

RIVM rapport 680300004/2007

Geluidmonitor 2006

Trend- en validatiemetingen omgevingsgeluid

Dit rapport bevat een erratum d.d. 6 februari 2008
op de laatste pagina

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

Dit onderzoek werd door het RIVM verricht in opdracht van VROM DGM-LMV , in het kader van het project 'Beleidsondersteuning Geluid', projectnummer M/680300/06

Abstract

Noise monitor 2005

The noise reduction of the porous asphalt layer on the A10 motorway near Amsterdam, constructed in 2001, by now has disappeared. Probably this is caused by silt up and texture wear. Also it was found that during and shortly after rainfall, porous give an increased noise emission by two up to three decibel. The speed reduction that was introduced here in November 2005 induced hardly any noise reduction.

Noise measurements on railway stock, carried out by the Dutch track manager Prorail in 2006 agree with the Dutch calculation standard for railway noise emissions.

Monitoring of aircraft noise usually is carried out by model calculations. Pilot measurements in this study show that trend monitoring is also possible by unmanned measurement sites, provided that the measurement system has an adequate device for aircraft noise recognition.

These all represent the main results of an RIVM noise monitoring programme, started in 1999. This report describes results from 2006 and partly 2007. The programme is aimed at monitoring noise trends important to environmental quality, both in urban and rural areas. Noise measurements were made at the roadway locations, A2 (Breukelen), A10 (Amsterdam), and N256 (Zeeland). For railway noise, use was made of measurements provided by Prorail ('Kenniscentrum spoorweggeluid'), made at Esch, Bussum, Willemsdorp and Zeist. A pilot for monitoring airport noise using unmanned measurements was carried out at Krommenie (Luistervink) and at Oegstgeest (Geluidsnet).

Keywords noise, monitoring, measurement, airport, environment, decibel

Rapport in het kort

Geluidmonitor 2006

De geluidreducerende werking van het ‘fluisterasfalt’ op de A10 West bij Amsterdam, dat in 2001 is aangelegd, is inmiddels vrijwel verdwenen. De oorzaak is waarschijnlijk vervuiling en slijtage van het poreuze wegdek. Tevens is gebleken dat tijdens en kort na neerslag het geluidniveau op dit asfalt met twee tot drie decibel toeneemt. De snelheidsverlaging bij de A10, die in november 2005 is ingevoerd, heeft de geluidniveaus nauwelijks verlaagd.

Meetresultaten van Prorail uit het IPG-programma aan spoorwegmaterieel zijn overeenstemming met de Nederlandse voorschriften.

Het is gebruikelijk om van luchtvaartgeluid te monitoren op basis van berekeningen.

Pilotmetingen uit dit onderzoek in Krommenie en Oegstgeest aan luchtvaartgeluid laten zien dat er goede mogelijkheden zijn om trends in de geluidbelasting te monitoren met vaste onbemande meetposten. Randvoorwaarde daarbij is dat de meetsystemen vliegtuiggeluid op betrouwbare wijze kunnen identificeren en andersoortig lawaai voldoende kunnen elimineren.

Dit zijn de belangrijkste resultaten uit een geluidmonitorprogramma dat het RIVM in 1999 heeft opgestart. Dit rapport beschrijft monitorresultaten uit 2006 en deels uit 2007. Het programma is gericht op ontwikkelingen in omgevingsgeluid door wegverkeer, railverkeer en luchtvaart. Hiervoor zijn voor wegverkeersgeluid in 2006 metingen verricht langs de A2 bij Breukelen, de A10-West bij Amsterdam en de N256 in Zeeland. Voor railverkeer is gebruik gemaakt van meetresultaten uit 2006 bij Esch, Bussum, Willemsdorp en Zeist, beschikbaar gesteld door het Kenniscentrum Spoorweggeluid van Prorail. Tot slot is in 2007 een pilot uitgevoerd om geluid van luchtverkeer automatisch (onbemand) te meten. Bij Krommenie zijn metingen verricht met een systeem van Geluidconsult (Luistervink) en bij Oegstgeest met een systeem van Geluidsnet.

Trefwoorden geluid, monitoring, metingen, luchtvaart, milieu, decibel

Inhoud

Summary	9
1. Inleiding	15
1.1 Doelstelling	15
1.2 Monitorlocaties geluid in 2006/2007	15
1.3 Opzet rapport	17
2. Wegverkeersgeluid	19
2.1 Rijksweg A2 Breukelen	19
2.2 Rijksweg A10-West Amsterdam	21
2.3 Provinciale weg N256 Noord-Beveland	31
3. Railverkeersgeluid	35
3.1 Meetposten Prorail	35
3.2 Resultaten	36
3.3 Resumé	37
4. Monitoring Luchtvaartgeluid	39
4.1 Inleiding	39
4.2 Doel	40
4.3 Meetnetten en meetsystemen	40
4.4 Beoordelingswijze	41
4.5 Resultaten	42
4.6 Algemene conclusies	45
5. Conclusies	47
Literatuur	49
Bijlage 1 Meetlocaties	51
Bijlage 3 Gemeten indicatoren	56
Bijlage 4 Regressieanalyse meetgegevens wegverkeer	58
Bijlage 5 Vergelijking gemeten/berekende emissies wegverkeer (N256 vs RMW2002)	59
Bijlage 6 Categorieën en normering van emissiegetallen railverkeer	61
Bijlage 7 Emissies en railruwheden IPG-metingen	62
Bijlage 8 Pilotmetingen luchtvaartgeluid Krommenie (Luistervink)	63

Bijlage 9 Pilotmetingen luchtvaartgeluid Oegstgeest (Geluidsnet)

69

Summary

This report gives the results of the Noise Monitoring programme at RIVM obtained in 2006 and 2007. 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 2006 results were obtained and analyzed for three measurement sites: the A2 motorway at Breukelen (near Utrecht), the A10 motorway at the west side of Amsterdam and the N256 in the province of Zeeland. In addition to the continuous measurements with the fixed noise measurement site, at the A10 here also additional Close Proximity (CPX) measurements were carried out in order to obtain more insight into the effects of rainfall on the noise emission of different types of 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 2006

The measured noise levels over 2006 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 2006 is shown in Figure 1.

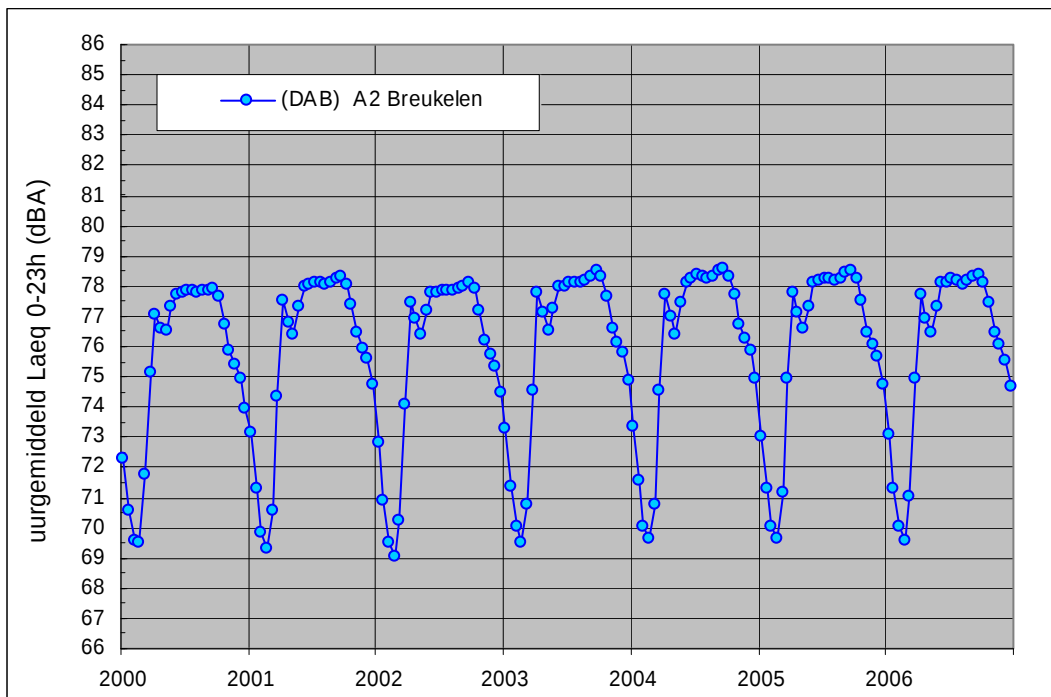


Figure 1 Average 24-hour noise level distributions, measured at the A2 motorway near Breukelen over the years 2000-2006

A10-West Amsterdam 2006

As compared with previous results the noise levels at this site in 2006 have decreased slightly. This is probably due to two opposite effects. Noise emissions have been lowered due the speed reduction that was imposed in November 2005. However, further deterioration of the texture and porosity probably have partly cancelled the speed effect. The noise development at this site are shown in Figure 2.

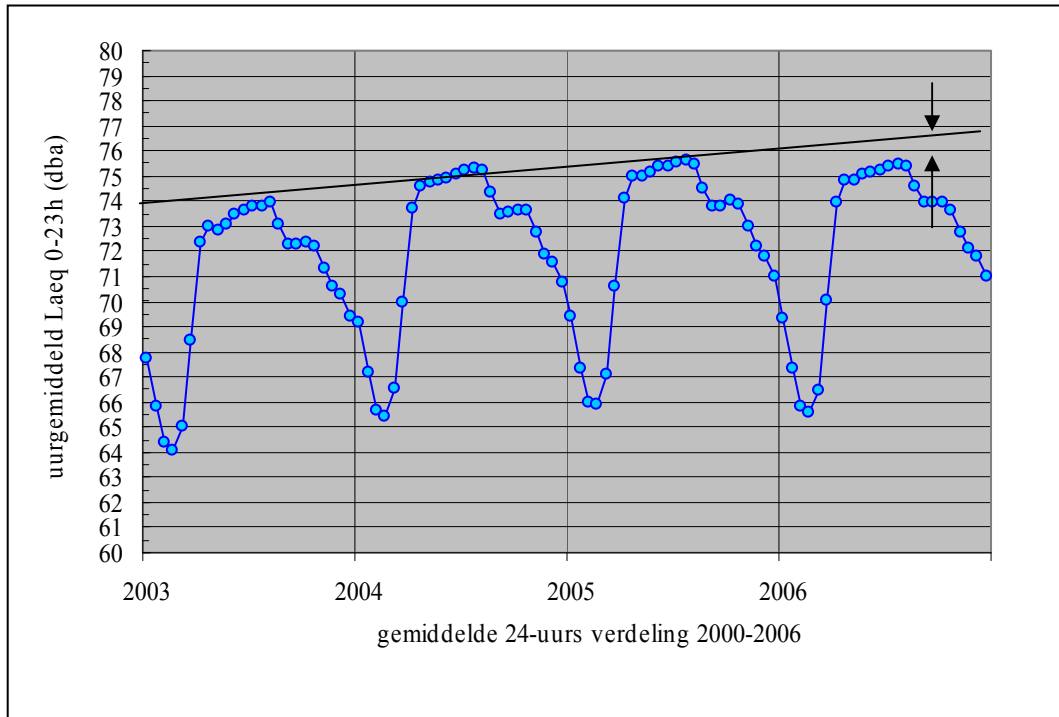


Figure 2 Average 24-hour noise level distributions, measured at the A10 motorway west of Amsterdam over the years 2003-2006.

At this site the measured noise levels over 2005 showed a considerable influence of rainfall[1]. In this study this effect again was investigated by Close Proximity measurement both at dry and wet pavement. The results confirmed the incremental influence of rain on the noise levels as found earlier. Rain causes average noise levels on the pavement considered to rise by 2 up to 3 dB(A). The CPX measurements also showed that in the current situation, six years after construction, the (porous) pavement at the A10-West does not give any reduction as compared to dense asphaltic concrete pavements. The original noise reduction of the pavement seems to have been gradually dissolved, probably due to loss of noise absorption, texture wear and lower vehicle speeds. The 80 km/u speed limit introduced here in November 2006 seems to have limited further increase of noise levels.

The monitoring results for road traffic noise are summarized in Table 1.

Table 1 Monitoring results from road traffic noise 2000-2006 in dB(A)

Measurement site	Noise indicator	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
A2 motorway Breukelen	Lden	81	81	81	81	81	81	81
	Lw vehicle ⁽¹⁾	107	108	108	108	108	108	108
A10 motorway Amsterdam West	Lden	-	-	-	76	77	78	77
	Lw vehicle ⁽¹⁾	-	-	-	103	104	104	104
N256 motorway Noord-Beveland	Lw passenger cars	-	-	-	-	106	106	106
	Lw light trucks	-	-	-	-	109	109	109
	Lw heavy trucks	-	-	-	-	111	111	111

⁽¹⁾ Sound power level per vehicle in dB(A) ref 10⁻¹² Watt, averaged over 24 hour

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

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 was gathered at four sites along Dutch railway lines: Bussum, Esch, Willemsdorp and Zeist. The sites were established by Prorail as part of an innovation programme aimed at developing new noise sources (IPG, Innovatie Programma, Geluid[2]). RIVM compared the data with standard noise emission data from Dutch calculation models and the main results are shown in Figure 3.

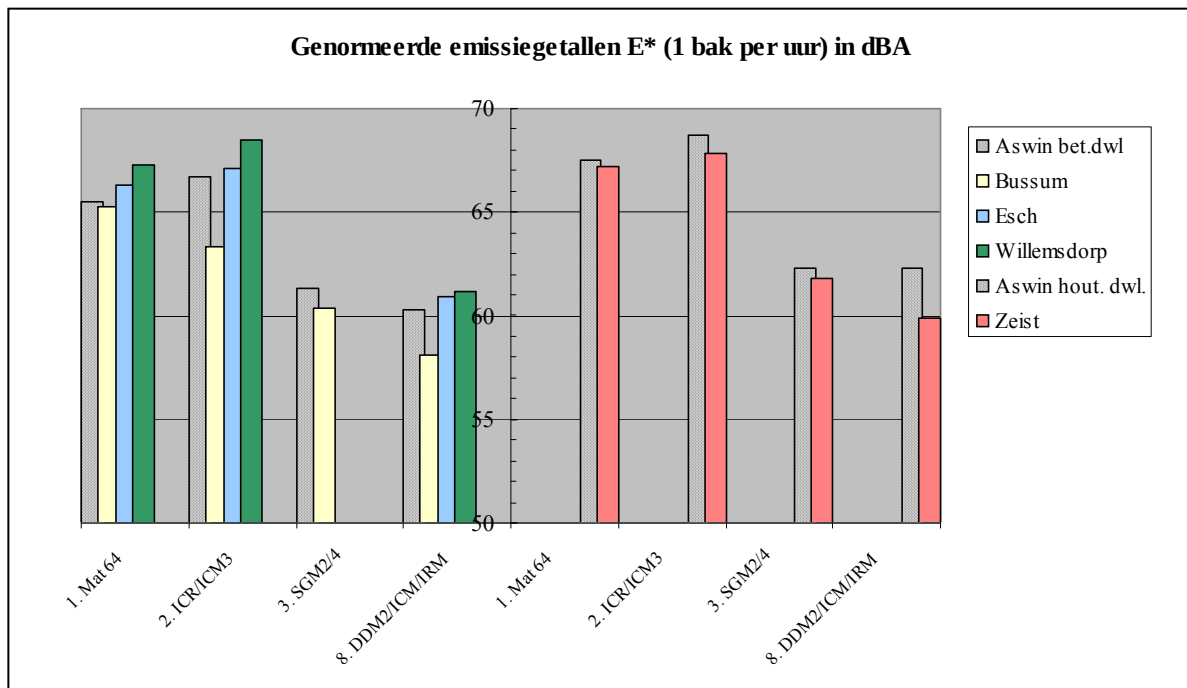


Figure 3 Normalized noise emissions of railway stock, according to the Dutch noise standard[3] in comparison with measured emissions provided by Kenniscentrum Geluid Prorail

The measured noise emission for different stock show good agreement with the standard emissions. In most cases the measured emission remain below the standard emission, in particular for the site at Bussum for railway stock of type 2 and 8. Willemsdorp is the only site where measured emission surpasses the standard noise emission.

Monitoring of Airplane Noise

Finally in 2007 measurements of airplane noise were provided by Geluidsnet and Geluidconsult at two sites in the outskirt region of Schiphol during August and September. The goal of these pilot measurements was to obtain more insight into the possibilities of monitoring airport noise at relatively low levels by direct, continuous measurements. The results were analysed using flight data provided by the National Aero Space Laboratory. Some results of the pilot are shown in Figures 4 and 5 that give the Lden from day to day at Krommenie and Oegstgeest as measured in comparison to calculated values based on flight track data, provided by the Dutch National Aerospace Laboratory (NLR).

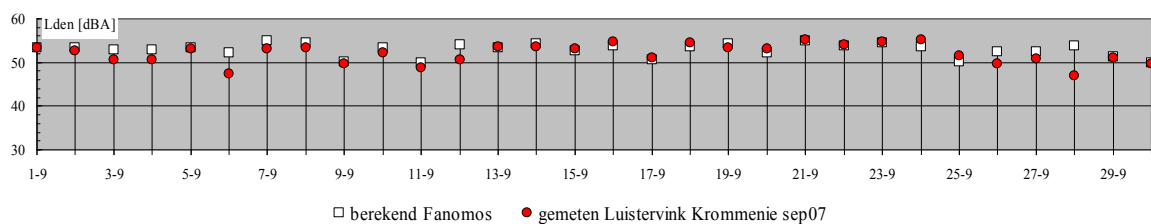


Figure 4: Measured L_{den} values over September 2007 from the 'Luistervink' aircraft noise monitoring system in comparison with calculated values based on flight track data (NLR)

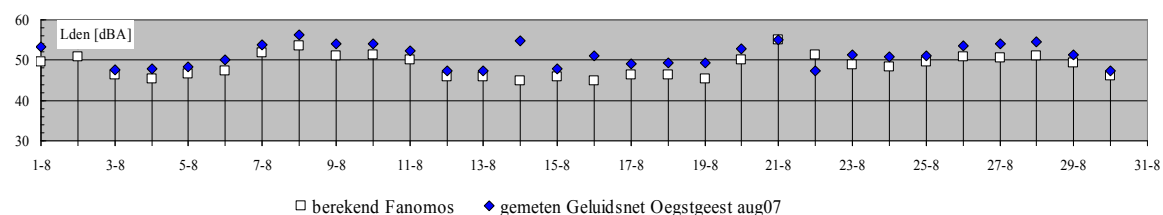


Figure 5: Measured L_{den} values over August 2007 from the 'Geluidsnet' aircraft noise monitoring system in comparison with calculated values based on flight track data (NLR)

It was found that the investigated measurement systems for airport noise offer possibilities for trend monitoring and validation of noise emission data in calculation models. Data from measurement systems with reliable noise recognition techniques and methods for suppressing noise could be used to strengthen the quality of model predictions and identify which planes cause noise emissions that deviate significantly from their attributed standard noise emission.

1. Inleiding

1.1 Doelstelling

De onderhavige rapportage betreft de resultaten van geluidmetingen aan wegverkeer, railverkeer en luchtvaart die in 2006 en deels in 2007 zijn verricht. Het onderzoek maakt deel uit van een monitorprogramma dat gericht is op het signaleren van trends in geluidemissies, onafhankelijk van modelveronderstellingen. De metingen dienen tevens ter ondersteuning van de kwaliteit van het modelinstrumentarium dat wordt ingezet bij de ondersteuning van het Nederlandse geluidbeleid.

1.2 Monitorlocaties geluid in 2006/2007

Wegverkeer

De metingen van wegverkeergeluid zijn door RIVM-meetposten 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 km 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 Jephthastraat. 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.

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 rijsnelheid 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 2006 in relatie tot de huidige emissiestandaarden voor de diverse typen treinmaterieel. De resultaten worden gegeven in hoofdstuk 3 van dit rapport.

Spoorlijn Utrecht-Amsterdam

Het RIVM heeft hier ten noorden van Breukelen vanaf 2001 t/m 2005 de geluidemissie van deze spoorlijn gemeten[1]. Onderscheid naar de geluidemissies van verschillende treincategorieën was met de opstelling echter niet mogelijk. Verder is er inmiddels een scherm tussen de meetlocatie en het spoor geplaatst. Daarom is eind 2005 besloten om de metingen op deze locatie niet voort te zetten. Vanuit de IPG-meetposten zal de komende jaren naar verwachting ruim voldoende informatie beschikbaar komen om voor de verschillende treintypen trends in geluidemissies te volgen.

Luchtvaart

Naast het wegverkeer is het luchtvaartverkeer in Nederland een belangrijke veroorzaker van geluidhinder en geluidklachten[13]. Dit ondanks dat technische ontwikkelingen er inmiddels toe hebben bijgedragen dat moderne vliegtuigen vele malen stiller zijn dan de toestellen uit de jaren vijftig en zestig van de vorige eeuw. De toename van het verkeersvolume is echter vanaf deze jaren dermate groot geweest dat er, vooral in de randstad, nog steeds overlast is. Door de verdere groei van het vliegverkeer in de komende jaren dreigen de hinder en overlast met name in het buitengebied rondom luchthaven Schiphol weer toe te nemen[4]. Vanuit omliggende gemeenten is daarom behoefte aan monitoring van de geluidbelasting, bij voorkeur aan de hand van rechtstreekse metingen. Het RIVM heeft in 2005 in opdracht van de Commissie Regionaal Overleg Schiphol (CROS) een pilot uitgevoerd naar de praktijkmogelijkheden om in het buitengebied door middel van doorlopende onbemande meetposten de geluidbelasting en trends daarin te monitoren[5]. In het kader van de handhaving hebben metingen bij de huidige wetgeving geen rol van betekenis. Diverse

gemeenten in het buitengebied laten echter doorlopend metingen uitvoeren om zich, los van modelberekeningen en daarin opgenomen uitgangspunten, een onafhankelijk beeld te kunnen vormen omtrent de ontwikkelingen binnen hun geluidgevoelige gebieden. Het RIVM wil deze ontwikkelingen in de nabije toekomst volgen om daarmee steeds tot een onafhankelijk oordeel met betrekking tot de geluidbelasting en daaraan verbonden consequenties voor de volksgezondheid te kunnen komen. In dit kader is in de maanden augustus en september 2007 een vervolg op de pilot uit 2005 uitgevoerd, waarbij metingen op twee locaties in het buitengebied zijn beoordeeld. Het gaat om een locatie in Krommenie, waar een meetsysteem van Geluidconsult ('Luistervink') is opgesteld en een locatie in Oegstgeest, waar een meetpunt van Geluidsnet is opgesteld. Van beide locaties zijn de metingen over de genoemde maanden nauwgezet geanalyseerd in combinatie met vluchtgegevens aangeleverd door het Nationaal Ruimtevaart Laboratorium. De resultaten die in dit rapport worden gepresenteerd zijn niet bedoeld als een pleidooi voor meer metingen. Beoogd wordt alleen om meer ervaring op te doen met de praktijkwaarde van metingen.

