

RDAM

Het Nieuwe Meer
Jachthaven

AMSTELVEEN

AMSTELVEEN

Duivendrecht

Bovenkerk

Ouderkerk a/d Amstel

Bovenkerk

Rondehoop

Nes a/d Amstel

Gemeente

Bovenkerk

Nes a/d Amstel

Nes a/d Amstel



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_{max} van een event
- De L_{Aeq} van het event
- De tijdsduur van de passage gemeten 10 dB onder de L_{max} en op de drempelwaarde
- Het achtergrondniveau
- De windsnelheid
- Enkele herkenningparameters 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 gelijkentijdsfactor met het referentie-vliegtuiggeluid.

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.

Funcities 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.

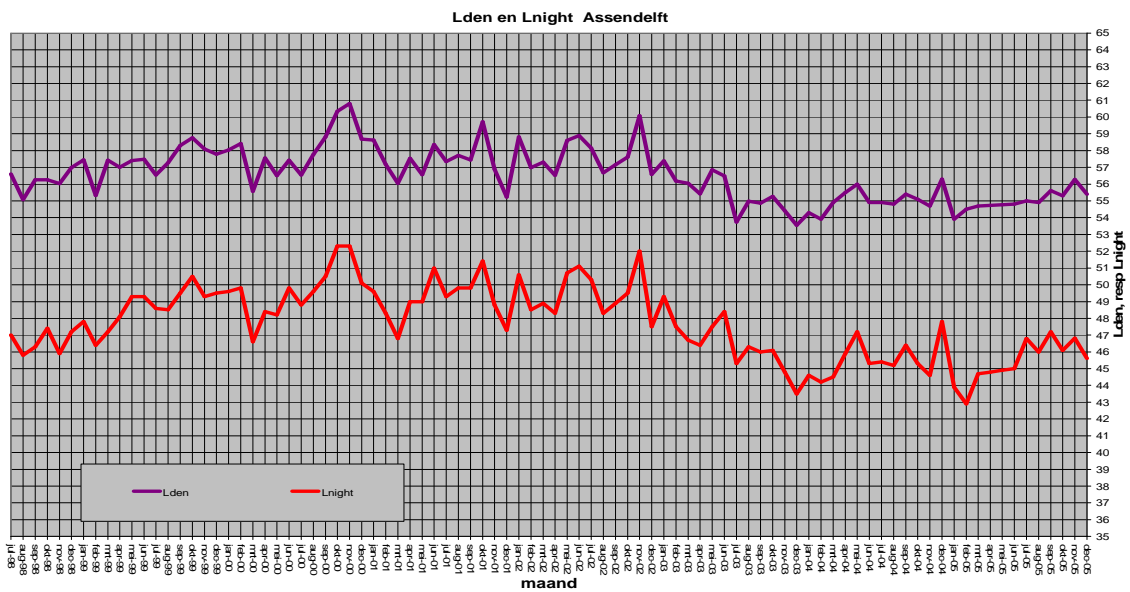


Meetuitkomsten en rapportage

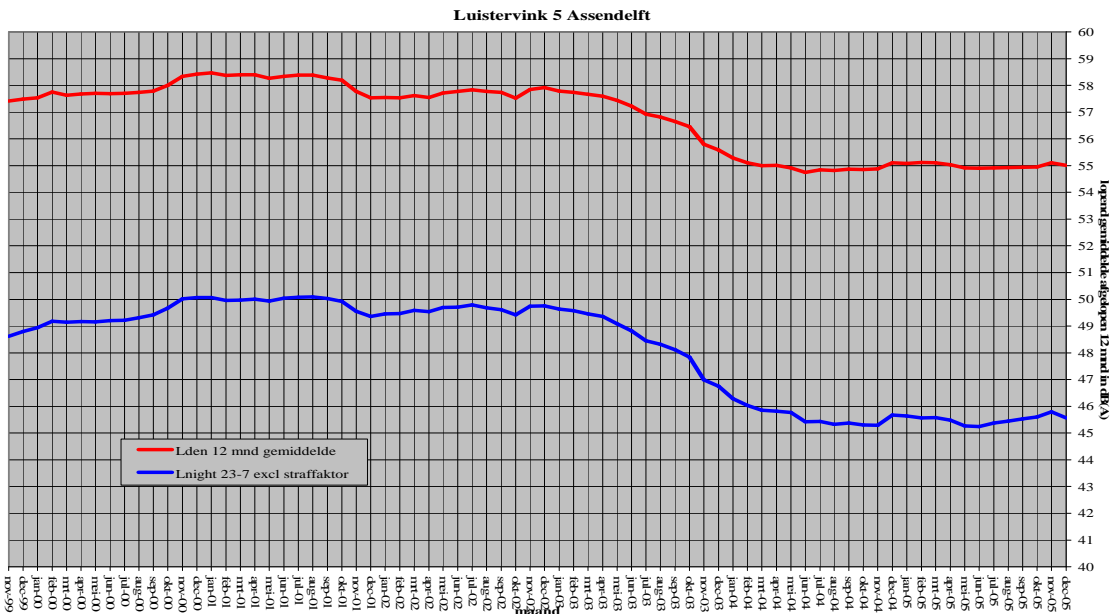
De meetresultaten worden in een aantal parameters gerapporteerd tw:

- 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 maandag
- 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 stoorlawaainiveau. Hoewel de herkenningsoftware in staat is veel soorten geluid te herkennen is het altijd beter stoorlawaai 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.

