

RIVM rapport 680210001/2005

Geluidmonitor 2004

Trend- en validatiemetingen omgevingsgeluid

J. Jabben, C.J.M. Potma

Contact:
J. Jabben
Laboratorium voor Milieumetingen
Jan.Jabben@rivm.nl

Dit onderzoek werd door het RIVM verricht in opdracht van het Milieu en Natuurplanbureau,
in het kader van het project 'Monitoring Omgevingsgeluid', projectnummer I/680210

Abstract

Noise monitor 2004

Noise monitoring results over 2004 for the A2 motorway in the Netherlands have remained practically unchanged. At the A10 motorway, a slight increase in average noise emissions was found, possibly due to a decrease in the noise reduction of the pavement. The results for the N256 motorway in 2004 showed a discrepancy in measured and calculated noise emissions for all vehicle categories. This discrepancy will require further investigation into its cause. Any reduction of railway noise, in the period 2000-2004, due to grinding of the tracks could not be found in the measurements along the railway line from Utrecht to Amsterdam. In addition to the above measurements, noise levels along the railway line from Delft to Schiedam were measured from February to June 2004. Overall, measurement results agree well with calculated levels, but in some cases the actual classification of trains in various acoustic categories may need adjustment. At Volkel Military Airbase, an increase in measured noise levels seems to be consistent with a higher number of observed aircraft passages. Calculated results from the National Aerospace Laboratory also showed an increase in 2004, but remained below the measured noise level.

These all represent the main results of an RIVM noise monitoring programme aimed at monitoring noise trends important to environmental quality, both in urban and rural areas. This programme has been operational since 1999. In the framework of the programme, continuous noise measurements were made at the three highway locations, A2, A10 and N256, along the Utrecht–Amsterdam and Delft–Schiedam railway trajectories, and at the Volkel airbase.

Keywords noise, monitoring, measurement, environment, decibel

Rapport in het kort

Geluidmonitor 2004

Uit geluidmonitoring langs de A2 in 2004 blijkt dat de meetresultaten nagenoeg onveranderd zijn ten opzichte van 2003. Langs de A10 werd daarentegen een lichte toename van de gemiddelde voertuigemissie geconstateerd. Mogelijk is dat een gevolg van een afname in de geluidreductie van het open asfalt ter plaatse. Langs provinciale weg N256 in Zeeland werd voor alle voertuigcategorieën een hogere emissie gemeten dan de geluidemissie die door het ‘Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeer’, RMW 2002, wordt toegekend aan standaard dicht asfalt beton. Nader onderzoek is nodig om deze discrepantie te verklaren. Geluidreducties door het slijpen van het spoor Utrecht-Amsterdam in de periode 2000-2004 worden door de metingen tijdens niet aangetoond. Langs de spoorlijn Delft-Schiedam werd uit metingen van februari tot en met juni 2004 geconstateerd dat de over alle treincategorieën gemiddelde geluidemissie goed overeenkomt met de berekende geluidemissie. Binnen sommige categorieën komen echter afwijkingen voor hetgeen aanleiding geeft voor een nadere analyse van de akoestische indeling van deze categorieën. Bij het vliegveld Volkel werd een toename gevonden van zowel het aantal gemeten vliegtuigpassages als de gemeten geluidbelasting. Deze toename werd ook in de door het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium berekende geluidbelasting vastgesteld. De berekende waarde voor 2004 blijft echter achter bij de gemeten geluidbelasting.

Dit zijn de belangrijkste resultaten uit een geluidmonitorprogramma dat het RIVM in 1999 heeft opgestart. Dit programma is gericht op trendontwikkelingen in omgevingsgeluid in zowel het stedelijk als het landelijk gebied. In 2004 zijn continue metingen verricht langs drie verkeerswegen: de A2 bij Breukelen, de A10 bij Amsterdam en de N256 in Zeeland, langs twee spoorwegen: Utrecht-Amsterdam en Delft-Schiedam, en bij het militaire vliegveld Volkel.

Trefwoorden geluid, monitoring, metingen, milieu, decibel

Inhoud

Samenvatting	6
1. Inleiding	9
1.1 Doelstelling	9
1.2 Monitorlocaties geluid in 2004	10
2. Wegverkeersgeluid	13
2.1 Rijksweg A2 Breukelen	13
2.2 Rijksweg A10-West Amsterdam	19
2.3 N256 Zeeland	25
2.4 Conclusies wegverkeer	29
3. Railverkeersgeluid	31
3.1 Spoorlijn Utrecht - Amsterdam bij Breukelen	31
3.2 Spoorlijn Delft – Schiedam	34
3.3 Conclusies Railverkeer	39
4. Luchtvaart	41
4.1 Metingen Vliegbasis Volkel	41
4.2 Conclusies Vliegbasis Volkel	44
5. Conclusies	45
Literatuur	47
Bijlage 1 Beschrijving meetlocaties	48
Bijlage 2 Beschrijving apparatuur	53
Bijlage 3 Gemeten indicatoren	55
Bijlage 4 Regressieanalyse meetgegevens wegverkeer	57
Bijlage 5 Normering van emissiegetallen railverkeer	58
Bijlage 6 Treincategorieën uit het Reken- en Meetvoorschrift Railverkeer (RMV 1996)	59
Bijlage 7 Vergelijking gemeten/berekende emissies wegverkeer (N256/RMW2002)	60

Samenvatting

De onderhavige rapportage geeft een overzicht van monitorresultaten verkregen via een aantal vaste meetposten gericht op de ontwikkeling van geluidemissies door wegverkeer, railverkeer en luchtvaart. Het onderzoek heeft als doel trends in geluidemissies te signaleren en modeluitkomsten te valideren. De onderhavige rapportage is een vervolg op voorgaande rapportages vanaf 2000.

Meetlocaties

Het onderzoek heeft betrekking op de volgende locaties uit Tabel 1:

Tabel 1 Meetlocaties Monitorprogramma Geluid 2004

Bron	Locatie	periode	omschrijving
Wegverkeer	Rijksweg A2 Breukelen	02/2000 - heden	Een meetlocatie aan de oostzijde van de A2 ter hoogte van Breukelen, gericht op het monitoren van de geluidemissies van het verkeer op rijkswegen
	Rijksweg A10 - West Amsterdam	04/2003 - heden	een meetlocatie aan de A10-West bij Amsterdam, onder andere gericht op het geluidreducerende effect van dubbellaags zeer open asfalt beton (DZOAB) over langere periode
	N256 Noord-Beveland	09/2004 - heden	Een meetlocatie langs de provinciale weg N256 in Zeeland, waar gelijktijdig tellingen en snelheidsmetingen plaatsvinden met als doel emissies per voertuigcategorie te meten
Railverkeer	Spoor Utrecht-Amsterdam	10/2000 - heden	Gericht op het monitoren van trends in de geluidemissie door spoorwegen, nabij Breukelen
	Spoor Schiedam-Delft	02/2004 - 06/2004	Pilot gericht op het monitoren van trends in de geluidemissie door spoorwegen per categorie: 1 februari t/m juni 2004
Luchtvaart	Vliegbasis Volkel	03/2000 - 12/2004	Gericht op het monitoren van de geluidbelasting door het militaire vliegverkeer en de vergelijking van de gemeten geluidbelasting met de bij de vergunning berekende geluidbelasting

De ligging van de locaties uit Tabel 1 is te vinden in Bijlage 1. Daarnaast is een locatie overzicht te vinden op de website <http://www.rivm.nl/milieukwaliteit/geluid>. Via deze locatie kunnen tevens meetgegevens worden uitgelezen.

De locatie aan de N256 in Zeeland is in de plaats gekomen van de meetlocatie aan de Constant Erzeijstraat, die eind 2004 uit bedrijf is genomen.

Resultaten 2004

Het onderzoek in 2004 heeft de volgende resultaten opgeleverd:

1. Wegverkeer

A2 Breukelen 2004

De resultaten gemeten langs de A2 in 2004 wijken slechts licht af van de monitorresultaten uit 2003. Zowel de gemeten aantallen voertuigen en bijbehorende snelheden als de geluidemissies van het verkeer zijn stabiel te noemen. Op deze locatie lag de gemiddelde gemeten geluidbelasting over 2004 circa 1 dB(A) hoger dan een berekende waarde conform het wettelijke Reken- en Meetvoorschrift[4].

A10-West Amsterdam 2004

De geluidbelasting over het gehele etmaal is in 2004 met circa 1,5 dB(A) toegenomen ten opzichte van de metingen over 2003. Dat geldt ook voor de gemiddelde voertuigemissie. De aantallen voertuigen en rijsnelheden zijn nagenoeg onveranderd. De geluidsreductie van het dubbellaags zeer open asfalt ter plaatse ten opzichte van standaard dichtasfaltbeton blijft achter bij de reductie die het Reken- en Meetvoorschrift voor wegverkeer aan dit type wegdek toekent. De exacte mate waarin zou door een nader gedetailleerd onderzoek kunnen worden vastgesteld.

N256 Zeeland (Noord-Beveland) augustus t/m december 2004

Uitgaande van *standaard* dicht asfaltbeton (DAB 0-16 mm) liggen de gemeten geluidemissies voor alle voertuigcategorieën 2 tot 4 dB(A) hoger dan de waarden uit het Reken- en Meetvoorschrift voor wegverkeer. De spreiding in de geluidemissies binnen de verschillende voertuigcategorieën is relatief ruim en bedraagt circa 7 dB(A). Op deze locatie zou een uitbreiding van voertuigherkenning nuttig zijn om na te gaan welke voertuigen de meeste invloed hebben op de totale geluidemissie van het verkeer.

2. Railverkeer

Utrecht-Amsterdam 2004

De gemeten geluidbelasting over het gehele etmaal is in 2004 licht afgenomen. De oorzaak is waarschijnlijk dat in de loop van het jaar de treinenloop is verplaatst naar twee nieuwe, verder van het meetpunt gelegen, sporen. Het aantal geregistreerde passages is in 2004 nagenoeg ongewijzigd. Er zijn hier over de periode 2000-2004 geen duidelijke effecten door het slijpen van het spoor waar te nemen. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het feit dat er op het spoor niet uitsluitend schijfgeremd materieel aanwezig is.

Delft-Schiedam februari-juni 2004

Op deze locatie is in 2004 gedurende vijf maanden geluid gemeten in combinatie met een systeem voor treintypeherkenning. Hiermee konden treinpassages worden ingedeeld in de

geldende akoestische categorieën van het Reken- en Meetvoorschrift Railverkeer. De voor alle passages gemiddelde gemeten geluidemissie komt weliswaar goed overeen met de berekende waarde, maar er zijn per categorie verschillen. Opvallend bleek vooral de geluidemissie van Beneluxmaterieel op het spoor met houten dwarsliggers. De geluidemissie daarvan bleek op deze lokatie aanzienlijk hoger te zijn dan de emissie die voor de bijbehorende categorie 2 wordt aangehouden.

3. Luchtvaart

Vliegbasis Volkel 2004

Op de locatie bij Volkel werd in 2004 ten opzichte van 2003 een verhoging van 5 Ke gemeten. Ook het aantal geregistreerde passages met een piekwaarde boven 100 dB(A) bleek aanzienlijk toegenomen. De door het NLR berekende geluidbelasting op het meetpunt ligt in 2004 eveneens hoger dan in 2003, maar blijft achter bij de gemeten waarde. De geluidcontouren in 2004 ten opzichte van de contouren in 2003 zijn in zuidwestelijke richting opgeschoven

Een samenvattend overzicht van de belangrijkste resultaten uit dit rapport is opgenomen in Tabel 2.

Tabel 2 Overzicht meetresultaten monitorlocaties geluid 2000-2003, eenheden in dB(A) tenzij anders vermeld.

			2000	2001	2002	2003	2004
Weg verkeer	Rijksweg A2 Breukelen	Etmaal	83	83	83	84	84
		Lden	81	81	81	81	81
		emissie per vtg ⁽¹⁾	107	108	108	108	108
	Rijksweg A10-West Amsterdam	Etmaal	-	-	-	78	79
		Lden	-	-	-	76	77
	N256 Noord Beveland	Emissie licht	-	-	-	-	106
		emissie middel	-	-	-	-	109
		emissie zwaar	-	-	-	-	111
	Rail verkeer	Spoorlijn Utrecht - Amsterdam	Etmaal	77	77	77	77
Lden			75	75	75	75	74
Emissie per bak			64	65	65	65	64
Spoorlijn Delft - Schiedam†		Etmaal					82
		Lden					81
		Emissie per bak					66/64 ⁽²⁾
Lucht vaart	Vliegbasis Volkel†	Etmaal	73	71	72	70	74
		Lden	70	69	69	68	71
		B65 [KE]	53	50	50	48	53

⁽¹⁾ gemiddeld over personenautos en vrachtautos

⁽²⁾ nabije spoor (houten dwarsliggers) / verre spoor (betonnen dwarsliggers)

† eind 2004 uit bedrijf genomen

1. Inleiding

1.1 Doelstelling

De onderhavige rapportage betreft de resultaten van geluidmetingen aan wegverkeer, railverkeer en militaire luchtvaart, die in 2004 door het RIVM zijn verricht en zijn een vervolg op metingen vanaf 1999[1]. Deze metingen worden door het RIVM doorlopend uitgevoerd ten behoeve van het signaleren van trends in geluidemissies, onafhankelijk van modelveronderstellingen. De metingen dienen als waarborg van de kwaliteit van het modelinstrumentarium dat wordt ingezet bij de ondersteuning van het Nederlandse geluidbeleid.

De metingen worden verricht op een aantal vaste locaties en vinden vrijwel doorlopend plaats. De meetlocaties waar momenteel geluidmonitoring plaatsvindt of waar dat in het verleden het geval is geweest zijn te vinden op <http://www.rivm.nl/milieukwaliteit/geluid/>. Ook meetgegevens kunnen van deze website worden gedownload.

De metingen langs verkeerswegen en langs spoorwegen zijn vooral gericht op het signaleren van trends in de geluidemissie van het wegverkeer en het spoorwegmaterieel. De geluidemissie kan uiteraard per voertuig of treinstel afzonderlijk worden gemeten, zoals dit bijvoorbeeld bij typekeuringen wordt gedaan. Dit geeft echter geen uitsluitel of de bij een specifiek voertuig vastgestelde geluidemissie representatief is voor de verkeerssamenstelling in de praktijk. Zo zal het steeds geruime tijd duren voordat het huidige wagenpark geheel door nieuwe, mogelijk stillere, voertuigen is vervangen. Verder komt de situatie bij typekeuringen, waaraan de nieuwe voertuigen moeten voldoen, niet noodzakelijk overeen met de praktijk op de weg[2]. Door langs verkeerswegen en spoorwegen geluidniveaus te monitoren en deze te combineren met telgegevens kan de gemiddelde geluidemissie van de voertuigen in de praktijk rechtstreeks worden bepaald. Dit biedt informatie over de mate waarin maatregelen in de sfeer van bronbeleid in de praktijk werkelijk tot een lagere geluidemissies leiden en effectief zijn. Effecten van succesvol bronbeleid zouden aldus kunnen worden aangetoond.

De opzet van deze rapportage is als volgt: per meetlocatie wordt steeds een beknopte opsomming gegeven van de metingen en verkeersgegevens die zijn vastgesteld, *de signalering*. Er wordt voor elke meetlocatie een overzicht gegeven van zowel het jaarverloop van de geluidbelasting als van de etmaalverdeling van de geluidbelasting. Laatstgenoemde is belangrijk voor de signalering van verschuivingen van de geluidbelasting in het etmaal.

De gemeten waarden worden vergeleken met soortgelijke gegevens uit voorgaande jaren[3] en met de uitkomst van vigerende rekenvoorschriften[4,5]. De gebruikte meetapparatuur

wordt beschreven in Bijlage 2. Een toelichting op de gemeten geluidindicatoren is te vinden in Bijlage 3.

Aansluitend op de signalering worden de resultaten geëvalueerd op beleidsrelevante aspecten en relatie met modelvorming (beoordeling), *de beoordeling*. Dit betreft aspecten als de analyse van trends, de vergelijking met resultaten uit rekenvoorschriften en de invloed van verkeersomvang en snelheid.

1.2 Monitorlocaties geluid in 2004

Informatie over de situering van de meetlocaties is te vinden in Bijlage 1. De locaties alsmede een aantal meetresultaten van zowel de actieve als de inactieve meetposten is daarnaast te vinden op de website <http://www.rivm.nl/milieukwaliteit/geluid>.

In 2004 waren zes permanente meetlocaties in gebruik. Er waren drie meetposten geplaatst langs verkeerswegen: de A2 bij Breukelen, de A10-West bij Amsterdam en de provinciale weg N256 in Noord Beveland. Daarnaast vonden doorlopend metingen plaats langs het spoor Utrecht-Amsterdam en Delft-Schiedam. Eind 2004 zijn er drie meetposten uit bedrijf genomen. Het betreft de meetposten op de vliegbasis Volkel, het spoor Delft-Schiedam en de Constant Erzeijstraat in Utrecht. In dit rapport worden nog wel de resultaten van Volkel en Delft-Schiedam uit 2004 en de beoordeling daarvan gegeven.

De resultaten in dit rapport hebben betrekking op de volgende locaties:

Rijksweg A2 Breukelen

Dit is een meetlocatie op circa 25 m afstand aan de oostzijde van de A2 ter hoogte van Breukelen. De meetpost bevindt zich bij km 46,3 en maakt gebruik van behuizing van het Landelijk Meetnet voor Luchtkwaliteit (LML) van het RIVM. Bij de beoordeling van de geluidmetingen wordt gebruik gemaakt van telgegevens op uurbasis, tellus 47730 Vinkeveen, 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 volumeomgang en wordt de gemiddelde geluidemissie per voertuig vastgesteld. De eerste metingen op deze locatie zijn verricht in augustus 1999. De meetpost is vanaf 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 grootschalig onderhoud van de A10-West in 2001 is op deze locatie geluidarm asfalt toegepast. 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. Interessant op deze locatie is voorts het effect van de in november 2005 geplande snelheidsverlaging.

Provinciale weg N256 Noord Beveland (Zeeland)

Dit is een nieuwe meetlocatie 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 rijsnelheid en type voertuig gedetecteerd. Daardoor is ten opzichte van de hiervoor genoemde meetlocaties een veel betere differentiatie te maken naar de geluidemissies per categorie. De meetlocatie is in de plaats gekomen van de meetpost aan de Constant Erzeijstraat in Utrecht.

Spoorlijn Utrecht-Amsterdam

Deze meetlocatie staat aan de oostzijde van het spoor tussen Utrecht en Amsterdam eveneens ter hoogte van Breukelen. De metingen zijn gericht op het monitoren van trends in de geluidemissie door spoorwegen. Daarnaast worden zij gebruikt als indicatieve toets van de geluidemissie zoals die volgt uit het Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaai van 1996[5]. Er vindt op deze locatie geen onderscheid plaats naar de geluidemissie per categorie. Bij de treinpassages wordt alleen geluid gemeten en is er geen gelijktijdige registratie van het treintype.

Spoorlijn Delft-Schiedam

Dit is een meetlocatie die in februari 2004 aan de zuidzijde van het spoor tussen Delft en Schiedam is geplaatst. Naast registratie van het geluidniveau tijdens de treinpassages vindt op deze locatie tevens herkenning van treintypen plaats. Doordat geluidsniveaus kunnen worden gekoppeld aan de treincategorieën is nadere differentiatie naar de verschillende categorieën mogelijk. De locatie bleek echter vandalismegevoelig en is daarom in juli door het RIVM uit bedrijf genomen. Dit rapport bevat alle resultaten over de gehele meetperiode februari-juni 2004.

