor zover dit vaste-vleugelvliegtuigen met straalaandrijving en helikopters betreft,
  - ii. dan wel deze luchtvaartuigen gebruik maken van dezelfde aan- en uitvliegroutes als de luchtvaartuigen van ten minste 6000 kg.
  - iii. dan wel de vliegpatronen van deze luchtvaartuigen overeenkomen met die van luchtvaartuigen van ten minste 6000 kg.

Voor deze laatste twee punten neemt het NLR de als IFR-geregistreerde vluchten als klein verkeer mee in de berekening.

De formule voor de geluidbelasting luidt als volgt:

$$B = 20 \cdot \log \left( \sum n \cdot 10^{\frac{L_{\max}}{15}} \right) - 157$$

Waarbij geldt:

- B : de geluidbelasting in Kosteneenheden (Ke).  
 n : de nachtstrafactor (waarde 1 tot en met 10 afhankelijk van het tijdstip van de vlucht).  
 $\Sigma$  : het totaal van de bijdragen van de vliegtuigen in één jaar.  
 $L_{\max}$  : het maximale geluidniveau buitenshuis ten gevolge van iedere vliegtuigpassage.

<sup>4</sup> In 2010 zijn het Ministerie van Verkeer en Waterstaat en het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer samengegaan in het Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

In het berekeningsvoorschrift is bepaald dat ook vliegtuigpassages met een  $L_{\max}$  waarde lager dan de drempelwaarde van 65 dB(A) bij de berekening meegenomen moeten worden. Dat wil zeggen dat er in de berekening voor de geluidbelasting in  $K_e$  geen drempelwaarde van 65 dB(A) is toegepast.

## Appendix C Invoergegevens

In deze appendix worden de invoergegevens voor de geluidbelastingberekeningen beschreven.

### Verkeersgegevens

Een overzicht van de samenstelling van het vliegverkeer is in hoofdstuk 2 van dit rapport gegeven.

### Vliegbanen

De vliegbanen worden beschreven door de projectie op de grond (het grondpad) en het verloop van de vlieghoogte boven de grond als functie van de afgelegde weg langs het grondpad met de daarbij behorende stuwkracht (het hoogteprofiel).

De grondpaden worden vastgesteld aan de hand van de voor de luchthaven voorgeschreven aankomst- en vertrekroutes alsmede circuits. Tevens wordt rekening gehouden met de optredende horizontale afwijkingen van deze vliegbanen. Voor deze spreiding in horizontale richting is, overeenkomstig de berekeningsvoorschriften, aangenomen dat de vliegtuigen uniform verdeeld zijn over de spreidingsbreedte. Deze spreiding verschilt per route.

De hoogteprofielen zijn vliegtuigtypegebonden, omdat ze direct verband houden met de prestaties van een vliegtuig. In de Appendices (Ref. 3) staan de hoogteprofielen voor het vliegverkeer vermeld. Voor het militaire verkeer betreft dit confidentiële informatie.

### Geluidgegevens

De geluidgegevens voor een vliegtuig bevatten de geluidsniveaus in dB(A) als functie van de motorstuwkracht en de afstand tussen het vliegtuig en de waarnemer. De bij de berekening toegepaste geluidgegevens zijn ontleend aan "Appendices van de voorschriften voor de berekening van de geluidbelasting" (Ref. 3).

Omdat voor slechts een beperkt aantal vliegtuigtypen de geluid- en prestatiegegevens bekend zijn, worden de vliegtuigtypen waarvan deze gegevens niet bekend zijn, ingedeeld bij een vergelijkbaar type m.b.t. de geluidproductie. Dit gebeurt op grond van de verwantschap die de vliegtuigtypen op basis van de volgende parameters bezitten:

- a) aantal motoren;
- b) maximale stuwkracht per motor;
- c) maximum startgewicht;
- d) omloopverhouding van de motoren, zogenaamde by-pass ratio;
- e) vliegtuig-/motorcombinatie.

