



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

Geluidmonitor 2013

Meetwaarden op referentiepunten uit SWUNG-1

RIVM Briefrapport 2014-0021

J. Jabben et al.



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

Geluidmonitor 2013

Meetwaarden op referentiepunten uit SWUNG-1

RIVM Briefrapport 2014-0021
J. Jabben et al.

Colofon

© RIVM 2014

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

Jan Jabben
Charlos Potma
Henri den Hollander
Harm van Wijnen

Contact:
Jan Jabben
MIL-ILG
jan.jabben@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Directie KLG, in het kader van Expertise Centrum Geluid

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Geluidmonitor 2013

In 2012 is nieuwe geluidwetgeving voor Nederlandse rijkswegen en spoorwegen ingevoerd. Deze wet stelt grenswaarden aan het geluid langs het gehele rijksweg- en spoorwegnet. De beheerders, Rijkswaterstaat en ProRail, moeten ervoor zorgen de grenswaarden niet worden overschreden en dit door een jaarlijkse berekening verantwoorden. De wet bepaalt dat rekenresultaten van de beheerders door een onafhankelijk meetprogramma moeten worden gevalideerd. Het RIVM voert dit onderzoek uit en zal hier jaarlijks over rapporteren.

Dit rapport beschrijft het meetprogramma en geeft de eerste resultaten verkregen in 2013 op 52 locaties langs Nederlandse rijkswegen en spoorwegen. Het programma voorziet in vervolgmetingen en onderzoek naar verschillen met rekenresultaten zodra deze voor 2013 beschikbaar komen.

Trefwoorden: geluid, metingen, validatie, geluidproductieplafonds, SWUNG

Abstract

Noise Monitor 2013

In 2012, new noise legislation was introduced to Dutch national roads and railways. This legislation sets limits on noise levels along the entire infrastructure. The road and railway authorities, Rijkswaterstaat and ProRail, must ensure the limits are not exceeded, and justify this by an annual calculation. The legislation provides that the calculation results must be validated by independent measurements. The RIVM conducts this research and will report on it annually.

This report describes the measurement program and gives the first results obtained in 2013 at 52 locations along the Dutch major roads and railways. The program provides for continued measurements and research into differences with calculation results as soon as they become available for 2013.

Keywords: noise, measurements, validation, noise emission limits, SWUNG

Inhoud

Samenvatting—9

1 Inleiding—11

2 Kader—13

- 2.1 Algemeen—13
- 2.2 Validatieplicht bij SWUNG-1—13
- 2.3 Opzet GPP validatie voor de referentiepunten—14
- 2.4 Reikwijdte meetprogramma—15

3 Meetprogramma 2013—17

- 3.1 Meetopzet bij de GPP-validatie—17
- 3.2 Rijkswegen—18
- 3.3 Spoorwegen—19
- 3.4 Van meetlocatie naar referentiepunt—20

4 Resultaten 2013—21

- 4.1 Initiële meetresultaten—21
- 4.2 Meetresultaten op GPP locaties langs rijkswegen—22
- 4.3 Meetwaarden op GPP locaties langs spoorwegen—23
- 4.4 Verschillen Rekenen 2011 versus Meten 2013 - een eerste indicatie—23
- 4.5 Trendreeksen—26
- 4.6 Vervolgtraject—27

5 Conclusies—29

- 5.1 Algemeen RMV—29
- 5.2 Initiële GPP-Validatie kalenderjaar 2013—29

Literatuur—31

Bijlage 1 Meetapparatuur en kalibratie—33

- Klasse-1 en klasse-2 meetapparatuur—33
- Resultaten pilot geluidloggers, april 2013—33

Bijlage 2 Onzekerheden—37

- Onzekerheden in meetapparatuur—37
- Onzekerheden door beperkte meettijd (statistische onzekerheid)—37
- Onzekerheden door stoorgeluid—38
- Onzekerheden vanwege de overdrachtscorrectie—39
- Resulterende onzekerheid—39

Bijlage 3 Maandoverzichten 2013—40

Samenvatting

Kader

Jaarlijks wordt door het RIVM een 'Geluidmonitor' uitgebracht. Daarin wordt de ontwikkeling van de jaargemiddelde geluidbelasting op meetpunten langs wegen en spoorwegen gevolgd. Onderdeel daarvan is ook een vergelijking van de meetresultaten met de berekende waarden op de betreffende punten.

In 2012 is nieuwe geluidwetgeving SWUNG-1 ingevoerd voor het rijkswegen- en hoofdspoorwegennet in Nederland en zijn geluidproductieplafonds (GPP's) ingevoerd op referentiepunten parallel gelegen aan de weg of het spoor. De geluidproductie (Lden in dB) op deze punten, wordt jaarlijks door de beheerders berekend en dient onder een wettelijk plafond te blijven. De wet bepaalt voorts dat een onafhankelijk meetprogramma moet worden uitgevoerd ter validatie van de geluidbelasting.

De onderhavige rapportage Geluidmonitor 2013 geeft initiële resultaten uit een vernieuwd landelijk meetprogramma dat is gericht op meerjarige validatie van de GPP-rekenmethoden[RMV2012]. Het programma wordt door het RIVM uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Onderzoek

Het meetprogramma is gericht op validatie in technisch-wetenschappelijke zin en niet in juridische zin. De laatstgenoemde taak is voorbehouden aan de Inspectie van de Leefomgeving en Transport. Structurele verschillen tussen reken- en meetuitkomsten kunnen leiden tot aanpassing van het wettelijke Reken- en Meetvoorschrift, maar hebben geen directe juridische consequenties. In die zin is het vernieuwde meetprogramma van het RIVM vergelijkbaar met voorgaand onderzoek (2000-2012) dat op een beperkt aantal meetlocaties werd verricht. Wel is het nieuwe programma specifiek toegerust op de GPP-validatie. Het aantal meetlocaties is aanzienlijk uitgebreid en de nieuwe meetlocaties zijn zo gekozen dat een directe relatie met nabij gelegen referentiepunten kan worden gelegd.

Naast een beschrijving van de meetmethodiek en meetstrategie wordt in deze rapportage een initieel overzicht van meetresultaten uit 2013 gegeven. Bij de meetresultaten worden ook onzekerheidsmarges opgenomen. De rapportage bevat nog geen vergelijking van de metingen met de berekende geluidproductie over 2013. Deze komen beschikbaar in de tweede helft van 2014 in de wettelijke nalevingsverslagen van de weg- en spoorbeheerder. Fase twee van het validatieprogramma, de vergelijking met de rekenwaarden uit 2013 en beoordeling van verschillen, zal daarom eerst in de tweede helft van 2014 kunnen starten.

Resultaten

Meerjarige trendreeksen zijn momenteel alleen langs rijkswegen beschikbaar van de locaties die al vóór 2012 door het RIVM zijn ingericht: A2-Breukelen, A10-West, A12-Voorburg, A2-Rotterdam en A16-Zevenbergschenhoek. Uit de metingen op deze locaties blijkt dat het wegdek op de A2 bij Breukelen sinds de reconstructie in 2010 tot nu toe een stabiel geluidniveau veroorzaakt. Ook de gemiddelde geluidniveaus op de meetlocaties bij de A10W-Amsterdam, A12-Voorburg en A16 Zeven Bergschenhoek zijn vanaf 2011 nauwelijks veranderd.

Alleen op de locatie langs de A20 bij Rotterdam is vanaf 2012 een 1 dB toename van de geluidbelasting gemeten.

In 2012 en 2013 is het meetnet in vergelijking met voorgaande jaren fors uitgebreid. Dit heeft geleid tot een meetnet dat in december 2013 bestond uit 26 locaties langs rijkswegen en 26 locaties langs spoorwegen. Over 2013 is op deze locaties gemiddeld ongeveer 134 dagen aan meetgegevens verzameld. Het meetnet bestaat voor circa 30% uit klasse-1 en voor 70% uit klasse-2 geluidmeters met een onnauwkeurigheid van ongeveer ± 1 dB en ± 2 dB. Voor een eerste indicatieve vergelijking zijn beschikbare rekenuitkomsten van 2011 gebruikt. Ten opzichte daarvan liggen de metingen bij rijkswegen gemiddeld 1 dB hoger. Bij spoorwegen liggen de metingen gemiddeld 3 dB lager. Deze vergelijking met (verouderde) gegevens uit 2011 biedt alleen een eerste, globale indruk van mogelijke verschillen bij toepassing van de wettelijke rekenmethoden. In vervolgonderzoek uit het validatieprogramma zal nader kunnen worden onderzocht of en in hoeverre deze verschillen inherent zijn aan de huidige rekenmethoden en ook bij het gebruik van meer recente gegevens optreden.

1 Inleiding

Doel van het onderzoek

Het onderzoek wordt verricht in het kader van de validatie van berekende geluidniveaus bij de SWUNG-1 wetgeving[Stb 2012]. Het doel van het onderzoek is de uitkomsten van rekenmethoden die bij deze wetgeving worden gebruikt jaarlijks steekproefsgewijs te vergelijken met metingen en te valideren.

In lijn met de gebruikelijke Geluidmonitor[RIVM 2012] richt het onderzoek zich op de monitoring van trends in de geluidbelasting en de vergelijking met rekenuitkomsten. In vergelijking met het oude meetprogramma (2000-2012) is het aantal meetlocaties langs rijkswegen en spoorwegen echter fors uitgebreid en beter ingericht op de validatie van de SWUNG-1 systematiek. Het vernieuwde meetprogramma is ingericht op een meerjarige monitoring van de geluidproductie op of nabij referentiepunten langs rijkswegen en spoorwegen, die kan worden gerelateerd aan de jaarlijks te rapporteren geluidproductie van de weg- en de spoorbeheerder.

Dit rapport

De onderhavige rapportage Geluidmonitor 2013 geeft initiële resultaten uit een vernieuwd landelijk meetprogramma dat is gericht op meerjarige validatie van de GPP-rekenmethoden[RMV2012]. Het programma wordt door het RIVM uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Achtergrond

De SWUNG-1 wetgeving[Stb 2012] is onderdeel van de Wet Milieubeheer (hoofdstuk 11). De wet stelt een maximum aan de jaargemiddelde geluidproductie uitgedrukt als Lden in dB op referentiepunten langs rijkswegen en spoorwegen (geluidproductieplafonds, GPP). Veranderingen van de geluidsbelasting na verloop van tijd, bijvoorbeeld door wijzigingen in het volume van weg- of treinverkeer, dienen binnen het GPP op de referentiepunten te blijven. Het doel van de SWUNG-1 wetgeving is om verdere toename van de geluidsniveaus te voorkomen als het plafond is bereikt en daarbij vooral ook bronmaatregelen te stimuleren. Deze doelstellingen werden onvoldoende gerealiseerd in de oude wetgeving. Elk jaar dient de weg- of spoorbeheerder met behulp van de verkeersgegevens uit het voorgaande jaar de gerealiseerde geluidproductie (GPR) te berekenen. Dit geschiedt volgens een daarvoor wettelijk voorgeschreven rekenmethode[RMV2012]. De resultaten moeten door de weg- en spoorbeheerder in een nalevingsrapportage jaarlijks aan de minister van Infrastructuur en Milieu worden gerapporteerd.

