



Rapport 680740001/2008

E.M. Schreurs | E.N.G. Verheijen | C.J.M. Potma | J. Jabben

Geluidmonitor 2007

Trend- en validatiemetingen omgevingsgeluid

RIVM-rapport 680740001/2008

Geluidmonitor 2007

Trend- en validatiemetingen omgevingsgeluid

E.M. Schreurs
E.N.G. Verheijen
C.J.M. Potma
J. Jabben

Contact:
Eric Schreurs
Laboratorium voor Milieumetingen
eric.schreurs@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van VROM DGR-LOK, in het kader van het project 'Monitoring Geluid', projectnummer /680740/08

© RIVM 2008

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'.

Rapport in het kort

Geluidmonitor 2007

Trend- en validatiemetingen omgevingsgeluid

De geluidbelasting bij de A12 bij Voorburg is in 2007 afgenomen. Dat komt door twee maatregelen: een verlaagde snelheid en een dubbellaags zeer open asfaltbeton (DZOAB)-deklaag. Vooral de laatste maatregel is effectief gebleken. Deze locatie is voor het eerst in de Geluidmonitor meegenomen op basis van metingen sinds juli 2005. De snelheid is in november 2005 verlaagd; de DZOAB-laag is in september 2007 aangelegd.

Op de A10-West bij Amsterdam daarentegen is in 2007 1 decibel meer geluidbelasting gemeten dan het jaar ervoor. In 2006 was al gebleken dat de geluidreducerende werking van het DZOAB op deze locatie vrijwel is verdwenen. Oorzaak is waarschijnlijk de vervuiling en slijtage van dit poreuze wegdek. Het DZOAB ligt op deze locatie sinds 2001.

Dit zijn de belangrijkste resultaten uit de RIVM-Geluidmonitor van 2007 en deels 2008. Het geluidmonitoringprogramma bestaat sinds 1999 en registreert ontwikkelingen in omgevingsgeluid door wegverkeer, railverkeer en luchtvaart. Voor wegverkeersgeluid zijn in 2007 metingen verricht langs de A2 bij Breukelen, de A10-West bij Amsterdam, de A12 bij Voorburg en de N256 in Zeeland. Voor railverkeer is gebruikgemaakt van meetresultaten uit 2007 bij Esch, Bussum, Willemsdorp en Hakkelaarsbrug. Het Kenniscentrum Spoorweggeluid van ProRail heeft deze resultaten beschikbaar gesteld. Tot slot zijn de resultaten toegevoegd van steekproefmetingen die in 2008 zijn uitgevoerd op de Amsterdamsestraatweg te Utrecht.

Trefwoorden:

geluid, monitoring, decibel, metingen, milieu, wegverkeer

Abstract

Noise monitor 2007

Measuring and verifying environmental noise

The noise levels at the A12 motorway near Voorburg have decreased in 2007. This is due to two measures taken at the site: a speed reduction, and a repaving of the road surface with a double porous asphalt layer. Especially the repaving resulted in a considerable amount of noise reduction. The results of the measurements at this location, which started in 2005, have been included for the first time in the Noise Monitor. The speed reduction was implemented in November 2005, and the repaving took place in September 2007.

At the A10 motorway near Amsterdam however, the noise level has increased with 1 decibel over the course of 2007. In 2006 it was concluded that the noise reduction of the porous asphalt layer, which was created in 2001, by now has disappeared. This is probably caused by silt up and texture wear.

These all represent the main results of an RIVM noise monitoring programme, started in 1999. This report describes results from 2007 and partly 2008. The programme is aimed at monitoring noise trends important to environmental quality, both in urban and rural areas. Noise measurements in 2007 were done at the roadway locations, A2 (Breukelen), A10 (Amsterdam), A12 (Voorburg) and N256 (Zeeland). For railway noise, use was made of measurements provided by ProRail (Kenniscentrum spoorweggeluid), made at Esch, Bussum, Willemsdorp and Hakkelaarsbrug. Finally, the Noise Monitor 2007 reports of local measurements done in 2008 at the Amsterdamsestraatweg in Utrecht.

Key words:

noise, monitoring, decibel, measurement, environment, road traffic

Inhoud

Samenvatting	9
Summary	13
1 Inleiding	17
1.1 Doelstelling	17
1.2 Monitorlocaties geluid in 2007	17
2 Wegverkeersgeluid	19
2.1 Rijksweg A2 Breukelen	19
2.2 Rijksweg A10-West Amsterdam	21
2.3 Rijksweg A12 Voorburg	23
2.4 Provinciale Weg N256 Noord-Beveland	28
2.5 Steekproef SPB-metingen Utrecht	32
3 Railverkeersgeluid	33
3.1 Meetposten ProRail	33
3.2 Resultaten	34
3.3 Oorzaken	35
3.4 Resumé	35
4 Conclusies	37
Literatuur	39
Bijlage 1 Meetlocaties	41
Bijlage 2 Beschrijving meetapparatuur	45
Bijlage 3 Gemeten indicatoren	47
Bijlage 4 Regressieanalyse meetgegevens wegverkeer	49
Bijlage 5 Tel- en snelheidsgegevens wegverkeer A2 en A10-West	50
Bijlage 6 Vergelijking gemeten/berekende emissies wegverkeer (N256 vs RMW2002)	51
Bijlage 7 Categorieën en normering van emissiegetallen railverkeer	53
Bijlage 8 Emissies en railruwheden IPG-metingen	55
Bijlage 9 Resultaten aanvullende SPB-metingen oktober 2008-12-11	56

Samenvatting

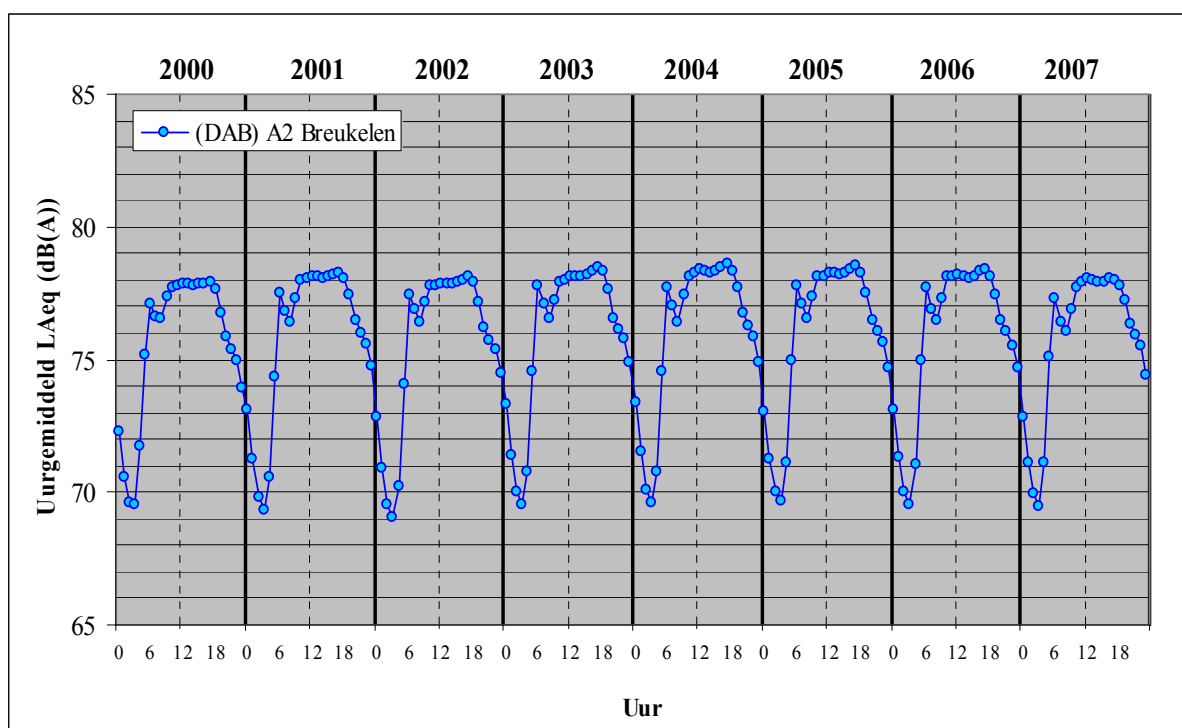
De onderhavige rapportage betreft de resultaten van geluidmetingen aan weg- en railverkeer uit 2007 en deels uit 2008. De metingen zijn gericht op het signaleren van trends in geluidemissies, onafhankelijk van modelveronderstellingen.

Wegverkeer

In 2007 zijn metingen verricht en geanalyseerd op voor vaste locaties: de A2 bij Breukelen, de A10-West bij Amsterdam, de A12 bij Voorburg en de N256 op de Colijnsplaat in Zeeland. Verder zijn er aanvullende Close Proximity (CPX)-metingen verricht op de A12, om meer inzicht te krijgen van het effect na het aanleggen van een dubbellaags ZOAB wegdek aldaar. Bij CPX-metingen wordt achter een meetwagen een trailer voortgetrokken waarin geluid wordt gemeten veroorzaakt door het band-wegdekcontact.

A2 Breukelen 2007

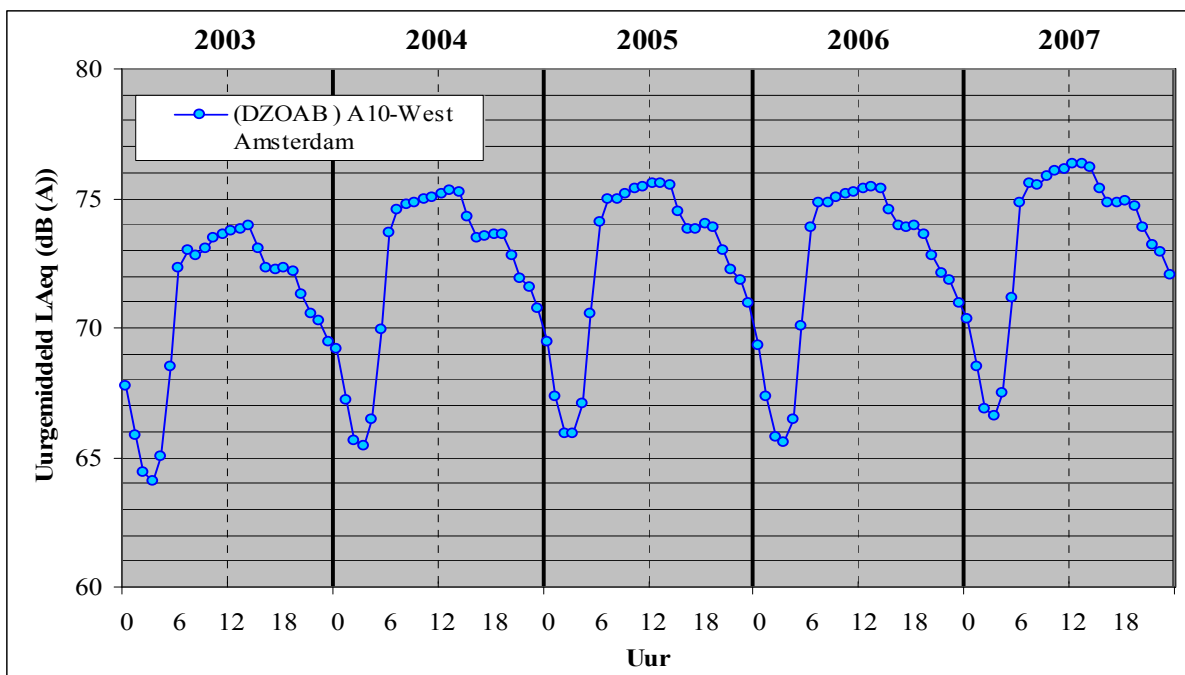
De meetresultaten langs de A2 in 2007 wijken slechts licht af van de resultaten van de voorgaande jaren. Dit geldt ook voor de gemeten aantallen voertuigen en de bijbehorende snelheden. De geluidemissies zijn ook stabiel te noemen. Effecten van geluidreducerende maatregelen zoals stille banden zijn nog niet waargenomen. Deze locatie wordt op dit moment verbreed, en de afronding van deze werkzaamheden wordt verwacht in 2010. Figuur S1 geeft het verloop van de geluidniveaus sinds 2000 aan.



Figuur S1 Jaargemiddeld 24-uursverloop in de jaren 2000 tot en met 2007, gemeten op de locatie langs de A2 bij Breukelen.

A10-West Amsterdam 2007

Vergeleken met de meetresultaten van 2006, waar een kleine afname in het jaargemiddelde geluidniveau werd waargenomen, is het jaargemiddelde geluidniveau in 2007 met 1 dB toegenomen. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de veroudering van het DZOAB wegdek wat hier ligt. De waargenomen afname in 2006 ten opzichte van 2005, veroorzaakt door de snelheidsverlaging op deze locatie, is in 2007 tenietgedaan. Het verloop van de jaargemiddelde geluidniveaus is weergegeven in Figuur S2.



Figuur S2 Jaargemiddelde 24-uursverdelingen van het LAeq voor 2003-2007; de grafiek toont voor elk jaar een gemiddelde 24-uursverdeling van het equivalente geluidniveau LAeq in dB(A).

A12 Voorburg

In juli 2005 heeft het RIVM een derde meetpost bij een snelweg in gebruik genomen, langs de A12 bij Voorburg. Sindsdien zijn twee maatregelen genomen die van invloed waren op de gemeten geluidsniveaus. Het eerste was een snelheidsverlaging in november 2005. De tweede maatregel was het aanleggen van een dubbellaags ZOAB wegdek in september 2007. Vooral het herasfalteren veroorzaakte een aanzienlijke daling van de gemeten geluidsniveaus. De CPX-metingen die in 2008 op deze locatie zijn verricht, bevestigen deze geluidreductie, en komen overeen met de reductie verondersteld door het Reken- en Meetvoorschrift voor Wegverkeerslawaaai [1]. Figuur S3 laat het verloop van de jaargemiddelde geluidsniveaus zien voor deze locatie.

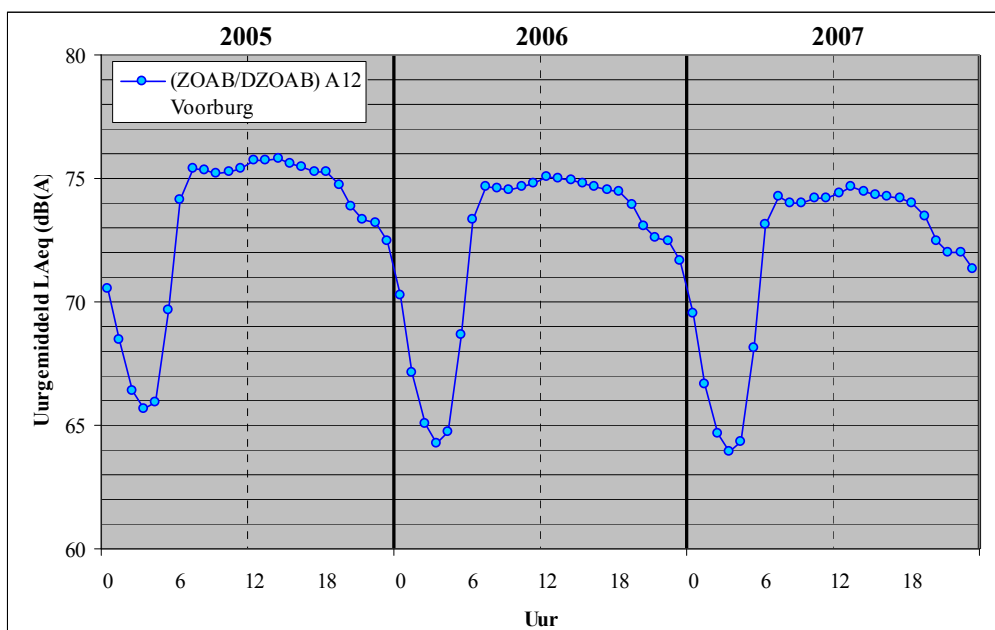


Figure S3 Rijksweg A12-Voorburg. Jaargemiddelde 24-uursverdelingen van het LAeq voor 2005-2007; de grafiek toont voor elk jaar een gemiddelde 24-uursverdeling.

De meetresultaten van alle vier de locaties zijn samengevat in Tabel S1.