Omdat, in tegenstelling tot de civiele luchtvaart, de militaire luchtvaartoperaties in Nederland met slechts een zeer beperkt aantal vliegtuigtypen worden uitgevoerd, zijn voor het merendeel van deze typen de voor de berekening van



de geluidbelasting benodigde geluid- en prestatiegegevens bekend of beschikbaar. In die enkele gevallen waarin er toch een vliegtuigtype voorkomt waarvan deze gegevens onbekend zijn, wordt deze ingedeeld bij een type waarvan de geluid- en prestatiegegevens wel bekend zijn.

## Nachtstraffactor

In overeenstemming met de berekeningsvoorschriften wordt een nachtstraffactor toegepast. Deze factor moet de grotere mate van hinder van vliegtuigbewegingen in de avond en nachtelijke uren tot uitdrukking brengen.

De nachtstraffactor is tijdsafhankelijk.

Het verloop is als volgt:

Dagperiode van tot [uur]	Nachtstraffactor
0 - 6	10
6 - 7	8
7 - 8	4
8 - 18	1
18 - 19	2
19 - 20	3
20 - 21	4
21 - 22	6
22 - 23	8
23 - 24	10

De nachtstraffactor wordt in rekening gebracht door het aantal vliegtuigbewegingen in een bepaalde dagperiode te vermenigvuldigen met de bij de betreffende dagperiode behorende nachtstraffactor. Dit betekent dat indien er om 20:05 uur één helikopter vertrekt, deze als vier helikopters in de berekening wordt meegenomen.

## Appendix D Geluidbelastingcontouren





# Militaire luchthaven Eindhoven, de geluidbelasting door civil vliegverkeer



NLR-CR-2023-019  
Appendix D1  
28

Schaal: 1:50000  
© NLR 2023  
© OpenStreetMap contributors

- 35 Ke
- 40 Ke
- 45 Ke
- 50 Ke
- 55 Ke
- 60 Ke
- 65 Ke

## D1: Geluidbelasting zonder drempelwaarde

- 2013-02-27 11:33:58: Geluidszone (civiel)
- 2023-02-03 14:12:40: Jaarberekening 2022 (civiel)