Vliegbasis Volkel

Deze meetlocatie ligt in het verlengde van de startbaan van de militaire vliegbasis Volkel, op circa 2 km afstand ten zuidwesten van de baandempel. De meetpost is vanaf 2 maart 2000 permanent in bedrijf. Eind 2004 is de meetpost buiten gebruik genomen aangezien de resultaten die vanaf 2000 t/m 2004 ruim voldoende validatiemateriaal hebben opgeleverd.

Navolgend worden in de hoofdstukken 2 (wegverkeer), 3 (railverkeer) en 4 (luchtvaart) voor de bovenstaande vijf meetposten de meetresultaten van 2004 gepresenteerd en geëvalueerd.

2. Wegverkeersgeluid

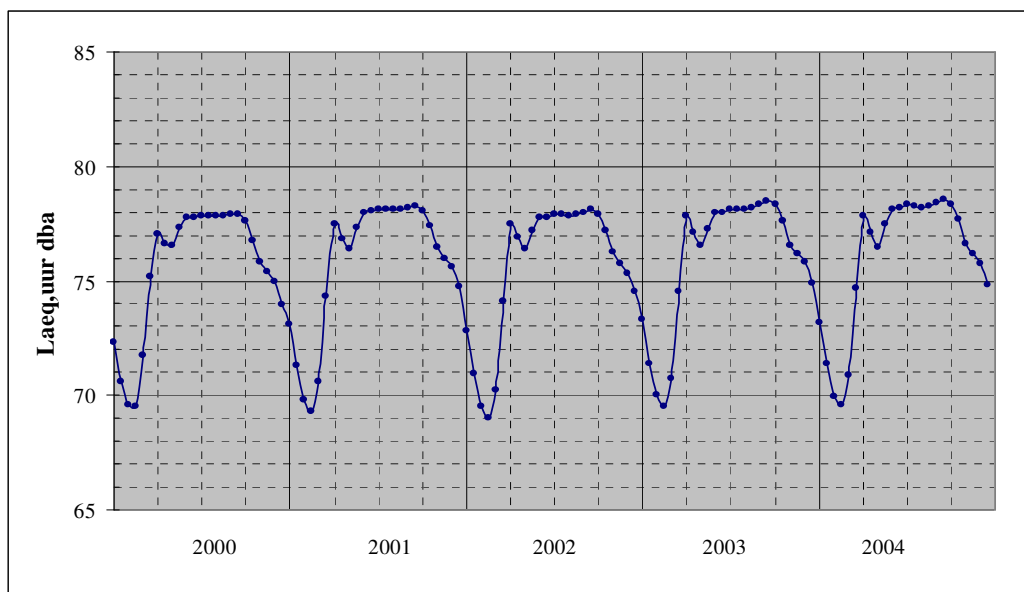
2.1 Rijksweg A2 Breukelen

2.1.1 Situatie

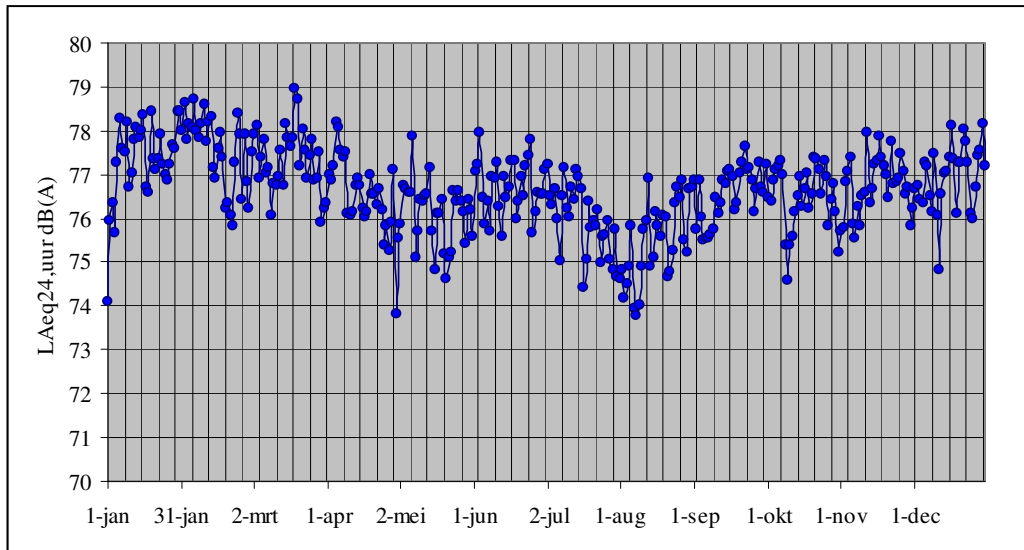
De meetlocatie is te vinden in Bijlage 1. De meetpost bevindt zich op circa 15 meter ten oosten van de A2 en maakt gebruik van een behuizing uit het Landelijk Meetnet voor Luchtkwaliteit. De rijksweg ter plaatse bestaat uit 2x3 rijstroken en is voorzien van standaard Dicht AsphaltBeton (DAB 0-16 mm). De maximale rij snelheid bedraagt 120 km/u. Momenteel wordt gewerkt aan verbreding van de weg in westelijke richting.

2.1.2 Meetresultaten 2004

Het jaargemiddelde 24-uursverloop in 2004 is weergegeven in Figuur 2.1.1. Ter vergelijking is in deze Figuur ook het 24-uursverloop uit voorgaande jaren vanaf 2000 opgenomen. Figuur 2.1.2 geeft het dagverloop over 2004.

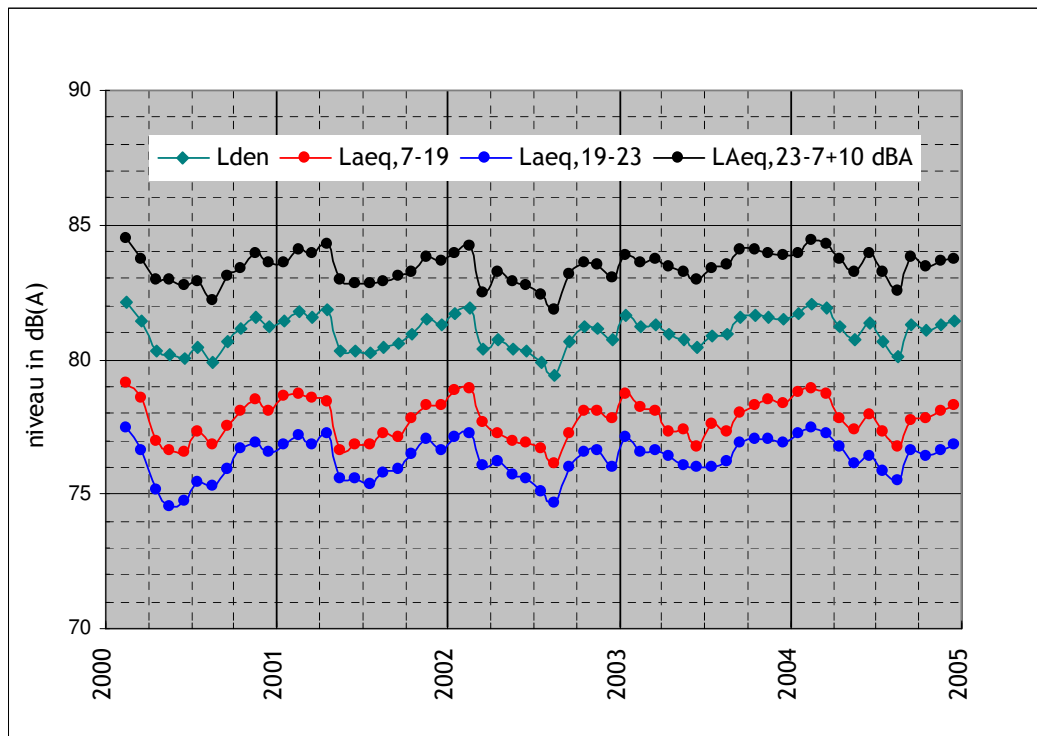


Figuur 2.1.1 Jaargemiddeld 24-uursverloop in de jaren 2000 t/m 2004 gemeten op de locatie langs de A2 bij Breukelen



Figuur 2.1.2 Dagverloop van de 24-uurs gemiddelde (equivalente) geluidbelasting over het jaar 2004

In Figuur 2.1.3 is het gemiddelde maandverloop over de jaren 2000 t/m 2004 weergegeven



Figuur 2.1.3 Gemiddeld maandverloop vanaf 2000 gemeten op de locatie langs de A2 bij Breukelen. Weergegeven zijn de ontwikkeling van de equivalente niveaus over de dag (7-19 u), avond (19-23 u) en nachtperiode (23-7u) met 10 dB toeslag

In Tabel 2.1.1 zijn de gemiddelde geluidniveaus voor dag-, avond- en nachtperiode gerubriceerd.

*Tabel 2.1.1 Equivalente geluidniveaus Laeq en Lden, A2 Breukelen 2000-2004.
(De niveaus zijn on gecorrigeerd voor het verkeersvolume)*

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

In de Tabellen 2.1.2 en 2.1.3 zijn de tel- en snelheidsgegevens voor de locatie aangegeven. Tellus 47730 (Vinkeveen) bleek in 2004 niet bruikbaar, daarom is de op enige afstand gelegen tellus 47735 (Lage Weide) gebruikt. De tellusgegevens zijn verstrekt door de AVV.

Tabel 2.1.2 Telgegevens verkeer A2 Breukelen 2000-2004

		2000	2001	2002	2003	2004*
AVV telpt		47735	47730	47730	47730	47735
		Lage Weide	Vinkeveen	Vinkeveen	Vinkeveen	Lage Weide
licht	Etmaal	122520	124912	124777	126031	127800
	Dag	74%	74%	74%	74%	74%
	Avond	15%	15%	15%	15%	15%
	Nacht	11%	11%	11%	11%	11%
vracht	Etmaal	15347	13508	13815	12669	10985
	Dag	73%	72%	73%	72%	70%
	Avond	10%	9%	9%	9%	10%
	Nacht	17%	13%	18%	19%	20%

Bron Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer

Tabel 2.1.3 Snelheidsgegevens verkeer A2 Breukelen 2000-2004

		2000	2001	2002	2003	2004
licht	Dag	102	102	106	104	102
	Avond	110	111	114	114	111
	Nacht	112	114	117	116	113
vracht	Dag	84	84	86	84	83
	Avond	89	90	91	89	88
	Nacht	89	92	91	90	87

Bron: Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer

Geluidemissies per voertuig

In tegenstelling tot voorgaande jaren is ervoor gekozen geen onderscheid meer te maken in geluidemissies van vrachtautos en personenautos. De daarvoor gehanteerde methode (lineaire regressieanalyse op de geluidintensiteiten (zie [3]) bleek in sommige situaties te veel onderlinge onzekerheden te geven, wat op langere termijn consistentieproblemen zou kunnen veroorzaken. Bovendien is in 2004 de locatie langs de N256 in gebruik genomen, waar per individueel voertuig de emissie kan worden vastgesteld (zie 2.3). Voor de locatie langs de A2 bij Breukelen is de gemiddelde geluidemissie per voertuig bepaald als gedefinieerd in Bijlage 4. De resultaten vanaf 2000 zijn weergegeven in Tabel 2.1.4.

Tabel 2.1.4 Gemiddelde geluidemissie per voertuig van het verkeer in dB(A),
Rijksweg A2 Breukelen*

	2000	2001	2002	2003	2004
Dag (7-19u)	107,0	107,3	107,2	107,5	107,6
Nacht (23-7 u)	108,6	108,6	109,0	109,3	109,5
24-uur	107,2	107,5	107,5	107,8	107,6

*De onzekerheid in deze waarden bedraagt ca $\pm 0,1$ dB

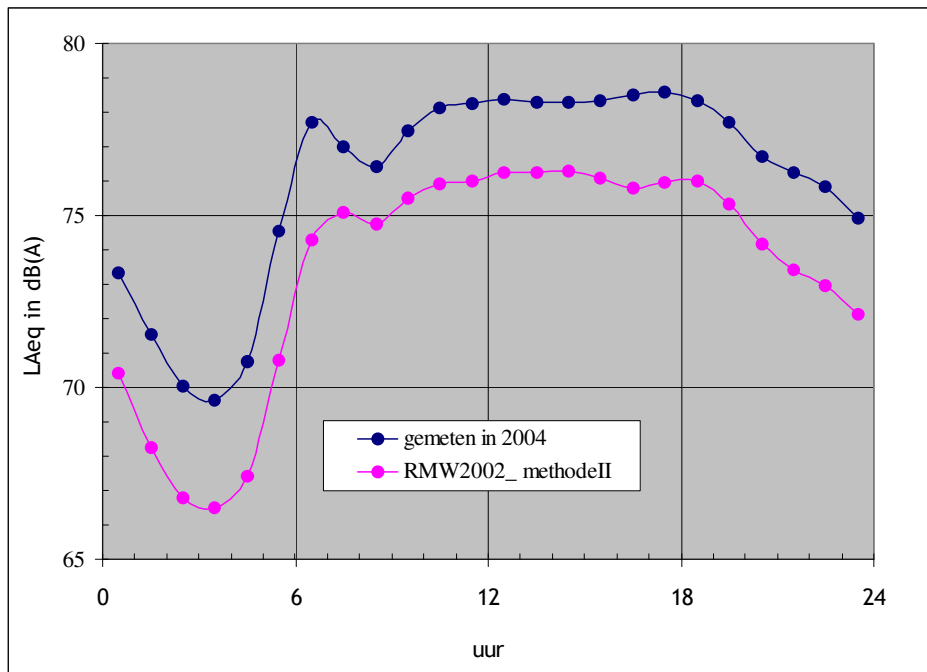
2.1.3 Beoordeling

Trendontwikkeling

De verschillen in de emissies ten opzichte van voorgaande jaren zijn klein. Ten opzichte van 2000 laat het Lden in 2004 een toename van 0,5 dB(A) zien. Deze toename kan niet worden toegeschreven aan de verkeersomvang. Het aantal personenautos is in de periode 2000-2004 weliswaar met 4 % licht toegenomen, maar het aantal vrachtautos is fors afgenomen met 28 %. Uit Tabel 2.1.4 blijkt dat de gemiddelde emissie per voertuig iets is toegenomen. De verklaring daarvoor is niet met zekerheid te geven. Mogelijk is een voortgaande verslechtering van het wegdek de oorzaak van (lichte) toename. De komende jaren zullen moeten uitwijzen of er significant sprake is van een trend in de geluidemissie ter plaatse.

Vergelijking gemeten geluidbelasting met wettelijk rekenvoorschrift

De verkeersgegevens (intensiteiten en rijsnelheden voor elk uur dat gemeten is) zijn gebruikt om de gemeten waarden te vergelijken met berekende waarden volgens het huidige Reken- en Meetvoorschrift voor Wegverkeer (RMW2002[4], standaardmethode II). De resultaten zijn weergegeven Figuur 2.1.4 en Tabel 2.1.5.



Figuur 2.1.4 Gemeten gemiddelde etmaalverloop A2 Breukelen, 2004 in vergelijking met het rekenvoorschrift RMW2002 methode II, toegepast op telgegevens van de AVV voor de locatie

In Tabel 2.1.5 zijn de verschillen voor de equivalente niveaus over dag-, avond- en nachtperiode, alsmede de Lden weergegeven. De berekende waarde valt gemiddeld circa 2,5 dB(A) lager uit dan de gemeten waarde.

Tabel 2.1.5 Vergelijking van de gemeten geluidbelasting langs de A2 bij Breukelen in 2004 met het nieuwe Reken- en Meetvoorschrift

	dag	avond	nacht	Lden
2004 als gemeten	78,0	76,7	73,7	81,3
2004 volgens SRM II_2002	75,8	74,1	71,1	78,8
Verskil rekenen en meten	-2,2	-2,6	-2,6	-2,5

Toepassing wegdekcorrectieterm volgens CPX methode

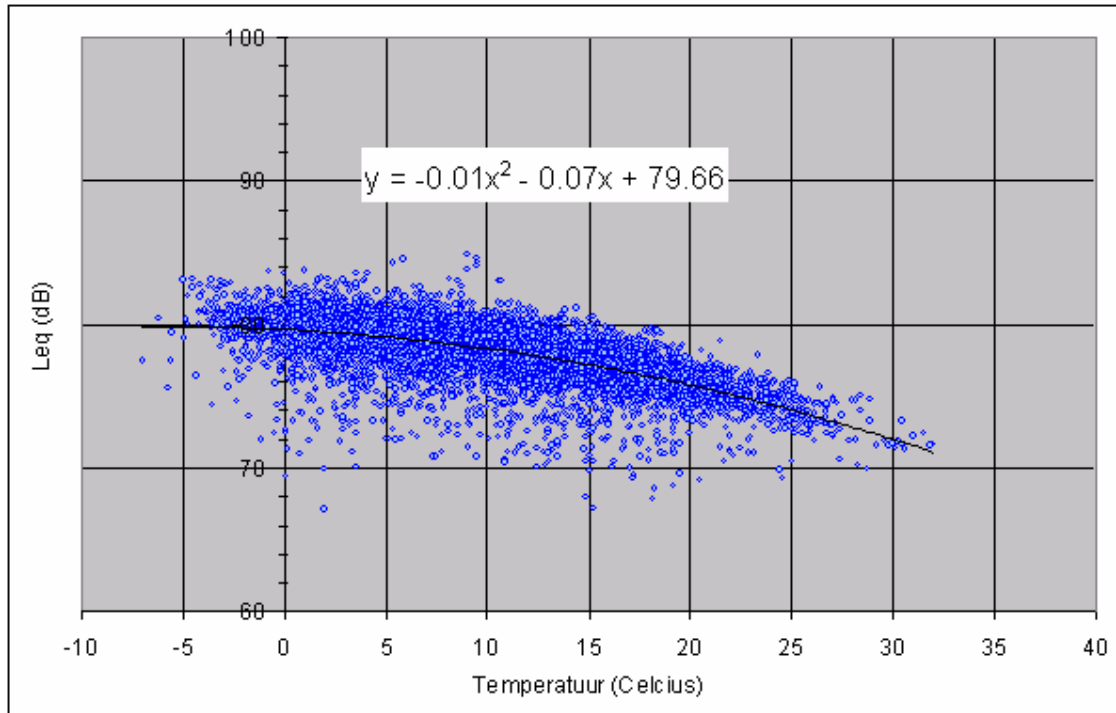
Het beeld in Tabel 2.1.5 stemt overeen met de verschillen die in 2003 zijn geconstateerd. Het wegdektype ter plaatse is Dicht AsfaltBeton (DAB). Uit onderzoek, waarbij geluidmetingen met de Close Proximity (CPX) methode zijn verricht in 2003[6], bleek het wegdek gemiddeld circa 1,5 dB(A) meer geluid te veroorzaken, dan de geluidemissie die standaard aan dit type wegdek in het rekenvoorschrift wordt toegekend. Na correctie voor het wegdek resteert nog een verschil van circa 1 dB(A) tussen rekenen en meten.

