Dedicated to innovation in aerospace

NLR-CR-2020-046 | mei 2020

De geluidbelasting rondom de militaire luchthaven Eindhoven voor het jaar 2019

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Defensie CLSK

NLR – Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

Dedicated to innovation in aerospace

NLR-CR-2020-046 | mei 2020

De geluidbelasting rondom de militaire luchthaven Eindhoven voor het jaar 2019

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Defensie CLSK

AUTEUR(S):

B.J. Hoekerswever NLR

NLR – Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

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

Bron omslagfoto: Ministerie van Defensie

OPDRACHTGEVER	**Ministerie van Defensie CLSK**
CONTRACTNUMMER	**070-44-7-61200 (NLR-projectnr. 1077114)**
EIGENAAR	**Ministerie van Defensie CLSK**
NLR DIVISIE	**Aerospace Operations**
VERSPREIDING	**Beperkt**
RUBRICERING TITEL	**ONGERUBRICEERD**

GOEDGEKEURD DOOR:		
AUTEUR	REVIEWER	BEHERENDE AFDELING
B.J. Hoekerswever	P.C. den Hoedt	M.J.A. van Eenige
DATUM 08 05 20	DATUM 08 05 20	DATUM 08 05 20

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 2019 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 2019 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.

De 35 Ke-contour van de geluidbelastingsberekening voor het jaar 2019 valt voor het civiele vliegverkeer ten zuidwesten van de luchthaven buiten de 35 Ke-contour van de bijbehorende geluidszone. Zowel aan de oost- als aan de westkant is een kleine overschrijding van de civiele zoneringscontour te zien.
Voor het militaire vliegverkeer evenals het gezamenlijke vliegverkeer (civiel en militair) geldt dat de 35 Ke-contour van de geluidbelastingsberekening binnen de 35 Ke-contour van de bijbehorende geluidszone valt.

Bron: Defensie.nl

Bron: commens.wikipedia.org

Inhoudsopgave

1 Inleiding **6**

2 Samenstelling vliegverkeer **7**

3 Resultaat **14**

4 Referenties **20**

Appendix A Appendix level 1 **21**

Appendix B **24**

Appendix C **25**

Appendix C.1 Verkeersgegevens 25
Appendix C.2 Vliegbanen 25
Appendix C.3 Geluidgegevens 25
Appendix C.4 Nachtstraffactor 26

Appendix D Geluidbelastingscontouren **27**

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 2019. 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 B** 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 gevlogen 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 2015 tot en met 2019 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 2017, 2018 en 2019. Een vliegtuigbeweging is een start of een landing.

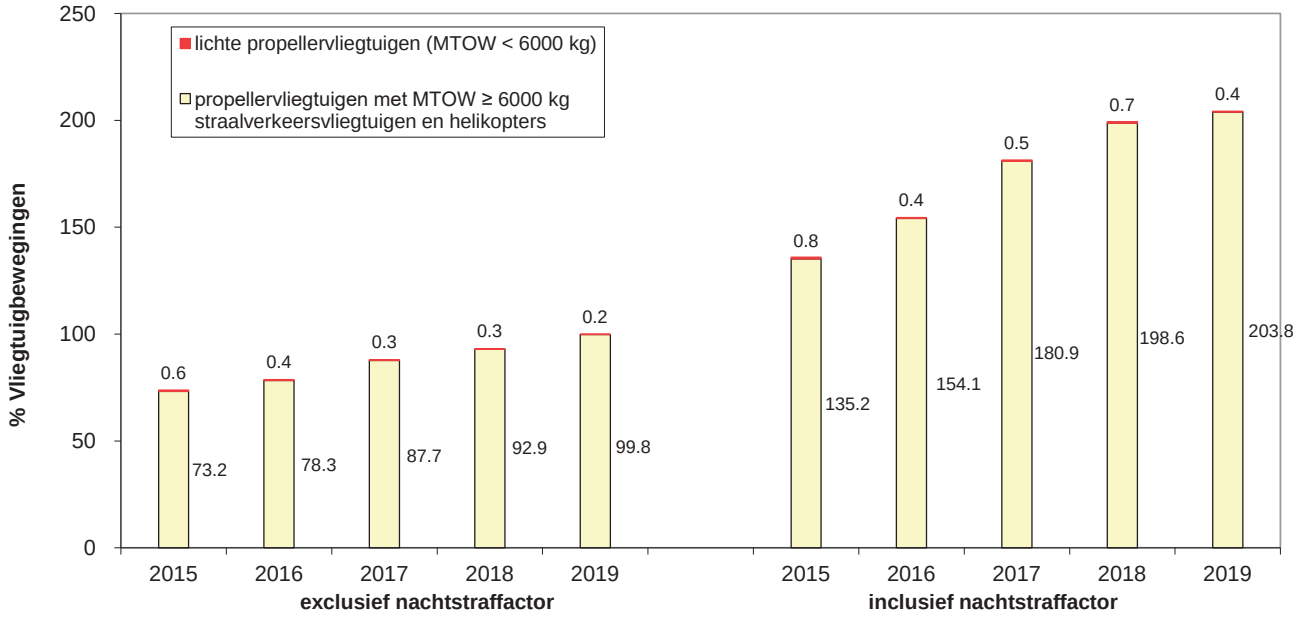
Figuren 1 en 6 geven een overzicht van het aantal militaire vliegtuigbewegingen op de militaire luchthaven Eindhoven van 2015 tot en met 2019 ten opzichte van het aantal vliegtuigbewegingen in het jaar 2019 (100%).

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 C wordt behandeld, moet de extra ondervonden hinder van avond- en nachtvluchten tot uiting brengen. De gemiddelde nachtstraffactor voor het jaar 2019 blijkt voor het civiele vliegverkeer 2.04 te zijn en voor het militaire vliegverkeer 1.49.

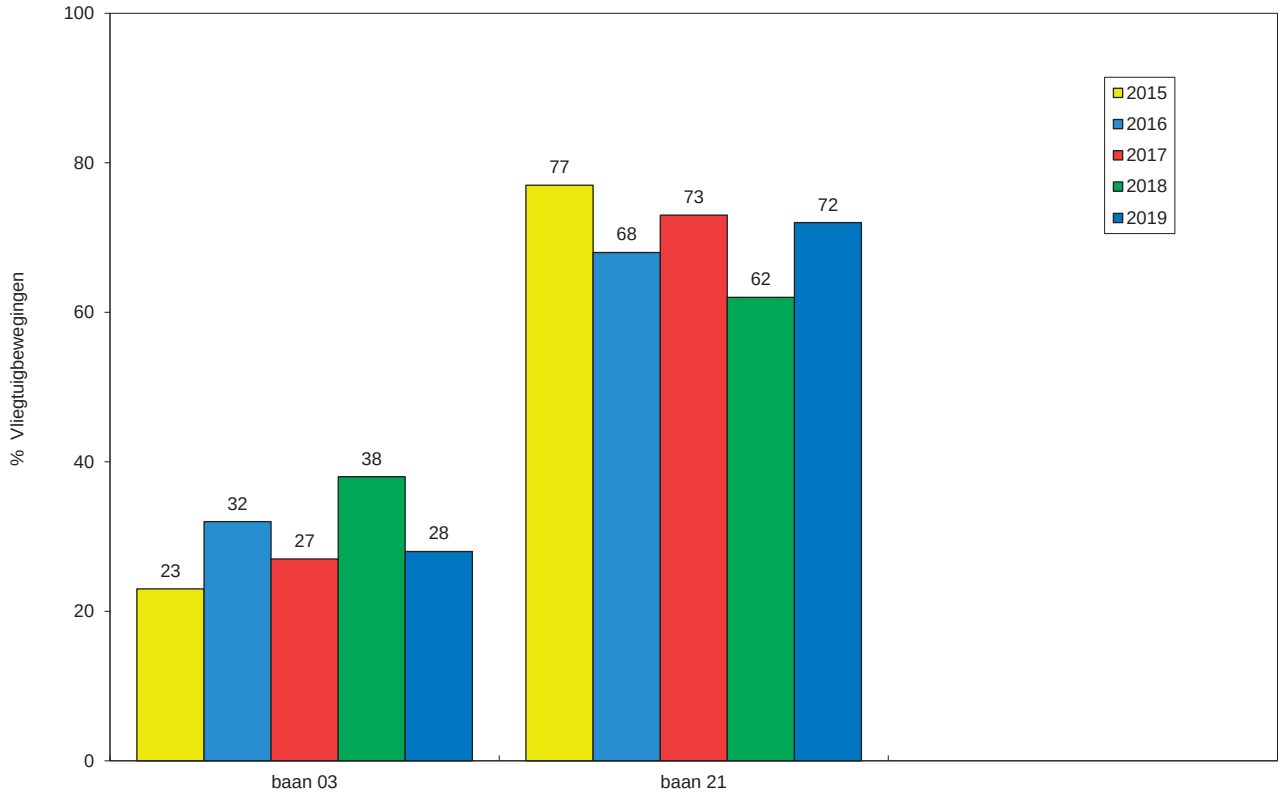
Bij het bepalen van de percentages in de figuren 2, 4, 7 en 9 is uitgegaan van de werkelijke aantallen vliegtuigbewegingen. Figuren 2 en 7 geven een overzicht van de verdeling van de vliegtuigbewegingen over de banen voor de jaren 2015 tot en met 2019. Figuren 4 en 9 geven een overzicht van de verdeling van de vliegtuigbewegingen over vliegtuigtypen voor de jaren 2015 tot en met 2019. 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 geluidbelastingsberekeningen staan beschreven in Appendix C.