150000 151000 152000 153000 154000 155000 156000 157000 158000 159000



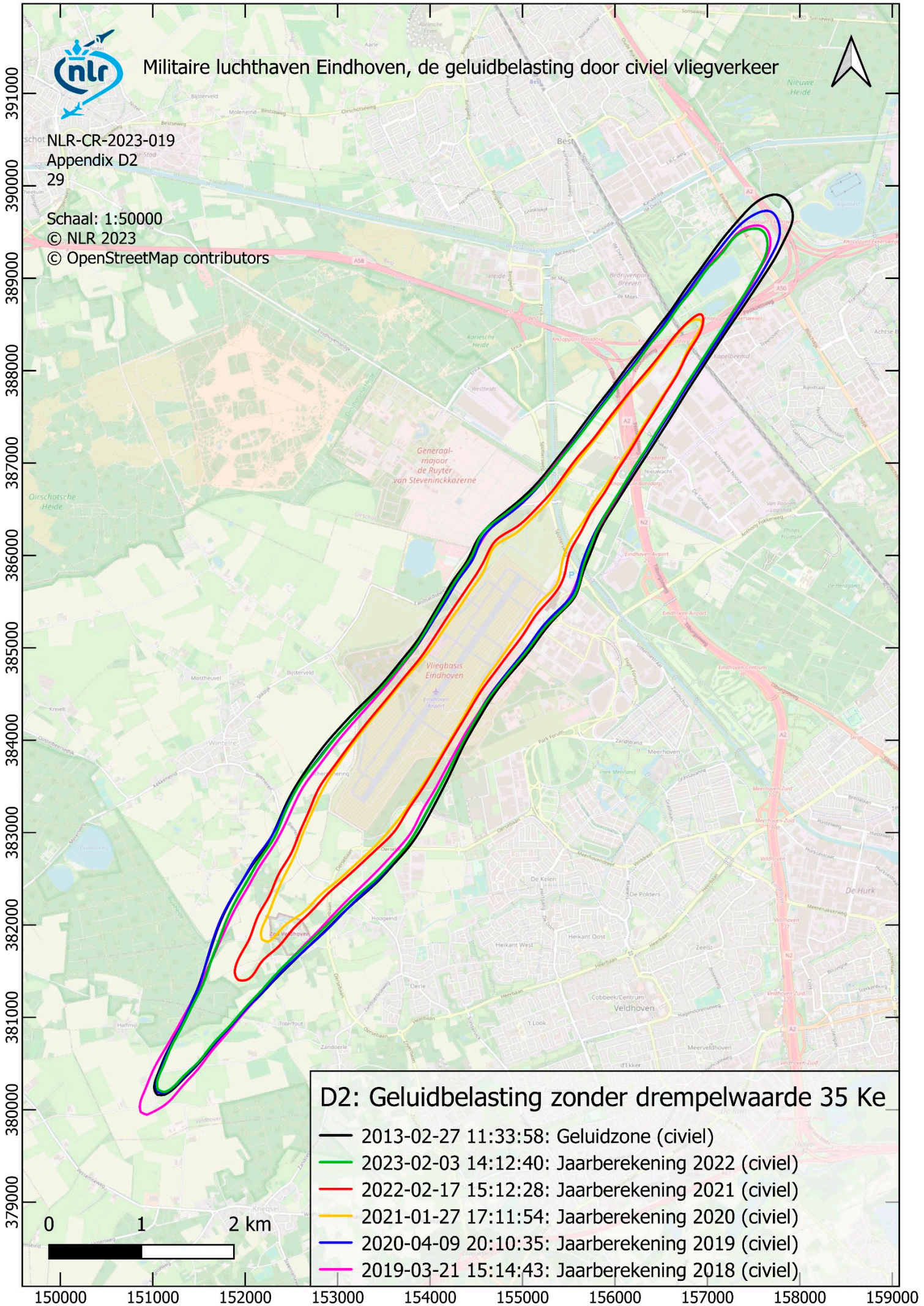


# Militaire luchthaven Eindhoven, de geluidbelasting door civiel vliegverkeer



NLR-CR-2023-019  
Appendix D2  
29

Schaal: 1:50000  
© NLR 2023  
© OpenStreetMap contributors



## D2: Geluidbelasting zonder drempelwaarde 35 Ke

- 2013-02-27 11:33:58: Geluidzone (civiel)
- 2023-02-03 14:12:40: Jaarberekening 2022 (civiel)
- 2022-02-17 15:12:28: Jaarberekening 2021 (civiel)
- 2021-01-27 17:11:54: Jaarberekening 2020 (civiel)
- 2020-04-09 20:10:35: Jaarberekening 2019 (civiel)
- 2019-03-21 15:14:43: Jaarberekening 2018 (civiel)