1.3 Opzet rapport

De opzet van deze rapportage is gelijk aan die uit voorgaande jaren: per meetlocatie wordt eerst een beknopte opsomming gegeven van de metingen in relatie tot verkeersgegevens die zijn vastgesteld, *de signalering*. De gemeten waarden worden vergeleken met soortgelijke gegevens uit voorgaande jaren[1] en met de uitkomst van vigerende rekenvoorschriften[3,6]. 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 overeenkomst 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. Hoofdstuk 2 is gewijd aan metingen aan wegverkeersgeluid, hoofdstuk 3 geeft een beknopte analyse van de IPG-metresultaten van Prorail en hoofdstuk 4 behandelt de pilotmetingen van Geluidsconsult en Geluidsconsult aan luchtvaartgeluid.

De locaties 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

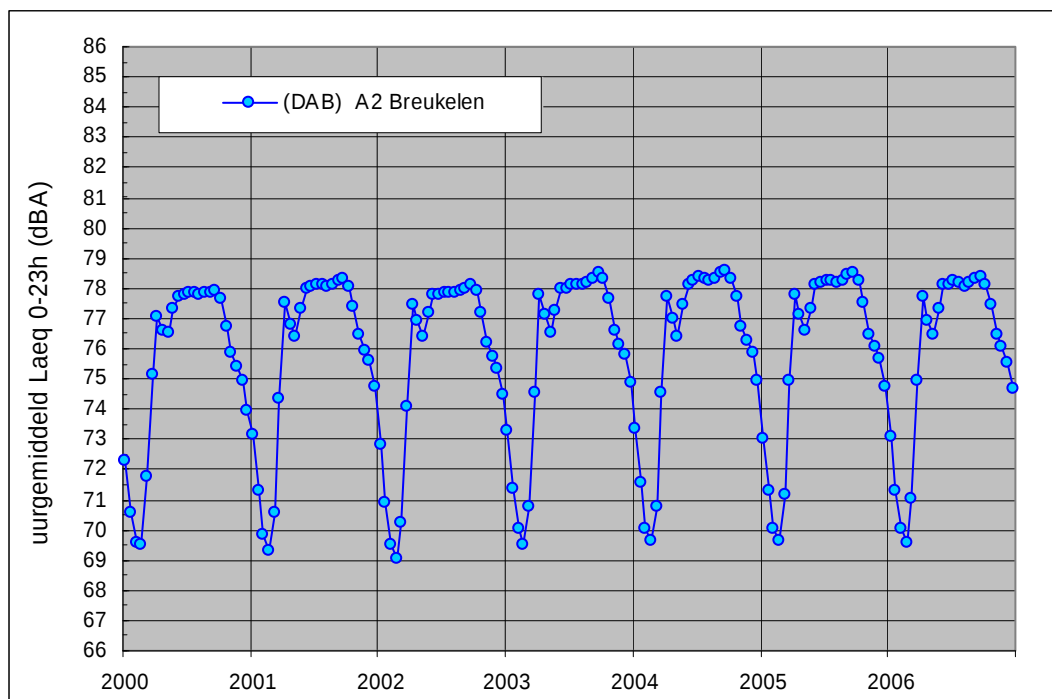
2.1 Rijksweg A2 Breukelen

2.1.1 Situatie

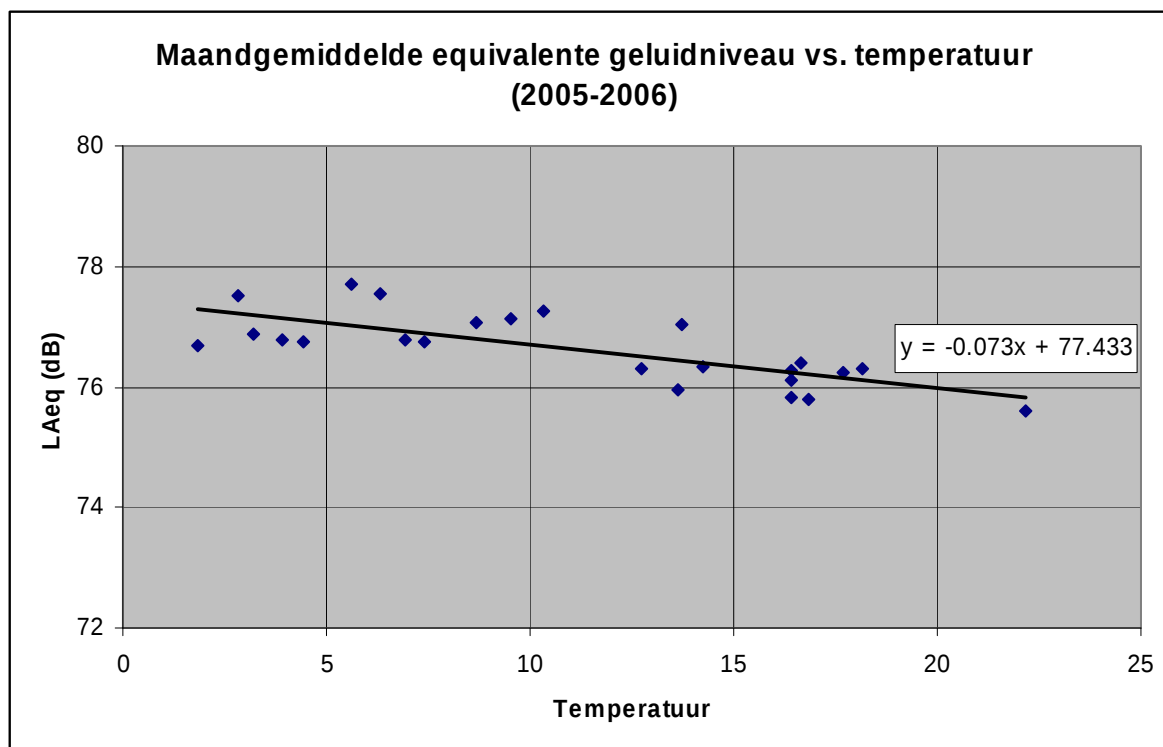
De meetlocatie is te vinden in Bijlage 1 (zie ook: <http://www.rivm.nl/milieukwaliteit/geluid/>). De meetpost bevindt zich op circa 15 m ten oosten van de A2 en maakt gebruik van een behuizing uit het Landelijk Meetnet voor Luchtkwaliteit. De rijksweg ter plaatse bestaat uit 2 x 3 rijstroken en is voorzien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

2.1.2 Meetresultaten 2005

Het jaargemiddelde 24-uursverloop in 2006 is weergegeven in Figuur 2.1.1. Ter vergelijking is in deze figuur ook het gemiddelde 24-uursverloop van het Laeq uit voorgaande jaren vanaf 2000 opgenomen. Figuur 2.1.2 geeft de maandgemiddelden uit 2005 en 2006 versus temperatuur.



Figuur 2.1.1 Jaargemiddeld 24-uursverloop in de jaren 2000 t/m 2006, gemeten op de locatie langs de A2 bij Breukelen



Figuur 2.1.2 Verloop van het maandgemiddelde equivalente geluidniveau op de locatie A2 bij Breukelen in 2005 en 2006

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 2000-2006

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

In de Tabellen 2.1.2 en 2.1.3 zijn de tel- en snelheidsgegevens voor de locatie aangegeven. De telgegevens zijn afkomstig van Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV).

Tabel 2.1.2 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 2.1.3 Snelheidsgegevens verkeer A2 Breukelen 2000-2006

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Licht	Dag	102	102	106	104	102	96	99
	Avond	110	111	114	114	111	103	105
	Nacht	112	114	117	116	113	107	106
Vracht	Dag	84	84	86	84	83	85	84
	Avond	89	90	91	89	88	91	90
	Nacht	89	92	91	90	87	89	89

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

Geluidemissies per voertuig

Tabel 2.1.4 geeft de gemiddelde 24-uurs geluidemissie 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 soms grote fouten 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 2.1.4 Gemiddelde geluidemissies per voertuig van het verkeer in dB(A),
Rijksweg A2 Breukelen periode 2000-2005*

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

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. Uitsplitsing naar licht verkeer en vrachtverkeer wijst erop dat dit geldt voor zowel het lichte verkeer als het vrachtverkeer. De jaargemiddelde 24-uursverdeling van de gemeten geluidbelasting uit Figuur 2.1.1 is opmerkelijk constant gebleven. De enige variatie die kan worden onderscheiden is een toename van maandgemiddeld geluidniveau van zomer naar winter met 1 tot 2 dB(A).

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 geluidsniveau gemeten. Navolgend worden de meetresultaten uit 2006 gepresenteerd en vergeleken met die uit voorgaande jaren. De meetpost bevindt zich niet in het vrije veld, maar staat vlak 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.

2.2.1 Situatie

De meetlocatie is te vinden in Bijlage 1 (zie ook: <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 Havelaarflat. De rijksweg ter plaatse bestaat uit tien rijstroken, waarvan vier voor het in- en uitvoegend verkeer. De maximale rijsnelheid bedroeg tot 1 november 2005 100 km/u. Na deze datum is ter plaatse van de meetlocatie een snelheidstrajectcontrole ingevoerd met een maximum van 80 km/u voor alle voertuigcategorieën.

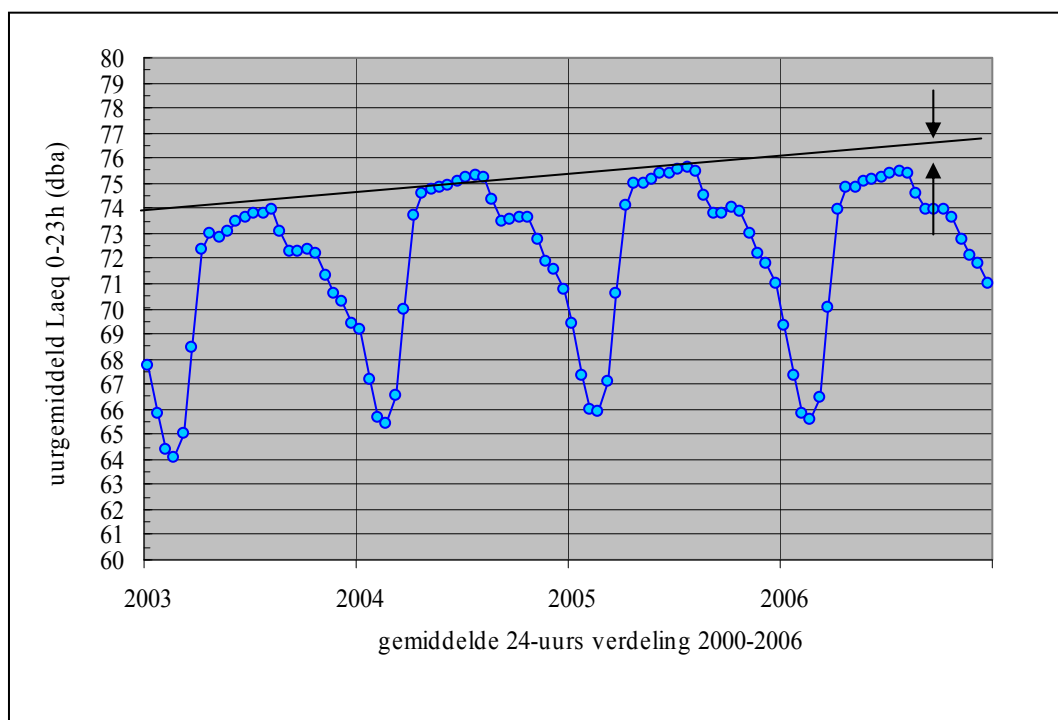


Figuur 2.2.1 Foto genomen vanuit de Max Havelaarflat aan de A10, juni 2003

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.

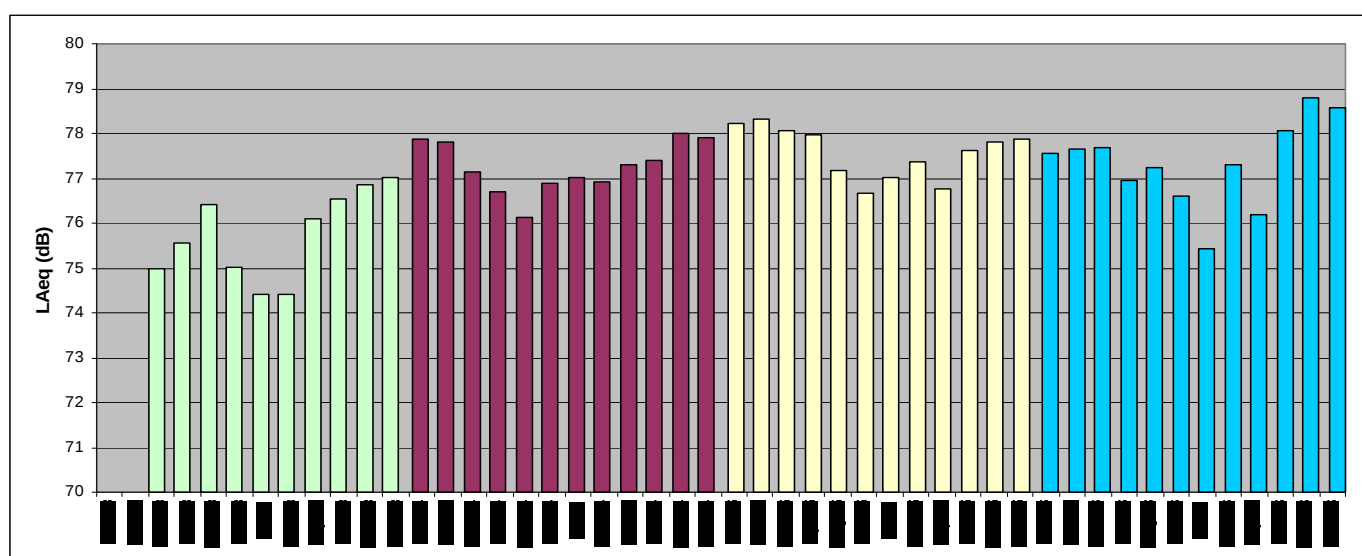
2.2.2 Meetresultaten 2003-2005

In Figuur 2.2.2 is de gemiddelde etmaalverdeling van het geluidniveau weergegeven voor 2003 t/m 2006.



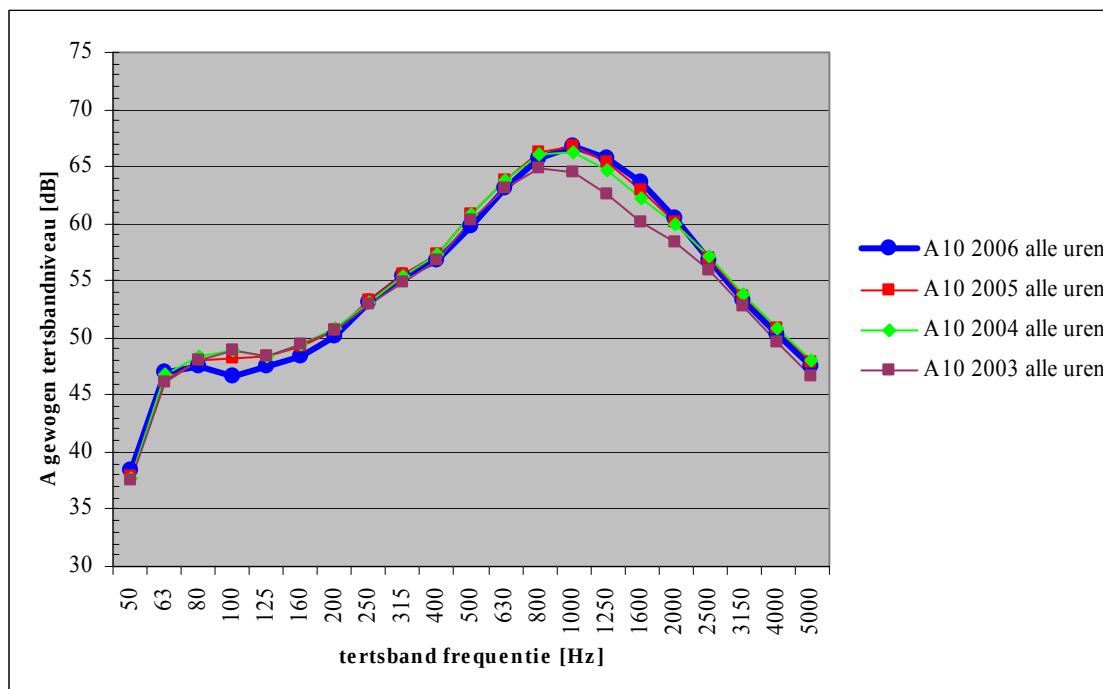
Figuur 2.2.2 Rijksweg A10-West Amsterdam. Jaargemiddelde 24-uursverdelingen van het Laeq voor 2003-2006; de grafiek toont voor elk jaar een gemiddelde 24-uursverdeling. De trendlijn is gebaseerd op de meetresultaten uit 2003-2005

Ten opzichte van 2005 is de geluidbelasting over 2006 vrijwel gelijk gebleven. De toename in de trend vanaf 2003 is in 2006 niet meer zichtbaar. Het maandgemiddelde jaarverloop vanaf april 2003 t/m december 2006 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

De jaargemiddelde tertsbandspectra zijn weergegeven in Figuur 2.2.4. Deze figuur geeft de spectra weer die zijn gemeten bij de A10-West Amsterdam in 2003, 2004 en 2005 en het spectrum gemeten op de locatie bij Breukelen uit 2005.



Figuur 2.2.4 Gemiddelde tertsbandspectra Rijksweg A10-West Amsterdam 2003-2006 en de gemiddelde spectra gemeten in 2005 langs de A2 bij Breukelen

In Tabel 2.2.1 zijn de gemiddelde niveaus voor dag-, avond- en nachtperiode aangegeven en in Tabel 2.2.2 de tel- en snelheidsgegevens voor de locatie.

Tabel 2.2.1 Equivalente geluidniveaus L_{aeq} en L_{den} gemeten bij de A10-West Amsterdam 2003-2004 (de niveaus zijn ongecorrigeerd voor het verkeersvolume)

	2003	2004	2005	2006
L_{aeq} , 7-19u	73,0	74,6	74,9	74,8
L_{aeq} , 19-23u	71,1	72,6	72,8	72,6
L_{aeq} , 23-7u	68,0	69,5	69,8	69,6
L_{den}	75,8	77,3	77,6	77,4

Tabel 2.2.2 Tel- en snelheidsgegevens voor 2005 bij de A10-West Amsterdam

periode	Eetmaalintensiteit		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

Bron Rijkswaterstaat-AVV (telpunt 35675 Geuzeveld)

2.2.3 Beoordeling

Geluidemissies

Evenals bij de Rijksweg A2 bij Breukelen is met behulp van de telgegevens en een regressieanalyse de gemiddelde geluidemissie voor personenauto's en vrachtauto's gezamenlijk bepaald. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 2.2.3.

Tabel 2.2.3 Vergelijking van de emissie van het verkeer op de A10-West Amsterdam en de A2 bij Breukelen (niet gecorrigeerd voor snelheidsverschillen)

	<i>A10 West</i>				<i>Toename emissie A10, 2005-2006</i>	<i>A2 Breukelen</i>	
	2003	2004	2005	2006		2006	Vershil
Dag	102,4	103,9	104,2	103,9	-0,3	107,2	-3,3
Nacht	103,8	105,1	105,3	104,5	-0,8	108,7	-4,2
24-uur	102,6	104,1	104,3	103,9	-0,4	107,6	-3,7

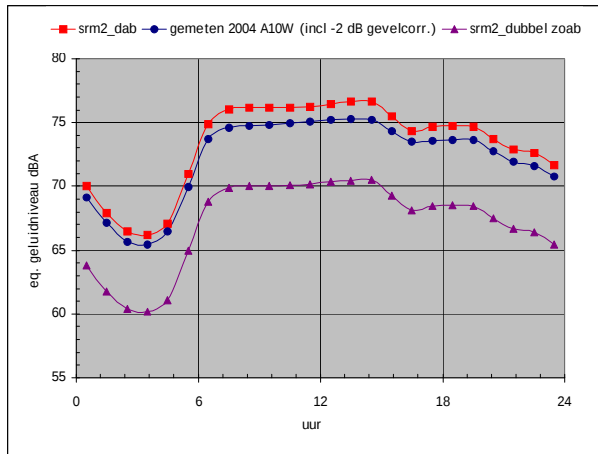
De bronvermogens, waaruit de invloed van het verkeersvolume is geëlimineerd, laten hetzelfde beeld zien als de rechtstreeks gemeten Laeq-waarden uit Tabel 2.2.1. Ten opzichte van 2005 zijn de niveaus afgenomen. Opvallend is dat de gemiddelde emissie van het verkeer in nachtperiode in 2006 wat meer is afgenomen dan in de dagperiode. Waarschijnlijk houdt dit verband met de 80 km/u-trajectcontrole die per 1 november 2005 is ingesteld.