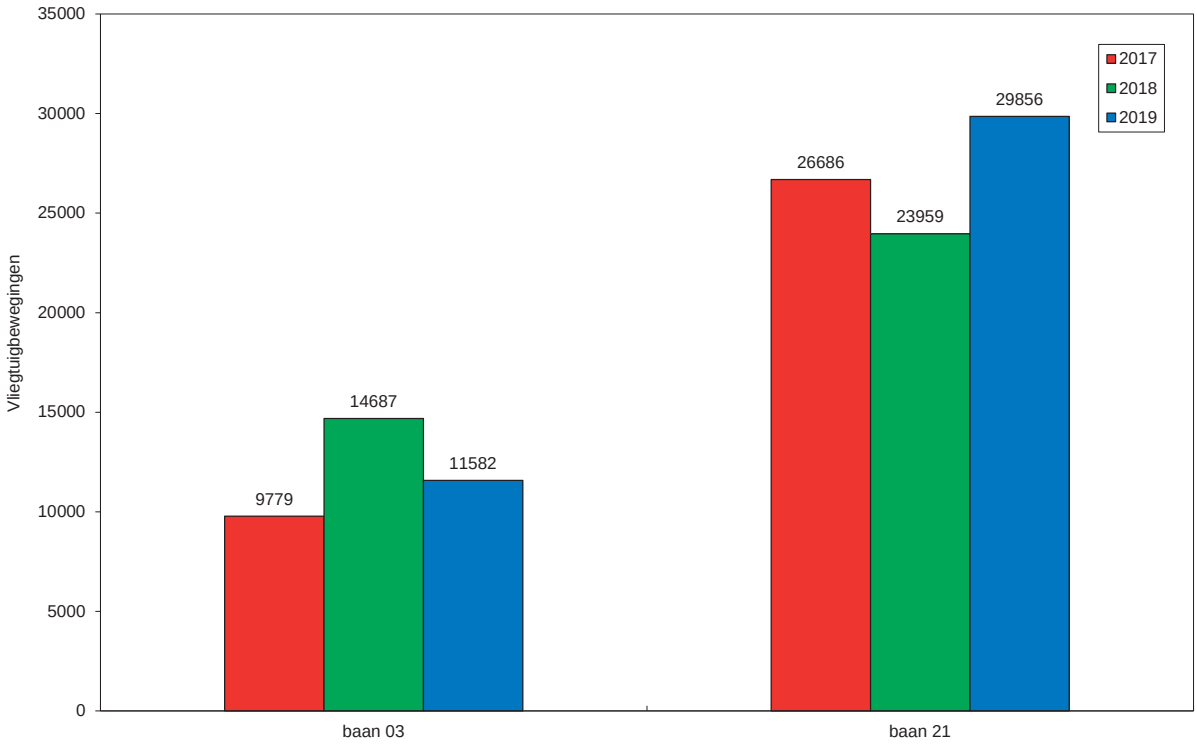
Vanaf 2016 registreert de Eindhovense Aero Club Motorvliegen (EAC-m) zelf de aantallen vliegbewegingen en levert deze aan het CLSK. In 2019 betreft het 7704 bewegingen. Een klein deel (67) betreft het vliegen van instrument vliegroutes, deze worden meegenomen bij het militaire vliegverkeer in de jaarbelasting 2019. 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 zicht condities vliegen.



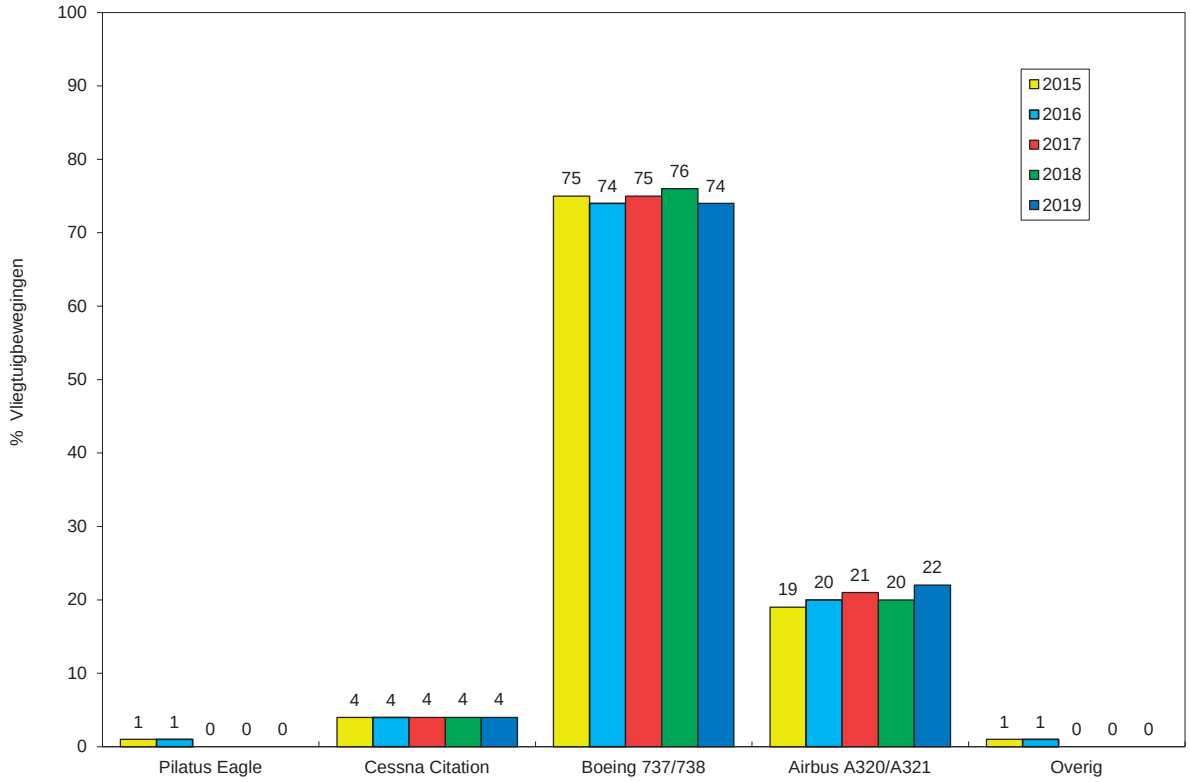
Figuur 1: Percentage vliegtuigbewegingen door het civiele vliegverkeer ten opzichte van het jaar 2019 (exclusief nachtstraffactor = 100%), Militaire luchthaven Eindhoven



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

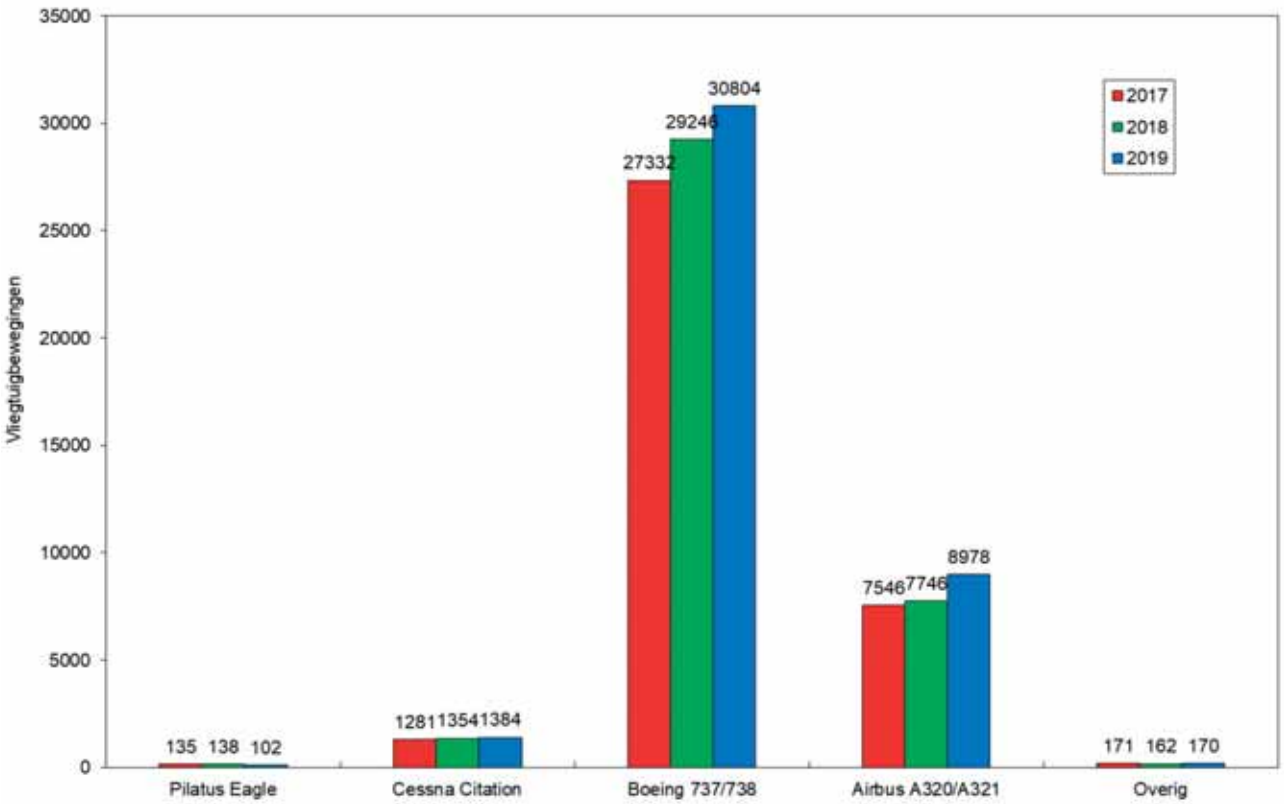


Figuur 3: Aantal vliegtuigbewegingen door het civiele vliegverkeer per baan (exclusief nachtstraffactor), Militaire luchthaven Eindhoven



Figuur 4: Percentage vliegtuigbewegingen door het civiele vliegverkeer per vliegtuigtype (exclusief nachtstraffactor), Militaire luchthaven Eindhoven[1]

[1] 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.

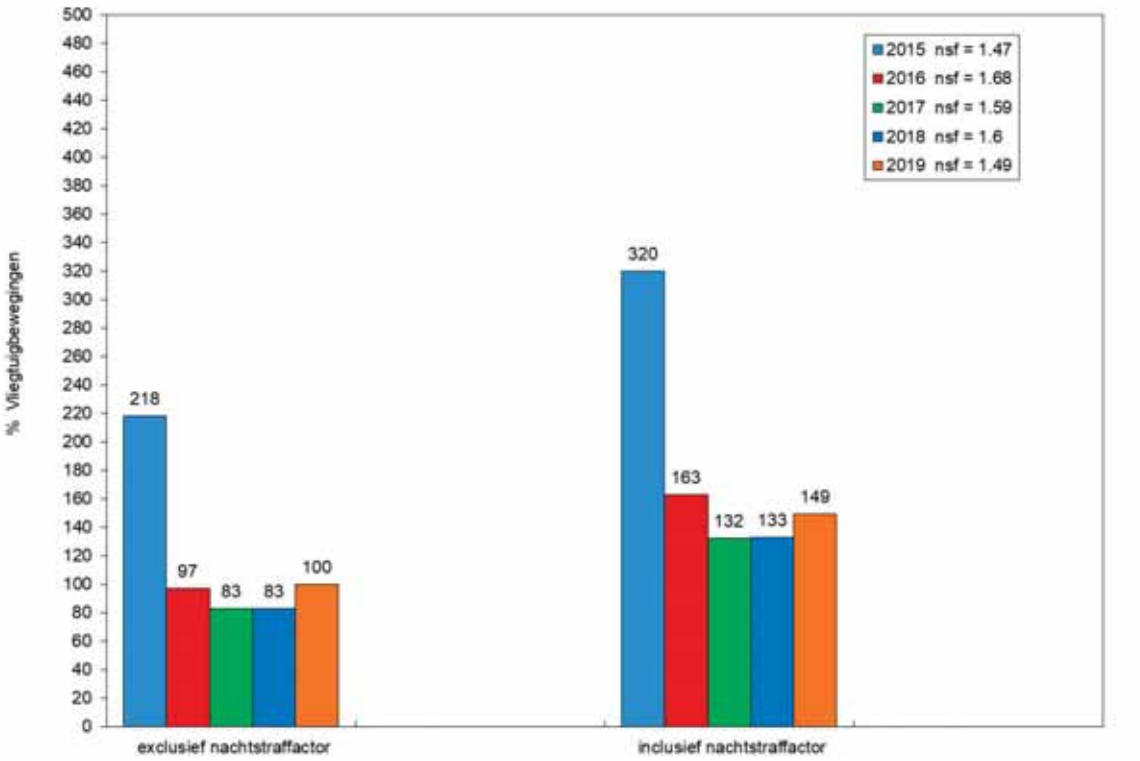


Figuur 5: Aantal vliegtuigbewegingen door het civiele vliegverkeer per vliegtuigtype (exclusief nachtstraffactor), Militaire luchthaven Eindhoven