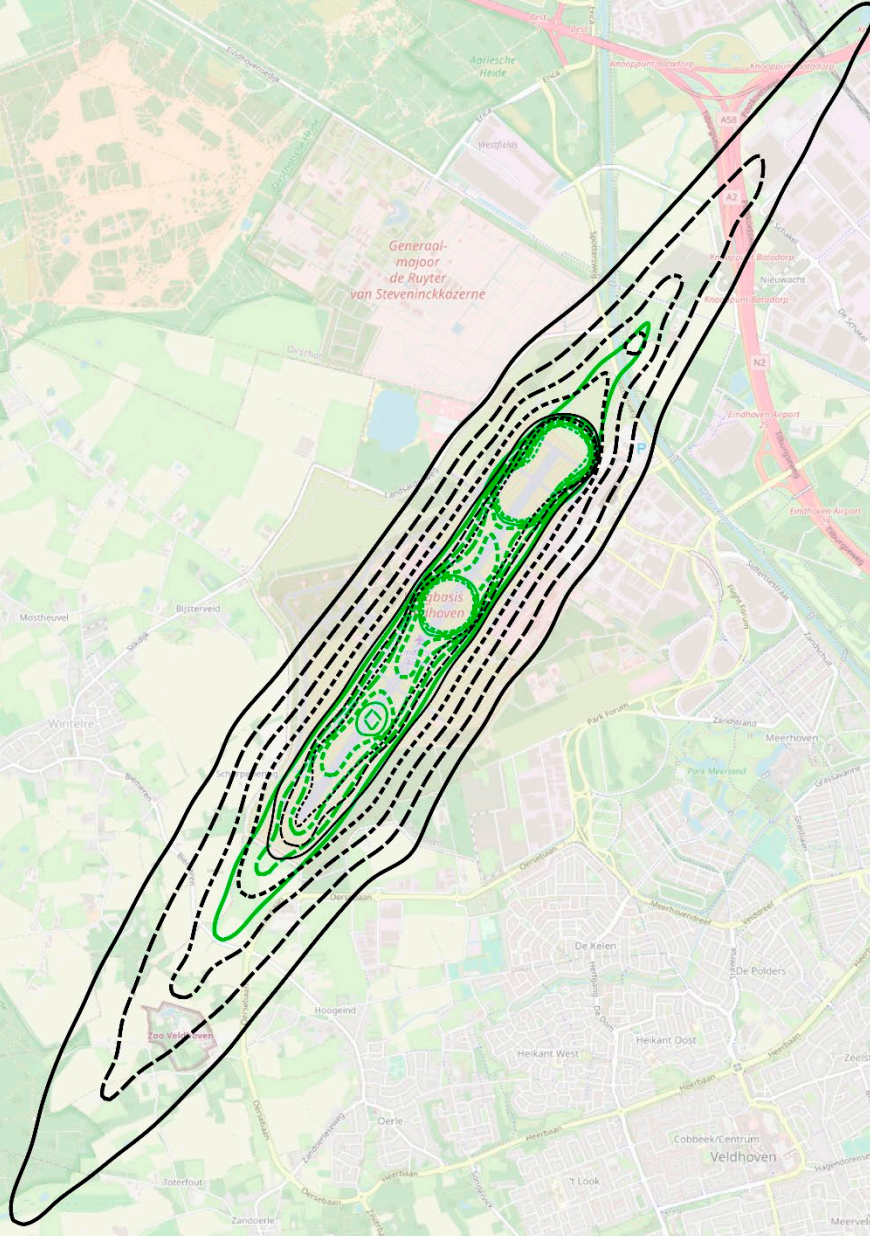
# Militaire luchthaven Eindhoven, de geluidbelasting door militair vliegverkeer



