



Ministerie Infrastructuur en Waterstaat  
t.a.v. [redacted] projectdirecteur Schiphol

A. van Leeuwenhoeklaan 9  
3721 MA Bilthoven  
Postbus 1  
3720 BA Bilthoven  
www.rivm.nl

KvK Utrecht 30276683

T 030 [redacted]  
info@rivm.nl

## memo

Review NLR rapportage "Trendvalidatie van Doc.29  
berekeningen"

**Datum**  
12 maart 2019

**Ons kenmerk**  
011/2019 M&V EvS/ST/avdb

**Uw kenmerk**

**Behandeld door**  
Dhr. [redacted]  
MIL/LKG

T [redacted]  
[redacted]@rivm.nl

**Kopie aan**

**Bijlage(n)**

Het Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (NLR) heeft op verzoek van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) een trendvalidatie van Doc.29 Schiphol berekeningen uitgevoerd. Doc.29 is de benaming voor het Europese geluidmodel waarmee vliegtuiggeluidcontouren rondom luchthavens kunnen worden berekend. Dit model is de beoogde opvolger voor het huidige Nederlandse rekenvoorschrift (NRM) voor Schiphol. Het RIVM is door het ministerie van IenW gevraagd om een review uit te voeren op het NLR trendvalidatierapport. Bij de review is specifiek aandacht besteed aan onderstaande vragen:

1. het probleem c.q. de vraagstelling - is deze duidelijk en is deze beantwoord?
2. de methodologie - is de door het NLR-gehanteerde methodologie correct?
3. de conclusies - zijn deze logisch en navolgbaar en terug te leiden naar de data en analyses?
4. de compleetheid - is het rapport volledig?

### Afbakening

Onder trendvalidatie wordt in het NLR rapport "Trendvalidatie van Doc.29 berekeningen" verstaan: een vergelijking van de patronen in de tijd met de patronen in de berekende en de gemeten geluidbelasting. Voor deze vergelijking zijn over een periode van 10 maanden gemeten en berekende geluidbelastingen per maand met elkaar vergeleken. In de vergelijking met de berekende geluidbelasting zijn zowel de berekeningen met Doc.29 als met het NRM betrokken. Met de resultaten van de validatie wordt een indicatie gegeven van de mate van overeenkomst van de modelresultaten met geluidmetingen rondom Schiphol. Het geeft in absolute zin inzicht in de verschillen tussen meten en berekenen en het geeft inzicht hoe goed de gemeten geluidveranderingen binnen de beschouwde periode van 10 maanden (trends) door het model gereproduceerd worden.

### **Samenvatting bevindingen RIVM NLR trendvalidatierapport**

Door het gebruik van Doc.29 zijn de verschillen tussen meten en rekenen gemiddeld genomen kleiner dan bij het NRM en de correlatie tussen meten en rekenen neemt met Doc.29 toe. Net als bij het NRM zijn ook de met Doc.29 berekende geluidbelastingen over het algemeen lager dan de metingen. Uit het NLR onderzoek blijkt dat de oorzaken hiervoor zowel bij de geluidmodellering liggen als bij de metingen: beide kennen onnauwkeurigheden. Dit heeft overigens geen invloed op de huidige handhavingssystematiek omdat die alleen op basis van modelberekeningen plaatsvindt.

De in het NLR rapport gehanteerde methodologie is geschikt om antwoorden te kunnen geven op de gestelde onderzoeksvragen in het rapport. Hierbij wordt opgemerkt dat de beschouwde periode van 10 maanden relatief kort is. De trendvalidatie heeft betrekking op de referentie periode die in het MER Schiphol is toegepast (2014-2015) en valideert daarmee alleen de operationele veranderingen over deze periode. De validatie is in de ogen van het RIVM voldoende robuust voor het duiden van de huidige verschillen tussen het meten en berekenen van vliegtuiggeluid met Doc.29. Het is lastig te voorspellen of Doc.29 (inclusief de invoerafspraken) ook bij toekomstige veranderingen in bijvoorbeeld vlootsamenstelling of vliegpatroon vergelijkbaar goed blijft presteren. Hiervoor is te bevelen om in de toekomst langduriger of vaker een dergelijke validatie uit te voeren. Belangrijk is dat de trendvalidatie betrekking heeft op Doc.29 in combinatie met de Schiphol specifieke invoerafspraken (dit zijn afspraken over de vastgestelde invoergegevens van het rekenmodel; dit betreft bv. de prestatieprofielen en geluidgegevens). Doc.29 is in deze vorm dus alleen bruikbaar voor Schiphol en het huidige gebruik van luchthaven en luchtruim.