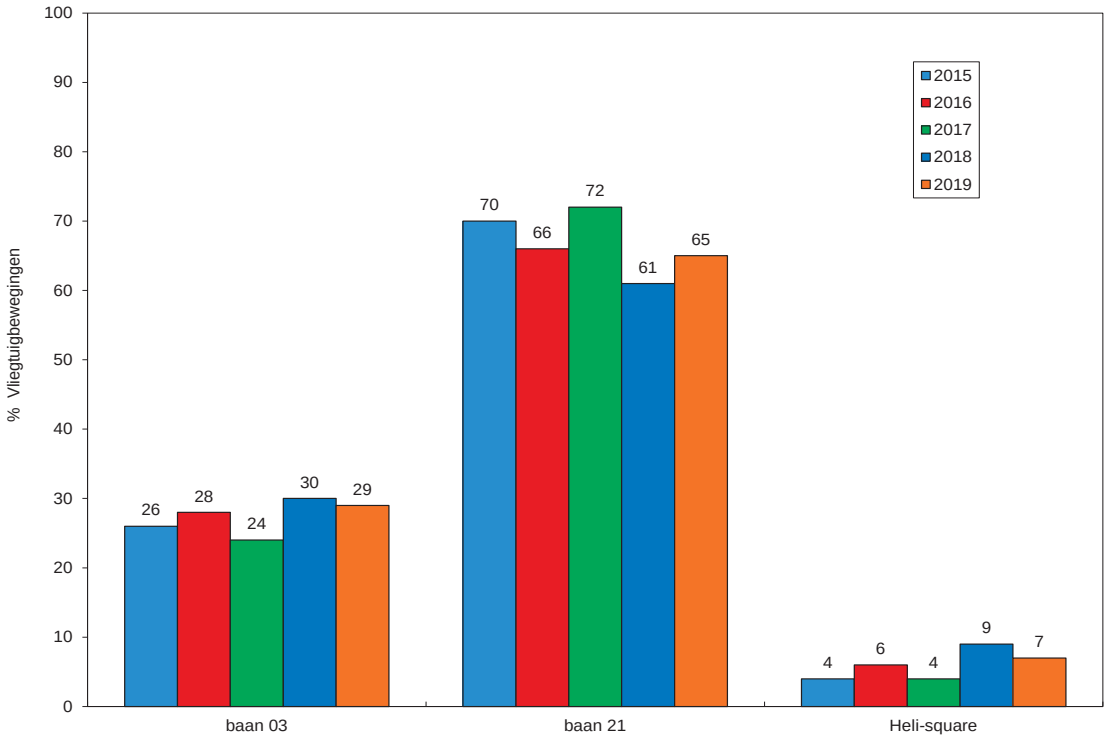
Opmerkingen:

Belangrijkste vliegtuigtypen in overig zijn (in aflopende volgorde van het aantal vliegbewegingen in 2019):

Bombardier Global Express, Gulfstream 5, Dassault Falcon 7x, Dassault Falcon 8x en Embraer 190

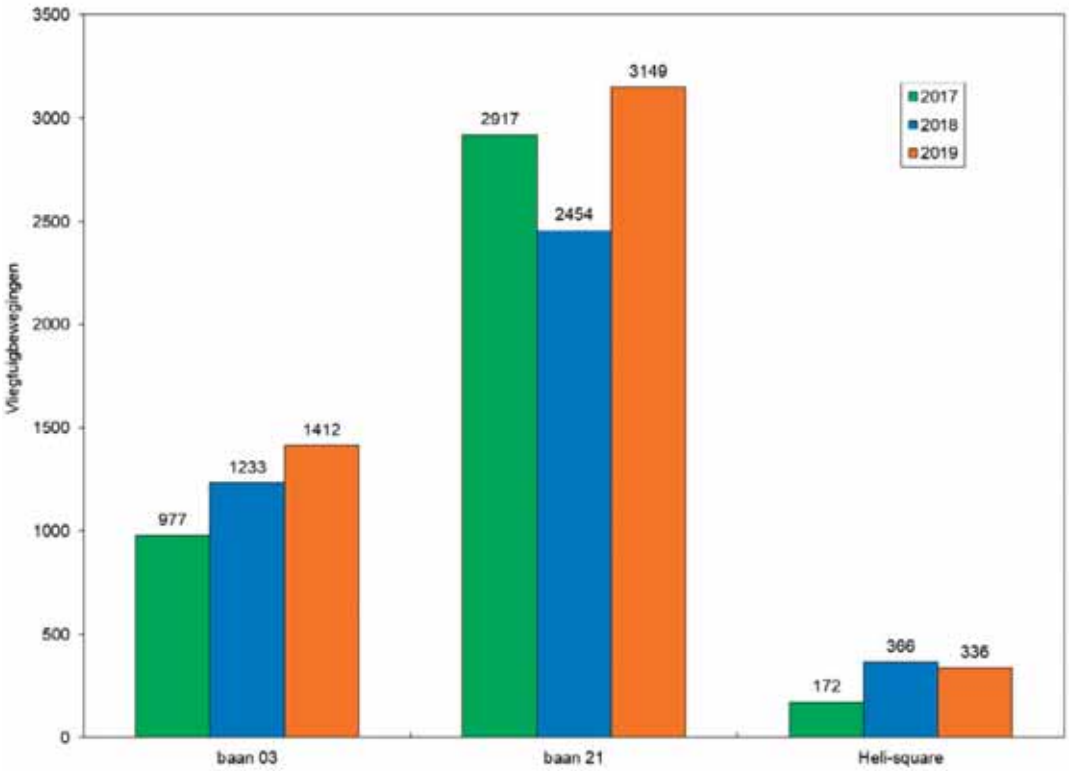


Figuur 6: Percentage vliegtuigbewegingen door het militaire vliegverkeer ten opzichte van het jaar 2019 (exclusief nachtstraffactor = 100%), Militaire luchthaven Eindhoven

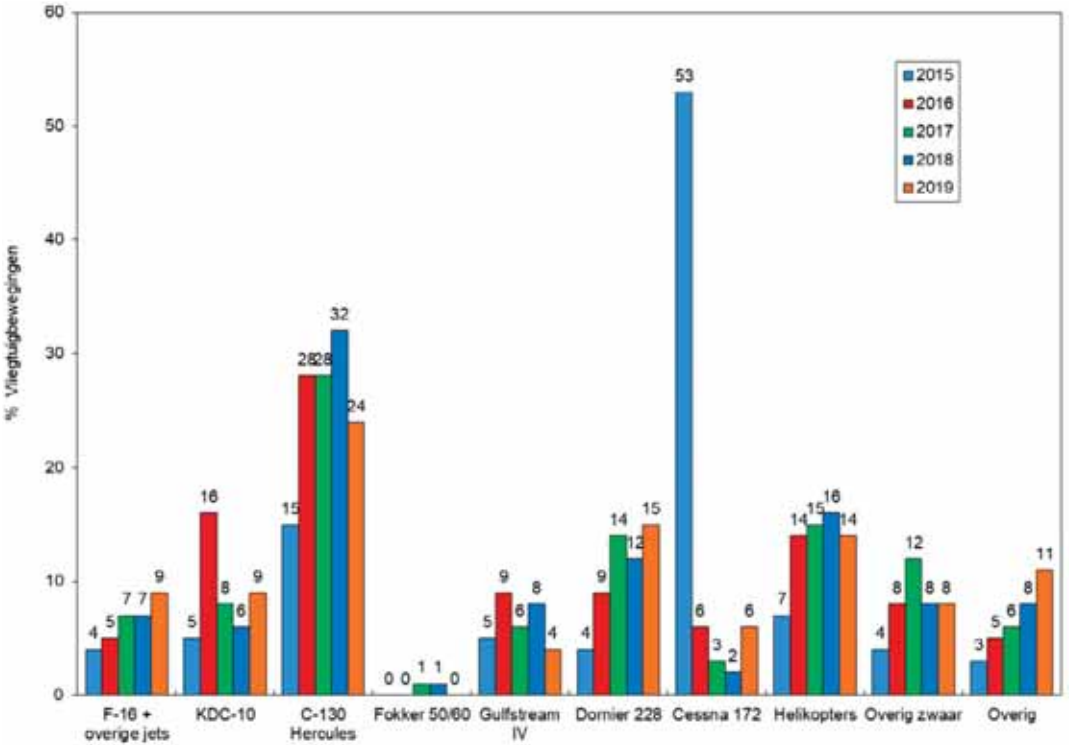


Figuur 7: Percentage vliegtuigbewegingen door het militaire vliegverkeer per baan (exclusief nachtstraffactor), Militaire luchthaven Eindhoven[2]

[2] 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.

