

Op 18 oktober 2018 heeft de minister van Infrastructuur en Waterstaat een landelijke programmatische aanpak meten vliegtuiggeluid (PAMV) aangekondigd in samenwerking met het consortium RIVM, NLR en KNMI. Op 18 december 2019 heeft de minister een verkenning aan de Kamer verzonden. Dit document betreft een samenvatting van de bijbehorende rapporten. De samenvatting is niet bedoeld als vervanging van de rapporten, maar wordt aangeboden als leeswijzer.

Vliegtuiggeluid – Meten, rekenen en beleven (RIVM, NLR, KNMI)

1) Introductie

- Doel PAMV: het verbeteren van berekeningen en van metingen vliegtuiggeluid en beide methodes onderling versterken. Naast meten en berekenen wordt in de PAMV ook aandacht besteed aan beleving (hinder) van vliegtuiggeluid.
- Voor Nederlandse luchthavens van nationale betekenis; Schiphol, Lelystad, Rotterdam, Eindhoven, Maastricht en Groningen
- grondgeluid is niet meegenomen in de verkenning
- Voor Schiphol is uitgegaan van doc29 en voor de andere luchthavens van het NRM (Nederlands RekenModel)

2) Historisch overzicht omgevingsgeluid luchthavens

- Voor de regulering van vliegtuiggeluid werd van 1980 tot 1995 gebruikgemaakt van zoneringsystematiek. Afhankelijk van een bepaalde Ke-waarde geluidbelasting (Kosteneenheid) waren er regels voor nieuwbouw en isolatie.
- In 1995 stapte men over naar een systeem met grenswaarden in handhavingspunten. In 35 handhavingspunten was een maximum geluidbelasting vastgelegd.
- Inmiddels wordt al vele jaren strikt geluidpreferent gevlogen, waarbij de criteria voor gelijkwaardigheid [samen met vier regels, opm. secretariaat] grenzen stellen aan de geluidbelasting.
- In het verleden (commissie Eversdijk) is geadviseerd om geluidmetingen niet te gebruiken voor handhaving. Wel kunnen metingen en combinaties van metingen en berekeningen ingezet worden voor andere doeleinden, maar aan deze aanbevelingen is geen verdere invulling gegeven.

3) Relatie geluidbelasting en gezondheid

- Ernstige geluidhinder en slaapverstoring kan zowel berekend als gemeten worden.
- Naast ernstige geluidhinder en slaapverstoring heeft blootstelling aan geluid nog andere gezondheidseffecten, maar het causaal verband met blootstelling is minder gemakkelijk aan te tonen.
- Voor ernstige hinder en slaapverstoring wordt gebruikgemaakt van een internationaal gestandaardiseerde vraag (ISO-norm).
- In 2002 is onder 5.000 respondenten in de omgeving de ISO-norm hindervraag gesteld, op basis waarvan een blootstelling-responsrelatie (hoeveel % heeft hinder bij x geluidbelasting) is vastgesteld.
- Voor berekeningen wordt de geluidbelasting gerelateerd aan de blootstelling-responsrelatie en de hoeveelheid inwoners.
- De blootstelling-responsrelatie uit 2002 voor Schiphol is anders dan bijvoorbeeld die door WHO is vastgesteld, voor Eindhoven Airport wordt gebruikt of die op Europees niveau gebruikelijk is. Dit is niet alleen het gevolg van methodologische verschillen, maar ook van demografische, persoonsgebonden, sociale en contextuele, en situationele kenmerken.
- Hoofdstuk 3.3 geeft een overzicht van onderzoek naar diverse geluidmaten.
- 'citizen science': mogelijkheden beschreven om burgers te betrekken bij wetenschap. Specifiek aandacht voor samen meten, maar ook projecten met geluidgevoeligen en t.a.v. bewoners onder start- en landingsbanen (rustmomenten). Lden en Lnight zijn de best passende geluidindicatoren, waarbij aanvullende indicatoren een toegevoegde waarde kunnen hebben.