Definities gerapporteerde geluidmaten

De volgende geluidmaten worden gerapporteerd:

Kosteneenheid Ke

Deze geluidmaat is ingevoerd door de commissie Kosten eind zestiger jaren. Volgens de volgende definitie

:

$$B = 20 \log \sum_{i=1}^{i=N} \left\{ nti * 10^{\frac{Li}{15}} \right\} - 157$$

Waarbij:

B= de geluidbelasting in KE (Kosteneenheden)

N= het aantal gemeten vliegtuigpassages per jaar

nti= de nachtstraffactor per passage. Deze factor loopt van 1 tot 10 afhankelijk van het uur van het etmaal. T.w.:

Dagperiode	Nachtstraffactor nti
0-6 uur	10
6-7	8
7-8	4
8-18	1
18-19	2
19-20	3
20-21	4
21-22	6
22-23	8
23-24	10

L_i= Het A-gewogen maximum geluidsniveau van een passage gemeten in de meterstand Slow.

Verder is bepaald dat alleen passages met een piekwaarde gelijk of hoger dan 65 dB(A) worden meegerekend. Dit staat bekend als de afkap. De toepassing ervan staat ter discussie, echter de afkap is in deze en vorige rapportages volgens de voorschriften toegepast.

Indien een kortere periode dan een jaar wordt beschouwd is er sprake van een partiele Kosteneenheid. In dat geval wordt de constante van 157 aangepast. Zo wordt de geluidbelasting B eerst per uur, vervolgens per dag en dan per maand vastgesteld.

KE dag

De Kosteneenheid berekend over de dag en avond periode van 6-22 uur. Dit is inclusief de per uur geldende nachtstraffactoren

KE nacht

De Kosteneenheid berekend over de nachtperiode van 22-6 uur. Dit is inclusief de hiervoor geldende nachtstraffactoren. De nacht wordt hier gezien als de periode met de maximale nachtstraffactor van 10 dB

KE etmaal

De Kosteneenheid berekend over het gehele etmaal, overeenkomend met een gewogen gemiddelde van de dag en nachtperiode.

Equivalentniveau L_{eq}

Het equivalente geluidniveau is een soort gemiddelde over een bepaalde periode volgens:

$$L_{Aeq,T} = 10 \text{Log} \left\{ \frac{1}{T} \sum_1^i 10^{\frac{SEL}{10}} \right\}$$

en

$$SEL_i = 10 \log \int_0^{T_i} 10^{\frac{L_t}{10}} dt$$

Waarin:

$L_{Aeq,T}$	=	Het equivalente geluidsniveau over de periode T. Dat kan zijn een seconde, uur, dag, maand, jaar.
SEL_i	=	De geluidenergie per gebeurtenis, zoals een passage van een vliegtuig. (afgeleid van "Sound Exposure Level").
N	=	Het aantal gemeten passages in de periode T.
T_i	=	De tijdsduur van gebeurtenis, i = de duur van de vliegtuigpassage in sec.
L_t	=	Het momentane geluidsniveau gedurende de vliegtuigpassage.

Het komt erop neer dat de geluidenergie SEL van elke vliegtuigpassage over een bepaalde tijd wordt opgeteld en gedeeld door de tijdsduur van deze periode, zodat een soort gemiddeld of equivalent geluidsniveau ontstaat.

Leq dag

Het L_{Aeq} -jaargemiddelde over de dagperiode van 7-19 uur.

Leq avond

Het L_{Aeq} -jaargemiddelde over de avondperiode van 19-23 uur. Hierin is geen nachtstraffactor opgenomen.

Leq nacht, resp. L_{night}

Het L_{Aeq} -jaargemiddelde over de nachtperiode van 23-7 uur. Hierin is geen nachtstraffactor opgenomen.

Leq nacht binnenwaarde

Voor de L_{eq} -nacht zoals gedefinieerd in de luchtvaartwet wordt voor Schiphol een nachtperiode van 23 tot 6 uur aangehouden. Volgens het voorschrift voor de berekening van deze geluidbelasting dient van de geluidbelasting buiten de gevelisolatie te worden afgetrokken. Deze is voor Schiphol bepaald op 22 dB(A) voor landende vliegtuigen en op 20,5 dB(A) voor stijgende vliegtuigen. In deze rapportage is hiervoor een gemiddelde geluidsisolatie van 21,2 dB(A) gevelisolatie aangehouden. Hierin is geen nacht-straffactor opgenomen.

Leq etmaal

Het jaargemiddelde van het L_{Aeq} -per dag. Dit laatste is de hoogste van de drie L_{Aeq} -waarden per dag:

Het L_{Aeq} -dag
Het L_{Aeq} -avond + 5
Het L_{Aeq} -nacht + 10

Dag-avond-nachtniveau L_{DEN}

$$L_{DEN} = 10 \log \left\{ \frac{12}{24} 10^{\frac{LeqD}{10}} + \frac{4}{12} 10^{\frac{LeqA+5}{10}} + \frac{8}{12} 10^{\frac{LeqN}{10}} \right\}$$

Het verschil tussen L_{eq} -etmaal en L_{den} is dat L_{den} een gewogen gemiddelde is van de drie etmaalperiodes en de L_{eq} -etmaal de hoogste waarde bevat. De L_{den} is daarom altijd lager dan de L_{eq} -etmaal.