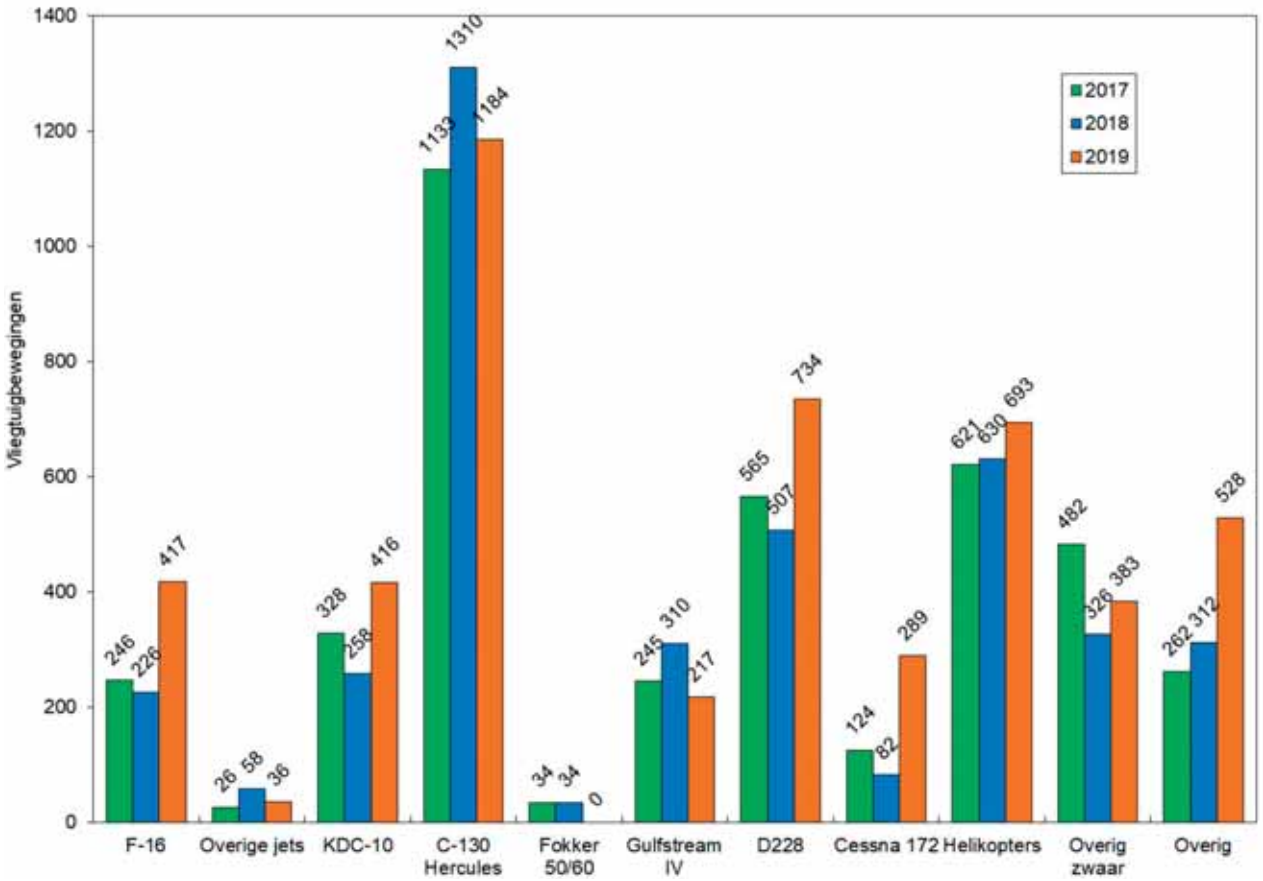


Figuur 8: Aantal vliegtuigbewegingen door het militaire vliegverkeer per baan (exclusief nachtstraffactor), Militaire luchthaven Eindhoven[3]



Figuur 9: Percentage vliegtuigbewegingen door het militaire vliegverkeer per vliegtuigtype (exclusief nachtstraffactor), Militaire luchthaven Eindhoven

[3] 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

Opmerkingen:

De belangrijkste[4] vliegtuigtypen in overige jets, helikopters, overig zwaar verkeer en overig zijn (in aflopende volgorde van het aantal vliegbewegingen in 2019).

Overige jets	Alpha Jet, L39 Albatros en Panavia Tornado
Helikopters	Apache H-64, Chinook H-47, UH-60 Black Hawk, Cougar AS32
Overig zwaar verkeer	C-17 Globemaster, E3TF AWACS, Airbus 330-200, Airbus 310, Transall C-160, Boeing 737-800, Boeing 737-700, , Boeing KC-135R Stratotanker
Overig	Cessna 550, Pilatus PC-7 en PZL M28 Skytruck

[4] Samen meer dan 80% van het aantal vliegbewegingen per indeling van vliegtuigtype.

3 Resultaat

Het resultaat van de berekening van de geluidbelasting rondom de militaire luchthaven Eindhoven voor het jaar 2019 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
Figuur 11 op bladzijde 16 toont de 35 Ke-contouren voor de jaarberekeningen zonder drempelwaarde voor de jaren 2015 tot en met 2019 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 Ke-contour van de geluidbelastingsberekening voor het jaar 2019 valt voor het civiele vliegverkeer ten zuidwesten van de luchthaven buiten de 35 Ke-contour van de bijbehorende geluidszone. Zowel aan de oost- als aan de westkant is een kleine overschrijding van de civiele zoneringscontour te zien.
In figuur 12 op bladzijde 17 is het zuidelijk deel van de contour ter plaatse van de overschrijdingen uitvergroot en zijn de kleine overschrijdingen door pijlen aangegeven.

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^2. De oppervlakte binnen de 35 Ke-contour van de geluidbelastingsberekening voor het jaar 2019 bedraagt 9.6 km^2.

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

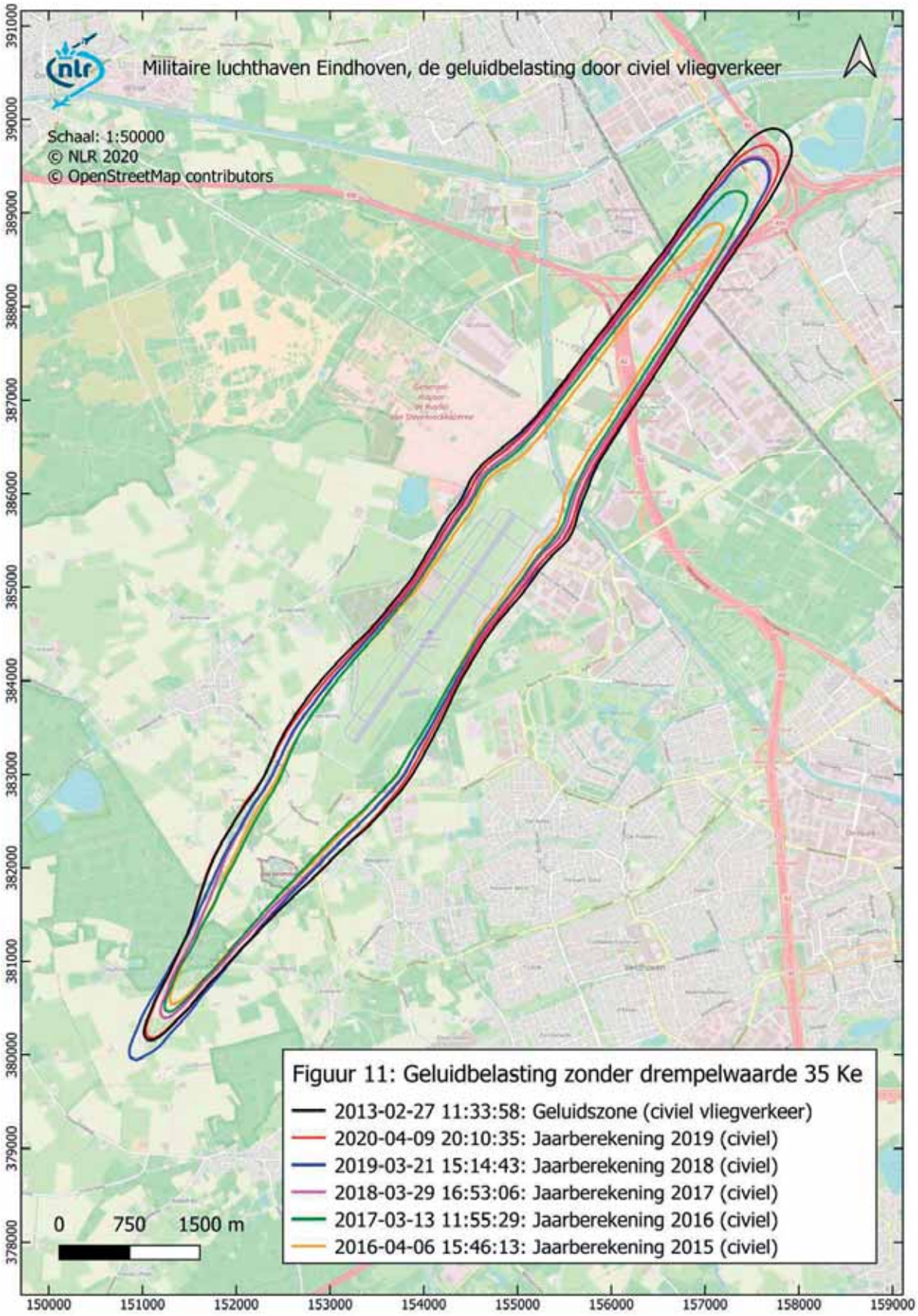
Geluidbelastingscontouren van het militaire vliegverkeer
Figuur 13 op bladzijde 18 toont de 35 Ke-contouren voor de jaarberekeningen zonder drempelwaarde voor de jaren 2015 tot en met 2019 van het militaire vliegverkeer, met de bijbehorende geluidszone. De geografische ligging van de geluidszone voor 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 2019 zonder drempelwaarde valt binnen de 35 Ke-zoneringscontour.

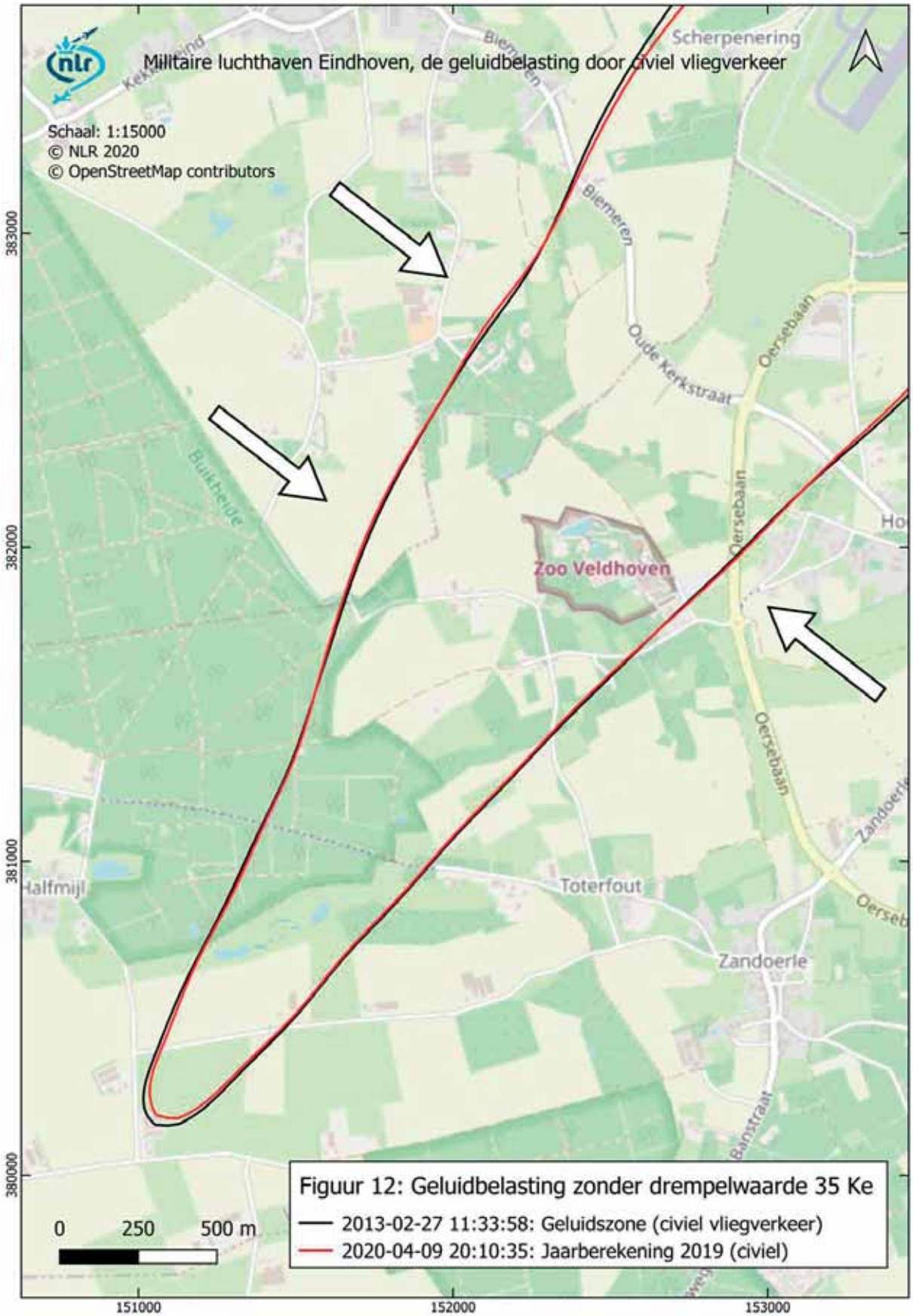
Figuur D.4 toont de 35 Ke-contouren zonder drempelwaarde van de afgelopen jaren ten opzichte van de 35 Ke-zoneringscontour.