Validatieplicht

In de SWUNG-1 wetgeving is op uitdrukkelijk verzoek van de Tweede Kamer opgenomen dat op een steekproef van referentiepunten de berekende geluidsniveaus en de rekenmethoden dienen te worden gevalideerd met onafhankelijke metingen. Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) heeft deze taak opgedragen aan het RIVM. Het eerste jaar waarin de nalevingsrapportages van Rijkswaterstaat en ProRail verschijnen is 2014. In deze rapportages zal ook de verantwoording van de validatie door het RIVM kunnen worden opgenomen.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt uitgebreid ingegaan op het kader van de nieuwe regelgeving, de rol van validatie en de opzet en reikwijdte van het meetprogramma. Daarin worden ook de onderzoekslijnen, de meetstrategie en de fasering van metingen en analyses nader toegelicht.

Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van het vernieuwde meetprogramma van het RIVM en gaat in op de methodiek om tot meetwaarden op referentiepunten te komen en hoe wordt omgegaan met de onzekerheden in de meetresultaten.

Hoofdstuk 4 geeft de initiële meetwaarden uit 2013, verkregen op een steekproef van in totaal 52 GPP-referentiepunten langs de weg en het spoor. Tevens bevat dit hoofdstuk een globale, indicatieve vergelijking van de meetresultaten uit 2013 met rekenuitkomsten voor 2011 en wordt de trendontwikkeling gegeven voor de oudere meetpunten die al voor 2013 in bedrijf waren.

Hoofdstuk 5 besluit met de eerste conclusies, welke zijn gesplitst in een algemeen deel en een deel specifiek gericht op de validatie van GPP's. Het laatste deel is tevens bedoeld als een paragraaf voor de verantwoording van validatie ten behoeve van de nalevingsrapportage van de weg- en spoorbeheerder.

De rapportage bevat nog geen analyse van verschillen tussen rekenen en meten op de referentiepunten. Analyses en eventuele aanbevelingen ten aanzien van rekenmethoden komen aan de orde als de eerste nalevingsrapportages van de weg- en spoorbeheerder tweede helft 2014 zijn opgeleverd en de door de beheerders berekende geluidproducties over 2013 (GPR 2013) bekend zijn.

2 Kader

2.1 Algemeen

De wet SWUNG-1 van juli 2012[Stb 2012] stelt grenswaarden aan de geluidproductie langs rijkswegen en spoorwegen op referentiepunten. Dit zijn fictieve rekenpunten die op 50 meter afstand van de infra en op 100 m onderlinge afstand liggen. De geluidproductie, uitgedrukt in Lden (dB), dient aan weerszijden van de weg of het spoor onder een wettelijk vastgelegde grenswaarde, het Geluid-Productie-Plafond(GPP) te blijven. Als plafond voor rijkswegen geldt de geluidbelasting in 2008 verhoogd met 1,5 dB werkruimte óf de geluidbelasting uit akoestische gegevens van tracébesluiten. Voor spoorwegen geldt een gemiddelde belasting over 2006-2008 verhoogd met 1,5 dB óf de geluidbelasting uit tracébesluiten.

SWUNG-1 verplicht de weg- en spoorbeheerder, Rijkswaterstaat en ProRail, om langs rijkswegen en spoorwegen de ontwikkeling van de geluidproductie te monitoren. De monitoring door de beheerder geschiedt reken-technisch, waarbij deze na elk kalenderjaar de gerealiseerde verkeers- en infragegevens vaststelt. Voor oktober volgend op een kalenderjaar moeten de beheerders in een nalevingsverslag de door hen berekende belasting (in het vervolg GPR: Geluid-Productie-Realisatie) rapporteren aan de Minister van Infrastructuur en Milieu.

2.2 Validatieplicht bij SWUNG-1

In de Wet SWUNG-1 is op verzoek van de Tweede Kamer een verplichte verantwoording van validatie opgenomen. Deze heeft als doel ervoor te zorgen dat verschillen tussen rekenen en meten in beeld worden gebracht en dat de resultaten ertoe bijdragen dat deze verschillen, ook over langere termijn, zoveel mogelijk beperkt blijven. De voorschriften hiervoor zijn opgenomen in artikel 11.22 en 11.33 van de Wet Milieubeheer:

- Artikel 11.22 stelt dat het nalevingsverslag van de beheerder, 'een verantwoording van de validatie van de berekende waarden voor de referentiepunten moet bevatten, waarbij de validatie in ieder geval plaatsvindt middels steekproefsgewijze metingen door een onafhankelijke partij'.
- Artikel 11.33 stelt dat de rekenmethoden van de Minister meet-technisch gevalideerd moeten worden. 'Bij het berekenen van de geluidproductie, bedoeld in het vorige lid, wordt uitgegaan van de gemiddelde waarden over de technische levensduur van de weg of spoorweg, welke zijn gevalideerd door metingen uitgevoerd door een onafhankelijke partij'.

Deze voorschriften hebben tot doel dat metingen de integriteit van het beheersysteem waarborgen. Voorkomen moet worden dat, als gevolg van fouten in rekenmethoden en/of invoergegevens ervan, een groei in geluidproductie niet of onvoldoende tot uiting komt in de berekende waarde op de referentiepunten.

2.2.1 Validatie voor de GPP-referentiepunten (art. 11.22)

Validatie dient plaats te vinden door middel van steekproefsgewijze metingen. Het doel hiervan is om verschillen tussen gemeten en berekende geluidbelasting

op de referentiepunten jaarlijks vast te stellen. Daarnaast dient de validatie inzicht te geven in oorzaken van verschillen tussen de door de beheerder vastgestelde waarden en de uitkomsten van de metingen. Dit inzicht kan er toe leiden dat het RIVM, als beheerder van de rekenmethoden voor weg- en spoorgeluid (zie volgende paragraaf), een advies aan de Minister afgeeft tot verbetering van de rekensystematiek, waardoor rekenuitkomsten beter aansluiten bij de metingen.

2.2.2 *Algemene validatie en beheer van de rekenmethoden (art.11.33)*

De strekking van dit artikel richt zich niet specifiek op de validatie van de geluidproductie op de referentiepunten. Het gaat om het algemene beheer van de rekenmodellen voor geluid van wegverkeer, railverkeer en industrie, zoals die in brede praktijk worden toegepast in akoestische onderzoeken. Niet alleen valt hier onder de rekensystematiek die voor de GPP-regelgeving van kracht is, maar ook de toepassing bij andere regelingen (vergunningen, bouwplannen, tracébesluiten, zonerings, sanering, END richtlijn et cetera).

Algemene validatie en het beheer van de rekenmethoden vindt plaats binnen een onderzoeksprogramma dat gestuurd wordt door het RIVM in samenwerking met een klankbordgroep, waarin diverse stakeholders vertegenwoordigd zijn. Het RIVM signaleert knelpunten vanuit de klankbordgroep met betrekking tot gewenste actualisaties en verbetering. Resultaten vanuit het validatieprogramma op de referentiepunten uit SWUNG-1 worden mede meegenomen in de aanbevelingen. Maar ook de uitkomsten van andere akoestische onderzoeksprogramma's worden in het algemene beheer van de rekenmethoden geïntegreerd. Doel is de rekenmethoden zo actueel mogelijk te houden, zodanig dat verschillen met praktijkmetingen in brede zin zo veel mogelijk beperkt blijven.

De Minister beslist vervolgens aan de hand van het advies over te ondernemen acties, die vervolgens onder regie van het RIVM worden uitgevoerd. Deze acties kunnen uiteindelijk leiden tot concrete voorstellen om de wettelijke rekenmethoden op onderdelen aan te passen en, bij goedkeuring van de Minister, tot herziening daarvan.

2.3 **Opzet GPP validatie voor de referentiepunten**

Het GPP-validatieprogramma van het RIVM bevat twee onderdelen:

- A. Steekproefsgewijze monitoring van de geluidbelasting op een aantal referentiepunten in een bepaald gebruiksjaar
- B. Analyse van verschillen tussen GPR-waarden (gerealiseerde geluidbelasting over het gebruiksjaar) en de gemeten waarden in dat jaar.

Het eerste jaar waarover de bronbeheerders de GPP's in een nalevingsverslag aan de Minister dienen te verantwoorden is 2013. Dit is het eerste jaar waarin de SWUNG-1 regelgeving geheel van kracht is. De onderhavige rapportage geeft de resultaten van onderdeel A over 2013. Ingegaan wordt op de meetopzet en de meetresultaten, maar een vergelijking met de GPR-waarden en de daarbij horende uitkomsten van onderzoek naar de oorzaken van de verschillen vindt in onderdeel B plaats.

Voor de invulling van onderdeel B, zijn de GPR waarden uit de nalevingsrapportage en de daarvoor gehanteerde onderliggende verkeersgegevens nodig. Dit deel onderzoekt de verschillen tussen de gemeten waarden uit onderdeel A en de door de beheerders berekende waarden in relatie tot de door de hen gehanteerde aannamen en verkeersgegevens. Onderdeel B kan pas plaatsvinden nadat de beheerders de nalevingsrapportage hebben uitgebracht - de eerste maal in oktober 2014 - en maakt daarom nog geen deel uit van deze rapportage.

2.4 Reikwijdte meetprogramma

De validatie, zoals die in het hier beschreven kader van SWUNG-1 door het RIVM wordt uitgevoerd, heeft een technisch-wetenschappelijk karakter en is niet geschikt als een reken-overstijgend toetsingsinstrument in juridische zin. De belangrijkste redenen zijn dat meetresultaten omvat zijn met een onzekerheidsmarge die vaak al in de orde van de 1,5 dB werkruimte ligt en dat een meetnet voor alle referentiepunten niet reëel is.

Hierdoor bieden metingen geen goed instrument voor de wettelijke toetsing in SWUNG-1, welke op tienden van dB's rekenkundig plaatsvindt. De systematiek in SWUNG-1 is dan ook geënt op een rekenkundige bepaling van de aan het plafond te toetsen geluidbelasting en beperkt zich voor wat betreft het meten tot steekproefsgewijze validatie. De meetresultaten kunnen tot adviezen leiden om rekenmethoden bij te stellen, maar de wettelijke toetsing aan de plafondwaarden vindt plaats op basis van de geluidproductie zoals die met de op dat moment van kracht zijnde rekenmethode is vastgesteld.

