



# Beschrijving meetsysteem Luistervink model 2004

Ing.R.C. Muchall

Geluidconsult b.v. Ingenieursbureau voor `Geluid en Bouwfysica  
kantoor Amsterdam, Teleportboulevard 110, 1043 EJ Amsterdam tel 020-475-2058  
E-mail: RM.Geluidconsult@planet.nl en mobielnummer: 0646.18.18.25  
Augustus 2006

## Samenvatting

**Monitorsysteem "Luistervink 2004" is een automatisch werkend onbemand 1-microfoon monitorstation voor vliegtuiglawaai dat is ontwikkeld door OMEGAM en voortgezet en verbeterd door Geluidconsult b.v. Het maakt gebruik van enkele geavanceerde meettechnieken om het vliegtuiglawaai onder alle weersomstandigheden zo zuiver mogelijk te meten zonder ongewenste andere geluiden mee te meten. De meetresultaten geven de geluidsbelasting per maand en per jaar in Kosteneenheden, Lden en LAeq aan. Door de combinatie van microfoonhuis en het Groningse geluidherkenningsmodel behoort de Luistervink 2004 tot de meest geavanceerde en nauwkeurigste meetinstallaties.**

## Inleiding

Het concept van de Luistervink is: eenvoudige hardware, intelligente software. Met dit concept is de luistervink eind jaren tachtig door de onderzoeksdienst OMEGAM afdeling geluid voor de gemeente Amsterdam ontwikkeld met het doel op een betaalbare wijze een meetinstallatie te maken waarmee een vergelijking gemaakt kon worden met de Nederlandse geluidsberekeningen. De eerste installaties zijn in 1991 en 1992 in bedrijf gesteld en beschikten over een beperkt aantal meetparameters om ongewenste geluiden te weren uit de metingen. In de loop der jaren is deze techniek steeds verder verbeterd. Er zijn sensoren bijgebouwd: Windmeter, radioscanner en het aantal herkenningparameters is vergroot en verbeterd. De meetnauwkeurigheid is daardoor verkleind van 2 dB(A) in de begin jaren negentig tot enkele tienden van dB met de geavanceerde technieken van heden ten dage. Met name het gebruik van het door Geluidconsult ontwikkelde microfoonhuis en het aan de universiteit van Groningen ontwikkelde softwarepakket van partner Soundintelligence genaamd Siplane voor herkenning van geluiden en het speciale microfoonhuis maakt het mogelijk vliegtuiggeluid van andere geluiden te onderscheiden en bij slechte weersomstandigheden nog goed te kunnen meten.

## Beschrijving Systeem.

Het meetsysteem bestaat uit de volgende apparatuur:

- Een microfoonhuis met een afmeting van 2.5x2.5 m en is 0.6 m hoog. De bovenzijde bestaat uit een weersbestendig gaasdoek dat als windafscherming functioneert. De onderzijde is geheel bekleed met geluidsabsorberende platen in piramidevorm met een geluidsabsorptie van meer dan 95 %. Hierin is geplaatst:
- Een buitenmicrofoon voorzien van verwarming, een regenkap en een dubbele windbol
- Een windsnelheidsmeter

Verder is tegen het microfoonhuis bevestigd::

- Een meterkast, afmeting lxbxh 1000x500x400 waarin is opgenomen:
- Een standaard geluidsmeter klasse 1 met dBA-filter en AC- en DC-uitgang
- Een interface voor de windmeter
- Een regelaar voor de microfoonverwarming.
- Een telefoonmodem.
- Een stroomverdeelbalk met een of meer spanningsadapters



- Een standaard computer met ingebouwd:
- Een AD-converter voor het digitaal verwerken van de gemeten parameters.
- Als software wordt een meet besturingsprogramma Vliegop en Vliegrek geïnstalleerd, ontwikkeld door Omegam-Geluid en Geluidconsult. Alsmede een aan de universiteit van Groningen ontwikkelde programma Siplane.