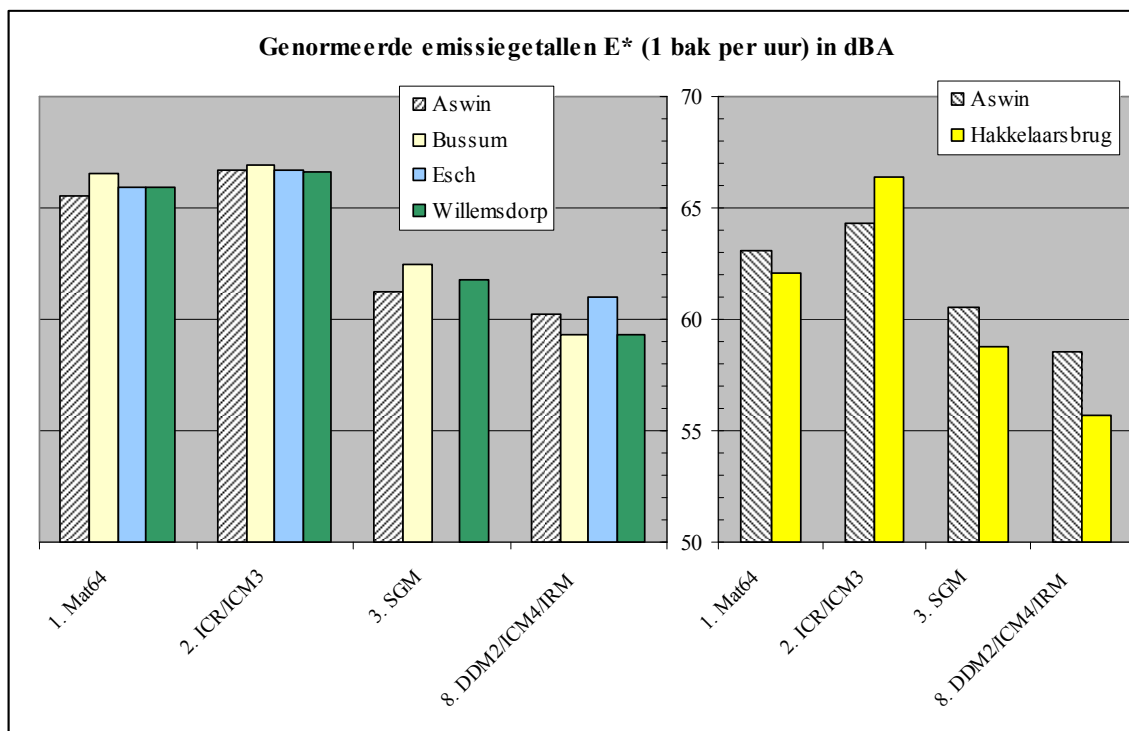
TabelS1 Meetresultaten voor wegverkeersgeluid 2000-2007 in dB(A).

Meetlocatie	Geluidsmaat	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
A2 Breukelen	Lden	81	81	81	81	81	81	81	81
A10 – West Amsterdam	Lden	-	-	-	76	77	78	77	78
A12 Voorburg	Lden	-	-	-	-	-	78	77	77
N256 Zeeland Colijnsplaat	Lw personenauto's	-	-	-	-	106	106	106	105
	Lw middelzwaar vrachtverkeer	-	-	-	-	109	109	109	109
	Lw zwaar vrachtverkeer	-	-	-	-	111	111	111	111

Lw in dB(A), 24-uursgemiddelde over personenauto's en vrachtauto's

Railverkeer

Net als vorig jaar maakt deze Geluidmonitor gebruik van de geluidmeetposten van ProRail. Deze meetposten staan sinds 2006 op verschillende vaste en tijdelijke locaties langs het spoor. In 2007 betreft het metingen op de vaste locaties Bussum (spoorlijn Utrecht-Weesp), Willemsdorp (Dordrecht-Breda) en Esch (Den Bosch-Eindhoven). Verder staat een mobiele meetpost op de tijdelijke locatie Hakkelaarsbrug (Weesp-Almere). Deze meetlocaties zijn ingesteld door ProRail in het kader van het Innovatieprogramma Geluid (IPG) [2] en het RIVM heeft deze metingen vergeleken met waarden volgens het Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaai [3], berekend met ASWIN. De resultaten zijn weergegeven in Figuur S4.



Figuur S4 Vergelijking van genormeerde emissiegetallen (E* bij 1 bak per uur) gemeten bij de posten van ProRail met de gemodelleerde waarden volgens ASWIN.

Summary

This report gives the results of the Noise Monitoring programme at RIVM obtained in 2007 and 2008. The programme aims at monitoring noise emissions from road and railway traffic under various meteorological conditions, by use of continuously operating measurement sites.

Roadway traffic noise

As for noise emission from road traffic, over 2007 results were obtained and analyzed for four measurement sites: the A2 motorway at Breukelen (near Utrecht), the A10 motorway at the west side of Amsterdam, the A12 motorway near Voorburg (the Hague) and the N256 in the province of Zeeland. In addition to the continuous measurements with the fixed noise measurement site, at the A12 here also additional Close Proximity (CPX) measurements were carried out in order to obtain more insight into the decrease of noise levels caused by speed reduction and the paving with double layer porous asphalt. In CPX measurements a trailer is used in which a standard set of tires is used for measuring roadway noise emissions.

A2 Breukelen 2007

The measured noise levels over 2007 here hardly differ from the measured levels over previous years. This also applies to the traffic intensities and speeds. No effect of source related noise policies, e.g. silent tires, have been observed so far. In 2010 the noise levels at this site will increase by approximately 3 dB due to the broadening of the A2 motorway, towards the west. The development of noise levels from 2000 up to 2007 is shown in Figure S1.

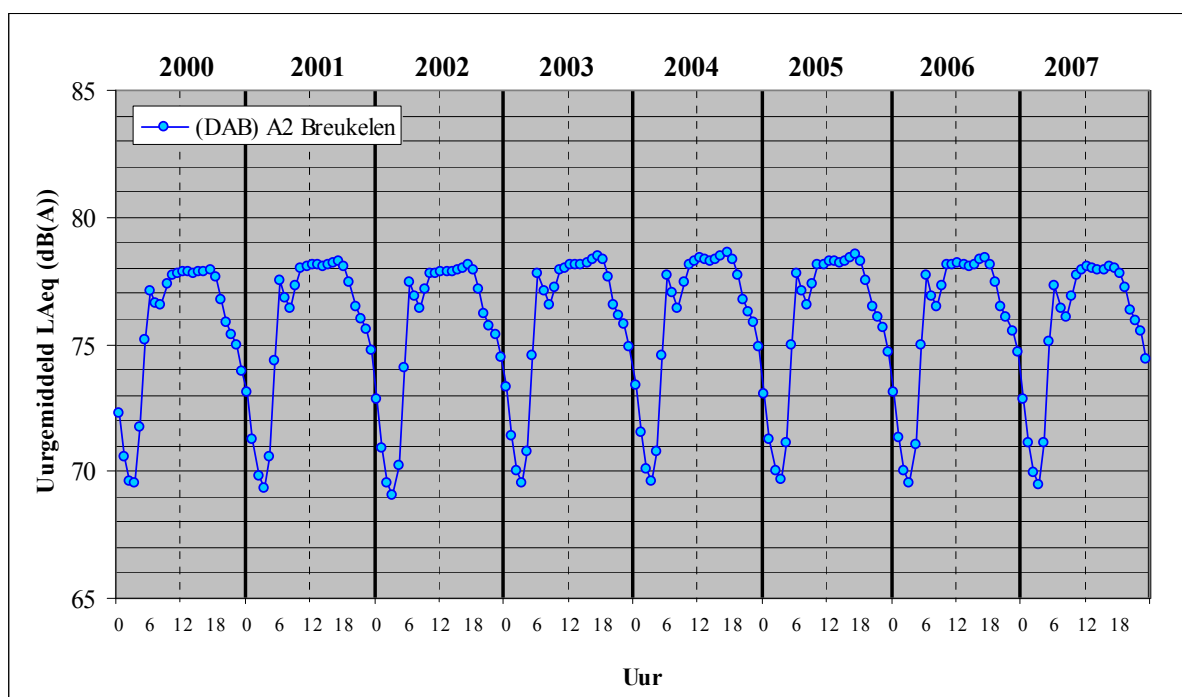


Figure S1 Average 24-hour noise level distributions, measured at the A2 motorway near Breukelen over the years 2000-2007.

A10-West Amsterdam 2006

As compared with the result from 2006, when a slight decrease in the noise level was observed, the noise levels at this site in 2007 have increased with 1 dB. This is probably due to the further deterioration of the texture and porosity of the porous asphalt at this site. The decrease in noise levels due to the speed

reduction that was imposed in November 2005 has therefore been cancelled out. The noise development at this site is shown in Figure S2.

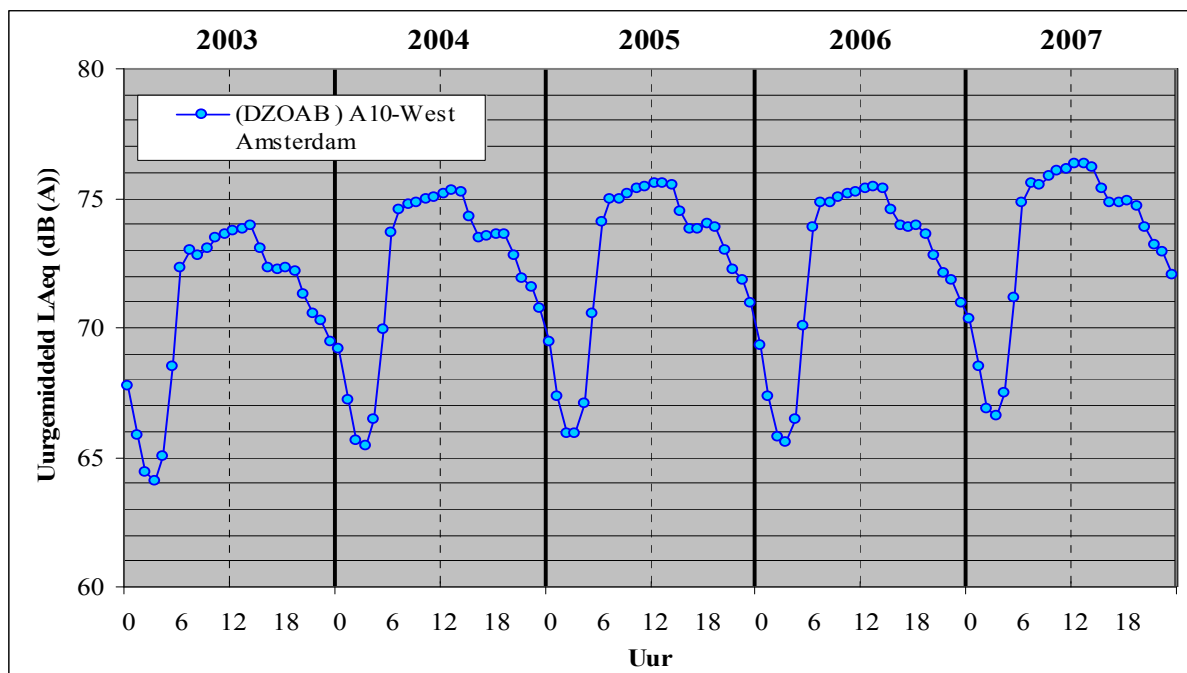


Figure S2 Average 24-hour noise level distributions, measured at the A10 motorway west of Amsterdam over the years 2003-2007.

A12 Voorburg

In July 2005 RIVM installed a third measurement site near a motorway, which was the A12 near Voorburg, in the vicinity of The Hague. Since the measurements started two measures have been taken at the site that caused a decrease in the noise levels. The first was a speed reduction, implemented in November 2005. The second was a repaving of the road surface with double layer porous asphalt in September 2007. The repaving caused a considerable decrease of noise levels, and further Close Proximity measurements at the newly paved surface confirmed that the total amount of decrease in noise levels corresponds with the noise reductions assumed by the Dutch National Standard [1]. Figure S3 shows the noise development at this site.

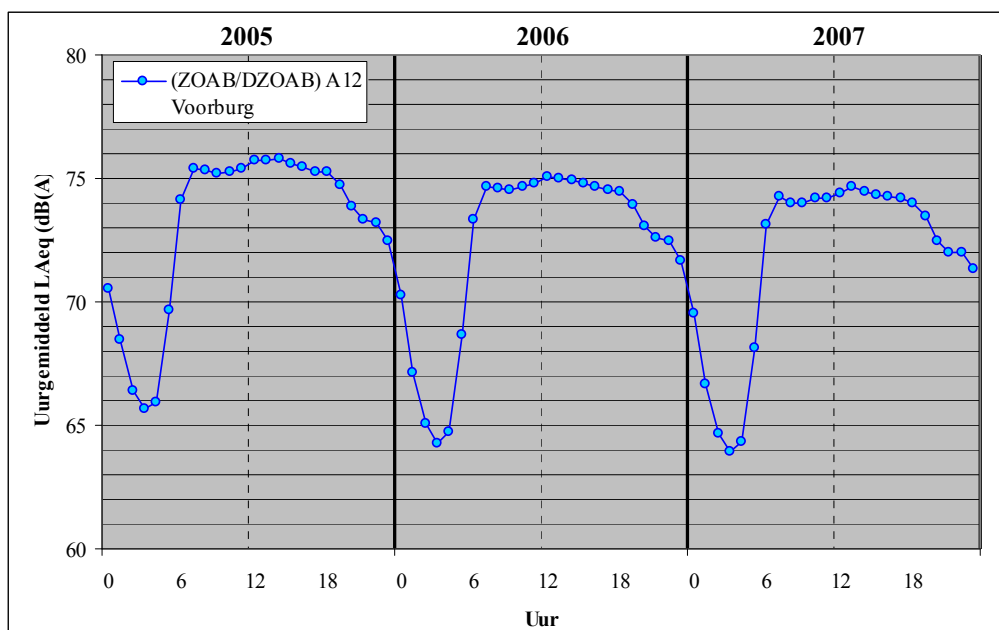


Figure S3 Average 24-hour noise level distributions, measured at the A12 motorway near Voorburg over the years 2005-2007.

The monitoring results for road traffic noise are summarized in Table S1.

Table S1 Monitoring results from road traffic noise 2000-2006 in dB(A).

Measurement site	Noise indicator	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
A2 motorway Breukelen	Lden	81	81	81	81	81	81	81	81
A10 motorway Amsterdam West	Lden	-	-	-	76	77	78	77	78
A12 motorway Voorburg	Lden	-	-	-	-	-	78	77	77
N256 motorway Noord-Beveland	Lw passenger cars	-	-	-	-	106	106	106	105
	Lw light trucks	-	-	-	-	109	109	109	109
	Lw heavy trucks	-	-	-	-	111	111	111	111

Sound power level per vehicle in dB(A) ref 10^{12} Watt, averaged over 24 hour

Railway traffic noise

With regards to the noise emissions of railway stock, measurement data was provided by the Dutch track manager ProRail (Kenniscentrum Geluid). These data were gathered at four sites along Dutch railway lines: Bussum, Esch, Willemsdorp and Hakkelaarsbrug. The sites were established by ProRail as part of an innovation programme aimed at developing new noise sources. [2] RIVM compared the data with standard noise emission data from Dutch calculation models. The main results are shown in Figure S4

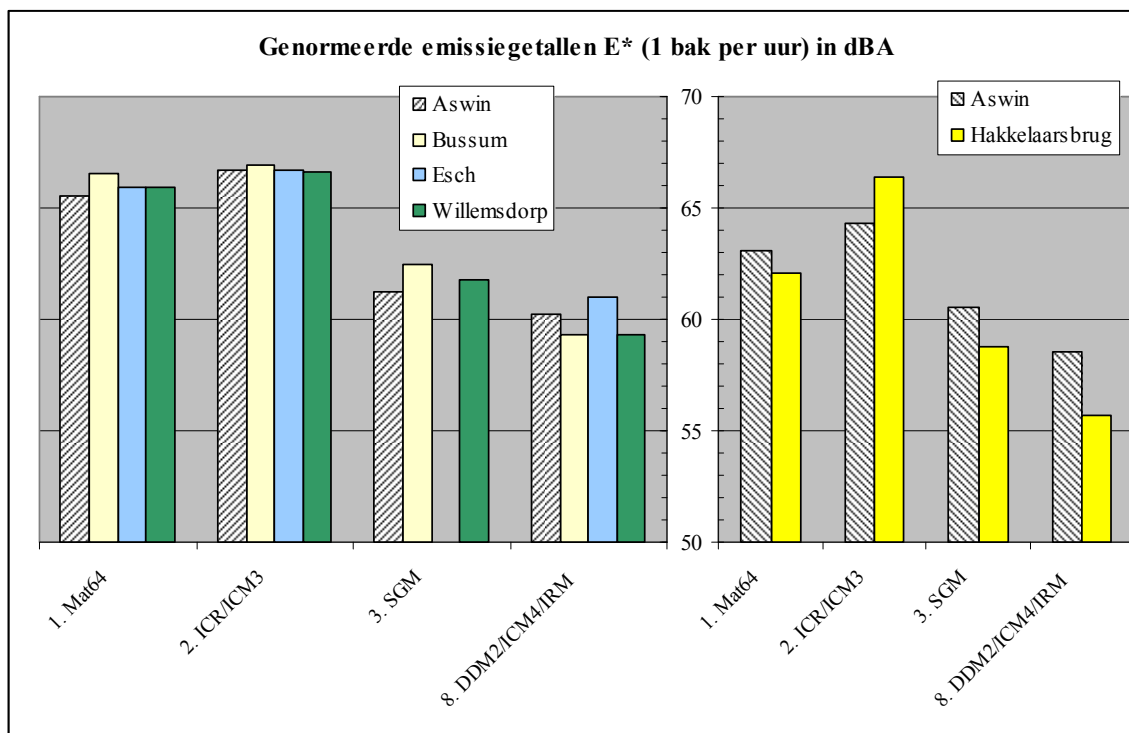


Figure S4 Normalized noise emissions of railway stock, according to the Dutch noise standard [3] in comparison with measured emissions provided by Kenniscentrum Geluid ProRail.

The measured noise emissions for different stock show good agreement with the standard emissions. In most cases the measured emissions remain below the standard emission, due to the fact that at several sites trains travel at a lower speed than the model predicts.