Verskil tussen de geluidbelasting in etmaalwaarde en de Lden

Opgemerkt wordt dat er tussen het Lden en de etmaalwaarde over alle jaren die tot nu toe zijn gemeten steeds een verschil is gemeten van gemiddeld 2,5 dB(A). In de nieuwe geluidwetgeving die in 2006 van kracht wordt is de normstelling van de oude etmaalwaarde vervangen door de normen voor de Lden. Voor rijkswegen is daarbij een verschil van 2 dB aangenomen, wat voor de meetlocatie bij Breukelen een verruiming van 0,5 dB in normstelling zou betekenen. Voor de lokatie langs de A10 is over 2003 en 2004 gemiddeld 2,1 dB gemeten, hetgeen vrijwel overeenkomt met de het bij de wetaanpassing aangenomen verschil.

Invloed van temperatuur op voertuigemissie.

Na correctie voor variaties in verkeersvolume werd een verband tussen temperatuur (KNMI station Schiphol) en gemeten geluidsniveau gevonden. Dit verband, zoals aangegeven in Figuur 2.1.5 geeft voor het jaar 2004 bij een stijging van de temperatuur van 10 naar 20 graden Celcius een afname in LAeq van circa 2 dB(A).



Figuur 2.1.5 Verband tussen temperatuur en gemeten LAeq uurwaarden, na correctie voor volume

Doorgaans wordt een lineair verband met een afname van 0,1 dB per graad Celcius gehanteerd. In de bovenstaande Figuur 2.1.5 lijkt echter in het temperatuursgebied tussen 10 en 30 graden een sterkere afname te ontstaan dan in het gebied tussen -5 en 10 graden. Mogelijk is er in het gebied tussen 10 en 15 graden een omslagpunt in het gedrag van het rubber.

Invloed van neerslag op meetresultaten

In aanvulling op de regressie naar temperatuur is gekeken naar de mogelijke invloed van neerslag. Daartoe was echter alleen de meteo data van Schiphol op uurbasis beschikbaar. Correllatie met deze meteogegevens op met de metingen langs de A2 op uurbasis, na correctie voor volume, rijsnelheid en temperatuur, leverde geen duidelijk verband op. Waarschijnlijk zijn nauwkeuriger neerslaggegevens nodig om een dit verband te kunnen aantonen.

2.1.4 Resumé

- Resultaten gemeten op de A2 in 2004 stemmen vrijwel overeen met de metingen in 2003;
- Ten opzichte van 2000 is het Lden nu ongeveer 0,5 dB toegenomen;
- Deze toename wordt niet veroorzaakt door volumegroei, maar kan alleen worden verklaard door een toename van de gemiddelde geluidemissie per voertuig;

- Tussen de gemeten en berekende gemiddelde geluidbelasting werd in 2004 een verschil van 2,5 dB geconstateerd, waarbij de berekende waarde lager was. Na correctie voor het verslechterde wegdek resteert een verschil van circa 1 dB(A).

2.2 Rijksweg A10-West Amsterdam

Een tweede RIVM geluidmonitoringslocatie bevindt zich aan de oostzijde langs de A10-West bij Amsterdam halverwege de Jephtastraat. Op deze locatie wordt sinds april 2003 doorlopend het geluidsniveau gemeten. Navolgend worden de meetresultaten uit 2004 gepresenteerd en vergeleken met die uit 2003.

Verder wordt ingegaan op het geluidsreducerende effect van het dubbellaags zeer open asfalt ter plaatse (DZOAB). Dit wegdek is in 2001 aangebracht. Alle hier gepresenteerde resultaten voor A10-West zijn inclusief een aftrek van 2 dB op de metingen in verband met gevelreflectie (De meetpost bevindt zich niet in het vrije veld, maar staat vlak voor een flatgebouw opgesteld).

2.2.1 Situatie

De meetlocatie is te vinden in Bijlage 1 en is tevens op de website <http://www.rivm.nl/milieukwaliteit/geluid/>. Figuur 2.2.1 geeft een overzichtsfoto. De meetpost bevindt zich ten oosten van de A10 en staat voor de Max Havelaar flat. De rijksweg ter plaatse bestaat uit 10 rijstroken, waarvan 4 voor aan- en afrijden verkeer. Het wegdek bestaat uit dubbellaags zeer open asfaltbeton (DZOAB) dat in 2001 bij de grootschalige renovatie van de weg is aangelegd. De maximale rijksnelheid bedraagt 100 km/u.

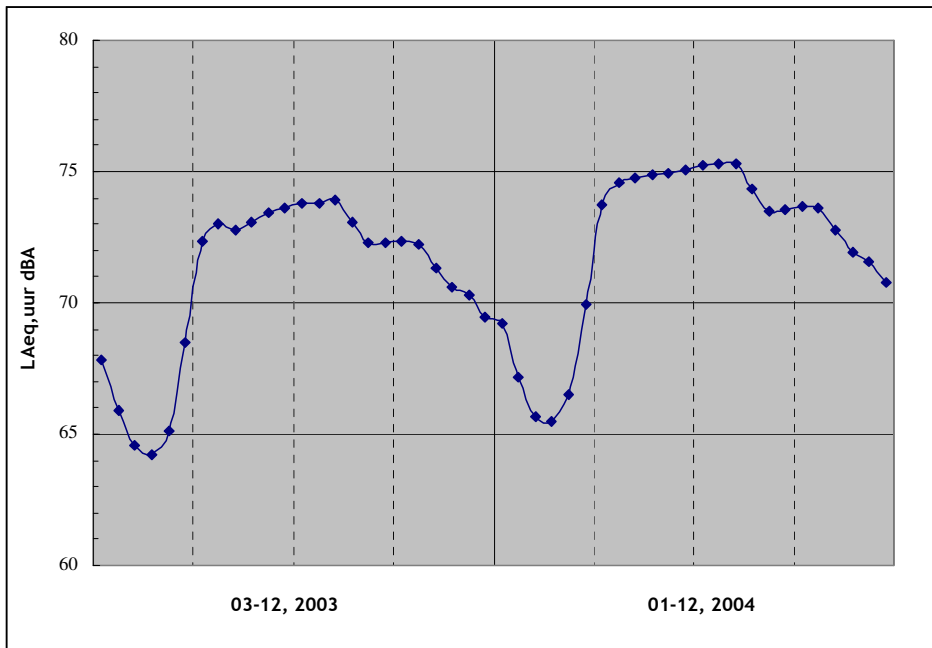


Figuur 2.2.1 Foto genomen vanuit de Max Havelaar flat van de A10, juni 2003

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 dicht gemaakt.

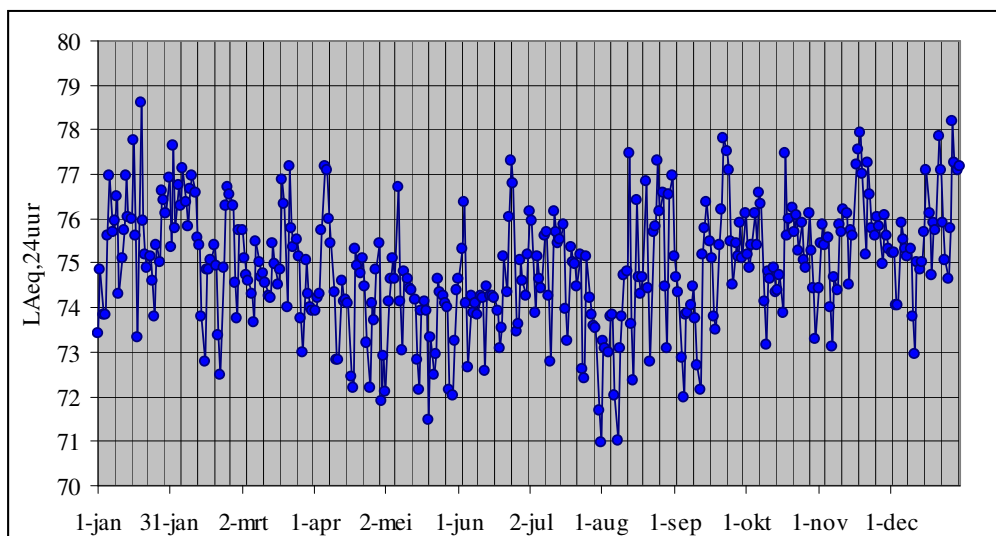
2.2.2 Meetresultaten 2004

In Figuur 2.2.1 is de gemiddelde etmaalverdeling van het geluidsniveau weergegeven voor 2003 en 2004.



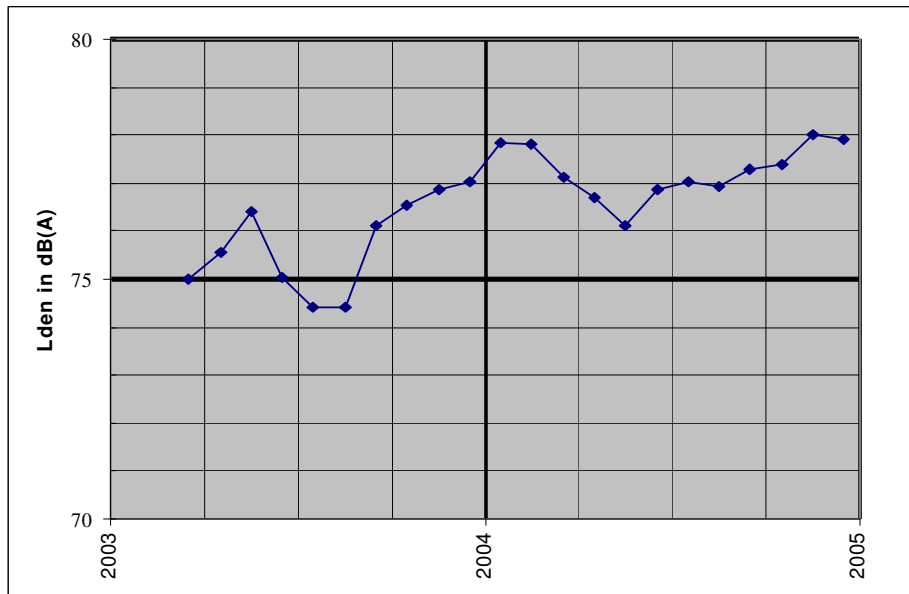
Figuur 2.2.1 Rijksweg A10-West Jaargemiddelde 24-uursverdeling van het LAeq in 2003 (maart t/m december) en 2004 (januari t/m december)

Opvallend is dat de geluidbelasting in 2004 over het gehele etmaal ongeveer 1,5 dB(A) is toegenomen ten opzichte van 2003. Het verloop van dag tot dag van het 24-uurs gemiddelde (equivalente) geluidsniveau is weergegeven in Figuur 2.2.2.



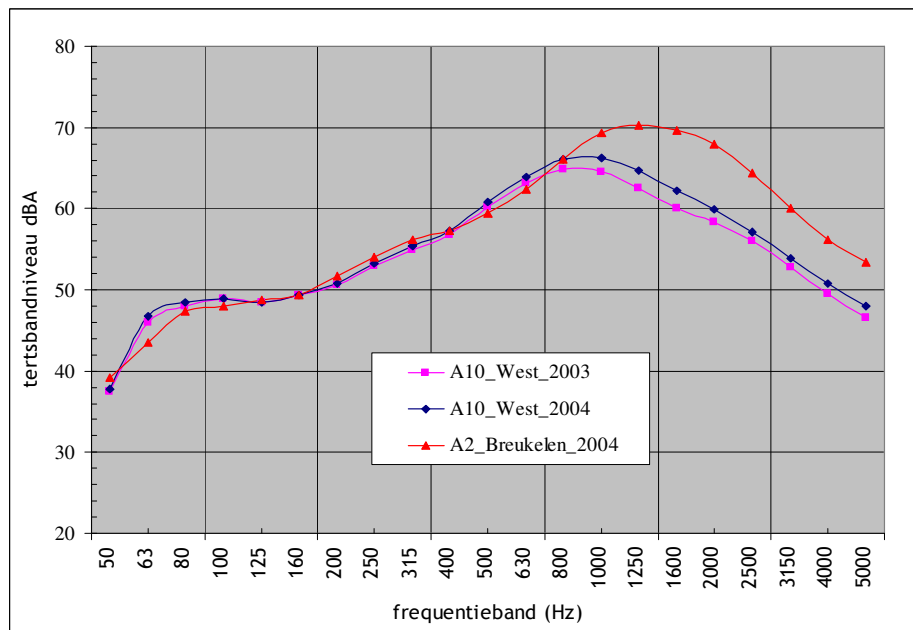
Figuur 2.2.2. Dagverloop van de 24-uurs gemiddelde (equivalente) geluidbelasting over het jaar A10-West Amsterdam 2004

Het maandgemiddelde jaarverloop vanaf april 2003 t/m december 2005 is weergegeven in Figuur 2.2.3.



Figuur 2.2.3 Verloop van het maandgemiddelde van het Lden op de locatie langs de A10-West Amsterdam

Een jaargemiddeld tertsbandspectrum is weergegeven in Figuur 2.2.4. Dit spectrum is vergeleken met het spectrum uit 2003 en het spectrum gemeten op de locatie bij Breukelen.



Figuur 2.2.4 Gemiddelde tertsbandspectra Rijksweg A10-West 2004 in vergelijking met 2003. Ter vergelijking is ook het gemiddelde spectrum gemeten in 2004 langs de A2 bij Breukelen weergegeven

In Tabel 2.2.1 zijn de gemiddelde niveaus voor dag-, avond- en nachtperiode en de tel- en snelheidsgegevens voor de locatie aangegeven. Ter vergelijking zijn tevens de waarden voor de locatie A2 Breukelen aangegeven.

Tabel 2.2.1 Vergelijking gemeten geluidniveaus 2003 over dag-, avond- en nachtperiode, verkeersintensiteiten en rijsnelheden in km/u A10 - West Amsterdam, 2003

		cat	A10-West* 2003	A10-West* 2004	A2 Breukelen	Vershil
wegdek			DZOAB	DZOAB	DAB	
geluidniveau dB(A)	Dag 19-23 u		73,0	74,6	78,0	3,4
	Avond 19-23 u		71,1	72,6	76,6	4,0
	Nacht 23-7 u		68,0	69,5	73,7	4,2
	Letmaal		78,0	79,5	83,7	4,2
	Lden		75,8	77,5	81,3	3,8
Etmaal- intensiteit**		Licht	99.533	98.734	127.800	29.066
		vracht	9.402	9.554	10.985	1.431
Rijsnelheid in km/u**	Dag 19-23 u	Licht	87	88	102	14
		vracht	75	77	83	6
	Avond 19-23 u	Licht	93	94	111	17
		vracht	84	84	88	4
	Nacht 23-7 u	Licht	96	96	113	17
		vracht	84	85	87	2

* op de gemeten waarden is 2 dB(A) aftrek toegepast i.v.m. gevelreflectie

** bron: Rijkswaterstaat AVV, A10: tellus 35675: 10R 25,587 en A2: tellus 47735 Lage Weide

Geluidemissies

Evenals bij de Rijksweg A2 bij Breukelen is met behulp van de telgegevens en regressieanalyse een gemiddelde geluidemissie over gezamenlijk personenautos en vrachtautos bepaald. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 2.2.2.

Tabel 2.2.2 Vergelijking van de emissie van het verkeer op de A10-West bij Amsterdam en de A2 bij Breukelen (niet gecorrigeerd voor snelheidsverschillen)

Locatie	Gemiddelde emissie per voertuig in dB(A)		
	<i>dag</i>	<i>nacht</i>	<i>24-uur</i>
A10-West A'dam 2003	102,4	103,8	102,6
A10-West A'dam 2004	103,9	105,1	104,1
Toename emissie A10	1,5	1,3	1,5
A2 Breukelen 2004	107,6	109,5	107,6
Vershil A10W-A2B,2004	-3,7	-4,4	-3,5

2.2.3 Beoordeling

Vergelijking met de geluidemissies van de A2 bij Breukelen.

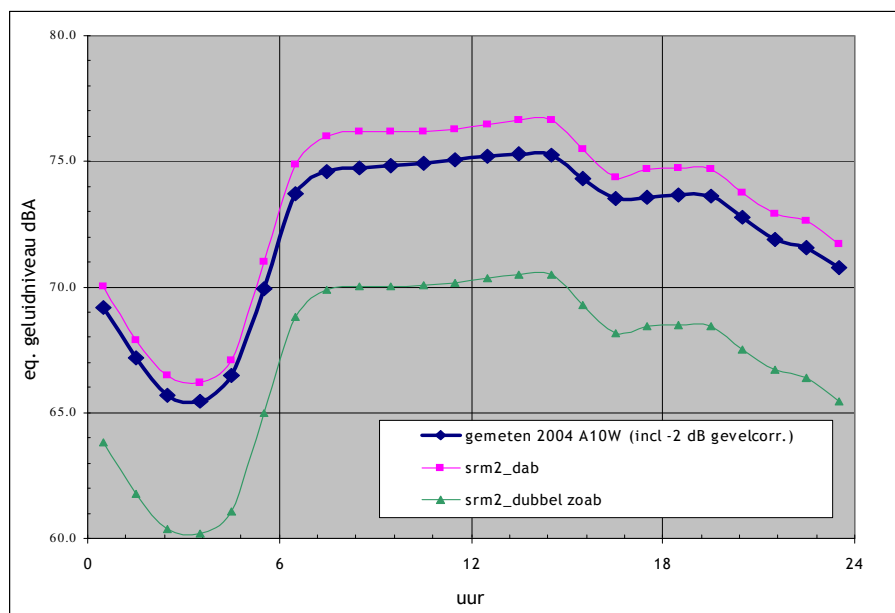
In de vorige 'Geluidmonitor' (2003) werd, genormeerd op gelijke verkeersbelasting en snelheden, een verschil van circa 4 dB(A) geconstateerd tussen het DZOAB op de A10 en het (verouderde) DAB op de A2 bij Breukelen.

Tabel 2.2.2 geeft over het etmaal een verschil in geluidemissie van 3,5 dBA. Daarvan blijft na correctie voor het verschil in rij snelheden nog 2,5 dBA over die zuiver kan worden toegeschreven aan de werking van het wegdek.

Indien wordt uitgegaan van een standaard 'DAB 0-16' wegdek, dan wordt op de A10 momenteel nog minder reductie behaald dan 2,5 dB. Uit CPX metingen op de A2 in 2003[6] bleek dat het wegdek ter plaatse ongeveer 1,5 dB meer geluidemissie veroorzaakt dan een standaard DAB- wegdek. Dit zou betekenen dat het DZOAB op de A10-West ten opzichte van *standaard* DAB niet meer dan 1 dB reductie oplevert.

Vergelijking met het Reken- en Meetvoorschrift RMW2002[4]

De gemeten jaargemiddelde 24-uursverdeling van het geluid is vergeleken met een berekende verdeling op basis van het wettelijke voorschrift (SRM2) in combinatie met de tel- en snelheidsgegevens van de AVV voor de locatie (Zie Figuur 2.2.5). De berekende curven zijn bepaald voor zowel een normaal DAB-wegdek als een DZOAB wegdek aan de hand van de standaard wegdekcorrectiefactoren voor deze type wegdekken (zie <http://www.stillerverkeer.nl/stillewegdekken>).



Figuur 2.2.5 Gemeten jaargemiddelde 24-uursverdeling in vergelijking met de berekende 24-uursverdeling volgens RMW2002[4] op basis van de AVV tel- en snelheidsgegevens

In Tabel 2.2.3 zijn de verschillen nader tussen meting en berekening nader aangegeven.