**Luistervink 2004-600 met microfoonhuis**

### **Meetparameters**

De meting wordt bestuurd door de computer. Het geluidssignaal en de windsnelheid worden continu bemonsterd. Door de meetunit worden de volgende parameters per vliegtuigpassage geregistreerd:

- De datum en het tijdstip tot op de seconde
- De L<sub>max</sub> van een event
- De L<sub>Aeq</sub> van het event
- De tijdsduur van de passage gemeten 10 dB onder de L<sub>max</sub> en op de drempelwaarde
- Het achtergrondniveau
- De windsnelheid
- Enkele herkenningsparameters van het geluid
- Een classificering van het geluid

### **Besturing en voorfiltering**

De meetprogrammatuur voert een voorfiltering uit, dat wil zeggen dat in een eerste stap onderscheid gemaakt wordt tussen die geluid-events die mogelijk van een vliegtuig afkomstig kunnen zijn en ander stoorlawaai. De hieruit geselecteerde meetresultaten worden opgeslagen in de computer. Tevens wordt geregistreerd of de meetomstandigheden nog voldoen aan minimum criteria teneinde de geldige meettijd te kunnen vaststellen.

Daarnaast registreert programma Siplane continue welke soorten geluid worden gemeten en legt in een logfile een aantal parameters vast waaronder de indicatieve geluidniveau's, tijden en gelijkenisfactor met het referentie-vliegtuigeluid.



### **Datatransport**

De computer is soms uitgerust met een telefoon modem, zodanig dat vanuit het hoofdkantoor van Geluidconsult, maar ook vanuit een andere locatie de meetgegevens kunnen worden opgevraagd. Ook is het hierbij mogelijk om real-time het beeldscherm van de meetcomputer te volgen. Periodiek worden de meetresultaten opgevraagd via het modem.

### **Inspectie**

Daarnaast wordt de installatie maandelijks geïnspecteerd. Hierbij wordt tevens het meetcircuit gekalibreerd en gecontroleerd. Van elke installatie wordt een logboek bijgehouden.

### **Nabewerking**

De tweede bewerkingsstap is kenmerkend voor dit systeem: namelijk de verdere selectie en validatie van de voorgefilterde metingen. Met behulp van validatie- en dataprocessing-software waarin een aantal in serie geschakelde filters zijn ingebouwd, wordt precies afgestemd op de omstandigheden van de betreffende meetlocatie. Een en ander is erop gericht om stoorlawaai zo veel mogelijk te reduceren. Via een selectie- proces wordt van elke geregistreerde geluid-event bepaald of deze met voldoende waarschijnlijkheid afkomstig is van een vliegtuig of een andere oorsprong heeft. Enkele selectiecriteria zijn bijvoorbeeld:

De momentele windsnelheid moet lager zijn dan een bepaalde grenswaarde.  
Het piekniveau moet minimaal 5 dB(A) boven de regressielijn van het windgeruis liggen.  
De tijdsduur moet langer zijn dan 10 sec. en korter dan een grenswaarde.  
De verhouding  $L_{max}/L_{eq}$  van een event moet binnen zekere grenzen liggen.  
De stijgtijd van het geluidsniveau moet binnen minimum- en maximumgrenzen liggen.  
De separatietijd tussen twee passages moet langer zijn dan een bepaalde tijd.  
Het Siplane programma moet een bepaalde minimum gelijkenisfactor met vliegtuiggeluid aangeven.

## **Functies en eigenschappen**

### **Microfoonhuis**

Het microfoonhuis heeft als functie het windgeruis zoveel mogelijk te reduceren en stoorlawaai dat niet van boven komt af te schermen. Tevens heeft het als doel de bodemreflecties van het vliegtuiggeluid te absorberen.

### **Windgeruis**

De windgeluidreductie bedraagt circa 8 dB extra ten opzichte van een 9 cm winbol bij een windsnelheid van 10 m/s. Het windgeruis is omgekeerd evenredig met de winbol-diameter. Bij een standaard winbol van 9 cm is bij een windsnelheid van 10 m/s een windgeruisniveau van 62 dB(A) gemeten, bij een bol van 20 cm diameter is dat circa 59 dB(A)

### **Bodemreflectie**

De bodemreflectie is minder dan 0.5 dB(A) voor vliegtuiggeluid. Dit is circa 1 dB minder dan de bodemreflectie die bij de certificaatmetingen volgens Annex 16 van de ICAO meetvoorschriften voor het meten van vliegtuigen wordt gebruikt en waarvan de gegevens in het Nederlandse rekenmodel worden gebruikt. Om deze omstandigheden aan elkaar gelijk te schakelen moeten de meetresultaten van de Luistervink met 1 dB worden verhoogd.

### **Afscherming**

Het grondgebonden stoorlawaai wordt, afhankelijk van de spectrale samenstelling, circa tot 5 tot 8 dB(A) afgeschermd door de wand van het microfoonhuis.