Het meetprogramma richt zich op de *signalering* van te grote afwijkingen tussen rekenen en meten op de referentiepunten. Alle meetlocaties zijn daarom zo gekozen dat op een referentiepunt een meetwaarde kan worden vastgesteld die rechtstreeks kan worden vergeleken met de door de weg- of spoorbeheerder opgegeven berekende waarde, zoals bij de wet werd beoogd. Verschillen hebben, zoals hiervoor toegelicht, geen onmiddellijke juridische betekenis, maar vestigen wel de aandacht op locaties waar zij ruim buiten de onzekerheidsmarges liggen. Op die locaties kan nader onderzoek plaatsvinden naar de gegevens die bij de berekening zijn gebruikt en naar de oorzaken van de verschillen. De resultaten van dat onderzoek kunnen onvolkomenheden in de wettelijke rekenmethoden of in de invoer daarvan aan het licht brengen. Doordat het meetprogramma voorziet in een relatief ruime steekproef zal na enige jaren een goed inzicht ontstaan of, los van individuele verschillen, de rekenresultaten gemiddeld in overeenstemming zijn met de werkelijke niveaus.

3 Meetprogramma 2013

3.1 Meetopzet bij de GPP-validatie

Voor de taak tot validatie van de geluidbelasting op de GPP-locaties (de referentiepunten) uit de SWUNG-1 wetgeving boden de meetposten uit het oude geluidmonitorprogramma van het RIVM langs rijkswegen onvoldoende informatie. De locaties die vanaf 2000 zijn ingericht zijn niet optimaal gesitueerd met oog op validatie van de geluidproductie op de GPP-locaties. Gebouwen, harde bodemgebieden en andere obstakels in de omgeving worden genegeerd in de GPP-rekenmethode [RMV 2012]. De meetpunten voor de validatie moeten in overeenstemming met deze uitgangspunten worden gekozen omdat anders geen goede vergelijking mogelijk is. Vanaf eind 2012 en in de eerste helft van 2013 is daarom een GPP-meetnet van grotere omvang, betrouwbaarheid en representativiteit opgebouwd. Gekozen is voor een combinatie van locaties met klasse-1 en klasse-2 meetapparatuur. De klasse-1 meetsystemen worden via internetverbinding uitgelezen. Daarnaast zijn op een relatief groot aantal locaties klasse-2 meetsystemen (loggers) geplaatst (zie bijlage 1). Deze hebben weliswaar een wat kleinere meetnauwkeurigheid, maar bieden de mogelijkheid om tegen acceptabele kosten aanzienlijk meer meetlocaties in te richten. Zowel de klasse-1 als klasse-2 meetsystemen zijn vrijwel permanent in bedrijf.

De strategie bij de uitbouw van het meetnet en keuze van de meetlocaties is:

- Binnen de beschikbare tijd en middelen te komen tot een zo ruim mogelijke steekproef aan meetlocaties
- Realisatie van voldoende diversiteit in typen snelwegen en wegdekken, bovenbouwconstructies en spoormaterieel
- Voldoende ruimtelijke spreiding over Nederland, waarbij aandacht voor drukke rijkswegen en spoorwegen met relatief veel vracht/goederen verkeer naar Duitsland
- Alle locaties ingericht als 'GPP-meetlocatie' en zoveel mogelijk in lijn met de GPP-rekenmethode. Dat wil zeggen overwegend poldersituaties met minimale invloed van gebouwen en verharde oppervlakken in de overdracht en geen invloed van wegen die niet onder GPP-regelgeving vallen of bijdragen van andere typen omgevingsgeluid.

3.2 Rijkswegen

Figuur 1 geeft een overzicht van het GPP-meetnet langs rijkswegen per 31-12-2013. Er zijn dan 8 klasse-1 en 18 klasse-2 locaties geschikt voor GPP-validatie waar de geluidbelasting vanaf de installatie vrijwel doorlopend is gemonitord. Er is daarmee ten behoeve van de validatie, in totaal op 26 GPP-meetlocaties een meetwaarde over 2013 verkregen. De meetgegevens beslaan niet het hele jaar, omdat het merendeel van de locaties in de periode juni-september is ingericht. Dit wordt meegenomen in de onzekerheid van het meetresultaat (bijlage 2). Naarmate een meetlocatie langer in de lucht is, neemt de statistische onzekerheid in de Lden jaarwaarde af.



Figuur 1 GPP-meetnet langs rijkswegen

3.3 Spoorwegen

Figuur 2 geeft een overzicht van het GPP-meetnet langs spoorwegen per 31-12-2013. Er zijn dan 7 klasse-1 locaties en 19 klasse-2 locaties in bedrijf, waar de geluidbelasting geluidproductie vanaf de installatie vrijwel doorlopend is gemonitord. Er is daarmee ten behoeve van de validatie, in totaal op 26 GPP-meetlocaties een meetwaarde over 2013 verkregen. Bij de motivatie van de keuze van de spoorlocaties gelden dezelfde overwegingen als bij rijkswegen. Daarnaast is aan lijnen met veel goederentreinen (Betuweroute, Twentelijn, Brabantroute) hoge prioriteit gegeven, aangezien geluid van dit type materieel binnen veel gemeenten aandacht vraagt.



Figuur 2 GPP-meetnet langs spoorwegen

3.4 Van meetlocatie naar referentiepunt

Het is in de praktijk meestal niet mogelijk om meetpunten exact op een GPP-referentiepunt in te richten. In veel gevallen is het vanuit praktische omstandigheden nodig om een positie te kiezen die hier enigszins van afwijkt. Om de gemeten geluidniveaus bij afwijkende meetpositie te kunnen relateren aan een berekende geluidproductie op een GPP-referentiepunt is een conversie nodig van de meting op het meetpunt naar een meetwaarde op het referentiepunt. De conversie kan op twee manieren plaatsvinden:

1. door een aanvullende meting, waarbij de geluidbelasting op het meetpunt en het referentiepunt gedurende een bepaalde periode gelijktijdig wordt gemonitord. Men neemt daarbij aan dat het (tijdelijk) gemeten verschil representatief is voor het verschil dat over het jaar zou worden gemeten. Het nadeel is echter dat een tijdelijke meting matig representatief is voor het verschil over het hele jaar. Om het verschil over langere periode te meten zou er feitelijk een tweede meetpunt moeten worden ingericht.
2. door te corrigeren voor het verschil in afstand tot de bron met behulp van de overdracht die in de standaardmodellen wordt gebruikt. Voordeel is dat dit relatief eenvoudig kan zonder dat er gedetailleerde brongegevens nodig zijn (alleen de overdracht is van belang). Omdat de meetlocaties dicht bij de referentiepunten worden gekozen blijven de correcties klein en wordt geen grote onzekerheid gecreëerd.

Gezien het bezwaar bij 1 wordt voor de conversie van de geluidsbelasting op het meetpunt naar de GPP gebruik gemaakt van de huidige overdracht in het RMV voor weg- en spoor. Op de locatie bij Breukelen is eind 2012 een tweede meetpunt op de referentielijn ingericht en was een rechtstreekse vergelijking over langere periode mogelijk. De berekende overdracht tussen deze locaties volgens het RMV bedraagt 3,7 dB. Het gemeten verschil in 2013 bedroeg 3,7 dB. Deze goede overeenkomst hoeft niet noodzakelijk op alle locaties van toepassing te zijn. Bij een overdracht speelt altijd onzekerheid mee en naarmate de meetlocatie meer afwijkt van het referentiepunt neemt deze toe.

Voor alle meetpunten is een conversie volgens 2 gemaakt naar het dichtstbij gelegen referentiepunt. Dat brengt een kleine extra onzekerheid met zich mee die wordt meegenomen in de betrouwbaarheidsmarge rondom de meetwaarde op het referentiepunt (zie bijlage 2, beschrijving onzekerheden).

4 Resultaten 2013

4.1 Initiële meetresultaten

In dit hoofdstuk worden de meetresultaten verkregen over 2013 gepresenteerd. Behalve het meetresultaat (L_{den} in dB) op het meetpunt worden ook het aantal geldige meetdagen, de overdracht naar en de meetwaarde op het dichtstbij gelegen referentiepunt en de onzekerheidsmarge gegeven.

Het aantal geldige meetdagen hangt samen met de datum dat de meetlocatie in 2013 in bedrijf is genomen en het aantal dagen waarop metingen bij te harde wind zijn verricht. Meetresultaten verkregen met te harde wind (meer dan 5 m/s, zie bijlage 3) zijn, conform de ISO-standaard 1996-2[ISO 2007], niet meegenomen in de middeling. Het aantal geldige meetdagen is daardoor kleiner dan het aantal dagen van het jaar, wat de onzekerheid in het meetresultaat vergroot omdat de L_{den} een jaargemiddelde waarde is. De grootste bron van onzekerheid is echter de apparatuur: ± 1 dB voor de klasse-1 locaties en ± 2 dB voor de klasse-2 locaties (zie bijlage 1). Omdat op veel locaties in 2013 over een relatief ruime periode is gemeten, blijft de statistische onzekerheid zeer beperkt ten opzichte van de apparatuurfout.

Daarnaast neemt de onzekerheid in de meetwaarde op het referentiepunt toe bij grotere afstand tot het bijbehorende meetpunt. Doordat veel meetlocaties binnen een overdracht van circa 5 dB konden worden geplaatst blijft ook de onzekerheid door de overdrachtscorrectie (~20% van de overdracht zie bijlage 3) relatief beperkt ten opzichte van de apparatuurfout.

In deze initiële meetrapportage wordt nog niet nader ingegaan op verschillen met rekenresultaten van de weg- en spoorbeheerder, omdat de rekenresultaten van 2013 en de onderliggende gegevens die daarvoor zijn gebruikt pas bij de eerste nalevingsrapportage eind september 2014 definitief zijn vastgesteld. Na die datum kunnen deze gegevens gebruikt worden om verschillen tussen rekenen en meten over 2013 nader vast te stellen en verder onderzoek te doen naar mogelijke oorzaken.

4.2 Meetresultaten op GPP locaties langs rijkswegen

Tabel 1 geeft een overzicht van de resultaten verkregen op 8 klasse-1 en 18 klasse-2 locaties over 2013.