NLR-CR-2023-019  
Appendix D3  
30

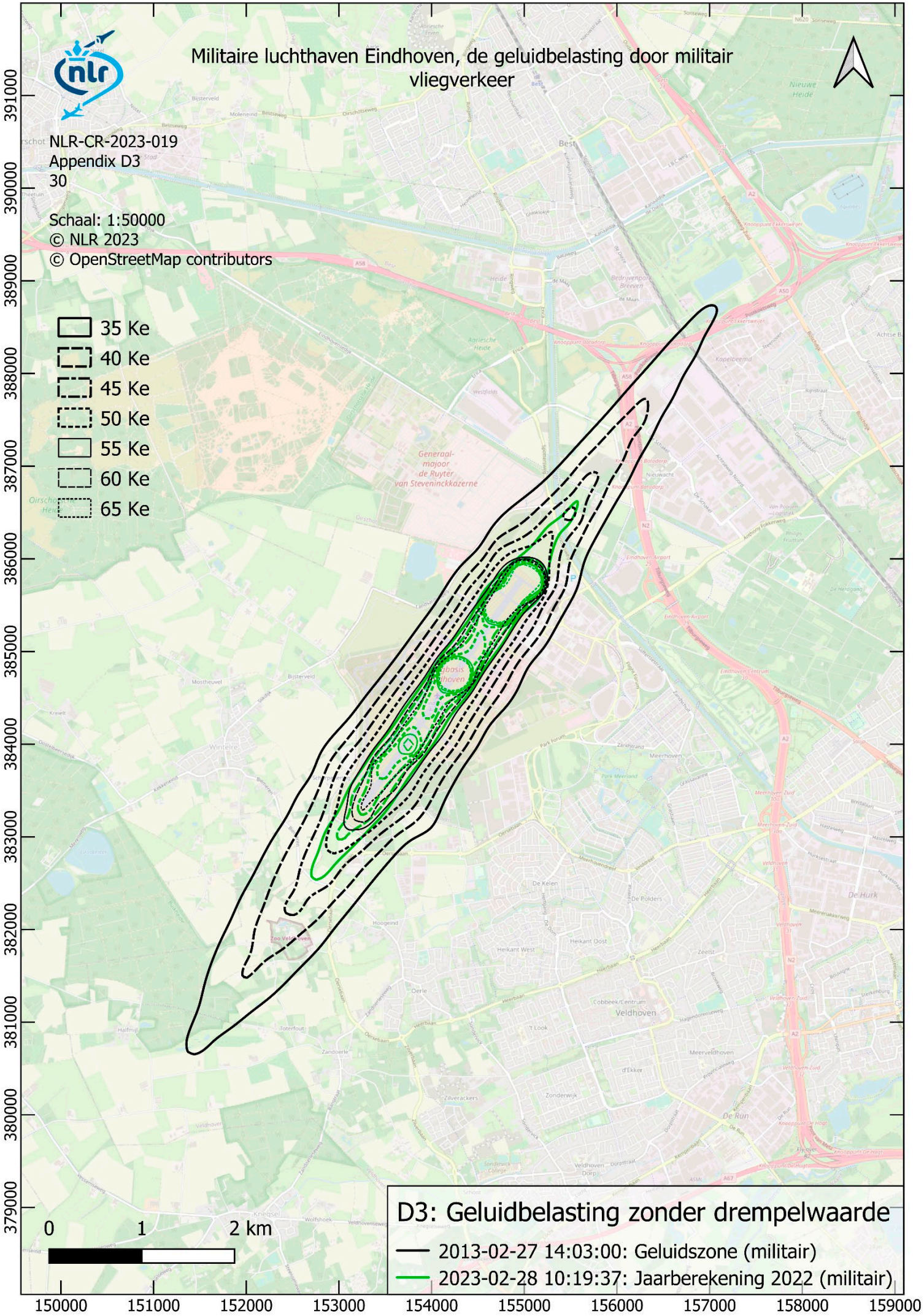
Schaal: 1:50000  
© NLR 2023  
© OpenStreetMap contributors

- 35 Ke
- 40 Ke
- 45 Ke
- 50 Ke
- 55 Ke
- 60 Ke
- 65 Ke



## D3: Geluidbelasting zonder drempelwaarde

- 2013-02-27 14:03:00: Geluidszone (militair)
- 2023-02-28 10:19:37: Jaarberekening 2022 (militair)