1 Inleiding

1.1 Doelstelling

De onderhavige rapportage betreft de resultaten van geluidmetingen aan weg- en railverkeer uit 2007. De metingen worden door het RIVM sinds 1999 uitgevoerd op verscheidene locaties in Nederland en zijn gericht op de geluidemissies door het weg- en railverkeer. De metingen zijn gericht op het signaleren van trends in geluidemissies, onafhankelijk van modelveronderstellingen. De metingen dienen tevens ter validatie van het modelinstrumentarium dat wordt ingezet bij de ondersteuning van het Nederlandse geluidbeleid.

1.2 Monitorlocaties geluid in 2007

Wegverkeer

De metingen van wegverkeergeluid zijn door RIVM-metposten verricht op een aantal vaste locaties en vinden vrijwel doorlopend plaats. Deze meetlocaties zijn te vinden op

<http://www.rivm.nl/milieukwaliteit/geluid/>. Van deze website kunnen ook meetgegevens worden gedownload. Het betreft de volgende locaties:

Rijksweg A2 Breukelen

Dit is een meetlocatie op circa 15 m afstand van de weg aan de oostzijde van de A2 ter hoogte van Breukelen. De meetpost bevindt zich bij hectometerpaal 46,3 en maakt gebruik van een behuizing van het Landelijk Meetnet voor Luchtkwaliteit (LML) van het RIVM. Bij de beoordeling van de geluidmetingen wordt gebruikgemaakt van telgegevens op uurbasis. De telgegevens komen van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) van Rijkswaterstaat. De metingen zijn gericht op het monitoren van trends in de gemiddelde geluidemissie per voertuig van het verkeer op rijkswegen. Aan de hand van de telgegevens wordt gecorrigeerd voor de omvang van het verkeersvolume en wordt de gemiddelde geluidemissie per voertuig vastgesteld. De eerste metingen op deze locatie zijn verricht in augustus 1999. De meetpost is sinds februari 2000 permanent in bedrijf.

Rijksweg A10-West Amsterdam

Dit is een meetlocatie aan de oostzijde van de A10, ter hoogte van de Jephtastraat. De meetpost is in maart 2003 in gebruik genomen. Bij het grootschalige onderhoud van de A10-West in 2001 is op deze locatie geluidarm asfalt aangebracht. Het gaat om dubbellaags zeer open asfaltbeton (DZOAB). De metingen beogen onder meer het geluidreducerende effect van dit type asfalt over langere periode te volgen. Op deze locatie is op 1 november 2005 een snelheidstrajectcontrole (80 km/u) ingevoerd.

Rijksweg A12 Voorburg

In juni 2005 is een meetpost in gebruik genomen bij de A12 in Voorburg. De meetpost bevindt zich aan de noordzijde van de weg, op een snelwegportaal nabij het Wilhelminaviaduct. Net als bij de A10-West is op deze locatie op 1 november een snelheidsmaximum van 80 km/u met trajectcontrole ingevoerd.

Provinciale weg N256 Colijnsplaat Noord-Beveland

Deze meetlocatie is gericht op monitoring van geluidemissies van het wegverkeer per voertuigcategorie. De meetpost is in bedrijf sinds december 2004. Bij elke voertuigpassage worden met een speciale tellus de rijksnelheid en het type voertuig gedetecteerd. Daardoor kan, anders dan bij de hiervoor genoemde meetlocaties bij Voorburg en Amsterdam, onderscheid worden gemaakt naar de geluidemissies per voertuigcategorie.

De resultaten en beoordeling van de metingen van wegverkeersgeluid zijn te vinden in hoofdstuk 2 van dit rapport.

Railverkeer

Meetposten van ProRail uit het IPG

In 2006 zijn door ProRail meetresultaten uit vier vaste meetopstellingen beschikbaar gesteld. Deze meetopstellingen heeft ProRail gerealiseerd in het kader van het Innovatie Programma Geluid, teneinde praktijkmetingen te doen aan treinmaterieel dat voorzien is van nieuwe typen bronmaatregelen. De metingen zijn gedaan bij Bussum, Esch, Zeist en Maartensdijk. In het kader van het onderhavige monitorprogramma wordt nader ingegaan op de meetresultaten uit 2007 in relatie tot de huidige emissiestandaarden voor de diverse typen treinmaterieel. De resultaten worden gegeven in hoofdstuk 3 van dit rapport.

De monitorlocaties alsmede een aantal meetresultaten van zowel de actieve als de inactieve meetposten zijn, behalve in dit rapport, te vinden op de website <http://www.rivm.nl/milieukwaliteit/geluid>.

2 Wegverkeersgeluid

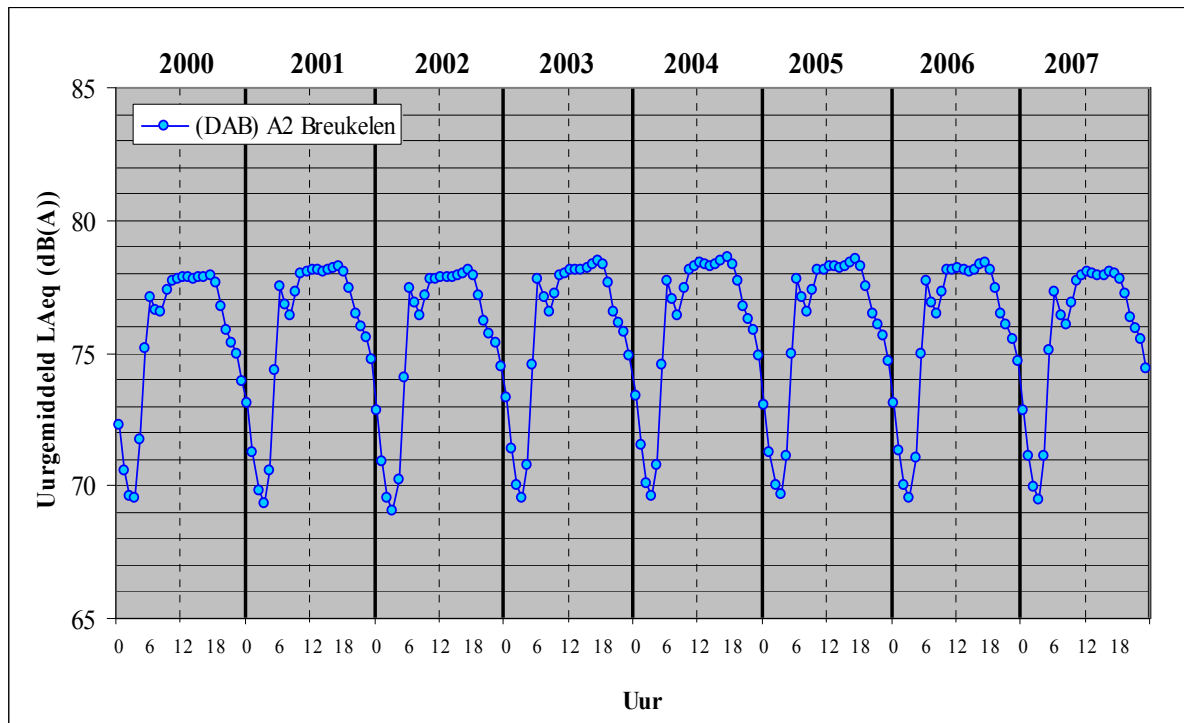
2.1 Rijksweg A2 Breukelen

2.1.1 Situatie

De meetlocatie is te vinden in Bijlage 1 (zie ook: <http://www.rivm.nl/milieukwaliteit/geluid/>). De meetpost bevindt zich op circa 15 m ten oosten van de A2 en maakt gebruik van een behuizing uit het Landelijk Meetnet voor Luchtkwaliteit. De rijksweg ter plaatse bestaat uit 2 x 3 rijstroken en is voorzien van standaard dicht asfaltbeton (DAB met gradering 0-16 mm). De maximale rijksnelheid bedraagt 120 km/u. Momenteel wordt gewerkt aan verbreding van de weg naar 2 x 5 rijstroken. De werkzaamheden vinden plaats aan de westzijde van de huidige rijksweg, en de verwachting is dat in juni 2010 de nieuwe rijbanen in gebruik worden genomen. De definities van de gehanteerde geluidmaten zijn te vinden in Bijlage 3.

2.1.2 Meetresultaten 2007

Het jaargemiddelde 24-uursverloop in 2007 is weergegeven in Figuur 2.1. Ter vergelijking is in deze figuur ook het gemiddelde 24-uursverloop van het LAeq in alle jaren sinds 2000 opgenomen.



Figuur 2.1 Jaargemiddeld 24-uursverloop in de jaren 2000 tot en met 2007, gemeten op de locatie langs de A2 bij Breukelen.

In Tabel 2.1 zijn de gemiddelde geluidniveaus voor dag-, avond- en nachtperiode gerubriceerd.

Tabel 2.1 Equivalente geluidniveaus LAeq en Lden, A2 Breukelen 2000-2007.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
LAeq, 7-19u	77,6	77,8	77,7	77,9	78,0	78,0	77,9	77,6
LAeq, 19-23u	75,8	76,4	76,2	76,6	76,6	76,5	76,4	76,3
LAeq, 23-7u	73,3	73,4	73,2	73,7	73,7	73,7	73,7	73,5
Lden	80,8	81,0	80,8	81,2	81,3	81,2	81,2	81,0

In Bijlage 5 zijn de tel- en snelheidsgegevens voor de locatie aangegeven. De telgegevens zijn afkomstig van Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV).

Geluidemissies per voertuig

Tabel 2.2 geeft de gemiddelde 24-uursgeluidemissie per voertuig, afgeleid uit de meetresultaten in combinatie met de verkeersgegevens van Rijkswaterstaat. De emissies per voertuig zijn daarbij geschat op basis van een regressieanalyse, waarbij de kanttekening geplaatst moet worden dat hierbij afwijkingen ontstaan als de beoordeelde periode uit het etmaal te klein wordt gekozen (bijvoorbeeld alleen de uren van 7.00 tot 9.00). Hier is alleen de emissie gegeven over het volledige etmaal, hetgeen de statistische betrouwbaarheid van de methode ten goede komt.

Tabel 2.2 Gemiddelde geluidemissies per voertuig van het verkeer in dB(A), Rijksweg A2 Breukelen periode 2000-2005.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Licht verkeer	106,7	107,0	107,0	107,3	107,4	107,0	107,0	106,9
Zwaar verkeer	110,3	110,0	110,1	110,4	109,5	110,5	110,1	110,3
Gemiddeld vtg	107,2	107,5	107,5	107,8	107,6	107,6	107,5	107,6

2.1.3 Beoordeling

De beoordeling van de resultaten van dit meetpunt kan hier beknopt zijn. Er is over de afgelopen zes jaar vanaf 2000 geen significante verandering in het gemiddelde bronvermogen van het wegverkeer op deze locatie opgetreden. De jaargemiddelde 24-uursverdeling van de gemeten geluidbelasting uit Figuur 2.1 is opmerkelijk constant gebleven. De verkeersomgang en samenstelling zijn in 2007 ten opzichte van 2006 nauwelijks veranderd en de geluidemissie per voertuig is niet wezenlijk anders dan in voorgaande jaren. De enige variatie die kan worden onderscheiden is een toename van maandgemiddeld geluidniveau van zomer naar winter met 1 tot 2 dB(A).

Voor de komende jaren kunnen de huidige werkzaamheden aan de A2 de gemiddelde niveaus als gepresenteerd in Figuur 2.2 gaan beïnvloeden, bijvoorbeeld wanneer er rijstroken voor een lange periode gesloten worden.

2.2 Rijksweg A10-West Amsterdam

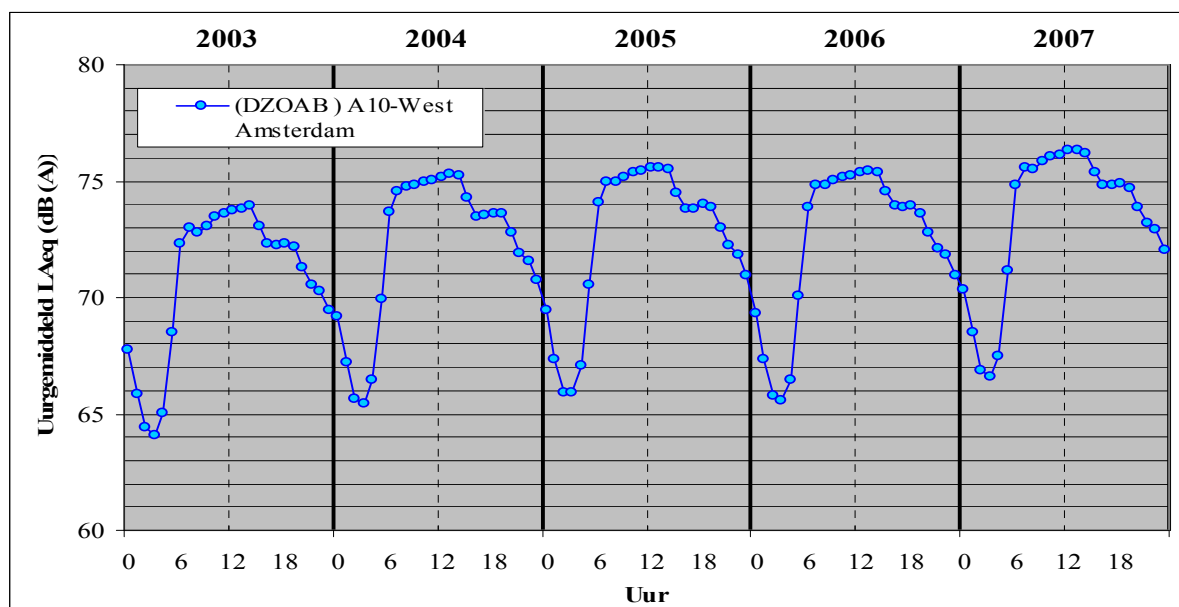
Een tweede RIVM-geluidmonitoringslocatie bevindt zich aan de oostzijde langs de A10-West Amsterdam, halverwege de Jephtastraat. Op deze locatie wordt sinds april 2003 doorlopend het geluidniveau gemeten. Navolgend worden de meetresultaten uit 2007 gepresenteerd en vergeleken met die uit voorgaande jaren.

2.2.1 Situatie

De meetlocatie is te vinden in Bijlage 1 (zie ook: <http://www.rivm.nl/milieukwaliteit/geluid/>). De meetpost bevindt zich niet in het vrije veld, maar staat op circa 2 m voor de Max Havelaarflat opgesteld. Evenals in voorgaande rapportages bevatten alle hier gepresenteerde onderzoeksresultaten voor de A10-West daarom een aftrek van 2 dB op de metingen in verband met gevelreflectie. De rijksweg ter plaatse bestaat uit tien rijstroken, waarvan vier voor het in- en uitvoegend verkeer en bestaat uit gedeeltelijk uit DZOAB en normaal ZOAB. De maximale rijnsnelheid bedroeg tot 1 november 2005 100 km/u. Na deze datum is ter plaatse van de meetlocatie een snelheidstrajetcontrole ingevoerd met een maximum van 80 km/u voor alle voertuigcategorieën. Sinds de meetlocatie in bedrijf is genomen zijn aan de overzijde (westzijde) geluidschermen geplaatst. Op 8 november 2004 is gestart met de werkzaamheden. Op 16 september 2005 zijn de schermen grotendeels dichtgemaakt.

2.2.2 Meetresultaten 2003-2007

In Figuur 2.2 is de gemiddelde etmaalverdeling van het geluidniveau weergegeven voor 2003 tot en met 2007.



Figuur 2.2 Rijksweg A10-West Amsterdam. Jaargemiddelde 24-uursverdelingen van het LAeq voor 2003-2007; de grafiek toont voor elk jaar een gemiddelde 24-uursverdeling van het equivalente geluidniveau LAeq in dB(A).

In Tabel 2.3 zijn de gemiddelde niveaus voor dag-, avond- en nachtperiode aangegeven. Tabel 2.4 geeft de tel- en snelheidsgegevens voor de locatie.

Tabel 2.3 Equivalente geluidniveaus LAeq en Lden gemeten bij de A10-West Amsterdam 2003-2004 (de niveaus zijn ongecorrigeerd voor het verkeersvolume).

	2003	2004	2005	2006	2007
LAeq, 7-19u	73,0	74,6	74,9	74,8	75,7
LAeq, 19-23u	71,1	72,6	72,8	72,6	73,7
LAeq, 23-7u	68,0	69,5	69,8	69,6	70,6
Lden	75,8	77,3	77,6	77,4	78,4

Tabel 2.4 Tel- en snelheidsgegevens voor 2005 bij de A10-West Amsterdam.

Periode	Etmaalintensiteit		Gemiddelde rijnsnelheid km/u	
	Licht	Vracht	Licht	Vracht
2004	98734	9554	92	81
Jan-okt 2005	102474	9708	91	80
Nov-dec 2005	102987	9934	70	69
2005	102535	9740	86	77
2006	98624	9584	72	77
2007	97280	9880	73	72

Bron Rijkswaterstaat-AVV (telpunt 35675 Geuzeveld)

Tabel B5.2 uit Bijlage 5 geeft een onderverdeling naar intensiteiten in lichte-, middelzware- en zware voertuigen.