### **Meetdrempel**

Doordat de Luistervink een zwevende meetdrempel heeft die zich aanpast aan de omstandigheden, is het systeem beter in staat alle vliegtuiggeluiden te meten die zich gedurende de dag en nachtperiode voordoen ten opzichte van systemen met een vaste meetdrempel.

### **Zichtbaarheid**

Het lage microfoonhuis maakt de luistervink goed inpasbaar resp praktisch onzichtbaar in de omgeving en kan daardoor zonder bouwvergunning worden geplaatst.



### **Testprocedure, Validatie en Onnauwkeurigheid**

In een aparte validatie procedure wordt bij het testen van de unit een extra meetcomputer geïnstalleerd die als een soort digitale recorder alle geluid-events opslaat. Ook wordt een radio scanner geïnstalleerd die het transpondersignaal van het vliegtuig kan opvangen. Met behulp van deze bestanden worden de verschillende herkenningfilters afgesteld en wordt de nauwkeurigheid van het gehele systeem nader bepaald.

De nauwkeurigheid van de meting per geluid-event is gelijk aan die van de klasse 1 geluidsmeter namelijk 1 dB. Door uitmiddeling van grote aantallen events is de meetfout van het gemiddelde niveau een fractie daarvan. Uit een test, uitgevoerd onder leiding van het RIVM in mei t/m augustus 2005 bleek een verschil met metingen gekoppeld aan radarwaarnemingen van 0 tot 1 Lden per maand. De fout door onjuiste classificering van de Siplane software bedraagt volgens een testprocedure in februari 2004 circa 0.3 dB. De systematische fout ten gevolge van onnauwkeurigheden in het meetcircuit, windbol, bodemreflecties extrapolatie van ongeldige meettijd etc is moeilijk vast te stellen, maar bedraagt naar verwachting minder dan 1 dB. De absolute nauwkeurigheid van de eindresultaten ligt naar verwachting in de orde van 0.5 tot 1 dB. De relatieve nauwkeurigheid dwz de vergelijking tussen meetperioden onderling kan, omdat hier de systematische fout wegvalt, met een kleinere onnauwkeurigheid van enkele tienden van dB's worden uitgevoerd.