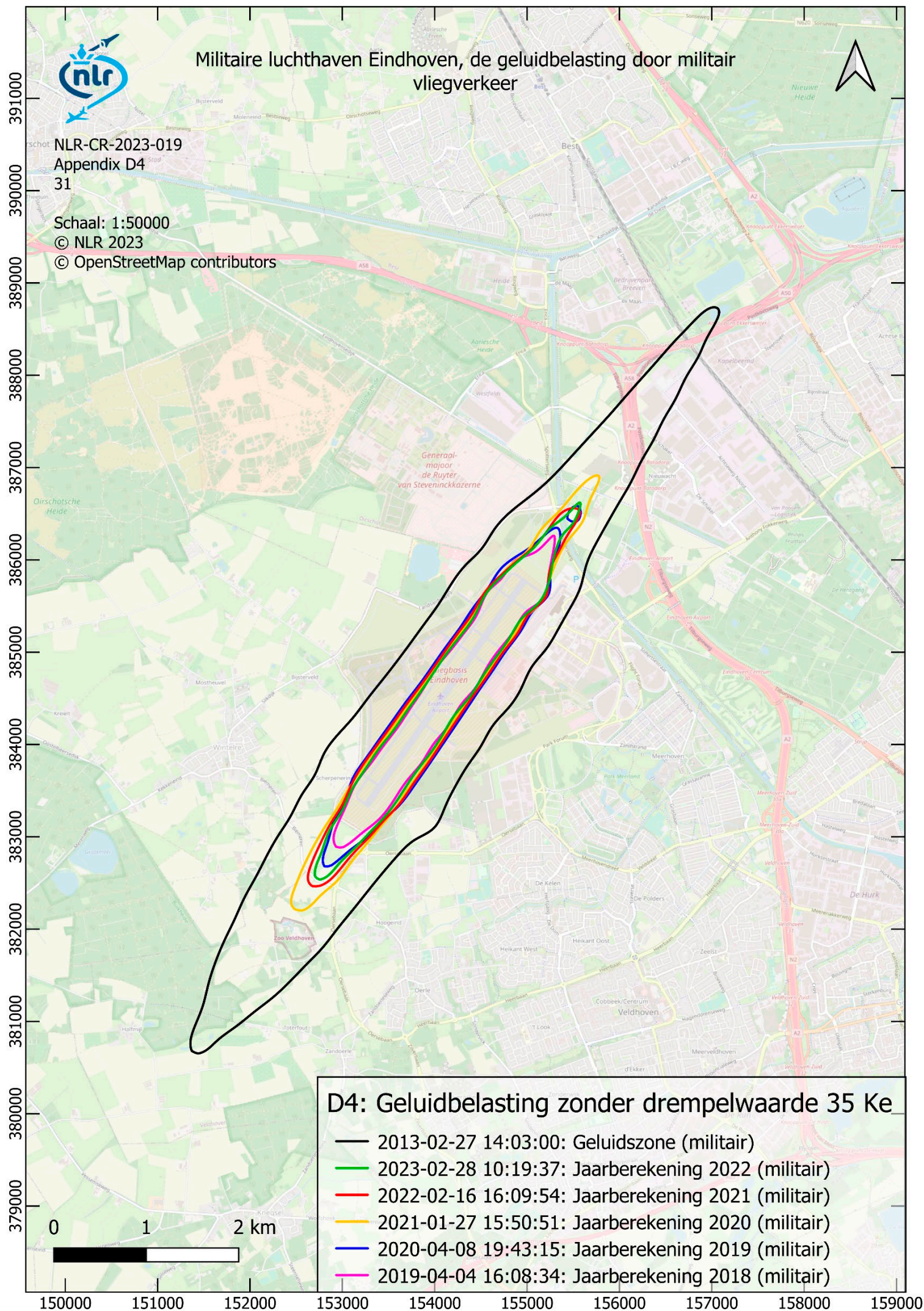


# Militaire luchthaven Eindhoven, de geluidbelasting door militair vliegverkeer



NLR-CR-2023-019  
Appendix D4  
31

Schaal: 1:50000  
© NLR 2023  
© OpenStreetMap contributors



## D4: Geluidbelasting zonder drempelwaarde 35 Ke

- 2013-02-27 14:03:00: Geluidszone (militair)
- 2023-02-28 10:19:37: Jaarberekening 2022 (militair)
- 2022-02-16 16:09:54: Jaarberekening 2021 (militair)
- 2021-01-27 15:50:51: Jaarberekening 2020 (militair)
- 2020-04-08 19:43:15: Jaarberekening 2019 (militair)
- 2019-04-04 16:08:34: Jaarberekening 2018 (militair)