2.2.3 Beoordeling

Figuur 2.2 geeft aan hoe de LAeq bij de locatie langs de A10-West verloopt sinds 2003. In tegenstelling tot de metingen bij de A2 laat de gemiddelde 24-uursverdeling bij de A10 duidelijk een opgaande trend zien. Alleen in 2006 is geen toename ten opzichte van het voorgaande jaar te zien. Waarschijnlijk is dit het gevolg van de snelheidsverlaging van 100 naar 80 km/u die in november 2005 is ingevoerd en vanaf dat moment permanent van kracht is geweest. De snelheidsverlaging lijkt de verslechtering van het wegdek in dat jaar te hebben gecompenseerd. De gemiddelde 24-uursverdeling over 2007 laat echter weer een toename zien van circa 1 dB en is waarschijnlijk het gevolg van verdere vervuiling en slijtage van het wegdek. Vergelijking met DAB-emissies en Close Proximity metingen (CPX) [5] hebben aangetoond dat er op deze locatie geen reductie meer aanwezig is ten opzichte van normaal dicht asfaltbeton.

2.3 Rijksweg A12 Voorburg

2.3.1 Situatie

Een derde meetpost van het RIVM langs een rijksweg in Nederland staat langs de A12 nabij Voorburg. Deze is sinds juli 2005 in gebruik. Op dat moment lag op de noordbaan DZOAB, en op de zuidbaan ZOAB. Sinds die tijd zijn er twee maatregelen genomen die invloed hebben gehad op de geluidmetingen. Als eerste is in november 2005 een trajectcontrole ingesteld, waarbij de maximumsnelheid tot 80 km/u is teruggebracht. Ten tweede is in september 2007 in beide richtingen het wegdek vernieuwd met een DZOAB-deklaag.

(a)



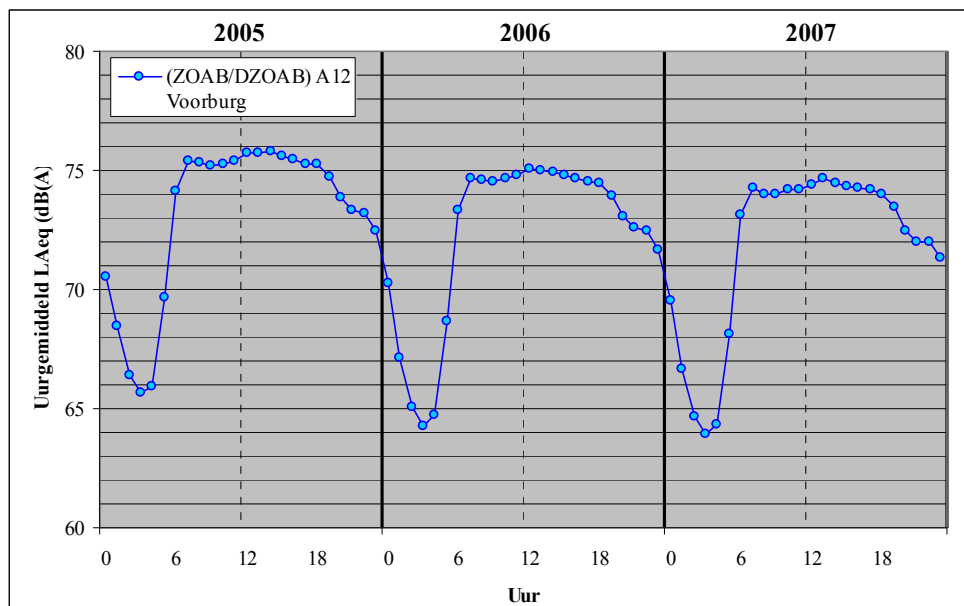
(b)



De microfoon(Larson-Davis 870) zoals die op het portaal gemonteerd is (a) en het portaal over de A12 bij Voorburg (b)

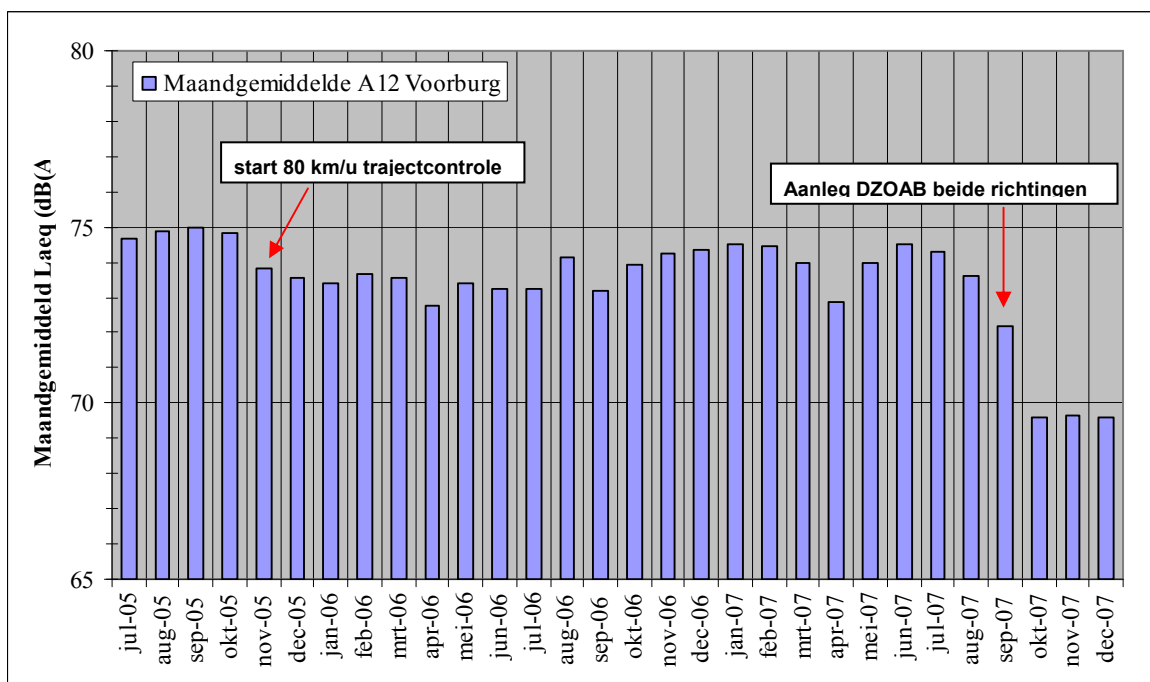
2.3.2 Meetresultaten 2005-2007

Figuur 2.3 laat het jaargemiddelde 24-uursverloop van het geluidniveau zien voor de periode 2005-2007. Merk op dat voor 2005 het feitelijk een halfjaargemiddelde is, aangezien sinds juli 2005 op deze plek gemeten wordt.



Figuur 2.3 Rijksweg A12-Voorburg. Jaargemiddelde 24-uursverdelingen van het LAeq voor 2005-2007; de grafiek toont voor elk jaar een gemiddelde 24-uursverdeling.

De jaargemiddelden laten een daling van het geluidniveau zien van ongeveer 1 dB(A) per jaar. Deze dalingen worden veroorzaakt door enerzijds het instellen van de trajectcontrole met de daarbij horende snelheidsverlaging in november 2005, en anderzijds het vervangen van het wegdek door DZOAB in september 2007. De invloed van deze maatregelen is beter te zien als het maandgemiddelde van het equivalente geluidniveau wordt uitgezet. Deze maandgemiddelden zijn te zien in Figuur 2.4.

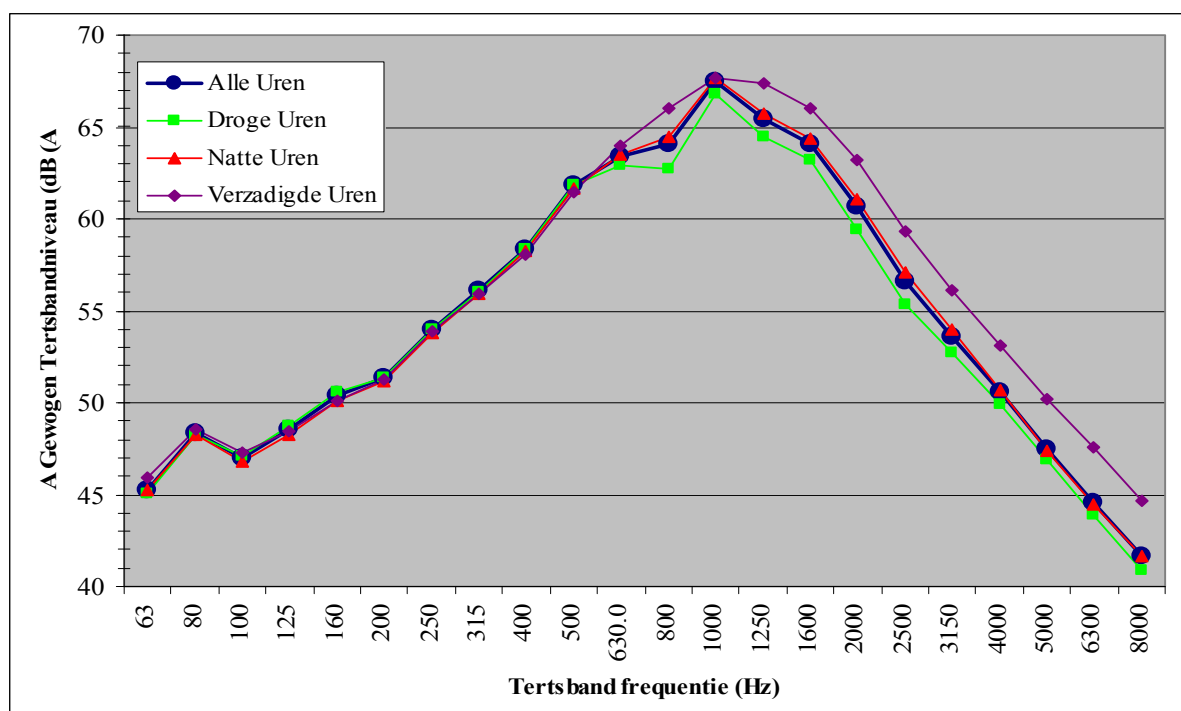


Figuur 2.4 Verloop van het maandgemiddelde LAeq voor de periode jul 2005–dec 2007; uurwaarden van het LAeq voorafgaand aan middeling gecorrigeerd voor temperatuursinvloed volgens $C_t = -0,1(T-10)$ voor $T > 10$ °C en $C_t = 0$ voor $T < 10$ °C.

De snelheidsverlaging van 1 november 2005 had aanvankelijk een reductie van circa 2 dB tot gevolg [4], maar blijkt in 2006 geleidelijk wat te zijn afgenomen. Het effect van de vernieuwing van het asfalt in september 2007 heeft een duidelijke afname met ongeveer 4 dB veroorzaakt. Ervan uitgaande dat het wegdek daarvoor al enige reductie had ten opzichte van het normale DAB, lijkt het wegdek momenteel als ‘stil asfalt’ uitstekend te voldoen.

2.3.3 Beoordeling

Invloed van neerslag op geluidniveaus



Figuur 2.5 Invloed van de neerslag op het spectrum gemeten bij de A12 Voorburg in 2007.

In de Geluidmonitor 2006 is beschreven hoe neerslag van invloed is op de geluidemissie voor de A12-West Amsterdam. Daaruit bleek dat neerslag een zichtbaar verhogende invloed op de geluidemissie van het wegdek heeft. Dit effect is ook te zien bij de metingen bij de A12 in Voorburg, zoals weergegeven in Figuur 2.5. Hierin is een aantal spectra weergegeven voor verschillende situaties:

- alle uren uit de meetreeks.
- droge uren uit de meetreeks. Dit betreft de uren waarvoor geldt dat in de voorafgaande 48 uren minder dan 1 mm neerslag is gevallen.
- ‘natte uren’ uit de meetreeks. Dit betreft de uren waarvoor geldt dat in de voorafgaande 48 uren meer dan 1 mm neerslag is gevallen.
- ‘verzadigde uren’ uit de meetreeks. Dit betreft de uren waarvoor geldt dat in de voorafgaande twaalf uren meer dan 8 mm neerslag is gevallen.

Het blijkt dat het wegdek in de natte uren een hogere geluidemissie heeft. De hoogste geluidemissies treden op in de eerste uren na forse regenbuien (verzadigde uren). Figuur 2.8 laat zien dat deze toename van de geluidemissie zich voordoet in het deel van het spectrum boven 630 Hz. Een verklaring is

mogelijk dat de regen de poreuze holten van het DZOAB opvult, waardoor het akoestisch absorberend vermogen afneemt. Dit effect wordt mogelijk versterkt door ophoping van slib en/of rubber, waardoor de drainagecapaciteit van het wegdek kan afnemen, hetgeen ook de relatief lange 'droogtijd' zou kunnen verklaren. Dit geeft aan dat de invloed van neerslag in samenhang met de drainage-eigenschappen belangrijke factoren zijn bij een effectief ontwerp van stille poreuze wegdekken.

In Tabel 2.5 zijn de A-gewogen totaalniveaus voor de verschillende situaties weergegeven. Ten opzichte van de 'droge uren', die als uitgangspunt gelden bij de bepaling van geluidemissies volgens het Reken- en Meetvoorschrift RMW2002 [1], is in bijna 50% van de tijd sprake van een 'nat' wegdek waarin de emissie 1,2 dB hoger is. In de 'verzadigde' uren (circa 4% van de tijd) is er een verhoging van 2,5 dB(A) ten opzichte van de gemiddelde voertuiggeluidemissie in de droge situatie.

Tabel 2.5 Gemiddelde LAeq uurwaarden gemeten in 2007 A12 Voorburg voor verschillende situaties.

	Droge uren	Alle uren	Natte uren*	Verzadigde uren**
Gemiddeld LAeq 24 uur	72,6	73,4	73,8	75,1
Toename in decibel	-0,8	-	0,4	1,7
Van toepassing	47%	100%	48%	5%

* in laatste 48 uren meer dan 1 mm neerslag

** in laatste twaalf uren meer dan 8 mm neerslag

Resultaten Close Proximity-metingen

Om meer inzicht te verkrijgen in de mate waarin de geluidemissie van de A12 na de aanleg van het DZOAB-wegdek is afgenomen, heeft het RIVM in augustus 2007, december 2007 en april 2008 een aantal aanvullende metingen volgens de CPX-methode laten uitvoeren door akoestisch bureau M+P. Omdat de nieuwe DZOAB-deklaag in september 2007 is aangelegd, geven deze metingen aan wat het directe effect is op de geluidemissie na aanleg van een stille deklaag. Tevens bleek uit de voorgaande metingen dat de geluidemissie van poreuze wegdekken gevoelig is voor neerslag, zijn de metingen zowel bij droog wegdek (ten minste 48 uur geen neerslag) als bij nat wegdek verricht. [6] De belangrijkste resultaten uit het onderzoek van M+P zijn gegeven in Tabel 2.6 voor de CPXcars, en in Tabel 2.6 voor de CPXtrucks. Ter vergelijking zijn in Tabel 2.6 tevens de CPX-waarden, zoals in 2003 zijn gemeten op de A2 ter plaatse van de meetpost bij Breukelen (zie paragraaf 2.1) weergegeven. [10] In Tabel 2.6 zijn de verschillende deklagen met kleuren aangegeven. De metingen van de A2 zijn bij DAB verricht, aangegeven met oranje. Bij de A12 is in september 2007 in beide richtingen DZOAB aangelegd (groen). Daarvoor had het gedeelte richting Den Haag reeds een DZOAB-deklaag, en de richting Utrecht had een ZOAB-deklaag (geel).

Tabel 2.6 Resultaten van CPXcars-metingen uitgevoerd door M+P in 2007 en 2008 [6] bij een snelheid van 80 km/u. CPX-metingen uitgevoerd bij droog (22-04-2008) en nat (03-12-2007) wegdek op de buitenste twee rijstroken van de rijbanen. Ter vergelijking zijn ook de CPXcars-waarden op de A2 uit 2003 weergegeven. [7]

CPXcars	Resultaten droog wegdek [dB(A)]				Resultaten nat wegdek [dB(A)]			
	1 HR R 3 R- R	1 HR R 2 R- R	1 HR L 2 R- L	1 HR L 3 R- L	1 HR R 3 R- R	1 HR R 2 R- R	1 HR L 2 R- L	1 HR L 3 R- L
A12 oude deklaag	96,0	98,2	95,2	95,5	-	-	-	
A12 nieuw (DZOAB)	93,4	93,5	93,7	94,3	94,3	94,5	94,5	94,7
A2 Breukelen 2003 (DAB)	99,6	99,2	98,6	99,5	-	-	-	-
Verschil A12 oud – A2	5,6	5,6	3,1	3,2				
Verschil A12 nieuw – A2	6,1	5,8	4,9	5,2	5,1	4,9	4,1	4,8
Verschil A12 oud – A12 nieuw	2,6	4,7	1,5	1,2				

Tabel 2.7 Resultaten van CPXtrucks-metingen uitgevoerd door M+P in 2007 [6] bij een snelheid van 80 km/u. Ter vergelijking zijn ook de CPXtrucks-waarden op de A2 uit 2003 weergegeven. [7]

CPXtrucks	Resultaten droog wegdek [dB(A)]				Resultaten nat wegdek [dB(A)]			
	1 HR R 3 R- R	1 HR R 2 R- R	1 HR L 2 R- L	1 HR L 3 R- L	1 HR R 3 R- R	1 HR R 2 R- R	1 HR L 2 R- L	1 HR L 3 R- L
A12 oude deklaag	97,1	98,4	96,5	96,2	-	-	-	
A12 nieuw (DZOAB)	96,1	96,5	96,7	96,6	97,3	97,5	97,1	97,6
A2 Breukelen 2003 (DAB)	100,3	99,8	99,2	100,3	-	-	-	-
Verschil A12 oud – A2	3,2	1,4	2,7	4,1				
Verschil A12 nieuw – A2	4,2	3,3	2,5	3,7	3,0	2,3	2,1	2,7
Verschil A12 oud – A12 nieuw	1,0	1,9	0,2	0,4				

Tabel 2.8 Verschillen in CPX-waarden bij droog en nat wegdek gemeten in 2007 op de A12 bij Voorburg. CPX-waarden gemeten bij 80 km/u.