Tabel 2.2.3 Verschillen tussen de gemeten equivalente geluidniveaus en berekende waarden volgens RMW 2002 op basis van AVV tel en snelheidsgegevens

	dag	avond	nacht	Lden
gemeten 2004 A10W *	74,6	72,5	69,4	77,3
SRM2_DAB	75,9	73,6	70,4	78,3
SRM2_dubbel zoab	69,7	67,3	64,3	72,2
verschil gemeten srm2 DZOAB	-4,9	-5,2	-5,1	-5,1

* incl -2 dB gevelcorrectie

De gemeten reductie van DZOAB ten opzichte van standaard DAB uit het reken- en meetvoorschrift bedraagt ongeveer 1 dB. Dit is in overeenstemming met hetgeen in de voorgaande paragraaf is opgemerkt. De reductie die voor het DZOAB in het rekenvoorschrift wordt aangehouden bedraagt bijna 6 dB. De in 2004 gemeten reductie blijft duidelijk achter bij deze waarde.

Onzekerheden

Opgemerkt wordt dat bij de bepaling van de emissies bij de A10 rekening moet worden gehouden met relatief ruime onzekerheidsmarges ($\sim \pm 2,0$ dB). Dit heeft te maken met de toegepaste correctie (-2 dB) voor gevelreflectie ('A2-Breukelen' is een vrije veld situatie en de meetpost bij de A10 bevindt zich pal voor een flatgebouw, vrij dicht op de weg) en de correctie aan de hand van de CPX-meting op de A2 bij Breukelen. Deze aspecten compliceren een directe, nauwkeurige vergelijking tussen de resultaten op beide meetlocaties. *De meting is dan ook niet bedoeld als algemeen geldig resultaat met betrekking tot het effect van DZOAB ten opzichte van DAB, maar geeft slechts een indicatie daarvan op één meetlocatie.* Desondanks blijkt uit de metingen langs de A10-West in 2004 dat het geluidreducerend effect van dubbellaags zeer open asfaltbeton in de praktijk minder kan zijn dan de reductie die nu hiervoor in het Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeer wordt gegeven. De oorzaak ligt mogelijk in geleidelijke vervuiling van het wegdek, waardoor de akoestische absorptie inmiddels achterblijft bij de waarde bij de aanleg in 2001 (het spectrum in Figuur 2.2.5 lijkt dit beeld te bevestigen: vanaf 600 Hz is een toename ten opzichte van 2003 zichtbaar). Met name omdat de rijsnelheden op de stedelijke ringweg A10-West lager zijn dan in poldersituaties is de kans op vervuiling groter. Nader specialistisch onderzoek door een gespecialiseerd ingenieursbureau zou hier uitsluitsel over kunnen bieden. Een ander aspect dat genoemd dient te worden is het feit dat er op de A10 ter plaatse van viaducten geen DZOAB is aangelegd, maar dat daar de normale wegdekverharding (DAB) is aangebracht. Nog een punt dat mogelijk verband houdt met een ogenschijnlijk tegenvallende reductie van het DZOAB is het feit dat er aan de westzijde van de weg, tegenover de meetlocatie aan de oostzijde, reflecterende schermen zijn geplaatst. Hoewel in theorie de verhogende werking door reflecties tot minder dan 0,5 dB beperkt blijft, kan dit punt van invloed zijn.

Invloed van rijsnelheid op geluidemissie

Op de locatie langs de A10 is per 1 november een maximum rijsnelheid van 80 km/u ingevoerd voor alle verkeer. Gezien de relatief grote spreiding in geluidniveaus (zie Figuur

2.2.2) is het nodig om na de invoer van de maatregel over tenminste enkele maanden aan metingen te beschikken alvorens betrouwbare uitspraken over het effect op geluidemissie kunnen worden gedaan. Bij de oplevering van deze rapportage was het daarom nog niet mogelijk het effect mee te nemen. De eerste resultaten zullen in 2006 verschijnen.

Resumé

- De metingen langs de A10-West in 2004 laten een toename zien van 1,5 dB ten opzichte van de metingen uit 2003;
- De toename werd niet veroorzaakt door ander rijgedrag of gewijzigde verkeersomvang en samenstelling, maar moet worden gezocht in een toename van geluidemissie van het wegdek;
- De geluidreductie van het DZOAB op de A10-West ter plaatse van de meetpost ten opzichte van een DAB-wegdek blijft achter bij de reductie die het Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaaai, RMW2002, aan dit type wegdek toekent.
- Op grond van de metingen in 2003 en 2004 zal de snelheidsverlaging in november 2005 naar verwachting een geluidreductie van 2 tot 3 dB(A) opleveren. Een definitieve uitspraak is pas mogelijk in 2006 nadat doorlopende metingen vanaf november 2005 tot medio 2006 zijn uitgevoerd.

2.3 N256 Zeeland

In augustus 2004 is een monitorlocatie in gebruik genomen langs de N256 op Noord-Beveland in de provincie Zeeland. De meetopstelling is weergegeven in Figuur 2.3.1.



Figuur 2.3.1 De RIVM geluidmonitorlocatie langs de N256 op Noord-Beveland. De locatie is in augustus 2004 in gebruik genomen

Het bijzondere van de locatie is dat er niet alleen telgegevens beschikbaar zijn, maar dat per passage tevens het type voertuig en de rijnsnelheid daarvan worden geregistreerd. Dit maakt

bij het monitoren van de geluidemissies van de voertuigen een nader onderscheid in de verschillende voertuigcategorieën mogelijk. Bij de locaties langs de A2 en de A10 is een dergelijk onderscheid weliswaar mogelijk via regressieanalyse met behulp van de verkeersgegevens, maar dit veroorzaakt een relatief grote onzekerheid waardoor kleine veranderingen in de onderlinge geluidemissies moeilijker te monitoren zijn. Bij de opstelling langs de N256 is het mogelijk om in de relatief rustige nachtperiode van 2 tot 4 uur, wanneer de voertuigen op onderling grote afstand van elkaar de meetpost passeren, per passage, het type voertuig, de rijnsnelheid en de bijbehorende geluidemissie te registreren.

2.3.1 Situatie

Het wegdek ter plaatse bestaat uit twee rijstroken belegd met een Dicht AsphaltBeton (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 er via <http://www.rivm.nl/milieukwaliteit/geluid/> aanvullende informatie op de website van het RIVM te vinden.

2.3.2 Meetresultaten 2004

De resultaten op deze locatie worden hier alleen gegeven van die metingen waarvan het meetresultaat eenduidig aan een voertuigpassage kon worden gekoppeld. Dit betreft de passages waarbij slechts één voertuig aan de meting bijdraagt. Dit is alleen het geval wanneer voertuigen zich op voldoende onderlinge afstand bevinden. Uit de analyse van de metingen kwam naar voren dat over de volle etmaalperiode alleen in de nachtelijke uren van 2 tot 4 de voertuigen op voldoende onderlinge afstand rijden. Alleen deze uren zijn in de analyse gebruikt. Teneinde een directe vergelijking met emissies conform de wettelijke rekenmethode te maken zijn de genormeerde SEL-waarden¹:

$$SEL^*_{meet} = SEL_{meet} + 10 \cdot \log(V/3600) + 10 \cdot \log(R) + D_{bodem} + D_{lucht} \quad (2.1)$$

uitgezet tegen de verhouding V/V_{ref} , met:

SEL	= sound exposure level dBA bij een geregistreerde voertuigpassage
V	= rijnsnelheid in km/u
V _{ref}	= referentie snelheid (80 km/u voor personenautos en 70 km/u voor vrachtautos)
R	= afstand rijbaan – microfoon (6,7 en 9,2 m voor resp. nabij/ver gelegen rijstrook)
D _{bodem}	= bodemdemping volgens RMW2002 (1,4 dB en 0,5 dB voor de nabij en ver gelegen rijstrook)
D _{lucht}	= luchtdemping ~ 0,1 dB

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

$$SEL^*_{RMW02} = a + b \cdot \log(V/V_{ref}) \quad (2.2)$$

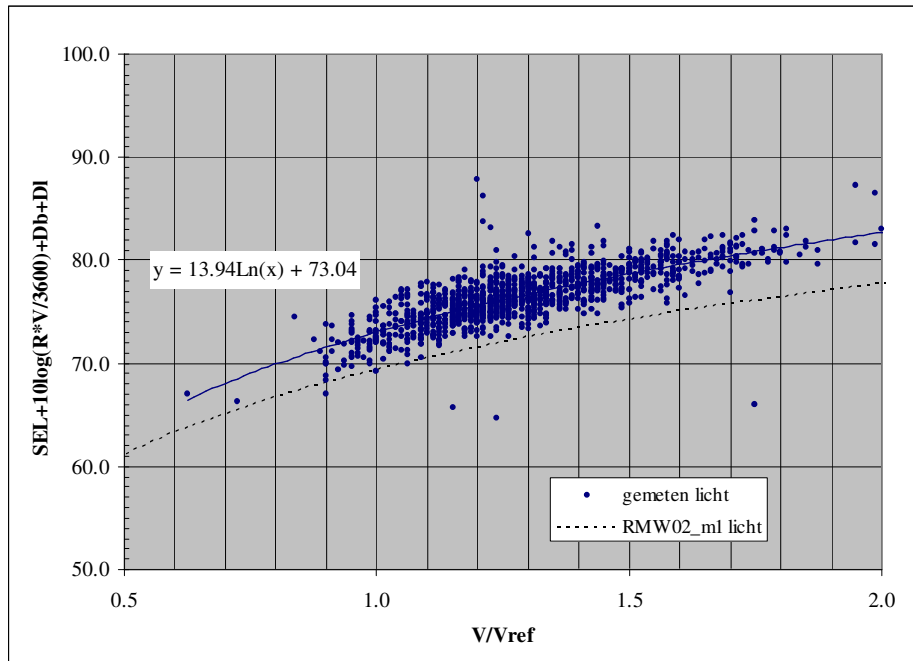
¹ SEL Sound Exposure Level, zie bijlage 3.

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 (zie Bijlage 7). In Tabel 2.3.1 zijn de op die manier uit de metingen afgeleide coëfficiënten A en B per categorie vergeleken met de coëfficiënten a en b uit het rekenvoorschrift RMW2002.

Tabel 2.3.1 Vergelijking van gemeten en berekende constanten ter bepaling van geluidemissies SEL^ ² Alle gemeten niveaus gelden voor de periode van 2 tot 4 uur 's nachts*

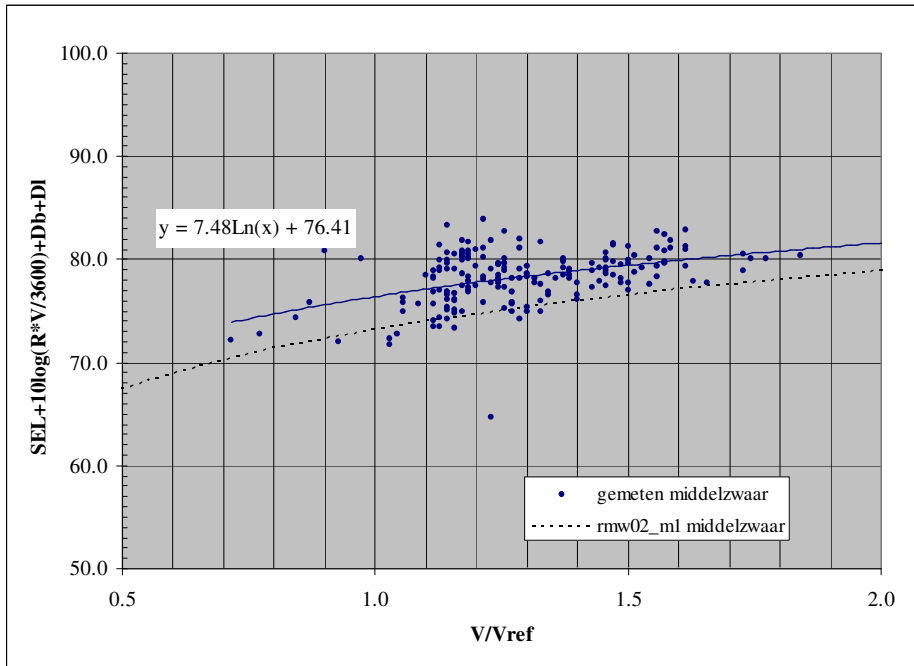
maand	licht		middel		Zwaar	
	A	B	A	B	A	B
Oktober	73,0	32,1	76,5	14,6	78,5	25,2
November	73,0	32,9	76,8	14,2	79,3	21,2
December	73,4	32,2	76,1	22,1	77,7	31,9
Jaar 2004*	73,0	32,1	76,4	17,2	78,4	26,8
RMW2002	a=69,4	b=27,6	a=73,2	b=19,0	a=76,0	b=17,9
Verskil in 2004	-3,6		-3,2		-2,4	
Lw,vref=A+33	106,0		109,4		111,4	

Wat voor de vergelijking van belang is de waarde A, die de gemiddeld gemeten SEL^* - waarde bij de referentiesnelheid geeft. Deze waarde blijkt volgens de meetresultaten hoger dan de waarde volgens het Reken- en Meetvoorschrift voor Wegverkeerslawaaai, RMW2002. In de figuren 2.3.1 tot en met 2.3.3 zijn de resultaten voor de verschillende categorieën weergegeven.

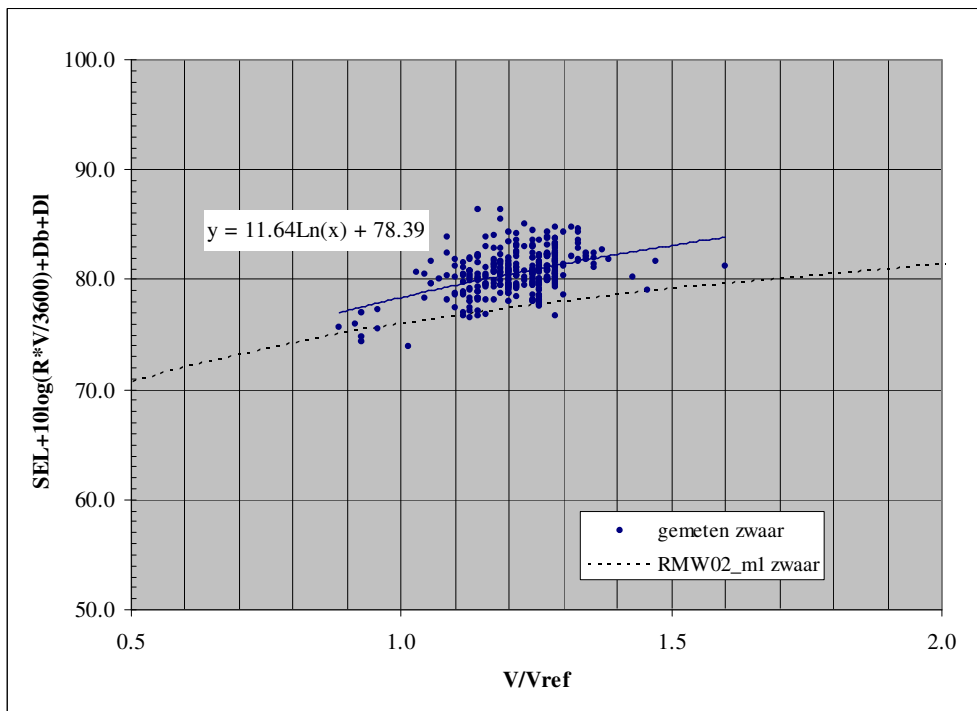


Figuur 2.3.1 N256 Noord Beveland; overzicht meetresultaten aan lichte voertuigen gemeten in oktober t/m december 2004

² Het geluidvermogen bij de referentiesnelheid $Lw,vref$ volgt uit $Lw = SEL^* + 33$ (zie Bijlage 7). Deze waarde kan worden vergeleken met de geluidvermogens per voertuig gemeten bij de A2.



Figuur 2.3.2 N256 Noord Beveland; overzicht meetresultaten aan middelzware voertuigen gemeten in oktober t/m december 2004



Figuur 2.3.3 N256 Noord Beveland; overzicht meetresultaten aan zware voertuigen gemeten in oktober t/m december 2004

2.3.3 Beoordeling

Het wegdek ter plaatse heeft voor wegdekken van het type DAB (Dicht AsfaltBeton) een hoge geluidemissie. De gemeten waarden liggen dan ook hoger dan volgens het Reken- en Meetvoorschrift. De verschillen zijn circa 4, 3 en 2 dB voor respectievelijk licht,

middelzwaar en zwaar verkeer. Deze verschillen gelden bij de referentiesnelheid (80 km/u voor personenautos en 70 km/u voor vrachtautos). Bij hogere snelheden zijn de verschillen voor lichte en zware voertuigen nog wat groter. Kennelijk wijkt de emissie van het asfalt ter plaatse af van de emissie die volgens RMW2002 aan een standaard DAB wegdek wordt toegekend. Dit is mogelijk het gevolg van slijtage van het wegdek. Een andere oorzaak die genoemd kan worden is dat alle metingen in de nachtperiode, buiten het zomerseizoen plaatsvonden. De gemiddelde temperatuur tijdens de gemeten passages zal daardoor lager liggen dan wanneer een jaar lang over de gehele etmaalperiode zou zijn gemeten. Bij lagere temperaturen is de geluidemissie hoger.

Een ander punt dat van belang is, is dat de relatief grote spreiding van geluidemissies binnen een voertuigcategorie (orde 7 dB). Het zou nuttig zijn de meetopstelling in de toekomst uit te breiden met een herkenningssysteem waarmee binnen een bepaalde voertuigcategorie een verdere differentiatie (type motor, merk, type banden etc) mogelijk is. Op die manier zou kunnen worden nagegaan welke voertuigen het meeste aan de totale geluidemissie van de verkeersstroom bijdragen, hetgeen meer aanknopingspunten voor een effectief bronbeleid biedt.

2.3.4 Resumé N256

De eerste resultaten gemeten in 2004 langs de N256 zijn voor de verschillende categorieën vergeleken met de geluidemissies volgens het Reken- en Meetvoorschrift voor Wegverkeer, RMW 2002. Het wegdek ter plaatse heeft voor wegdekken van het type DAB (Dicht AsfaltBeton) een hoge geluidemissie. Voor alle categorieën liggen de gemeten geluidemissies dan ook enkele dB(A) hoger dan de waarden die het rekenvoorschrift RMW2002 aan standaard DAB wegdekken toekent. Nader onderzoek zou kunnen uitwijzen waarom de geluidemissie ter plaatse hoger is dan men doorgaans voor standaard DAB aantreft.

Gezien de relatief ruime spreiding in geluidemissies binnen een bepaalde voertuigcategorie zou het nuttig zijn om de voertuigen bij de geluidmetingen tijdens passage individueel te classificeren.