Tabel 1 Overzicht meetresultaten Rijkswegen2013 op klasse-1 en klasse-2 locaties, overdracht meetpunt-ref. punt (overdr), meetwaarde en onzekerheid

locatie	k	aant. geldige meetdagen	gemeten Lden dB	nummer ref. punt.	Overdr dB	meetw. ref. punt	Onzekh dB
A2_Breukelen1	1	305	72.7	34203	-4.2	68.5	±1.3
A2_Breukelen2	1	103	69.0	34204	-0.5	68.5	±1.0
A16_Breda1	1	304	78.4	11226	-6.1	72.3	±1.6
A20_Rdam	1	160	78.3	13762	-7.5	70.8	±1.8
A2_Beesd	1	180	68.5	32811	1.3	69.8	±1.1
A6_Lelystad	1	57	70.6	18328	-2.3	68.3	±1.2
A1_Almelo	1	100	72.4	40615	-0.6	71.8	±1.1
A73_Cuijk	1	95	70.9	2211	-2.4	68.5	±1.1
A27_Vianen	2	148	65.7	20950	0.7	66.4	±2.0
A12_Zoetermeer	2	138	69.3	14399	1.8	71.1	±2.1
A12_Zevenaar	2	99	80.6	50347	-6.2	74.4	±2.4
A58_Bavel	2	144	72.2	10392	-2.0	70.2	±2.1
A17_Bathmen	2	155	69.2	48995	-2.3	66.9	±2.1
A50_Emst	2	155	66.1	47653	2.0	68.1	±2.1
A32_Darp	2	148	72.7	47274	-4.7	68.0	±2.2
A59_Wagenberg	2	142	70.3	22489	-1.0	69.3	±2.0
A35_Enschede	2	138	69.1	39995	2.4	71.5	±2.1
A17_OudGastel	2	141	65.3	11000	0.2	65.5	±2.0
A37_Klazienavn	2	141	67.7	41609	-4.0	63.7	±2.2
A15_Sliedrecht	2	95	70.2	20601	-2.3	67.9	±2.1
A29_Heijningen	2	90	68.5	5565	-4.4	64.1	±2.2
A16_Breda2	2	97	71.4	11230	1.1	72.5	±2.1
A2_Boxtel	2	90	72.7	27274	-4.7	68.0	±2.2
A20_Maassluis	2	32	68.6	4051	1.9	70.5	±2.2
A28_Nunspeet	2	105	78.1	19245	-5.9	72.2	±2.3
A9_Uitgeest	2	60	75.3	36260	-7.3	68.0	±2.5

Bijlage 3 Maandoverzichten 2013 geeft voor alle locaties de maanden waarin de meetlocaties actief waren en ook het maandverloop van de Lden waarden op het meetpunt.

4.3 Meetwaarden op GPP locaties langs spoorwegen

Tabel 2 geeft de resultaten verkregen in 2013 op 7 klasse-1 en 19 klasse-2 locaties bij spoorwegen.

Tabel 2 Overzicht meetresultaten Spoorwegen 2013 op klasse-1 en klasse-2 locaties, overdracht meetpunt-ref. punt(ovd), meetwaarde en onzekerheid

locatie	k	geldige meetdagen	gemeten Lden dB	Nummer ref. pnt	Overdr dB	Meetwaarde dB	Onzekerh. dB
HSLZ_mookhoek	1	268	53.5	40684	-0.7	52.8	±1.0
Hulten	1	338	75.4	33060	-5.6	69.8	±1.5
Geffen	1	351	71.1	15724	-7.1	64.0	±1.7
Betuweroute	1	321	69.0	39213	-0.4	68.6	±1.0
Esch	1	172	67.1	17550	-6.2	60.9	±1.6
Kampen	1	78	55.8	39949	0.0	55.8	±1.1
Zenderen	1	119	67.5	10670	-0.2	67.3	±1.1
Westervoort	2	162	66.4	13905	-5.0	61.4	±2.3
Staphorst	2	169	68.6	6544	-5.8	62.8	±2.3
deLutte	2	110	65.3	10933	-2.6	62.7	±2.1
Lochem	2	140	59.3	11649	-3.5	55.8	±2.1
Baambrugge	2	107	63.9	24648	-1.2	62.7	±2.1
Papekop	2	99	67.9	28444	-2.6	65.3	±2.1
Heukelom	2	136	72.2	33755	-4.1	68.1	±2.2
Brummen	2	108	67.7	12614	-5.8	61.9	±2.3
Sliedrecht	2	108	72.5	37856	-3.7	68.8	±2.2
Arnhem	2	107	66.2	14225	-1.6	64.6	±2.0
Overberg	2	93	56.3	29612	-3.1	53.2	±2.2
Leersum	2	87	65.3	29106	-3.3	62.0	±2.1
Oostzaan	2	71	61.6	24491	-2.9	58.7	±2.1
Dordrecht	2	53	65.6	32000	-4.1	61.5	±2.3
Schalkwijk	2	78	68.1	30576	-3.6	64.5	±2.2
Haelen	2	77	70.7	19832	-7.2	63.5	±2.5
Heeze	2	78	67.2	19340	-6.3	60.9	±2.4
Nijkerk	2	70	65.3	7089	-1.7	63.6	±2.1
Holten	2	30	72.8	10035	-8.5	64.3	±2.7

Bijlage 3 Maandoverzichten 2013 geeft voor alle locaties de maanden waarin de meetlocaties actief waren en ook het maandverloop van de Lden waarden op het meetpunt.

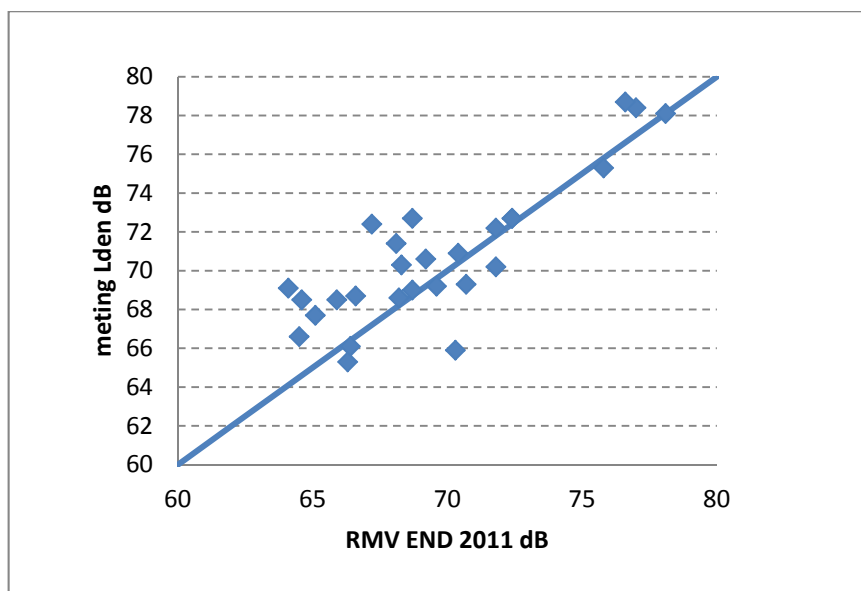
4.4 Verschillen Rekenen 2011 versus Meten 2013 - een eerste indicatie

Vooruitlopend op de nalevingsrapportage van de weg- en spoorbeheerder op basis van de verkeers- en infragegevens 2013, wordt in deze paragraaf een indicatieve vergelijking gemaakt tussen de hiervoor gepresenteerde meetresultaten en rekenwaarden volgens het RMV. Zoals eerder aangegeven valt validatierapportage van het RIVM buiten het directe juridische kader van de SWUNG-systematiek, maar heeft tot doel tot een beeld te komen van de verschillen die de wettelijke rekenmodellen met praktijkmetingen laten zien. Een

eerste indruk van die verschillen is daarom relevant. Daartoe ontbreken echter nog de benodigde invoergegevens over 2013. Deze worden immers pas in september 2014 formeel door de beheerders vastgesteld. Om toch een eerste indruk te verkrijgen is gebruik gemaakt van gegevens die voor rijkswegen en spoorwegen zijn gebruikt in het kader van de 2^e tranche van de END-richtlijn [EU 2002]. Deze gegevens hebben betrekking op de geschatte situatie op het rijkswegen- en spoorwegennet voor het jaar 2011. Opgemerkt wordt dat deze gegevens in een ander kader bepaald zijn en daardoor kwalitatief minder goed zullen zijn dan de te verwachten gegevens over 2013 die door de beheerders voor hun nalevingsrapportage zullen worden gebruikt.

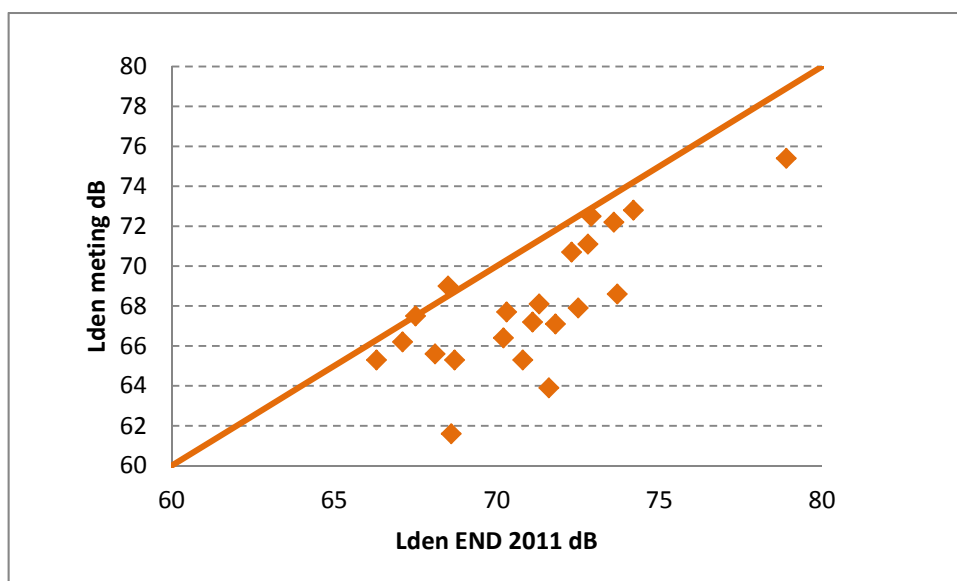
De gegevens (verkeer/materieel) uit END2011 wijken af van de gegevens die door de weg- en spoorbeheerder voor 2013 worden vastgesteld. De verkeersgegevens zullen gemiddeld over het geheel van de meetlocatie tussen de peiljaren 2011 en 2013 geen heel sterke verandering hebben doorgemaakt. Een vergelijking op basis van de END gegevens biedt daarmee een redelijke indicatie van de ordegrrootte van verschillen tussen rekenen en meten zoals die bij toepassing van het huidige RMV voor weg- en spoor kunnen optreden.

Een goede vergelijking per locatie kan pas worden gemaakt nadat de rekenwaarden 2013 uit de nalevingsrapportages (oktober 2014) bekend zijn. Figuur 3 geeft het algemene beeld en spreiding van meetresultaten 2013 versus rekenwaarden conform [RMV 2012] op basis van de gegevens voor de END richtlijn 2011 voor rijkswegen. De berekende geluidniveaus (END2011) zijn exclusief de aftrek artikel 11.5 in de RMV die vooruit loopt op de introductie van stillere verkeersvoertuigen. Figuur 4 geeft de vergelijking voor spoorwegen.



Figuur 3 Meetresultaten rijkswegen uit 2013 versus rekenwaarden conform [RMV 2012] op basis van de gegevens voor de END richtlijn 2011

De gemeten Lden waarden in 2013 langs rijkswegen liggen gemiddeld wat hoger dan de rekenresultaten volgens de RMV op basis van END 2011 gegevens. Het gemiddelde verschil Meting 2013 – END2011 in de steekproef bedraagt 1 dB met onzekerheid (95%) van $\pm 0,8$ dB. Statistisch gezien geeft het RMV voor rijkswegen met END 2011 als invoergegevens een kleine onderschatting van de gemiddelde meetwaarde.