Vanuit het oogpunt van het verbeteren van het vertrouwen in het model is het wenselijk om verschillen tussen metingen en berekeningen verder te analyseren. Ook is het wenselijk om periodieke trendvalidaties voor te zetten om de kwaliteit continu te kunnen blijven borgen.

#### **Datum**

12 maart 2019

#### **Ons kenmerk**

011/2019 M&V EvS/ST/avdb



## Bevindingen NLR trendvalidatie rapportage

**Datum**  
12 maart 2019

**Ons kenmerk**  
011/2019 M&V EvS/ST/avdb

In de volgende alinea's worden de vraagstelling, de gehanteerde methodologie en de conclusies besproken. Eerst worden de bevindingen uit het NLR rapport aangehaald, daarna volgt de bevinding van het RIVM.

### 1. Vraagstelling

#### *1.a Onderzoeksvragen trendvalidatie rapport*

De aanleiding voor het NLR onderzoek was de implementatie van Doc.29 met als doel een oordeel te vormen over de correctheid van Doc.29 resultaten voor de voorspelling van de geluidssituatie voor Schiphol. Met dit doel in het achterhoofd zijn de volgende onderzoeksvragen gedefinieerd:

1. Volgen de berekende geluidbelasting en de geluidbelasting op basis van metingen dezelfde trends?
2. Wat is de correlatie tussen berekende en gemeten geluidsniveaus?
3. Zijn de verschillen tussen meten en rekenen voor een aantal individuele vliegtuigtypes vergelijkbaar?

#### *1.b Beoordeling vraagstelling*

De vragen die in het trendvalidatie rapport zijn onderzocht en beantwoord dragen bij aan een oordeel over de inzetbaarheid van het Doc.29-model voor Schiphol. De vragen zijn duidelijk geformuleerd en worden in de rapportage beantwoord aan de hand van data-analyses.

De vraagstelling in de NLR trendvalidatierapportage is technisch van aard en maakt onderdeel uit van het proces naar de overgang van NRM naar Doc.29 implementatie. In deze trendvalidatie is op onderdelen getoetst hoe goed het model is geïmplementeerd. Het RIVM beveelt aan om in het vervolgproces naar het formeel voorschrijven van Doc.29 een algehele beoordeling van de Doc.29 implementatie voor Schiphol (dus trendvalidatie en incl. overige beoordelingen<sup>1</sup>) te maken.

### 2 Methodologie

#### *2.a Gevolgde methodologie NLR*

De methodologie voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen is gebaseerd op het uitvoeren van vergelijkingen tussen metingen en berekeningen. De vliegtuiggeluidmetingen zijn afkomstig van acht meetpunten uit het *Noise Monitoring System* (NOMOS) rondom Schiphol. De geselecteerde acht meetpunten beslaan het gebied ten zuiden, oosten en noorden van Schiphol en variëren van kort bij een start/landingsbaan tot een grote afstand van de luchthaven. De meetpunten

---

<sup>1</sup> Peer Review of Noise Modelling using ECAC Doc. 29 for Amsterdam Schiphol Airport. D. Rhodes, UK Civil Aviation Authority, October 2018.

zijn representatief om de verschillen in vliegtuigen en naderings- en vertrekroutes te registreren. Deze metingen zijn vergeleken met berekeningsresultaten van het Doc.29 en het NRM. Alleen metingen die gekoppeld konden worden aan passages van vliegtuigen zijn onderdeel geworden van de dataset. Dit betekent dat het geluid van een vliegtuig dat niet boven de drempelwaarde van meetpost uitkwam geen onderdeel is van de analyse. Een relatief klein vliegtuig dat ver van de luchthaven vliegt komt moeilijker boven deze drempelwaarde uit dan grote vliegtuigen. Kleine vliegtuigen vallen daardoor als eerste buiten de dataset. De vergelijking die in het rapport wordt gemaakt heeft daardoor betrekking op een deel van de vliegtuigvloot. Het betreft hier overigens wel het deel van de vliegtuigvloot dat de meeste impact op de geluidbelasting heeft.

**Datum**

12 maart 2019

**Ons kenmerk**

011/2019 M&V EvS/ST/avdb

Voor het beantwoorden van vraag 1 (*Volgen de berekende en gemeten geluidbelasting dezelfde trends?*) heeft het NLR maandgemiddelde geluidbelastingen naast elkaar gezet. Vergelijkingen van meet- en berekeningsresultaten van individuele vliegtuigevents zijn benut voor het beantwoorden van vraag 3 (*Zijn de verschillen tussen gemeten en berekende voor een aantal individuele vliegtuigtypes vergelijkbaar?*). De resultaten van deze vergelijkingen zijn met grafieken gevisualiseerd. Resultaten van individuele vliegtuigevents zijn tevens benut voor het berekenen van correlatiecoëfficiënten (beantwoording van vraag 2). De aanleiding voor de vergelijking per type vliegtuig is dat in Doc.29 gerekend wordt per vliegtuigtype, dit in tegenstelling tot het NRM waar gerekend wordt met categorieën van vliegtuigtypen.

Het NLR heeft bij de analyses aandacht voor de beperkingen van geluidmetingen. Zo heeft het NLR in zijn rapport aandacht besteed aan de invloed van harde wind op de meetresultaten. Vooral in de wintermaanden is de invloed op de meetresultaten merkbaar. De invloed hierop is duidelijk gevisualiseerd aan de hand van grafieken.

## **2.b Beoordeling methodologie**

Het rapport rapporteert voor verschillende situaties (*overall*, per meetpunt, onderscheid tussen starts/landingen) correlatiecoëfficiënten tussen meten en berekenen. Uit de rapportage wordt niet duidelijk hoe groot de steekproef is waarop de correlatiecoëfficiënten zijn bepaald. Bij navraag blijkt dat de dataset voldoende groot is (ca. 160.000 starts en landingen) om statistische uitspraken te doen. In de rapportage zijn overigens alleen de correlatiecoëfficiënten gegeven. Additionele statistisch relevante informatie die meer inzicht geeft over de verschillen tussen meten en rekenen, zoals de standaarddeviatie, ontbreekt.

De door het NLR gehanteerde methodologie is geschikt om antwoorden te kunnen geven op de gestelde onderzoeksvragen. Daarbij wordt opgemerkt dat de



gehanteerde periode van 10 maanden relatief kort is voor een (trend)validatie. De veranderingen in het operationele systeem is in deze 10 maanden zijn relatief beperkt. De trendvalidatie heeft betrekking op de referentieperiode<sup>2</sup> uit het MER en valideert daarmee alleen de operationele veranderingen over deze periode.

**Datum**  
12 maart 2019

**Ons kenmerk**  
011/2019 M&V EvS/ST/avdb

*Overall* beschouwd is de mening van het RIVM dat de gehanteerde methodologie voldoende robuust is voor een indicatie van de verschillen tussen meten en rekenen bij de implementatie van Doc.29 voor Schiphol. De in het NLR rapport uitgevoerde nadere analyses geven inzicht in oorzaken van verschillen tussen metingen en berekeningen. Eén van de oorzaken heeft betrekking op de invloed van de gemaakte afspraak over het meenemen van *derating* (het niet met vol vermogen opstijgen)<sup>3</sup> bij het bepalen van de geluidproductie tijdens het opstijgen. Het verdisconteren van *derating* leidt tot een licht betere correlatie tussen metingen en berekeningen.

### 3. Conclusies NLR rapportage

De conclusies die het NLR naar aanleiding van het onderzoek trekt worden door het RIVM onderschreven. Deze conclusies zijn dat:

- de met Doc.29 en NRM berekende geluidbelasting en de gemeten geluidbelasting dezelfde trends volgen, waarbij de gemeten geluidbelastingen veelal hoger zijn dan de berekende geluidbelasting;
- de correlatie tussen meten en rekenen hoger ligt en dus beter is bij Doc.29 dan bij NRM;
- op hoofdlijnen de met Doc.29 onderzochte vliegtuigtypes hetzelfde beeld laten zien als de vergelijking van de geluidbelasting voor alle vliegtuigtypes gezamenlijk, met daarbij de opmerking dat de verschillen tussen meten en rekenen voor de Boeing 747-400 groter zijn evenals, zij het in mindere mate, bij de Airbus A330-200.

Het rapport geeft voldoende inzicht en verantwoording hoe het NLR tot deze conclusies is gekomen. De conclusies geven antwoord op de onderzoeksvragen zoals deze in het NLR-rapport zijn geformuleerd.

---

<sup>2</sup> 1 mei 2014 tot en met 28 februari 2015

<sup>3</sup> In de huidige NRM afspraken wordt bij het bepalen van de geluidsproductie aangenomen dat de vliegtuigen wel met vol vermogen starten. In Doc.29 is besloten om aan te sluiten bij de gangbare praktijk waarbij met minder dan vol vermogen wordt opgestegen.

## Kanttekeningen en aanbevelingen

Naast bovengenoemde conclusies zijn er enkele kanttekeningen en aanbevelingen te maken naar aanleiding van de review op de NLR rapportage.

**Datum**  
12 maart 2019

**Ons kenmerk**  
011/2019 M&V EvS/ST/avdb

### *Trendvalidatie: beoordeling rekenregels Doc.29 incl. Schiphol specifieke invoerafspraken*

Zoals eerder in de notitie opgemerkt wordt in de trendvalidatie een vergelijking gemaakt tussen metingen enerzijds en berekeningen gebaseerd op Doc.29 en NRM anderzijds. Op basis van het rapport wordt niet duidelijk welke onderdelen van de Schiphol specifieke elementen van de Doc.29 berekeningen (zie kader hieronder) bijdragen aan de geconstateerde verbeteringen ten opzichte van het NRM. Voor de uitgevoerde trendvalidatie maakt dit niet uit omdat bij berekeningen de rekenregels van Doc.29 en de Schiphol specifieke invoerafspraken als één geheel worden beschouwd. Dit geldt ook voor berekeningen met het NRM, ook daar zijn de rekenregels en invoerafspraken één geheel.

#### **Trendvalidatie: beoordeling rekenregels Doc.29 en invoerafspraken**

Voordat met het Europese Doc.29 model Schipholberekeningen uitgevoerd kunnen worden is het noodzakelijk dat de specifieke operationele Schiphol gegevens worden vertaald naar Schiphol specifieke invoergegevens. Door de andere rekensystematiek in Doc.29 is de vertaling van de operationele Schiphol gegevens anders dan bij het NRM. In Nederland zijn hiervoor eenduidige aanvullende afspraken gemaakt, met als doel dat Doc.29 uniform, dus door meerdere partijen, gebruikt kan worden zodat bij gelijke invoergegevens dezelfde geluidbelasting wordt berekend. In de NLR-trendvalidatie worden de berekende en gemeten geluidbelasting vergeleken. Dit betekent voor de trendvalidatie dat tegelijkertijd met de rekenregels van Doc.29 (die uit Europa komen) ook de Schiphol specifieke invoerafspraken, die betrekking hebben op de vloot en operaties die op dat moment gelden, zijn gevalideerd.

### *Verskil metingen en berekeningen geen invloed op handhavingssystematiek*

Een verkleining van het gemiddelde verschil tussen metingen en berekeningen, zoals Doc.29 laat zien, betekent nog geen verbetering van de handhavingssystematiek (zie kader hieronder). De verbeterde correlatie lijkt eerder te duiden een wijziging van de *offset* (verschil meten en berekenen).





### **Invloed verschil meten-berekenen op handhavingssystematiek Schiphol**

Afwijkingen tussen metingen en berekeningen hebben geen invloed op de handhavingssystematiek. Geluidmetingen zijn momenteel geen onderdeel van het handhavingsinstrumentarium. Zowel de normwaarden voor geluid als handhavingresultaten zijn gebaseerd op berekeningen uitgevoerd met dezelfde methode. De normwaarden zijn berekend aan de hand van een referentiescenario. Bij aanpassing van de rekensystematiek wordt het referentiescenario opnieuw doorgerekend met de nieuwe methode en veranderen de normwaarden. Een verschil tussen meten en berekenen is dus in dezelfde mate aanwezig in de normwaarde als in het handhavingresultaat (c.q. de *offset*). Een kleinere *offset* heeft geen effect op de handhaving.

**Datum**

12 maart 2019

**Ons kenmerk**

011/2019 M&V EvS/ST/avdb

Het streven is dat de verschillen tussen meten en rekenen zo klein mogelijk zijn. Een rekenmodel blijft echter een vereenvoudiging van de werkelijkheid op basis van de huidige kennis. Verschillen tussen rekenen en meten zijn daarom onvermijdbaar.

#### *Structureel uitvoeren trendvalidatie*

Zoals het NLR in het rapport concludeert volgen Doc.29 en NRM dezelfde trends. Aan de hand van de correlatiecoëfficiënt wordt geconcludeerd dat Doc.29 beter scoort dan NRM. Dit acht het RIVM aannemelijk, maar het rapport mist aanvullende (statistische) analyses om dit hard te onderbouwen. Daarnaast is de uitgevoerde trendvalidatie een momentopname en bestudeert de verschillen tussen meten en rekenen voor een periode van 10 maanden. Bij een trendvalidatie over een langere periode, of bij meerdere trendvalidaties over opeenvolgende periodes, wordt duidelijker hoe het model reageert op veranderingen in het operationele systeem. Het blijft onduidelijk of veranderingen in de geluidbelasting als gevolg van operationele veranderingen op Schiphol met Doc.29 structureel beter worden berekend dan met NRM. Kortom de huidige resultaten zijn veelbelovend, maar geven geen inzicht in hoeverre Doc.29 (inclusief de invoerafspraken) ook bij toekomstige veranderingen in bijvoorbeeld vlootsamenstelling of vliegpatroon vergelijkbaar goed blijft presteren.

Aanbevolen wordt om trendvalidaties structureel uit te voeren voor het bewaken van de betrouwbaarheid van Doc.29 en de daarmee samenhangende invoerafspraken. Tevens wordt aanbevolen om hieraan een methodiek te koppelen die toeziet op het zorgvuldig en objectief implementeren van aanpassingen aan de invoerafspraken indien hier aanleiding toe is.

Nader onderzoek voor het verklaren van de meet- en berekeningsverschillen blijft wenselijk, evenals het voorzetten van een onafhankelijke trendvalidatie om de kwaliteit continu te kunnen blijven borgen. Bij een jaarlijkse trendvalidatie kan geborgd worden dat eventuele discrepanties tussen metingen en berekeningen met Doc.29 tijdig worden onderkend. Vervolgens kan hier actie op ondernomen worden. Dit sluit aan bij een landelijke programmatische aanpak voor het meten van vliegtuiggeluid zoals deze door het ministerie van IenW wordt opgezet.

**Datum**  
12 maart 2019

**Ons kenmerk**  
011/2019 M&V EvS/ST/avdb

*Nader onderzoek naar verschillen meten-rekenen winterperiode en specifieke vliegtuigbijdragen*

Het onderzoek laat zien dat in de winterperiode de verschillen tussen meten en rekenen groter is dan in andere perioden van het jaar. In het rapport wordt aangegeven, dat één van de oorzaken van deze verschillen het onjuist toewijzen van gemeten geluidbelastingen aan vliegtuigen kan zijn. Het toepassen van een windfilter (uitselecteren van metingen die ten onrechte zijn toegewezen aan vliegtuigpassages) leidt tot een verbeterde correlatie tussen metingen en berekeningen, maar verklaart nog niet volledig het grotere verschil. Aanbevolen wordt om na te gaan wat andere oorzaken van het grotere verschil tussen meten en rekenen in de winterperiode kan zijn.

De geconstateerde onderschatting van de vliegtuigbijdrage van Boeing 747-400 is een punt van aandacht. Met de verwachte uitfasering van de Boeing 747-400 vliegtuigen door de KLM heeft dit mogelijk effect op geluidbelastingresultaten in de toekomst. Door het uitvoeren van trendvalidaties (vergelijking meten en berekenen) kan vinger aan de pols worden gehouden met betrekking tot dergelijke operationele veranderingen.