Invloed snelheidsverlaging

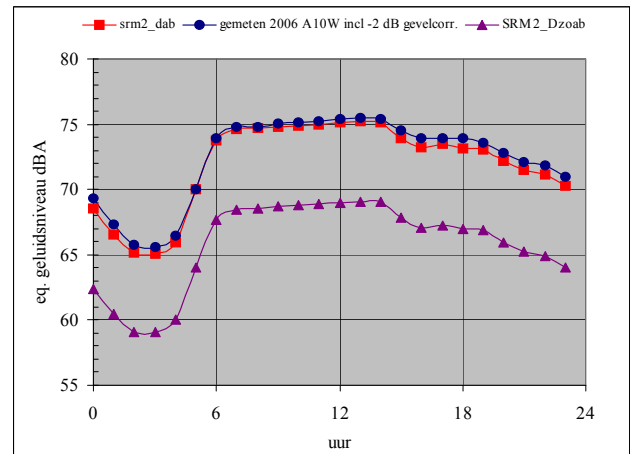
In november 2005 zijn op vier proeflocaties rondom de grote steden snelheidstrajecten op rijkswegen ingevoerd. Het RIVM heeft op deze locaties in opdracht van Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer metingen uitgevoerd naar het effect van deze maatregel. De locatie langs de A10-West Amsterdam is één van de locaties. De eindrapportage van het onderzoek staat in een binnenkort te verschijnen RIVM-rapport[7]. Op de locatie langs de A10 bleek de snelheidsverlaging, na correctie voor volume en temperatuursinvloeden niet meer dan 0,5 dB(A) reductie op te leveren. Dit is in overeenstemming met het beeld in Tabel 2.2.3, waarbij de over het etmaal gemiddelde geluidemissie van 2005 naar 2006 met 0,4 dB(A) afneemt. Zie voor een gedetailleerde beschouwing van het snelheidseffect het betreffende rapport. Bij de vaststelling van het snelheidseffect bij Amsterdam is echter geen rekening gehouden met een verdere afname van de geluidreducerende eigenschappen van het wegdek ter plaatse. Over 2004-2005 was dit 0,2 – 0,3 dB en als dit ook over 2005-2006 het geval is, is het effect van de snelheidsverlaging nog iets groter. De snelheidsmaatregel heeft dan bovenop de 0,4 dB reductie ook gecompenseerd voor de verslechtering van het asfalt, zie Figuur 2.2.2. Het is niet met zekerheid aan te geven in welke mate dit het geval is geweest.

Vergelijking met SRMII

In de Geluidmonitor 2004 is een vergelijking gemaakt tussen de gemeten en berekende 24-uurs verdeling van het geluidniveau. Dit is hier wederom gedaan voor het jaar 2006. De resultaten zijn weergegeven in Figuren 2.2.5a en 2.2.5b



Figuur 2.2.5a vergelijking metingen met SRM2 voor standaard DAB en DZOAB voor 2004

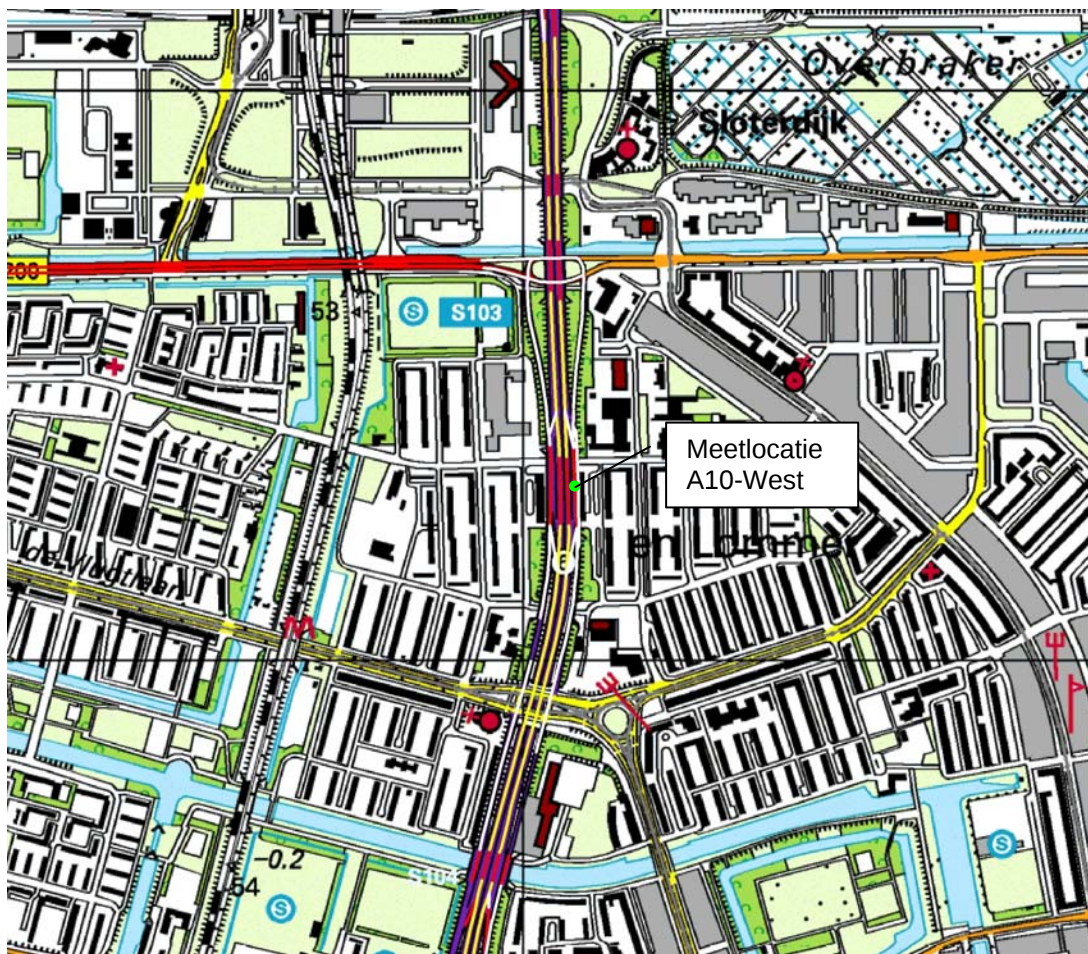


Figuur 2.2.5b vergelijking metingen met SRM2 voor standaard DAB en DZOAB voor 2006

Uit Figuren 2.2.5a en 2.2.5b blijkt dat de huidige geluidemissie op de A10-West Amsterdam ter plaatse van de meetpost vergelijkbaar is met die van standaard DAB. De lagere berekende waarden in 2006 houden verband met de snelheidsverlaging. De gemeten curve is ongeveer op hetzelfde niveau gebleven. Waarschijnlijk is het effect van de snelheidsverlaging verloren gegaan door verdere afname van de geluidreducerende werking van het wegdek.

Geluidreducerende werking van het wegdek

In voorgaande rapportages over de resultaten op dit meetpunt werd steeds aangenomen dat het wegdek op de A10-West Amsterdam geheel bestond uit het dubbellaags zeer open asfaltbeton (DZOAB). Inmiddels zijn meer gedetailleerde gegevens beschikbaar, zoals die door Rijkswaterstaat worden verstrekt aan gemeenten in het kader van de Europese karteringsrichtlijn voor omgevingslawaai. Dit betreft gegevens over de verkeersaantallen voor diverse voertuigcategorieën, rij snelheden en ook wegdekgesteldheid. Over het traject vanaf de S102 tot de S107 bestaat het wegdek grotendeels uit DZOAB. Op viaductlocaties is echter geen dubbellaags, maar een enkelvoudige poreuze laag aangebracht. De situering van de verschillende typen asfalt is weergegeven in Figuur 2.2.6.



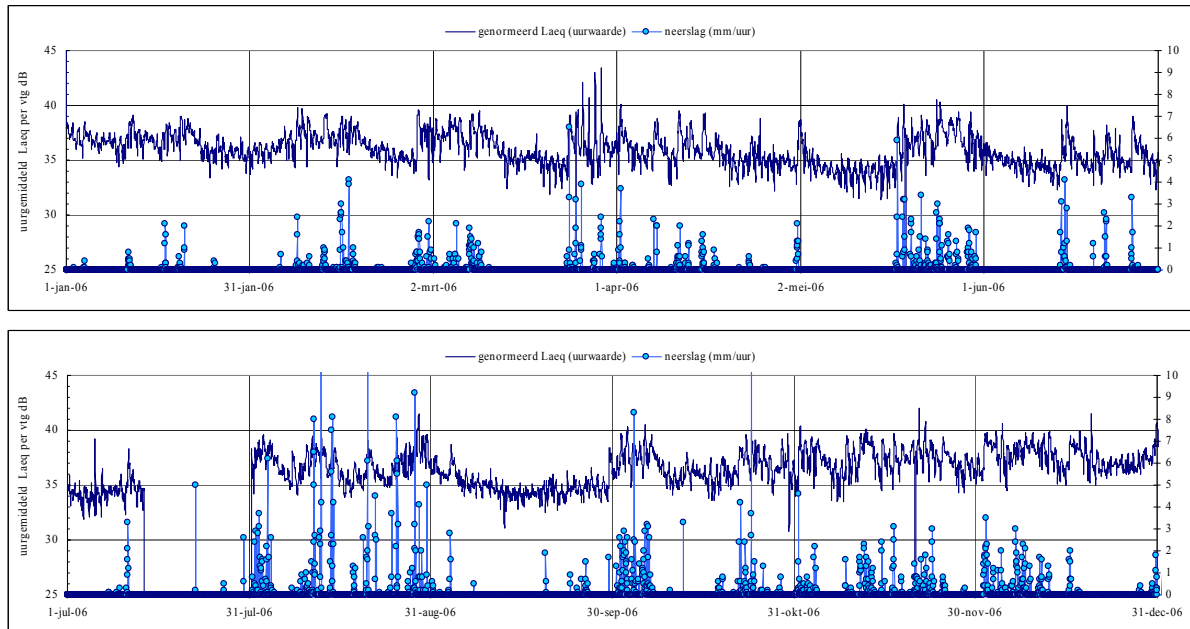
Figuur 2.2.6 Het wegdektype op de A10-West Amsterdam volgens gegevens van Rijkswaterstaat, gele rijstroken: DZOAB, rode delen ZOAB 6/16, witte delen: dicht asfaltbeton (DAB).

Het ZOAB 6/16 heeft volgens RMW2002[6] een minder grote geluidreducerende werking dan het DZOAB. Indicaties volgens dit voorschrift zijn: 3 dB voor enkellaags ZOAB en 5 dB voor DZOAB. Tabel 2.2.3 laat circa 3,5 dB lagere emissies zien ten opzichte van de A2 bij Breukelen. Als dit met 1 dB wordt gecorrigeerd voor verschillen in rijnsnelheid, rest dus nog een verschil van ongeveer 2,5 dB. Het wegdek bij de A2 geeft echter ten opzichte van een standaard DAB (als gedefinieerd in RMW2002) ongeveer 1,5 dB meer geluid. Voor de A10 betekent dat nog slechts 1 dB reductie ten opzichte van een standaard DAB. Dit blijft dus achter zowel bij de optimale werking van ZOAB 6/16 (3 dB) als bij die van DZOAB (5 dB). Hoogstwaarschijnlijk wordt de optimale werking niet meer gehaald, doordat de porositeit en akoestisch absorberende eigenschappen van het wegdek sinds de aanleg ervan in 2001 in de loop van de jaren zijn afgenomen.

Invloed van neerslag op geluidniveaus

Evenals op de locatie langs de A2 bij Breukelen is ook voor de A10-West Amsterdam een beoordeling gemaakt van de invloed van neerslag op de geluidemissie. Figuur 2.2.7 geeft het

verloop van het genormeerde¹ geluidniveau in samenhang met neerslag voor de periode mei-december uit 2006. Het blijkt dat neerslag een zichtbaar verhogende invloed op de geluidemissie van het wegdek heeft. Dit werd ook al geconstateerd uit de metingen verricht in 2005[1].



Figuur 2.2.7 Neerslag en equivalent geluidniveau gemeten langs de A10-West Amsterdam, periode mei-december 2005

Voorts laat Figuur 2.2.7 zien dat het op de A10 na een periode van neerslag nog geruime tijd duurt (tot twee dagen) voordat de geluidemissie van het wegdek weer op het ‘droge’ niveau zit.

Om het effect nader te verklaren is in Figuur 2.2.8 een aantal spectra weergegeven voor verschillende situaties:

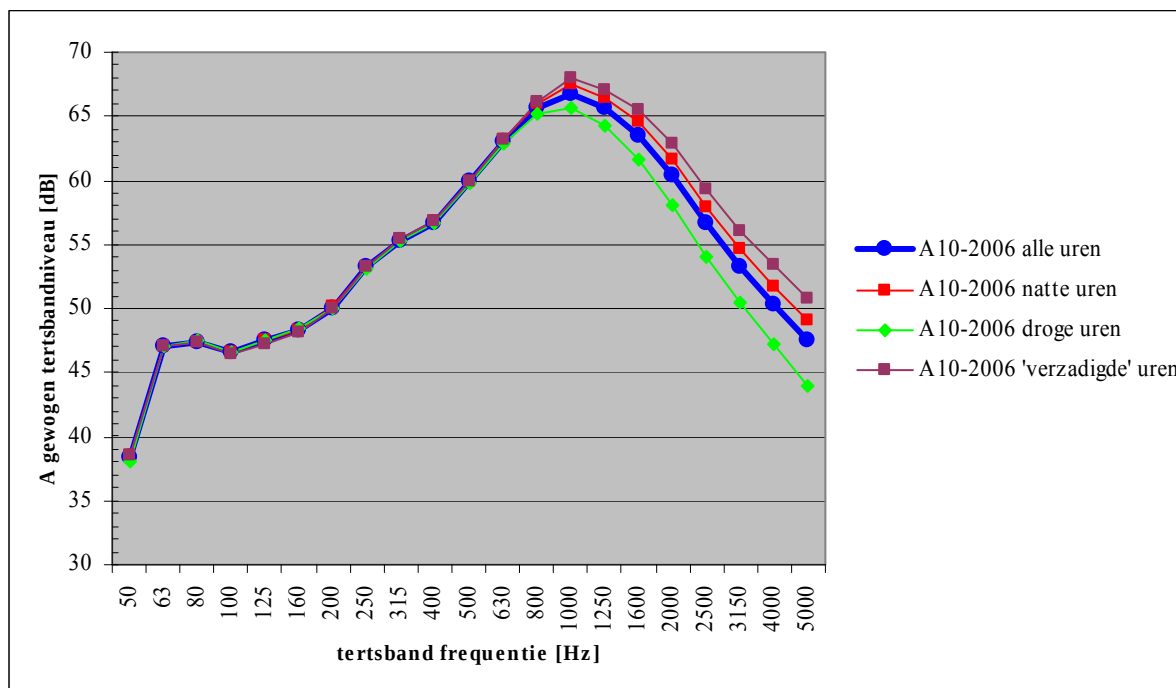
- alle uren uit de meetreeks;
- droge uren uit de meetreeks. Dit betreft de uren waarvoor geldt dat in de voorafgaande 48 uren minder dan 1 mm neerslag is gevallen;
- ‘natte uren’ uit de meetreeks. Dit betreft de uren waarvoor geldt dat in de voorafgaande 48 uren meer dan 1 mm neerslag is gevallen;
- ‘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). De figuur laat zien dat deze toename van de geluidemissie zich voordoet in het deel van het spectrum boven 800 Hz. Een verklaring is mogelijk dat de regen de poreuze hollen van het dubbellaags

¹ Hierbij wordt het genormeerde niveau bepaald volgens:

$L_{Aeq, genormeerd} = L_{Aeq, gemeten} - 10 \log(N_{licht} + 2N_{middel} + 4N_{zwaar})$. N_{licht} , N_{middel} en N_{zwaar} zijnde het aantal lichte, middelzware en zware voertuigen in het betreffende meetuur.

ZOAB opvult, waardoor het akoestisch absorberend vermogen afneemt. Dit effect wordt mogelijk versterkt door ophoping van slib en/of rubber, waardoor de drainage-capaciteit 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.



Figuur 2.2.8 Invloed van neerslag op het spectrum gemeten bij de A10-West Amsterdam in 2005

In Tabel 2.2.5 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, is in bijna 50% van de tijd sprake van een ‘nat’ wegdek waarin de emissie 1,8 dB hoger is. In de ‘verzadigde’ uren (circa 4% van de tijd) is er een verhoging van 2,8 dB(A) ten opzichte van de gemiddelde voertuiggeluidemissie in de droge situatie.

Tabel 2.2.5 Gemiddelde Laeq uurwaarden gemeten in 2006 voor verschillende situaties

	Droge uren	Alle uren	Natte uren*	Verzadigde uren**
Gemiddeld Laeq 24u	72,3	73,3	74,1	75,1
Toename	-1,0	-	0,8	1,8
Van toepassing	51%	100%	49%	4%

* 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 vanaf 2001 is afgenomen (de metingen zoals die hier met de vaste meetlocatie zijn verricht en de vergelijking met de A2 geven slechts een indicatie), heeft het RIVM in juli en augustus 2007 een aantal aanvullende metingen volgens de Close Proximity methode (CPX) laten uitvoeren door

akoestisch bureau M+P. Daar uit de voorgaande metingen is gebleken 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[8]. De hoofdresultaten zijn gegeven in Tabellen 2.2.6 en 2.2.7. Ter vergelijking zijn in Tabel 2.2.6 tevens de CPX-waarden zoals destijds zijn gemeten op de A2 weergegeven[9].

Tabel 2.2.6 Resultaten van CPX-metingen[8] bij 80 km/u in 2006 voor droog en nat wegdek op de A10West Amsterdam. De metingen zijn steeds uitgevoerd op de buitenste twee rijstroken van de hoofdrijbanen. Ter vergelijking zijn ook de CPX-waarden op de A2 uit 2003 weergegeven[9].

		Rijstrook->	resultaten droog wegdek [dB(A)]				resultaten nat wegdek [dB(A)]			
			1 HR L 3 R- L	1 HR L 2 R- L	1 HR R 2 R- R	1 HR R 3 R- R	1 HR L 3 R- L	1 HR L 2 R- L	1 HR R 2 R- R	1 HR R 3 R- R
Noord van meetpost	DZOAB	CPXcars	100,8	99,6	97,9	98,5	103,0	102,1	100,5	101,0
meetpost	ZOAB	CPXcars	101,7	100,3	98,9	100,1	103,6	102,0	101,8	102,9
A2	DAB	CPXcars	99,5	98,6	99,2	99,6	-	-	-	-
Noord van meetpost	DZOAB	CPXtrucks	100,6	100,1	99,1	99,6	102,7	102,3	101,4	101,1
meetpost	ZOAB	CPXtrucks	101,6	100,8	100,4	100,4	102,9	102,3	102,0	102,3
A2	DAB	CPXtrucks	100,3	99,2	99,8	100,3	-	-	-	-

Tabel 2.2.7 Verschillen in CPX-waarden bij droog en nat wegdek gemeten in 2006 op de A10-West Amsterdam. Waarden gemeten bij 80 km/u

		Rijstrook->	verschil nat - droog wegdek [dB(A)]				Na temperatuurcorrectie			
			1 HR L 3 R- L	1 HR L 3 R- L	1 HR L 3 R- L	1 HR L 3 R- L	1 HR L 3 R- L	1 HR L 2 R- L	1 HR R 2 R- R	1 HR R 3 R- R
Noord v meetpost	DZOAB	CPXcars	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,6	2,5	2,5
meetpost	ZOAB	CPXcars	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,7	2,9	2,8
Noord van meetpost	DZOAB	CPXtrucks	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,4	1,4
meetpost	ZOAB	CPXtrucks	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1,6	1,9

Uit Tabel 2.2.6 blijkt dat er nauwelijks verschil bestaat tussen de geluidemissie van de ZOAB-delen op de viaducten en de DZOAB-delen op de A10-West Amsterdam. Ook is te zien dat zowel voor personen- als vrachtauto's de CPX-waarden gemeten op het ZOAB en DZOAB vergelijkbaar zijn met de waarden gemeten op het DAB op de A2. Het feit dat bij lagere rijksnelheden de geluidreductie van open asfaltsoorten verder afneemt speelt hier ook een rol.

De verschillen in Tabel 2.2.7 bevestigen de invloed van neerslag als afgeleid uit de resultaten van de vaste meetpost. Een nat wegdek veroorzaakt een verhoging van 2 tot maximaal 3 dB(A) in geluidniveau. Dit geldt voor zowel ZOAB als DZOAB.

Resumé

- De metingen langs de A10-West Amsterdam in 2006 laten een lichte afname zien van 0,3 dB ten opzichte van de metingen uit 2005.
- Deze afname is waarschijnlijk een tegengestelde combinatie van meer geluidemissie door veroudering/vervuiling van het asfalt en minder geluidemissie door de snelheidsverlaging na november 2005.
- Op DZOAB- en ZOAB-wegvakken kan tijdens en kort na neerslag een hogere geluidemissie ontstaan. Bij de A10-West Amsterdam is dit het geval en is de geluidemissie van het wegdek in uren na regenval circa 2 tot 3 dB(A) hoger dan in de droge situatie.
- Uit de CPX-metingen blijkt dat de huidige geluidemissie op de A10-West Amsterdam vergelijkbaar is met die van standaard DAB. De akoestische levensduur van het wegdek is daarmee verlopen.

2.3 Provinciale weg N256 Noord-Beveland

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

Op deze locatie zijn niet alleen telgegevens beschikbaar, maar kunnen bij elke passage ook het type voertuig en de rijsnelheid 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 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 2 tot 4 uur, wanneer de voertuigen op onderling grote afstand van elkaar de meetpost passeren, per passage, het type voertuig, de rijsnelheid en de bijbehorende geluidemissie te registreren.

2.3.1 Situatie

Het wegdek ter plaatse bestaat uit twee rijstroken belegd met dicht asfaltbeton (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.

2.3.2 Meetresultaten 2006

De resultaten op deze locatie worden hier alleen gegeven van de 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 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 2 tot 4 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.

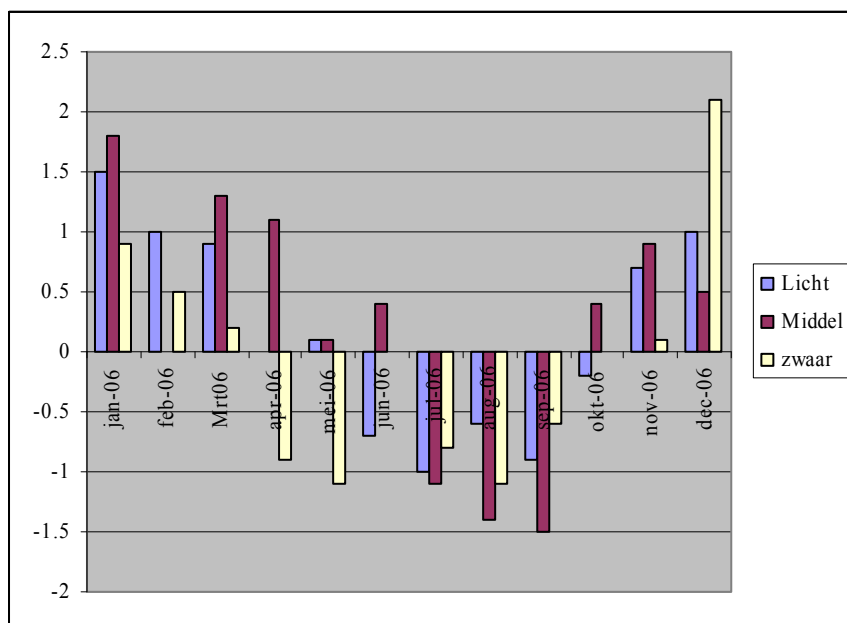
In Tabel 2.3.1 zijn de gemiddelde bronvermogens van de verschillende voertuigcategorieën weergegeven voor de jaren 2004 t/m 2006. Deze vermogens gelden bij de referentiesnelheid, dat wil zeggen 80 km/u voor lichte voertuigen, en 70 km/u voor de middelzware en zware vrachtauto's. In de kolom is tevens het verschil ten opzichte van de waarden volgens RMW 2002 weergegeven.

Tabel 2.3.1 Trend in de geluidemissies L_W over 2004-2007 op de N256 bij Collijnsplaat. Alle gemeten niveaus gelden voor de periode van 2 tot 4 uur 's nachts

	Jaar 2004	Jaar 2005	Jaar 2006	Vershil 2006-2005	Gemeten2006 - RMW2002
<i>Licht</i>	106,0	105,8	105,6	-0,2	3,2
<i>Middel</i>	109,4	109,1	108,6	-0,5	2,4
<i>zwaar</i>	111,4	111,4	110,8	-0,6	1,8

$$L_W = SEL \cdot (V_{ref}) + 33$$

De seizoensinvloed ten opzichte van de gemiddelde jaarwaarde uit Tabel 2.4.1 is weergegeven in Figuur 2.3.2. Het omslagpunt ligt nabij april en oktober. In de zomer liggen de bronvermogens lager.



Figuur 2.3.2: Seizoensinvloed ten opzichte van het jaargemiddelde geluidvermogeniveau (L_w dBA) uit Tabel 2.4.1.

Snelheidsinvloed

In Figuur 2.3.3 t/m Fig 2.3.5 zijn scatterdiagrammen opgenomen voor lichte, middelzware en zware voertuigen, voor alle passages tussen 2.00 en 4.00 uur.

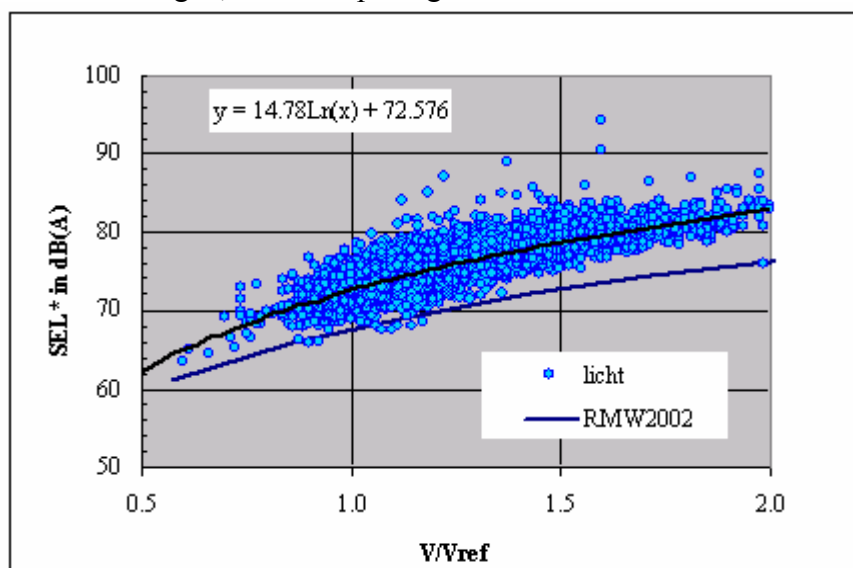


Fig 2.3.3 Genormeerde SEL-waarden gemeten aan lichte voertuigen van 2.00-4.00 u in 2006, uitgezet tegen de relatieve rijnsnelheid; $V_{ref}=80$ km/u

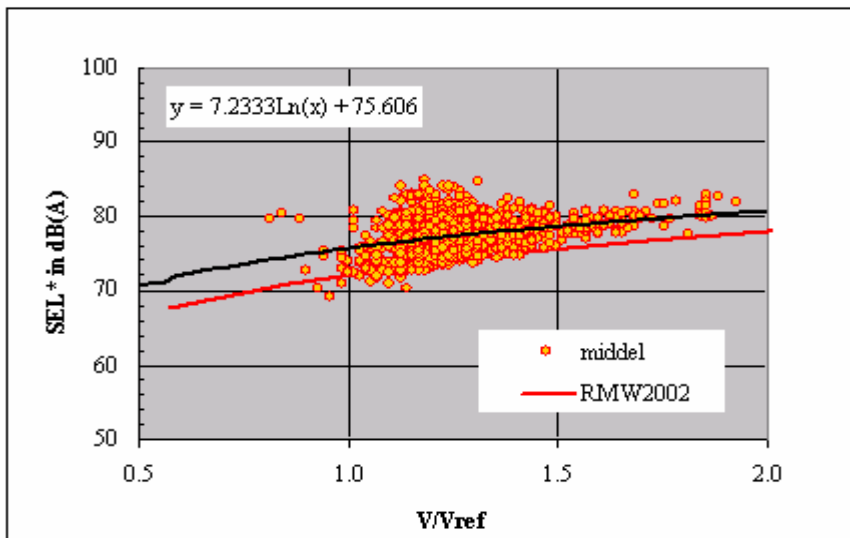


Fig 2.3.4 Genormeerde SEL-waarden gemeten aan middelzware vrachtauto's van 2.00-4.00 u in 2006, uitgezet tegen de relatieve rijnsnelheid; $V_{ref}=80$ km/u

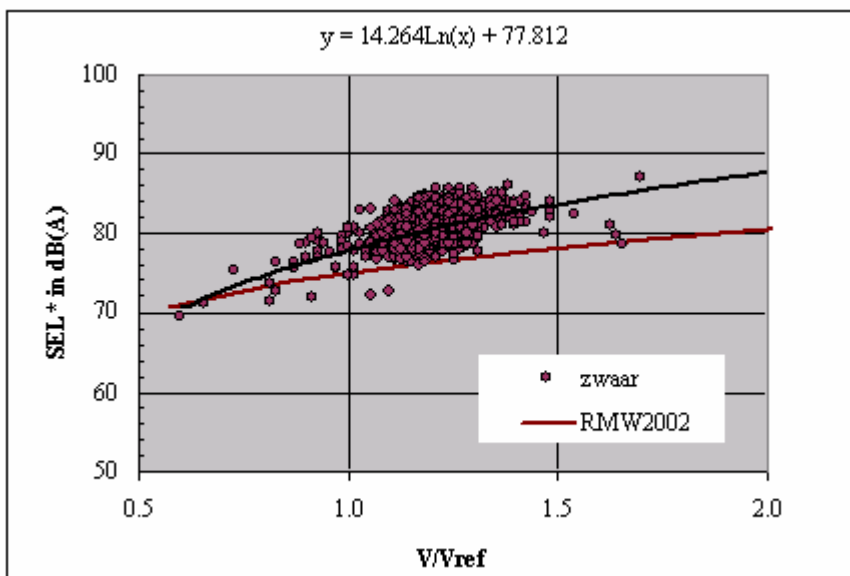


Fig 2.3.5 Genormeerde SEL-waarden gemeten aan zware vrachtauto's van 2.00-4.00 u in 2006, uitgezet tegen de relatieve rijnsnelheid; $V_{ref}=80$ km/u

2.3.3 Beoordeling

In 2006 is de situatie voor lichte voertuigen niet gewijzigd ten opzichte van 2005. Uit Tabel 2.4.1 blijkt echter dat de geluidemissies van de middelzware en zware vrachtauto's respectievelijk 0,5 en 0,6 dB lager uitkomen. Of hier echt sprake is van een beginnende trend naar stiller vrachtverkeer is moeilijk te zeggen. De onzekerheid in het meetresultaat ligt in dezelfde orde. Hier kan pas over enkele jaren een betrouwbaardere uitspraak over worden gedaan.

3. Railverkeersgeluid

3.1 Meetposten Prorail

In deze Geluidmonitor wordt ingegaan op meetresultaten van Prorail vanuit het Innovatie Programma Geluid (IPG). Het RIVM heeft zelf vanaf 2001 monitoring verricht aan geluidemissies door railverkeer op twee locaties. Van 2001 tot 2005 zijn metingen verricht op een locatie nabij Breukelen langs de lijn Utrecht-Amsterdam (veerpont de Aa). Uit de resultaten bleek dat de over alle categorieën gemiddelde, genormeerd geluidemissie, E* (zie Bijlage 6) van het materieel ongeveer 65 dB(A) bedraagt. Dit is in goede overeenstemming met de gemiddelde geluidemissie uit het akoestisch spoorboekje (Aswin). Deze waarde is over de periode 2000-2005 niet veranderd. De meetopstelling was echter beperkt in de zin dat een nader onderscheid in de geluidemissie van de verschillende materieelcategorieën niet mogelijk was. De metingen op de locaties bij Breukelen zijn beëindigd nadat in 2006 aan beide zijden van het spoor ter plaatse een geluidscherm is geplaatst. Dit werd mede ingegeven door de beschikbaarheid van meetresultaten uit een project dat door Prorail zelf is uitgevoerd. Dit project vond plaats in het kader van het Innovatie Programma Geluid (IPG) en waarbij in de loop van 2006 langs het Nederlandse spoorwegennet een aantal onbemande meetposten met treindetectie in gebruik is genomen. Het betreft meetopstellingen bij Bussum, Esch, Willemsdorp en Zeist. Deze zijn weergegeven in Figuur 3.1.1.



Figuur 3.1.1 Meetlocaties van Prorail uit het IPG-programma

Voor een gedetailleerde beschrijving van de meetposten wordt verwezen naar rapportages van het Kenniscentrum Spoorgeluid [11,12].

3.2 Resultaten

De IPG-meetgegevens worden door Prorail via een websysteem ter beschikking gesteld aan belanghebbende partijen, waaronder VROM en het RIVM. Via dit systeem zijn data opgevraagd van de vier genoemde locaties voor de maanden januari t/m maart 2007. Uitzondering is de locatie Willemsdorp, waar voor deze periode te weinig data beschikbaar waren. Op deze locatie is de periode april t/m juli 2006 genomen. 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 in december 2006 en vervolgens rekenkundig gemiddeld per categorie. De gemeten waarden zijn vergeleken met de geluidemissies ontleend aan het akoestisch spoorboekje (Aswin versie 2004, peiljaar 2003). 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 3.2.1 en Figuur 3.2.1.

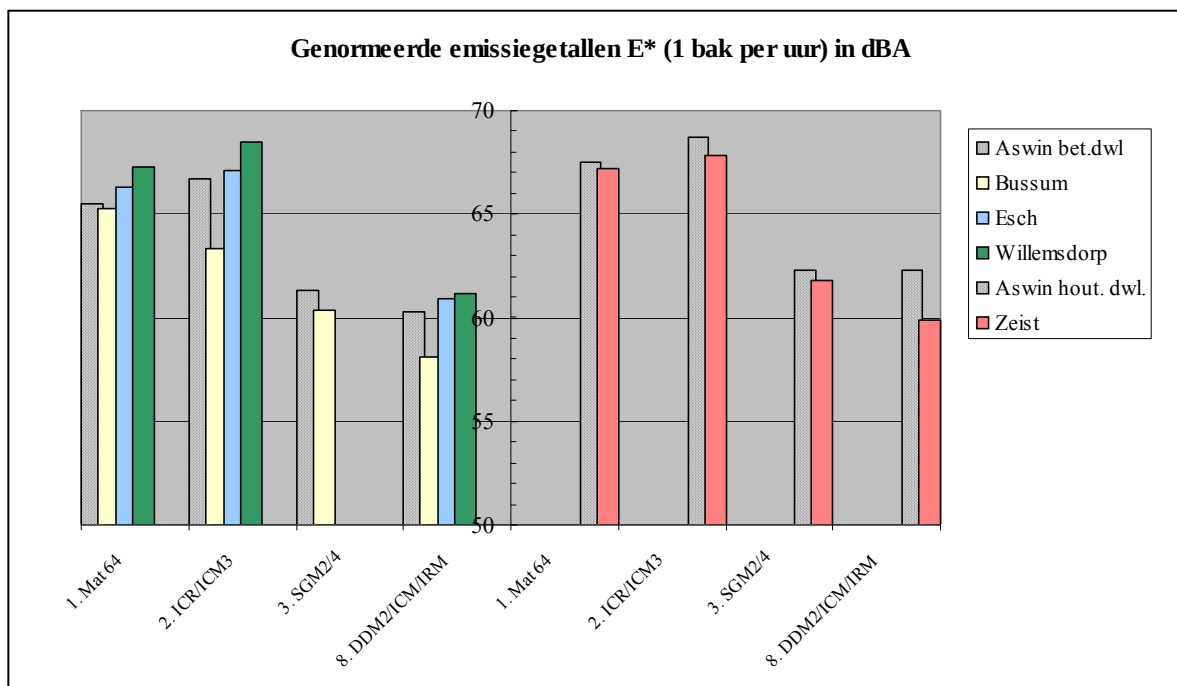
Tabel 3.2.1 Genormeerde emissiegetallen uit Aswin en gemeten verschillen (meting min berekening) op de meetlocaties. Periode: 20070101 t/m 20070331 voor de locaties Zeist(Ze), Willemsdorp(Wd) en Esch(Es), 20060420-20060728 Bussum(Bs).

Cat*	E*Aswin		Zonder correctie voor railruwheid				Na correctie voor railruwheid			
	Ze**	Bs, Es, Wd	Bs	Es	Wd	Ze	Bs	Es	Wd	Ze
1	67,5	65,5	0,2	1,4	2,5	-0,6	-0,2	0,8	1,8	-0,3
2	68,7	66,7	-3,1	0,8	2,3	-1,0	-3,4	0,4	1,8	-0,9
3	62,3	61,3	0,5	nvt	nvt	-1,3	-0,9	nvt	nvt	-0,5
8	62,3	60,3	-0,8	1,3	3,7	-3,2	-2,2	0,6	0,9	-2,4

*1. Mat64, 2. ICR/ICM3, 3. SGM2/4, 8. DDM2/ICM/IRM, rijsnelheden 1/2/3/8 zijn 140/140/120/140 km per u.

** Bovenbouw bij Zeist is bestaat uit houten dwarsliggers, overige locaties betonnen dwarsliggers

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



Figuur 3.2.1 Vergelijking van genormeerde emissiegetallen (E bij 1 bak per uur) volgens Aswin- en de IPG-metingen, gecorrigeerd voor railruwheid*

3.3 Resumé

Uit Tabel 3.2.1 en Figuur 3.2.1 blijkt dat na correctie voor de railruwheden ter plaatse de emissies die in het huidige Reken- en Meetvoorschrift worden toegekend (Aswin), overwegend overeenstemmen met de gemeten waarden.

In de meeste gevallen liggen de gemeten emissies wat lager dan de emissies volgens Aswin. In het bijzonder is dit het geval op de locatie Bussum voor categorieën 2 en 8. De locatie bij Willemstdorp is de enige locatie waar de gemeten emissies wat hoger uitvallen dan de emissies volgens het Reken- en Meetvoorschrift. Voor categorieën 1 en 2 is het verschil bijna 2 dB.

4. Monitoring Luchtvaartgeluid

4.1 Inleiding

De ontwikkeling van de geluidbelasting door luchtvaart in Nederland heeft grote maatschappelijke relevantie. Bij de laatste TNO-hinderenquête uit 2003 ondervond 12% van de Nederlandse bevolking boven de 16 jaar ernstige hinder door luchtvaart[13]. De ministerraad heeft onlangs ingestemd met de ontwerpwijziging van het Luchthavenverkeerbesluit Schiphol (LVB). Door het aanpassen van het LVB verandert de verdeling van het geluid rond de luchthaven en kan Schiphol groeien naar 480.000 vliegbewegingen per jaar. Er is daarnaast sprake van een sterk toegenomen verkeersdruk op de regionale vliegvelden. Het aantal passagiers van en naar regionale luchthavens steeg van 1,5 miljoen in 2003 tot 2,1 miljoen in 2006, een stijging van bijna 80%. Vooral Eindhoven Airport heeft een sterke groei doorgemaakt: van 0,4 naar bijna 1,2 miljoen reizigers in 2006. (Bron: CBS, www.cbs.nl). Deze regionale luchthaven is inmiddels in omvang vergelijkbaar met Rotterdam Airport.

De Commissie Deskundigen Vliegtuiggeluid (CDV) heeft op 9 juni 2005 haar Vierde Voortgangsrapportage gepubliceerd [14] en daarin gepleit voor een open, transparante houding van de luchtvaartsector ten aanzien van de geluidbelasting door de luchtvaart in relatie tot de effecten op de leefomgeving. De commissie stelt dat niet alleen in de gebieden vlak bij de luchthaven, maar ook in de wijde omgeving ervan openheid moet zijn over de ontwikkeling van de geluidbelasting en dat burgers recht hebben op informatie daaromtrent.

Naast de wens van een ruimtelijk compleet beeld van de geluidbelasting – dat wil zeggen een beeld van alle locaties waar de geluidbelasting zodanig is dat deze tot hinderbeleving kan leiden – wordt gepleit voor het rechtstreeks meten van de geluidbelasting. De Commissie voor Regionaal Overleg luchthaven Schiphol (CROS) signaleert een toegenomen behoefte van omwonenden in het buitengebied van Schiphol aan objectieve meetinformatie.

Omliggende provincies en gemeenten dringen aan op het plaatsen van geluidmonitoringslocaties, niet alleen in woongebieden vlak bij de luchthaven, maar ook in de woongebieden op ruimere afstand, buiten de 20 Ke-geluidcontour. Het betreft onder andere de regio's Leiden/Oegstgeest, Castricum/Heemskerk/Uitgeest, Mijdrecht/Hilversum. In het kader van de Evaluatie van het Schipholbeleid wordt de CROS gevraagd 'om – vanuit haar taak om de hinder zoveel mogelijk te beperken – mogelijke verbeteringen van het beleid aan te dragen'[15].

In dit kader heeft het RIVM in samenwerking met het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) en TNO in 2005 in opdracht van de CROS een pilot uitgevoerd naar de mogelijkheden om in de genoemde regio's vaste meetlocaties in te richten en de geluidbelasting daarmee te kunnen monitoren. Gedurende de maanden mei t/m

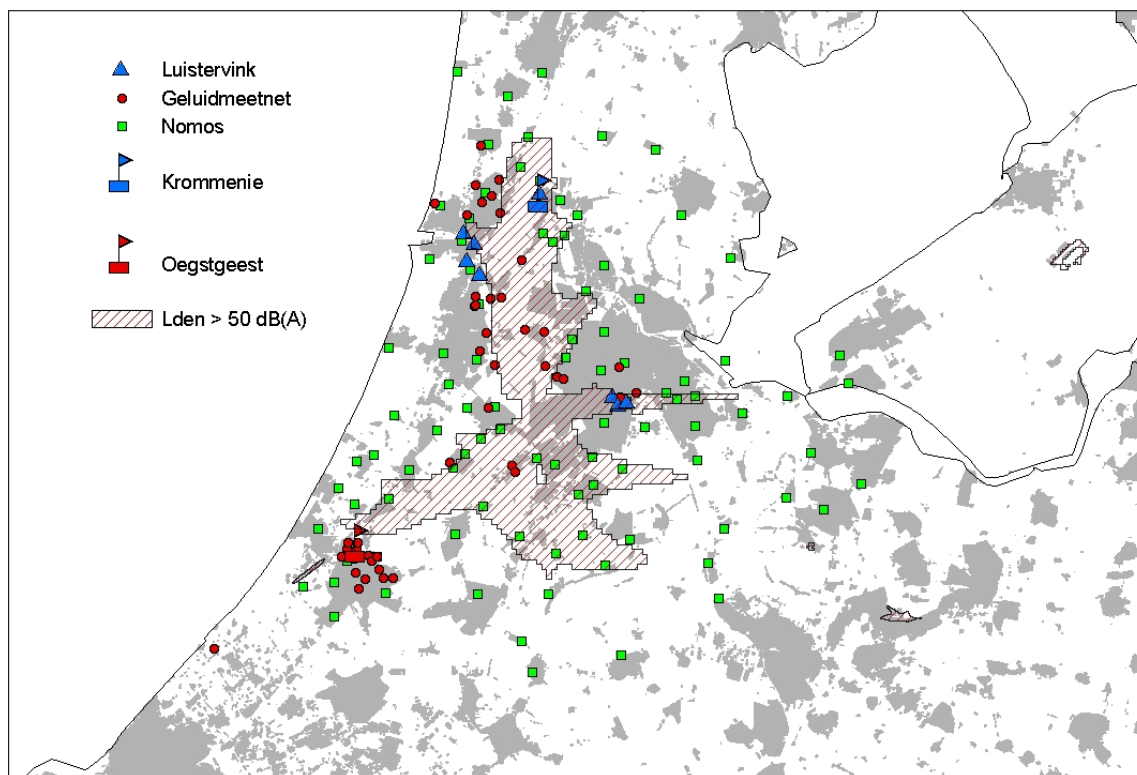
augustus 2005 zijn op drie locaties in het buitengebied van Schiphol metingen verricht aan luchtvaartgeluid met een aantal meetsystemen (NOMOS, Luistervink)[5]. Het RIVM-meetprogramma streeft ernaar om alle maatschappelijk relevante geluidbronnen te monitoren. Naast het weg- en railverkeer is daarbij ook aandacht voor luchtvaartontwikkelingen nodig. Daarom is in de onderhavige geluidrapportage aandacht besteedt aan de mogelijkheden om luchtvaartgeluid via automatische onbemande meetsystemen te monitoren. De aandacht gaat hierbij in eerste instantie uit naar het buitengebied van Schiphol. Daartoe zijn in 2007 metingen aan luchtvaartgeluid over augustus en september vergeleken met door het NLR gemodelleerde geluidniveaus op basis van werkelijk gevlogen routes. De metingen zijn in deze maanden verricht op twee locaties: bij Krommenie door Geluidconsult (systeem ‘Luistervink’) en bij Oegstgeest door Geluidsnet.

4.2 Doel

Het doel van de pilot is niet om een gedegen vergelijking te maken van berekende en gemeten geluidbelasting. Dit zou een geheel andere meetopzet vereisen en daar is reeds onderzoek naar gedaan[10]. Het doel is om meer ervaring op te doen met de praktijkmogelijkheden van moderne meetsystemen om geluid van vliegtuigpassages te onderscheiden van andere lawaaibronnen. Dit laatste is essentieel voor een betrouwbare monitoring van de geluidbelasting.

4.3 Meetnetten en meetsystemen

Er wordt inmiddels al op een groot aantal locaties onbemand gemeten. Te noemen zijn het NOMOS-meetnet van Schiphol, de geluidsnetlocaties (www.geluidsnet.nl) en de Luistervinklocaties. Bij Rotterdam Airport wordt gebruikgemaakt van het RANOMOS-systeem. Een overzicht van de meetlocaties uit deze meetnetten is weergegeven in Figuur 4.3.1 voor de randstad.



Figuur 4.3.1 Overzicht meetlocaties NOMOS, Geluidsnet en Luistervink. Tevens zijn de meetlocaties bij Krommenie (Luistervink) en Oegstgeest (Geluidsnet) aangegeven

In de pilot voor de CROS uit 2005 waren meetsystemen uit NOMOS (Lochard) en Luistervink (Geluidconsult) betrokken. In deze pilot is gekozen voor een Geluidsnetlocatie en een Luistervinklocatie. Beide systemen maken gebruik van herkenningstechnieken voor het onderscheiden van geluid door vliegtuigpassages van overige geluidbronnen.

4.4 Beoordelingswijze

Na afloop van elke meetperiode op een meetlocatie zijn de meetresultaten, passageniveaus² en tijdstippen waarop deze plaatsvonden, vergeleken met berekende waarden, voor dit onderzoek aangeleverd door het NLR. De berekende passageniveaus zijn gebaseerd op de FANOMOS-vluchtgegevens (FNS). Deze vergelijking heeft niet als doel modeluitkomsten te valideren (dit zou een langere meetperiode en gedetailleerder onderzoek vergen), maar geeft op basis van de passagetijden een indruk van de mate waarin de meetsystemen vliegtuiggeluid correct herkennen en andersoortig geluid buiten de registratie laten. De gemeten passageniveaus beslaan de perioden dat het betreffende meetsysteem een vliegtuig registreerde.

² Bedoeld wordt hier de SEL- waarden en niet de Lmax waarden. Voor een toelichting zie Bijlage 5.

4.5 Resultaten

4.5.1 Luistervink

In Bijlage 8, Figuren B8.1 en B8.3 zijn de geregistreerde SEL-waarden voor een aantal dagen uit de meetperiode augustus-september op de locatie Krommenie weergegeven. In de grafieken zijn zowel de gemeten SEL- waarden als de door het NLR berekende SEL-waarden weergegeven.

In Figuren B8.2 en B8.4 is het Leq-verloop van de geluidniveaus over dag-, avond-, en nachtperiode in augustus en september 2007 weergegeven, zowel op basis van de gemeten SEL- als op basis van de berekende SEL-waarden. De laatste grafiek geeft de Lden-waarde van dag tot dag. In Figuur B8.5 zijn de gemeten en berekende waarden als scatterplot tegen elkaar weergegeven.

Uit de tijdplots van de SEL-waarden blijkt dat er een vrij goede match bestaat tussen de metingen en de NLR-berekeningen. De gemeten en berekende SEL-waarden laten verschillen zien, maar deze hebben te maken met de aanname van een vaste geluidemissie per type vliegtuig in de modellering zonder dat daarbij rekening kan worden gehouden met individuele spreiding. Vooral van betekenis is de match in tijd van gemeten en berekend geluidniveau. Zoals te zien is, vallen de tijdstippen die het meetsysteem aan de SEL-waarden toekent in de meeste gevallen vrijwel samen met de berekende tijdstippen (op basis van radargegevens). Dit is een sterke indicatie dat de herkenning van het meetsysteem goed werkt en dat inderdaad overwegend alleen vliegtuigpassages worden geregistreerd en andersoortig lawaai wordt uitgesloten van bijdrage. De trend in het Leq-verloop van dag tot dag zoals is gemeten stemt vrij goed overeen met het verloop van de berekenden Leq-waarden.

Een indicatie van de mate waarin de gemeten SEL-waarden in tijd in niveau corresponderen met de berekende SEL-waarden is verkregen door bij elke meting na te gaan of er in de Fanomos-dataset een registratie binnen een ± 30 seconden tijdinterval en ± 15 dB(A) in SEL-waarde kon worden gevonden. De resultaten zijn voor augustus en september weergegeven in Tabel 4.5.1 en Tabel 4.5.2. Het percentage 'metingen in Fanomos' geeft aan hoeveel procent van de gemeten SEL-waarden op bovenstaande wijze kon worden gekoppeld. Voor het systeem Luistervink is dit percentage ongeacht de SEL-waarde hoog (bijna 100%). Het meetsysteem is dan 'solide' in de zin dat als een vliegtuigpassage wordt geregistreerd, deze vrijwel zeker ook in de vluchtgegevens is terug te vinden. Dit is echter nog geen garantie dat goed wordt gemeten. Fanomos-registraties die niet in de metingen zijn terug te vinden, kunnen erop duiden dat het meetsysteem te veel events afkeurt. Het systeem is dan 'ongevoelig' in de zin dat sommige passages niet meer boven de ruis worden herkend. Voor Luistervink is dit percentage in de belangrijke range $SEL > 80$ en $SEL 70-80$ dB relatief laag. Alleen bij passages met SEL-waarden 60-70 dB worden nogal wat Fanomos-registraties gemist. Deze passages liggen tegen de ondergrens van de gevoeligheid van het meetsysteem, onder de condities ter plaatse. Deze ondergrens wordt sterk bepaald door het aanwezige achtergrondniveau. De gemeten Leq-waarden in deze range blijven daarmee achter bij de

berekende waarden, hetgeen hier overigens geen sterke betekenis heeft voor het totale niveau. De gevoeligheid van het systeem voor passages met een relatief lage SEL-waarde zou misschien kunnen worden vergroot door minder passages af te keuren, maar dit zou ten koste kunnen gaan van de soliditeit van de opstelling. Maatgevend voor het totale niveau (orde Lden 50 dB(A)) zijn echter de passages van de eerste en tweede categorie. Uitgaande van de goede match in deze categorieën lijken de Lden-niveaus en trends daarin op de locatie bij Krommenie vanaf circa 45 dB(A) goed te kunnen worden gemeten.

Tabel 4.5.1: Registraties volgens Fanomos en Luistervink op de locatie Krommenie in augustus 2007, met onderscheid naar SEL-bereik

Cat	SEL	fns	me	% me in fns	% fns niet in me	leqfns	leqm
1	>80 dBA	424	386	99	14	44	44
2	70-80 dBA	4875	4069	98	15	48	47
3	60-70 dBA	7181	3081	96	40	41	37
	Alle passages	12480	7536	97	29	50	49

Tabel 4.5.2: Registraties volgens Fanomos en Luistervink op de locatie Krommenie in september 2007, met onderscheid naar SEL-bereik

Cat	SEL	fns	me	% me in fns	% fns niet in me	leqfns	leqm
1	>80 dBA	392	388	99	10	44	44
2	70-80 dBA	3841	3385	98	15	47	46
3	60-70 dBA	6190	2197	94	52	40	36
	Alle passages	10423	5970	97	37	49	49

Uit het verloop van de niveaus van dag tot dag in Figuren B8.2 (augustus) en B8.4 (september) blijkt dat de Luistervinkmetingen de opgaande en neergaande trends in de door het NLR berekende waarden nauw volgen. Er zijn geen sterke uitschieters die tot sterke afwijking van het maandgemiddelde zouden kunnen leiden.

4.5.2 Geluidsnet

In Bijlage 9, Figuren B9.1, B9.2, B9.4 en B9.5 zijn de door Geluidsnet geregistreerde SEL-waarden voor een aantal dagen uit de meetperiode augustus-september 2007 op de locatie Oegstgeest weergegeven. In de grafieken zijn zowel de gemeten SEL-waarden als de door het NLR berekende SEL-waarden weergegeven. In Figuren B9.3 en B9.5 is het verloop van de geluidsniveaus over dag-, avond- en nachtperiode in augustus en september weergegeven, zowel op basis van de gemeten SEL als op basis van de berekende SEL-waarden. In Figuur B9.7 zijn de berekende en gemeten equivalente geluidsniveaus tegen elkaar uitgezet.

De tijdplots laten een wisselend beeld zien. Er komen veel perioden voor waarin de gemeten SEL-registraties overwegend goed matchen met de Fanomos-data, zoals bijvoorbeeld op 12 augustus en 18 september. In sommige perioden registreert het meetsysteem echter passages die niet zijn terug te vinden in de Fanomos-dataset, bijvoorbeeld in de perioden van 0.00-6.00 uur op 15 augustus en 18 september. Dit komt tot uiting in Figuren B9.3 en B9.6.

Overwegend is er overeenstemming in de gemeten en berekende Leq-waarden en wordt daarin dezelfde trend gevonden. Op de genoemde dagen ligt de meetuitkomst waarschijnlijk te hoog.

In Tabellen 4.5.3 en 4.5.4 zijn de percentages weergegeven waarmee de gemeten SEL-registraties aan Fanomos-data kon worden gekoppeld (op de wijze als omschreven in 4.5.1). Er is bij de huidige setting van deze meetpost een kans dat een gemeten vliegtuigpassage niet kan worden teruggevonden in de Fanomos-gegevens, vooral bij passages in de SEL-range van 60 tot 70 dB(A). De indruk is dat de vliegtuigherkenning van dit systeem op de locatie bij Oegstgeest nog niet altijd optimaal werkt. Waarschijnlijk is een aantal events als vliegtuigpassage meegenomen terwijl zij door andersoortig geluid zijn veroorzaakt. Dit komt ook voor bij passages van de eerste categorie. De gemeten Leq-waarden komen daardoor hoger uit dan de berekende waarden.

Tabel 4.5.3: Registraties volgens Fanomos en Geluidsnet op de locatie Oegstgeest in augustus 2007, met onderscheid naar SEL-bereik

	fns	me	% me in fns	% fns niet in me	Leqfns	Leqme
>80	226	347	88	12	41	44
70-80	2343	2720	87	8	44	45
60-70	3152	3983	67	33	37	38
Alle passages	5721	7050	76	22	46	48

Tabel 4.5.4: Registraties volgens Fanomos en Geluidsnet op de locatie Oegstgeest in september 2007, met onderscheid naar SEL-bereik

	fns	me	% me in fns	% fns niet in me	Leqfns	Leqme
>80	136	288	82	0	39	47
70-80	1189	1950	81	4	41	43
60-70	2460	3317	52	35	35	38
Alle passages	3785	5555	64	24	44	49

Het niveauverloop van dag tot dag in Figuren B9.3 en B9.5 laat zien dat het meetsysteem Geluidsnet in staat is trends in de niveaus te volgen. In het bijzonder voor de maand augustus worden de NLR-waarden nauw gevolgd. Het systeem is soms echter minder ‘solide’ in de zin dat er af en toe events worden geregistreerd die niet door vliegtuigen worden veroorzaakt. Dit leidt in het dagverloop soms tot sterke overschatting van de equivalente niveaus (uitschieters). Het verloop in september laat nogal wat afwijking zien ten opzichte van de NLR-gegevens. Perioden met harde wind spelen hier waarschijnlijk een belangrijke rol. Verbetering zou al kunnen worden bereikt door registraties in perioden met te hoge windsterkte uit te sluiten van bijdrage.

4.6 Algemene conclusies

Aan de hand van deze pilot kunnen nog geen uitgesproken conclusies worden verbonden ten aanzien van alle mogelijkheden en beperkingen van het meten van luchtvaartgeluid. Daarvoor was de onderhavige studie te beperkt van opzet. Een grondiger onderzoek over meer meetlocaties zou moeten plaatsvinden en over langere meetperiode (jaar), waarbij vooral ook meer aandacht nodig is voor de meteorologische condities die van invloed zijn op de meetresultaten. Enkele punten zijn echter uit deze pilot naar voren gekomen:

Er is inmiddels een aantal meetsystemen beschikbaar waarmee trends in de ontwikkeling van de geluidbelasting onafhankelijk van rekenmodellen of vluchtgegevens vrij goed in beeld kunnen worden gebracht. In het bijzonder geldt dit voor het Luistervinkopstelling, waarvan de herkenning van individuele events goede resultaten laat zien. Ook meetposten van Geluidsnet en NOMOS bieden hiertoe mogelijkheden[5]. Hierbij moet de kanttekening worden geplaatst dat daarbij voldoende rekening moet worden gehouden met stoorinvloeden (vooral wind), zodat deze de meetuitkomst niet foutief beïnvloeden. Te verwachten is dat de huidige herkenningstechnieken in de nabije toekomst nog verder verbeterd kunnen worden. Dit is bijvoorbeeld mogelijk door verder gebruik te maken van het transpondersignaal dat over een aantal jaren voor alle verkeersvliegtuigen verplicht wordt gesteld.

Verdere ontwikkeling en verbetering van meettechnieken betekent echter niet dat er binnen enkele jaren een systeem beschikbaar komt dat ook geschikt is in het kader van handhaving. Vanuit een werkbare bedrijfsvoering van het luchtverkeer hebben metingen als voornaamste bezwaar dat er vooraf geen gebruiksplan kan worden opgesteld dat met 100% zekerheid niet tot overschrijding leidt. De huidige pilot en de pilot voor de CROS uit 2005 duiden er bovendien op dat er tussen de berekende en gemodelleerde equivalente niveaus (onder andere de Lden) geen grote verschillen bestaan, althans niet op de onderzochte locaties. De vraag is dan waarom er gemeten zou moeten worden.

Het antwoord op deze vraag dringt zich op vanuit de registraties van de individuele passages zoals weergegeven in Bijlagen 8 en 9. Hoewel voor *gemiddelde waarden* de verschillen tussen gemeten en berekende waarden beperkt zijn en beide in het dagverloop gelijke trends laten zien, blijkt dat er bij de individuele passages forse verschillen kunnen optreden. Dit heeft vooral te maken met de aanname van een vaste geluidemissie per type vliegtuig die in de modellering moet worden gemaakt zonder dat daarbij rekening kan worden gehouden met individuele spreiding (veroudering, slijtage motoren, afwijkende motorsetting et cetera). Indien de herkenning van het meetsysteem goed werkt en het systeem goed is onderhouden en gekalibreerd kan worden aangenomen dat de meetuitkomst in de meeste gevallen een betrouwbaarder uitkomst van de ‘werkelijkheid’ geeft dan het rekenmodel. Daar individuele passages kunnen worden gemeten, wordt daarmee de mogelijkheid geboden om aan de hand van metingen na te gaan of bepaalde typen vliegtuigen structureel een hogere of lagere geluidbelasting veroorzaken ten opzichte van de veronderstelde waarde. Als dit structureel het geval is zou dit na verloop van tijd aanleiding kunnen geven om aannamen in de

modellering van het betreffende type bij te stellen zodanig dat verschillen worden geminimaliseerd. Het rekenmodel blijft dan het instrument voor de handhaving, maar er wordt wel een koppeling gelegd met de meetuitkomsten in de praktijk. Op die manier zouden metingen volwaardig kunnen worden meegenomen in de beoordelingssystematiek van luchtvaartluid.

Resumé

Huidige monitoringsystemen voor luchtvaartgeluid bieden mogelijkheden om trends te volgen en geluidsniveaus van individuele vliegtuigpassages te toetsen aan rekenuitkomsten. Daarmee zouden metingen in de toekomst een rol kunnen spelen bij het valideren en optimaliseren van aannamen ten aanzien van bronsterkten bij verschillende vliegtuigtypen.

5. Conclusies

Wegverkeer

- De metingen langs de A10-West Amsterdam in 2006 laten een lichte afname zien van 0,3 dB ten opzichte van de metingen uit 2005.
- Deze afname is waarschijnlijk een tegengestelde combinatie van meer geluidemissie door veroudering van het asfalt en minder geluidemissie door de snelheidsverlaging van november 2005.
- Op DZOAB- en ZOAB-wegvakken kan tijdens en kort na neerslag een hogere geluidemissie ontstaan. Bij de A10-West Amsterdam is dit het geval en is de geluidemissie van het wegdek tijdens en na regenval circa 2 tot 3 dB(A) hoger dan in de droge situatie.
- Uit de CPX-metingen blijkt dat de huidige geluidemissie op de A10-West Amsterdam, zes jaar na de aanleg, vergelijkbaar is met die van standaard dicht asfaltbeton. De akoestische levensduur van het wegdek is daarmee verlopen.

IPG-meetresultatenRailverkeer

- De verschillen tussen de geluidemissies zoals in 2006 gemeten op de locaties Bussum, Esch, Willemsdorp en Zeist 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.
- In het bijzonder is dit het geval op de locatie Bussum voor categorieën 2 en 8. De locatie bij Willemsdorp is de enige locatie waar de gemeten emissies hoger uitvallen dan de emissies volgens het Reken- en Meetvoorschrift. Voor categorieën 1 en 2 is het verschil bijna 2 dB(A).

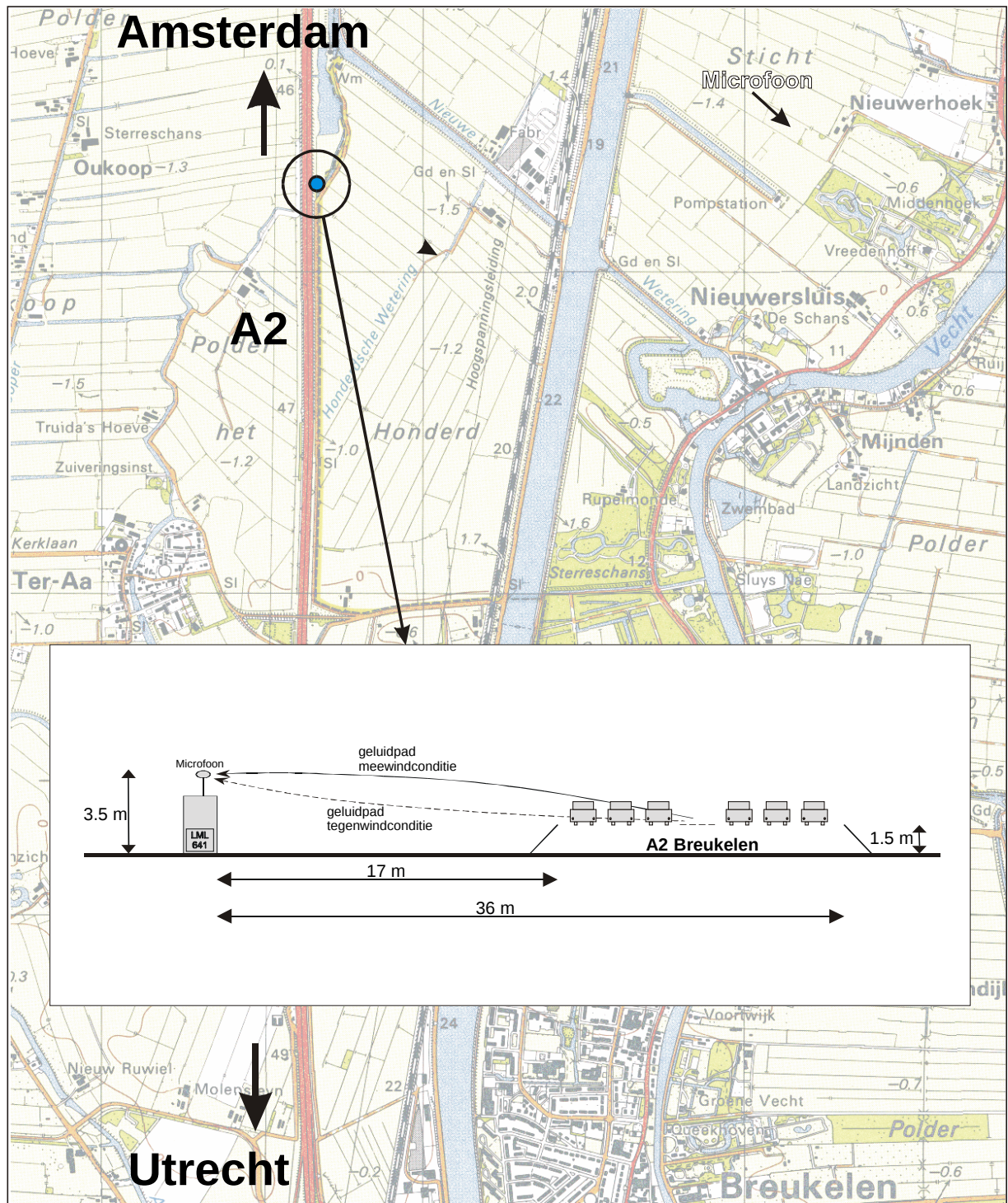
Monitoring Luchtvaart

- Huidige monitoringsystemen voor luchtvaartgeluid bieden mogelijkheden om trends te volgen en geluidsniveaus van individuele vliegtuigevents te toetsen aan rekenuitkomsten.
- Metingen kunnen in de toekomst een rol gaan spelen bij het valideren en optimaliseren van aannamen ten aanzien van bronsterkten bij verschillende vliegtuigtypen.
- Vliegtuigherkenning van meetsystemen kan worden gevalideerd aan de hand van radargegevens.

Literatuur

1. J Jabben en CJM Potma, *Geluidmonitor 2005*, RIVM-rapport nr. 680300001. RIVM, Bilthoven 2006
2. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *Programmaplan Innovatie Programma Geluid*, <http://www.innovatieprogrammageluid.nl/data/files/algemeen/programmaplan%2002-2005.pdf>, Den Haag 2002
3. Ministerie van VROM, *Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaï 1996*. Den Haag: Publicatiereeks Verstoring nr. 14, 1997
4. Milieu en Natuurplanbureau, *Het Milieu rond Schiphol 1990-2010 – Feiten en Cijfers*, Bilthoven 2005
5. J Jabben en CJM Potma, *Praktijkmogelijkheden Geluidmetingen Luchtvaart in het buitengebied van Schiphol*. RIVM-rapport nr. 680001001. RIVM, Bilthoven 2005
6. Ministerie van VROM, *Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaaï 2002*, Den Haag: Staatsuitgeverij
7. J Jabben, *Geluidsonderzoek op vier trajectcontrole locaties*, RIVM-rapport nr. 680350001. RIVM, Bilthoven (in voorbereiding)
8. M+P raadgevende ingenieurs, rapport M+P.RIVM.07.01.1, *Geluidmetingen A10W Amsterdam*, Vught 2007
9. M+P raadgevende ingenieurs, rapport M+P.RIVM.04.1.1, *Geluidmetingen A2 ter hoogte van Breukelen*, Vught 2004
10. AREisses, J Golliard, A Mast, P Balke, TNO-rapport IS-RPT-060017, *Onderzoek naar verschillen tussen gemeten en berekend vliegtuiggeluid*, Delft 2006
11. dB-Vision, rapport PRO020-01-10, *Monitoring IPG-projecten stil materieel Onderdeel 1 van project Analyse gegevens geluidmeetposten*, Utrecht 2006
12. dB-Vision rapport PRO020-01-16, *Geluidemissie van de spoormaterieel categorieën Onderdeel, 2 van project Analyse gegevens*, Utrecht 2007
13. EAM Franssen, JEF van Dongen1, JMH Ruysbroek, H Vos1, RK Stellato, *Hinder door milieufactoren en de beoordeling van de leefomgeving in Nederland, Inventarisatie verstoringen 2003*. RIVM-rapport nr. 815120001, TNO rapport 2004-34, RIVM, Bilthoven 2004
14. Commissie Deskundigen Vliegtuiggeluid, *Vierde Voortgangsrapportage*, Elias Communicatie, juni 2005
15. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *Evaluatie Schipholbeleid - Plan van aanpak*, November 2004.

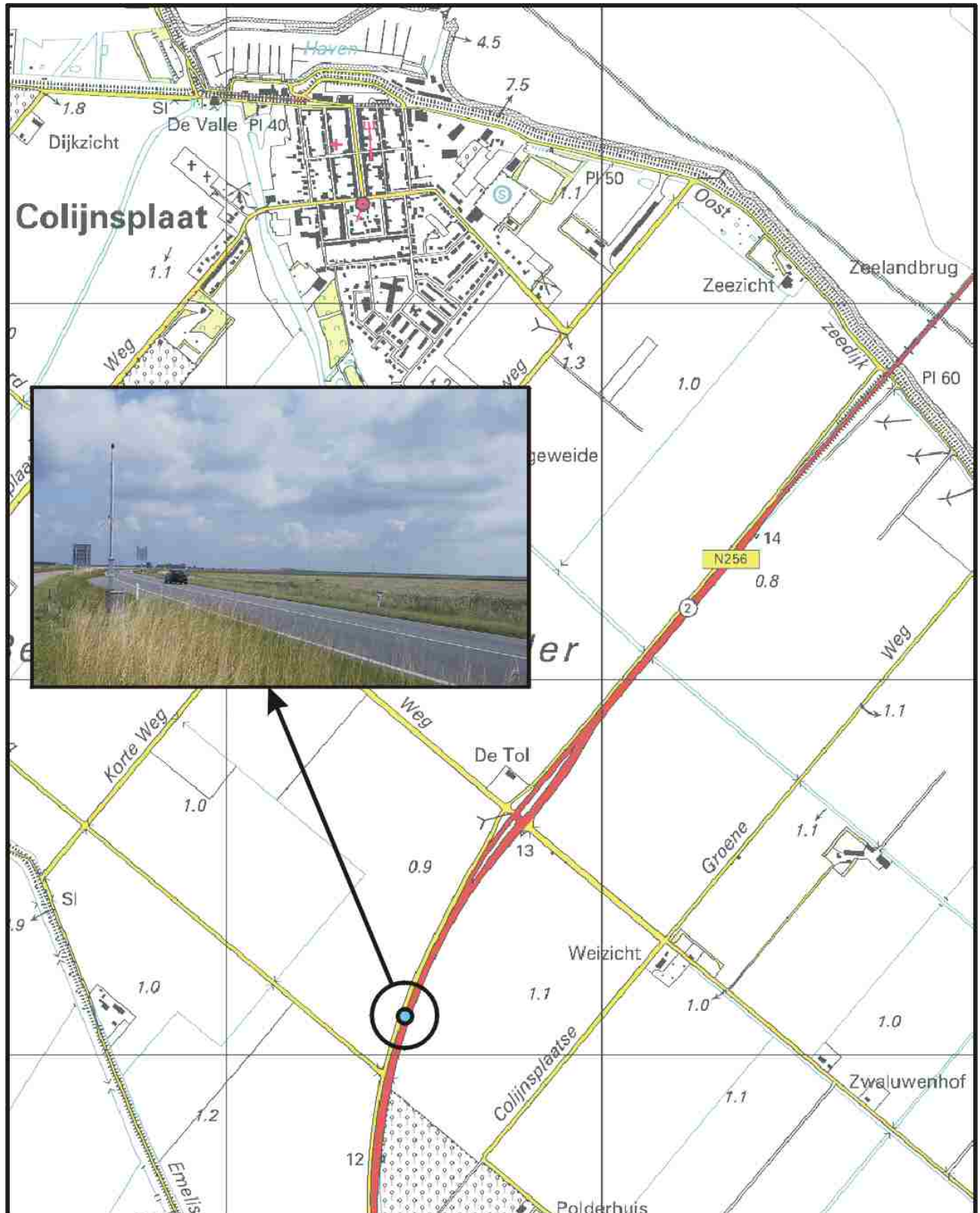
meetlocatie A2 Breukelen



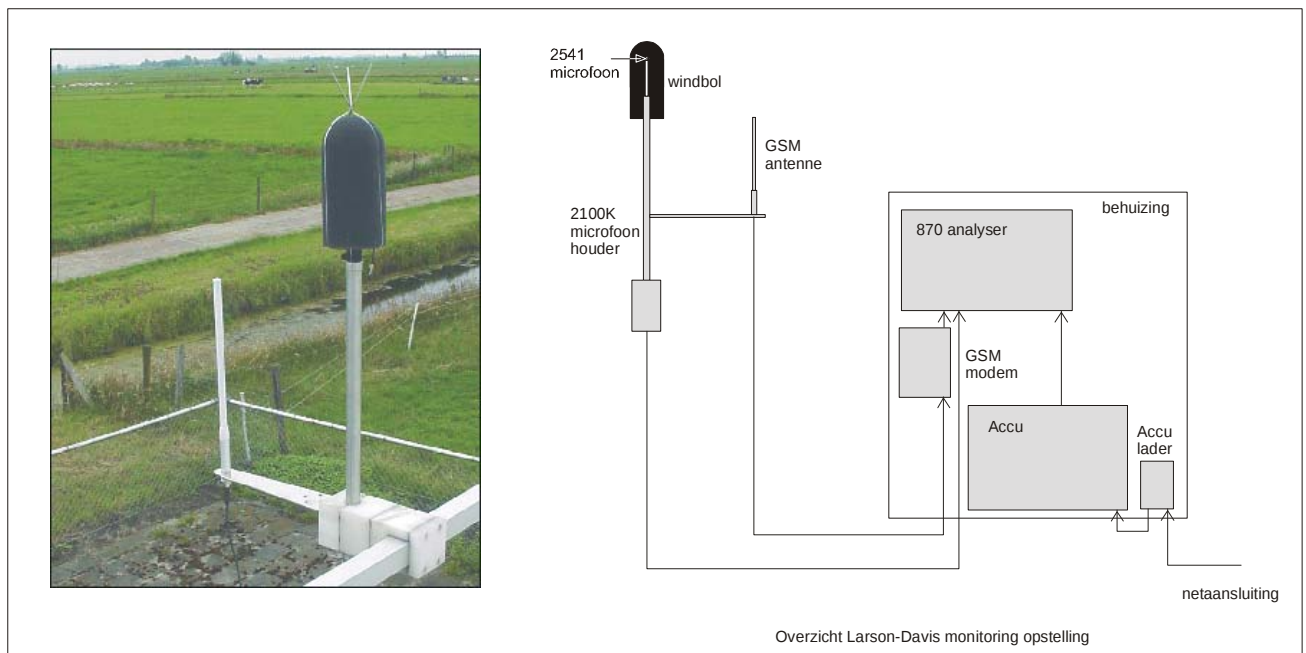
meetlocatie A10-West Amsterdam



meetlocatie N256 Zeeland
(Noord-Beveland)



Bijlage 2 Beschrijving meetapparatuur



Figuur B1.1 Meetopstelling op de monitorlocaties

De meetopstelling zoals die op de beschreven locaties 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 L_{Aeq} . Op de meetlocaties langs het spoor Utrecht-Amsterdam en Volkel is de analyzer ook ingesteld op het registreren van overschrijdingen van het momentane geluidsniveau boven respectievelijk 70 dB(A) en 85 dBA 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 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 L_{Aeq} , het achtergrondniveau L_{95} en de maximale geluidbelasting $L_{A,max}$ (allen in dB(A)) geregistreerd.

Het equivalente geluidniveau, L_{Aeq} in dB(A), is als volgt gedefinieerd:

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

$I(t)$ is hierin de momentane waarde van de geluidsintensiteit (in eenheden van 10^{-12} Watt/m²), niet te verwarren met het geluidsdruk niveau $L_p(t)$, dat correspondeert met de waarnemingssterkte. Geluidsintensiteit en geluidsdruk niveau hangen samen volgens $L_p(t) = 10 \log I(t)$. Het momentane, A-gewogen geluidsdruk niveau $L_p(t)$ 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 $L_{A,max}$ 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 geregistreerde 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 L_{Amax} - en de SEL-niveaus tijdens de vliegtuigpassages gemeten. Alle geregistreerde L_{Amax} - 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 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:

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

Hierbij is T de tijdsduur in seconden van de periode waarop de berekening betrekking heeft. Voor een periode van een maand is de term $10 \cdot \log T$ 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 dBA volgt daarna uit formule B3.5.

Bijlage 5 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 (dBA) bij een geregistreerde voertuigpassage (zie bijlage 3)
 V = rijsnelheid 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/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 $\sim 0,1$ 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 rekenvoorschrift 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 (4) een waarde (SEL^*_{meting}) 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 6 Categorieën en normering van emissiegetallen railverkeer

Tabel B6.1 geeft een overzicht van de huidige akoestische indeling van het Spoorwegmaterieel in verschillende categorieën.

Tabel B6.1 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	tgvt/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^*	:	genormeerd 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 7 Emissies en railruwheden IPG-metingen

Tabel B7.1a 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

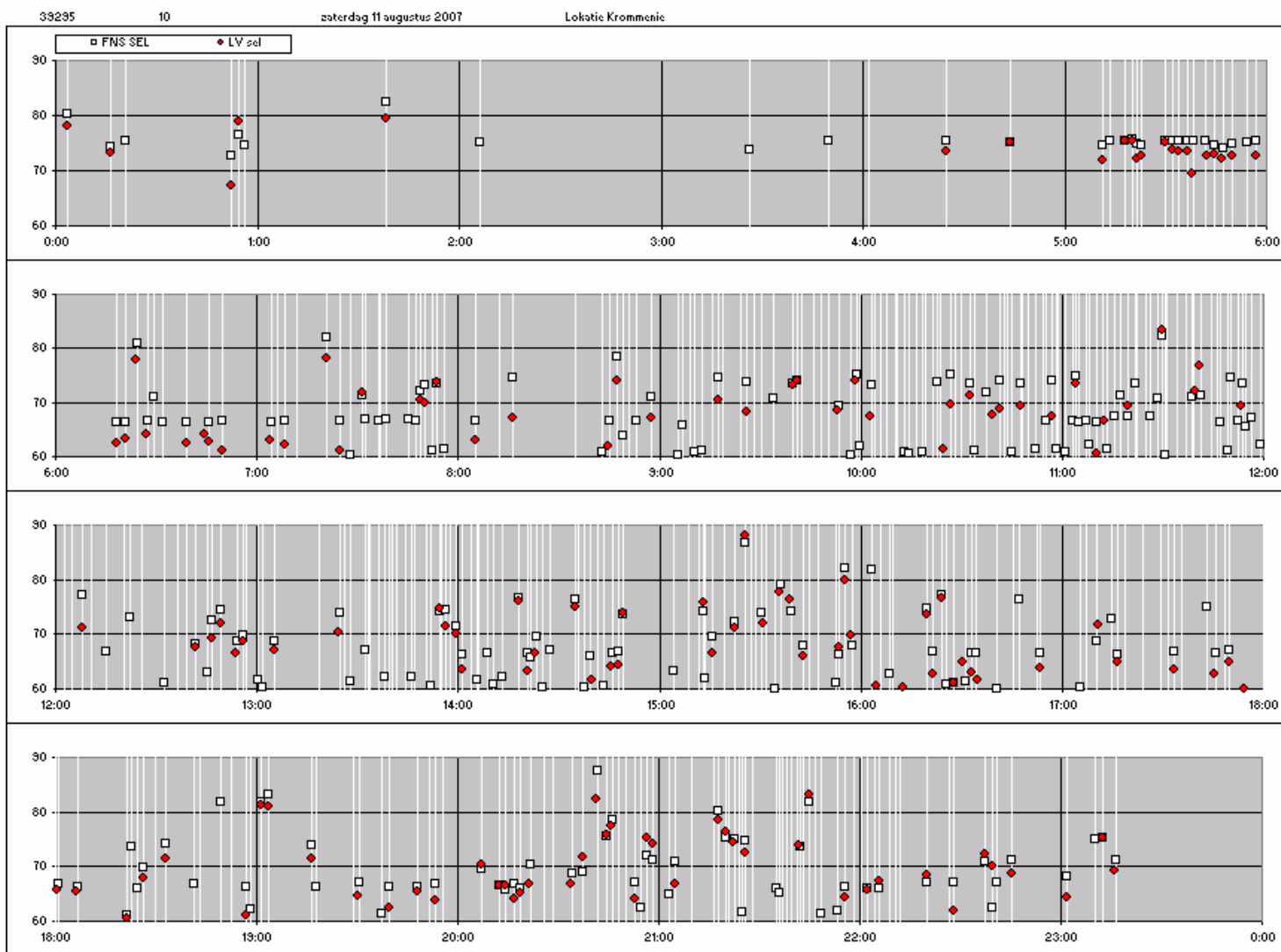
* Houten dwarsliggers

Tabel B7.1a Genormeerde emissiegetallen Gebaseerd op Geluidmetingen IPG-locaties Prorail, Kenniscentrum geluid

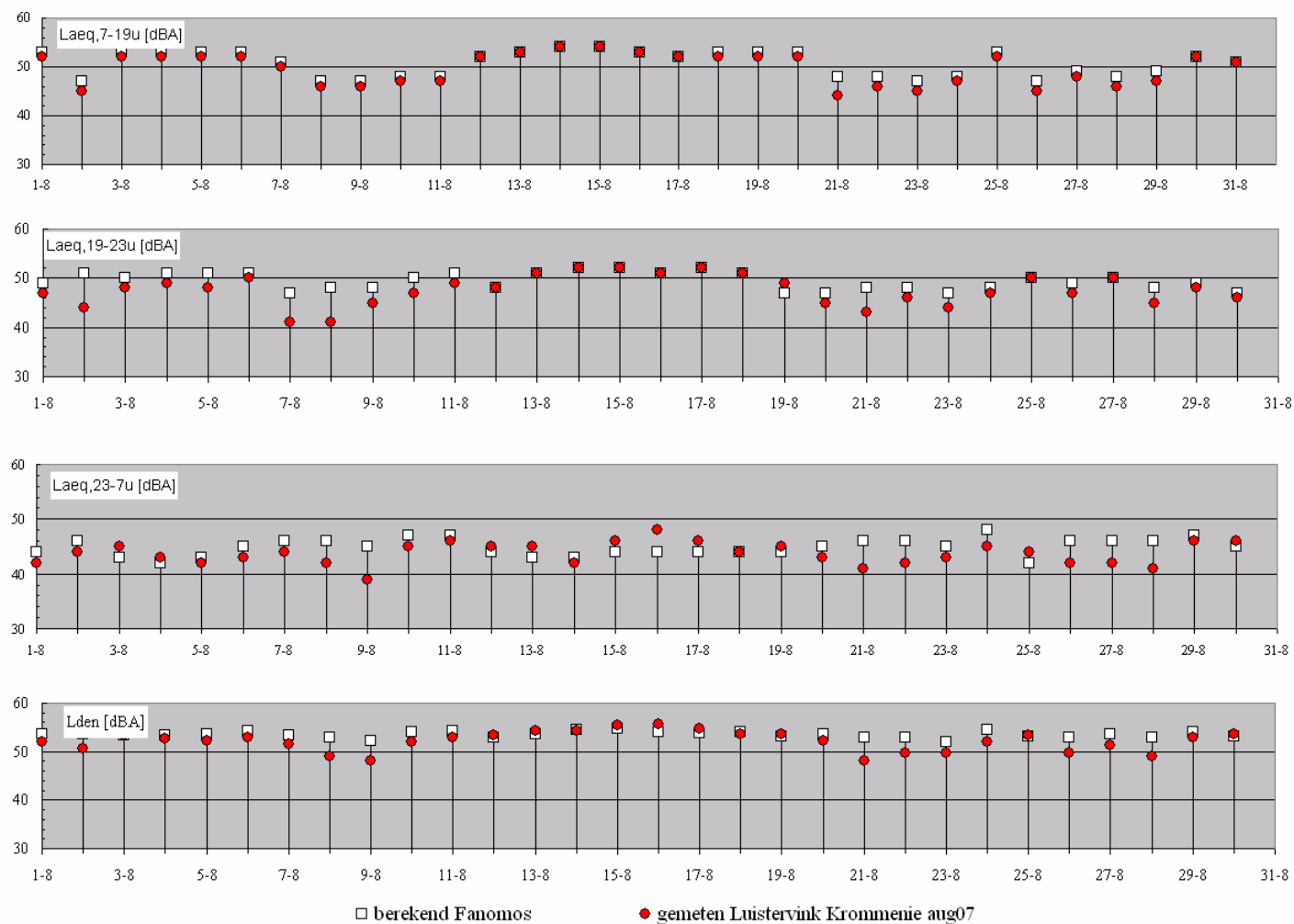
	Bussum					Esch					Willemsdorp					Zeist				
Cat	A	B	A&B	E* meet	E* crr	A	B	A&B	E* meet	E* crr	A	B	A&B	E* meet	E* crr	A	B	A&B	E* meet	E* crr
1	0,6	0,1	0,4	65,7	65,3	0,5	0,6	0,6	66,9	66,3	0,6	0,7	0,7	68,0	67,3	-1	0,3	-0,3	66,9	67,2
2	0,4	0,1	0,3	63,6	63,3	0,4	0,4	0,4	67,5	67,1	0,4	0,5	0,5	69,0	68,5	-0,5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

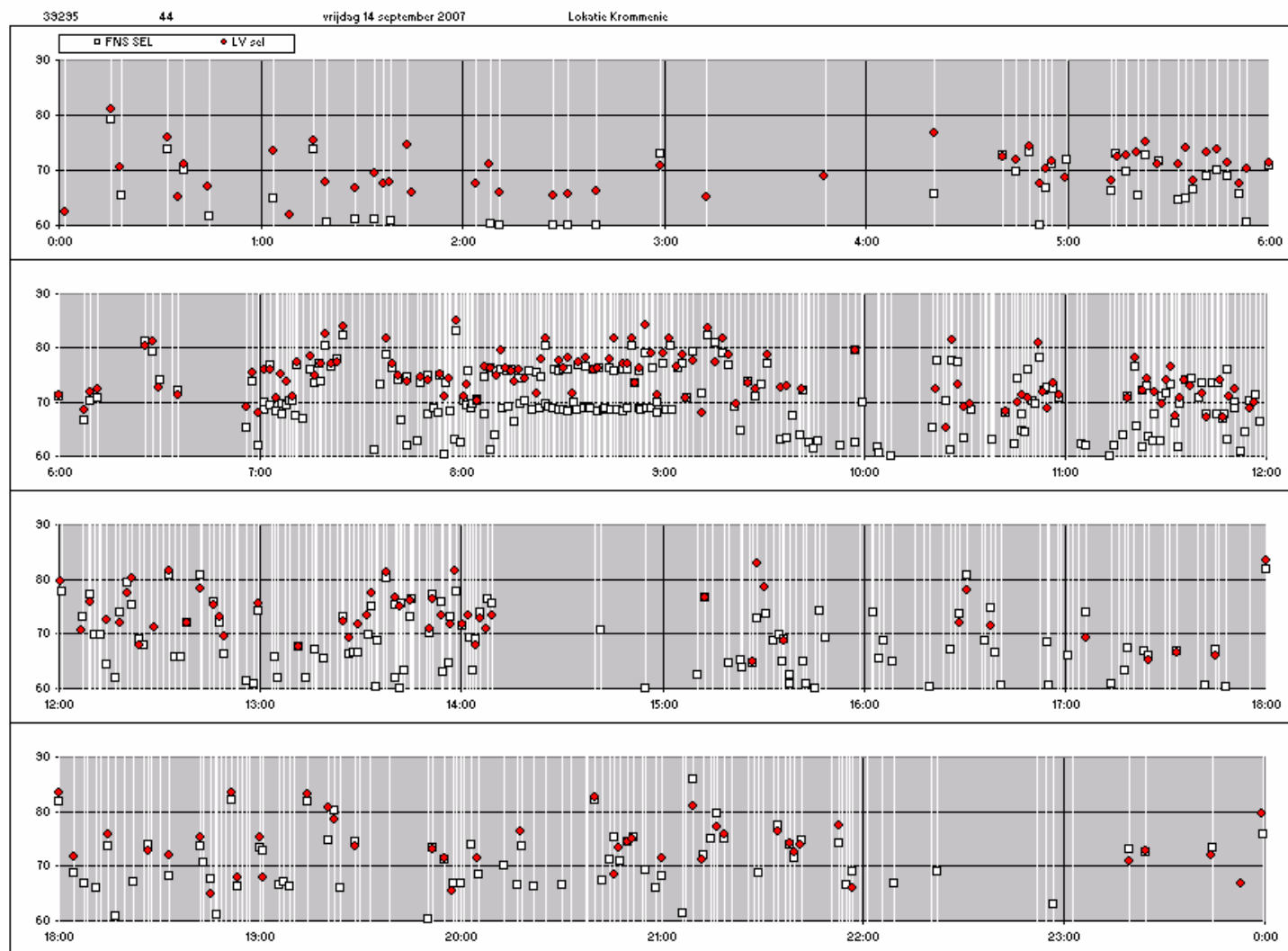
Bijlage 8 Pilotmetingen luchtvaartgeluid Krommenie (Luistervink)



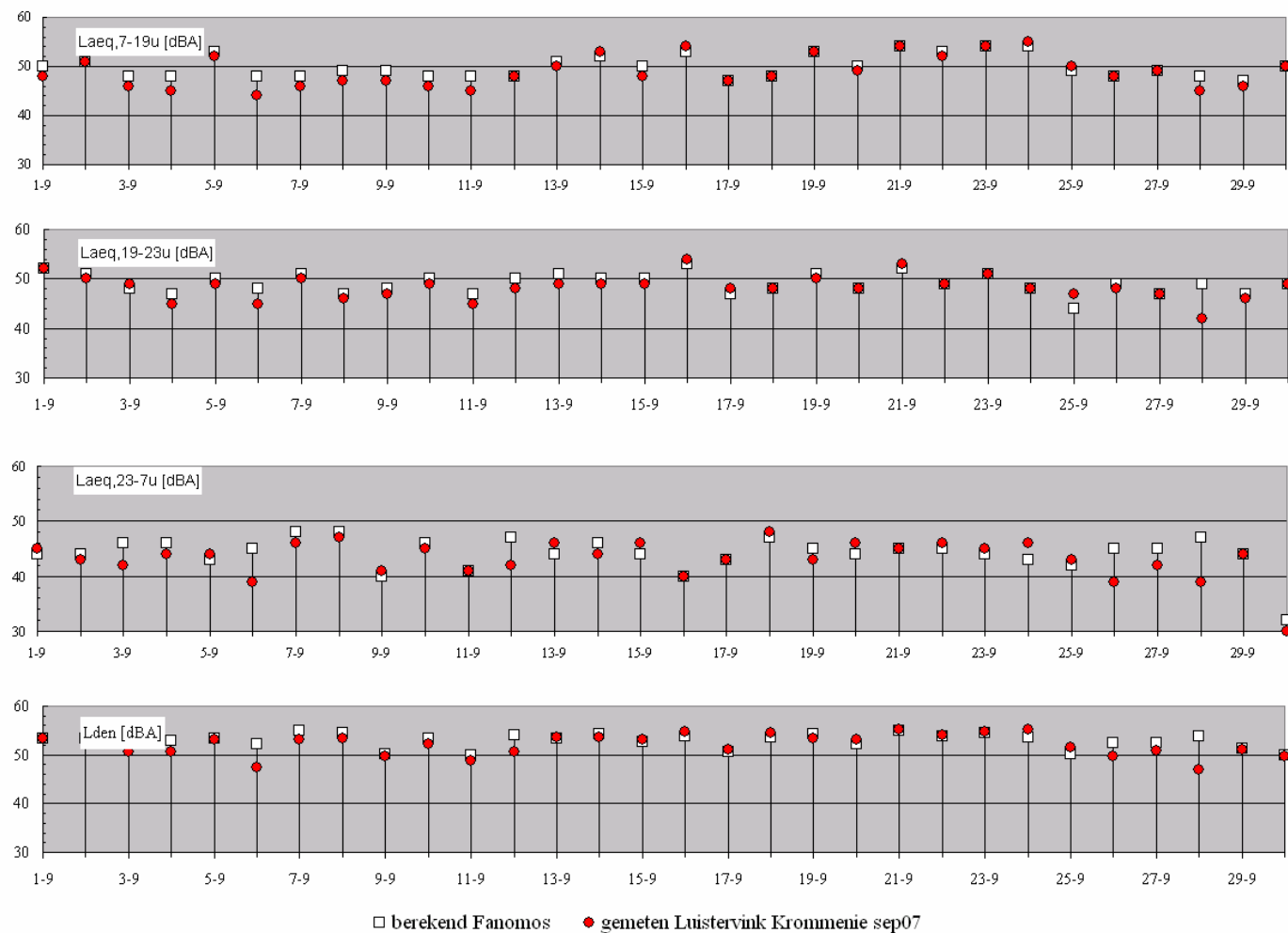
Figuur B8.1 Berekende (Fanomos-NLR) en gemeten SEL-waarden (Luistervink-Geluidconsult) op de locatie Krommenie op 11 september 2007



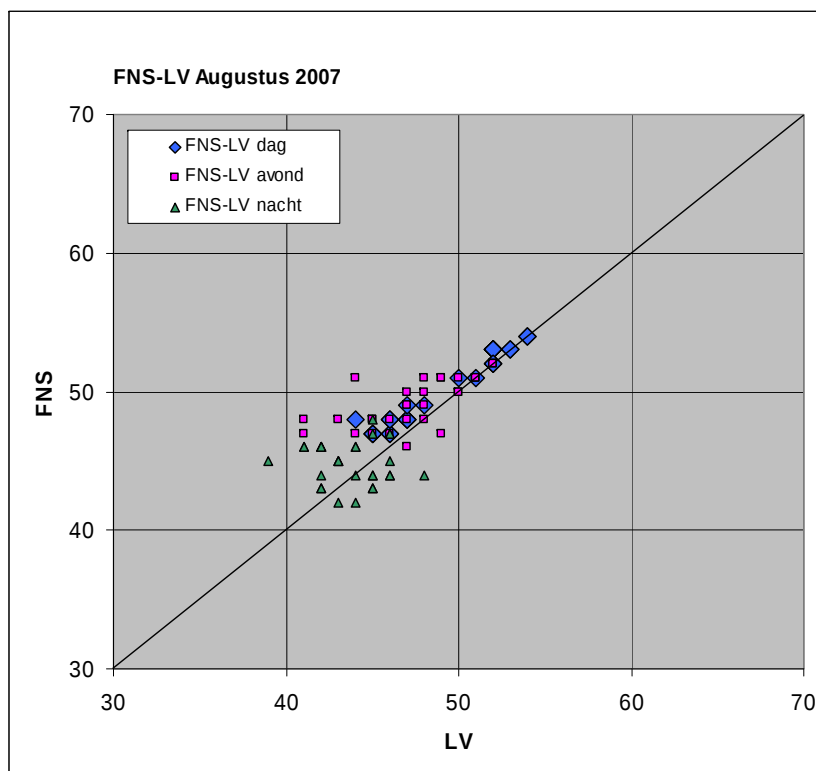
Figuur B8.2 Verloop van het Laeq op basis van berekende (Fanomos-NLR) en gemeten SEL-waarden (Luistervink-Geluidconsult) op de locatie Krommenie in de periode augustus 2007



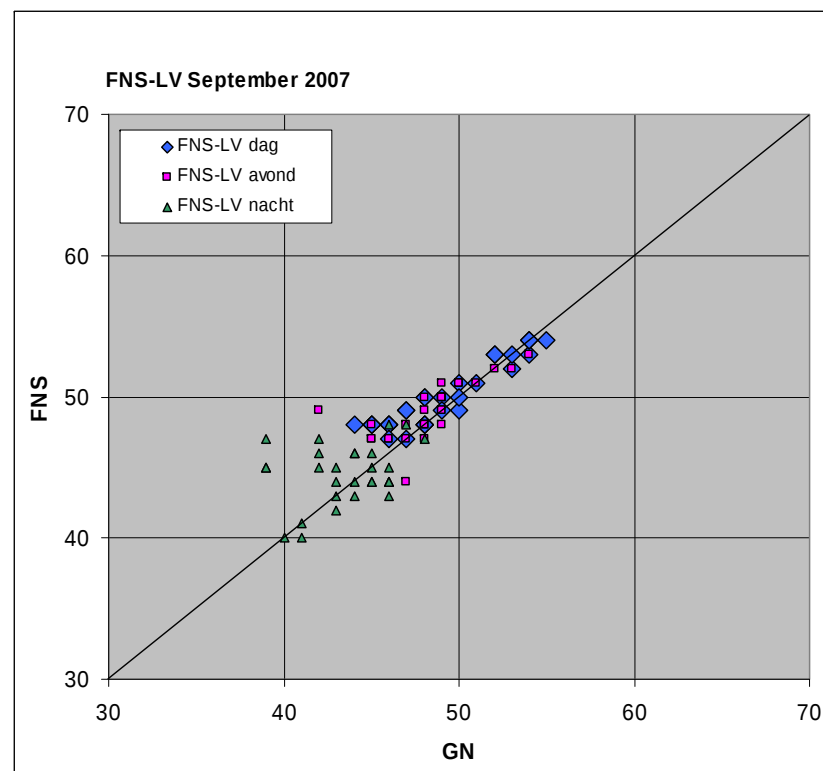
Figuur B8.3 Berekende (Fanomos-NLR) en gemeten SEL-waarden (Luistervink-Geluidconsult) op de locatie Krommenie op 14 september 2007



Figuur B8.4 Verloop van het Laeq op basis van berekende (Fanomos-NLR) en gemeten SEL-waarden (Luistervink-Geluidconsult) op de locatie Krommenie in de periode september 2007

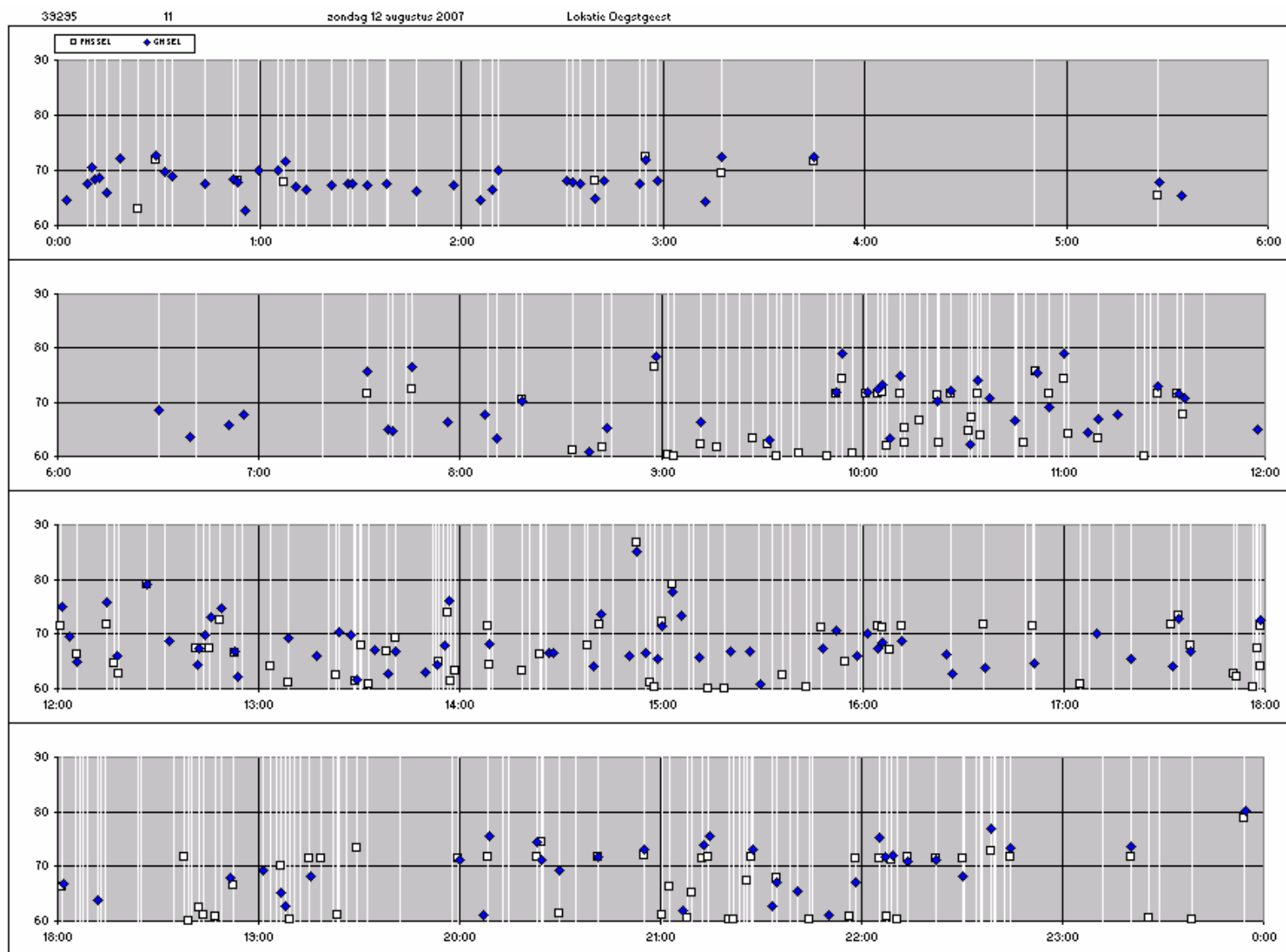


Figuur B8.5a Vergelijking van gemeten en berekende equivalente niveaus Luistervink(LV) vs Fanomos (FNS), augustus 2007 Krommenie

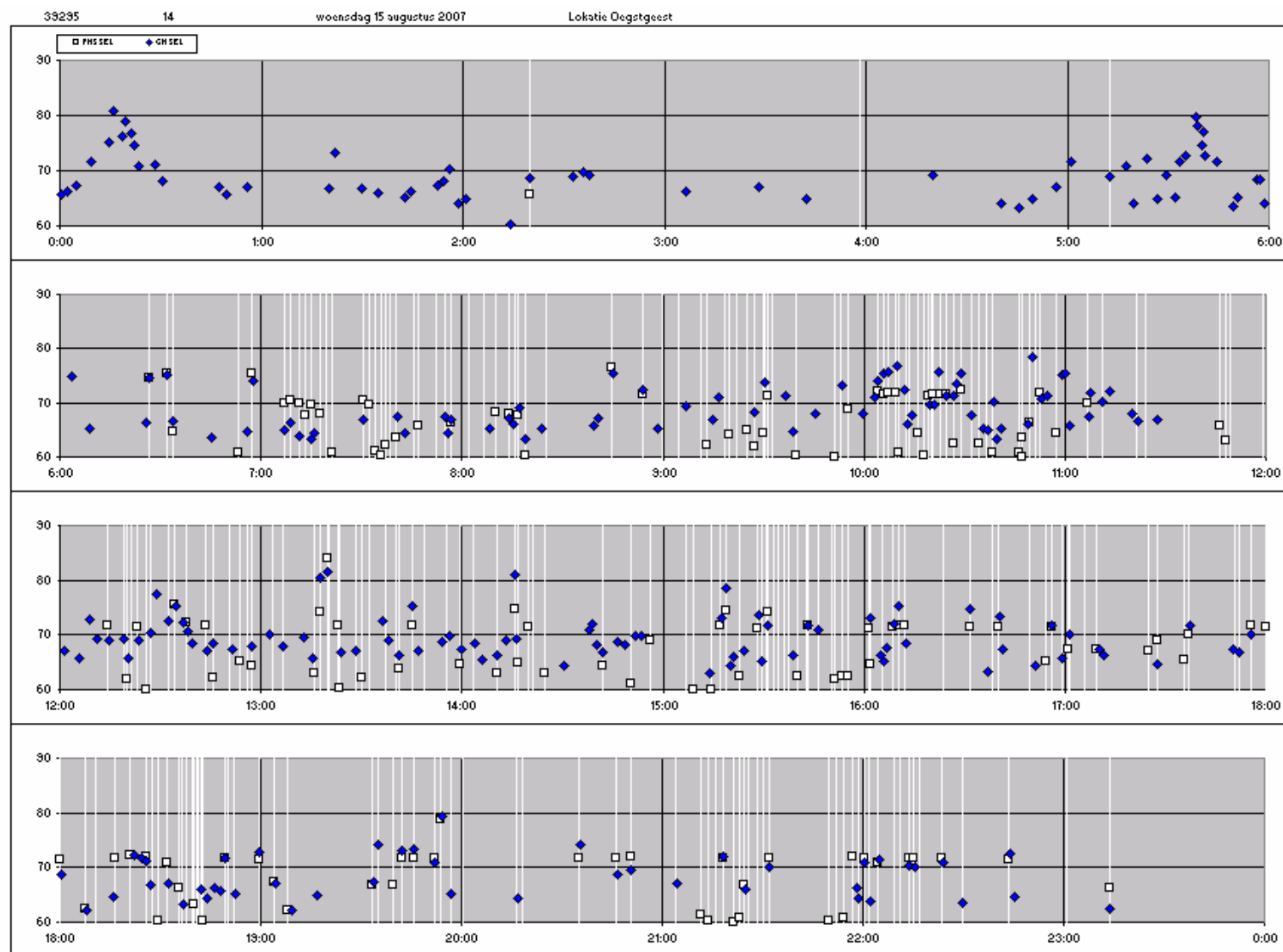


Figuur B8.5b Vergelijking van gemeten en berekende equivalente niveaus Luistervink(LV) vs Fanomos (FNS), augustus 2007 Krommenie

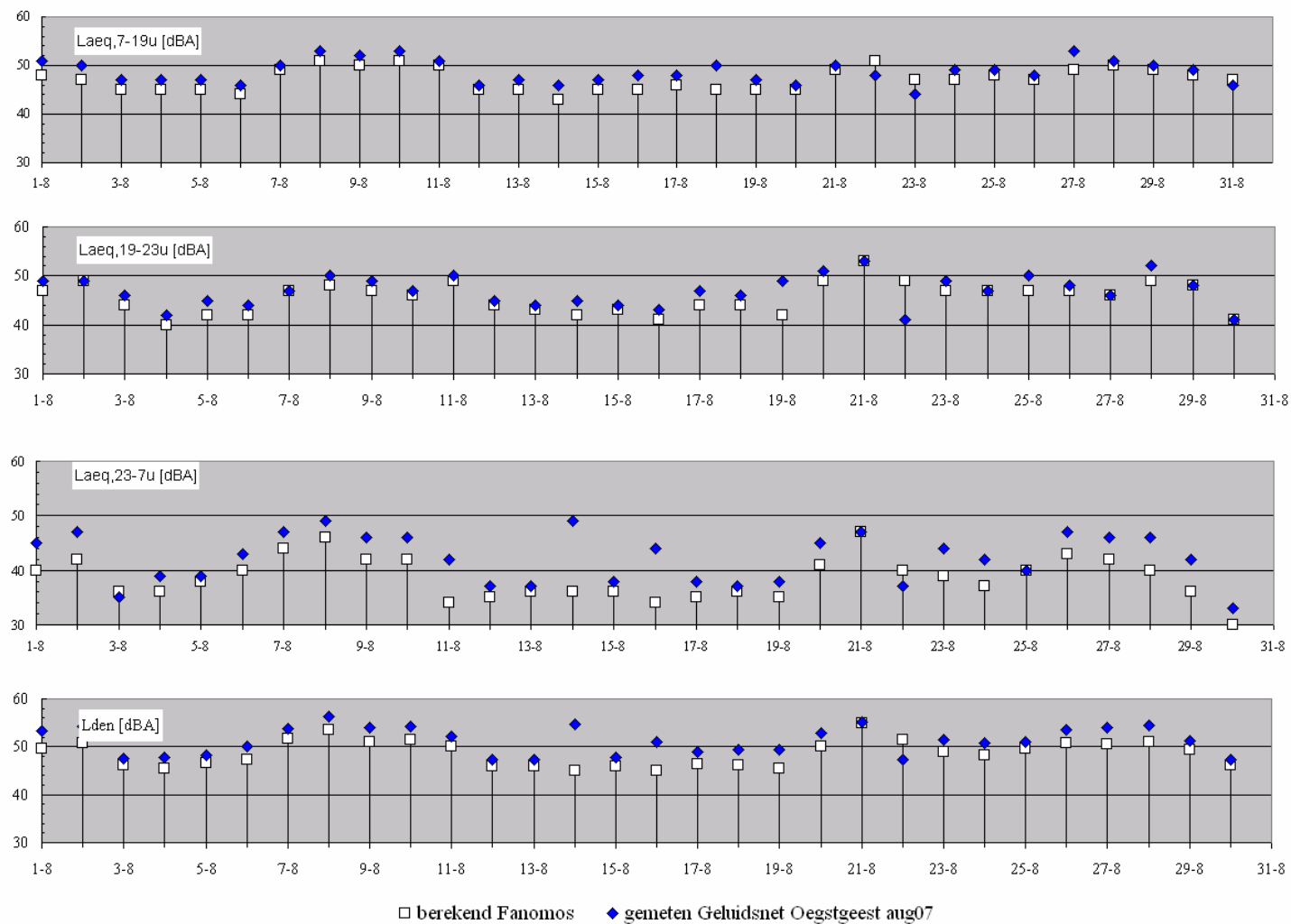
Bijlage 9 Pilotmetingen luchtvaartgeluid Oegstgeest (Geluidsnet)



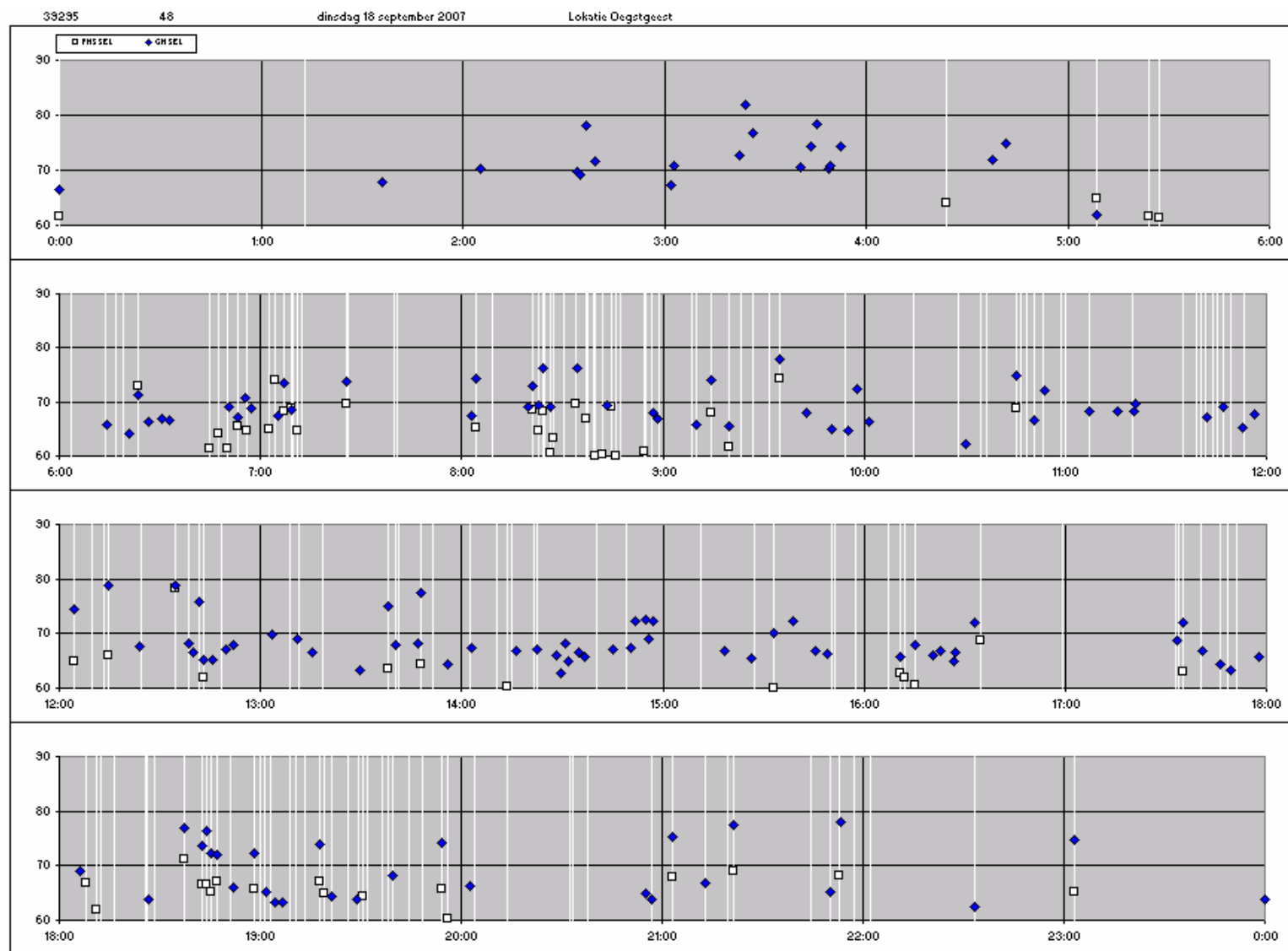
Figuur B9.1 Berekende (Fanomos-NLR) en gemeten SEL-waarden (Geluidsnet) op de locatie Oegstgeest op 12 augustus 2007



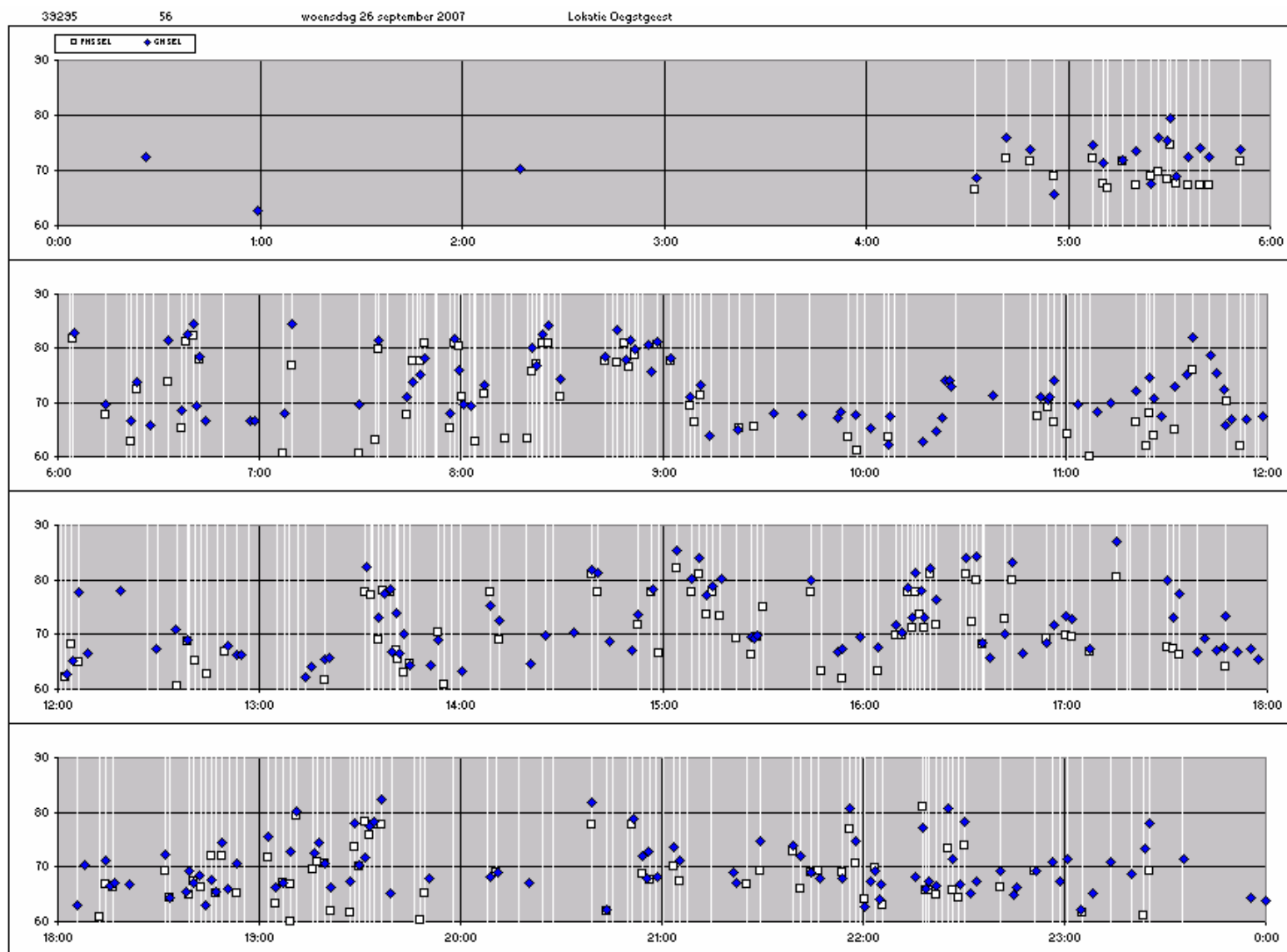
Figuur B9.2 Berekende (Fanomos-NLR) en gemeten SEL-waarden (Geluidsnet) op de locatie Oegstgeest, 15 augustus 2007



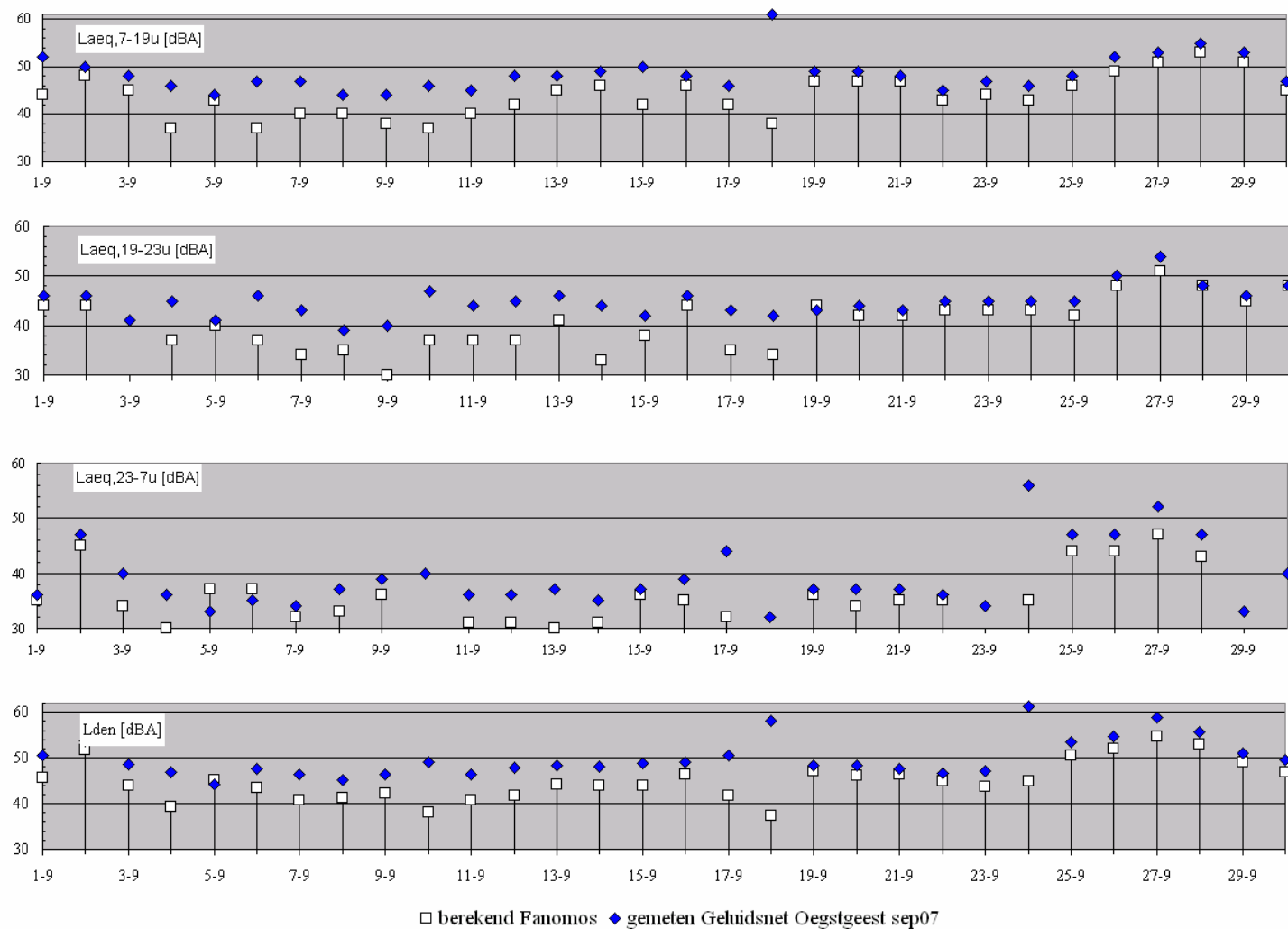
Figuur B9.3 Verloop van het Laeq op basis van berekende (Fanomos-NLR) en gemeten SEL-waarden (Geluidsnet) op de locatie Oegstgeest in de periode augustus 2007



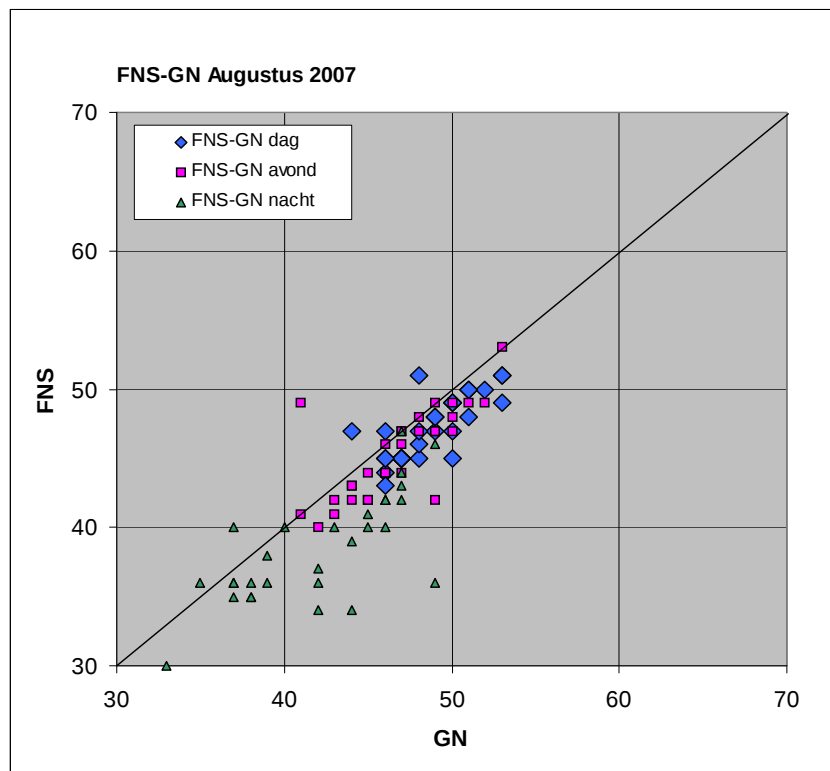
B9.4 Berekende (Fanomos-NLR) en gemeten SEL-waarden (Geluidsnet) op de locatie Oegstgeest op 18 september 2007



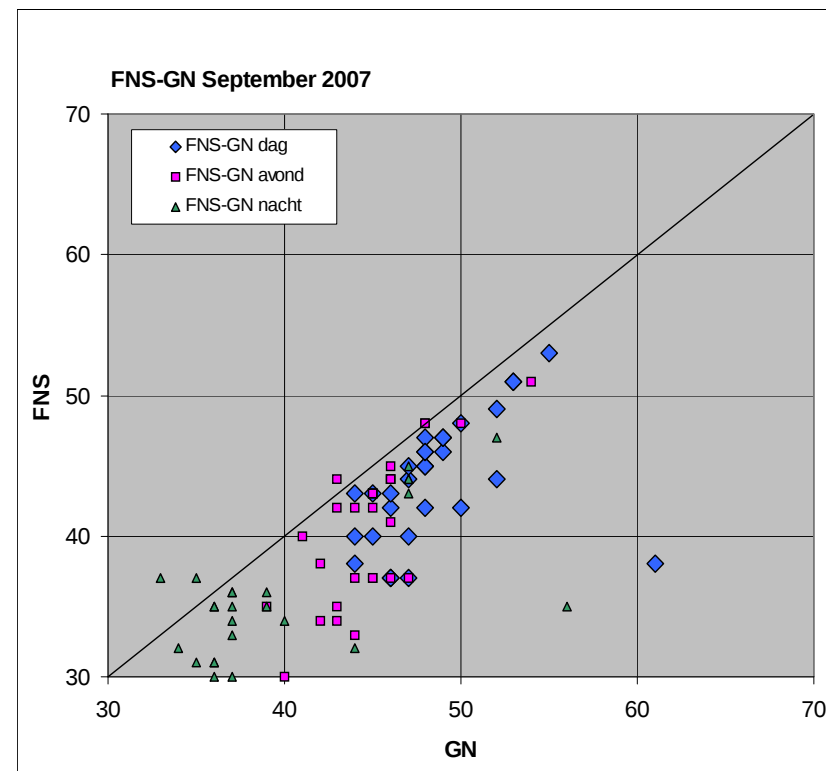
B9.5 Berekende (Fanomos-NLR) en gemeten SEL-waarden (Geluidsnet) op de locatie Oegstgeest op 18 september 2007



Figuur B9.6 Verloop van het Laeq op basis van berekende (Fanomos-NLR) en gemeten SEL-waarden (Geluidsnet) op de locatie Oegstgeest in de periode september 2007



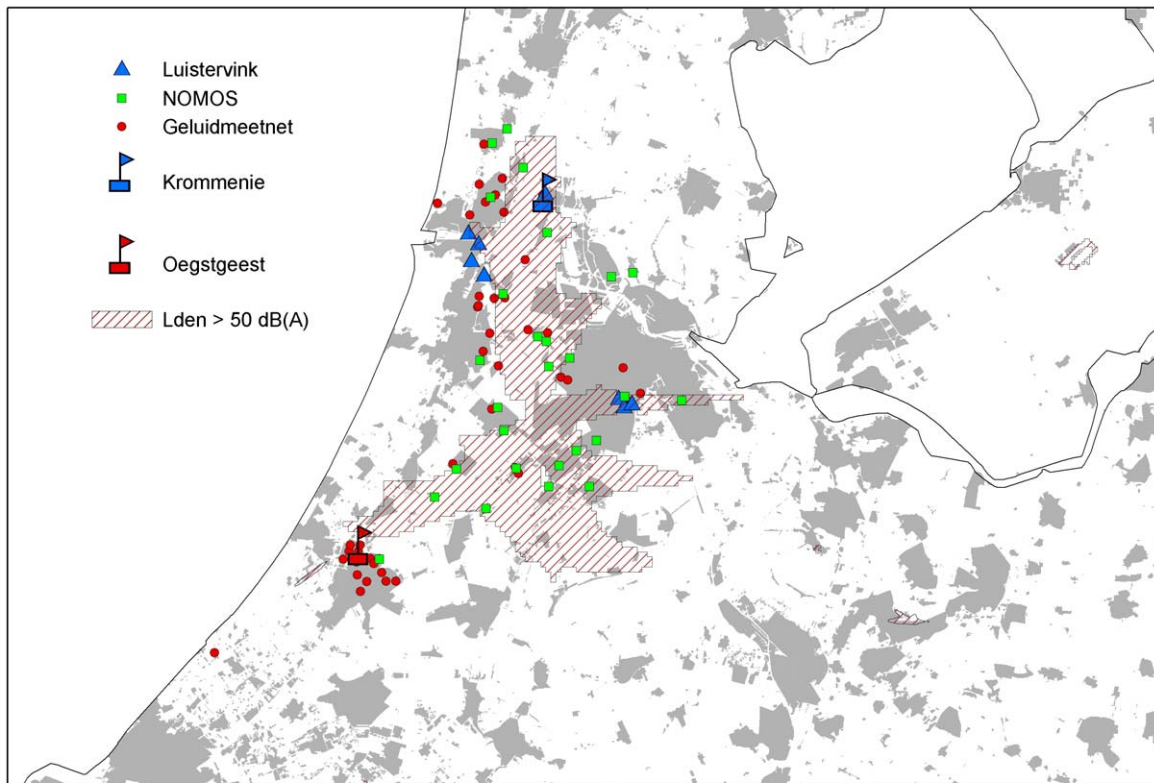
Figuur B8.5a Vergelijking van gemeten en berekende equivalente niveaus Geluidsnet(GN) vs Fanomos (FNS), augustus 2007 Oegstgeest



Figuur B8.5b Vergelijking van gemeten en berekende equivalente niveaus Geluidsnet(GN) vs Fanomos (FNS), september 2007 Oegstgeest

Erratum bij rapport 680300004 'Geluidmonitor 2006'

Op bladzijde 41 van het rapport is een kaart weergegeven met NOMOS meetlocaties. Deze locaties zijn niet juist weergegeven. De goede locaties zijn opgenomen in onderstaande Figuur 4.3.1e. (zie ook www.schiphol.nl/nomosonline).



Figuur 4.3.1e Overzicht meetlocaties NOMOS, Geluidsnet en Luistervink. Tevens zijn de meetlocaties bij Krommenie (Luistervink) en Oegstgeest (Geluidsnet) aangegeven.