Geluidbelastingscontouren van het gezamenlijke vliegverkeer (civiel en militair)
Figuur 14 op bladzijde 19 toont de 35 Ke-contouren voor de jaarberekeningen zonder drempelwaarde voor de jaren 2015 tot en met 2019 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 2019 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.

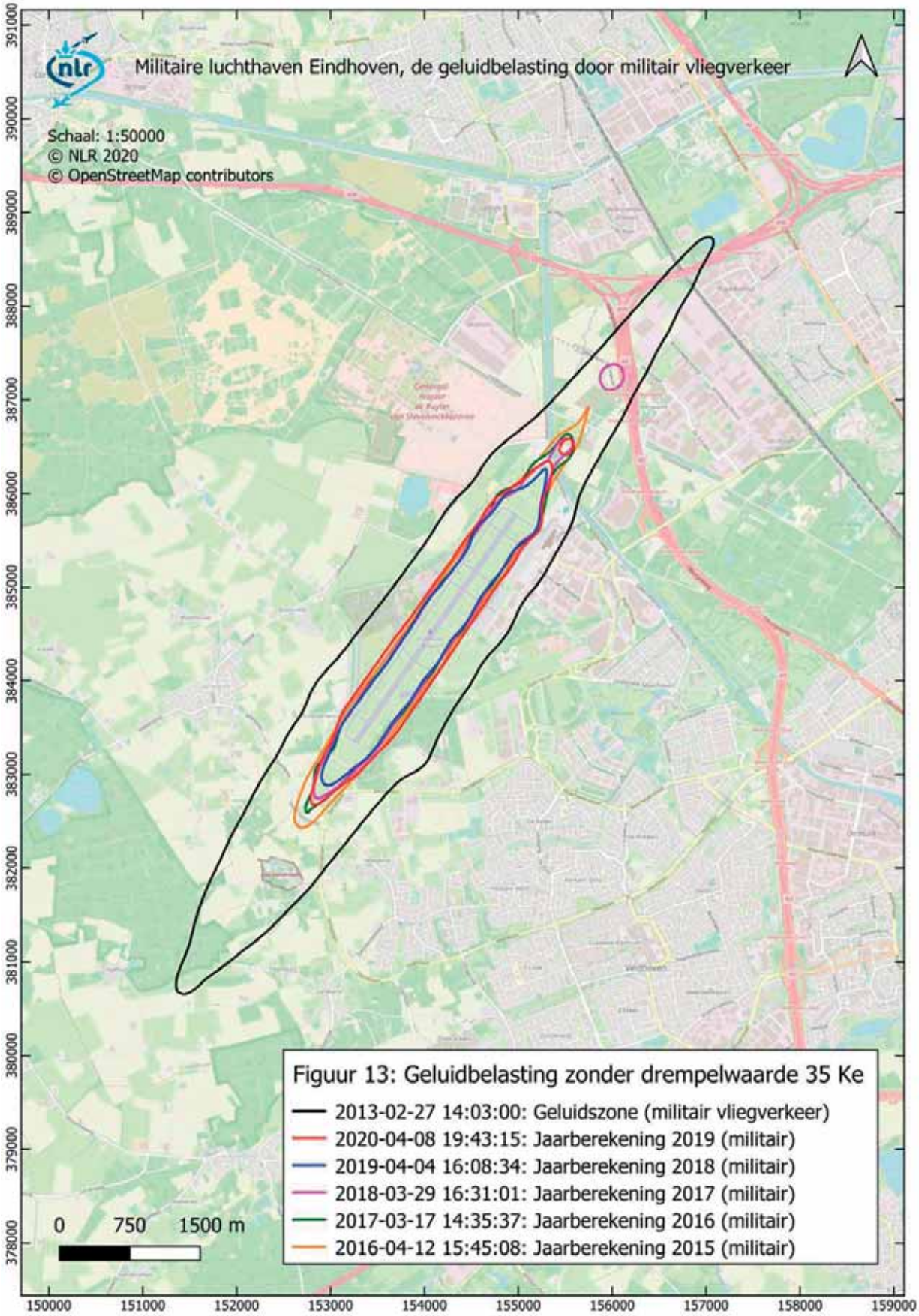


Figuur 11:35 Ke-geluidbelastingcontouren voor de jaarberekeningen zonder drempelwaarde voor de jaren 2015 tot en met 2019 van het civiele vliegverkeer

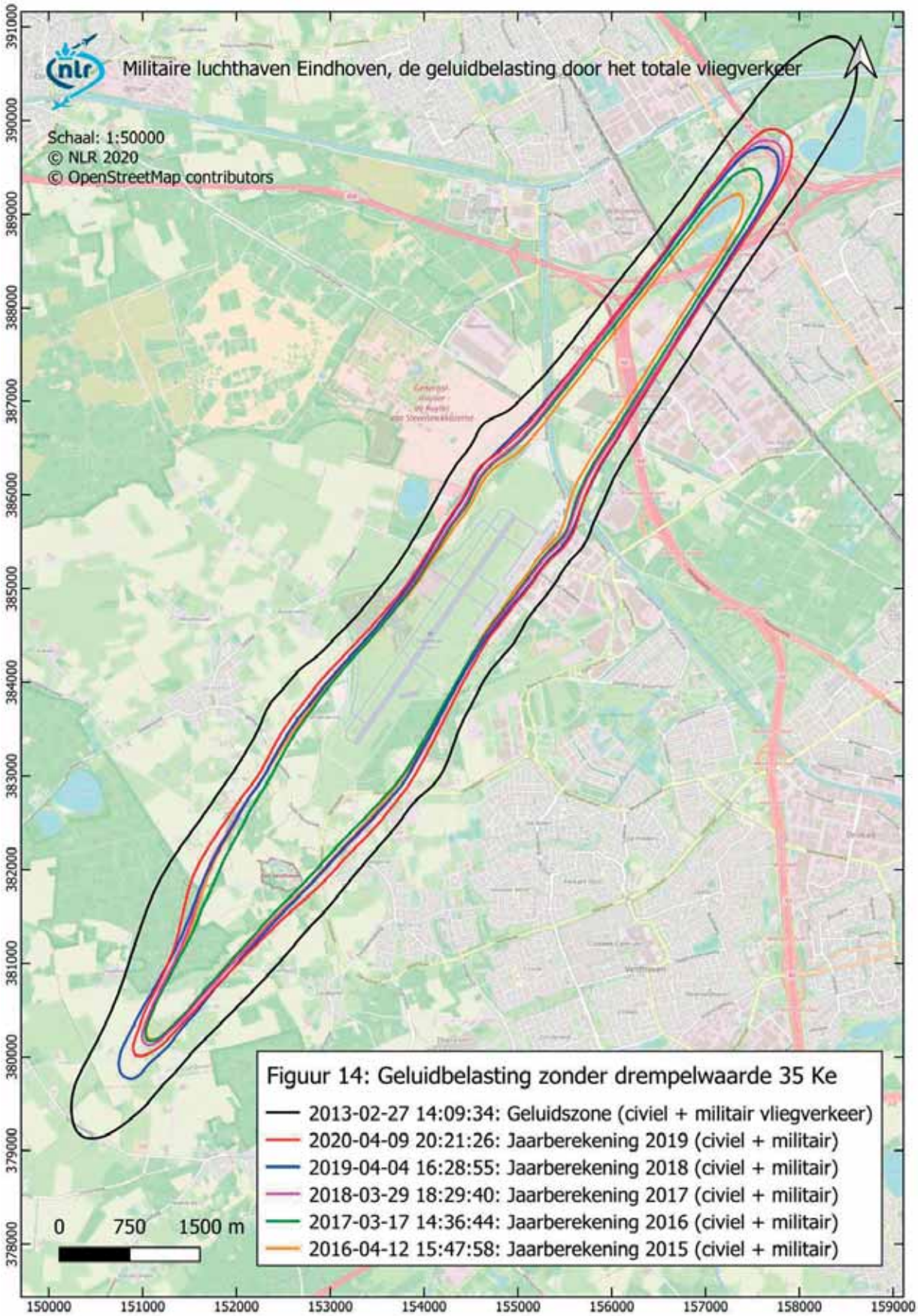


Figuur 12: Geluidbelasting zonder drempelwaarde 35 Ke

Figuur 12: 35 Ke-geluidbelastingcontouren voor de jaarberekening zonder drempelwaarde voor het jaar 2019 van het civiele vliegverkeer



Figuur 13: 35 Ke-geluidbelastingscontouren voor de jaarberekeningen zonder drempelwaarde voor de jaren 2015 tot en met 2019 van het militaire vliegverkeer



Figuur 14: 35 Ke-geluidbelastingcontouren voor de jaarberekeningen zonder drempelwaarde voor de jaren 2015 tot en met 2019 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. *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 Appendix level 1

dB(A)
De A-gewogen decibelwaarde dB(A) is de meest gangbare eenheid voor geluidssterkte. 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 vliegpad in het horizontale vlak. Met andere woorden: het grondpad is een lijn op de grond verticaal onder het vliegpad.