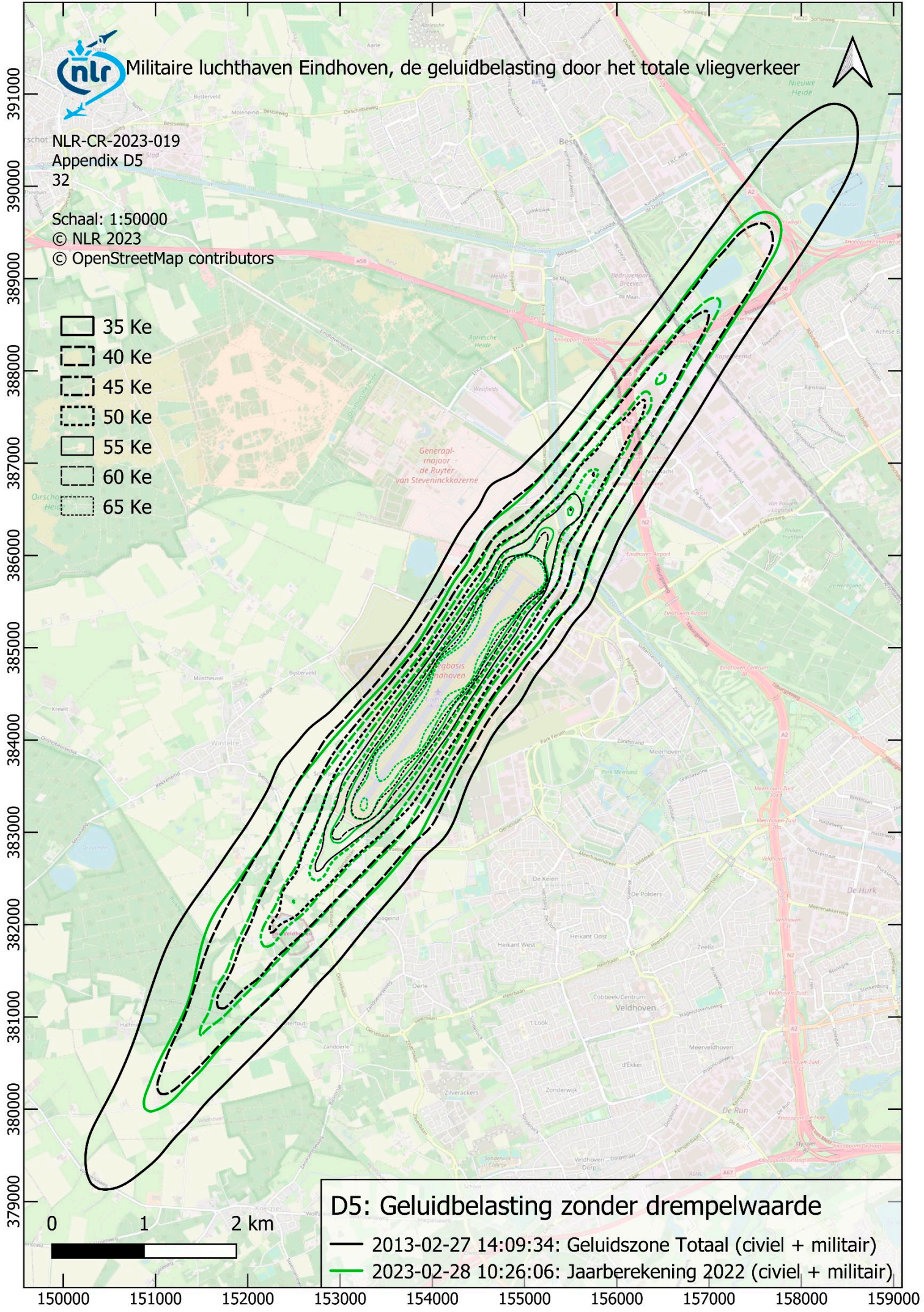
# Militaire luchthaven Eindhoven, de geluidbelasting door het totale vliegverkeer



NLR-CR-2023-019  
Appendix D5  
32

Schaal: 1:50000  
© NLR 2023  
© OpenStreetMap contributors

- 35 Ke
- 40 Ke
- 45 Ke
- 50 Ke
- 55 Ke
- 60 Ke
- 65 Ke



## D5: Geluidbelasting zonder drempelwaarde

- 2013-02-27 14:09:34: Geluidszone Totaal (civiel + militair)
- 2023-02-28 10:26:06: Jaarberekening 2022 (civiel + militair)