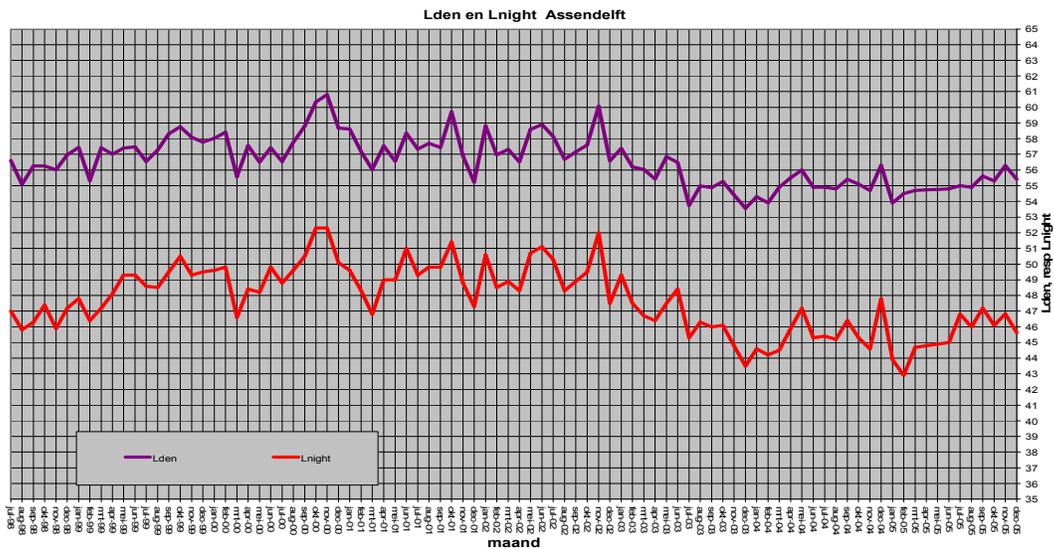


### Meetuitkomsten en rapportage

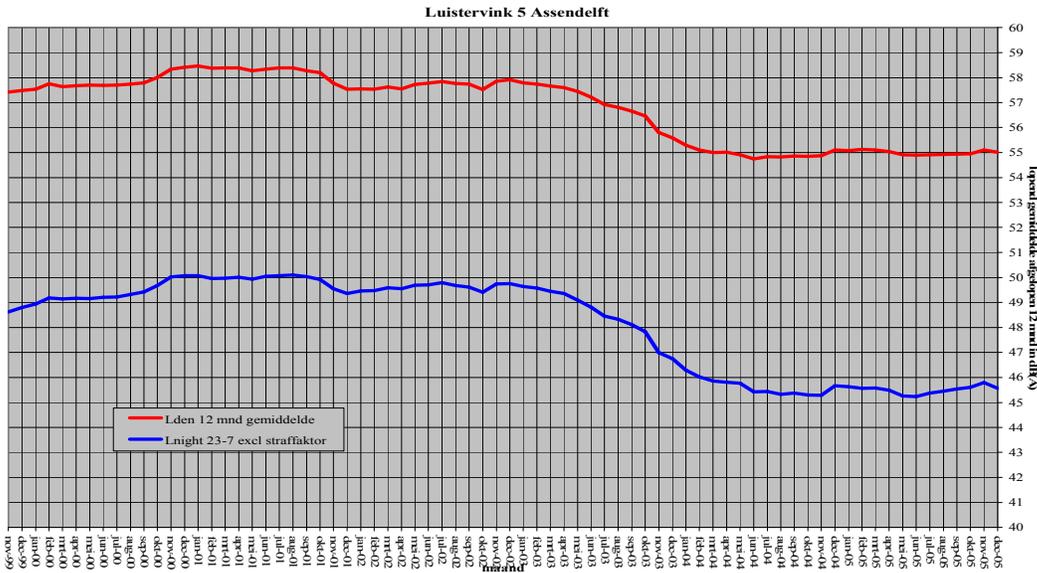
De meetresultaten worden in een aantal parameters gerapporteerd tw:

- KE per jaar en per maand
- Lden per jaar en per maand
- Leq dag avond, nacht per jaar en per maand alsmede lopend 12 maand gemiddelde
- Leq nacht 23-6 binnen per maand, jaar alsmede lopend 12 maand gemiddelde
- De verdeling van Lmax in klassen van 5 dB per jaar en per maand
- De QL70+, dat wil zeggen het aantal passages luider dan 70 dB(A) per maand
- Het aantal passages per maand
- Het gemiddelde Lmax-dag en Lmax-nacht per maand

indien er behoefte bestaat aan een ander parameter, wordt deze zo mogelijk eveneens gerapporteerd. De rapportage kan in verschillende termijnen worden uitgevoerd: per jaar, ½ jaar, kwartaal of per maand.



voorbeeldrapportage Lden per maand.



Voorbeeld rapportage Lopend 12 maandgemiddelde Lden



## Locatiekeuze

Wat keuze voor locatie betreft zijn enkele criteria van belang. De belangrijkste zijn:

- 1 Het gemiddelde piekniveau van een vliegtuigpassage moet meer dan 10 dB(A) boven het heersende achtergrondniveau liggen. Het gemiddelde achtergrondniveau is in een rustige woonwijk circa 40 tot 45 dB(A). Het gemiddelde piekniveau moet dus minimaal 55 dB(A) bedragen, liever iets meer. Dat is praktisch altijd het geval in situaties waar de bevolking hinder rapporteert want pieken minder dan 10dB boven de achtergrond zijn nauwelijks hinderlijk. Bij hinder zijn de gemiddelde piekniveau's meestal meer dan 65 dB(A). De afstand woning-vliegp pad bedraagt dan minder dan 4 km. Dus zoek naar een plaats waar de vliegtuigen een beetje in de buurt komen.
- 2 Een andere voorwaarde is het stoorlawaaniveau. Hoewel de herkenningsoftware in staat is veel soorten geluid te herkennen is het altijd beter stoorlawaaai te vermijden. Dus meten in een woonwijk liefst niet naast een hoofdweg of spoorlijn of een speelplaats.
- 3 Verder moet een 220 volt aansluitpunt en telefoonaansluitpunt in de buurt zijn waar afgetakt kan worden.
- 4 Het microfoonhuis van 2.5x 2.5 x 0.6 m met een gewicht van c.a. 250 kg moet op een plat dak te plaatsen zijn zonder afscherming of reflecties van gebouwen binnen een zichthoek van circa 140 graden. Een dak van een laag gebouw, b.v. bejaardenhuis, gemeentelijk gebouw, etc is goed. Bovendien moet er weinig kans zijn op vandalisme en makkelijk via een trap of kleine ladder bereikbaar zijn.
- 5 Het meetpunt moet bij voorkeur relevant zijn voor de hinder van de lokale bevolking. Dus beter niet tussen de weilanden met koeien maar in een woonwijk.