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, Lmax 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

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[5], 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 een voorschrift voor de berekening van geluidbelastingscontouren (lijnen van gelijke geluidbelasting) rond luchthavens. In dit berekeningsvoorschrift, “Voorschrift voor de berekening van de geluidsbelasting in Kosteneenheden (Ke), zonder drempelwaarde, ten gevolge van het vliegverkeer” (Ref. 1), is de berekeningsmethodiek vastgelegd, zoals deze door het NLR wordt toegepast.

In het berekeningsvoorschrift 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 geluidsniveau in het waarnemingspunt tijdens iedere vliegtuigpassage en gegeven de nachtstraffactor, een weegfactor die afhankelijk is van de dagperiode waarin de vliegtuigpassage plaats heeft gevonden.

Voor de berekening van de geluidbelasting in Ke worden de volgende vliegtuigen meegenomen:

- vaste-vleugelvliegtuigen met schroefaandrijving met een minimaal totaalgewicht van 390 kg en een maximaal toegelaten totaalgewicht van 6.000 kg, vliegend onder IFR condities;
- vaste-vleugelvliegtuigen met schroefaandrijving met een maximaal toegelaten totaalgewicht van 6.000 kg of meer;
- helikopters;
- vaste-vleugelvliegtuigen met straalaandrijving.

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 nachtstraffactor (waarde 1 tot en met 10 afhankelijk van het tijdstip van de vlucht).
Σ : het totaal van de bijdragen van de vliegtuigen in één jaar.
L_{max} : het maximale geluidsniveau buitenshuis ten gevolge van iedere vliegtuigpassage.

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 Ke geen drempelwaarde van 65 dB(A) is toegepast.

[5] 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.

Appendix C

In deze appendix worden de invoergegevens voor de geluidbelastingsberekeningen beschreven.

Appendix C.1 Verkeersgegevens

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

Appendix C.2 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 van de voorschriften voor de berekening van de geluidbelasting” staan de hoogteprofielen voor het civiele vliegverkeer vermeld. Voor het militaire verkeer betreft dit confidentiële informatie.

Appendix C.3 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 de versie van de “Appendices van de voorschriften voor de berekening van de geluidbelasting” waarmee de geluidszone is berekend (Ref. 2), aangevuld met gegevens uit de meest recente versie (Ref. 5).

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.

Appendix C.4 Nachtstraffactor

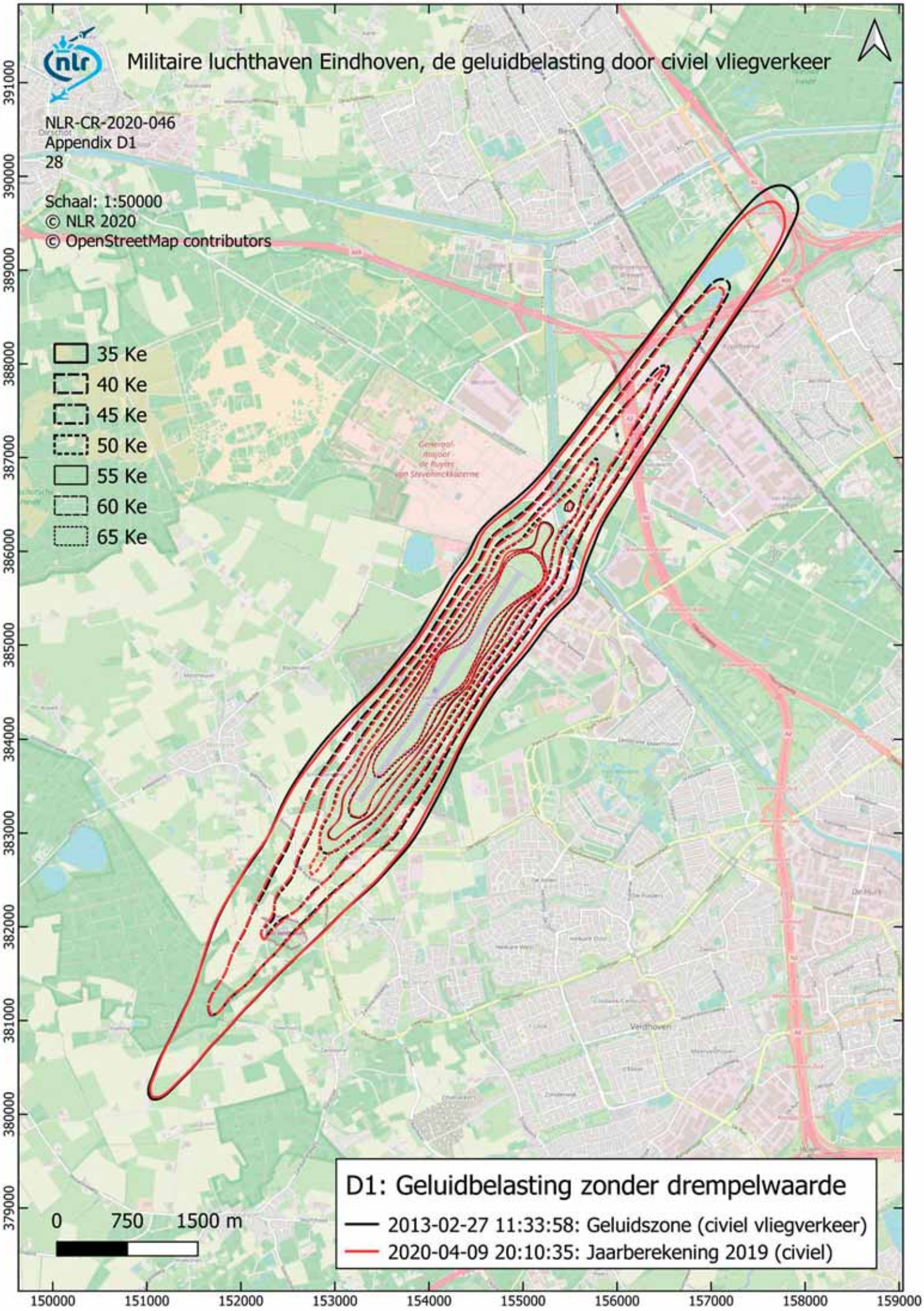
In overeenstemming met de berekeningsvoorschriften wordt een nachtstraffactor toegepast. Deze factor moet de grotere mate van hinder van vliegtuigbewegingen in de avond en nachtelijke uren tot uitdrukking brengen. De nachtstraffactor is tijdsafhankelijk.

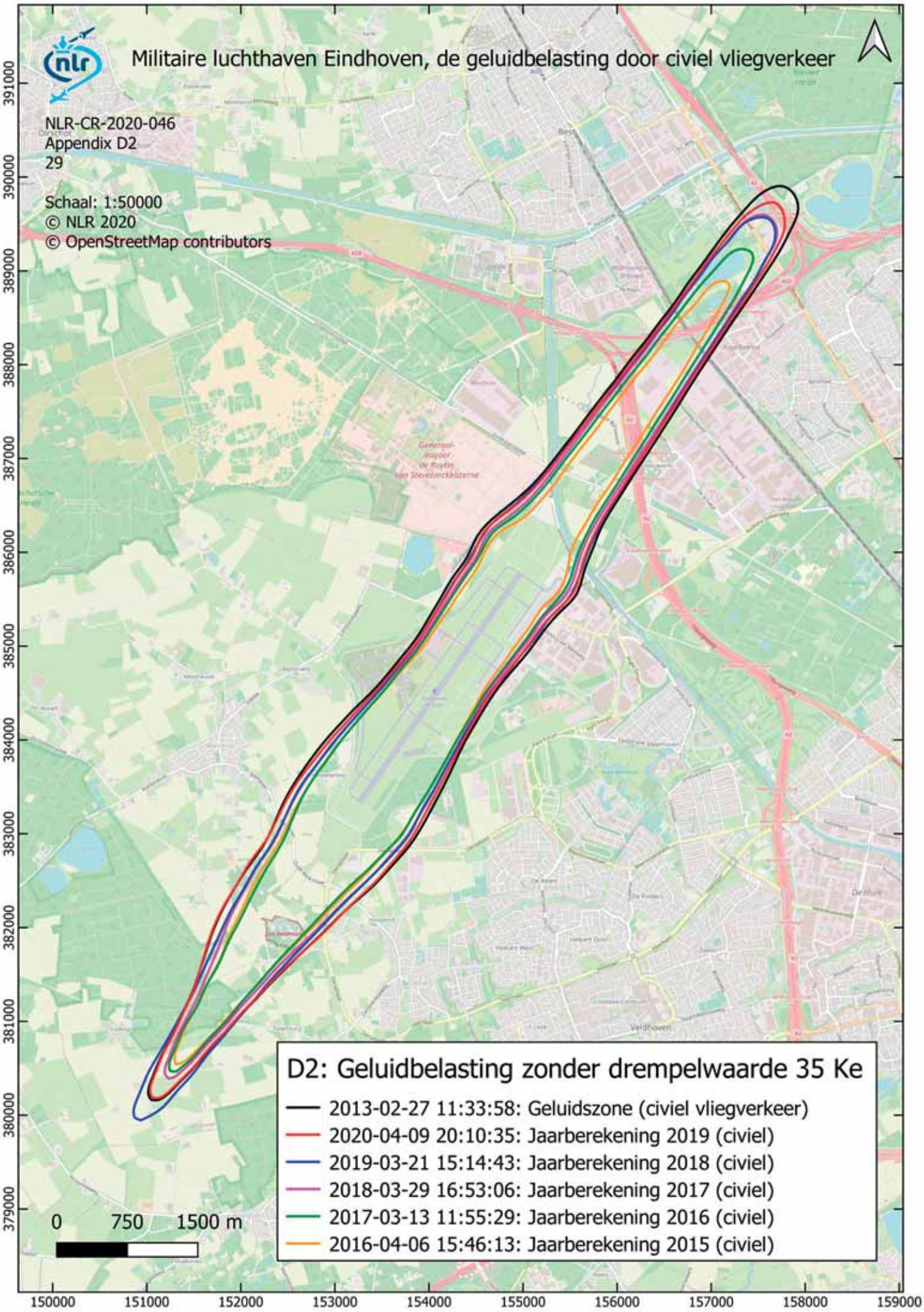
Het verloop is als volgt:

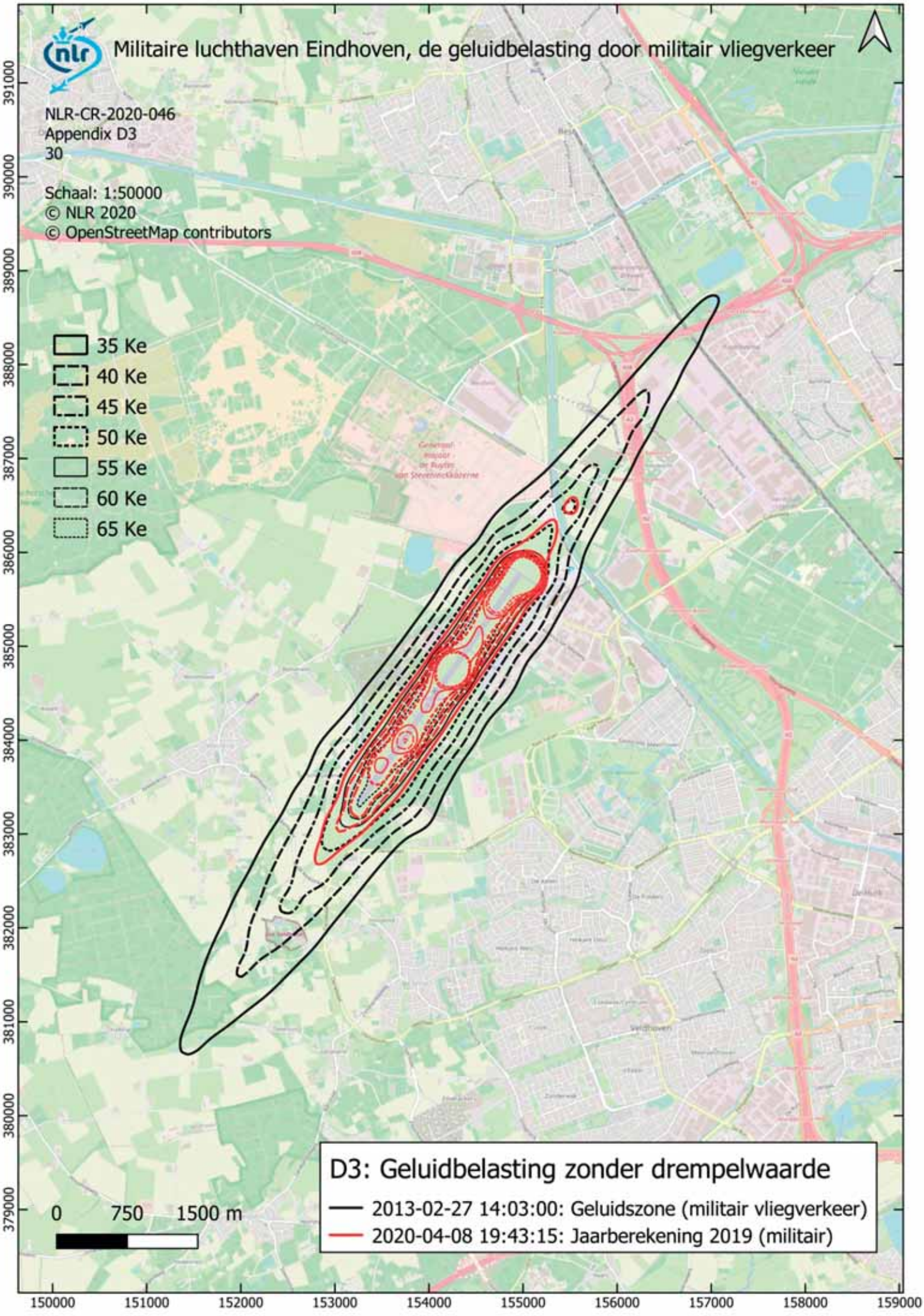
Dagperiode van tot [uur]	Nachtstraffactor
0 - 6	10
6 - 7	8
7 - 8	4
8 - 18	1
18 - 19	2
19 - 20	3
20 - 21	4
21 - 22	6
22 - 23	8
23 - 24	10

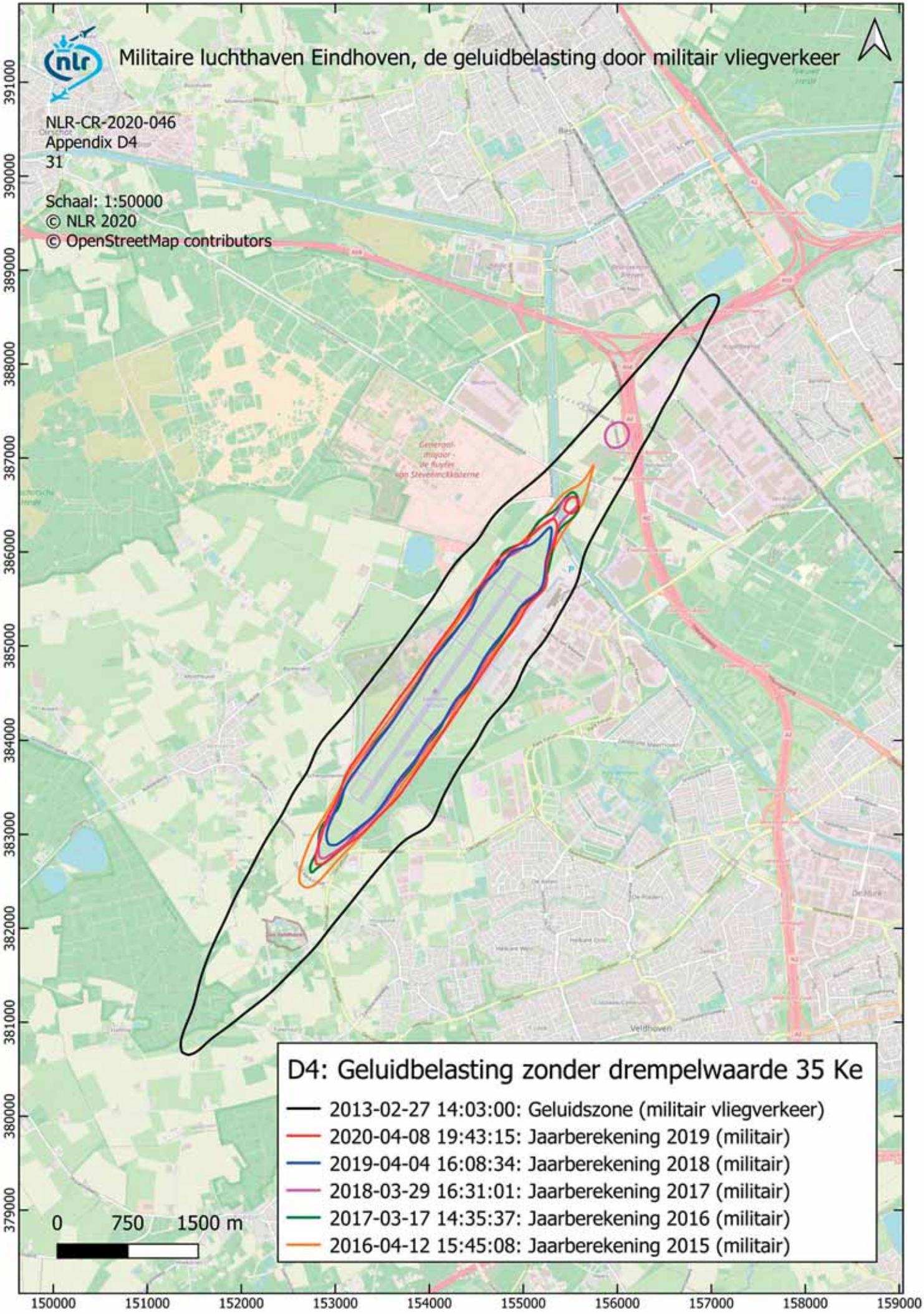
De nachtstraffactor wordt in rekening gebracht door het aantal vliegtuigbewegingen in een bepaalde dagperiode te vermenigvuldigen met de bij de betreffende dagperiode behorende nachtstraffactor. Dit betekent dat indien er om 20:05 uur één F-16 vertrekt, deze als vier F-16's in de berekening wordt meegenomen.