2.4 Conclusies wegverkeer

Rijksweg A2 Breukelen

De verschillen in de emissies ten opzichte van voorgaande jaren zijn klein. De emissie van het lichte verkeer in de nachtperiode blijkt in 2004 wat hoger dan in 2000, mogelijk doordat de gemiddelde rijsnelheid in deze periode licht is toegenomen. De etmaalwaarde valt daardoor in 2004 bijna 1 dB hoger uit dan in 2000

Het Reken- en Meetvoorschrift RMW 2002 geeft voor standaard DAB wegdek een circa

2,5 dB lagere geluidbelasting dan de gemeten waarde bij de A2. Dit is voor een deel terug te voeren op het DAB wegdek ter plaatse, waarvan de geluidemissie circa 1,5 dB hoger is dan van het standaard DAB referentiewegdek uit het Reken en Meetvoorschrift. Na correctie voor het wegdek ligt de berekende waarde 1 dB lager dan de gemeten waarde.

Rijksweg A10-West Amsterdam

De gemeten geluidniveaus in 2004 blijken ongeveer 1,5 dB hoger dan in 2003. Als mogelijke oorzaak geldt een vermindering van het geluidreducerend vermogen van het DZOAB.

Een indicatie van de geluidreductie van het DZOAB wegdek in 2004 op de A10 bedraagt 2,5 dB ten opzichte van het DAB wegdek op de A2 bij Breukelen en 1 dB en ten opzichte van een *standaard* DAB wegdek uit het Reken- en Meetvoorschrift RMW 2002.

N256 Noord Beveland

De gemeten emissies liggen voor de diverse categorieën 2 tot 4 dB hoger dan de waarden die het rekenvoorschrift RMW2002 voor *standaard* DAB voorschrijft. Het DAB ter plaatse veroorzaakt daarmee een aanzienlijk hogere emissie dan het standaard DAB. Nader onderzoek kan uitwijzen waar deze hogere geluidemissie door wordt veroorzaakt.

Gezien de relatief ruime spreiding in geluidemissies binnen een bepaalde voertuigcategorie zou het nuttig zijn om op deze meetlocatie de voertuigen bij de geluidmetingen tijdens passage individueel te classificeren.

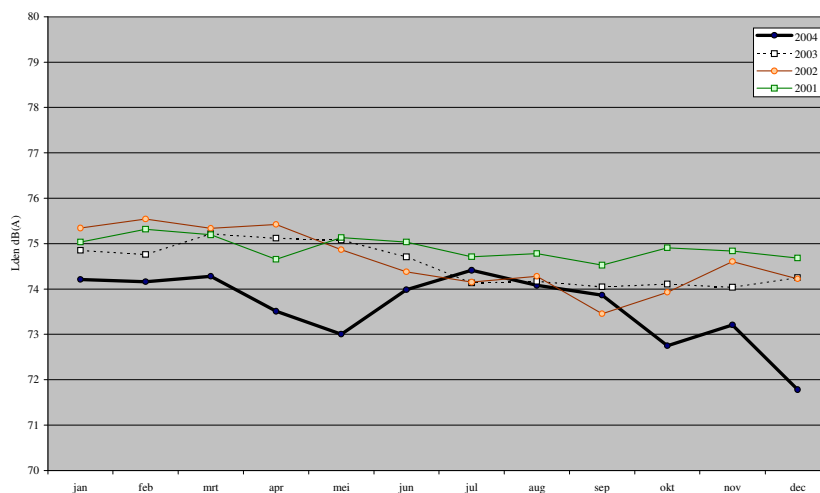
3. Railverkeersgeluid

3.1 Spoorlijn Utrecht - Amsterdam bij Breukelen

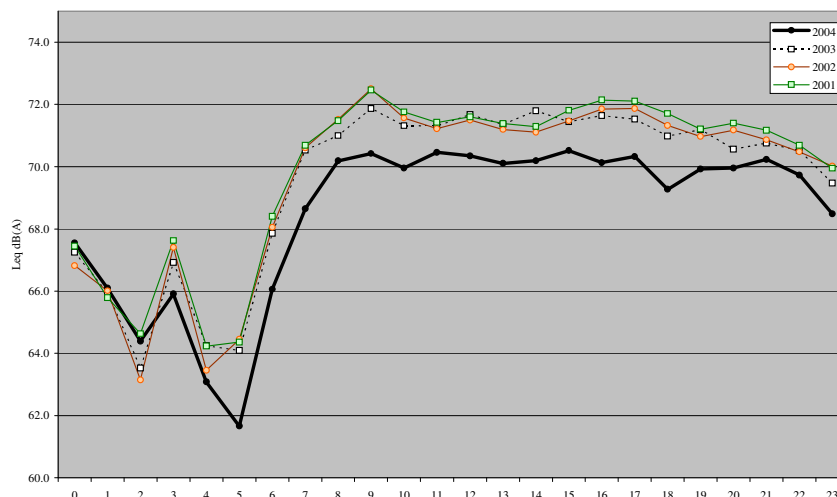
3.1.1 Meetresultaten 2003

De meetlocatie is weergegeven in Bijlage 1.

Het maandgemiddelde jaarverloop en het jaargemiddelde 24-uursverloop zijn weergegeven in Figuur 3.1.1 en Figuur 3.1.2, waarin tevens is vergeleken met metingen uit 2001 en 2002. In Tabel 3.1.1 zijn de gemiddelde niveaus en het aantal gemeten passages voor de dag-, avond- en nachtperiode gerubriceerd vanaf het jaar 2000.



Figuur 3.1.1 Gemeten jaarverloop van het L_{den} in dB(A), spoor Utrecht-Amsterdam 2001 tot en met 2004



Figuur 3.1.2 Gemiddeld etmaalverloop spoor Utrecht - Amsterdam in 2000 tot en met 2004

Tabel 3.1.1 Vergelijking gemeten geluidniveaus en aantal passages per maand spoor Utrecht-Amsterdam bij Breukelen in 2000 tot en met 2004

		2000	2001	2002	2003	2004
Geluidniveau	LAeq,7-19u	71,7	71,7	71,5	71,4	70,1
	LAeq,19-23u	70,9	71,1	70,9	70,8	70,0
	LAeq,23-7u	67	67	66,8	66,6	65,9
	Letm	77,0	77,0	76,8	76,6	75,9
	Lden	74,9	74,9	74,7	74,5	73,7
Passages/maand	Dag, 7-19u	7853	5850	5976	6472	6407
	Avond, 19-23u	1946	1609	1547	1658	1689
	Nacht, 23-7u	1629	1223	1152	1226	1233

3.1.2 Beoordeling

Gemiddelde emissie per passage

Op de locatie vindt geen treindetectie plaats (geen registratie van treintype, aantal bakken en snelheid). Daardoor kunnen er geen emissiegetallen per categorie worden bepaald. De emissie kan alleen als gemiddelde over alle treincategorieën worden vastgesteld. De methode die daarvoor is toegepast is nader weergegeven in Bijlage 5. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3.1.2.

Tabel 3.1.2 Emissiegetallen spoor Utrecht-Amsterdam tot en met 2003

	Periode	ASWIN ¹	2000	2001	2002	2003	2004
Gemeten aantal bakken per uur (alle categorieën)	Dag	153	190	142	145	160	169
	Avond	130	141	117	112	123	125
	Nacht	50	59	44	42	45	46
LAeq in dB(A)	Dag	72,5	71,7	71,7	71,5	71,4	70,1
	Avond	72,2	70,9	71,1	70,9	70,8	70,0
	Nacht	67	67	67	66,8	66,6	65,9
Genormeerd Emissiegetal E* ²	Dag	64,9	63,9	65,2	64,9	64,3	62,8
	Avond	65,3	64,4	65,4	65,4	64,9	64,1
	Nacht	64,3	64,3	65,5	65,5	65	64,3
	24-uur	64,8	64,2	65,4	65,2	64,6	63,4

¹ASWIN R2001 v6/02, traject386 km 20490

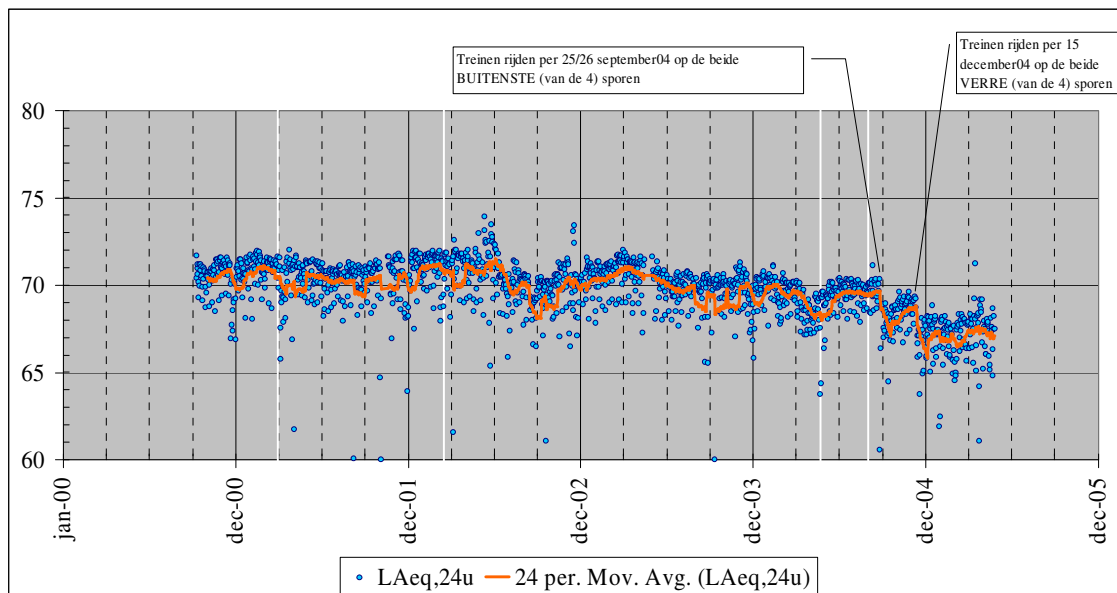
² de geluidemissie bij 1 bak per uur in dB(A) zie Bijlage 5; aangenomen is 9 bakken per trein

Ten opzichte van de voorgaande jaren kan een geringe afname worden geconstateerd, zowel met betrekking tot verkeersvolume als met betrekking tot het gemeten jaar- en gemiddelde etmaalverloop. In 2004 is gewerkt aan een uitbreiding van het aantal sporen van 2 naar 4. Deze werkzaamheden hebben geleid tot enkele onderbrekingen in de dienstregeling. Verder is eind 2004 de treinenloop verplaatst naar de twee het verst van de meetlocatie gelegen sporen.

Effecten door het slijpen van het spoor op geluidemissie

Door het zeer zorgvuldig afslijpen van kleine oneffenheden van de rails kan de geluidemissie van treinen met ongeveer 2 dB(A) worden verminderd. Dit werkt effectief bij treinen met wielen die net zo egaal zijn als de geslepen rails, zoals reizigerstreinen met schijfremmen. Bij treinen, die ruwe wielen hebben door het gebruik van gietijzeren blokkenremmen die het

loopvlak opruwen tijdens het remmen, kan nauwelijks enige geluidsreductie worden verwacht. Dit is bijvoorbeeld het geval bij goederentreinen. Om na te gaan of er in de jaren 2001 tot en met 2004 door slijpen een geluidreducerend is opgetreden, zijn bij Prorail data van slijpwerkzaamheden opgevraagd. In Figuur 3.1.3 zijn voor de genoemde periode voor alle dagen de gemiddelde geluidniveaus weergegeven (LAeq24u in dB(A)). De momenten waarop in deze jaren ter plaatse van de meetpost slijpwerkzaamheden zijn uitgevoerd zijn als witte verticale lijnen in de grafiek weergegeven.



Figuur 3.1.3 Het dagverloop van het LAeq24u langs het spoor Utrecht –Amsterdam bij Breukelen periode 2000 tot en met mei 2005; de witte verticale lijnen geven slijpmomenten aan (bron Prorail)

Hoewel er wel enige variatie in de gemeten geluidniveaus aanwezig is, kunnen deze variaties niet duidelijk in verband worden gebracht met de slijpmomenten. Duidelijke afnamen van het geluidniveau zijn alleen geconstateerd in september en december van 2004, maar deze veranderingen worden veroorzaakt door het gebruik van verder gelegen sporen in het kader van de verbreding van het spoor. Waarschijnlijk wordt het effect van het slijpen op het spoor tenietgedaan door de aanwezigheid van treinen met gecombineerd gebruik van gietijzeren blokremmen. Een analyse van het effect per categorie is echter niet goed mogelijk aangezien op deze locatie bij de geluidmetingen geen onderscheid naar categorieën wordt gemaakt. Een beter inzicht van het effect zal kunnen worden verkregen met de resultaten van de meetposten die Prorail in het kader van het innovatieprogramma geluid inmiddels langs een aantal spoorwegen heeft geplaatst (zie <http://www.innovatieprogrammangeluid.nl/>).

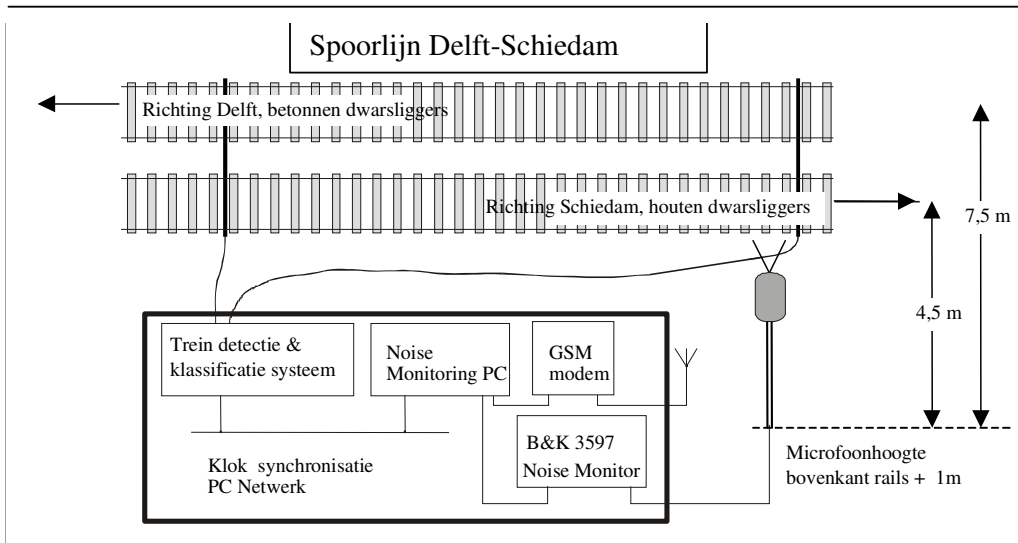
3.2 Spoorlijn Delft – Schiedam

In de periode februari-juni 2004 is in samenwerking met Prorail aan railverkeer gemeten. Op de meetlocatie, gelegen langs de spoorlijn Delft-Schiedam, werd gelijktijdig het geluidsniveau van iedere treinpassages en het treintype vastgelegd. Het werd daardoor mogelijk de geluidemissie van aparte treincategorieën te bepalen. Daarnaast konden verkeersgegevens en geluidemissies uit het standaard Reken- en Meetvoorschrift (RMR96[5]) gevalideerd worden.

3.2.1 Meetopstelling en resultaten

De meetopstelling is weergegeven in Figuur 3.2.1 en 3.2.2. De meetopstelling bestond uit twee afzonderlijke elementen:

1. een geluidmonitor systeem
2. een trein detectie- en classificatiesysteem



Figuur 3.2.1 Geluid Monitor Systeem met treindetectie en classificatie langs het spoor tussen Delft en Schiedam, geplaatst februari 2004



Figuur 3.2.1 Overzicht monitor opstelling railverkeer, Spoor Delft-Schiedam, februari 2004

Het geluidmonitorsysteem bestond uit een geluid-analyser in combinatie met een buitenmicrofoon. Deze was bevestigd op een kort statief op circa 1 m ten opzichte van de bovenkant van het spoor en op circa 6 m afstand van de hartlijn tussen de beide sporen. De analyser was gekoppeld aan een PC die voor de dataverzameling en opslag zorgt. De data werd via een GSM modem door het RIVM in Bilthoven uitgelezen. De instelling was zodanig dat alleen treinpassages, waarbij gedurende tenminste 2 seconden het niveau meer dan 75 dB(A) bedroeg, werden geregistreerd. De PCs voor treindetectie en geluidmeting deden hun dataregistratie afzonderlijk. Door synchronisatie van hun interne klokken was het echter na uitlezing van de geregistreerde treintypegegevens en geluidgegevens mogelijk deze via een geautomatiseerde procedure met elkaar te ‘matchen’. Van belang is verder dat het nabije spoor voorzien is van houten dwarsliggers en het verre spoor van betonnen dwarsliggers.

Resultaten Equivalent geluidniveaus, februari-juni 2004

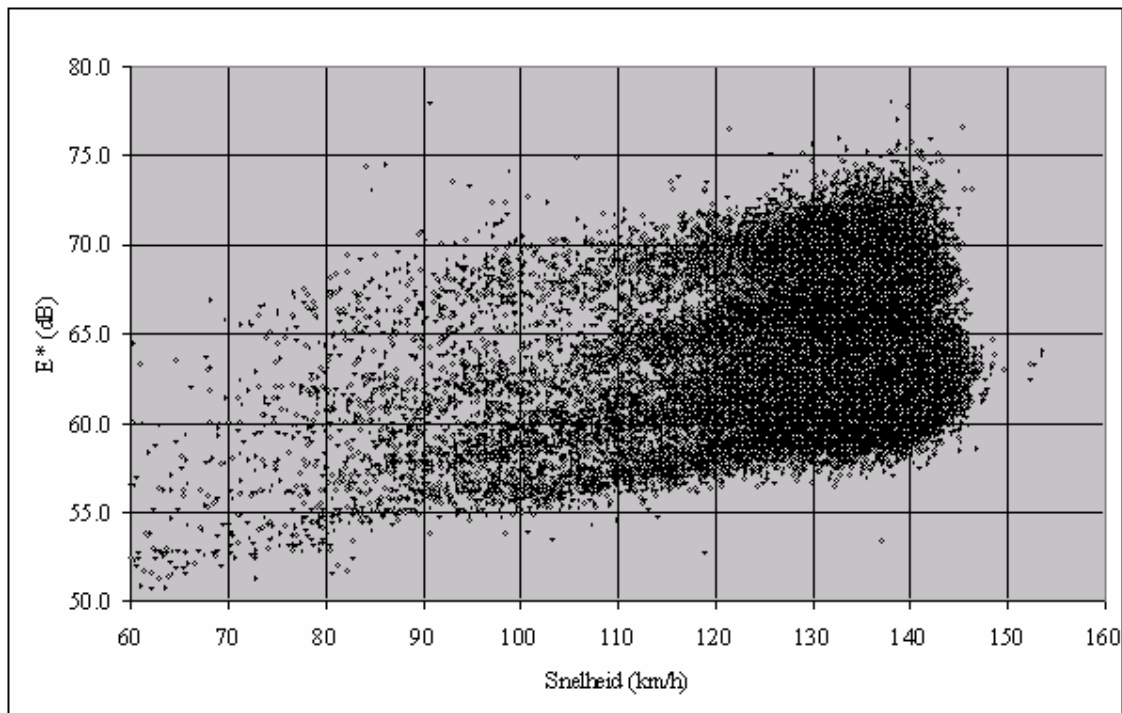
Na ‘matching’ van de treinpassages met het treintype en verwijdering van dubbelpassages (twee treinen op het nabije en verre spoor binnen een periode van 30 seconden) resteerden ca. 44000 passages. In Tabel 3.2.1 zijn de gemeten equivalente geluidniveaus vergeleken met de waarden uit het ‘Akoestisch Spoorboekje’ (ASWIN versie 2004, peiljaar R2003 v11/04), die gebaseerd zijn op het standaard reken- en meetvoorschrift uit 1996 (RMR 1996[5])

Tabel 3.2.1 Vergelijking van gemeten en berekende equivalente geluidniveaus (ASWIN R20032 v11/04, traject 550, km 75000) langs het spoor Delft-Schiedam, waarden in dB(A)

	nabije spoor (houten dwarsliggers) op 4,5 m				verre spoor (betonnen dwarsliggers) op 7,5 m			
	dag	av	na	den	dag	av	na	Lden
berekend	77,6	76,9	71,5	80,1	73,2	73,2	66,6	75,6
gemeten	75,9	75,8	71,0	79,1	70,8	70,5	66,4	74,2
verschil	1,1	1,1	0,5	1,0	2,4	2,7	0,2	1,4

Resultaten emissie getallen

Van de geregisteerde passages is het genormeerde emissiegetal bepaald als beschreven in Bijlage 5. Deze zijn allen weergegeven in Figuur 3.2.2.