			Verschil droog wegdek - nat wegdek [dB(A)]			
		Rijstrook->	1 HR R 3 R- R	1 HR R 2 R- R	1 HR R 2 R- L	1 HR R 3 R- L
A12-Noordbaan	DZOAB	CPXcars	0,9	1,0	0,8	0,4
A12-Noordbaan	DZOAB	CPXtrucks	1,2	1,0	0,4	1,0

Uit Tabel 2.6 blijkt dat de CPX-waarden gemeten op de A12 met vernieuwd DZOAB voor lichte voertuigen ongeveer 5 tot 6 dB lager liggen dan die op de A2. Aangezien de CPX-meting bij de A2

eerder heeft aangetoond 1 dB minder reductie te geven dan standaard DAB, zijn deze reducties in goede overeenstemming met de reducties (4 à 5 dB) die voor DZOAB in het Reken- en Meetvoorschrift worden aangehouden. Het wegdek op de A12 biedt daarmee op dit moment een goede geluidreductie ten opzichte van DAB. Voor vrachtauto's is het verschil tussen de 2,5 en 4 dB. Dus voor de zware voertuigen lijkt het DZOAB minder geluidreducerend effect te hebben ten opzichte van DAB.

Vergelijking van Tabel 2.5 en Tabel 2.8 laat zien dat de verschillen tussen droog en nat wegdek volgens de vaste meetpost redelijk overeenkomen met de CPX-metingen. De verschillen in geluidemissie tussen droog en nat wegdek blijven beperkt tot circa 1,0 dB in tegenstelling tot verschillen die in 2006 op de A10-West zijn geconstateerd. [5] Dit duidt erop dat de afwatering van wegdek op de A12 momenteel goed functioneert.

2.4 Provinciale Weg N256 Noord-Beveland

2.4.1 Situatie

In augustus 2004 is een monitorlocatie in gebruik genomen langs de N256 op Noord-Beveland in de provincie Zeeland.



De RIVM-meetlocatie langs de N256 op Noord-Beveland

Op deze locatie zijn niet alleen telgegevens beschikbaar, maar kunnen bij elke passage ook het type voertuig en de rijksnelheid worden geregistreerd. Dit maakt bij het monitoren van de geluidemissies van de voertuigen een nader onderscheid mogelijk in de verschillende voertuigcategorieën. Bij de locaties langs de A2, de A10 en de A12 is een dergelijk onderscheid weliswaar mogelijk via regressieanalyse met behulp van de verkeersgegevens, maar deze methode bevat een relatief grote onzekerheid. Hierdoor zijn kleine veranderingen in de onderlinge geluidemissies moeilijker te monitoren. Bij de opstelling langs de N256 is het mogelijk om in de relatief rustige nachtperiode van 02.00 tot 04.00 uur,

het type voertuig, de rijnsnelheid en de bijbehorende geluidemissie te registreren. In deze periode passeren de voertuigen de meetpost op grote afstand van elkaar.

Het wegdek ter plaatse bestaat uit twee rijstroken met DAB 0-16. De microfoon bevindt zich op 4 m hoogte ten opzichte van het maaiveld en op 7,5 m uit de hartlijn, ten westen van de weg. In Bijlage 1 wordt een overzicht van de locatie gegeven. Daarnaast is op de website van het RIVM (<http://www.rivm.nl/milieukwaliteit/geluid/>), aanvullende informatie te vinden.

2.4.2 Meetresultaten 2007

De resultaten op deze locatie worden hier alleen gegeven van de metingen waarvan het meetresultaat eenduidig aan één voertuigpassage kon worden gekoppeld. Dit betreft de passages waarbij slechts één voertuig aan de meting bijdraagt. Dit is alleen het geval wanneer voertuigen op voldoende onderlinge afstand rijden. Uit de analyse van de metingen kwam naar voren dat over de volle etmaalperiode alleen in de nachtelijke uren van 02.00 tot 04.00 uur de voertuigen op voldoende onderlinge afstand rijden. Als ondergrens wordt daarbij een separatietijd van 30 seconden aangehouden (ruim 650 m bij 80 km/u). Alleen voertuigpassages binnen deze uren met een tijdseparatie van meer dan 30 seconden zijn in de analyse gebruikt.

In Tabel 2.9 zijn de gemiddelde bronvermogens van de verschillende voertuigcategorieën weergegeven voor de jaren 2004 tot en met 2007. Deze vermogens gelden bij de referentiesnelheid, dat wil zeggen 80 km/u voor lichte voertuigen, en 70 km/u voor de middelzware en zware vrachtauto's. In de kolom is tevens het verschil ten opzichte van de waarden volgens RMW 2002 weergegeven.

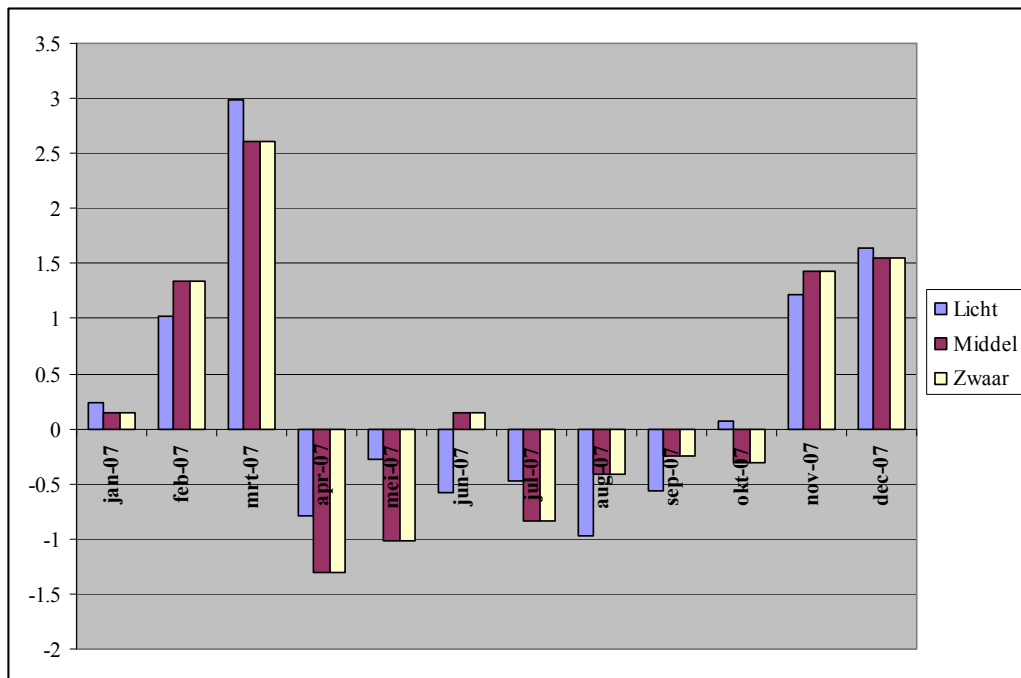
Tabel 2.9 Trend in de geluidemissies L_w over 2004-2007 op de N256 bij Colijnsplaat. Alle gemeten niveaus gelden voor de periode van 2 tot 4 uur 's nachts.

	2004	2005	2006	2007	<i>Verskil 2007-2006</i>	<i>Gemeten2007 - RMW2002</i>
<i>Licht</i>	106,0	105,8	105,6	105,3	-0,3	2,9
<i>Middel</i>	109,4	109,1	108,6	108,5	-0,1	2,3
<i>Zwaar</i>	111,4	111,4	110,8	111,2	+0,4	2,2

$$L_w = SEL * (V_{ref}) + 33$$

Bij de lichte voertuigen lijkt sprake van een neerwaartse tendens in de bronvermogens. Jaarlijks nemen deze met 0,2 tot 0,3 dB af. Ook bij de middelzware voertuigen valt een kleine jaarlijkse afname op. Gezien de geringe grootte van de afname en de meetonzekerheden is het nog te vroeg om harde conclusies hieruit te trekken.

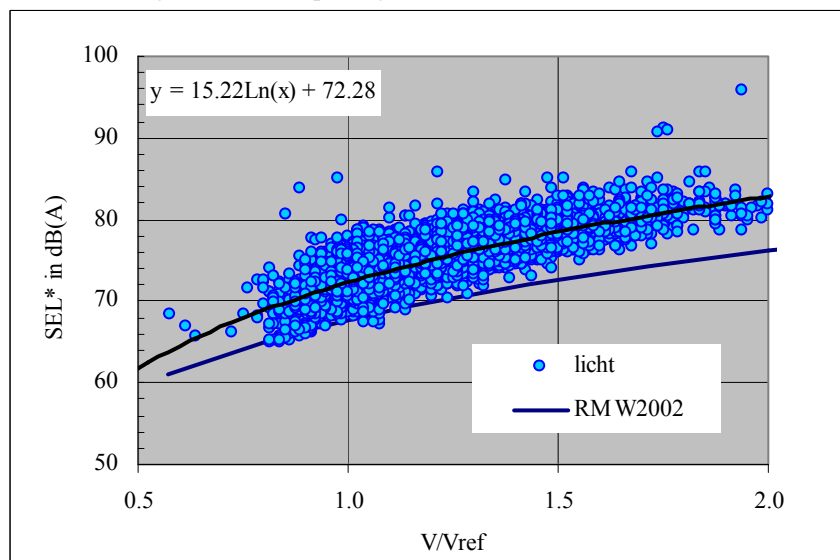
De seizoensinvloed ten opzichte van de gemiddelde jaarwaarde uit Tabel 2.9 is weergegeven in Figuur 2.6. Het omslagpunt ligt nabij april en oktober. In de zomer liggen de bronvermogens lager.



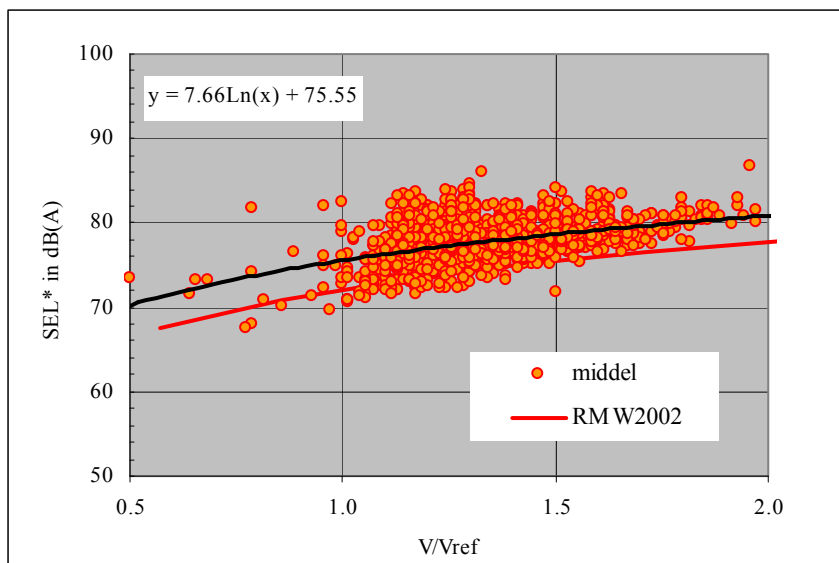
Figuur 2.6 Seizoensinvloed ten opzichte van het jaargemiddelde geluidvermoggenniveau (Lw dB(A)) uit Tabel 2.9.

Snelheidsinvloed

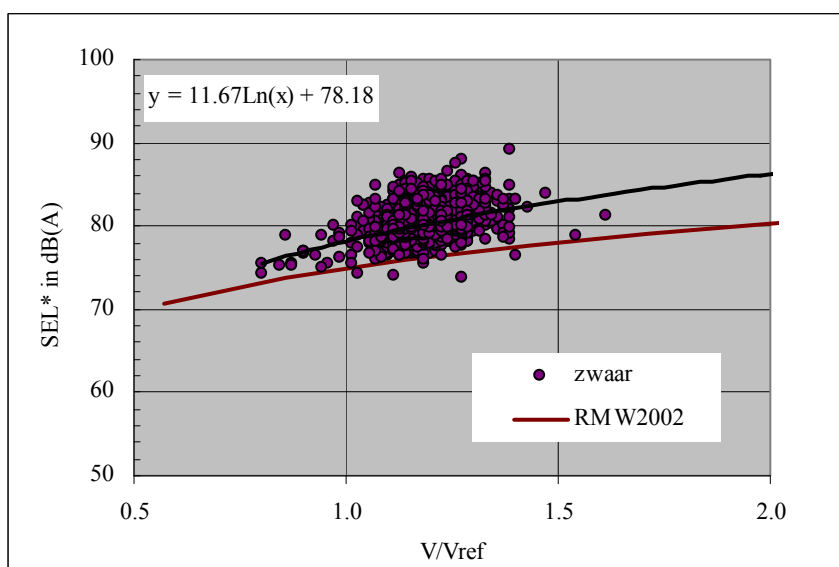
In Figuur 2.7 tot en met Figuur 2.9 zijn scatterdiagrammen opgenomen voor lichte, middelzware en zware voertuigen, voor alle passages tussen 02.00 en 04.00 uur.



Figuur 2.7 Genormeerde SEL-waarden gemeten aan lichte voertuigen tussen 02.00 en 04.00 uur in 2007, uitgezet tegen de relatieve rijnsnelheid; Vref = 80 km/u.



Figuur 2.8 Genormeerde SEL-waarden gemeten aan middelzware vrachtauto's tussen 02.00 en 04.00 uur in 2007, uitgezet tegen de relatieve rijsnelheid; $V_{ref} = 80$ km/u.



Figuur 2.9 Genormeerde SEL-waarden gemeten aan zware vrachtauto's tussen 02.00 en 04.00 uur in 2007, uitgezet tegen de relatieve rijsnelheid; $V_{ref}=80$ km/u.

2.4.3 Beoordeling

Net als in voorgaande jaren is er ook in 2007 een geringe afname gemeten in de bronvermogens voor lichte en middelzware voertuigen. Het gaat om 0,2 tot 0,3 dB per jaar. Bij het zware verkeer is het bronvermogen na een kleine terugval in 2006 nu weer op het niveau van 2004 en 2005.

Of hier echt sprake is van een trend naar stiller verkeer is moeilijk te zeggen. De onzekerheid in het meetresultaat ligt in dezelfde orde. Bovendien is onduidelijk in hoeverre het verkeer op de N256 representatief is voor het landelijke beeld.

2.5 Steekproef SPB-metingen Utrecht

2.5.1 Meetmethode en locatie

In de Geluidmonitor 2005 [8] is voor het eerst een steekproef van geluidmetingen aan motorvoertuigen opgenomen. Daarbij is in meer detail bekeken of er bepaalde types motorvoertuigen zijn die een hogere geluidemissie hebben dan andere types. Voor de Geluidmonitor 2007 is deze steekproef herhaald op dezelfde locatie: de Amsterdamsestraatweg te Utrecht.

De meetmethode bij deze steekproef is gebaseerd op de SPB-methode, waarbij om praktische redenen wordt afgeweken van de standaard meetafstand van 7,5 m en hoogte van 5 m. Bij de meting, vanaf een statief achterop een langs de straat geparkeerde wagen, is het maximale geluidniveau L_{Amax} in de meterstand 'fast' geregistreerd en werden ook de tertsbandspectra opgeslagen. Met behulp van het kenteken zijn merk en type voertuig via de RDW-database op internet opgevraagd. Er is een indeling gemaakt van de bronvermogens per categorie met betrekking tot:

- het A-gewogen bronvermogen;
- het laagfrequente, ongewogen bronvermogen in de tertsbanden van 20 tot en met 100 Hertz.

In totaal zijn 11 bussen, 11 vrachtauto's, 4 SUV's, 62 personenauto's, 4 wagens met sportuitlaat en 26 personenbusjes gemeten. De snelheid van de auto's is niet geregistreerd, maar wordt op 30 tot 40 km/u geschat. De meting vond plaats op 9 oktober 2008, bij 15°C en droog weer. De resultaten zijn weergegeven in Bijlage 9.

2.5.2 Beoordeling

Net als in Geluidmonitor 2005 is de variatie in laagfrequente emissie veel groter dan die in A-gewogen emissieniveaus. Deze laagfrequente niveaus hangen vooral samen met het type motor; dieselmotoren produceren duidelijk meer laagfrequent geluid dan benzinemotoren. Opvallend is dat de spreiding in laagfrequent geluid ook groot is binnen voertuigen van één type: zo blijken de zes stadsbussen (Van Hool AG 300) in het A-gewogen niveau minder dan 2 dB(A) spreiding te hebben, tegen 5 dB in het laagfrequente geluid. Mogelijk trekken sommige bussen op terwijl andere met constante snelheid voorbijrijden.