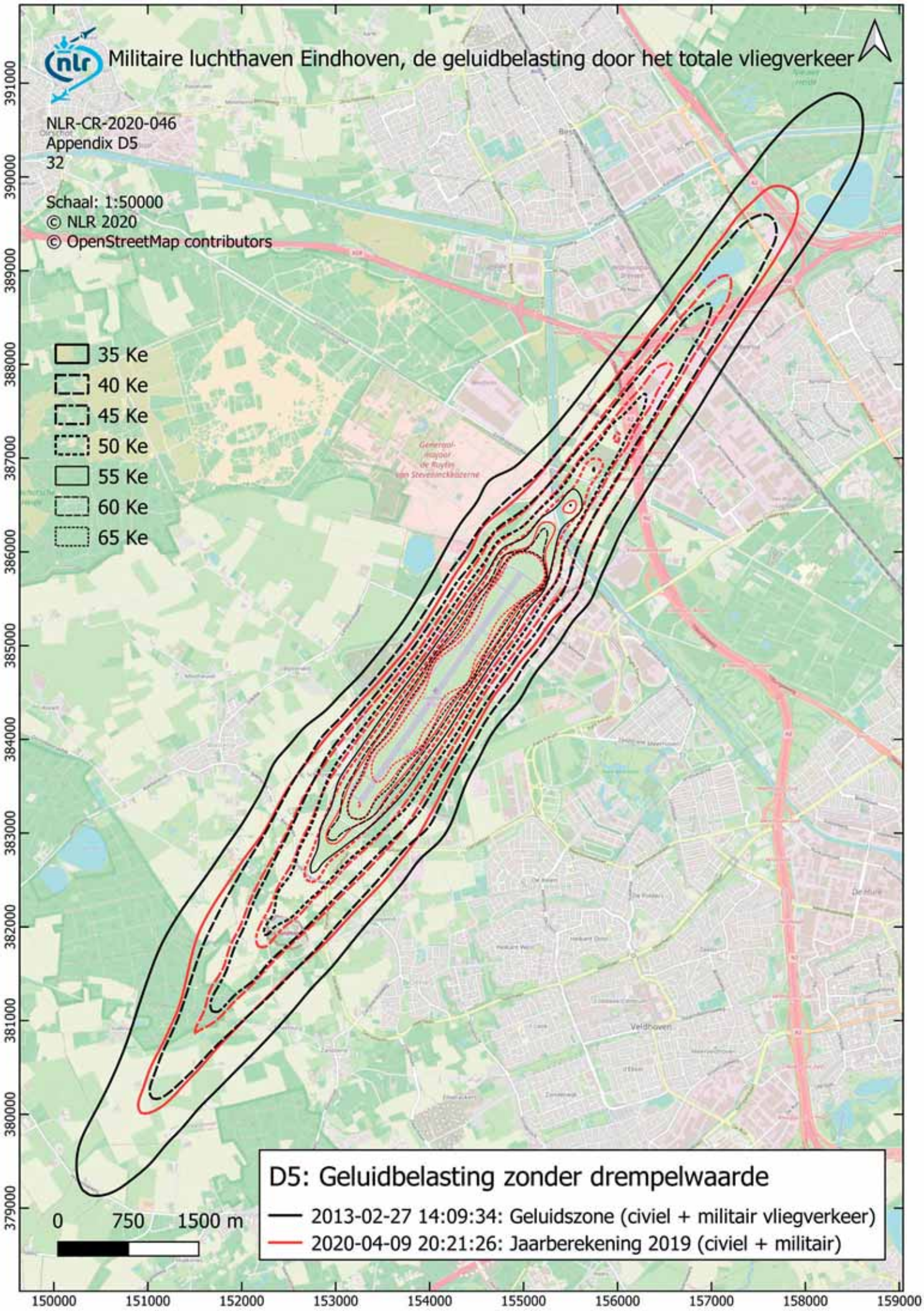
Appendix D Geluidbelastingscontouren

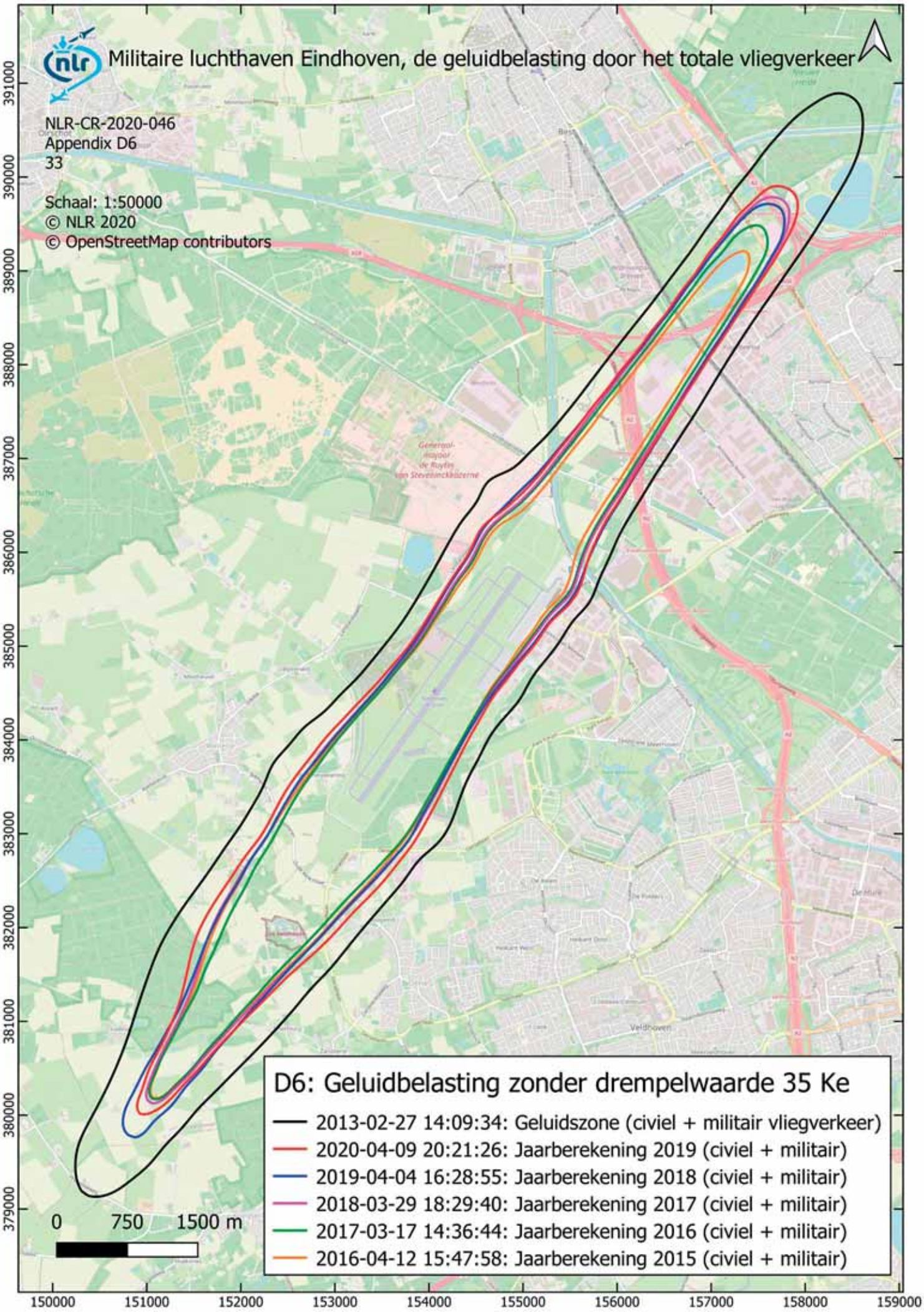

Militaire luchthaven Eindhoven, de geluidbelasting door civiel vliegverkeer
NLR-CR-2020-046
Appendix D1
28
Schaal: 1:50000
© NLR 2020
© OpenStreetMap contributors
35 Ke
40 Ke
45 Ke
50 Ke
55 Ke
60 Ke
65 Ke
D1: Geluidbelasting zonder drempelwaarde
2013-02-27 11:33:58: Geluidszone (civiel vliegverkeer)
2020-04-09 20:10:35: Jaarberekening 2019 (civiel)
0 750 1500 m
391000
390000
389000
388000
387000
386000
385000
384000
383000
382000
381000
380000
379000
150000
151000
152000
153000
154000
155000
156000
157000
158000
159000


Militaire luchthaven Eindhoven, de geluidbelasting door civiel vliegverkeer
NLR-CR-2020-046
Appendix D2
29
Schaal: 1:50000
© NLR 2020
© OpenStreetMap contributors
D2: Geluidbelasting zonder drempelwaarde 35 Ke
2013-02-27 11:33:58: Geluidszone (civiel vliegverkeer)
2020-04-09 20:10:35: Jaarberekening 2019 (civiel)
2019-03-21 15:14:43: Jaarberekening 2018 (civiel)
2018-03-29 16:53:06: Jaarberekening 2017 (civiel)
2017-03-13 11:55:29: Jaarberekening 2016 (civiel)
2016-04-06 15:46:13: Jaarberekening 2015 (civiel)
0 750 1500 m
391000
390000
389000
388000
387000
386000
385000
384000
383000
382000
381000
380000
379000
150000
151000
152000
153000
154000
155000
156000
157000
158000
159000


Militaire luchthaven Eindhoven, de geluidbelasting door militair vliegverkeer
NLR-CR-2020-046
Appendix D3
30
Schaal: 1:50000
© NLR 2020
© OpenStreetMap contributors
35 Ke
40 Ke
45 Ke
50 Ke
55 Ke
60 Ke
65 Ke
0 750 1500 m
D3: Geluidbelasting zonder drempelwaarde
2013-02-27 14:03:00: Geluidszone (militair vliegverkeer)
2020-04-08 19:43:15: Jaarberekening 2019 (militair)
391000
390000
389000
388000
387000
386000
385000
384000
383000
382000
381000
380000
379000
150000
151000
152000
153000
154000
155000
156000
157000
158000
159000


Militaire luchthaven Eindhoven, de geluidbelasting door militair vliegverkeer
NLR-CR-2020-046
Appendix D4
31
Schaal: 1:50000
© NLR 2020
© OpenStreetMap contributors
D4: Geluidbelasting zonder drempelwaarde 35 Ke
2013-02-27 14:03:00: Geluidszone (militair vliegverkeer)
2020-04-08 19:43:15: Jaarberekening 2019 (militair)
2019-04-04 16:08:34: Jaarberekening 2018 (militair)
2018-03-29 16:31:01: Jaarberekening 2017 (militair)
2017-03-17 14:35:37: Jaarberekening 2016 (militair)
2016-04-12 15:45:08: Jaarberekening 2015 (militair)
0 750 1500 m
391000
390000
389000
388000
387000
386000
385000
384000
383000
382000
381000
380000
379000
150000
151000
152000
153000
154000
155000
156000
157000
158000
159000


Militaire luchthaven Eindhoven, de geluidbelasting door het totale vliegverkeer
NLR-CR-2020-046
Appendix D5
32
Schaal: 1:50000
© NLR 2020
© OpenStreetMap contributors
35 Ke
40 Ke
45 Ke
50 Ke
55 Ke
60 Ke
65 Ke
0 750 1500 m
D5: Geluidbelasting zonder drempelwaarde
2013-02-27 14:09:34: Geluidszone (civiel + militair vliegverkeer)
2020-04-09 20:21:26: Jaarberekening 2019 (civiel + militair)
391000
390000
389000
388000
387000
386000
385000
384000
383000
382000
381000
380000
379000
150000
151000
152000
153000
154000
155000
156000
157000
158000
159000


Militaire luchthaven Eindhoven, de geluidbelasting door het totale vliegverkeer
NLR-CR-2020-046
Appendix D6
33
Schaal: 1:50000
© NLR 2020
© OpenStreetMap contributors
D6: Geluidbelasting zonder drempelwaarde 35 Ke
2013-02-27 14:09:34: Geluidszone (civiel + militair vliegverkeer)
2020-04-09 20:21:26: Jaarberekening 2019 (civiel + militair)
2019-04-04 16:28:55: Jaarberekening 2018 (civiel + militair)
2018-03-29 18:29:40: Jaarberekening 2017 (civiel + militair)
2017-03-17 14:36:44: Jaarberekening 2016 (civiel + militair)
2016-04-12 15:47:58: Jaarberekening 2015 (civiel + militair)
0 750 1500 m
391000
390000
389000
388000
387000
386000
385000
384000
383000
382000
381000
380000
379000
150000
151000
152000
153000
154000
155000
156000
157000
158000
159000

Dedicated to innovation in aerospace

Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

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

De werkzaamheden van het NLR beslaan het volledige spectrum van Research Development Test & Evaluation (RDT&E). Met zijn kennis en faciliteiten kunnen bedrijven terecht bij het NLR voor validatie, verificatie, kwalificatie, simulatie en evaluatie. Zo overbrugt het NLR de kloof tussen onderzoek en toepassing in de praktijk. Het NLR werkt zowel voor overheid als industrie in binnen- en buitenland. Het NLR staat voor praktische en innovatieve oplossingen, technische expertise en een lange termijn ontwerpvisie. Hierdoor vindt NLR's cutting edge technology zijn weg naar succesvolle lucht- en ruimtevaartprogramma's van OEM's zoals Airbus, Embraer en Pilatus. Het NLR draagt bij aan (defensie)programma's zoals ESA's IXV re-entry voertuig, de F-35, de Apache-helikopter en Europese programma's als SESAR en Clean Sky 2.
Opgericht in 1919 en met 600 betrokken medewerkers, realiseerde NLR in 2017 een omzet van 76 miljoen euro. 81% hiervan is afkomstig uit contractonderzoek, het overige betreft een overheidsbijdrage.

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

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

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

NLR is a registered trade name of Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, Chamber of Commerce No. 41150373. VAT No. NL002760551B01