Figuur 3.2.2 Geluidemissies in dB(A) vs snelheid in km/u gemeten in de periode februari-juni 2004 langs het spoor tussen Delft en Schiedam; alle passages met alle categorieën zijn hier weergegeven

3.2.2 Evaluatie

De verschillen tussen de gemeten en berekende totale geluidsniveaus blijven beperkt tot maximaal circa 2 dB(A), waarbij de berekende waarden, in tegenstelling tot wat bij de meetposten langs verkeerswegen werd gevonden, hoger uitkomen.

Uit Figuur 3.2.2 blijkt dat de geluidemissies van de treinpassages *onderling* aanzienlijke verschillen vertonen en bij vrijwel elke snelheid een spreiding van circa 20 dB(A) omvatten. Met behulp van de informatie uit het treindetectiesysteem is voor deze passages een nader onderscheid gemaakt in de emissiegetallen per treincategorie. In Tabel 3.2.2 en Tabel 3.2.3 zijn het aantal geregisteerde treinpassages en de gemeten geluidemissies voor beide sporen vergeleken met waarden uit het rekenvoorschrift.

Tabel 3.2.2 Vergelijking van het gemeten aantal bakken en aantallen volgens ASWIN (traject 550, km 75.000), spoor Delft-Schiedam; februari-juni 2004

	aantal	gemiddeld aantal bakken per uur						snelheid km/u	
	passages	dag		avond		nacht			
cat ³		reken	meet	reken	meet	reken	meet	reken	meet
8	24176	60,4	51,5	48,8	45,7	16,4	20,0	140	133
2	9483	58,9	39,3	56,3	35,8	10,8	5,3	140	128
1	8367	17,2	13,0	15,9	12,0	7,4	5,8	140	131
9	1379	7,8	3,4	9,8	4,5	0,1	0,2	140	130
4	214	2,8	0,5	1,0	1,3	1,6	0,6	80	94
3	187	0,1	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	120	112
allen	43806	147,2	107,9	131,7	99,5	36,3	32,1	139	131

Tabel 3.2.3 Vergelijking de geluidemissies, zoals geregistreerd en gemeten en de waarden volgens ASWIN (traject 550, km 75.000), Delft-Schiedam; februari 2004

gemiddelde geluidemissie/m bij 1 bak /uur, E_c * dB(A)						
nabije spoor op 4,5 m				verre spoor op 7,5 m		
cat	Reken	gemeten	Verschil	reken	gemeten	verschil
8	62,3	63,8	-1,5	60,3	61,0	-0,7
2	68,7	68,2	0,5	66,7	64,0	2,7
1	67,5	69,5	-2,0	65,5	67,1	-1,6
9	63,3	62,2	1,1	61,3	59,8	1,5
4	64,4	66,4	-2,0	62,4	63,3	-0,9
3	62,3	64,4	-2,1	61,3	61,7	-0,4
allen	66,5	66,5	0,0	64,5	63,6	0,9

Hoewel de gemiddelde berekende en gemeten geluidemissie goed overeenstemt zijn er duidelijk verschillen in de geluidemissie *per categorie*:

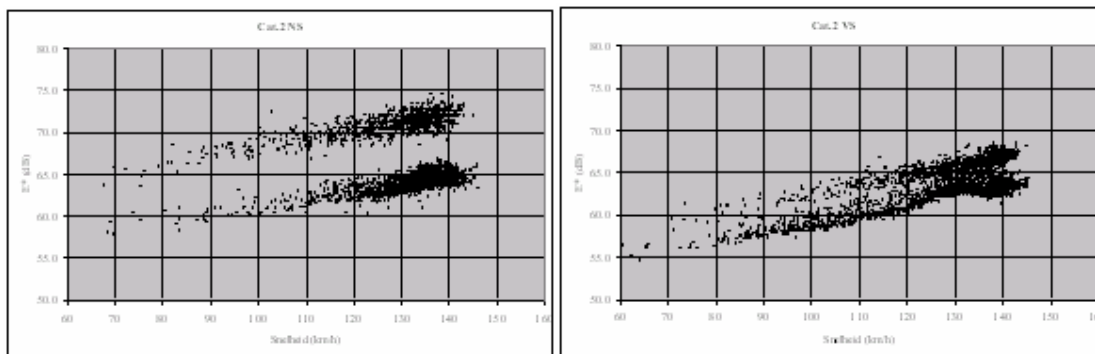
- Categorie 8: de gemeten emissie valt circa 1,5 respectievelijk 0,7 dB hoger uit dan de berekende waarde. Een verklaring kan niet gevonden worden in het aantal bakken per uur: dat is alleen in de nachtperiode hoger dan de in het rekenvoorschrift aangenomen waarde;
- Categorie 2: de gemeten emissie valt 0,5 respectievelijk 2,7 dB lager uit dan de berekende waarde. Het gemeten aantal bakken is in de dag, avond en nacht periode fors lager dan de in het rekenvoorschrift aangenomen waarde;
- Categorie 1: de gemeten emissie valt 2,0 respectievelijk 1,6 dB hoger uit dan de berekende waarde, ondanks het feit dat het gemeten aantal bakken in de dag, avond en nacht periode lager is dan de in het rekenvoorschrift aangenomen waarde;

³ RMR 1996 categorieën zijn:

1. Mat64, Duits Materieel (DB) reizigers treinen met gietijzeren blokremmen
2. ICR, ICMIII, DDM-1, SNCF, TEE, B reizigers treinen met overwegend schijfremmen en toegevoegde gietijzeren blokremmen
3. SGM 2/3 stop treinen met uitsluitend schijfremmen
4. CARGO Goederen treinen met gietijzeren blokremmen
8. IRM, ICM4, DDM2/3 reizigers treinen met schijfremmen en toegevoegde niet-ijzeren blokremmen
9. Thalys, hoge snelheidsmaterieel met hoofdzakelijk schijfremmen

- Categorie 9: de gemeten emissie valt 1,1 respectievelijk 1,5 dB lager uit dan de berekende waarde. Het gemeten aantal bakken is in de dag en avond periode lager dan de in het rekenvoorschrift aangenomen waarde;
- Categorie 4: de gemeten emissie is 2,0 respectievelijk 0,9 dB hoger dan de berekende waarde. Ten opzichte van de in het rekenvoorschrift aangenomen waarde is het gemeten aantal bakken weliswaar in de dag en nacht periode lager, maar de gemeten snelheid is hoger (aantal gemeten passages in deze categorie is beperkt: 214);
- Categorie 3: de volgens het rekenvoorschrift bepaalde geluidemissie valt 2,1 respectievelijk 0,4 dB lager uit dan de gemeten emissie. Een mogelijke verklaring is dat de het aantal gemeten bakken in de dag en avond periode hoger is dan de in het rekenvoorschrift aangenomen aantal (aantal gemeten passages in deze categorie is beperkt: 187).

De spreiding in de geluidemissies van de categorie 2 treinen geven aanleiding tot de veronderstelling dat het Belgisch (BNL) materieel een aparte categorie verdient. In Figuur 3.2.3 zijn alle geluidemissies in categorie 2 weergegeven. De passages met BNL materieel vormen een afzonderlijke groep, zowel op het nabije als het verre spoor, en de geluidemissie ligt aanmerkelijk hoger dan bij de andere passages uit deze categorie.



Figuur 3.2.3 Geluidemissies van categorie 2 treinen op nabije (houten dwarsliggers)) en verre spoor (betonnen dwarsliggers)) Passages met treinen van het type 'Benelux' (BNL) vormen binnen categorie 2 een aparte groep met aanmerkelijk hogere geluidemissie.

De emissie van BNL materieel is op het nabije spoor (houten dwarsliggers) circa 7 dB hoger dan het overige materieel (vnl ICR) in deze categorie. Op het verre spoor, met betonnen dwarsliggers is het verschil kleiner: circa 3,5 dB. Het grote verschil in geluidemissie op houten of betonnen dwarsliggers is opmerkelijk en is blijkt niet uit de emissies die volgens het vigerende rekenvoorschrift worden bepaald. Langs spoorlijnen waar verhoudingsgewijs veel treinen van dit type passeren zou dit ertoe kunnen leiden dat de berekende waarde uit het

Monitoring van geluidemissies van spoorwegmaterieel op de hierboven omschreven wijze, mogelijk uitgebreid met nog een aantal monitorlocaties, biedt goede mogelijkheden om tot een meer actuele en getrouwere akoestische indeling van het spoorwegmaterieel te komen. Daarmee zou meer inzicht kunnen worden verkregen in welke mate verschillende treintypen

verantwoordelijk zijn voor relatief hoge geluidsniveaus, wat een effectiever bronbeleid ten goede komt.

In het kader van het Innovatieprogramma Geluid (IPG) is Prorail gestart met de inrichting van een aantal monitorlocaties, waarbij op soortgelijke wijze gelijktijdige geluidmeting en treinherkenning plaatsvindt. Daarmee is een beter inzicht in de geluidemissies van diverse treintypen mogelijk wat kan bijdragen aan een effectiever bronbeleid voor het spoormaterieel. Op dit moment zijn er, vanuit het IPG programma vier vaste meetposten langs spoorwegen in bedrijf. Meer informatie is te vinden via <http://www.innovatieprogrammageluid.nl/>

3.3 Conclusies Railverkeer

- Langs het spoor tussen Utrecht en Amsterdam ter plaatse van de meetpost ten noorden van Breukelen zijn geen duidelijke effecten door het slijpen van het spoor waar te nemen. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het feit dat er op het spoor niet uitsluitend schijfgeremd materieel aanwezig is.
- De gemeten equivalente geluidsniveaus langs de sporen Utrecht-Amsterdam en Delft-Schiedam vertonen stemmen overeen met de waarden volgens het Nederlandse standaard reken- en meetvoorschrift;
- Hoewel de totale gemeten geluidemissie goed met die uit het rekenvoorschrift vergelijkt, laten de geluidemissies *per categorie*, die gedurende februari 2004 langs het spoor Delft-Schiedam zijn gemeten, verschillen zien ten opzichte van dit voorschrift;
- Eén of een aantal permanent registerende geluidmeters in combinatie met een systeem waarmee gelijktijdig treintypen en rijksnelheden kunnen worden geregistreerd bieden mogelijkheden tot een betrouwbaarder akoestische indeling van de treinen. Daarmee zou een beter inzicht worden verkregen in welk treinen het meeste bijdragen aan een hoge geluidbelasting langs het spoor. Dit inzicht kan bijdragen aan een effectief bronbeleid.

4. Luchtvaart

4.1 Metingen Vliegbasis Volkel

Nabij de militaire vliegbasis Volkel is begin 2000 een geluidmeetpost geplaatst bij een meetstation uit het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM (station 232 – Volkel, Heikantse pad). De meetlocatie ligt op circa 2 km ten zuidwesten van het vliegveld in het verlengde van de startbaan. De militaire vliegtuigen passeren deze meetpost op een hoogte van enkele honderden meters. De beschrijving van de locatie en apparatuur is weergegeven in Bijlage 1.

Sinds maart 2000 is het geluid van startende en landende vliegtuigen gemeten en geregistreerd. Over de uitvoering van de metingen is uitgebreid gerapporteerd in [7]. Hierbij is een foutenanalyse uitgevoerd en een vergelijking gemaakt met berekende waarden voor de geluidbelasting op de locatie van de meetpost. Deze zijn verkregen van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR). Het NLR berekent jaarlijks de geluidbelasting door het vliegverkeer rondom Volkel in het kader van de handhaving van de geluidszonering.

4.1.1 Meetresultaten 2004

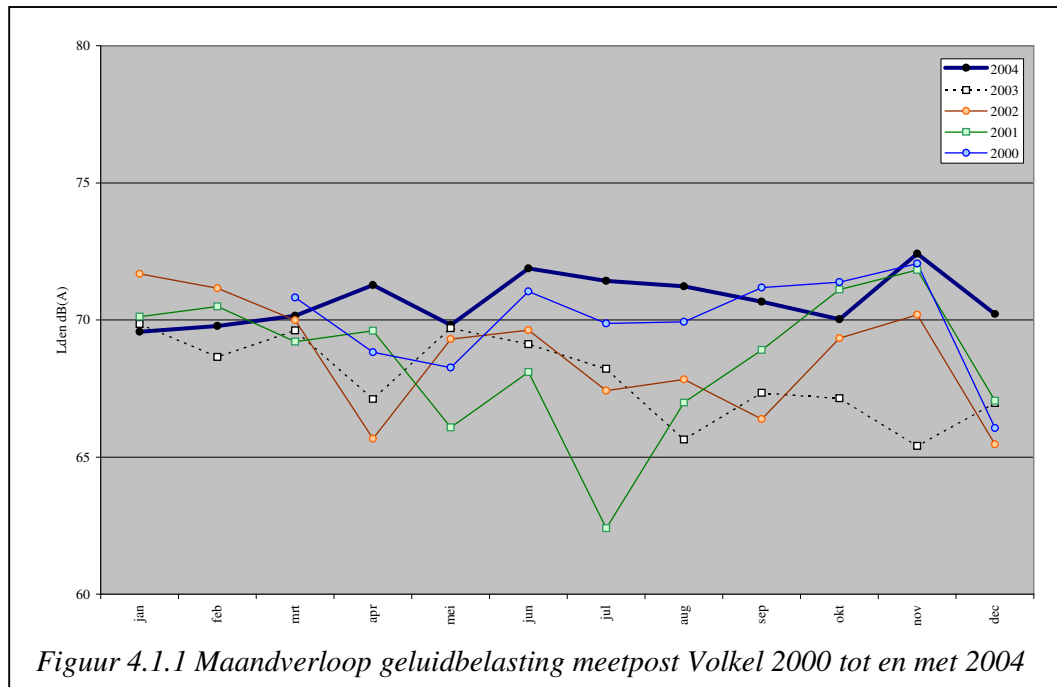
De totale, gemeten geluidbelasting op het meetpunt bedroeg in 2004, in de voor militair luchtvaartgeluid wettelijk vigerende geluidmaat B_{65} , circa 53 Kosteneenheden (Ke). In de geluidmaat L_{den} bedroeg de waarde 71 dB(A). In vergelijking met de voorgaande jaren zijn heeft de meetpost ruim 20% meer passages geregistreerd. De gemeten geluidniveaus zijn, met uitzondering van de nachtperiode over de gehele linie hoger dan in voorgaande jaren. Een overzicht is weergegeven in Tabel 4.1.1, inclusief de resultaten vanaf 2000.

Tabel 4.1.1 Vergelijking resultaten 2000, t/m 2004, meetpunt Volkel over dag-, avond- en nachtperiode

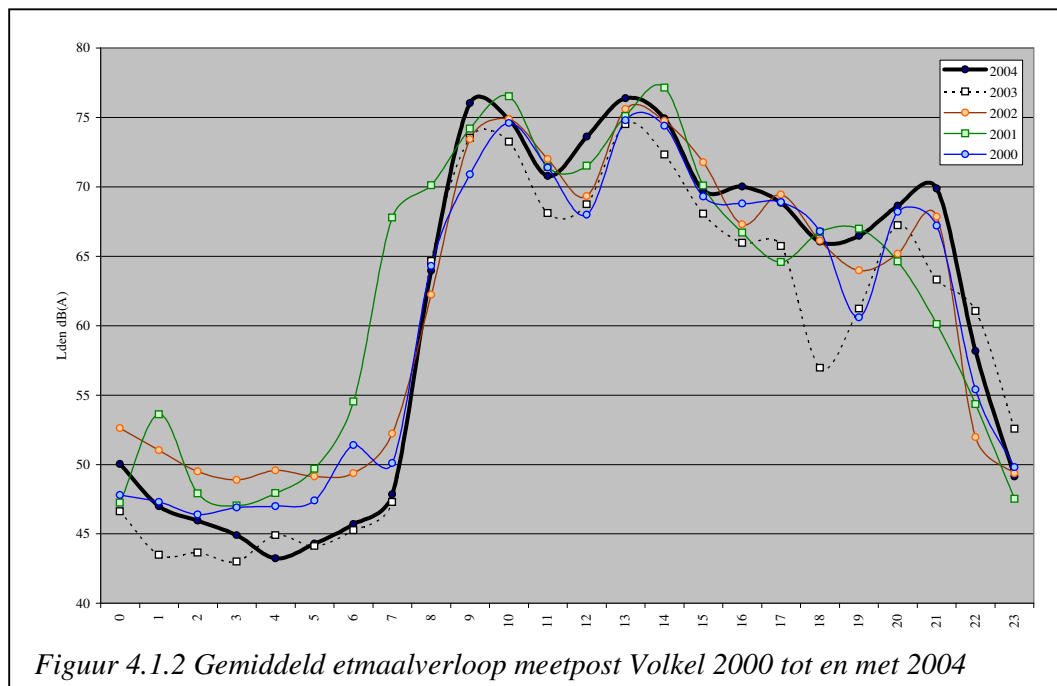
	2000	2001	2002	2003	2004
$L_{Aeq, 7-19u}$ (dB(A))	73	71	72	70	73
$L_{Aeq, 19-23u}$ (dB(A))	64	65	65	65	67
$L_{Aeq, 23-7u}$ (dB(A))	50	48	50	47	47
L_{etmaal} (dB(A))	73	71	72	70	74
L_{den} (dB(A))	70	69	69	68	71
B_{65} (Ke)	53	50	50	48	53

Registratie van het geluid vindt plaats bij overschrijding van een geluidniveau van 85 dB(A) in de meterstand 'slow' gedurende minimaal 3 seconden. Tabel 4.1.2 toont het aantal registraties per maand. De opsplitsing naar de etmaalperiodes is gebaseerd op de indeling voor de toepassing van de zogenaamde straffactoren in de berekening van de geluidbelasting in Kosteneenheden (zie Bijlage 3).

De gemeten registraties zijn in Figuur 4.1.1 en Figuur 4.1.2 verwerkt tot overzichten van de maandelijkse geluidbelasting respectievelijk het gemiddelde 24-uursverloop, waarbij een vergelijking is gemaakt met 2000, 2001 en 2003.