Bij de personenauto's blijkt het geluidvermogen van SUV's gemiddeld ruim 6 dB(A) hoger te zijn dan van reguliere personenauto's. Laagfrequent wijken deze SUV's overigens niet af. Bij de auto's met sportuitlaat is het verschil ten opzichte van normale auto's veel geringer. Bij circa 100 Hz hadden twee van de vier wagens met sportuitlaat een flinke piek in het geluidspectrum. Hierbij moet worden opgemerkt dat het slechts om vier SUV's en eveneens vier auto's met sportuitlaat gaat, zodat algemene conclusies ten aanzien van zulke wagens niet aan de orde zijn.

3 Railverkeersgeluid

3.1 Meetposten ProRail

Net als vorig jaar maakt deze Geluidmonitor gebruik van de geluidmeetposten van ProRail. Deze meetposten staan sinds 2006 op verschillende vaste en tijdelijke locaties langs het spoor. In 2007 betreft het metingen op de vaste locaties Bussum (spoorlijn Utrecht-Weesp), Willemsdorp (Dordrecht-Breda) en Esch (Den Bosch-Eindhoven). Verder staat een mobiele meetpost op de tijdelijke locatie Hakkelaarsbrug (Weesp-Almere). Deze meetlocaties zijn weergegeven in Figuur 3.1



Figuur 3.1 Meetlocaties van ProRail uit het IPG-programma.

Voor een gedetailleerde beschrijving van de meetposten wordt verwezen naar rapportages van het Kenniscentrum Spoorgeluid. [9-10-11]

Het RIVM heeft zelf van 2001 tot 2005 het railverkeersgeluid gemonitord op twee locaties. Op de locatie Breukelen (spoorlijn Utrecht-Amsterdam) werd een over alle categorieën gemiddelde, genormeerde geluidemissie, E* (zie Bijlage 6) van het materieel bepaald van ongeveer 65 dB(A). Dit is in goede overeenstemming met de gemiddelde geluidemissie uit het akoestisch spoorboekje (Aswin). De metingen op de locatie bij Breukelen zijn beëindigd nadat in 2006 aan beide zijden van het spoor ter plaatse een geluidscherm is geplaatst.

3.2 Resultaten

De meetgegevens zijn door ProRail ter beschikking gesteld aan het RIVM. Het gaat in deze Geluidmonitor om data van de genoemde locaties voor de maanden mei en juni 2007. De data zijn vervolgens gefilterd op: droog weer, windsnelheid kleiner dan 8 m/s en treinen die niet optrekken of afremmen. Voor iedere passage is het genormeerde emissiegetal E^* berekend (geluidemissie bij 1 bak/uur, zie Bijlage 6). Deze genormeerde geluidemissie is gecorrigeerd voor railruwheid zoals bepaald voor iedere locatie (behalve Hakkelaarsbrug) in december 2006 en vervolgens rekenkundig gemiddeld per categorie. De gemeten waarden zijn vergeleken met de geluidemissies ontleend aan het akoestisch spoorboekje (Aswin peiljaar 2006). In deze vergelijking is niet gekeken naar de categorieën 4 (CARGO) en 9 (Thalys/ICE). Voor deze categorieën geeft de webapplicatie onvoldoende mogelijkheid om het materieel met voldoende zekerheid te identificeren. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3.1 en Figuur 3.2.

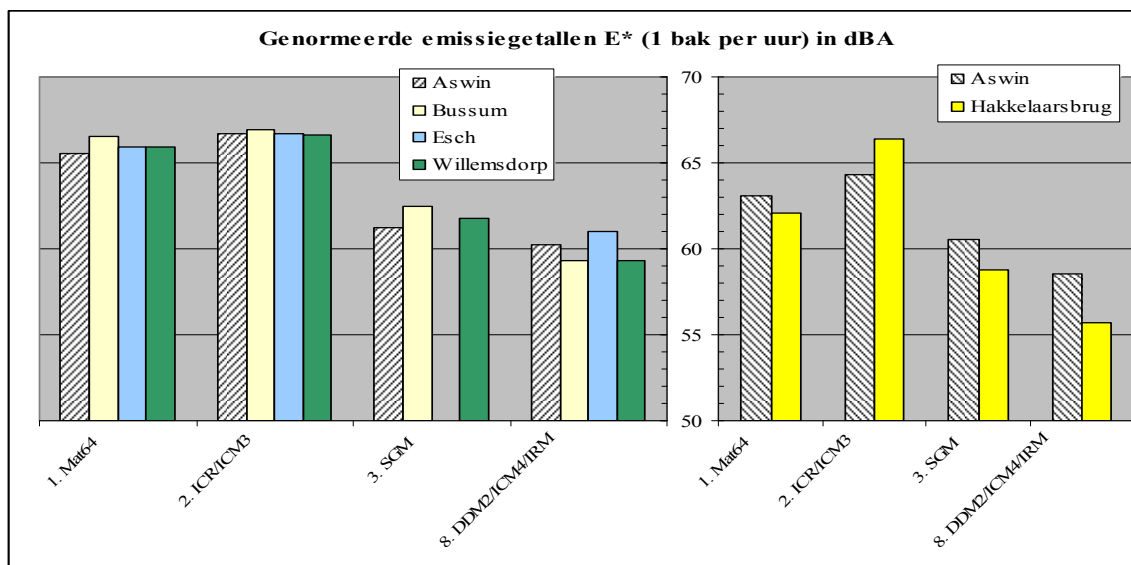
Tabel 3.1 Genormeerde emissiegetallen uit Aswin en gemeten verschillen (meting min berekening) op de meetlocaties. Periode: 5 jan 2007 tot en met 30 jun 2007 voor de locaties Hakkelaarsbrug (Hb), Bussum (Bs), Esch (Es) en Willemsdorp (Wd).

Cat*	E*Aswin		Zonder correctie voor railruwheid			Na correctie voor railruwheid				
	Hb	Bs, Es, Wd	Bs	Es	Wd	Hb	Bs	Es	Wd	Hb**
1	63,1	65,5	0,4	-0,2	-0,3	-1,0	1,0	0,4	0,3	-
2	64,3	66,7	-0,1	-0,3	-0,5	2,0	0,3	0,1	0,0	-
3	60,5	61,3	-1,1	-	-	-	1,2	-	0,6	-
8	58,6	60,3	-3,3	-1,4	-3,7	-2,9	-1,0	0,7	-0,9	-

*1. Mat64, 2. ICR/ICM3/DDM1, 3. SGM, 8. DDM2/ICM4/IRM, rijsnelheden 1/2/3/8 zijn 140/140/120/140 km/u, behalve bij Hb waar 110 km/u gereden wordt in al deze categorieën.

** Van Hakkelaarsbrug zijn geen railruwheidsgegevens beschikbaar.

Nadere gegevens over de railruwheidscorrectie op de verschillende sporen bij de locaties zijn te vinden in Bijlage 7.



Figuur 3.2 Vergelijking van genormeerde emissiegetallen (E^* bij 1 bak per uur) volgens Aswin- en de geluidmeetposten (Es, Bs en Wd gecorrigeerd voor railruwheid).

3.3 Oorzaken

De verschillen tussen de metingen en de met Aswin berekende waarden hebben drie oorzaken:

- De plaatselijke railruwheid. De geluidmetingen zijn hiervoor gecorrigeerd op de locaties (uitgezonderd Hakkelaarsbrug). ProRail slijpt de sporen als de ruwheid te hoog is geworden.
- De werkelijk gereden snelheid. De snelheden die Aswin opgeeft voor deze locaties worden op deze locaties vaak niet gehaald. Gemiddeld is hier zo'n 5 tot 20 km/u langzamer gereden in deze periode, bijvoorbeeld vanwege drukte, bij onregelde dienstregelingen en tijdelijke snelheidsbeperkingen. Dit leidt tot een lagere emissie, variërend van -0,2 tot -1,5 dB bij de verschillende locaties en baanvakken. Een uitschieter van -3,7 dB wordt gevonden bij categorie 1 te Hakkelaarsbrug. Dit type trein reed daar gemiddeld slechts 77 km/u waar Aswin 110 km/u geeft.
- Materieelafhankelijke afwijkingen (bijvoorbeeld variatie in wielruwheid). Deze afwijkingen kunnen worden opgespoord in een grafiek waarin het passageniveau (gecorrigeerd voor de plaatselijke ruwheid) tegen de snelheid wordt uitgezet. Dit is gedaan in Bijlage 8. Opvallende verschillen worden gesignaleerd bij categorie 1 (iets luider dan het Reken- en Meetvoorschrift) en categorie 3 en 8 (iets stiller, vooral bij lagere snelheden). Variaties van enkele decibellen tussen de seizoenen en jaren zijn overigens niet uitzonderlijk. [11]

3.4 Resumé

Uit Tabel 3.1 en Figuur 3.2 blijkt dat de gemeten emissie na correctie voor de plaatselijke railruwheid overwegend overeenstemt met de met Aswin berekende waarden voor die locaties. Deze conclusie werd ook al in Geluidmonitor 2006 getrokken. In sommige gevallen ligt de gemeten emissie wat lager dan de emissies volgens Aswin, meestal vanwege lagere snelheden dan die Aswin opgeeft.

Het materieel uit categorie 1 (Mat64) is blijkens Bijlage 8 ongeveer 2 tot 3 dB luider dan volgens het Reken- en Meetvoorschrift, maar dit wordt grotendeels gecompenseerd door de lagere snelheid op de meetlocaties. Het materieel uit categorie 3 en 8 is bij snelheden onder 100 km/u juist iets stiller dan volgens het Reken- en Meetvoorschrift.

4 Conclusies

Wegverkeer

- De metingen langs de A10-West Amsterdam in 2007 laten een toename van 1 dB zien ten opzichte van de metingen in 2006, wat contrasteert met de geconcludeerde afname in 2006.
- Deze toename is waarschijnlijk veroorzaakt door veroudering van het asfalt, en het effect door de snelheidsverlaging van november 2005 was slechts eenmalig.
- Bij de A12 Voorburg zijn in de periode van juli 2005 tot december 2007 twee maatregelen genomen die een geluidreductie hebben veroorzaakt, namelijk een snelheidsverlaging in november 2005 en het aanleggen van een DZOAB-wegdek in september 2007.
- Het aanleggen van het DZOAB-wegdek heeft een aanzienlijke daling van het geluidniveau veroorzaakt, en aanvullende CPX-metingen hebben aangetoond dat de gemeten reductie overeenkomt met de reductie voor DZOAB die wordt gehanteerd door het Reken- en Meetvoorschrift.

IPG-metresultaten railverkeer

- De verschillen tussen de geluidemissies zoals in 2007 gemeten op de locaties Bussum, Esch, Willemsdorp en Hakkelaarsbrug en de geluidemissies uit het Nederlandse Reken- en Meetvoorschrift zijn beperkt tot maximaal circa 2 dB(A).
- In de meeste gevallen liggen de gemeten emissies wat lager dan de emissies volgens Aswin, maar na correctie voor de plaatselijke railruwheid is de overeenstemming er overwegend wel.

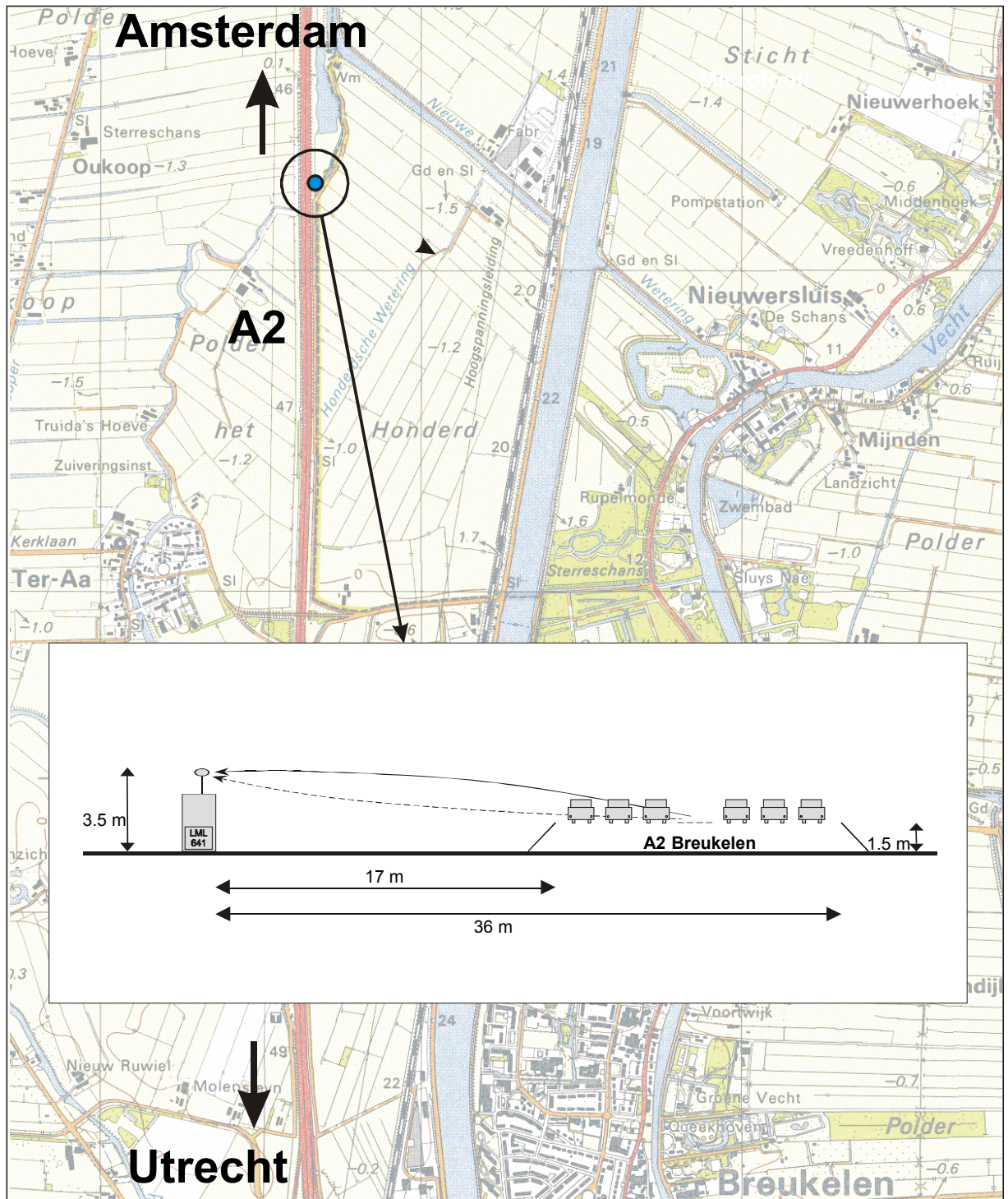
Verdere verschillen van de metingen met Aswinberekeningen worden veroorzaakt doordat de snelheid die het Aswinmodel gebruikt voor de modelberekeningen, over het algemeen niet in het echt gereden worden op de meetlocaties.

Literatuur

1. Ministerie van VROM, Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaaï 2002, Den Haag: Staatsuitgeverij.
2. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Programmaplan Innovatie Programma Geluid, <http://www.innovatieprogrammangeluid.nl/data/files/algemeen/programmaplan%202002-2005.pdf>, Den Haag: 2002.
3. Ministerie van VROM, Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaï 1996. Publicatiereeks Verstoring nr. 14. Den Haag; 1997.
4. Jabben J, Geluidsonderzoek op vier trajectcontrole locaties, RIVM-rapport nr. 680350001. RIVM, Bilthoven: RIVM 2007
5. M+P raadgevende ingenieurs, Geluidmetingen A10W Amsterdam, rapport M+P.RIVM.07.01.1. Vught: 2007.
6. M+P raadgevende ingenieurs, Geluidmetingen A2 ter hoogte van Breukelen, rapport M+P.RIVM.04.1.1. Vught: 2004.
7. Jabben J, Potma CJM, Du Pon B. Geluidmonitor 2006, RIVM-rapport nr 680300004. Bilthoven: RIVM; 2007.
8. Jabben J, Potma CJM. Geluidmonitor 2005, RIVM-rapport nr 680300001. Bilthoven: RIVM; 2006
9. dB-Vision, Monitoring IPG-projecten stil materieel Onderdeel 1 van project Analyse gegevens geluidmeetposten, rapport PRO020-01-10. Utrecht: 2006.
10. dB-Vision, Geluidemissie van de spoormaterieel categorieën Onderdeel 2 van project Analyse gegevens, rapport PRO020-01-16. Utrecht: 2007.
11. dB-Vision, Geluidemissie van de spoormaterieelcategorieën, rapport PRO020-01-16: Utrecht: 2007.