Adviesrapport verkenning programmatische aanpak meten vliegtuiggeluid

Samenvatting

- Achtergrondniveau speelt een rol, maar hier is weinig onderzoek naar gedaan.
- Aanbevolen wordt per luchthaven te bepalen welke aanvullende indicatoren het best aansluiten, regiospecifieke dosis-effectrelaties te bekijken en welke factoren daarbij een rol spelen
- Een nationale geharmoniseerde aanpak om periodiek de geluidhinder en slaapverstoring te meten wordt aanbevolen. Een mogelijkheid is de inzet van de landelijke vierjaarlijkse GGD monitor.
- Er is verdiepend onderzoek nodig om de veranderde relatie tussen geluidbelasting en geluidhinder (meer hinder bij dezelfde geluidbelasting) te verklaren, hierbij dient te worden betrokken:
 - 1) nut van eventuele aanvullende geluidindicatoren
 - 2) achterhalen of de dosis-effectrelaties voor Schiphol uit 2002 nog up-to-date zijn
 - 3) achterhalen of de dosis-effectrelaties van Schiphol toepasbaar zijn voor andere luchthavens
 - 4) de invloed van niet-akoestische factoren
- Per regio verschil in besluitvormingsprocessen, soundscapes (geluidkwaliteit, gewild en ongewild geluid en het wel of niet in overeenstemming zijn van geluid en landschap) en de informatie(behoefte).

4) Geluidberekeningen rondom luchthavens

- Geluid wordt beschreven in decibellen (dB). Geluidmaten voor vliegtuiggeluid worden uitgedrukt in 'A-gewogen decibel', oftewel dB(A).
- Het geluid van een individuele vliegtuigpassage wordt geluidniveau genoemd. L_{max} is het maximale geluidniveau en SEL is het geluidniveau dat, als de vliegtuigpassage slechts één seconde zou duren, dezelfde hoeveelheid geluidenergie zou produceren als de gehele beschouwde vliegtuigpassage.
- Meerdere vliegtuigpassages over een langere periode; geluidbelasting (L_{den} of L_{night}).
- Hoofdstuk 4.2 gaat in op de wijze van berekenen voor Schiphol met Doc29.
- Bij berekeningen wordt gebruikgemaakt van aannames. De volgende aannames zijn van invloed op het verschil tussen meten en rekenen:
 - * Vaste weersomstandigheden worden verondersteld
 - * Verondersteld wordt dat vliegprestaties bij bepaalde procedure altijd gelijk zijn
 - * Geluidgegevens van vliegtuigen zijn over het algemeen alleen beschikbaar voor twee specifieke condities (starts en landingen)
 - * Bij het ontbreken van prestatiegegevens voor een bepaald vliegtuigtype worden de gegevens van een vergelijkbaar type gebruikt
 - * In sommige gevallen worden vliegroutes gemodelleerd
 - * Er worden aannames gedaan over de omgeving; zoals een zachte bodem, geen bebouwing.
- Geluidberekeningen kennen beperkingen:
 - * De vliegtuigprestaties en routes worden (soms) gemodelleerd, met name als geen geschikte radargegevens beschikbaar zijn
 - * Variaties in het weer worden niet meegenomen (weersomstandigheden wel; wind en zichtcondities)
 - * Doorgaans wordt geluid van één luchthaven meegenomen en worden andere geluidbronnen niet meegenomen in de berekeningen (cumulatie van geluid maakt geen onderdeel uit van PAMV)
- Het toepassingsbereik van berekeningen is beperkt. Het is niet zonder meer aan te geven tot waar (afstand van luchthaven) een model bruikbaar is.
- In hoofdstuk 4.3 worden type modellen behandeld uit het Verenigd Koninkrijk, Zwitserland, Finland en Duitsland. Geen van de daar gehanteerde modellen is zonder mee inzetbaar voor Schiphol.
- Berekeningen kunnen onder meer worden ingezet voor:
 1. Handhaving
 2. Inzicht in geluidniveaus en geluidbelasting in het verleden, het heden en de toekomst
 3. Informatievoorziening
 4. Hinderonderzoek
- Momenteel wordt handhaving gebaseerd op berekeningen. Indien men het verschil tussen meten en rekenen wil verkleinen kan dat leiden tot veranderingen in de berekeningssystematiek. Dit kan *binnen* de huidige handhavingssystematiek of met een *aanpassing* van de handhavingssystematiek.

Adviesrapport verkenning programmatische aanpak meten vliegtuiggeluid

Samenvatting

- Daarnaast is het mogelijk bestaande rekenmodellen te verbeteren zonder metingen te gebruiken; door het model te verbeteren op basis van bestaande inzichten en/of door de uitbreiding van invoergegevens (bv startgewicht, weer).

5) Metingen van geluid rond luchthavens

- Geluidmetingen kunnen voor verschillende doeleinden worden ingezet, met wisselende eisen. Er zijn ook variaties in locaties, periodes en type apparatuur.