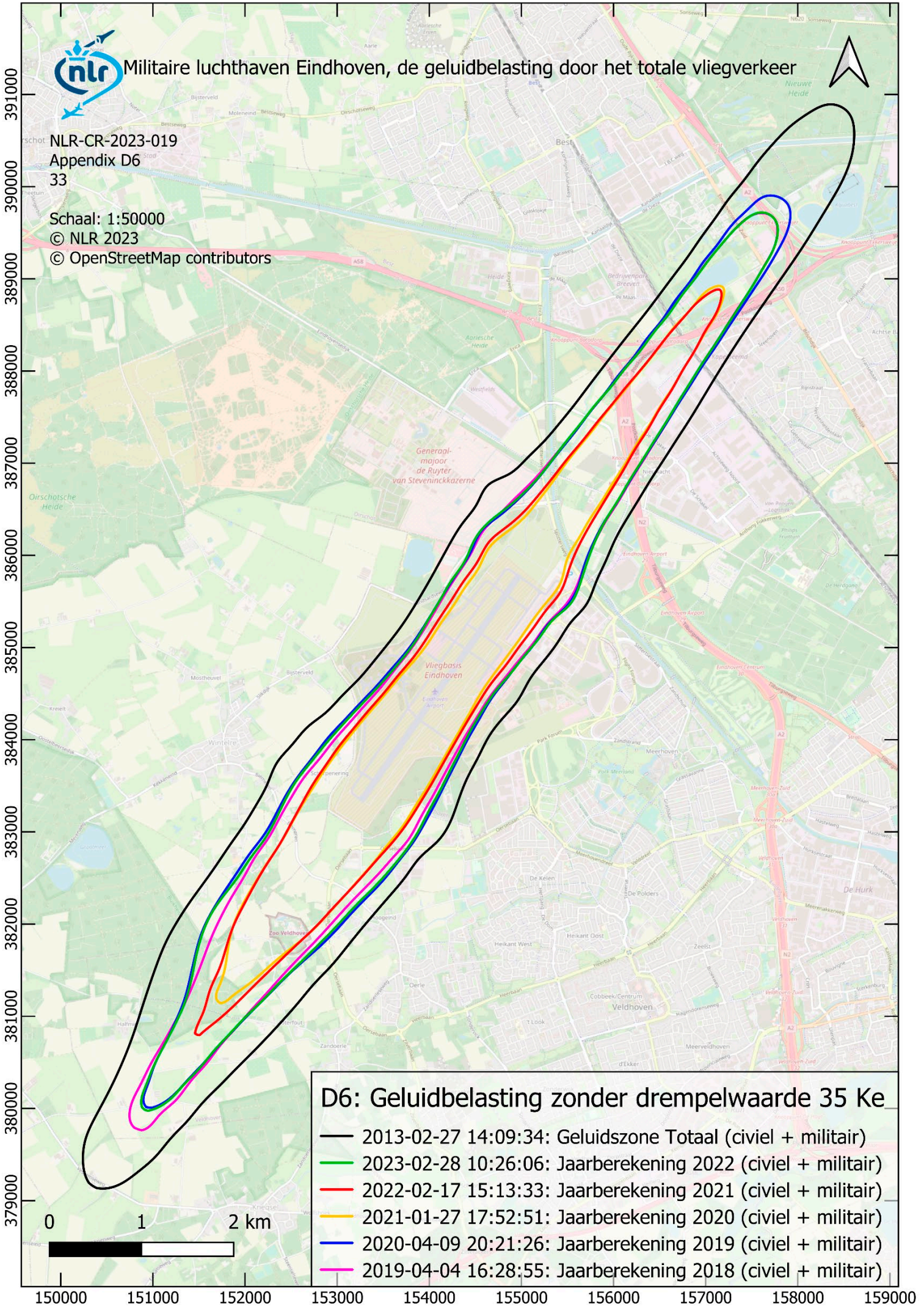




# Militaire luchthaven Eindhoven, de geluidbelasting door het totale vliegverkeer

NLR-CR-2023-019  
Appendix D6  
33

Schaal: 1:50000  
© NLR 2023  
© OpenStreetMap contributors



## D6: Geluidbelasting zonder drempelwaarde 35 Ke

- 2013-02-27 14:09:34: Geluidszone Totaal (civiel + militair)
- 2023-02-28 10:26:06: Jaarberekening 2022 (civiel + militair)
- 2022-02-17 15:13:33: Jaarberekening 2021 (civiel + militair)
- 2021-01-27 17:52:51: Jaarberekening 2020 (civiel + militair)
- 2020-04-09 20:21:26: Jaarberekening 2019 (civiel + militair)
- 2019-04-04 16:28:55: Jaarberekening 2018 (civiel + militair)





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](http://www.nlr.nl)

### Postal address

PO Box 90502  
1006 BM Amsterdam, The Netherlands  
e) [info@nlr.nl](mailto:info@nlr.nl) i) [www.nlr.org](http://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