Bijlage 1 Meetlocaties

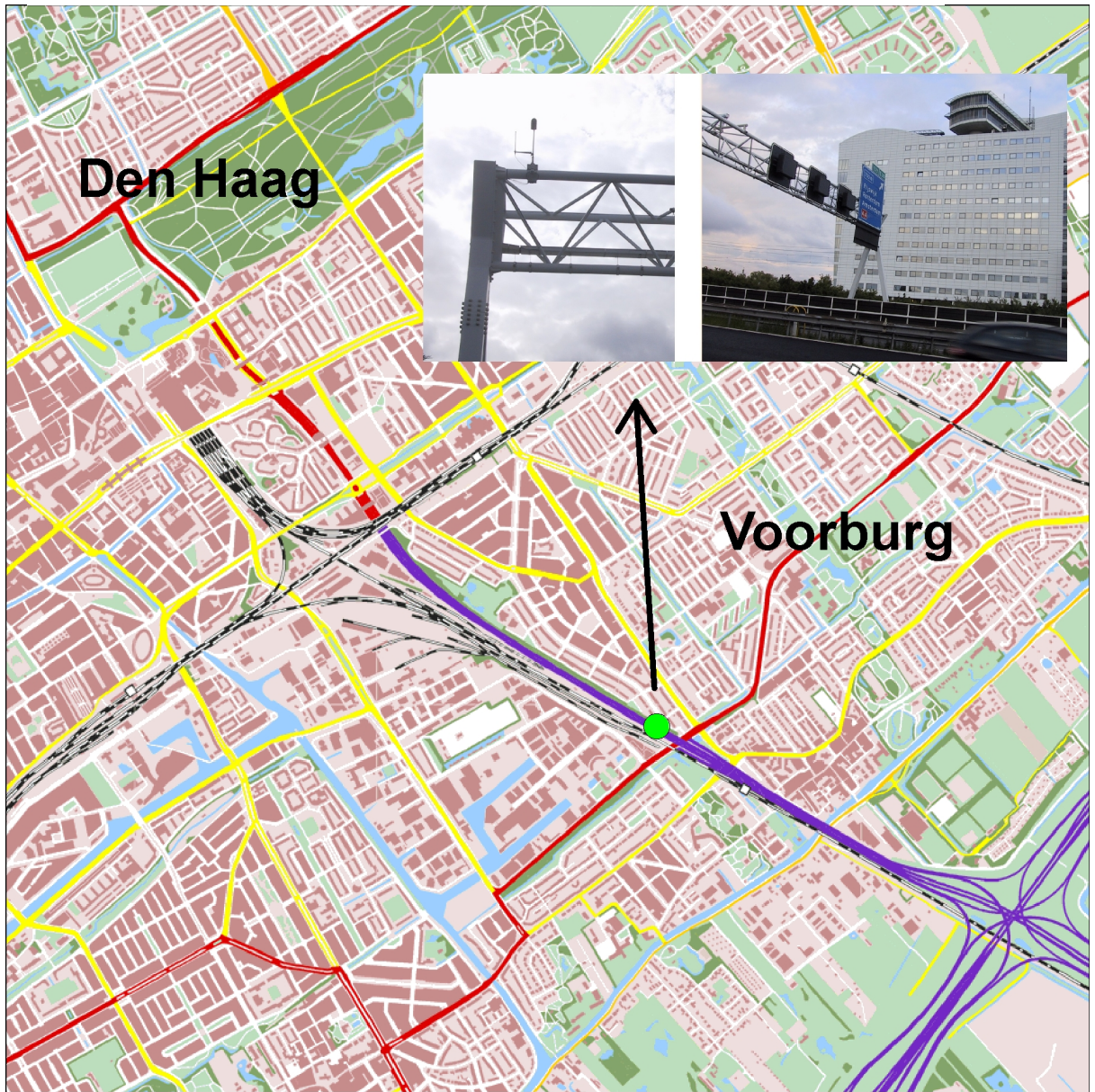
meetlocatie A2 Breukelen



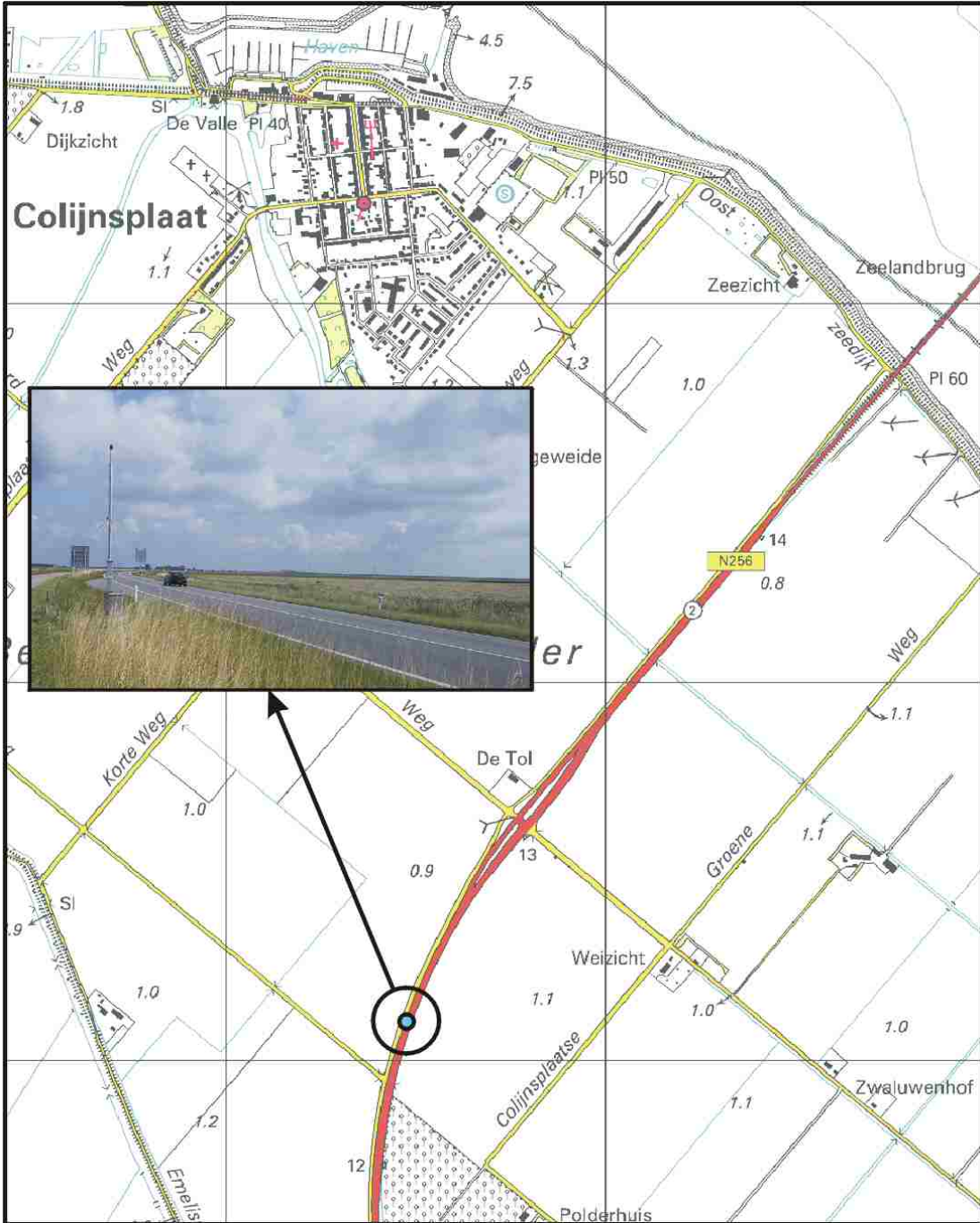
meetlocatie A10-West Amsterdam



meetlocatie A12 Voorburg

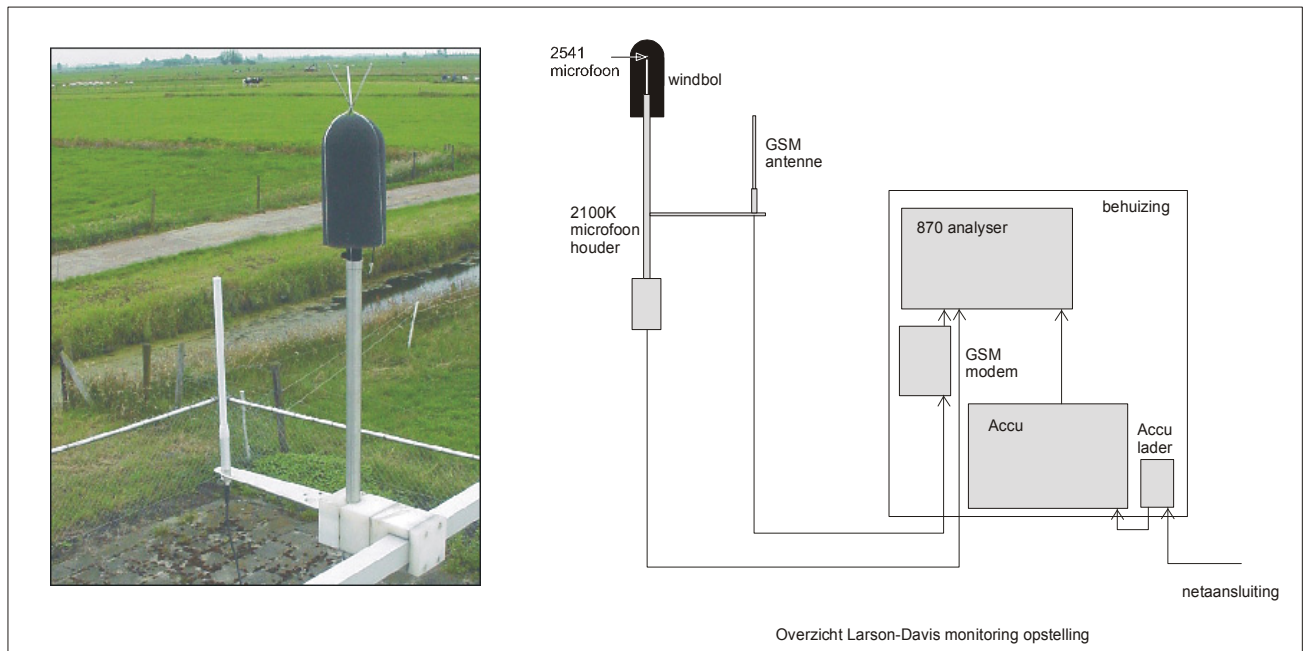


meetlocatie N256 Zeeland
(Noord-Beveland)



Bijlage 2 Beschrijving meetapparatuur

Figuur B2.1 Meetopstelling op de monitorlocaties.



De meetopstelling zoals die op de beschreven locaties wordt gebruikt is weergegeven in Figuur B2.1.

Een monitoropstelling op de meetlocaties bestaat uit de volgende delen:

- microfoonhouder, fabrikaat Larson-Davis, type 2100K;
- microfoon, fabrikaat Larson-Davis, type 2541;
- statistische analyser, fabrikaat Larson-Davis, type 870;
- gsm-modem met antenne;
- accu en acculader;
- behuizing.

De microfoonhouder is een type dat geschikt is voor opstelling in de buitenlucht. De microfoon zelf is voorzien van een regenkapje met ingebouwd verwarmingselement. De voorversterker is voorzien van een verwarmingselement om de versterker condensvrij te houden. De microfoon is voorzien van een windbol om windgeruis te dempen. De microfoonhouder heeft een ingebouwde voorversterker die het geluidssignaal versterkt. Het inwendige van de microfoon en de voorversterker wordt drooggehouden met silicagel-droogpatronen die om de drie maanden moeten worden vervangen. De statistische analyser meet het signaal van de microfoon en berekent de gewenste statistische parameters, onder meer het uurgemiddelde equivalente A-gewogen niveau L_{Aeq} . Op de meetlocaties langs het spoor Utrecht-Amsterdam en Volkel is de analyser ook ingesteld op het registreren van overschrijdingen van het momentane geluidniveau boven respectievelijk 70 dB(A) en 85 dB(A) drempelwaarden. Op deze locaties wordt bij elke overschrijding of 'event' het tijdstip, de tijdsduur, het maximaal opgetreden niveau $L_{A,max}$ en de SEL-waarde geregistreerd. De analyser slaat alle berekeningsresultaten op in een geheugen dat voldoende groot is om enkele maanden door te kunnen meten. Aan de analyser is een gsm-modem gekoppeld die is aangesloten op een antenne die aan de microfoon is bevestigd. De meetresultaten worden opgehaald door met een pc met standaardmodem

het gsm-modem op te bellen. Op deze pc is de NMS (Noise Monitoring System)-applicatie van Larson-Davis geïnstalleerd. Hiermee worden alle meetlocaties één keer per maand opgebeld. De meetresultaten worden dan opgehaald en in de NMS-database opgeslagen.

Bijlage 3 Gemeten indicatoren

Op alle locaties is op uurbasis het equivalente geluidniveau LA_{eq} , het achtergrondniveau L_{95} en de maximale geluidbelasting LA_{max} (allen in dB(A)) geregistreerd.

Het equivalente geluidniveau LA_{eq} in dB(A) is als volgt gedefinieerd:

$$LA_{eq}(T) = 10 \log \left(\frac{1}{T} \int_T I(t) dt \right) = 10 \log \left(\frac{1}{T} \int_T 10^{\frac{L_p(t)}{10}} dt \right) \quad (B3.1)$$

$I(t)$ is hierin de momentane waarde van de geluidsintensiteit (in eenheden van 10^{-12} Watt/m²), niet te verwarren met het geluidsdrukniveau $L_p(t)$, dat correspondeert met de waarnemingssterkte.

Geluidsintensiteit en geluidsdrukniveau hangen samen volgens

$L_p(t) = 10 \log I(t)$. Het momentane, A-gewogen geluidsdrukniveau $L_p(t)$ wordt steeds over perioden van 1 uur energetisch gemiddeld tot een equivalent geluidniveau.

- Het achtergrondniveau L_{95} is de 95% percentielwaarde, zijnde het niveau dat 95% van het uur wordt overschreden, eveneens A-gewogen;

- Het maximaal optredend geluidniveau LA_{max} is de hoogste waarde van geluidniveau gedurende het betreffende uur;

Op de meetlocatie langs het spoor tussen Utrecht en Amsterdam is naast de bovenstaande indicatoren tevens van elke treinpassage de SEL-waarde (Sound Event Level) geregistreerd. De SEL-waarde is een logaritmische maat voor de bij een treinpassage door de microfoon geregistreeerde geluidenergie en wordt gegeven door:

$$SEL = 10 \log \left(\int_{\text{passage}} I(t) dt \right) = 10 \log \left(\int_{\text{passage}} 10^{\frac{L_p(t)}{10}} dt \right) \quad (B3.2)$$

Bij de meetpost Volkel zijn, naast de op uurbasis gemeten equivalente geluidniveaus, de LA_{max} - en de SEL-niveaus tijdens de vliegtuigpassages gemeten. Alle geregistreeerde LA_{max} - en SEL-waarden zijn vervolgens gebruikt om de Ke -waarde respectievelijk de L_{den} -waarde voor zowel de maandelijkse als de voortschrijdende geluidbelasting te berekenen. Voor de geluidbelasting in Ke , de B_{65} geldt:

$$B_{65} = 20 \cdot \log \left(\sum_{i=1}^N nsf_i \cdot 10^{\frac{L_{max,i}}{15}} \right) - 157. \quad (B3.3)$$

Hierin is N het totale aantal registraties in de periode waarvoor de waarde wordt berekend. Bij de berekening van de maandwaarde is dit de desbetreffende maand; bij de berekening van de voortschrijdende waarde beslaat de periode de tijd vanaf het begin van het jaar tot en met de maand waarvoor de waarde wordt berekend. De nachtstrafactor (nsf) is de waarde waarmee de bijdrage van een event wordt vermenigvuldigd, afhankelijk van de tijd waarop het event geregistreerd is. Voor de geluidbelasting in L_{den} geldt:

$$L_{den} = 10 \cdot \log \left(\sum_{i=1}^N n s f_i \cdot 10^{\frac{SEL_i}{10}} \right) - 10 \cdot \log T. \quad (B3.4)$$

Hierbij is T de tijdsduur in seconden van de periode waarop de berekening betrekking heeft. Voor een periode van een maand is de term $10 \log T$ ongeveer gelijk aan 6,4; voor de periode van een jaar is deze term gelijk aan 75.

Het geluidvermogeniveau is een maat voor de sterkte van een geluidbron en wordt gedefinieerd als:

$$L_w = 10 \cdot \log \left(\frac{W}{W_o} \right). \quad (B3.5)$$

waarin W het akoestische vermogen in Watt en W_o de referentiewaarde gelijk aan 10^{-12} Watt.

Bijlage 4 Regressieanalyse meetgegevens wegverkeer

De beschikbaarheid van de telgegevens biedt de mogelijkheid om door middel van regressieanalyse de emissies per voertuig, per categorie te bepalen. Het statische onderscheid tussen de categorieën middelzwaar en zwaar vrachtverkeer is met deze regressiemethode echter niet goed te maken. De bronvermogens liggen relatief dicht bij elkaar, waardoor een grote onzekerheid in de verdeling van de geluidemissie tussen deze voertuigen ontstaat. Daarom is ervoor gekozen om deze twee categorieën samen te nemen.