Figuur 4. Meetresultaten spoorwegen uit 2013 en rekenwaarden conform [RMV 2012] op basis van de gegevens voor de END richtlijn 2011

Langs het spoor liggen de gemeten waarden uit 2013 op de meeste locaties gemiddeld lager dan de RMV-rekenwaarde (END2011). Het gemiddelde verschil Meting 2013 – END2011 in de steekproef bedraagt 2,8 dB met onzekerheid (95%) van $\pm 0,7$ dB. Voor spoorwegen lijkt het huidige RMV daarmee een overschatting van het in 2013 gemeten steekproefgemiddelde te geven. Er werd lager gemeten dan een RMV berekening op basis van de END gegevens 2011.

Een nadere analyse naar de oorzaken van verschillen is in deze fase nog niet aan de orde. Pas nadat in het najaar van 2014 de definitieve gegevens van de beheerders beschikbaar zijn gekomen kan worden nagegaan of op basis van gegevens uit 2013 hetzelfde beeld gevonden wordt. Een goed inzicht in hoe dit beeld zich ontwikkelt ontstaat pas over langere termijn. Gedacht kan worden aan een periode van enkele jaren, omdat geluidemissie-kentallen in het RMV zijn gebaseerd op een lange termijn verwachting ten aanzien van gemiddelde wegdek- en spoorcondities. Zo geven ZOAB wegdekken aan het einde van hun levensduur een hogere geluidemissie dan de gemiddelde waarde waar het RMV vanuit gaat. Dit kan een oorzaak van hogere meetuitkomsten zijn op locaties waar het wegdek verouderd is.

Voor spoorwegen zal onder andere de railruwheid in relatie tot het slijpregime van de beheerder en wijzigingen in het materieel of samenstelling daarvan een belangrijke rol spelen. Langs het spoor liggen de gemeten waarden 2013 lager dan de RMV waarden 2011. Door verandering van de railruwheid kan dit beeld echter veranderen. Ook hiervoor geldt dat een goed inzicht pas na enkele jaren vorm krijgt.

4.5 Trendreeksen

Doel

Ook in het vernieuwde programma zullen op de meetlocaties trends in de ontwikkeling van de geluidbelasting worden gevolgd. Het doel daarvan is om na te gaan of over langere periode veranderingen in de geluidbelasting, zoals die worden gemeten, ook worden berekend en gerapporteerd door de beheerder van de weg of spoor in de jaarlijkse nalevingsrapportage.

Een goed inzicht in de trendontwikkeling op de meetlocaties is essentieel voor een gedegen validatie van de GPP-systematiek. Zoals eerder toelicht worden in de GPP rekenmethode veronderstellingen gedaan ten aanzien van de langjarige gemiddelde condities van wegdek en spoor. Deze kunnen pas aan het licht komen als er ook langjarige meetreeksen zijn opgebouwd. Voor de meeste nieuwe meetlocaties is nog geen heel jaar aan meetgegevens beschikbaar. Met enkele jaren zullen ook op de nieuwe meetlocaties die in 2013 zijn ingericht trendbeelden voor de GPP-validatie beschikbaar komen. Deze zullen een waardevolle aanvulling bieden voor de validatie en zeggen meer dan een eenmalige vergelijking van de geluidbelasting in absolute zin. De SWUNG-1 systematiek richt zich op de beheersing van de trendontwikkeling in geluid. De ontwikkeling die de beheerders van weg- en spoor op de referentiepunten rapporteren, zouden over langere termijn overeen moeten stemmen met het trendbeeld op de meetpunten.

Resultaten t/m 2013

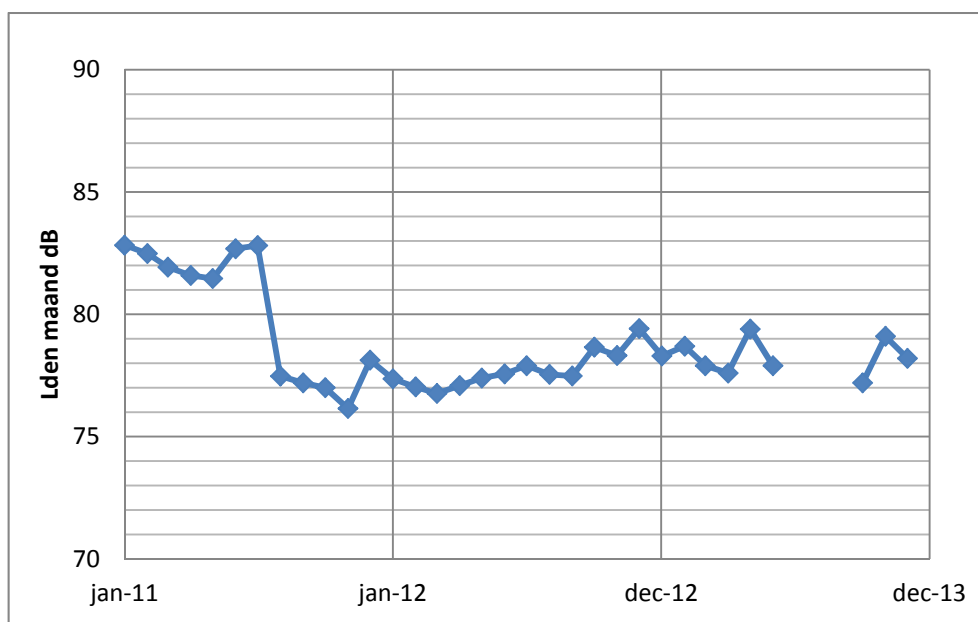
Momenteel zijn alleen op de locaties die al vóór 2012 door het RIVM zijn ingericht meerjarige trendreeksen beschikbaar: A2-Breukelen, A10-West, A12-Voorburg, A2-Rotterdam, A16-Zevenbergschenhoek. Bij de A10-West en de A12-Voorburg zijn geen meetwaarden op GPP-referentiepunten bepaald, omdat de onzekerheid in de overdracht op deze locaties te groot is. Beide locaties wijken te veel af van de uitgangspunten in de GPP-rekenmethode (poldersituatie, zonder invloed van gebouwen). De trendreeksen op de genoemde locaties zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 Trendreeksen Lden in dB op de klasse-1 locaties die vóór 2012 zijn ingericht

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
A2-Breukelen1	81.2	81.2	81.0	81.4	-	72.6	72.5	72.5	72.7
A10-W Adam		77.4	78.4	78.8	77.8	77.6	75.5	76.0	75.9
A12-Voorburg			76.9	74.0	73.6	75.1	75.8	76.2	75.9
A16-Zevenbh	-	-	-	-	-	-	77.9	78.2	78.4
A20 Rdam	-	-	-	-	-	-	77.2*	77.8	78.7

*vanaf juli-dec na vernieuwing van het wegdek

Uit Tabel 3 blijkt dat het wegdek op de A2 bij Breukelen sinds de reconstructie in 2010 tot nu toe een stabiel geluidniveau veroorzaakt. Ook de gemiddelde geluidniveaus op de meetlocaties bij de A10W-Amsterdam, A12-Voorburg en A16 Zevenbergschenhoek zijn vanaf 2011 nauwelijks veranderd. Alleen op de locatie langs de A20 bij Rotterdam lijkt in 2012 en 2013 sprake van een toename in geluid. Figuur 5 geeft de trendontwikkeling in maandwaarden Lden op die locatie vanaf 2011. Medio 2011 is het wegdek vernieuwd. In juli 2012 is de snelheid op de zuidbaan van 80 naar 100 km/u gegaan en is op de noordbaan een dynamische snelheidslimiet ingevoerd.



Figuur 5 Trendontwikkeling maandwaarden Lden dB gemeten op het meetpunt ten zuiden van de A20 bij Rotterdam periode 2011-2013

Trendreeksen van de jaarlijks gemeten geluidbelasting op de GPP-locaties dienen de vraag te beantwoorden of de gemiddelde geluidemissie volgens het RMV voor ZOAB en DZOAB wegdekken, overeenkomt met het beeld dat de metingen laten zien. Ook wijzigingen in de maximale rijsnelheden zullen terug te vinden zijn in de trendontwikkeling. Voor spoorwegen speelt onder andere de railruwheid in relatie tot het slijpregime en wijzigingen in het materieel of de samenstelling daarvan een belangrijke rol.

4.6 Vervolgtraject

Voor oktober 2014 zullen de beheerders van het rijks- en spoorwegennet met de eerste nalevingsrapportage over 2013 uitkomen. Dat is het eerste jaar waarover de SWUNG-1 wetgeving geheel van kracht was. Op dat moment zullen ook alle onderliggende basisgegevens, die voor de naleving zijn gebruikt (verkeersvolume en samenstelling, rijsnelheden, materieel wegdektypen etc) definitief zijn. Pas dan zullen ook de gerealiseerde geluidproducties over 2013 definitief zijn en kunnen de meetresultaten van het RIVM met deze gegevens vergeleken worden. De analyse van oorzaken daarvan en aanbevelingen ten aanzien van rekenmethoden zal de tweede helft 2014 worden gestart. Resultaten daarvan zullen worden gepubliceerd in de volgende validatierapportage over 2014, die het RIVM in 2015 aan de Minister zal uitbrengen. Vervolgens zal deze cyclus jaarlijks worden uitgevoerd.

5 Conclusies

De onderhavige rapportage Geluidmonitor 2013 geeft initiële resultaten uit een vernieuwd landelijk meetprogramma dat is gericht op meerjarige validatie van de GPP-rekenmethoden [RMV 2012]. Het aantal meetlocaties is aanzienlijk uitgebreid en de nieuwe meetlocaties zijn zo gekozen dat een directe relatie met nabij gelegen referentiepunten kan worden gelegd.

De conclusies zijn gesplitst in een algemeen deel en een deel specifiek gericht op de validatie van GPP's. Het laatste deel is tevens bedoeld als een paragraaf voor de verantwoording van validatie ten behoeve van de nalevingsrapportage van de weg- en spoorbeheerder.

5.1 Algemeen RMV

Een indicatieve vergelijking is gemaakt van de metingen uit 2013 met berekende waarden volgens het RMV op basis van verkeersgegevens (END) van 2011. De metingen uit 2013 liggen bij rijkswegen gemiddeld 1 dB hoger en bij spoorwegen gemiddeld 3 dB lager dan berekende niveaus voor 2011. Vervolgonderzoek naar oorzaken van deze verschillen vindt plaats nadat de berekende waarden voor 2013 bekend zijn.

5.2 Initiële GPP-Validatie kalenderjaar 2013

Het validatieprogramma voor de GPP's omvat:

- A. De uitvoering van steekproefsgewijze metingen en de vertaling naar jaargemiddelde meetwaarden met onzekerheidsmarge op de referentiepunten voor een kalenderjaar
- B. De analyse van verschillen tussen rekenen en meten voor dat kalenderjaar

De eerste validatierapportage van het RIVM betreft onderdeel A voor het kalenderjaar 2013.

Ad A) Meetwaarden (L_{den} in dB) zijn vastgesteld voor 2013 op een steekproef van 26 referentiepunten langs rijkswegen en 26 referentiepunten langs spoorwegen. De onzekerheid in de meetwaarden ligt op de meeste punten in de orde van ± 1 dB voor klasse-1 microfoons en ± 2 dB voor klasse-2 microfoons.

Op de GPP-locaties zijn nog geen meerjarige trendreeksen beschikbaar. Momenteel zijn alleen op de locaties die al vóór 2012 door het RIVM zijn ingericht trendreeksen beschikbaar. Op de meeste daarvan is geen wezenlijke verandering in geluidbelasting gemeten ten opzichte van voorgaande jaren. Alleen op de locatie langs de A20 bij Rotterdam is over 2012 - 2013 een toename van circa 1 dB gemeten.

Ad B) Voor de invulling van onderdeel B voor 2013, zijn de gerealiseerde geluidproducties (GPR-waarden) uit de nalevingsrapportage en de daarvoor gehanteerde onderliggende verkeersgegevens nodig. In onderdeel B zullen de

GPR-waarden worden vergeleken met de meetwaarden uit 2013 en zal verder worden onderzocht of en in hoeverre verschillen inherent zijn aan de huidige, wettelijk verplichte rekenmethoden. Deze initiële validatierapportage geeft daarover nog geen conclusies.

Onderdeel B vangt aan nadat de beheerders hun nalevingsrapportage hebben uitgebracht, de eerste maal in oktober 2014. De resultaten daarvan zullen worden gepubliceerd in de tweede validatierapportage die het RIVM in 2015 aan de Minister uitbrengt. Een samenvatting daarvan zal kunnen worden opgenomen in de nalevingsrapportages van Rijkswaterstaat en ProRail over het kalenderjaar 2014. Vervolgens zal deze cyclus jaarlijks kunnen worden herhaald.

Literatuur

[EU2002] Richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement en de Raad van 25 juni 2002 inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaai, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, juli 2002.

[ISO 2007] ISO 1996-2:2007 Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise -- Part 2: Determination of environmental noise levels

[IEC 2002] INTERNATIONAL STANDARD IEC 61672-1 Electroacoustics –Sound level meters Part 1: Specifications

[Probst 2005] Wolfgang Probst, Uncertainties in the prediction of environmental noise and in noise mapping, Acoustiques&Technique n°40, Centre d’information et de documentation sur le bruit, CIDB 2005

[RIVM 2012] Lolkema et al, Geluidmonitor 2011, RIVM rapport 630650003, Bilthoven 2012

[RMV 2012] Regeling van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu, van 12 juni 2012, nr. IENM/BSK-2012/37333, houdende vaststelling van regels voor het berekenen en meten van de geluidsbelasting en de geluidproductie ingevolge de Wet geluidhinder en de Wet milieubeheer (Reken- en meetvoorschrift geluid 2012)

[Stb 2012] Staatsblad nr 163, Jaargang 2012, Besluit van 4 april 2012, houdende regels inzake geluidproductieplafonds voor wegen en spoorwegen, geluidsbelastingkaarten en actieplannen (Besluit geluid milieubeheer)

Bijlage 1 Meetapparatuur en kalibratie

Klasse-1 en klasse-2 meetapparatuur

Vanaf eind 2012 en in de eerste helft van 2013 is ten behoeve van de validatie een GPP-meetnet opgebouwd van voldoende omvang, betrouwbaarheid en representativiteit. Gekozen is voor een combinatie van locaties met opstellingen voorzien van klasse-1 en klasse-2 meetmicrofoons als gespecificeerd in de IEC standaard 61672-1 [IEC 2002].

De klasse-1 meetopstellingen zijn na installatie permanent in bedrijf en worden via internetverbinding uitgelezen. Zij worden deels beheerd door RIVM en deels door akoestische meet- en adviesbureaus: Sensornet/DGMR, Munisense en M+P.

Daarnaast zijn door het RIVM op een relatief groot aantal locaties klasse-2 meetsystemen geplaatst. Deze hebben weliswaar een kleinere meetnauwkeurigheid, maar bieden de mogelijkheid om tegen acceptabele kosten aanzienlijk meer meetlocaties in te richten. Bij de resultaten in Tabel 1 en Tabel 2 uit hoofdstuk 4 is vermeld welk type op de betreffende locatie wordt gebruikt. In deze bijlage wordt verder een toelichting gegeven op de klasse-2 geluidloggers die op een groot aantal meetlocaties wordt ingezet. De loggers worden niet via internet uitgelezen, maar registreren de data in een geheugen. Na ongeveer twee maanden worden de loggers ter plaatse uitgelezen, van nieuwe batterijen voorzien en gekalibreerd.

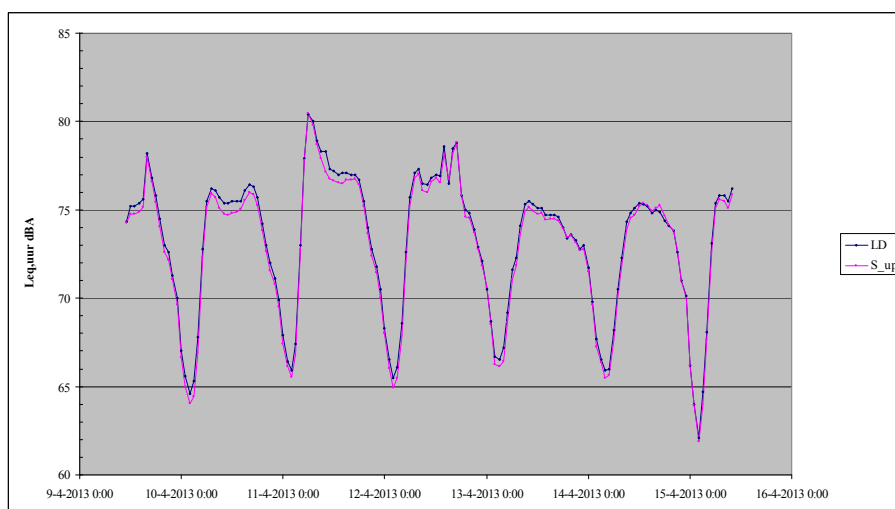
Resultaten pilot geluidloggers, april 2013

De gebruikte klasse-2 apparatuur betreft geluidloggers, type 'Sentry NS110' van Convergence Instruments (zie <http://www.convergenceinstruments.com>). Dit zijn IEC klasse-2 geluidmeters van een zeer klein formaat die relatief eenvoudig te plaatsen zijn. De loggers bevatten een geïntegreerde (MEMS) microfoon en een geheugen waarin 52.000 geluidniveaus kunnen worden gelogd. De meters (loggers) worden voorzien van regen- en windbescherming en een externe batterij waarmee circa twee maanden achtereen kan worden gemeten.

Voorafgaand aan de inzet van de loggers op GPP meetlocaties, is in de periode april 2013 een pilot verricht waarbij de meetresultaten van de loggers zijn vergeleken met meetresultaten verkregen op de vaste klasse 1 meetlocaties: A16-Zevenbergschenhoek, spoorlocaties bij Hulten, Geffen en Herveld.

A16-Breda

Op deze locatie staat de vaste klasse 1 meetpost op circa 10 m afstand van de weg. De logger is bovenop de klasse 1 microfoon gemonteerd en heeft in de periode 8 tot en met 15 april minuutwaarden gelogd. Deze zijn in nabewerking vertaald naar uurwaarden Leq en samen met de door de klasse-1 meetpost geregistreerde uurwaarden Leq weergegeven in Figuur 6.



Figuur 6 Vergelijking van vaste LD meting met Sentry logger op de locatie langs de A16 bij Zevenbergschenhoek

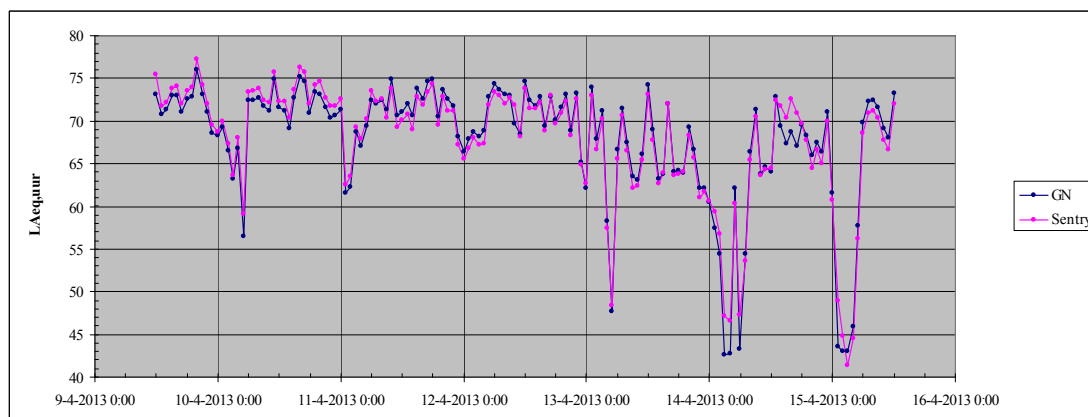
De Lden waarde van de vaste meetpost en de Sentry over de meetperiode komen op respectievelijk 78,8 en 78,5 dB, zie Tabel 4.

Tabel 4 Vergelijking periodewaarden Larsson-Davis vs Sentry logger 9-4-2013 11:00 tot 15-4-2013 10:00

	Larson Davis (klasse 1)	Sentry logger (klasse 2)
LAeq,dag	76.2	75.9
LAeq,avond	73.4	73.1
LAeq,nacht	71.1	70.9
Lden	78.8	78.5

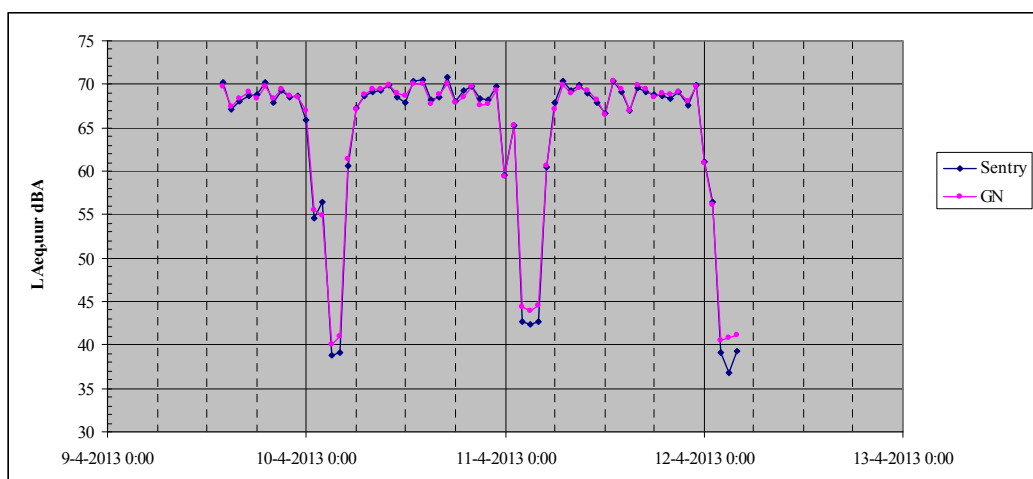
Spoorlocaties bij Hulten, Geffen en Herveld

Gedurende de periode 9 t/m 15 april is een Sentry geplaatst op een lantaarn vlak naast de vaste meetlocatie bij Hulten. Figuur 7 vergelijkt het uurgemiddelde Laeq, gemeten door de klasse-1 meetpost en de logger.

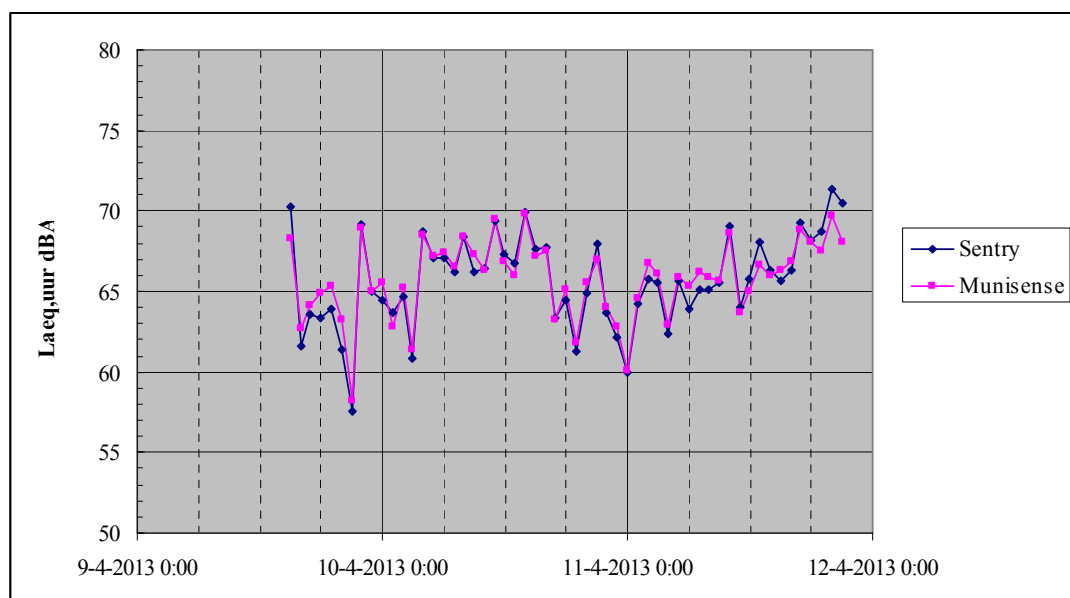


Figuur 7 Vergelijking Laeq verloop als gemeten door de vaste klasse 1 meter (Geluidsnet) en de logger op de spoorlocatie bij Hulten, 9-15 april 2013

De loggers registreren minuutwaarden Laeq. In nabewerking hieruit de minuut SEL-niveaus van de passages en resulterende Lden waarden bepaald. Ook op de spoorlocaties bij Herveld en Geffen zijn vergelijkende metingen verricht. Deze zijn weergegeven in Figuur 8 en Figuur 9.



Figuur 8 Vergelijking Laeq-uurwaarden gemeten door de vaste klasse 1 meter (Geluidsnet) en de Sentry logger op de spoorlocatie bij Geffen, 9-12 april 2013



Figuur 9 Vergelijking Laeq-uurwaarden gemeten door de vaste klasse 1 meter (Munisense) en de Sentry logger op de spoorlocatie bij Herveld, 9-11 april 2013

Tabel 5 geeft Leq waarden voor dag(7-19u), avond(19-23u) en nachtperiode(23-7u) als bepaald uit de gemeten passageniveaus (SEL) met de vaste klasse-1 meetpost en de klasse-2 loggers.

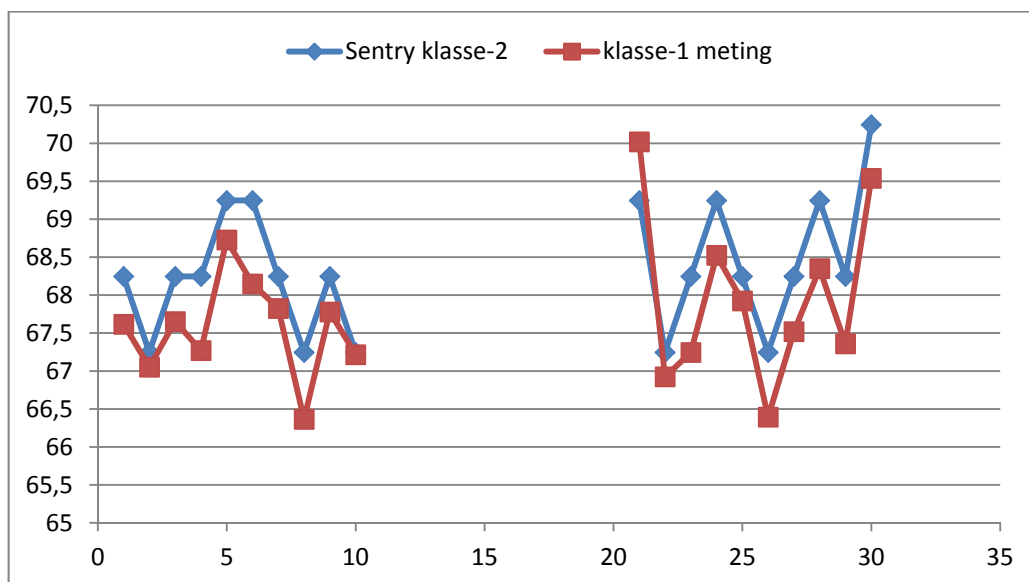
Tabel 5 Vergelijking gemeten niveaus vaste k1 meetpost vs k2- logger op de spoorlocaties bij Hulten, Geffen en Herveld

	Hulten 9-15 april		Geffen 9-12 april		Herveld 9-11 april	
apparatuur	klasse-1	Klasse-2	klasse-1	Klasse-2	klasse-1	Klasse-2
Laeq_dag	71.4	70.6	69.1	68.9	64.0	63.6
Laeq_avond	71.5	71.4	68.6	68.7	64.7	65.0
Laeq_nacht	66.0	67.4	62.5	63.0	64.5	63.8
Lden	74.4	74.9	71.4	71.6	70.9	70.4

De meetresultaten wijken met een goed gekalibreerde (met klasse-1 handmeter, zie volgende paraaf) logger weinig af van de metingen op de klasse-1 meetlocaties.

Veldkalibraties

Om de verschillen tussen klasse-1 en klasse-2 meetresultaten zo klein mogelijk te houden wordt bij de start en de uitlezing van een gelogde meetreeks een gelijktijdige klasse-1 meting over 10 minuten verricht. De gelogde meetreeks wordt na uitlezing gecorrigeerd met de gemiddelde afwijking ten opzichte van de klasse 1 meter bij de begin- en eindkalibratie. In Figuur 10 wordt een voorbeeld gegeven bij de locatie langs de A59 bij Wagenberg. Het verschil bij de begin/eind kalibratie op 31/7 resp 14/8 bedroeg 0,52/0,58 dB (hoger gemeten ten opzichte van de klasse-1 meter). Alle gelogde meetwaarden worden daarom over deze meetperiode met -0.55 dB gecorrigeerd. De op die manier gevonden afwijkingen variëren over de huidige (ca 30) klasse-2 meetlocaties tussen circa 0,1 en 0,7 dB.



Figuur 10 Veldkalibraties (Laeq,1 min) op de locatie A59 Wagenberg op 31/7 (nrs 1-10) en 14/8 (nrs 11-20)

De tussenliggende meetreeks 31/7-14/8 wordt in nabewerking met het gemiddelde verschil gecorrigeerd. Het verschil tussen de correcties bij de begin en eindkalibratie geeft een indicatie van de meetfout na aftrek van het gemiddelde verschil. Uit de resultaten blijkt een resterende apparaat-fout in de orde van $\pm 0,5$ dB.

Bijlage 2 Onzekerheden

Uitkomsten van rekenmodellen roepen vaak discussie over de betrouwbaarheid op. Bij metingen is er eerder draagvlak voor de uitkomsten omdat deze vrij zijn van aannamen ten aanzien van overdracht of verkeerssamenstelling. De uitkomsten van metingen bieden echter evenmin 100% betrouwbaarheid en de onzekerheden zullen bij een verkeerde meetopzet nog groter zijn dan bij een goed onderbouwd rekenmodel. De betrouwbaarheid van meting wordt bepaald door de kwaliteit van de meetapparatuur, de representativiteit van de meetperiode, de afwezigheid van geluid dat niet tot de te beoordelen bron behoort en geschikte meteorologische omstandigheden tijdens de meting. Navolgend worden deze punten nader omschreven en wordt toegelicht hoe deze doorwerken in de onzekerheid van het meetresultaat.

Onzekerheden in meetapparatuur

We onderscheiden meetapparatuur die voldoet aan de specificaties uit IEC 61672-1 voor klasse-1 en klasse-2 microfoons[IEC2002]. Deze internationale standaard stelt tolerantiegrenzen per frequentie. Bij 1000 Hz bedraagt toelaatbare tolerantie ± 0.7 dB voor klasse-1 en ± 1.5 dB voor klasse-2 apparatuur. In de praktijk komt dit voor breedbandig, A-gewogen geluidsniveaus neer op een onzekerheid van maximaal ± 1 dB voor klasse-1 en ± 2 dB voor klasse-2 apparatuur. In Tabel 1 en Tabel 2 uit hoofdstuk 4 is bij elke locatie aangegeven welk type apparatuur is gebruikt. De loggers[] die zijn ingezet, zijn klasse-2.

Onzekerheden door beperkte meettijd (statistische onzekerheid)

Naast de onnauwkeurigheid van de meetapparatuur neemt de onzekerheid toe wanneer er niet jaar-rond wordt gemeten. De te valideren geluidsbelasting (L_{den} in dB) is een gewogen, jaargemiddelde waarde en wanneer bij validatie over een kortere periode wordt gemeten, ontstaat er een onzekerheid in hoeverre de gekozen meetperiode representatief is voor het jaargemiddelde. De onzekerheid neemt toe naarmate de meettijd gedurende het te beoordelen jaar afneemt en om deze zoveel mogelijk te beperken dient er dus zo lang mogelijk te worden gemeten. Er kan immers niet zonder meer vanuit worden gegaan dat een meetperiode van een dag of een maand zonder meer de correcte jaarwaarde oplevert. De geluidbelasting van dag tot dag of van week tot week is onderhevig aan sterk wisselende invloeden. Te denken valt hierbij aan windrichting, temperatuur, neerslag en het verkeersaanbod en rijsnelheden.

In de praktijk blijkt het niet mogelijk om alle uren van het jaar continu te meten. Conform de richtlijnen uit de ISO 1996-2[ISO2007] kunnen metingen niet worden verricht bij een windsterkte van meer dan 5 m/s. Bij alle uren is daarom met behulp van KNMI-gegevens gecontroleerd of de metingen hieraan voldoen. Geluidsniveaus die zijn gemeten bij te harde wind zijn uit de data gefilterd en niet meegenomen. Verder kan apparatuur soms een periode uitvallen door stroomuitval. Tenslotte zijn, doordat het GPP-meetprogramma nog relatief kort geleden is uitgebreid, veel locaties pas halverwege 2013 ingericht.

Voor de vaste meetlocaties die per 1 januari 2013 in bedrijf waren (A12,A10,A2,A20,A16, Geffen, Hulten, Herveld en Mookhoek) speelt bij de Lden jaarbelasting over 2013 alleen de onzekerheid in de apparatuur een rol.

Voor de locaties die later zijn ingericht zijn minder geldige uren met meetgegevens beschikbaar en op deze locaties zal de voor de Lden jaarbelasting 2013 een wat grotere onzekerheid van toepassing zijn. Dit geldt met name voor de klasse 2 geluidloggers, waarmee vanaf juni 2013 op circa 50 locaties een meetcampagne is gestart.

Om de statische onzekerheid in het meetresultaat voor de Lden te schatten, wordt aangenomen dat de etmaalwaarde hiervan (Lden bepaald over 24 u) een normale verdeling volgt. Een meetpunt levert dan een steekproef (gelijk aan het aantal geldige meetdagen) uit deze verdeling, waaruit vervolgens met de gebruikelijke onzekerheidsstatistiek een 95% betrouwbaarheidsinterval voor de jaargemiddelde Lden kan worden afgeleid. Figuur 11 illustreert dit voor de RIVM meetlocatie langs de A2 bij Breukelen en toont de spreiding in dagwaarden en onzekerheidsmarges voor het steekproefgemiddelde als schatter voor de jaargemiddelde Lden. De statistische onzekerheid over de gehele periode van januari tot oktober bedraagt circa $\pm 0,2$ dB.

Onzekerheden door stoorgeluid

Dit treedt op wanneer op de meetlocatie geluidbronnen invloed hebben op het meetresultaat, die niet tot de beoogde bron (rijksweg of spoor) behoren. Bijvoorbeeld nabij gelegen industriële installaties, brommers, vliegtuigen etc. Deze bijdrage aan de onzekerheid is tot een minimum beperkt alle meetlocaties zorgvuldig te inspecteren op de afwezigheid van mogelijke stoorbronnen. In veel gevallen is er altijd enig andersoortig geluid aanwezig, maar de meetlocaties zijn zo gekozen dat de bijdrage van stoorbronnen ruim (10-15 dB) lager is dan de bijdrage van de rijksweg of het spoor. Dit wordt vergemakkelijkt doordat alle meetlocaties relatief dicht bij de beoogde bronnen liggen.



Figuur 11 Dagwaarden, spreiding en onzekerheidsmarges Lden gemeten langs de A2 bij Breukelen, periode januari – oktober 2013.

Onzekerheden vanwege de overdrachtscorrectie

Een derde bron van onzekerheid is in welke mate een meetuitkomst afwijkt van de te valideren geluidbelasting op een GPP-locatie (referentiepunt), wanneer het meetpunt niet samenvalt met het referentiepunt. Het is in de praktijkomstandigheden meestal niet mogelijk om de meetpost exact op het referentiepunt te plaatsen. In dat geval dient de meetuitkomst voor het verschil in locatie gecorrigeerd te worden. Daartoe wordt gebruik gemaakt van de standaardoverdracht conform [RMV 2012], zoals die ook voor de berekening van de GPP waarden wordt toegepast. De onzekerheid neemt toe naarmate benodigde correctie groter is en hangt af van de afstand van het meetpunt tot de verbindinglijn door de referentiepunten op 50 meter afstand van de weg of het spoor. De onzekerheid in de overdrachtscorrectie bedraagt ongeveer $\pm 20\%$ van de absolute waarde van de correctie [Probst 2005]. Het gaat om relatief kleine correcties waardoor die een onzekerheid opleveren die klein is ten opzichte van de apparatuur en statistische onzekerheid.

Resulterende onzekerheid

Genoemde onzekerheden zijn conform ISO1996-2[ISO2007] in de meetwaarde L_{den} verwerkt en op de referentiepunten als volgt meegenomen.

$$\delta L_{den} \approx \pm \sqrt{m^2 + s^2 + (0.2\Delta_{ovd})^2}$$

waarin

- m : onzekerheid apparatuur ± 1 dB voor klasse-1 en ± 2 dB voor klasse-2 met maandelijks klasse-1 kalibratie
- s : statistische onzekerheid, bepaald aan de hand van de variantie van het verkregen steekproefgemiddelde uit maximaal 365 dagwaarden L_{den}
- Δ_{ovd} : geluidoverdracht meetpunt-referentiepunt, bepaald volgens RMV 2012

Bijlage 3 Maandoverzichten 2013

Maandoverzichten Rijkswegen, jaar 2013, op k(lasse) 1 en 2 meetlocaties

Locatie/maad	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	avg
A2Breukeln1	1	72.9	72.8	72.5	72.7	72.9	72.7	72.2	72	72.7	73.1	73.1	72.8	72.7
A2Breukeln2	1	68.3	68.6	67.9	68.5	69.2	69.7	69.1	69.3	-	-	-	-	69
A16Breda1	1	78.7	79	77.9	77.9	78.9	78	77.7	77.4	78.7	79.3	-	-	78.4
A20Rdam	1	78.3	78.7	77.9	77.6	79.4	77.9	-	-	-	77.2	79.1	78.2	78.3
A2Beesd	1	-	-	-	-	-	-	65.6	65.6	66.8	68.2	68.2	68.5	68.5
A6Lelystad	1	-	-	-	-	-	-	-	-	69.2	70.8	71.1	70.6	70.6
A1Almelo	1	-	-	-	-	-	-	-	-	71.7	71.9	72.9	72.8	72.4
A73Cuijk	1	-	-	-	-	-	-	-	-	70.5	70.8	71.2	71.3	70.9
A27Vianen	2	-	-	-	-	-	66	65.3	65.6	66	65.8	66	64.6	65.7
A12Zoetm.	2	-	-	-	-	-	69.2	67.2	67.9	69.2	68.1	69	71.2	69.3
A12Zevenr	2	-	-	-	-	-	-	-	78.9	79.9	80.9	81.1	80.8	80.6
A58Bavel	2	-	-	-	-	-	-	70.4	71.1	72.2	72.8	73.3	72.6	72.2
A17Bathmn	2	-	-	-	-	-	-	66.9	67.3	68.7	69.8	70.7	69.8	69.2
A50Emst	2	-	-	-	-	-	-	64.6	65	65.9	66.7	67	66.3	66.1
A32Darp	2	-	-	-	-	-	-	71.1	71.3	72.5	73.6	74.1	73.2	72.7
A59Wagenb.	2	-	-	-	-	-	-	67.4	69.7	70.9	71.6	71.2	71.2	70.3
A17OudGastl	2	-	-	-	-	-	-	62.7	63.8	65.4	65.7	66.4	65.5	65.3
A37Klaznavn	2	-	-	-	-	-	-	67.5	67.6	67.7	67.7	68.2	67.1	67.7
A15Sliedr	2	-	-	-	-	-	-	69.4	68.8	70.2	71.4	71	70.6	70.2
A29Heijn	2	-	-	-	-	-	-	66.2	66.8	67.8	68.8	69.6	68.7	68.5
A16Breda2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	71	71.5	72	70.9	71.4
A2Boxtel	2	-	-	-	-	-	-	-	-	71.1	71.7	73.5	73.7	72.7
A20Maassluis	2	-	-	-	-	-	-	-	-	67.7	69.5	69	68.2	68.6
A28Nunspt.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	78	78.3	78.5	77.8	78.1
A9Uitgeest	2	-	-	-	-	-	-	-	-	74.9	75.6	75.3	75	75.3

Maandoverzichten Spoorwegen, jaar 2013, op k(lasse) 1 en 2 meetlocaties

Locatie/mnd	k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	avg
HSL-Mookhk	1	-	53	53.3	53.2	53.2	52.8	52.6	54.1	53.9	53.8	54.1	54.4	53.5
Hulten	1	75.1	75.3	75.1	75.3	75.3	75.9	77.3	77.4	74.4	74.4	74	72.1	75.4
Geffen	1	70.1	70.4	70.3	71.5	71.2	71.5	71.5	71.3	72.3	71.4	70.8	70.7	71.1
Betuweroute	1	-	69	68.8	68.8	69.2	69.4	66.9	65.5	70.1	70.6	69.7	69.1	69
Esch	1	-	-	-	-	-	65.3	66.9	67.3	66.5	66.8	67.5	67.9	67.1
kampen	1	-	-	-	-	-	-	-	-	54.2	56.1	55.6	56.1	55.8
Zenderen	1	-	-	-	-	-	-	-	-	67.6	67.8	68.5	65.8	67.5
Westervoort	2	-	-	-	-	-	-	64.5	63.7	69	67.6	66.1	65.4	66.4
Staphorst	2	-	-	-	-	-	-	68.3	68.8	68.9	68.9	68.9	67.5	68.6
deLutte	2	-	-	-	-	-	-	65.1	66.9	64.9	64.3	64.7	63.6	65.3
Lochem	2	-	-	-	-	-	-	58.9	60	59.7	59.5	58.5	57.7	59.3
Baambrugge	2	-	-	-	-	-	-	63.3	63.2	64	64.3	63.7	64.4	63.9
Papekop	2	-	-	-	-	-	-	67.5	67.9	68.4	67.6	68	67.6	67.9
Heukelom	2	-	-	-	-	-	-	69.3	74.7	72.2	71.5	70.7	69.3	72.2
Brummen	2	-	-	-	-	-	-	-	67	68.3	67.6	67.4	68	67.7
Sliedrecht	2	-	-	-	-	-	-	-	70.2	73.4	73.6	72.4	71	72.5
Arnhem	2	-	-	-	-	-	-	-	64.8	66.3	66.5	66.2	66	66.2
Overberg	2	-	-	-	-	-	-	-	-	54.6	57	57	54.8	56.3
Leersum	2	-	-	-	-	-	-	-	-	64.4	65.1	65.6	65.3	65.3
Oostzaan	2	-	-	-	-	-	-	-	-	61.3	61.4	62.2	60.6	61.6
Dordrecht	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64.9	65.8	66.3	65.6
Schalkwijk	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68.8	67.9	67.2	68.1
Haelen	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70.8	71.4	69.5	70.7
Heeze	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67.2	67.5	66.8	67.2
Nijkerk	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65.6	65.6	64.2	65.3
Holten	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74.1	72.3	72.8

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag