



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

> Retouradres Postbus 1 3720 BA Bilthoven

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat  
DG Luchtvaart en Maritieme Zaken  
Dhr.  
Postbus 20901  
2500 EX Den Haag

A. van Leeuwenhoeklaan 9  
3721 MA Bilthoven  
Postbus 1  
3720 BA Bilthoven  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

KvK Utrecht 30276683

T +31 88 689 8989  
[info@rivm.nl](mailto:info@rivm.nl)

Datum 29 februari 2024  
Betreft: Reactie op advies PAMV expertgroep over RIVM-rapporten  
2023-0366 en 2023-0429

**Ons kenmerk**  
M&V-2024-0038

**Uw kenmerk**

**Behandeld door**  
Coördinator PAMV

Geachte heer ,

Afgelopen jaren heeft het consortium van het RIVM, het Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (NLR) en adviesbureau To70 voor uw ministerie de Programmatische Aanpak Meten Vliegtuiggeluid (hierna PAMV) opgepakt.

**Kopie aan**

**Bijlage(n)**

Een aantal van de opgeleverde producten zijn onderzoeksrapporten. Deze rapporten zijn tevens bekeken door een onafhankelijke expertgroep; te weten de PAMV-expertgroep. Deze door u ingestelde expertgroep heeft de resultaten van de rapporten verwerkt met hun kennis en bevindingen.

Middels deze brief en bijlagen bieden we u het advies van de expertgroep aan evenals de reactie van het PAMV-consortium hierop. Zo kunt u zien hoe we hun advies verwerkt hebben in de PAMV-rapporten over het toepassingsbereik van metingen en berekeningen en over de validatie van het Doc.29 model.

We hopen met deze reactie van het consortium de adviespunten van de expertgroep voldoende te hebben geadresseerd en bedanken de expertgroep voor haar kritische reflectie en adviezen voor deze twee RIVM-rapporten. Tevens bedanken wij de expertgroep voor haar waardevolle advies over mogelijke vervolgactiviteiten n.a.v. de uitkomsten van de PAMV.

Met vriendelijke groet,

Directeur Milieu & Veiligheid

**Bijlage 1:**

Leeswijzer:

Deze bijlage bevat de inhoudelijke reactie van het PAMV-consortium op beide adviezen en beschrijft hoe de auteurs van het hiervoor genoemde consortium met de adviezen zijn omgegaan. De reactie volgt de opbouw van het advies van de expertgroep en is opgesplitst in drie onderdelen. Het advies van de expertgroep zelf is tevens toegevoegd als tweede bijlage.

**Datum**

29 februari 2024

**Ons kenmerk**

M&V-2024-0038

**A. Reactie op onderdeel 'Van onderzoeksprogramma naar operationeel takenpakket'**

Als eerste geeft de expertgroep aan groot belang te hechten aan het inrichten van structureel onderzoek waarin de verschillen tussen metingen en berekeningen nader worden onderzocht. Zij noemen dit onderdeel van een operationeel takenpakket. Hiermee kunnen, volgens de experts, de verschillen tussen metingen en berekeningen in potentie worden verkleind en daarmee kan het vertrouwen van omwonenden in de berekeningen worden verhoogd. Hiermee zou voldaan worden aan een belangrijke doelstelling van PAMV.

Naar het oordeel van de expertgroep zijn nog vervolgonderzoekstappen nodig om de overkoepelende doelen van de PAMV te bereiken. De expertgroep doet hiervoor zes onderzoeksvoorstellen. Dit zijn:

1. Een verdere uitwerking van de signaalfunctiemethodiek.
2. Meer onderzoek om nader inzicht te verkrijgen in het afzonderlijke toepassingsbereik van metingen en berekeningen.
3. Nader onderzoek om een completer inzicht te verkrijgen in de oorzaken van het systematische verschil tussen berekeningen en metingen en een advies hoe dit verschil verkleind kan worden.
4. Het doen van concrete voorstellen voor verbetering van de modellering en invoergegevens en een plan voor een structureel (meerjarig) validatieprogramma.
5. Nader onderzoek naar een uitwerking van de verschillende geluidindicatoren die de hinderbeleving van de omwonenden vollediger in kaart brengen, zoals  $NA_x$ ,  $L_{night}$  en  $L_{Amax}$ .
6. Het verzorgen van een leesbare samenvatting van de onderzoeksrapportages voor 'gewone' burgers. Waarbij rekening wordt gehouden met het doel en de aanpak van PAMV: het verbeteren van de publiekscommunicatie over meten en rekenen.

Hiernaast vraagt de expertgroep wat de huidige stand van zaken is wat betreft de nationale database van metingen van vliegtuiggeluid, wat tevens onderdeel is geweest van de PAMV. Voor de expertgroep is onduidelijk of deze database nog ontwikkeld wordt en of deze in het vervolgtraject voorzien is.

Onder dankzegging van de adviezen van de expertgroep over een mogelijk vervolg heeft het PAMV-consortium onder andere op basis van bovenstaande vier voorstellen gedaan aan het ministerie. Hieronder geven we aan hoe we de zes voorstellen van de expertgroep over

vervolgonderzoeken in deze adviezen hebben verwerkt. De vier adviezen van het consortium gaan over de volgende onderwerpen:

- i. Vervolgactiviteiten n.a.v. de uitkomsten van de PAMV, uitgesplitst in structurele taken en vervolgonderzoeken.
- ii. Structurele monitoring van het verschil tussen metingen en berekeningen van vliegtuiggeluid.
- iii. Alternatieven voor de nationale database vliegtuiggeluid.
- iv. Validatie op regionale luchthavens.

**Datum**

29 februari 2024

**Ons kenmerk**

M&V-2024-0038

*Vervolgactiviteiten n.a.v. de uitkomsten van de PAMV, uitgesplitst in structurele taken en vervolgonderzoeken.*

Adviespunten 3, 5 en 6 van de expertgroep zijn in het advies van het consortium over vervolgactiviteiten opgenomen. In dit advies van het PAMV-consortium staat beschreven welke structurele taken door het consortium worden geadviseerd. Daarnaast zijn er een aantal vervolgonderzoeken die uitgevoerd kunnen worden. Aanleiding voor een vervolgactiviteit (structurele taak of vervolgonderzoek) kan zijn dat dit een uitkomst is van de PAMV-uitwerkfase of dat deze taak tijdens de PAMV-verkenning werd aanbevolen en is niet tijdens de uitwerkfase geadresseerd. Dit komt overeen met het advies van de expertgroep over een mogelijk vervolg en is verder ook conform de uitvoeringsstructuur voorgesteld tijdens de PAMV-verkenning in 2019.

Het voorstel van de expertgroep om de oorzaken van het systematische verschil tussen meten en rekenen nader te onderzoeken en concrete voorstellen te doen over hoe dit verschil kan worden verkleind (adviespunt 3 van de expertgroep) zijn ook naar mening van het consortium belangrijke onderwerpen voor vervolgonderzoek. Dit zou onder vervolgactiviteiten door uw ministerie kunnen worden opgenomen.

De expertgroep adviseert in adviespunt 5 om de geluidindicatoren die de hinderbeleving beter in kaart brengen nader te onderzoeken. Het consortium beveelt aan om dit aspect vooral door middel van citizen-science projecten te onderzoeken. Het PAMV-onderzoek naar aanvullende hinderindicatoren heeft laten zien dat standaard onderzoeksmethoden die de lange-termijn hinder onderzoeken geen nieuwe inzichten opleveren wat betreft alternatieve geluidindicatoren<sup>1</sup>. Voor de lange-termijn hinder blijft de  $L_{den}$  een relatief goed presterende maat. De citizen-science onderzoeken uitgevoerd in het kader van de PAMV laten echter zien dat een opzet waarbij veel vaker naar de beleving van de omwonenden wordt gevraagd (zoals dagelijks of wekelijks) erg geschikt is om inzicht te verkrijgen in de korte-termijn hinder<sup>2</sup>. Het effect van alternatieve indicatoren op de ervaren hinder kan dan door citizen-science onderzoeken beter worden onderzocht. Daarnaast is het ook belangrijk om te beseffen dat akoestische factoren slechts een deel van de ervaren hinder kunnen verklaren. Het PAMV-consortium heeft in het advies over

<sup>1</sup> Hoekstra, J, Reedijk, M., van Poll, R. (2024). Aanvullende indicatoren van geluid van civiele luchtvaart voor de voorspelling van hinder en slaapverstoring - Een verkenning van langdurige (1 jaar) blootstelling en hinder en slaapverstoring, RIVM rapport.

<sup>2</sup> <https://www.vliegtuiggeluid.nl/projecten/samen-meten-van-vliegtuiggeluid>

vervolgactiviteiten daarom ook geadviseerd om het effect van niet-akoestische factoren (co-determinanten) op de ervaren hinder nader te onderzoeken.

**Datum**  
29 februari 2024

**Ons kenmerk**  
M&V-2024-0038

Wat betreft adviespunt 6 adviseert het consortium om de uitkomsten van de PAMV onderzoeken te verwerken op de PAMV-website [vliegtuiggeluid.nl](https://vliegtuiggeluid.nl), waarbij de resultaten vertaald worden in een voor de burgers begrijpelijke taal. Hiermee kunnen de recente onderzoeksresultaten voor een breed publiek via één centrale plek beschikbaar worden gesteld, conform de aanbeveling uit de PAMV-verkenning.

*Structurele monitoring van het verschil tussen metingen en berekeningen van vliegtuiggeluid.*

De uitwerking van de signaalfunctiemethodiek (adviespunt 1 van de expertgroep) en het voorstel voor een structureel validatieprogramma (adviespunt 4 van de expertgroep) staan opgenomen in het tweede advies van het consortium over structurele monitoring van het verschil tussen metingen en berekeningen. In dit advies zijn tevens een aantal mogelijkheden toegelicht om de structurele monitoring vorm te geven wat betreft de omvang en frequentie van een structurele validatie.

*Alternatieven voor de nationale database vliegtuiggeluid.*

Tijdens de verkenning voor de PAMV in 2019 werd als onderdeel van de ontwikkeling van de nationale meetstrategie geadviseerd om een openbare nationale database op te zetten met metingen van vliegtuiggeluid. Door diverse externe redenen heeft de ontwikkeling van de nationale database vertraging opgelopen. Hierdoor is in samenspraak met uw ministerie besloten om de ontwikkeling van de nationale database voorlopig stop te zetten. Het consortium heeft voor uw ministerie een aantal scenario's voorgesteld waarbij verschillende mogelijkheden worden toegelicht waarmee de ontwikkeling van de nationale database weer kan worden voortgezet of dat de betreffende aanbeveling op een andere manier kan worden opgevolgd. Deze mogelijkheden zijn in het derde advies van het consortium opgenomen.

*Validatie op regionale luchthavens*

Het advies van het PAMV-consortium over validatie op regionale luchthavens betreft een eerder advies van de expertgroep over de validatieaanpak. Daarin had de expertgroep geadviseerd om ook de meetresultaten van de regionale luchthavens te betrekken bij de validatie van het Doc.29 model zodra deze voor regionale luchthavens is geïmplementeerd. In dit vierde advies van het consortium wordt het nut en de noodzaak van validatie op regionale luchthavens toegelicht.

Dan resteert nog de reflectie op adviespunt 2 van de expertgroep, dat specifiek gericht is op het onderzoek naar het toepassingsbereik. De reactie hierop door het consortium wordt in het volgende paragraaf geadresseerd, samen met de andere adviespunten over dat rapport.

**B. Reactie op advies over rapportage toepassingsbereik**

Het tweede onderdeel van deze reactie gaat in op het advies dat de expertgroep heeft gegeven over de rapportage over het toepassingsbereik. Hieronder wordt per adviespunt de reactie van het PAMV-consortium gegeven.

**Datum**  
29 februari 2024

**Ons kenmerk**  
M&V-2024-0038

De expertgroep geeft aan de aanpak om te komen tot meer inzicht in het toepassingsbereik discutabel:  
de conclusies over het toepassingsbereik zijn afhankelijk van een vooraf opgelegde eis van 2 dB(A) op een jaargemiddelde  $L_{den}$  als maximaal verschil tussen meten en rekenen.

Dit punt gaat volgens het consortium over de aanpak gevolgd voor het bepalen van het toepassingsbereik van *berekeningen*. De onderzoeksvraag die aan het consortium werd gesteld was tot waar berekeningen van vliegtuiggeluid (uitgevoerd met het Doc.29 model) *betrouwbaar* kunnen worden uitgevoerd. Het consortium heeft geprobeerd om deze vraag in twee stappen in het onderzoek over het toepassingsbereik te adresseren:

- i. Door het uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse van de invoergegevens en te kijken of het model vanaf een gegeven afstand of geluidbelasting duidelijk afwijkende of onrealistische resultaten geeft;
- ii. Door de rekenresultaten met metingen te vergelijken en te kijken of het verschil vanaf een gegeven afstand of geluidbelasting zodanig toeneemt dat het niet meer als aanvaardbaar kan worden beschouwd.

Wat betreft een aanvaardbaar verschil tussen rekenresultaten en metingen is door het consortium om te beginnen gekozen voor een maximaal verschil per meetpost van 2 dB  $L_{den}$ . Deze waarde is op basis van de gedeelde mening en ervaring van de consortium-experts bepaald, aangezien er in geen literatuur of referentie staat beschreven welk verschil met metingen als acceptabel kan worden beschouwd. Deze waarde is verder door het consortium als een initiële streefwaarde beschouwd en zou bij toekomstige (structurele) validaties nog kunnen worden aangescherpt.

De resultaten van de gevoeligheidsanalyse lieten zien dat de modeluitkomsten als functie van toenemende afstand en afnemende geluidbelasting niet zodanig afwijken dat ze als onbetrouwbaar kunnen worden beschouwd.

De vergelijking met meetresultaten laat zien dat het verschil met metingen tot circa 50 dB  $L_{den}$  onder 2 dB  $L_{den}$  blijft en bij lagere geluidbelastingwaarden geleidelijk toeneemt. Voor waarden lager dan 50 dB  $L_{den}$  is echter te weinig meetdata beschikbaar om het toepassingsbereik van het model betrouwbaar te bepalen. In principe zou een vergelijking tot 40-45 dB  $L_{den}$  mogelijk moeten zijn indien er voldoende meetdata bij lage geluidbelasting beschikbaar komt. Daarvoor zouden aanvullende metingen onder de vliegroutes nodig zijn die aan de

validatie-eisen voldoen. Pas dan kan het toepassingsbereik van het model tot nog lagere geluidbelastingwaarden worden bepaald.

**Datum**  
29 februari 2024

In afwezigheid van een andere referentie of bron uit de literatuur zijn de auteurs van mening dat de door hen gevolgde aanpak een plausibele, praktische aanpak is waarmee de onderzoeksvraag (zover mogelijk) kon worden beantwoord.

**Ons kenmerk**  
M&V-2024-0038

*Het is volgens de expertgroep inzichtelijker om eerst afzonderlijke validatie-eisen voor de kwaliteit van rekenen en meten vast te stellen. Daarna per methode te bepalen wat dat betekent voor het toepassingsbereik. En daarna pas vast te stellen wat dat betekent voor het gezamenlijke toepassingsbereik van meten en rekenen wanneer een maximum verschil van 2 dB(A) wordt aangehouden.*

Het toepassingsbereik van *metingen* is door het consortium afzonderlijk bepaald door voor twee luchthavens (Schiphol en Eindhoven) te onderzoeken vanaf waar metingen in de buurt van het achtergrondgeluid beginnen te komen. Daarbij is het gebruikte criterium voor validatie een minimaal verschil van 10 dB tussen de gemeten maximale geluidniveaus en het achtergrondgeluid. Het wordt geconstateerd dat de gemeten maximale geluidniveaus (gemiddeld genomen) bij een meetbereik van 40-45 dB  $L_{den}$  minder dan 10 dB verschillen met het niveau van het achtergrondgeluid. Dit bereik wordt daardoor als het toepassingsbereik bepaald voor metingen. Deze conclusie is vooral gebaseerd op de trend tussen de gemeten maximale niveaus en het achtergrondgeluid en kent een onzekerheid door de soms zeer beperkte meetdata bij lage geluidbelasting.

Het opstellen en toepassen van validatie-eisen op rekenresultaten (vergelijkbaar met de validatie-eisen bepaald voor metingen) is volgens het consortium een zeer lastige keuze. De berekeningen zijn conform het geldende rekenvoorschrift voor Schiphol uitgevoerd en nergens in dit rekenvoorschrift staat beschreven wanneer modeluitkomsten als ongeldig of onbetrouwbaar moeten worden beschouwd. Voor metingen zijn duidelijke stoornissen bekend onder andere vanuit internationale normen, maar voor berekeningen zijn er op dit moment geen duidelijke 'stoornissen' bekend die tot duidelijk onbetrouwbare rekenresultaten leiden. De uitgevoerde gevoeligheidsanalyse laat ook zien dat het model over een groot bereik nog plausibele resultaten geeft. Indien er bepaalde berekeningen toch uitgesloten moeten worden dan zou daar een zeer sterke onderbouwing achter moeten liggen.

*Er lijkt nauwelijks gebruik te zijn gemaakt van de wetenschappelijke literatuur en al bestaande inzichten ten aanzien van het toepassingsbereik van de reken- en meetmethoden. Zowel internationaal als nationaal is over meten en rekenen van vliegtuiggeluid een schat aan inzichten opgebouwd.*

Het consortium had voor het bepalen van de validatieaanpak in 2022 een literatuurstudie uitgevoerd over de vergelijking van rekenresultaten met

meetresultaten voor modellen die vergelijkbaar zijn met het Doc.29 model (bijv. INM/AEDT in de VS, het ANCON model van de VK etc.). Deze literatuurstudie was in de validatieaanpak opgenomen en eerder gedeeld met de expertgroep. De uitkomsten van het literatuuronderzoek zijn nu ook in het rapport over de validatie opgenomen en zijn ook voor het onderzoek naar het toepassingsbereik relevant.

**Datum**

29 februari 2024

**Ons kenmerk**

M&amp;V-2024-0038

Hierbij kan worden opgemerkt dat alhoewel in diverse landen een vergelijking is uitgevoerd van rekenmodellen met metingen op basis van lokale analyses is er voor het Doc.29 rekenmodel tot nu toe geen validatie uitgevoerd (behalve wat analyses op academisch niveau).

Het literatuuronderzoek heeft ook laten zien dat het toepassingsbereik van het rekenmodel, zoals gevraagd voor dit PAMV-onderzoek, door geen nationale of internationale organisatie tot nu toe is onderzocht. De auteurs waren na een uitvoerige analyse van de literatuur van mening dat het bepalen van het toepassingsbereik van berekeningen een onderwerp is dat nog niet op deze wijze en op dit detailniveau is onderzocht.

*Wenselijk is om afzonderlijk conclusies op te stellen rond het toepassingsbereik op basis van wetenschappelijk onderzoek (fysische beschrijvingen en analyses) en ze niet te laten domineren door alleen parameterstudies. Die kunnen wel gevoel geven voor variatie en daarmee nuttig zijn voor een gevoeligheidsanalyse, maar zijn niet in staat de echte onderzoeksvragen (tot welke afstand of geluidbelasting rond een luchthaven is het gebruik van deze meet- en rekenmethoden verantwoord?) te beantwoorden.*

Naar mening van het consortium was een gevoeligheidsanalyse van de modelinvoergegevens een eerste, nodige, stap om de modeluitkomsten in gebieden verder weg van de luchthaven en met een lage geluidbelasting te controleren. De uitkomsten van de uitgevoerde gevoeligheidsanalyse laten zien dat de plausibiliteit van rekenresultaten in deze gebieden niet lager wordt. Het Doc.29 rekenmodel is verder een parametrisch model waarbij de focus binnen de PAMV nadrukkelijk op de invoergegevens is gelegd (conform de aanbeveling uit de verkenning).

Een aanpassing van de modellering zelf, en de diverse aannames die daarbij worden gemaakt om de werkelijkheid te benaderen, lag buiten scope van PAMV. Een fysische beschrijving van het probleem en een meer fundamentele benadering zou volgens het consortium meer geschikt zijn voor academisch onderzoek, bijvoorbeeld als samenwerking tussen universiteiten en kennisinstellingen.

*De inhoud van dit rapport heeft overlap met onderdelen die in de validatiestudie thuishoren. Dat betreft met name hoofdstuk 4. Andersom bevat het rapport over validatie onderdelen die in het rapport toepassingsbereik horen, zoals paragraaf 1.2.3.*

Zowel het toepassingsbereikrapport als het validatierapport bevatten inderdaad op onderdelen overlappen. Dit komt vooral omdat de gevoeligheidsanalyse van de invoergegevens geen beperking aangaf wat

betreft de toepasbaarheid van rekenresultaten. Hierdoor was een vergelijking van rekenresultaten met metingen nodig om het toepassingsbereik van het model te bepalen, wat in principe het onderwerp is van het validatierapport.

**Datum**  
29 februari 2024

**Ons kenmerk**  
M&V-2024-0038

Het consortium heeft een poging gedaan om de overlappen tussen beide rapporten al bij de inleiding (paragraaf 1.2.2) nog duidelijker te vermelden. Hiernaast geldt ook dat beide onderzoeken antwoord geven op een deels andere onderzoeksvraag. In het toepassingsbereikrapport wordt de vergelijking tussen metingen en berekeningen gebruikt om te bepalen *tot waar* het model betrouwbare resultaten geeft. Het validatierapport gaat over de algemene (statistische) vergelijking tussen metingen en berekeningen.

*De leesbaarheid van het rapport voor 'gewone' burgers laat te wensen over. We adviseren om ten minste in het rapport daarvoor een voor hen toegankelijke samenvatting op te nemen.*

Het consortium hecht veel waarde aan begrijpelijke informatie. De ervaring leert dat RIVM-rapporten worden doorgaans door niet alleen experts maar ook door beleidsmakers, burgers en niet-experts gelezen. Bij alle RIVM-rapporten wordt een (compacte) publiekssamenvatting opgesteld gericht op burgers als doelgroep. Deze publiekssamenvatting wordt in samenspraak met de communicatieafdeling van het RIVM opgesteld en staat nu in de eindversies van beide rapporten opgenomen.

De twee PAMV-rapporten over het toepassingsbereik en validatie bevatten echter complexe materie over een vrij complex onderwerp. Het advies van de expertgroep is belangrijk en het is valide dat de uitkomsten van deze onderzoeken ook voor 'gewone' burgers begrijpelijk moeten zijn. Het consortium is van mening dat de PAMV-onderzoeken resultaten hebben geleverd die van maatschappelijk belang zijn. Naast het toevoegen van een compacte publiekssamenvatting in de rapporten, dienen deze resultaten voor een brede doelgroep van geïnteresseerden op een begrijpelijke wijze beschikbaar te worden gesteld. Het consortium heeft uw ministerie daarom geadviseerd om het verwerken van de PAMV-onderzoeksresultaten op de website vliegtuiggeluid.nl onderdeel te maken van het operationele takenpakket (zie ook sectie A van deze reactie).

### **C. Reactie op advies over rapportage validatie Doc.29 model**

De expertgroep ziet het validatierapport als een waardevolle eerste stap om inzicht te vergroten in de verschillen en overeenkomsten tussen geluidmodellering en geluidmetingen. Dat de waarde van de geluidbelasting op basis van *metingen* in het algemeen hoger uitkomt dan de *berekende* geluidbelasting duidt volgens de expertgroep naar een systematisch verschil in de modeluitkomsten. Dit is naar mening van de expertgroep een belangrijke reden waarom de omwonenden minder vertrouwen hebben in de berekeningen dan in metingen.

De expertgroep verzoekt om het verminderen en/of opheffen van het systematische verschil tussen rekenen en meten als doel op te nemen



in het structurele takenpakket dat op de onderzoeksfase van PAMV moet volgen.

**Datum**  
29 februari 2024

**Ons kenmerk**  
M&V-2024-0038

Om te bepalen of en in hoeverre het model systematisch de geluidbelasting onderschat, is nader onderzoek naar de oorzaken van het verschil nodig. Conform het advies van het PAMV-consortium over vervolgactiviteiten wordt dit als onderdeel van eventueel vervolgonderzoek beschouwd.

Naar aanleiding van het advies van de expertgroep is door het consortium een poging gedaan om een duidelijker onderscheid aan te brengen tussen het mogelijke systematische verschil en de overige spreiding in het verschil. Dit is door middel van een (compacte) verdiepende regressieanalyse van het verschil tussen meten en rekenen gedaan. De regressieanalyse is in het validatierapport als paragraaf 2.3.3 toegevoegd met een discussie over het mogelijke systematische verschil. Uit deze analyse blijkt dat het niet eenduidig te bepalen is of en in hoeverre het model systematisch de geluidbelasting onderschat. Het verschil tussen meten en rekenen bedraagt op basis van de regressieanalyse 1.5 dB plus een variatie als functie van de  $L_{den}$ . Dit verschil neemt met afnemende geluidbelasting geleidelijk toe tot een waarde van ca. 2.5 dB bij de laagst gemeten  $L_{den}$ . Door de onzekerheid in de voorspelde waarde is het echter op dit moment niet mogelijk om te bepalen in hoeverre dit verschil volledig aan het model toe te schrijven is.

Bij lage geluidbelasting is te vermoeden dat een deel van het waargenomen verschil in ieder geval op basis van de beperkte meetdata kan worden verklaard. Met nader onderzoek naar de mogelijke oorzaken van het verschil kan worden vastgesteld welk aandeel van het waargenomen verschil voor verschillende geluidbelastingwaarden door de modellering wordt veroorzaakt. Wat betreft de overige spreiding in het verschil tussen meten en rekenen is voor de geanalyseerde data voor 2019 een waarde van 1.5 dB bepaald.

De andere inhoudelijke adviespunten van de expertgroep over het validatierapport worden hieronder geadresseerd:

*Het aanbrengen van een duidelijker onderscheid tussen het optreden van het systematisch verschil en de overige spreiding tussen rekenen en meten. En aan te geven in welke mate de onderzochte onderliggende factoren het systematische verschil en de overige spreiding kunnen verklaren.*

Volgens het consortium is het aanbrengen van een duidelijker onderscheid in het systematische verschil en de overige spreiding in het verschil door middel van de initiële regressieanalyse geadresseerd en in het rapport als discussiepunt toegevoegd. In welke mate de onderliggende factoren het systematische verschil en de overige spreiding verklaren wordt door het consortium aanbevolen voor eventueel vervolgonderzoek.

*Het validatierapport beperkt zich tot de invloed van de specifieke invoergegevens. Daarnaast kunnen factoren in het Doc.29 geluidmodel*

*zelf en de onderliggende geluidtabellen invloed hebben op het verschil tussen rekenen en meten. Ter verduidelijking kan een overzicht worden toegevoegd van alle factoren die van invloed kunnen zijn op het verschil tussen rekenen en meten.*

**Datum**

29 februari 2024

**Ons kenmerk**

M&amp;V-2024-0038

Conform de PAMV-validatieaanpak bepaald door het consortium in 2022, en de betreffende aanbeveling in het PAMV-verkenningrapport over modelontwikkeling, is besloten om de focus van de validatie eerst op de invoergegevens van het model te leggen. Dit is gedaan onder andere omdat de invoergegevens onder de Nederlandse invloedsfeer vallen terwijl de modellering zelf onder de Europese invloedsfeer valt, en de modelleeraanpak zelfs wereldwijd wordt erkend en aanbevolen via ICAO Doc.9911.

Een aanpassing van de modellering van het Doc.29 model dient minimaal op Europees niveau voorgesteld en afgestemd te worden, anders wijkt de Nederlandse implementatie af van de Doc.29 methodologie. Het aanpassen van de modellering of de onderliggende geluidtabellen zijn beide weliswaar mogelijk, maar vergen aanzienlijk meer tijd en inspanning dan het aanpassen van invoergegevens om tot meer inzicht te komen in de waargenomen verschillen. Dit zou een mogelijke uitkomst kunnen zijn van eventueel vervolgonderzoek over modelverbetering. Indien daaruit blijkt dat een aanpassing van de geluidtabellen of de modellering wel aan te bevelen is dan zal dit met de betreffende Europese werkgroep moeten worden besproken.

Wat betreft een overzicht van alle factoren die van invloed kunnen zijn op het verschil tussen meten en rekenen is in paragraaf 2.2 van het toepassingsbereikrapport een uitvoerige lijst van factoren beschreven die mogelijk tot een verschil kunnen leiden tussen meten en rekenen. Deze lijst is opgesplitst in factoren met betrekking tot de rekenmethode en factoren met betrekking tot de invoergegevens. Vervolgens is de gevoeligheidsanalyse voor tien invoerparameters uitgevoerd om inzicht te krijgen in wat de bijdrage per parameter is aan het waargenomen verschil.

*Het onderzoek is gebaseerd op gegevens van het gebruiksjaar 2021. Voor een robuuste validatie is toevoeging van minimaal 1 extra gebruiksjaar gewenst.*

Het validatieonderzoek is inderdaad uitgevoerd voor één gebruiksjaar, namelijk 2019. Dit jaar is bewust gekozen, als laatste jaar voordat het vliegverkeer sterk inkromp als gevolg van de coronapandemie. Het consortium is het met de expertgroep eens dat voor een robuuste validatie een toevoeging van een extra gebruiksjaar wenselijk is. Dit is ook in de PAMV-validatieaanpak aanbevolen waarbij de validatie om te beginnen voor één gebruiksjaar kan worden uitgevoerd met vervolgens een check voor nog één gebruiksjaar. Alhoewel uiteindelijk niet in het validatierapport opgenomen, is deze check door het consortium voor het gebruiksjaar 2018 wel uitgevoerd. De vergelijking voor 2018 laat zeer vergelijkbare trends en resultaten zien als voor het gebruiksjaar 2019. Voor toekomstige validaties kan het de overweging waard zijn om

meetdata voor twee vergelijkbare jaren voor de validatie te combineren, wat tot meer meetdata kan leiden voor de validatie.

**Datum**  
29 februari 2024

**Ons kenmerk**  
M&V-2024-0038

*Kwantificering van de belangrijkste resultaten uit de figuren in de tekst of in tabelvorm. De waarden voor – bijvoorbeeld – het systematische verschil tussen rekenen en meten moeten nu door de lezer bij benadering worden afgeleid uit de figuren.*

Het mogelijke systematische verschil en de overige spreiding in het verschil zijn nu in paragraaf 2.3.3 van het validatierapport ook in tabelvorm toegevoegd. In het toepassingsbereikrapport zijn een aantal resultaten ook in tabelvorm gerapporteerd, naast de figuren. Voor de andere plots is het consortium van mening dat de figuren voor de algemene lezer makkelijker te volgen zijn en dat deze de belangrijkste trends visueel goed weergeven.

*Het rapport bevat onderdelen die in het rapport over het toepassingsbereik horen, zoals paragraaf 1.2.3, zoals ook bij het rapport toepassingsbereik is opgemerkt. Het samenvoegen van beide rapportages heeft de voorkeur.*

Zie de reactie van het consortium op het vergelijkbare adviespunt over het toepassingsbereikrapport (sectie B van deze reactie). Alhoewel beide rapporten deels op dezelfde data zijn gebaseerd, geeft het rapport over het toepassingsbereik antwoord op een andere onderzoeksvraag dan het validatierapport. Alhoewel het samenvoegen van hoofdstuk 4 uit het toepassingsbereikrapport met het validatierapport wel mogelijk en logisch kan zijn, is door het consortium besloten om de onderzoeken toch afzonderlijk te rapporteren omdat beide onderzoeken (deels) andere onderzoeksvragen beantwoorden.

*Ook voor deze rapportage geldt dat de leesbaarheid van het rapport voor 'gewone' burgers te wensen overlaat. We adviseren om ten minste in het rapport daarvoor een voor hen toegankelijke samenvatting op te nemen. We adviseren om in de samenvatting het hoofdstuk conclusies in eenvoudiger bewoordingen samen te vatten, momenteel is het vrijwel identieke tekst.*

Zie graag de reactie van het consortium op het vergelijkbare punt bij het advies over het toepassingsbereikrapport.

*Ten slotte vragen we ook aandacht voor uitleg van de complexe figuren en voor voldoende onderscheid in het kleurgebruik.*

De twee PAMV-onderzoeken gaan over een vrij complex onderwerp (meten en rekenen van vliegtuiggeluid) waarbij wat inhoudelijke en statistische kennis nodig kan zijn om sommige figuren en de toelichting daarvan goed te volgen. De auteurs hebben bij alle figuren een poging gedaan om voldoende tekstuele toelichting te geven waarmee de boodschap van elke figuur duidelijk wordt. Bij een aantal figuren over de statistische vergelijking is meer tekstuele toelichting toegevoegd.

Wat betreft kleurgebruik hebben de auteurs alle figuren op dit punt gecontroleerd en waar mogelijk het onderscheid in kleurgebruik verbeterd. Alle figuren hebben nu een witte achtergrond en er is getracht om bij alle figuren kleuren te gebruiken die van elkaar makkelijker te onderscheiden zijn.

**Datum**

29 februari 2024

**Ons kenmerk**

M&V-2024-0038

**Bijlage 2:****Advies PAMV-expertgroep****Datum**

29 februari 2024

**Ons kenmerk**

M&amp;V-2024-0038

|                 |                                                                                                          |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | <b>ADVIES BEGELEIDINGSGROEP PAMV</b>                                                                     |
| Aan             | Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat                                                              |
| Van             | Begeleidingsgroep PAMV                                                                                   |
| E-mail          | janhooghwerff@mp.nl                                                                                      |
| Datum           | 28 november 2023                                                                                         |
| Aantal pagina's | 5                                                                                                        |
| Onderwerp       | <b>Advies over rapportages toepassingsbereik en validatie Doc29 en over het operationeel takenpakket</b> |

**Aanleiding**

Het RIVM heeft onderzoek gedaan naar zowel het toepassingsbereik van metingen en berekeningen van vliegtuiggeluid als de validatie van Doc.29 op basis van metingen. De begeleidingsgroep heeft van beide onderzoeken het conceptrapport ontvangen:

- RIVM-rapport 2023-0366: Toepassingsbereik metingen en berekeningen van vliegtuiggeluid, versie van 23 juli 2023,
- RIVM-rapport 2023-0429: Validatie Doc.29 model voor Schiphol, versie van 12 oktober 2023.

De begeleidingsgroep heeft in haar advies van 11 oktober 2023 aangegeven dat ze het niet mogelijk en zinvol vond om een uitgebreid advies te geven over alleen het rapport over het toepassingsbereik. Nu beide conceptrapportages beschikbaar zijn, heeft de begeleidingsgroep de rapportages in samenhang gelezen en besproken.

Daarnaast heeft ze nagedacht over de vraag hoe deze resultaten passen in de overall doelstelling en het onderzoeksplan van PAMV. Immers, deze rapportages zijn de laatste onderdelen van het onderzoeksprogramma die aan de begeleidingsgroep worden aangeboden. Ook weet de begeleidingsgroep zich sterk betrokken bij het achterliggende doel van PAMV en de mogelijkheid en noodzaak om na dit programma ook echt een stap te maken.

Dit advies bestaat uit 3 onderdelen. Het eerste deel gaat over het belang van deze rapportages in het brede doel en de aanpak van PAMV en de stap naar de inrichting van een operationeel takenpakket. Daarna worden beide conceptrapportages besproken.

**Van onderzoeksprogramma naar operationeel takenpakket***Doel, aanpak en resultaat*

De belangrijkste aanleiding voor PAMV was de onvrede over verschillen tussen metingen en berekeningen en het beperkte vertrouwen dat

omwonenden hebben in de resultaten van berekeningen. Doel van PAMV is om zowel de reken- als de meetmethoden te verbeteren.

**Datum**  
29 februari 2024

Een belangrijk onderdeel van de aanpak is om de verschillen tussen beide methoden te onderzoeken en te verklaren, en op basis van deze inzichten verbeteringen voor te stellen en door te voeren om zo het publiek beter te kunnen informeren over vliegtuiggeluid en beleidsmatige beslissingen te kunnen nemen met een solide basis.

**Ons kenmerk**  
M&V-2024-0038

Bovenstaande is door de minister uitdrukkelijk uitgesproken. We verwijzen naar de kamerbrief van 18 oktober 2018 (Kamerstuk 31 936, nr. 518) waar de minister op basis van de trendvalidatie Doc.29 van het NLR aandacht geeft aan de noodzaak om het verschil tussen metingen en berekeningen beter te begrijpen. Dit is dit jaar herhaald in de kamerbrief van 20 februari 2023:

*'Hiermee wordt onderzocht hoe de gemeten en berekende jaargemiddelde geluidbelasting op elkaar aansluiten, en op welke onderdelen inspanningen zouden moeten worden gepleegd om de verschillen tussen metingen en berekeningen te verkleinen.'*

De publicatie van de rapportages over het toepassingsbereik en de validatie vormt het eindpunt van het onderzoeksprogramma van PAMV. Tijd om de balans op te maken en vast te stellen of het onderzoeksprogramma voldoende bouwstenen biedt om de verschillen tussen rekenen en meten te verkleinen en metingen een belangrijkere plaats te geven. Dit wordt binnen PAMV de inrichting van het operationele takenpakket genoemd.

De begeleidingsgroep ziet de uitkomsten van het onderzoeksprogramma als belangrijke stap om het doel van PAMV te bereiken. Ze constateert ook dat voor het verbeteren van de samenhang tussen het berekenen en meten van vliegtuiggeluid de lat hoger moet liggen dan wat zich nu als resultaat aftekent. Naar het oordeel van de begeleidingsgroep zijn daarom nog onderzoekstappen nodig. Op hoofdlijnen zien we die op de volgende punten:

1. De (uitwerking van de) methodiek die een signaalfunctie vervult om de berekeningen te kunnen controleren op basis van metingen. Hoe kan met metingen worden vastgesteld dat de resultaten van berekeningen van voldoende kwaliteit zijn?
2. Inzicht in het toepassingsbereik (afzonderlijk) van zowel berekeningen als metingen en op basis daarvan een reflectie op de validatie-eis(en). Binnen welke grenzen kunnen metingen en berekeningen betrouwbaar uitgevoerd en vergeleken worden?
3. Een completer inzicht in de oorzaken van de *systematische* onderschatting van het berekende geluid ten opzichte van de metingen en een advies hoe dit verschil verkleind kan worden.
4. Concrete voorstellen voor verbetering van de modellering en invoergegevens en een plan voor een structureel (meerjarig) validatieprogramma om tot verbetervoorstellen te komen.

5. Een uitwerking van de verschillende geluidindicatoren die de hinderbeleving van de omwonenden vollediger in kaart brengen, zoals NAX, Lnight en LAmaz.
6. Goede communicatiemiddelen voor een breder publiek. Het resultaat van deze onderzoeksrapportages vraagt om een leesbare samenvatting voor 'gewone' burgers, rekening houdend met het doel en de aanpak van PAMV: het verbeteren van de publiekscommunicatie over meten en rekenen.

**Datum**  
29 februari 2024

**Ons kenmerk**  
M&V-2024-0038



#### Het vervolg van PAMV

Bij de opzet van PAMV is aangegeven dat het onderzoeksprogramma een vervolg kan krijgen door – per luchthaven van nationale betekenis – een operationeel systeem in te richten (zie figuur). Deze systemen gaan over het meten en berekenen van vliegtuiggeluid, het leveren van informatie over de resultaten en het vormgeven aan de interactie hierover met de omgeving. Kenmerk van alle operationele systemen is dat daarbinnen 'volgens werkvoorschrift' structurele activiteiten met betrekking tot meten, rekenen en informeren worden uitgevoerd en dat daarvoor een adequate infrastructuur wordt ingericht.

De begeleidingsgroep wil graag een aantal suggesties meegeven voor de inrichting van deze operationele systemen:

- Vanuit omwonenden bestaat de sterke wens om metingen een belangrijkere rol te geven dan informatievoorziening alleen. Leg duidelijk – per luchthaven – vast welke rol meetdata krijgen voor de validatie van geluidberekeningen. En hoe de signaalfunctie van meetdata voor de validatie van geluidberekeningen vorm krijgt.
- Het Citizen Science Project Samen Meten van vliegtuiggeluid (PAMV) | vliegtuiggeluid.nl heeft waardevolle inzichten opgeleverd over hoe hinder door vliegtuiggeluid tot stand komt, en de akoestische en niet-akoestische factoren die daaraan ten grondslag liggen. Het resultaat kan gebruikt worden om te experimenteren met objectieve en subjectieve (geluid)indicatoren om de hinder in kaart te brengen. Een vervolg

op dit initiatief is wenselijk, ook rond de andere luchthavens van nationale betekenis.

- De begeleidingsgroep heeft gemerkt dat de kennis over het doel en de uitwerking van PAMV bij bewoners(groepen) beperkt is, terwijl informatievoorziening en vertrouwen juist belangrijke elementen van de PAMV- aanpak zijn. Voor een vervolgtraject is een betere verbinding met bestaande overlegstructuren van en voor omwonenden, zoals de nationale klankbordgroep, de Maatschappelijke Raad Schiphol (MRS) en de Commissies Regionaal Overleg (CRO's) belangrijk.
- Onderdeel van PAMV is het opzetten van een openbare nationale database metingen vliegtuiggeluid. Voor de begeleidingsgroep is onduidelijk of deze database ontwikkeld wordt en of deze in het vervolgtraject voorzien is.

**Datum**

29 februari 2024

**Ons kenmerk**

M&V-2024-0038

### **Rapportage toepassingsbereik**

De begeleidingsgroep kiest ervoor om enkele adviezen op hoofdlijnen aan te reiken, maar geen gedetailleerd commentaar te geven op de gehele rapportage.

Onderstaande punten zijn grotendeels in lijn met punten die genoemd zijn in het advies van 11 oktober 2023.

- De begeleidingsgroep vindt de aanpak om te komen tot meer inzicht in het toepassingsbereik discutabel: de conclusies over het toepassingsbereik zijn afhankelijk van een vooraf opgelegde eis van 2 dB(A) op een jaargemiddelde Lden als maximaal verschil tussen meten en rekenen. Het is volgens de begeleidingsgroep inzichtelijker om eerst afzonderlijke validatie-eisen voor de kwaliteit van rekenen en meten vast te stellen. Daarna per methode te bepalen wat dat betekent voor het toepassingsbereik. En daarna pas vast te stellen wat dat betekent voor het gezamenlijke toepassingsbereik van meten en rekenen wanneer een maximum verschil van 2 dB(A) wordt aangehouden.
- Er lijkt nauwelijks gebruik te zijn gemaakt van de wetenschappelijke literatuur en al bestaande inzichten ten aanzien van het toepassingsbereik van de reken- en meetmethoden. Zowel internationaal als nationaal is over meten en rekenen van vliegtuiggeluid een schat aan inzichten opgebouwd.
- Wenselijk is om afzonderlijk conclusies op te stellen rond het toepassingsbereik op basis van wetenschappelijk onderzoek (fysische beschrijvingen en analyses) en ze niet te laten domineren door alleen parameterstudies. Die kunnen wel gevoel geven voor variatie en daarmee nuttig zijn voor een gevoeligheidsanalyse, maar zijn niet in staat de echte onderzoeksvragen (tot welke afstand of geluidbelasting rond een luchthaven is het gebruik van deze meet- en rekenmethoden verantwoord?) te beantwoorden.
- De inhoud van dit rapport heeft overlap met onderdelen die in de validatiestudie thuishoren. Dat betreft met name hoofdstuk 4. Andersom bevat het rapport over validatie onderdelen die in het rapport toepassing horen, zoals paragraaf 1.2.3.



- De leesbaarheid van het rapport voor 'gewone' burgers laat te wensen over. We adviseren om ten minste in het rapport daarvoor een voor hen toegankelijke samenvatting op te nemen.

**Datum**  
29 februari 2024

**Ons kenmerk**  
M&V-2024-0038

### Rapportage validatie Doc.29

Het concept validatierapport concludeert (opnieuw) dat 'de waarde van de geluidbelasting op basis van metingen in het algemeen hoger uitkomt dan de berekende geluidbelasting', maar komt niet met concrete voorstellen om dit probleem aan te pakken. Mogelijk omdat het gevonden verschil valt binnen het gestelde validatiecriterium van gemiddeld maximaal 2 dB(A) Lden. Maar het feit dat de berekeningen **systematisch** lager uitvallen dan de metingen is juist een belangrijke reden dat omwonenden minder vertrouwen hebben in berekeningen dan in metingen.

De begeleidingsgroep ziet dit rapport als een waardevolle eerste stap om het inzicht te vergroten in de verschillen en overeenkomsten tussen geluidmodellering en geluidmetingen. Zij verzoekt daarom om het verminderen en/of opheffen van het systematische verschil tussen rekenen en meten als doel op te nemen in het operationeel takenpakket dat op de onderzoeksfase van PAMV moet volgen.

De begeleidingsgroep doet de volgende inhoudelijke aanbevelingen om de conceptrapportage af te ronden:

- Het aanbrengen van een duidelijker onderscheid tussen het optreden van het systematische verschil en de overige spreiding tussen rekenen en meten. En aan te geven in welke mate de onderzochte onderliggende factoren het systematische verschil en de overige spreiding kunnen verklaren.
- Het validatierapport beperkt zich tot de invloed van de specifieke invoergegevens. Daarnaast kunnen factoren in het Doc.29 geluidmodel zelf en de onderliggende geluidtabellen invloed hebben op het verschil tussen rekenen en meten. Ter verduidelijk kan een overzicht worden toegevoegd van alle factoren die van invloed kunnen zijn op het verschil tussen rekenen en meten.
- Het onderzoek is gebaseerd op gegevens van het gebruiksjaar 2021. Voor een robuuste validatie is toevoeging van minimaal 1 extra gebruiksjaar gewenst.
- Kwantificering van de belangrijkste resultaten uit de figuren in de tekst of in tabelvorm. De waarden voor – bijvoorbeeld – het systematische verschil tussen rekenen en meten moeten nu door de lezer bij benadering worden afgeleid uit de figuren.
- Het rapport bevat onderdelen die in het rapport over het toepassingsbereik horen, zoals paragraaf 1.2.3, zoals ook bij het rapport toepassingsbereik is opgemerkt. Het samenvoegen van beide rapportages heeft de voorkeur.
- Ook voor deze rapportage geldt dat de leesbaarheid van het rapport voor 'gewone' burgers te wensen overlaat. We adviseren om ten minste in het rapport daarvoor een voor hen toegankelijke samenvatting op te nemen. We adviseren om in de samenvatting het hoofdstuk conclusies in eenvoudiger bewoordingen samen te vatten, momenteel is het vrijwel identieke tekst.

- Ten slotte vragen we ook aandacht voor uitleg van de complexe figuren en voor voldoende onderscheid in het kleurgebruik.

**Datum**  
29 februari 2024

**Ons kenmerk**  
M&V-2024-0038

## **ACHTERGROND**

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft voor de 'Programmatische aanpak meten (en berekenen) vliegtuiggeluid' invulling gegeven aan het zevende onderwerp waarop aanbevelingen zijn gedaan uit Vliegtuiggeluid: meten, berekenen en beleven. Een verkenning van wensen en ontwikkelopties door het instellen van een begeleidingsgroep. De begeleidingsgroep is samengesteld uit experts onder voorzitterschap van een onafhankelijk procesbegeleider. De begeleidingsgroep kende voor dit advies de volgende samenstelling: mr. Hermine van den Hoek (onafhankelijk voorzitter), ir. Oscar Breugelmans, prof.dr.ir. Klaas Kopinga, prof.dr. Dick Simons en ing. Erik Roelofsen. De begeleidingsgroep wordt ondersteund door ir. Jan Hooghwerff (secretaris). Het ministerie heeft geen betrokkenheid gehad bij het opstellen van dit advies.