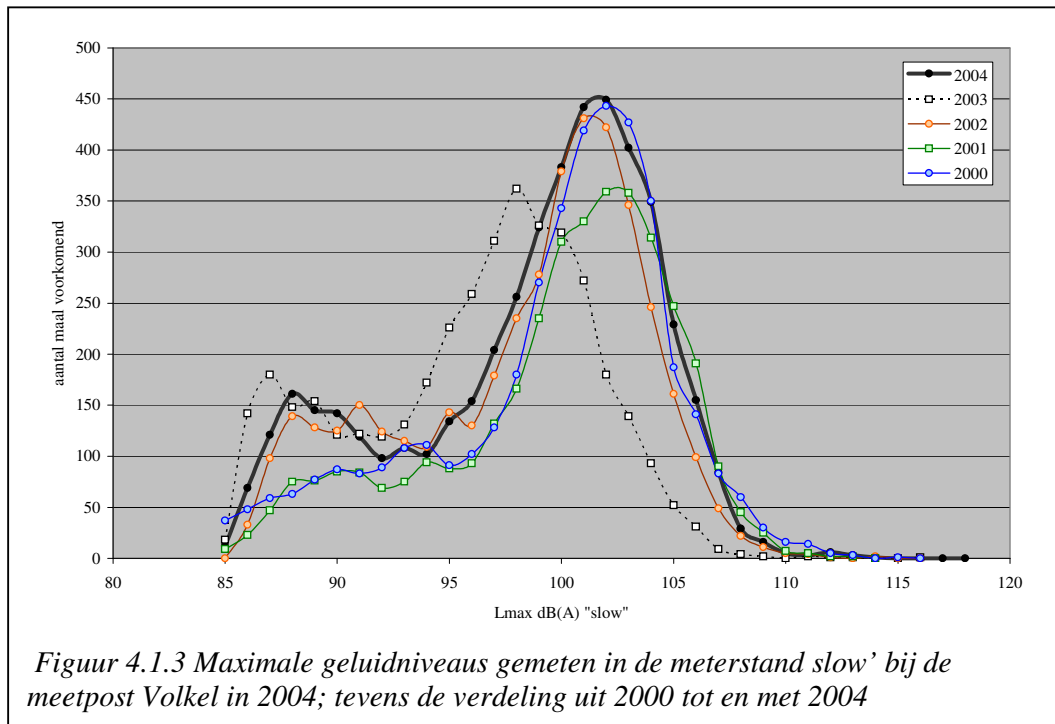
Figuur 4.1.1 Maandverloop geluidbelasting meetpost Volkel 2000 tot en met 2004



Figuur 4.1.2 Gemiddeld etmaalverloop meetpost Volkel 2000 tot en met 2004

Uit Figuur 4.1.1 blijkt dat ten opzichte van 2003 in 2004 een hogere geluidbelasting is gemeten. De etmaalverdeling in Figuur 4.1.2 laat zien dat er jaargemiddeld vooral in de dag- en avondperiode een hogere geluidbelasting (circa 3 dB(A)) is gemeten.

De verdeling van de gemeten piekniveaus is voor de jaren 2000 tot en met 2004 weergegeven in Figuur 4.3.1.



Ten opzichte van 2003 zijn de gemeten piekniveaus toegenomen. Het aantal passages met een piekniveau van meer dan 100 dB is terug op het niveau zoals in 2000 en 2001 geregistreerd. (zie Tabel 4.1.3)

Tabel 4.1.3 Aantal registraties met een piekwaarde van meer dan 100 dB(A)

Jaar	2000	2001	2002	2003	2004
Aantal	2179	1975	1799	787	2173

4.1.2 Vergelijking met berekende waarde

Evenals in voorgaande jaren is de gemeten jaargemiddelde geluidbelasting vergeleken met de berekening uit de zonering, gemaakt door het Nationaal Lucht en Ruimtevaartlaboratorium⁴. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 4.3.2. De ligging van de geluidcontouren is weergegeven in Figuur 4.1.4. Hieruit blijkt dat de 40 en 50 Ke geluidcontouren in 2004 ten opzichte van de contouren 2003 in zuidwestelijke richting zijn opgeschoven.

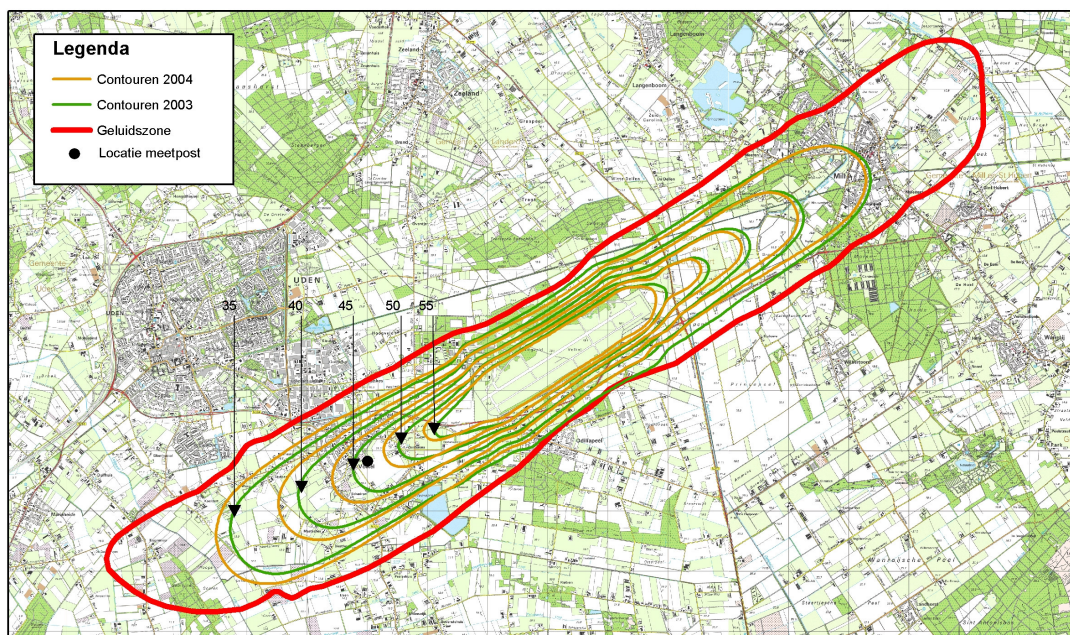
⁴ Leeuwen-Kuijk, E.G. van, NLR referentie 1075008: Volkel jaarberekening 2004

Tabel 4.1.4 Overzicht gemeten en berekende geluidbelasting locatatie Volkel

Ke waarde	Gemeten 2004, RIVM	Berekend zonder routespreiding 2004*	Berekend met routespreiding 2004*
2003	48 Ke	48,4 Ke	46,5 Ke
2004	53 Ke	50,9 Ke	48,3 Ke

* bron NLR

De berekende waarde van het NLR in 2004 ligt, evenals bij de metingen, hoger dan in 2003. De berekende waarde, met name die welke met routespreiding zijn berekend blijft echter enkele dBs achter bij de gemeten waarde.



Figuur 4.1.5 Berekende 40 en 50 Ke geluidcontouren voor 2003 en 2004 rondom het geluidmeetpunt bij Volkel; bron NLR referentie 1075008: Volkel jaarberekening 2004

4.2 Conclusies Vliegbasis Volkel

De geluidbelasting in het verlengde van de startbaan is in 2004 met 3 dB gestegen ten opzichte van het voorafgaande jaar. In 2003 werd op Volkel tijdelijk gebruik gemaakt van een parallelbaan in verband met onderhoud aan de hoofdbaan. Laatstgenoemde is momenteel weer in gebruik hetgeen de toename van het aantal geregistreerde vluchten verklaart. De omvang in 2004 is vergelijkbaar met die van 2000. De door het NLR berekende geluidbelasting op het meetpunt ligt in 2004 eveneens hoger dan in 2003, maar blijft achter bij de gemeten waarde. De geluidcontouren in 2004 ten opzichte van de contouren in 2003 zijn in zuid westelijke richting opgeschoven.

5. Conclusies

Algemeen

Op de RIVM- monitorlocaties voor geluid zijn vanaf 2000 de volgende geluidsniveaus geregistreerd:

Tabel 5.1 Overzicht meetresultaten monitorlocaties geluid 2000-2004

			2000	2001	2002	2003	2004
Weg verkeer	Rijksweg A2 Breukelen	Etmaal	83	83	83	84	84
		Lden	81	81	81	81	81
		emissie per vtg ⁽¹⁾	107	108	108	108	108
	Rijksweg A10-West Amsterdam	Etmaal	-	-	-	78	79
		Lden	-	-	-	76	77
	N256 Noord Beveland	Emissie licht	-	-	-	-	106
		emissie middel	-	-	-	-	109
		emissie zwaar	-	-	-	-	111
	Rail verkeer	Spoorlijn Utrecht- Amsterdam	Etmaal	77	77	77	77
Lden			75	75	75	75	74
Emissie per bak			64	65	65	65	64
Spoorlijn Delft - Schiedam†		Etmaal					82
		Lden					81
		Emissie per bak					66/64 ⁽²⁾
Lucht vaart	Vliegbasis Volkel†	Etmaal	73	71	72	70	74
		Lden	70	69	69	68	71
		B65 [KE]	53	50	50	48	53

⁽¹⁾ gemiddeld over personenautos en vrachtautos

⁽²⁾ nabije spoor (houten dwarsliggers) /verre spoor (betonnen dwarsliggers)

† eind 2004 uit bedrijf genomen

Wegverkeer

- Ten aanzien van het wegverkeer zijn geen significante veranderingen in emissie opgetreden ten opzichte van de metingen uit voorgaande jaren. Langs de A2 komt na afronding de etmaalwaarde in 2004, 1 dB hoger uit dan in 2000.
- Na toepassing van 1,5 wegdekcorrectie ligt de gemeten geluidbelasting circa 1 dB hoger dan een berekening volgens het vigerende Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaaï[4].
- Gezien de relatief forse verschillen in geluidemissie die bij wegdekken van het type DAB kunnen voorkomen zouden bij toepassing van het vigerende Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaaï, de akoestische eigenschappen van het wegdek goed bekend moeten zijn. De aanname van *standaard* DAB uit dit voorschrift kan in de praktijk tot een onderschatting van de werkelijk optredende geluidsniveaus veroorzaken, vooral langs oudere DAB-wegen.

- De gemiddelde geluidbelasting over 2004 op woningen aan de oostkant van de A10-West Amsterdam ter hoogte van de Jephtrastraat bedroeg in 2004 Lden 77 dB(A) en ligt ruim 1 dB hoger dan in de gemeten waarde 2003. Mogelijke oorzaken zijn een verminderde geluidreductie van het DZOAB alsmede reflecties van nieuwe geluidschermen aan de overzijde van de meetpost. Nader specialistisch onderzoek zou daar uitsluitsel over kunnen bieden. Een indicatie van het effect van het geluidarme asfalt ter plaatse bedraagt circa 2,5 dB(A) in vergelijking met het DAB wegdek op de A2 bij Breukelen.
- De gemeten geluidemissies langs de N256 op Noord Beveland liggen voor de diverse categorieën 2 tot 4 dB(A) hoger dan de waarden die het rekenvoorschrift RMW2002 voor *standaard* DAB voorschrijft. Het DAB ter plaatse veroorzaakt daarmee een aanzienlijk hogere emissie dan het standaard DAB. Gezien de relatief ruime spreiding in geluidemissies binnen een bepaalde voertuigcategorie zou het nuttig zijn om de voertuigen bij de geluidmetingen tijdens passage individueel te classificeren.

Railverkeer

- De gemeten equivalente geluidsniveaus langs de sporen Utrecht-Amsterdam en Delft-Schiedam vertonen goede overeenkomst met de waarden volgens het Nederlandse standaard Reken- en Meetvoorschrift.
- Langs het spoor tussen Utrecht en Amsterdam ter plaatse van de meetpost ten noorden van Breukelen zijn van 2000-2004 geen duidelijke effecten door het slijpen van het spoor waar te nemen.
- Hoewel de totale gemeten geluidemissie goed met die uit het rekenvoorschrift vergelijkt, laten de geluidemissies *per categorie*, die gedurende februari 2004 langs het spoor Delft-Schiedam zijn gemeten, verschillen zien ten opzichte van dit voorschrift.
- Eén of een aantal permanent registrerende geluidmeters in combinatie met een systeem waarmee gelijktijdig treintypen en rijksnelheden kunnen worden geregistreerd bieden mogelijkheden tot een betrouwbaarder akoestische indeling van de treinen. Daarmee zou een beter inzicht worden verkregen in welk treinen het meeste bijdragen aan een hoge geluidbelasting langs het spoor. Dit inzicht kan bijdragen aan een effectief bronbeleid. Een dergelijk programma wordt momenteel uitgevoerd door Prorail in het kader van het Innovatie Programma Geluid⁵.

Militaire Luchtvaart

- De gemeten geluidbelasting op het meetpunt bij Volkel is in 2004 met 3 dB toegenomen. Dit werd veroorzaakt doordat in 2004 weer gebruik werd gemaakt van de hoofdbaan, die in 2003 deels in onderhoud was. De door het NLR berekende geluidbelasting op het meetpunt ligt in 2004 eveneens hoger dan in 2003, maar blijft achter bij de gemeten waarde.

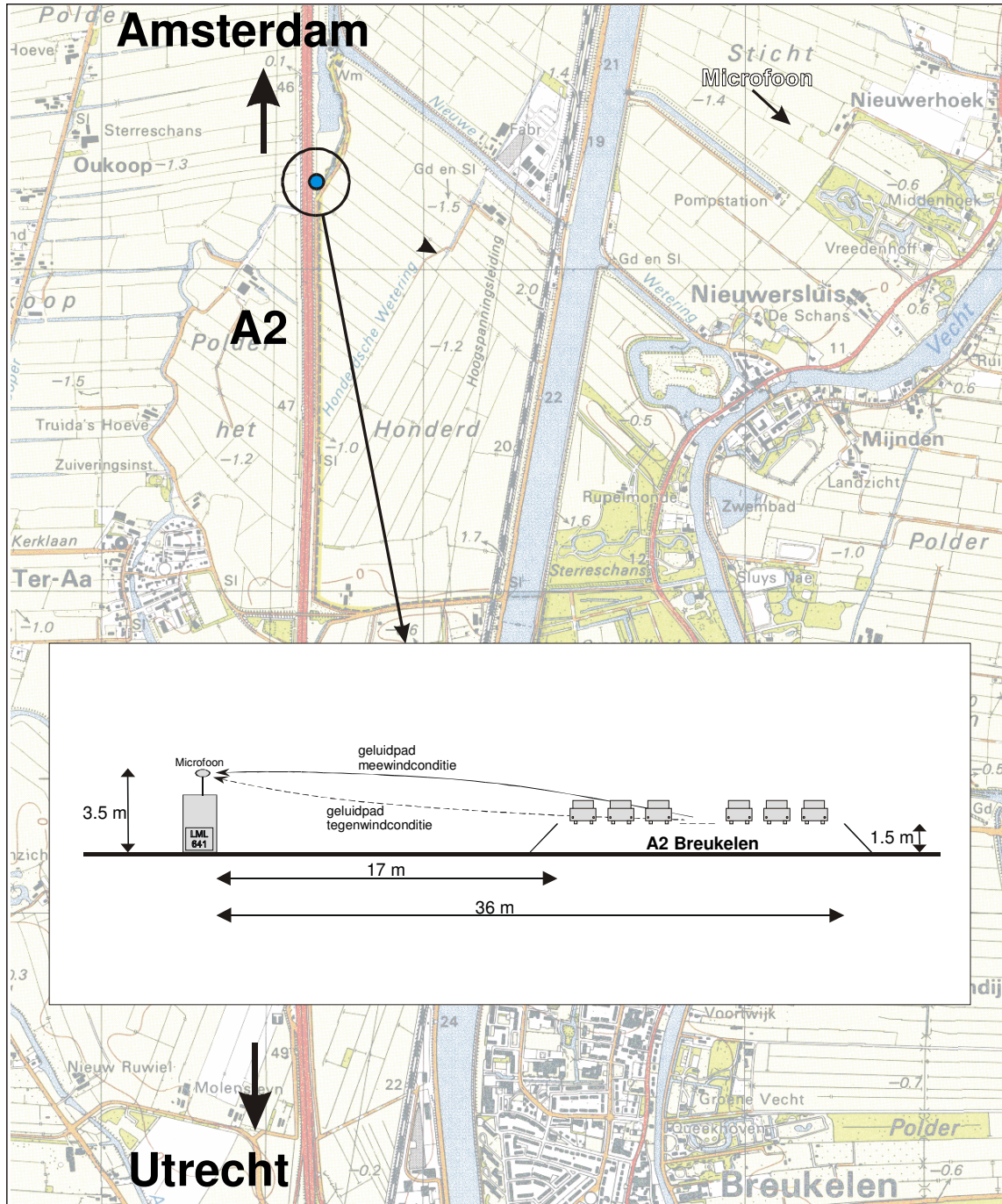
⁵ Zie <http://www.innovatieprogrammangeluid.nl/>

Literatuur

1. Jabben J. et al., Doelen en opties meetnet geluid, RIVM rapportnr. 725201201, Bilthoven 2000
2. Kortbeek B., van Blokland G. J., de Graaff E. (2000), Internationale standaardisatie en normstelling wegverkeer, proceedings Congres Geluid en Trillingen, Rotterdam 2001
3. Jabben J. et al., Geluidmonitor 2003 RIVM rapportnr. 500028001, Bilthoven 2004
4. Ministerie van VROM, Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaaai 2002, Den Haag: Staatsuitgeverij
5. Ministerie van VROM, Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaai 1996, Publicatiereeks Verstoring nr 14, 1997
6. Reinink H.F., rapportnr. M+P.RIVM.04.1.1, Geluidmetingen A2 ter hoogte van Breukelen, M+P raadgevende ingenieurs, Vught 2004
7. Dassen A.G.M. et al., Monitoring van de geluidbelasting door militaire luchtvaart bij Volkel - resultaten 2000, RIVM rapport 725201204, Bilthoven 2002

Bijlage 1 Beschrijving meetlocaties

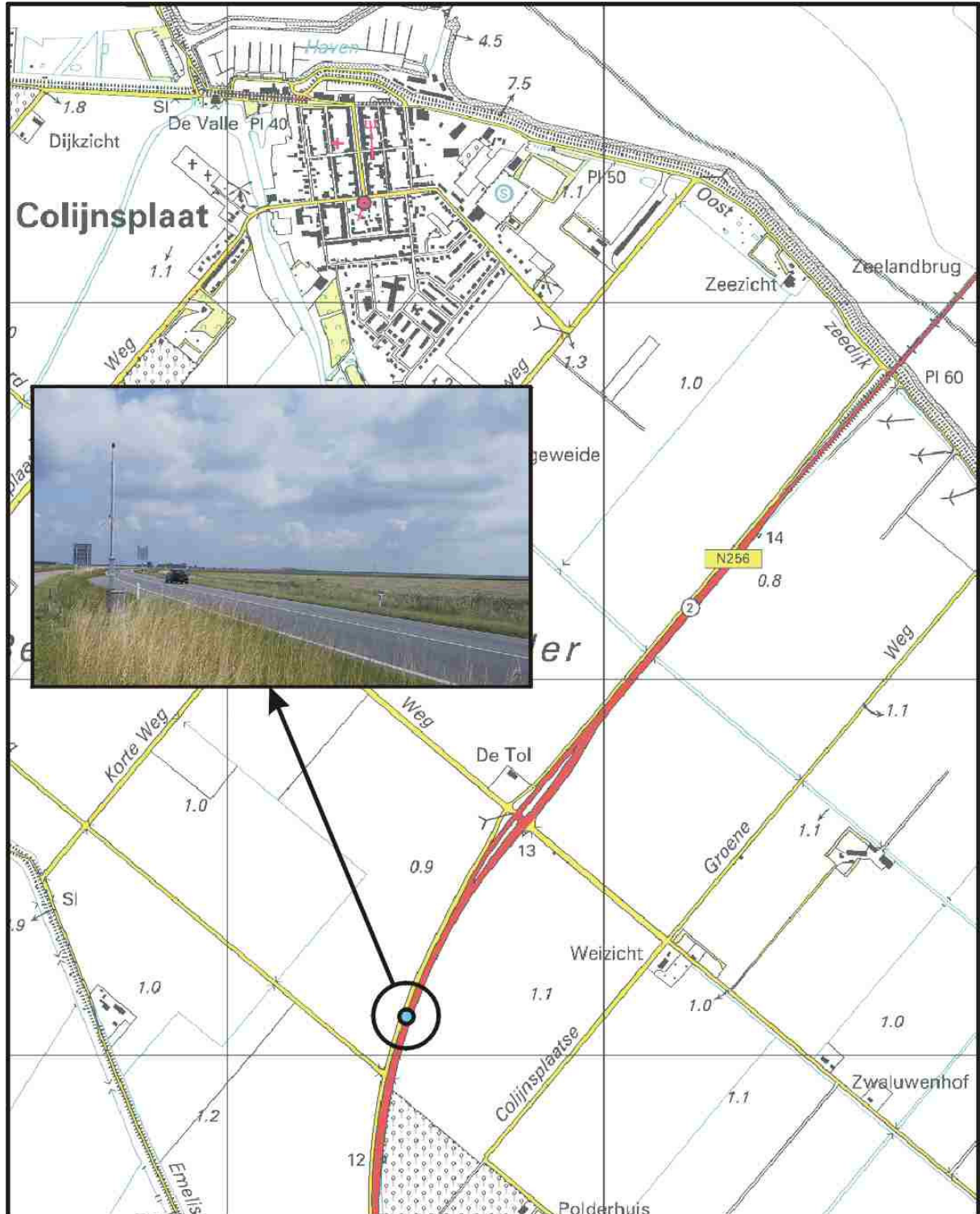
meetlocatie A2 Breukelen



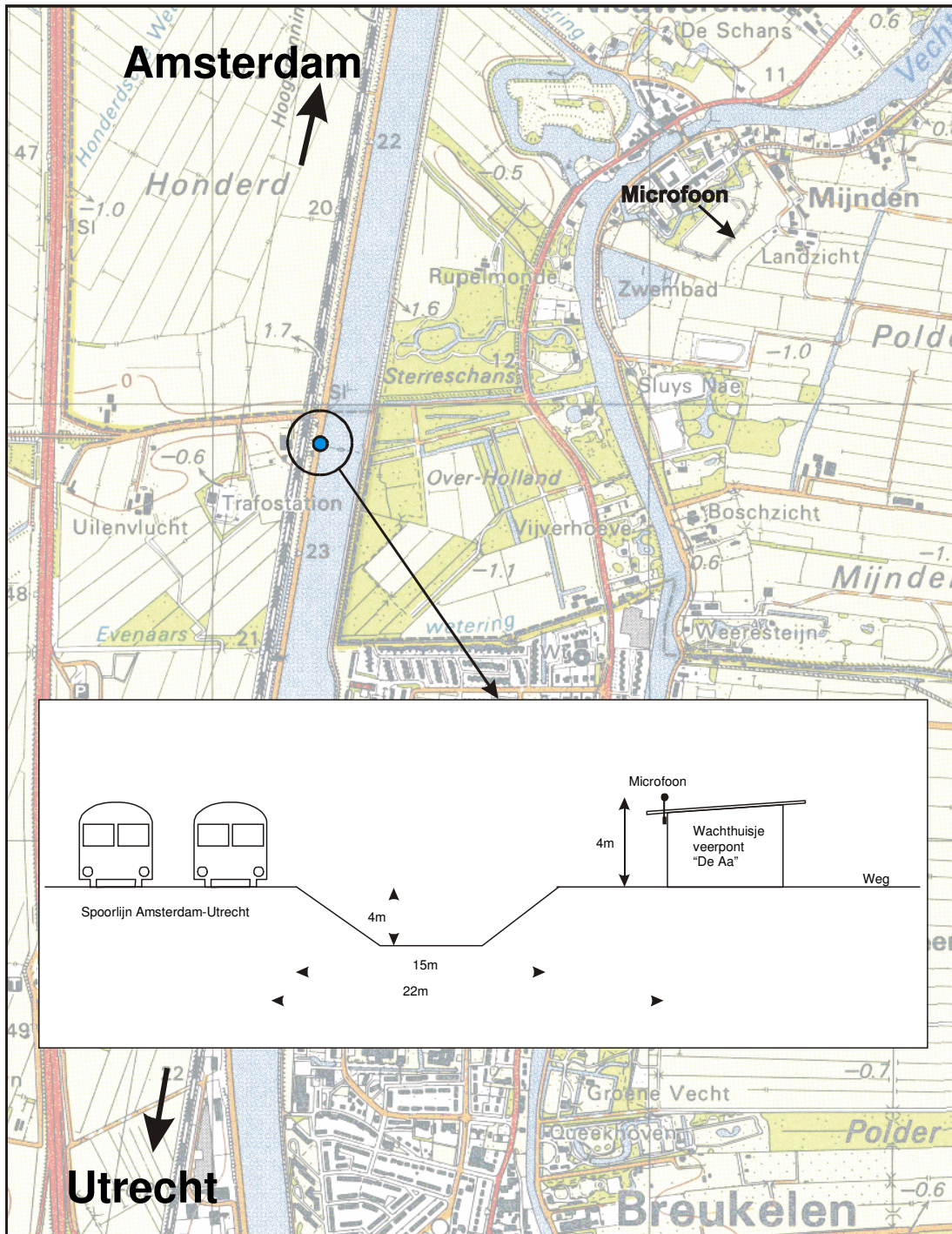
meetlocatie A10-West Amsterdam



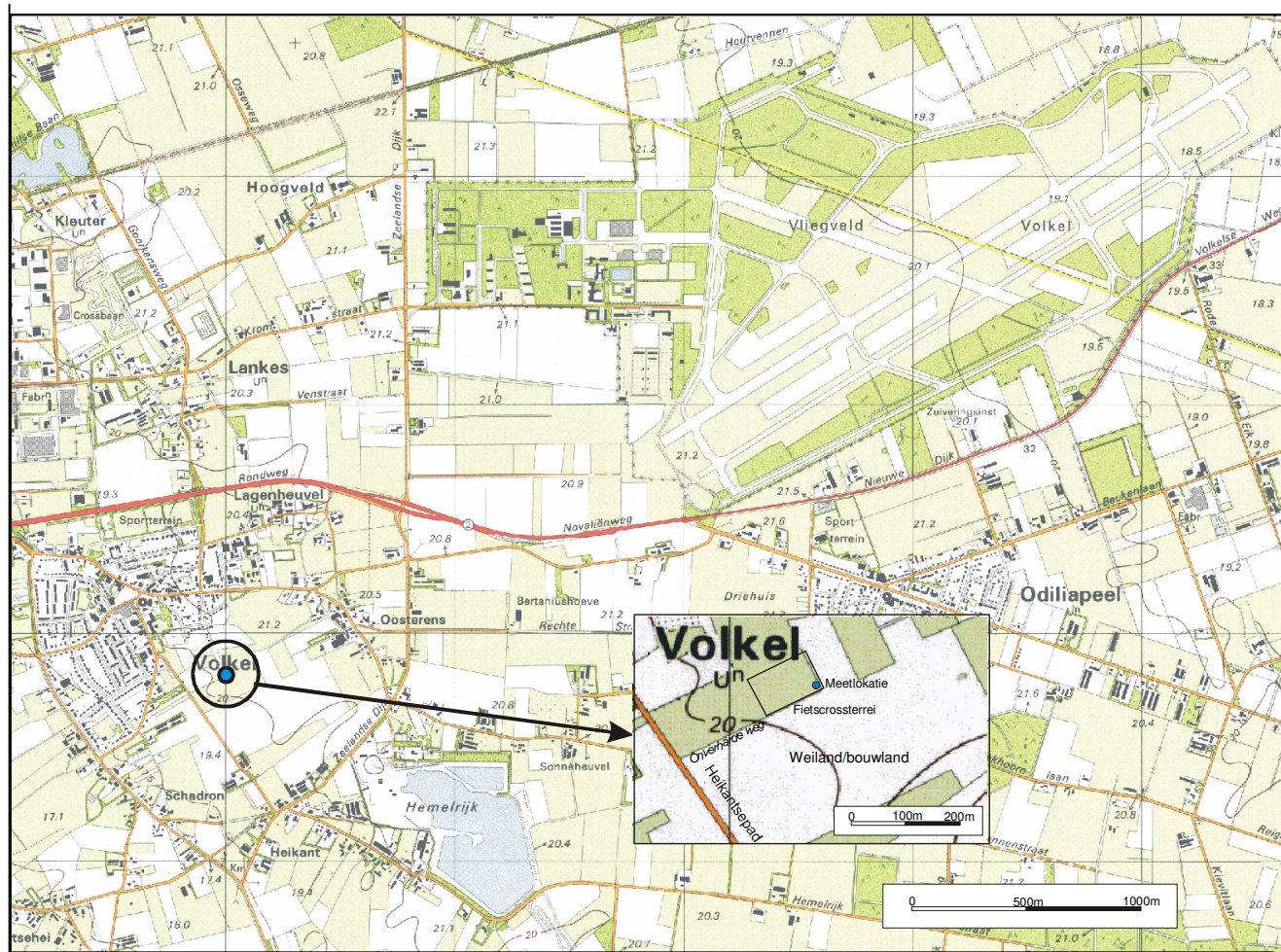
meetlocatie N256 Zeeland (Noord Beveland)



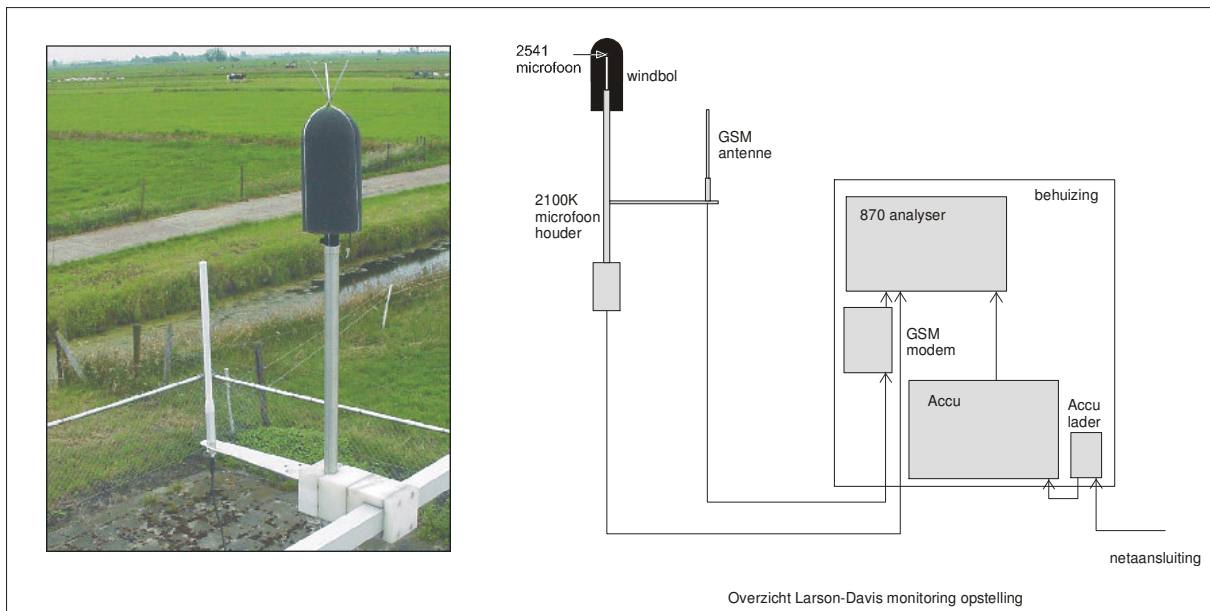
meetlocatie spoorlijn Utrecht-Amsterdam



meetlocatie Volkel



Bijlage 2 Beschrijving apparatuur



Figuur B1.1 Meetopstelling op de monitorlocaties

De meetopstelling zoals die op de beschreven locaties⁶ wordt gebruikt is weergegeven in Figuur B1.1.

Een monitoropstelling op de meetlocaties bestaat uit de volgende delen:

- Microfoonhouder, fabrikaat Larson-Davis, type 2100K;
- Microfoon, fabrikaat Larson-Davis, type 2541;
- Statistische analyzer, 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 droog gehouden met silicagel droogpatronen die om de drie maanden moeten worden vervangen. De statistische analyzer meet het signaal van de microfoon en berekent de gewenste statistische parameters, onder meer het uurgemiddelde equivalente A-gewogen niveau LAeq. Op de meetlocaties langs het spoor Utrecht-Amsterdam en Volkel is de analyser ook ingesteld op het registreren van overschrijdingen van het momentane geluidsniveau boven respectievelijk 70 dB(A) en

⁶ Op de locatie Delft-Schiedam is een vergelijkbaar meetsysteem van Bruel & Kjaer gebruikt. Op de locatie N256 (Zeelandbrug) is een combinatie van Larson-Davis 820 analyzer en GRAS 41CN microfoon in gebruik.

85 dB(A) drempelwaarden. Op deze locaties wordt bij elke overschrijding of 'event' het tijdstip, de tijdsduur, het maximaal opgetreden niveau LA,max en de SEL waarde geregistreerd. De analyzer slaat alle berekeningsresultaten op in een geheugen dat voldoende groot is om enkele maanden door te kunnen meten. Aan de analyzer 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 geluidsdrukkniveau $L_p(t)$, dat correspondeert met de waarnemingssterkte. Geluidsintensiteit en geluidsdrukkniveau hangen samen volgens $L_p(t) = 10 \log I(t)$. Het momentane, A-gewogen geluidsdrukkniveau $L_p(t)$ wordt steeds over perioden van 1 uur energetisch gemiddeld tot een equivalent geluidniveau.

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

- Het maximaal optredend geluidsniveau LA_{max} is de hoogste waarde van geluidsniveau 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 geregistreerd. De SEL-waarde (Sound Event Level) 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 geluidsniveaus, de LA_{max} - en de SEL-niveaus tijdens de vliegtuigpassages gemeten. Alle geregistreeerde LA_{max} - en SEL-waarden zijn vervolgens gebruikt om de K_e -waarde respectievelijk de L_{den} -waarde voor zowel de maandelijkse als de voortschrijdende geluidbelasting te berekenen. Voor de geluidbelasting in K_e , 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 nachtstraffactor 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:

$$Lden = 10 \cdot \log \left(\sum_{i=1}^N nsf_i \cdot 10^{\frac{SEL_i}{10}} \right) - 10 \cdot \log T. \quad (\text{B3.4})$$

Hierbij is T de tijdsduur in seconden van de periode waarop de berekening betrekking heeft. Voor een periode van een maand is de term $10 \cdot \log T$ ongeveer gelijk aan 6.4; voor de periode van een jaar is deze term gelijk aan 75.

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 mogelijk. 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:

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

met:

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

waarin:

- u : index uur
- 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. Verg 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: $L_w = 10 \log(W/W_0)$ met $W_0 = 10^{-12}$ Watt.

Bijlage 5 Normering van emissiegetallen railverkeer

Het genormeerde emissiegetal heeft betrekking op een passage van 1 bak per uur.

Het verband tussen het equivalente geluidniveau, 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 meetpost aan het spoor tussen Utrecht en Amsterdam bevindt zich geen treindetectiesysteem. Er is daarom geen mogelijk om in de geluidemissie te differentiëren naar rijksnelheden en treincategorieën. Het aantal bakken per passage wordt evenmin geregistreerd en om tot een genormeed emissiegetal te komen is hiervoor een gemiddeld aantal bakken per treinstel aangehouden. Het gemiddelde aantal bakken per passage is gesteld op 9, evenals in voorgaande jaren. Het resulterende geluidemissie getal heeft betrekking op passage van 1 bak per uur voor een ‘gemiddeld’ treintype bij een gemiddelde rijksnelheid.

Deze methode is niet ideaal in de zin dat men vanuit beleidsmatige overweging liefst de emissie afhankelijk van treincategorie en rijksnelheid zou willen meten. Ook zou het aantal bakken niet via aanname moeten worden vastgesteld, maar steeds bij elke treinpassage moeten worden gemeten. Om tot een verbetering te komen zou de geluidmeting moeten worden gecombineerd met treindetectie waarbij voor elke passage naast het geluidniveau tevens rijksnelheid, treincategorie en het aantal bakken zou moeten worden gemeten. Een pilot is in 2001 uitgevoerd in samenwerking met Prorail en Nedtrain met behulp van het Gotcha/QuaVadis-systeem. In 2004 is een meetopstelling met treindetectie geplaatst langs het spoor tussen Delft en Schiedam.

Bijlage 6 Treincategorieën uit het Reken- en Meetvoorschrift Railverkeer (RMV 1996)

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 hoge snelheidmaterieel	tgvt/thalys hslzuid
10	gereserveerd	

Bijlage 7 Vergelijking gemeten/berekende emissies wegverkeer (N256/RMW2002)

Het RMW2002, methode I geeft als basisformule voor het Laeq over 1 uur:

$$\text{Laeq}_{\text{RMW2002}} = \{a+b \cdot \log(V/V_{\text{ref}})\} + 10 \cdot \log(Q/V) - D_{\text{bodem}} - D_{\text{lucht}} \quad (1)$$

De term tussen accolades is het emissiegetal E, V=snelheid in km/u, Q aantal voertuigen per uur, Dbodem en Dlucht resp bodem en luchtdemping. Vref= referentiesnelheid (voor lichte voertuigen 80 km/u en voor middelzware- en zware voertuigen 70 km/u).

Bij passage van Q voertuigen per uur, die allen een Sound Exposure Level SEL_vtg veroorzaken is het Laeq gelijk aan:

$$\text{Laeq} = \text{SEL}_{\text{totaal}} - 10 \cdot \log(3600) = \text{SEL}_{\text{vtg}} + 10 \cdot \log(Q/3600) \quad (2)$$

Combineren van (1) en (2) geeft:

$$\text{SEL}^*_{\text{RMW2002}} = a + b \cdot \log(V/V_{\text{ref}}) \quad (3)$$

$$\text{met } \text{SEL}^*_{\text{RMW2002}} = \text{SEL}_{\text{vtg}} + 10 \cdot \log(V/3600) + 10 \cdot \log(R) + D_{\text{bodem}} + D_{\text{lucht}} \quad (4)$$

Elke SEL meting bij passage van een voertuig langs de meetpost levert volgens (4) een waarde ($\text{SEL}^*_{\text{meting}}$) op. Door deze als functie van V/Vref te plotten wordt een scatterdiagram gevonden waarin de curve $a+b \cdot \log(V/V_{\text{ref}})$ 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:

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

Zodat:

$$L_w = \text{SEL}^* + 10 \log(1800) \quad (5)$$