- Mogelijke doelen:

1. Informatieverstrekking aan burgers
2. monitoring van geluid voor nadere analyses
3. Gedetailleerde metingen van vliegtuiggeluid
4. Handhaven en aanspreken
5. Gebruik van metingen in combinatie met een rekenmodel
6. Metingen door burgers

- Het meten van vliegtuiggeluid kent een aantal beperkingen:

- * beperkt aantal meetlocaties
- * verstoring door omgevingsgeluid
- * invloed van weersomstandigheden
- * niet elk vliegtuigbeweging wordt gemeten
- * nauwkeurigheid van microfoons
- * de plaatsing van microfoons (zoals de aanwezigheid van objecten ivm weerkaatsing)
- * metingen geven alleen inzicht gedurende de meetperiode (bijv. geen prognoses)

- eisen aan metingen zijn verschillend voor verschillende doelen. Eisen voor validatie zijn hoger dan voor informatie.

- Voor Schiphol wordt een toelichting gegeven op NOMOS en wordt verder verwezen naar de audit van Ardea uit 2012.

- Uit de verschillende meetnetten en meetposten in Nederland kan een landelijk referentienetwerk worden samengesteld.

- Hoofdstuk 5.6 geeft enkele voorbeeld van meetopstellingen, anders dan een geluidmeetnet. In dit overzicht wordt verwezen naar het plan van To70 in opdracht van de Omgevingsraad voor metingen om de vlootontwikkeling te volgen.

6) Combinaties van meten en rekenen om verschil te verkleinen

- belangrijke aandachtspunten:

- * zowel rekenmodellen als metingen zijn nooit 100% nauwkeurig
- * in de praktijk zullen verschillen tussen metingen en berekeningen (blijven) optreden
- * het introduceren van nieuwe modellen en/of combinaties van meten en rekenen kunnen leiden tot een complexere situatie
- * de gewenste nauwkeurigheid hangt af van de toepassing
- * bij keuzes zijn naast het doel ook de kosten van belang om mee te nemen in de afweging

- Hoofdstuk 6 gaat in op 3 mogelijke combinaties van meten en rekenen:

1. gebruik van meten rekenen naast elkaar, het consortium beveelt aan deze werkwijze te verlaten.
2. gebruik van metingen ter validatie en verbetering van bestaande rekenmodellen, door bijvoorbeeld metingen te gebruiken, modelverbeteringen door te voeren of door invoergegevens te verbeteren of uit te breiden.
3. mogelijke andere rekenmodellen die gebruikmaken van geluidmetingen voor periodieke geluidinformatie; door:
 - * interpolatie en modelcorrectie; berekenen en meten geluidniveau, verschil vaststellen op punten meetlocaties, interpoleren van de verschillen voor andere punten in rekengrid, geluidbelasting berekenen en die geluidbelasting aanpassen door de verkregen correctie

Adviesrapport verkenning programmatische aanpak meten vliegtuiggeluid

Samenvatting

- * machine learning; door patronen te herkennen, mogelijk zijn geluidberekeningen te complex hiervoor
- * dynamisch modelleren van vliegtuiggeluid; modelleren prestaties, geluidproductie en propagatie van geluid door de lucht op basis van actuele gegevens
- Kanttekening bij dagelijkse geluidinformatie: meer variabelen in model voor handhaving vereist een grotere marge voor de berekeningsresultaten om onzekerheden mee te kunnen nemen. Dit maakt dergelijke modellen ongeschikt voor handavingsberekeningen.
- Aanbevolen wordt een validatiesysteem op te zetten dat op basis van metingen controleert of de geluidberekeningen van voldoende kwaliteit zijn (signaalfunctie).

7) Voorstel invulling “Programmatische aanpak meten vliegtuiggeluid”

- Aanbevolen wordt een wetenschappelijke adviesgroep in te stellen voor de kwaliteitsborging en aansturing van:
 - a. operationele uitvoering van een standaard takenpakket.
 - b. de uitvoering van een onderzoeksprogramma, gericht op verbetering van de operationele taken.
- 7 aanbevelingen:
 - 1) Ontwikkel en implementeer een meetvisie/meetstrategie; bepalen doelen, eisen, (format) landelijke database.
 - 2) Ontwikkel een methodiek die een signaalfunctie vervult; rekenmodel verbeteren met behulp van metingen.
 - 3) Leg voor verschillende doeleinden de criteria vast voor modelberekeningen met een structureel en langjarig modelvalidatieprogramma (modelontwikkeling); model verbeteren o.b.v. inzichten en/of verbeteren invoergegevens.
 - 4) Verbeter de publiekscommunicatie met een nationale ‘landingspagina’ (met doorverwijzing naar regionale sites) die algemene informatie biedt over meten, rekenen, beleven en regelgeving van vliegtuiggeluid.
 - 5) Implementeer het systematisch en wetenschappelijk verantwoord monitoren van geluidhinder en slaapverstoring via een standaard methode (bijvoorbeeld via GGD monitor).
 - 6) Betrek de omgeving met ‘*citizen science*’ op een gestructureerde manier bij het opzetten van een aanvullend meetprogramma en faciliteer *citizen science* projecten voor specifieke doelgroepen (hoogrisicogroepen/mensen onder de start- en landingsbanen) .
 - 7) Zorg rond vliegtuiggeluid voor onafhankelijke deskundigheid om de kwaliteit en juistheid van de uitvoering van structurele werkzaamheden en de kwaliteit en voortgang van het verbetertraject te laten toetsen en borgen.

Geluidhinder rond Nederlandse luchthavens – Monitoring, enquêtes en blootstelling-responsrelaties (RIVM)

1) Inleiding

- Hinderbeleving kan gemeten en berekend worden.
- Hinderbeleving meten werkt door de inzet van een enquête waarbij een representatieve groep omwonenden de ISO-norm hindervraag wordt gesteld.
- In een aantal GGD-regio’s is de hindervraag meegenomen in de vierjaarlijkse GGD Gezondheidsmonitor voor volwassenen (19 tot en met 64 jaar).
- De inzet van een enquête is niet altijd mogelijk, bijvoorbeeld bij prognoses.

2) Landelijk beeld vliegtuighinder middels enquête

- De GGD monitor kent 3 leeftijdscategorieën voor onderzoek:
 - * jongeren tot en met 18 jaar
 - * volwassenen van 19 tot en met 64 jaar

Adviesrapport verkenning programmatische aanpak meten vliegtuiggeluid

Samenvatting

* senioren/ouderen van 65 jaar en ouder

- De uitkomsten van de GGD Gezondheidsmonitor verschillen van die van de Inventarisatie Verstoringen (meting ministerie Infrastructuur en Waterstaat).
- Mogelijk zijn de verschillende leeftijdscategorieën en verschillen in non-respons de oorzaak van de verschillen.

3) Blootstelling-responsrelaties: berekenen verwachte geluidhinder

- Met de Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol (GES) uit 2002 is de blootstelling-responsrelatie voor de 48 dB (A) Lden bij Schiphol vastgesteld.
- In de WHO BR-relatie 2018 wordt meer hinder voorspeld bij dezelfde geluidbelasting dan in de Europese BR-relatie. De WHO BR-relatie ligt dicht bij de BR-relatie van Schiphol.
- Er zijn verschillen in BR-relaties van verschillende luchthavens in Nederland door (niet)akoestische factoren die niet samenhangen met de geluidbelasting Lden.

4) Regionale luchthavens van nationale betekenis

- In hoofdstuk 4 is een vergelijking opgenomen tussen de in 2016 gemeten geluidhinder en de berekende percentages van de bevolking die geluidhinder ervaart. Ook zijn de op basis van metingen uit 2016 afgeleide BR relaties weergegeven.
- Voor Schiphol zijn er lokaal grote verschillen waarneembaar in de vergelijking tussen berekende geluidhinder (BR-relatie) en gemeten geluidhinder (enquêtes).
- Voor Schiphol levert de BR-relatie uit 2002 waarschijnlijk een overschatting op bij 48-55 dB(A) Lden en een onderschatting bij >55 dB(A) Lden.

5) GGD Gezondheidsmonitor en luchtvaart

- De GGD Gezondheidsmonitor geeft per leeftijdscategorie inzicht in een groot aantal geluidsindicatoren.
- De monitor bestaat uit een vragenlijst met een basisset vragen en facultatieve vragen. De gemeente betaalt het onderzoek en bepaalt of en welke facultatieve vragen worden opgenomen. De ISO-norm hindervraag was een facultatieve vraag voor de volwassenenmonitor, maar is sinds 2016 onderdeel van de basisset (maar niet van de ouderenmonitor).
- De bereidheid om deel te nemen is de afgelopen decennia sterk gedaald. Mogelijk is er sprake van een selectieve non-respons.
- Beperkingen:
 - * hindervraag volgens ISO-norm is in 2016 landelijk alleen aan volwassenen gesteld (19-64)
 - * financiering werkt beperkend qua het opnemen van facultatieve vragen
 - * beperkt aantal vragen mogelijk in de tijd
 - * een eventuele nulmeting vereist aanvullend onderzoek
 - * voor een BR-relatie per luchthaven is ook aanvullend onderzoek vereist
 - * misschien is uitbreiding van de steekproef bij hogere geluidbelasting (dichtbij de luchthaven) nodig
 - * inspelen op snelle verandering lastig bij vierjaarlijkse GGD-monitor.

6) Discussies en aanbevelingen

- 1) onderzoek of de BR-relatie Schiphol uit 2002 nog adequaat is.
- 2) onderzoek of de berekeningswijze voor ernstig gehinderden voor regionale luchthavens van nationale betekenis aansluit bij de ervaren hinder.
- 3) stel vast welke indicatoren gebruikt worden voor de *berekening* van geluidhinder met de BR-relatie en welke voor *meten* middels een enquête.
- 4) onderzoek samen met de GGD'en de mogelijkheden om de GGD-monitor met ingang van 2020 in te zetten om ernstige geluidhinder en slaapverstoring periodiek en op een gestandaardiseerde manier te meten.

Kennisscan hinder door vliegtuiggeluid: effecten woningisolatie en niet-akoestische factoren (RIVM)

2) Achtergronden

- ICAO hanteert de 'balanced approach' voor de aanpak van geluidhinder door de vermindering van blootstelling aan geluid.
- De WHO hanteert '(geluid)hinder' als verzamelterm voor negatieve gevoelens.
- ISO-norm voor hindervraag.
- Naast geluidhinder heeft blootstelling aan geluid andere effecten op de gezondheid.
- Niet alleen het geluidniveau speelt een rol bij geluidhinder, maar ook de karakteristieken van het geluid en eventuele interventies/maatregelen die de blootstelling reduceren. Daarnaast zijn er ook factoren die niets met het fysieke geluid te maken hebben (hoofdstuk 3 en 4 van dit rapport).

3) Geluidisolatie en hinder

- De onderzoeksresultaten naar effecten van woningisolatie op hinder zijn niet eenduidig.
- Er zijn niet-akoestische factoren die de effectiviteit van geluidisolatie kunnen beïnvloeden:
 - * de financiering van isolatiemaatregelen
 - * de verwachtingen van respondenten
 - * de omstandigheden van het isolatieprogramma (bijv. informatieverschaffing, administratieve problemen)
 - * neveneffecten van isolatiemaatregelen (bijv. thermisch comfort/(mindere) toevoer verse lucht)
 - * onjuist geïnstalleerde isolatiemaatregelen
 - * het gebruik van de isolatiemaatregelen (bijv. i.r.t. ventilatievoorzieningen)
 - * associaties met de geluidbron
 - * dB(A)-winsten
 - * het (aantal) geluidpieken die evenzogoed fysiologische activiteit van de respondenten tijdens hun slaap verstoren
 - * de kamertemperatuur en luchtvochtigheid (binnenklimaat).

4) niet-akoestische factoren en hinder

- Er zijn verschillende soorten niet-akoestische factoren:
 - 1) situationele factoren: fysieke kenmerken woonomgeving (o.a. tevredenheid woonomgeving en mate van stedelijkheid)
 - 2) persoonlijke factoren: geluidgevoeligheid, angst, indruk dat geluid vermijdbaar is, mate van coping
 - 3) contextuele factoren: proces rond veranderingen, procedurele rechtvaardigheid, (on)voorspelbaarheid, toegang tot informatie, mogelijkheid tot aankaarten geluidprobleem, mogelijkheid voorkeuren te uiten, media-aandacht
 - 4) sociale factoren: houding t.o.v. de bron, verwachtingen, economische binding met bron

5) Discussie

- Er zijn alleen kwalitatieve analyses beschikbaar over de invloed van niet-akoestische factoren op hinderbeleving en de mate waarin de factoren te modifieren zijn. Er is meer onderzoek nodig.
- de niet-akoestische factoren hangen samen.

6) Conclusies en aanbevelingen

- effecten (toekomstige) interventies op het gebied van vliegverkeer systematisch evalueren, zowel de objectieve geluidniveaus als de niet-akoestische factoren.
- Er moet meer inzicht komen in hoe niet-akoestische factoren met elkaar samenhangen en van invloed zijn op hinder en de kwaliteit van leven en hoe ze te beïnvloeden zijn.

Adviesrapport verkenning programmatische aanpak meten vliegtuiggeluid

Samenvatting

- Bij het nemen van hinderbeperkende maatregelen en/of het maken van beleid rondom de luchthaven moet men rekening houden met niet-akoestische factoren.