De basis voor de regressieanalyse is een regressiemodel, waarin de gemiddelde intensiteit lineair afhangt van de geluidvermogens van de voertuigcategorieën:

$$Y_u = X_u(q_u, v_u)W \quad (B3.1)$$

met:

$$X_u(q_u, v_u) = \frac{1}{2} \left(\frac{q_u^R}{v_u^R} 10^{-\frac{D^R}{10}} + \frac{q_u^L}{v_u^L} 10^{-\frac{D^L}{10}} \right) \quad (B3.2)$$

waarin:

- u = uurindex
- Y_u := door het regressiemodel voorspelde waarde van de geluidsintensiteit
- W = het gemiddelde geluidvermogen in Watt over alle categorieën
- q_u^R = aantal voertuigpassages in het uur u ; richting Amsterdam
- q_u^L = aantal voertuigpassages in het uur u ; richting Utrecht
- v_u^R = gemiddelde rijsnelheid van voertuigen in uur u ; richting Amsterdam
- v_u^L = gemiddelde rijsnelheid van voertuigen in uur u ; richting Utrecht
- X_u = overdrachtsfactor afhankelijk van verkeersaanbod en rijsnelheden
- $D^{R/L}$ = verzwakking in dB(A) vanaf rijbaan naar ontvangerpunt op basis van het standaardmodel

De overdrachtsfactoren X_u zijn met behulp van de verkeersgegevens en standaardoverdrachtsformules voor elk uur bepaald. Vergelijking B3.1 is die van een rechte lijn. De beste schatting van W volgt nu uit de eis dat kwadratische fout:

$$SQE = \sum_{u=1}^N (Y_u - I_u)^2$$

minimaal moet zijn. I_u is een vector, met daarin de gemeten gemiddelde geluidsintensiteiten:
 $I_u = 10^{(L_{Aeq,u}/10)}$. Aan genoemde eis wordt voldaan door:

$$W = \frac{\sum_u X_u I_u}{\sum_u X_u^2}$$

als schatter te nemen voor het gemiddelde geluidvermogen per voertuig. Het gemiddelde geluidvermogen L_w in dB(A) volgt daarna uit formule B3.5.

Bijlage 5 Tel- en snelheidsgegevens wegverkeer A2 en A10-West

Tabel B5.1 Telgegevens verkeer A2 Breukelen 2000-2006

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
AVV tellus		47735 Lage Weide	47730 Vinkeveen	47730 Vinkeveen	47730 Vinkeveen	47735 Lage Weide	47735 Lage Weide	47735 Lage Weide
Licht	Etmaal	122520	124912	124777	126031	127800	126428	113863
	Dag	74%	74%	74%	74%	74%	74%	74%
	Avond	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
	Nacht	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%
Vracht	Etmaal	15347	13508	13815	12669	10985	13948	14363
	Dag	73%	72%	73%	72%	70%	72%	71%
	Avond	10%	9%	9%	9%	10%	10%	10%
	Nacht	17%	13%	18%	19%	20%	18%	19%

Bron: Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer telpunt 47735 Lage Weide

Tabel B5.2 Telgegevens verkeer A10-West Amsterdam 2007

		2007	
AV tellus		35675 Geuzeveld	
		intensiteit	gemiddelde snelheid (km/u)
Licht	Etmaal	97280	73
	Dag	74%	70
	Avond	14%	75
	Nacht	12%	76
Vracht	Etmaal	9880	72
	Dag	76%	68
	Avond	8%	75
	Nacht	16%	76

Bijlage 6 Vergelijking gemeten/berekende emissies wegverkeer (N256 vs RMW2002)

Teneinde een directe vergelijking met emissies conform de wettelijke rekenmethode te maken, zijn in hoofdstuk 1 voor de N256 de genormeerde SEL-waarden (SEL^*) uitgezet tegen de verhouding V/V_{ref} . Deze is gedefinieerd als:

$$SEL^*_{meet} = SEL_{meet} + 10 \cdot \log(V/3600) + 10 \cdot \log(R) + D_{bodem} + D_{lucht} \quad (B7.1)$$

waarin:

SEL = sound exposure level (dB(A)) bij een geregistreerde voertuigpassage (zie Bijlage 3)

V = rijksnelheid in km/u

V_{ref} = referentiesnelheid (80 km/u voor personenauto's en 70 km/u voor middelzware en zware vrachtauto's)

R = afstand rijbaan – microfoon (6,7 en 9,2 m voor resp. nabij en ver gelegen rijstrook)

D_{bodem} = bodemdemping volgens RMW2002 (1,4 dB en 0,5 dB voor resp. de nabij- en ver gelegen rijstrook)

D_{lucht} = luchtdemping ~ 0,1 dB

In het Reken- en Meetvoorschrift voor Wegverkeerslawaaï, wordt de SEL^* -waarde gegeven door:

$$SEL^*_{RMW02} = a + b \cdot \log(V/V_{ref}) \quad (B7.2)$$

Indien de gemeten SEL -waarden, genormeerd volgens (2.1), overeenkomen met de waarden uit het Reken- en Meetvoorschrift, zal de curve volgens (2.2) samenvallen met best passende logaritmische curve: $SEL^*_{meet}(V) = A + B \cdot \log(V/V_{ref})$ door de gemeten waarden. Op die manier kunnen de uit de metingen afgeleide coëfficiënten A en B per categorie worden vergeleken met de coëfficiënten a en b uit het Reken- en Meetvoorschrift RMW2002. Het RMW2002, methode I geeft als basisformule voor het LAeq over 1 uur:

$$LAeq_{RMW2002} = \{a + b \cdot \log(V/V_{ref})\} + 10 \cdot \log(Q/V) - D_{bodem} - D_{lucht} \quad (B7.3)$$

De term tussen accolades is het emissiegetal E, V=snelheid in km/u, Q aantal voertuigen per uur, D_{bodem} en D_{lucht} resp bodem en luchtdemping. V_{ref} = referentiesnelheid (voor lichte voertuigen 80 km/u en voor middelzware en zware voertuigen 70 km/u).

Bij passage van Q voertuigen per uur, die alle een Sound Exposure Level (SEL_{vtg}) veroorzaken is het LAeq gelijk aan:

$$LAeq = SEL_{totaal} - 10 \cdot \log(3600) = SEL_{vtg} + 10 \cdot \log(Q/3600) \quad (B7.4)$$

Combineren van (1) en (2) geeft:

$$SEL^*_{RMW2002} = a + b \cdot \log(V/V_{ref}) \quad (B7.5)$$

$$\text{met } SEL^*_{RMW2002} = SEL_{vtg} + 10 \cdot \log(V/3600) + 10 \cdot \log(R) + D_{bodem} + D_{lucht} \quad (B7.6)$$

Elke SEL-meting bij passage van een voertuig langs de meetpost levert volgens vergelijking B7.4 een waarde (SEL^*_{meet}) op. Door deze als functie van V/V_{ref} te plotten wordt een scatterdiagram gevonden waarin de curve $a+b \cdot \log(V/V_{ref})$ volgens het RMW2002 de best passende curve moet zijn. Door deze curve voor verschillende categorieën te vergelijken met de best fittende curve door de gemeten SEL^* -waarden kan worden nagegaan welke verschillen in rekenen en meten er op de meetlocatie optreden.

Het verband tussen SEL^* en het bronvermogen per voertuig L_w volgt uit:

$$SEL = L_w - 10\log(2RV) - D_{bodem} - D_{lucht} = SEL^* - 10\log(V/3600) - D_{bodem} - D_{lucht}$$

Zodat:

$$L_w = SEL^* + 10\log(2000) \quad (B7.7)$$

Bijlage 7 Categorieën en normering van emissiegetallen railverkeer

Tabel B7.1 geeft een overzicht van de huidige akoestische indeling van het spoorwegmaterieel in verschillende categorieën.

Tabel B7.1 Indeling van treintypen in diverse categorieën volgens RMR1996[3]

Categorie	Omschrijving	Typen
1	blokgeremd reizigersmaterieel	mat64
2	schijf+blokgeremd reizigersmaterieel	icr; icmIII; ddm1
3	schijfgeremd reizigersmaterieel	sgm II/III
4	blokgeremd goederenmaterieel	Cargo
5	blokgeremd dieselmaterieel	De
6	schijfgeremd dieselmaterieel	Dh
7	schijfgeremd metro- en sneltrammaterieel	
8	schijfgeremd intercity en stoptreinmaterieel	ddm2/3+1700; ddm2/3+mddm;icm-IV;irmIII/IV;sm90
9	schijf+blokgeremd hogesnelheidmaterieel	tgw/thalys hslzuid
10	gereserveerd	

Het genormeerde emissiegetal (E^*), dat in dit onderzoek voor een aantal van bovenstaande categorieën is beoordeeld, heeft betrekking op een passage van 1 bak per uur.

Het verband tussen het equivalente geluidniveau en het genormeerde emissiegetal E^* luidt:

$$E^* = L_{Aeq} + 10 \lg a + D_{bodem} + D_{lucht} + D_{meteo} - 10 \lg(Q)$$

waarin:

- E^* = genormeed emissiegetal in dB(A) gebaseerd op 1 bakken per uur
- Q = het aantal bakken per uur volgens de telling (aantal gemeten SEL-waarden)
- L_{Aeq} = het gemeten equivalente geluidniveau over de periode
- a = afstand tot hartlijn van het spoor (25 m)
- D_{bodem} = bodemverzwakking (0,7 dB(A))
- D_{meteo} = meteocorrectie (0 dB(A))
- D_{lucht} = verzwakking door luchtdemping (0,3 d(A))

Bij de IPG-meetresultaten bij Esch, Willemsdorp, Bussum en Zeist wordt naast de gemeten geluidniveaus tevens het aantal bakken bij de betreffende treinpassage geregistreerd. Deze gegevens zijn gebruikt om de gemeten niveaus te normeren, zodat de emissies volumeonafhankelijk onderling met elkaar kunnen worden vergeleken.

Bijlage 8 Emissies en Railruwheden IPG-metingen

Tabel B8.1 Genormeerde emissiegetallen uit Aswin

Categorie uit Aswin	Snelheid	Bussum	Esch	Willemsdorp	Zeist*
1	140 km/u	65,5	65,5	65,5	67,5
2	140 km/u	66,7	66,7	66,7	68,7
3	120 km/u	61,3	61,3	61,3	62,3
8	140 km/u	60,3	60,3	60,3	62,3

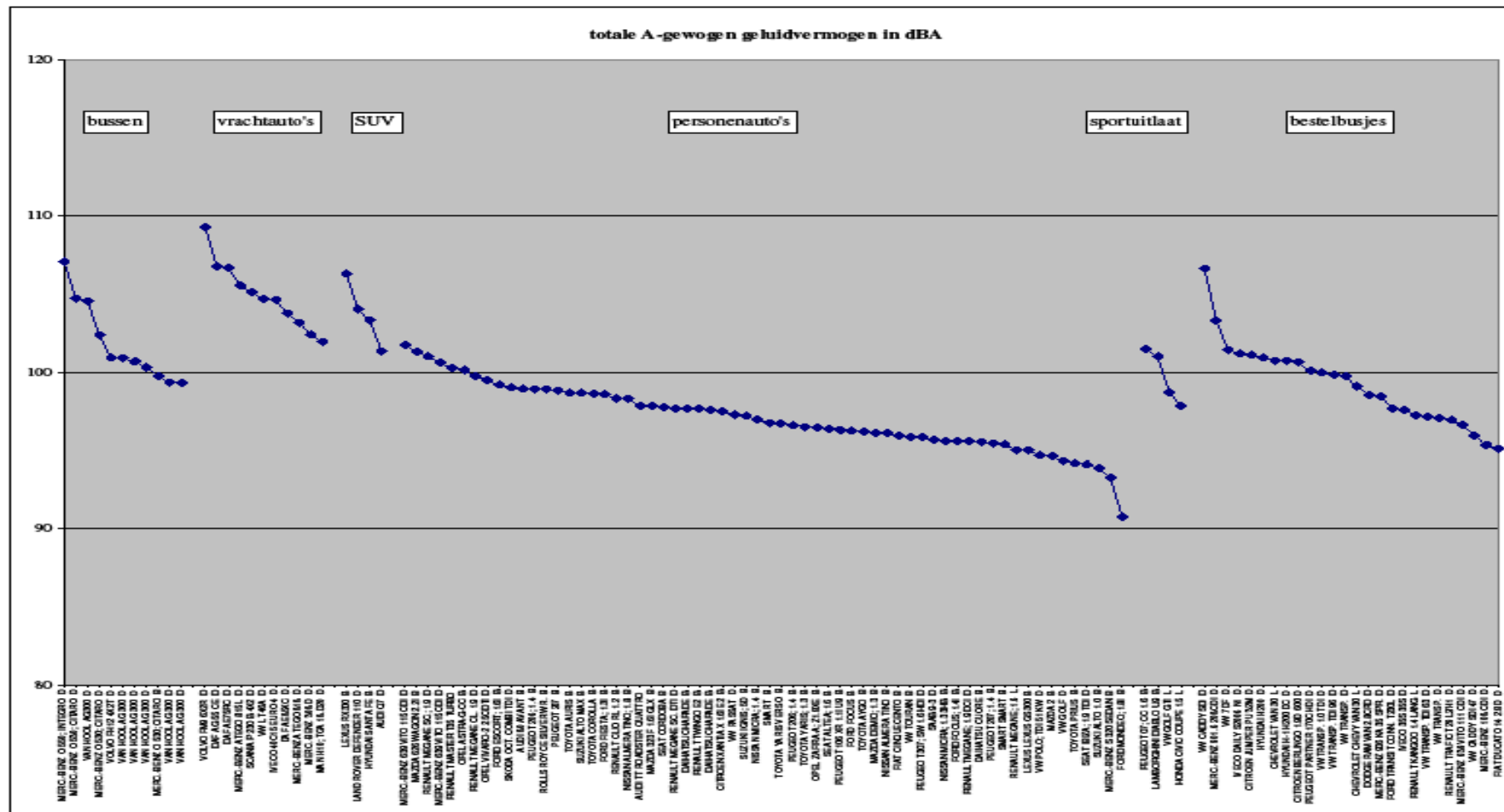
* houten dwarsliggers

Tabel B8.2 Genormeerde emissiegetallen gebaseerd op geluidmetingen IPG-locaties ProRail en Kenniscentrum Geluid

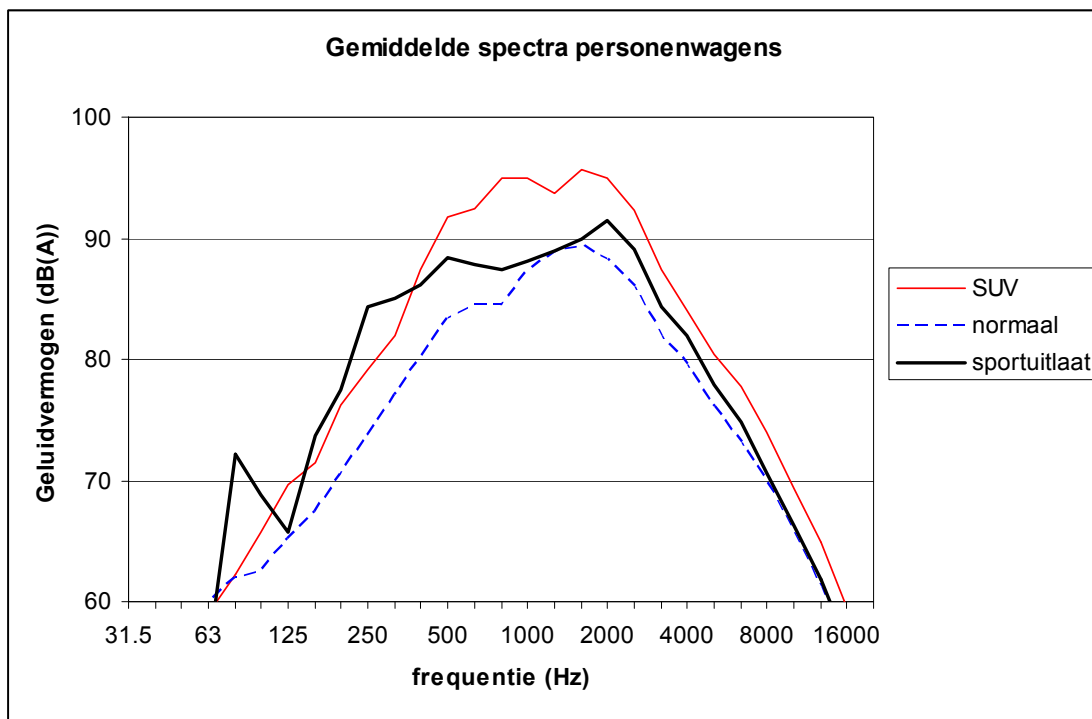
	Bussum					Esch					Willemsdorp					Zeist				
Cat	A	B	A&B	E* meet	E* crr	A	B	A&B	E* meet	E* crr	A	B	A&B	E* meet	E* crr	A	B	A&B	E* meet	E* crr
1	0,6	0,1	0,4	65,7	65,3	0,5	0,6	0,6	66,9	66,3	0,6	0,7	0,7	68,0	67,3	-1	0,3	-0,3	66,9	67,2
2	0,4	0,1	0,3	63,6	63,3	0,4	0,4	0,4	67,5	67,1	0,4	0,5	0,5	69,0	68,5	-0,5	0,2	-0,1	67,7	67,8
3	2,3	0,2	1,4	61,8	60,4			0,0	0,0				0,0	0,0		-3,3	0,8	-0,8	61,0	61,8
8	2,3	0,2	1,4	59,5	58,1	0,8	0,6	0,7	61,6	60,9	2,8	2,7	2,8	64,0	61,2	-3,3	0,8	-0,8	59,1	59,9

IPG-meetgegevens zijn verstrekt door het Kenniscentrum Spoorweggeluid van ProRail.

Bijlage 9 Resultaten aanvullende SPB-metingen oktober 2008-12-11



Figuur B9.1 Totaal A-gewogen geluidvermogen per voertuig bij de metingen van 9 oktober 2008 aan de Amsterdamsestraatweg in Utrecht.



Figuur B9.3 Geluidspectra voor de verschillende categorieën personenwagens

A solid yellow horizontal bar spanning the width of the page.

RIVM

Rijksinstituut
voor Volksgezondheid
en Milieu

Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl