



Nota van B&W

Onderwerp Beëindiging contract geluidsnet

Portefeuillehouder mr. A.Th.H. van Dijk
Collegevergadering 13 november 2012
Inlichtingen Bart de Jong (6711)
Registratienummer 2012.0059215

1. Samenvatting

Wat willen we bereiken?

In 2007 hebben wij het initiatief genomen om vliegtuiglawaai te meten. Het doel van de metingen is om inzicht te krijgen in het vliegtuiggeluid in Haarlemmermeer. De metingen worden uitgevoerd door een netwerk van 7 meetpunten van Geluidsnet B.V. Deze meetpunten van Geluidsnet kosten ieder jaar € 23.000.

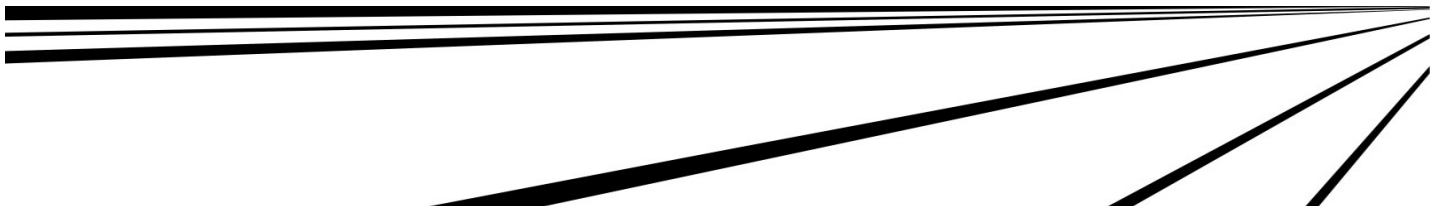
De raad heeft destijds gekozen voor Geluidsnet, aangezien zij twijfels had bij de onafhankelijkheid van het Noise Monitoring System, kortweg NOMOS, omdat dit systeem (met 8 meetposten in Haarlemmermeer) draait 'onder de vleugels van' Schiphol Group. In 2012 heeft, conform de Alderstafel afspraken, een audit van het NOMOS-systeem plaatsgevonden. Daaruit is gebleken dat dataverwerking en beheer op een zodanig professionele en controleerbare wijze plaatsvindt, dat geen twijfel hoeft te bestaan over de kwaliteit van de opgeslagen data.

Eveneens zijn in 2012, op verzoek van de Tweede Kamer, de meetsystemen Geluidsnet en NOMOS vergeleken door een onafhankelijk bureau. Hieruit is geconcludeerd dat geen van de systemen aanwijsbaar beter of slechter is dan de andere.

In 2013 gaat Schiphol Group, in navolging van artikel 19 van het Alders-akkoord, verbeteringen doorvoeren in het NOMOS-systeem, zodat het voor geïnteresseerden transparanter en eenvoudiger wordt om informatie te zoeken en te documenteren. Daarnaast heeft NOMOS aangegeven per jaar 2 nieuwe meetpunten in de omgeving van de luchthaven te plaatsen.

Wij hebben de afgelopen jaren meerdere problemen met de organisatie van Geluidsnet gehad: meetpunten die uitstonden of defect waren werden niet gemeld aan de gemeente. Pas nadat het euvel door onszelf werd gesignaleerd werd er door Geluidsnet actie ondernomen. Geluidsnet rapportages kosten een additionele € 3.000.

Omdat NOMOS heeft aangetoond een professioneel en onafhankelijk systeem te zijn, welke in 2013 verder uitgebreid zal worden, en daarnaast tevens gratis te raadplegen is, vinden wij het niet langer nodig om de Geluidsnet meetposten te bekostigen. Het kiezen voor één



systeem draagt daarnaast bij aan een duidelijke en transparante informatievoorziening richting bewoners.

Wat gaan we daarvoor doen?

Wij willen het contract met Geluidsnet BV per februari 2013 beëindigen.

Wat mag het kosten?

Deze kosten worden momenteel betaald uit Programma 12 Economische zaken, product 310. Het beëindigen van het contract met Geluidsnet B.V. levert € 23.000 per jaar op. Wij willen deze middelen binnen ditzelfde product gaan inzetten om de informatievoorziening en communicatie richting bewoners te verbeteren. Hierbij wordt gedacht aan een interactieve website voor bewoners en onderzoek naar hoe communicatiemiddelen effectief kunnen worden ingezet ten behoeve van de hinderbeleving.

In- en externe communicatie

Middels deze nota wordt de raad geïnformeerd en zal ook een afschrift ontvangen van de brief aan Geluidsnet B.V. waarin het contract wordt beëindigd. Verder zullen inwoners via de website en InforMeer geïnformeerd worden. Daarnaast wordt de raad ook op de hoogte gehouden van de uitbreiding van NOMOS-online.

Juridische aspecten

De overeenkomst is in uit 2005 afgesloten. Afgesproken is om het contract elk jaar in overleg te verlengen. Dit is in april 2012 nog gebeurd. We hebben twee maanden opzegtermijn.

2. Voorstel

Op grond van het voorgaande besluit het college:

1. in te stemmen met de beëindiging van het contract met Geluidsnet B.V. per februari 2013.
2. de in Programma 12 Economische zaken, product 310 vrijgekomen middelen van € 23.000 per jaar binnen ditzelfde product in te zetten voor een interactieve website voor bewoners en onderzoek naar hoe communicatiemiddelen effectief kunnen worden ingezet ten behoeve van de hinderbeleving.
3. deze nota ter informatie te zenden aan de raad.

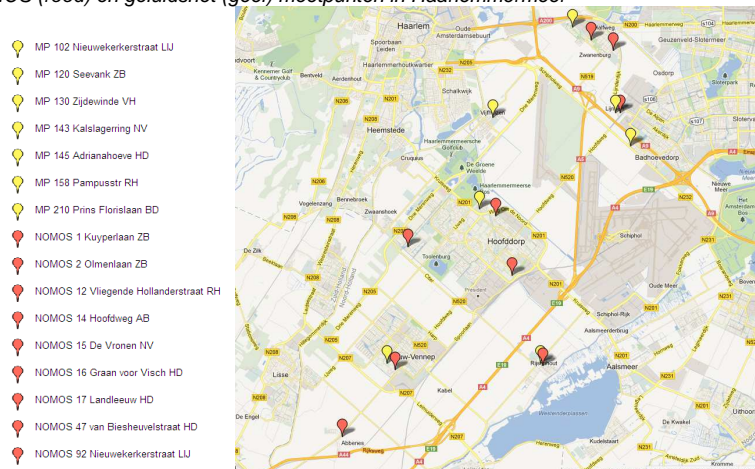
3. Uitwerking

Aanleiding

In 2007 heeft de gemeente Haarlemmermeer het initiatief genomen om vliegtuiglawaai te meten. Het doel van de metingen is om inzicht te krijgen in het vliegtuiggeluid in Haarlemmermeer. De metingen worden uitgevoerd door een netwerk van meetpunten van Geluidsnet B.V. Geluidsnet is met 8 meetpunten in Haarlemmermeer (één meetpunt is in particulier bezit) niet de enige partij met meetpunten. Er zijn ook 8 meetpunten in Haarlemmermeer van NOMOS (zie figuur 1). Het gegeven dat NOMOS online 'onder de

vleugels van' Schiphol Group draait, was voor de raad destijds een reden om te kiezen voor Geluidsnet als onafhankelijke partij.

Figuur 1: NOMOS (rood) en geluidsnet (geel) meetpunten in Haarlemmermeer



Heroverwegen van het contract met Geluidsnet

Wij hebben de afgelopen jaren meerdere problemen met de organisatie van Geluidsnet gehad. Onder andere het feit dat zij ons niet laten weten dat meetposten, om wat voor reden dan ook, soms uitstaan wordt door ons als zeer nadelig ervaren. Pas nadat wij zelf constateren dat een meetpost niet zichtbaar is op de website en we bij de organisatie van Geluidsnet navraag doen, melden zij ons dat het inderdaad het geval is. De meetpost wordt dan spoedig weer aangezet door Geluidsnet.

Daarnaast is gebleken dat, in alle jaren dat de geluidmeetposten van Geluidsnet in werking zijn, er nooit vragen gekomen zijn over de resultaten van de metingen. Wellicht dat de meetposten via de Geluidsnet-website soms bekeken worden.

De meetpunten van Geluidsnet kosten Haarlemmermeer ieder jaar € 23.000. Tevens kosten de jaarrapportages € 3.000 per jaar.

Twijfels omtrent de kwaliteit van de opgeslagen data van NOMOS (omdat NOMOS 'onder de vleugels van' Schiphol Group draait) waren destijds de belangrijkste reden voor de raad om ter kiezen voor Geluidsnet. In 2012 heeft, conform de Alderstafel afspraken, een audit van het NOMOS-systeem plaatsgevonden, waaruit is gebleken dat dataverwerking en beheer op een zodanig professionele en controleerbare wijze plaatsvindt dat geen twijfel hoeft te bestaan over de kwaliteit van de opgeslagen data.

Het bovenstaande is voor ons voldoende reden om het contract met Geluidsnet B.V. te heroverwegen. Wij vinden het belangrijk dat in Haarlemmermeer geluid gemeten wordt. Momenteel gebeurt dit door middel van 2 verschillende meetsystemen. In verband met een transparante en laagdrempelige informatievoorziening richting haar bewoners wil het college kiezen voor 1 meetsysteem in plaats van 2. In Vijfhuizen staat enkel een Geluidsnet meetpunt. Naast het beëindigen van het contract met Geluidsnet B.V. zullen wij daarom ook een NOMOS meetpunt voor Vijfhuizen aanvragen.

Onafhankelijk onderzoek ARDEA

Om de verschillen tussen NOMOS en Geluidsnet (onderdeel van Sensornet) in kaart te brengen, is het ARDEA rapport *“Technische beschrijving vliegtuig Geluidmeetsystemen: Luistervink, NOMOS, Sensornet”* (zie bijlage) opgesteld. Deze ARDEA-rapportage is opgesteld naar aanleiding van Tweede Kamer vragen (kamerstuk 2009-2010, 2878) en in opdracht van de Alderstafel.

Rond de luchthaven Schiphol zijn momenteel vier “onbemande” geluidmeetsystemen in bedrijf:

- NOMOS systeem (gebaseerd op het systeem ANOMS van leverancier Brüel & Kjaer, voorheen Lochard).
- Geluidsnet (leverancier Sensornet).
- Luistervink (leverancier Geluidconsult). De gemeente Haarlemmermeer bezit geen Luistervink meetpunten. Dit systeem zal daarom in deze nota niet verder behandeld worden.
- European Aircraft Noise Services (EANS) (leverancier WW-ANS). De gemeente Haarlemmermeer bezit geen EANS meetpunten. Dit systeem zal daarom in deze nota niet verder behandeld worden. Dit systeem is ook niet onderzocht in de ARDEA rapportage, omdat in oktober 2012 pas het eerste meetpunt in Nederland is geplaatst (in Amsterdam).

Elk meetsysteem meet het geluid rond Schiphol. Resultaten worden gepresenteerd op websites en/of via (schriftelijke) overzichtsrapportages.

Het systeem NOMOS gaat uit van hoge microfoonplaatsing om invloed van reflecties van de omgeving te beperken. Het systeem heeft geen adaptieve detectie-drempel maar maakt gebruik van vast ingestelde drempelwaarden. Door deze keuze kunnen vliegtuigpassages die zich duidelijk onderscheiden van het omgevingsgeluid betrouwbaar worden gemeten maar worden vliegtuigpassages met geluidsniveaus onder de vaste detectiedrempel per definitie niet gemeten. Het systeem koppelt de gedetecteerde passages automatisch aan de radargegevens van Schiphol. Rapportage vindt plaats op digitale wijze, voor zowel opdrachtgever als publiek.

Het systeem van Sensornet (Geluidsnet) maakt gebruik van klasse 2 microfoons die geplaatst zijn op daken van gebouwen. De microfoon zijn geplaatst op een hoogte van 2 meter boven het dak. Deze microfoonplaatsing voldoet aan de aanbeveling van de Commissie Vliegtuigdeskundigen maar door deze keuze moet wel rekening worden gehouden met invloed van lokale (bodem)reflecties. Het systeem heeft een adaptieve detectiedrempel. Detectie van vliegtuigen vindt plaats door de gegevens van nabijgelegen meetposten te correleren. Sensornet heeft geen toegang tot de radar van Schiphol en koppelt de gedetecteerde passages via flighttracking aan vliegtuigen die voorzien zijn van een transponder. Rapportage naar de opdrachtgever vindt schriftelijk plaats of digitaal via een interactieve web omgeving.

Uit het onderzoek van ARDEA is gebleken dat zowel NOMOS als Geluidsnet goede systemen zijn. ARDEA concludeert dat de resultaten van beide systemen niet met elkaar vergeleken mogen worden (aangezien de manier van meten niet overeenkomt) en dat het ene systeem niet aanwijsbaar beter is dan het andere.

Conclusie


Samengevat kunnen we dus zeggen:

- Uit het onderzoek van ARDEA blijkt dat het ene systeem niet aanwijsbaar beter of slechter is dan het andere. Geluidsnet is dus niet beter dan NOMOS, en NOMOS niet beter dan Geluidsnet.
- De audit/kwaliteitstoetsing van NOMOS online heeft aangetoond dat het een onafhankelijk systeem is en dat er geen twijfel hoeft te bestaan over de kwaliteit van de opgeslagen data.
- Naar de toekomst toe willen we transparanter aan bewoners en raad laten zien wat er op dit gebied speelt in Haarlemmermeer. Mochten er vragen zijn vanuit de raad of vanuit bewoners over de meetdata, dan zijn de rapportages van NOMOS uitgebreider dan de rapportages van Geluidsnet (zie bijlagen). De NOMOS rapportages zijn tevens gratis. De jaarrapportages van Geluidsnet kosten €3.000 euro per jaar. Alle gegevens van NOMOS zijn daarnaast eenvoudig online te raadplegen. Geïnteresseerden kunnen in de toekomst zelf direct rapportages maken via NOMOS online. In 2013 wordt er op dit gebied nog een verbeteringslag doorgevoerd.
- Het kiezen voor één systeem draagt bij aan een duidelijke en transparante informatievoorziening richting bewoners.
- In Vijfhuizen staat enkel een Geluidsnet meetpunt. Naast het beëindigen van het contract met Geluidsnet B.V. zullen wij daarom ook een NOMOS meetpunt voor Vijfhuizen aanvragen.
- Conform artikel 19 van het Alders akkoord zullen op korte termijn meer verbeteringen van het NOMOS-systeem doorgevoerd worden. Hierbij moet gedacht worden aan een geheel nieuwe site, die nog transparanter en gebruikersvriendelijker wordt.
- Het gebruik van NOMOS is gratis. Het beëindigen van het contract met Geluidsnet B.V. levert daarom een besparing van € 23.000 op.

Wij zien dan ook voldoende aanleiding om het contract met Geluidsnet B.V. per februari 2013 te beëindigen en kiest voor het NOMOS online systeem om vliegtuiggeluid in Haarlemmermeer te meten.

4. Ondertekening

Burgemeester en wethouders van de gemeente Haarlemmermeer,
namens dezen,
de portefeuillehouder,



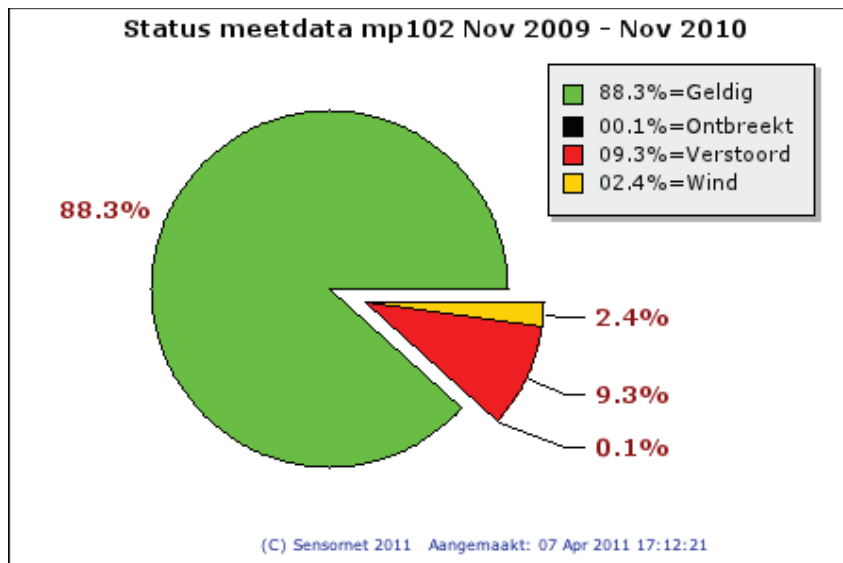
• mr. A. Th. H. van Dijk

Bijlage(n)

- Voorbeeld Geluidsnet rapportage.
- Voorbeeld NOMOS rapportage.
- ARDEA rapport: Audit Noise Monitoring Systeem (NOMOS III) (2012).
- ARDEA rapport Technische beschrijving vliegtuig Geluidmeetsystemen: Luistervink, Nomos, Sensornet (2012).

6 In detail: Lijnden

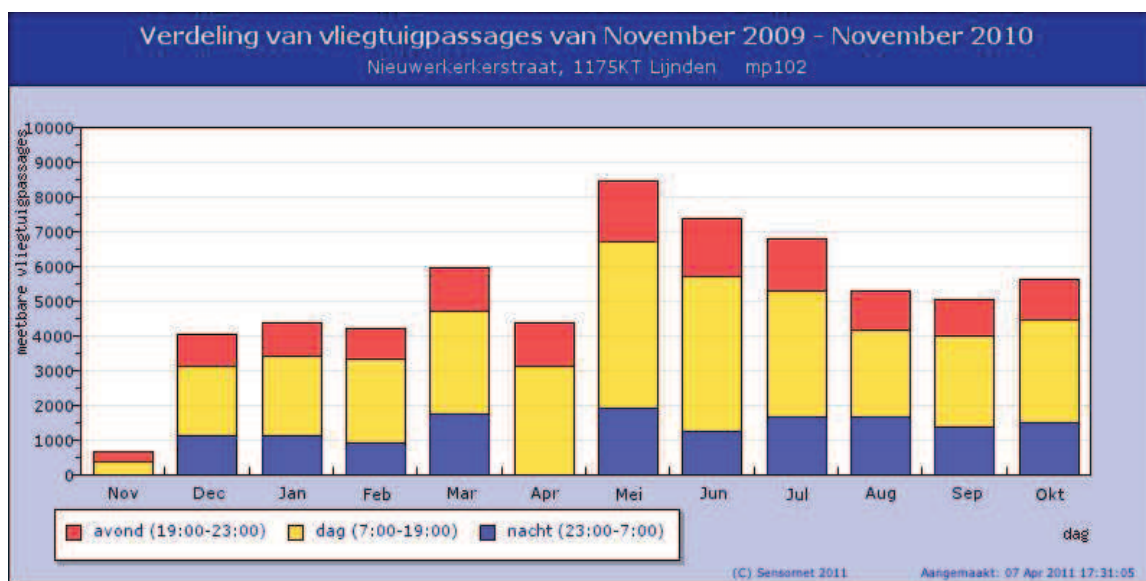
6.1 Beschikbaarheid van het meetpunt



Figuur 6.1: een hoog percentage onbekend en verstoord

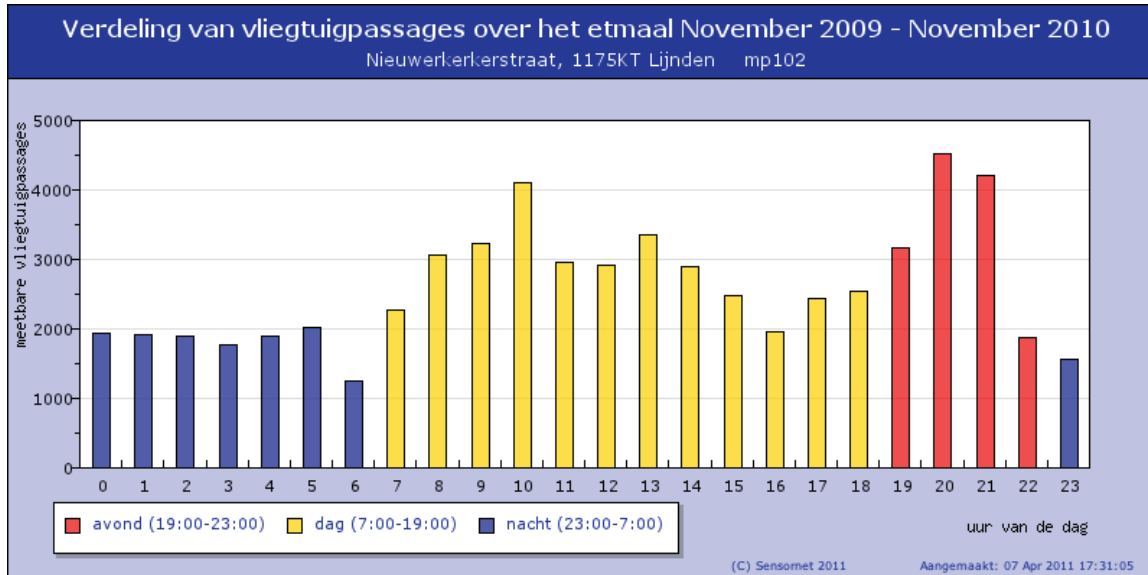
6.2 Aantallen vliegtuigpassages

Het gaat hierbij om 62228 geregistreerde vliegtuigpassages in de periode november 2009-oktober 2010. 13778 de nacht periode, 47971 in de dag periode. Per etmaal zijn dit gemiddeld 38 resp. 131 vliegtuigbewegingen



Figuur 6.2: verdeling vliegtuigpassages per maand gebruikerjaar 2010

6.3 Verdeling vliegtuigpassages over het etmaal

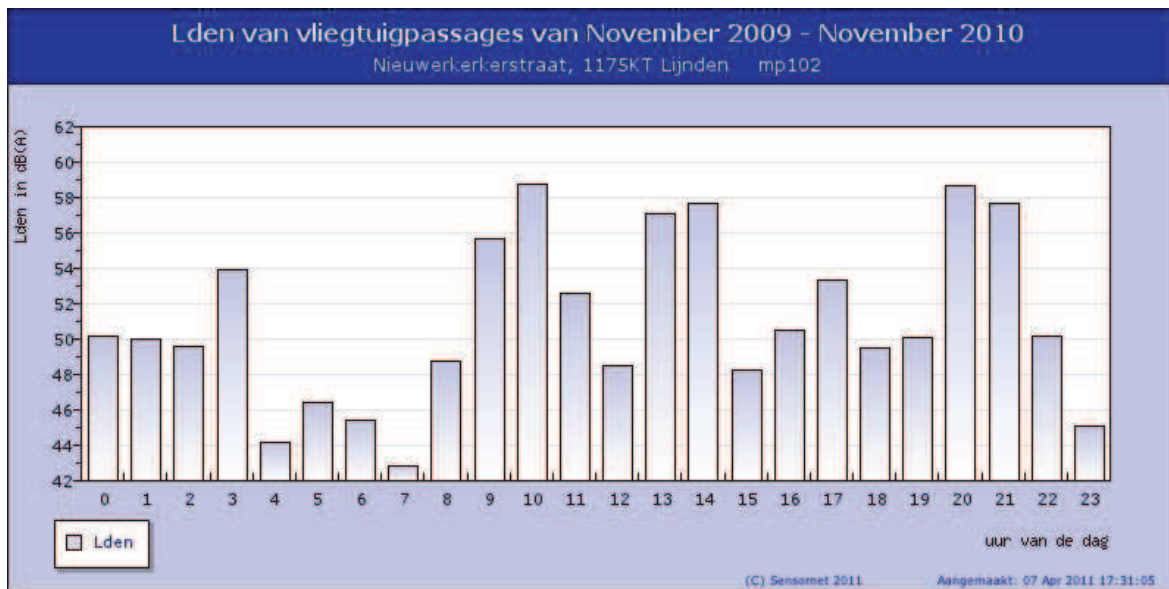


Figuur 6.3: verdeling van vliegtuigpassages over het etmaal

Duidelijk te zien is het hoge aantal vliegbewegingen in de nacht (Polderbaan).

6.4 Geluidsbelasting per jaar

De geluidsbelasting ligt tussen de 48 en 58 decibel L_{den} . Bij alle vijf meetpunten ligt de geluidsbelasting op basis van metingen boven de 48 L_{den} . Vanaf deze waarde wordt op basis van onderzoek aangenomen dat een significant percentage van de bevolking hinder ondervindt van vliegtuiglawaai.



Figuur 6.4: Lden vliegtuigpassages gebruikersjaar 2010 per maand.

6.5 Geluidsniveaus per vliegtuigpassage

De meeste vliegtuigpassages hebben een geluidsbelasting met een SEL waarden tussen de 65 en 95 dB.

Passages met een SEL waarde van meer dan 90 dB komen regelmatig voor.

Tijdstip	Duur sec.	Kans	SEL dB (A) ▲	LA _{max} dB(A)	Radar informatie	Hoogte in m	Passeerafstand in km	Toestel
2010-03-04 09:43:43	90	99.9%	92.8	81.5	MPH097 PH-CKB	421	0.8	Boeing 747-406F (B744) KLM Royal Dutch Airlines
2010-03-04 21:22:25	90	99.9%	92.7	83.0	KLM877 PH-BFW	336	0.8	Boeing 747-406BC (B744) KLM Royal Dutch Airlines
2010-03-04 13:29:42	82	99.9%	92.1	83.0	CPA270 PH-KZA		0.8	Fokker F28 Mark 0070 (F70) KLM Cityhopper B.V.
2010-03-04 10:37:37	111	99.9%	92.1	83.0	KLM449 PH-AOD	527	0.7	Airbus SAS A330-203 (A332) KLM Royal Dutch Airlines
2010-03-04 10:44:11	95	99.9%	92.0	83.2	KLM1279 G-LCYC	222	1.5	Avro 146-RJ85 (RJ85) Ba Cityflyer Ltd

Fig 6.5: voorbeeld events 4 maart 2010

Samenvatting meetgegevens meetpost 47 - Floriande
Periode: 1 juli 2012 t/m 31 juli 2012

Top 10 grootste LAmaz

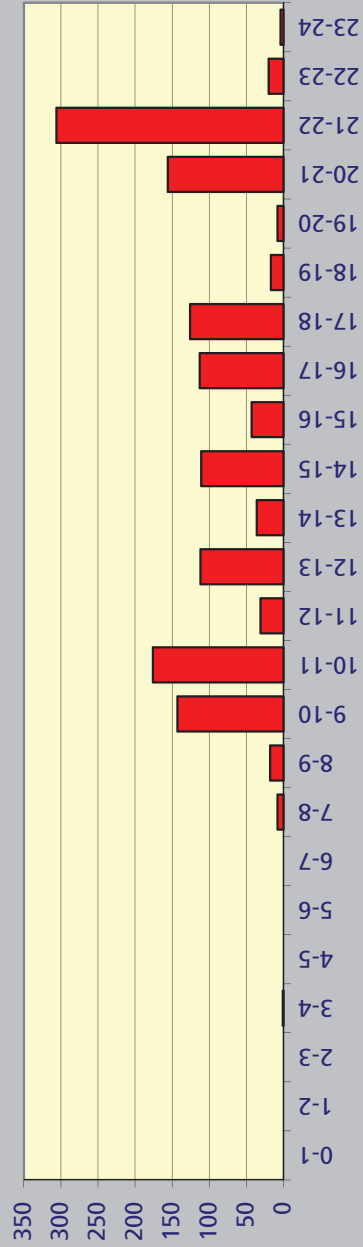
Datum	Tijd	LAmaz	Sel	Leq	duur	baan	type	A/D
10-jul-12	21:59:08	83,5	93,3	75,4	62	24	B744	D
01-jul-12	15:17:40	83,3	93,1	75,1	64	24	B744	D
22-jul-12	21:41:16	83,2	94,6	76,4	67	24	B744	D
19-jul-12	21:41:09	83,1	94,5	76,0	71	24	B744	D
15-jul-12	15:10:20	83,0	94,0	76,3	59	24	B744	D
01-jul-12	18:47:41	82,9	92,5	75,6	49	24	B744	D
10-jul-12	17:56:37	82,9	92,4	74,9	56	24	B744	D
08-jul-12	15:11:11	82,7	94,3	75,2	81	24	B744	D
06-jul-12	15:16:36	82,7	93,4	75,2	66	24	B744	D
13-jul-12	21:53:16	82,6	94,1	75,8	68	24	B744	D

Maandtotaal verdeeld over etmaal

Tijdstip	Aantal
0-1	0
1-2	0
2-3	0
3-4	1
4-5	0
5-6	0
6-7	0
7-8	8
8-9	18
9-10	143
10-11	176
11-12	31
12-13	112
13-14	36
14-15	111
15-16	43
16-17	113
17-18	126
18-19	17
19-20	8
20-21	156
21-22	306
22-23	20
23-24	4
Totaal	1429

Urenverdeling per maand

1 juli 2012 t/m 31 juli 2012

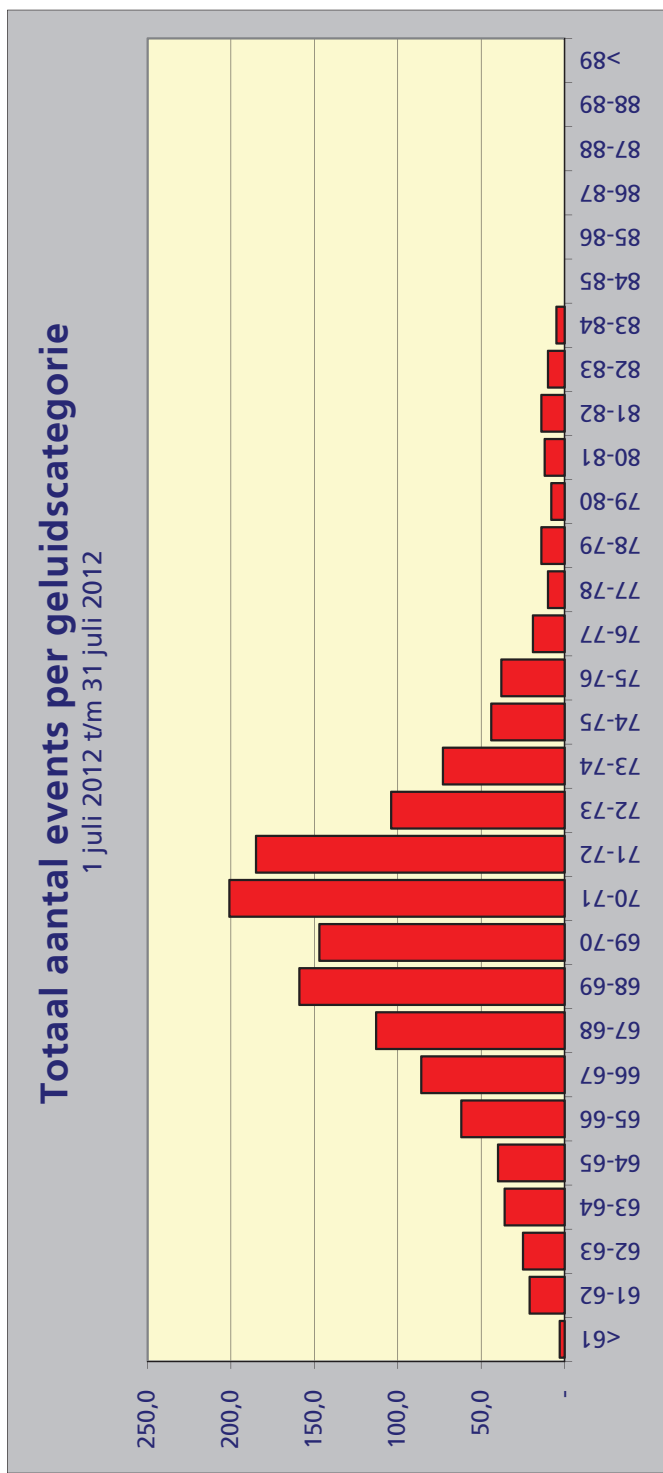


Maandtotaal verdeeld over etmaal
1 juli 2012 t/m 31 juli 2012

Tijdstip	Aantal
23 - 06	5
06 - 23	1424
Totaal	1429

Maandtotaal verdeeld over LAmax

LAmax	Aantal
<61	3
61-62	21
62-63	25
63-64	36
64-65	40
65-66	62
66-67	86
67-68	113
68-69	159
69-70	147
70-71	201
71-72	185
72-73	104
73-74	73
74-75	44
75-76	38
76-77	19
77-78	10
78-79	14
79-80	8
80-81	12
81-82	14
82-83	10
83-84	5
84-85	-
85-86	-
86-87	-
87-88	-
88-89	-
>89	-
Totaal	1429

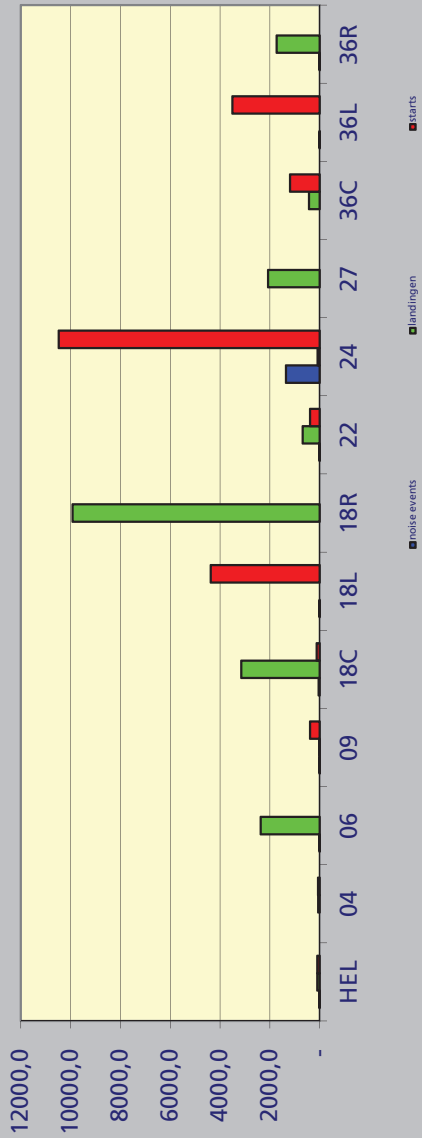


Maandtotaal verdeeld per baan (incl. bewegingen per baan)

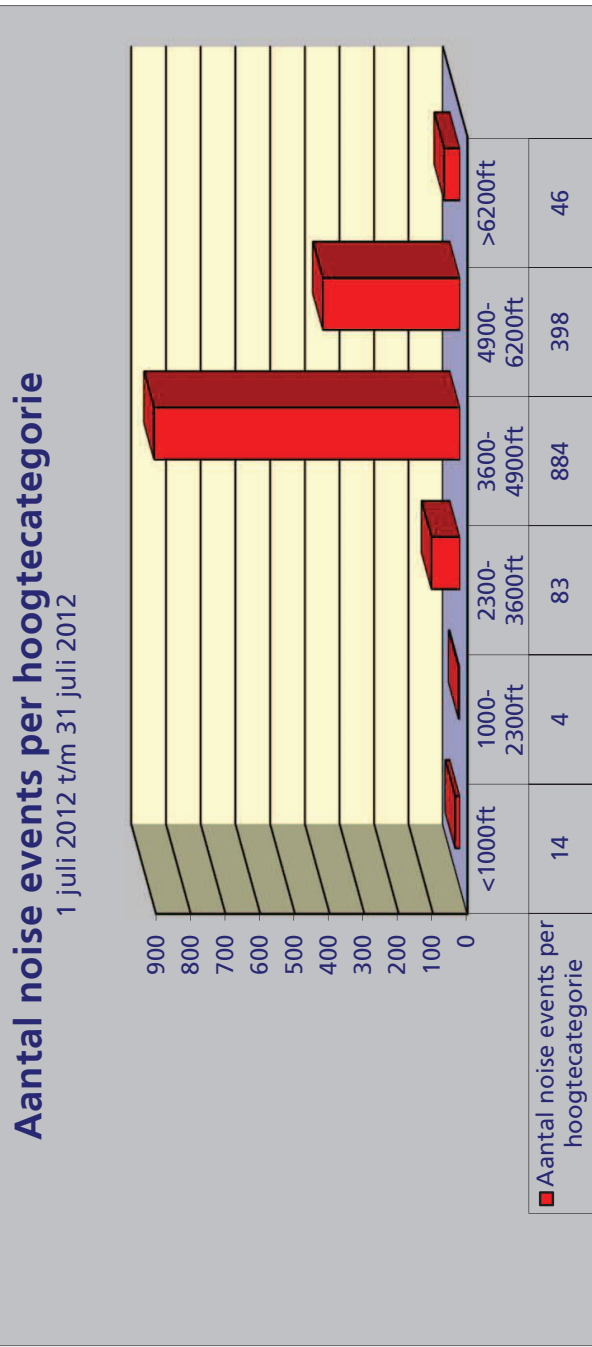
Baan	noise events	landingen	starts
HEL	9	98	99
04	-	62	67
06	6	2.371	-
09	1	1	389
18C	40	3.147	122
18L	6	-	4.375
18R	-	9.923	-
22	4	683	389
24	1.356	87	10.475
27	-	2.075	-
36C	-	430	1.192
36L	2	-	3.504
36R	2	1.728	-
Totaal	1426	20.605	20.612

Gemeten noise events per baan

1 juli 2012 t/m 31 juli 2012



Aantal noise events per hoogtecategorie

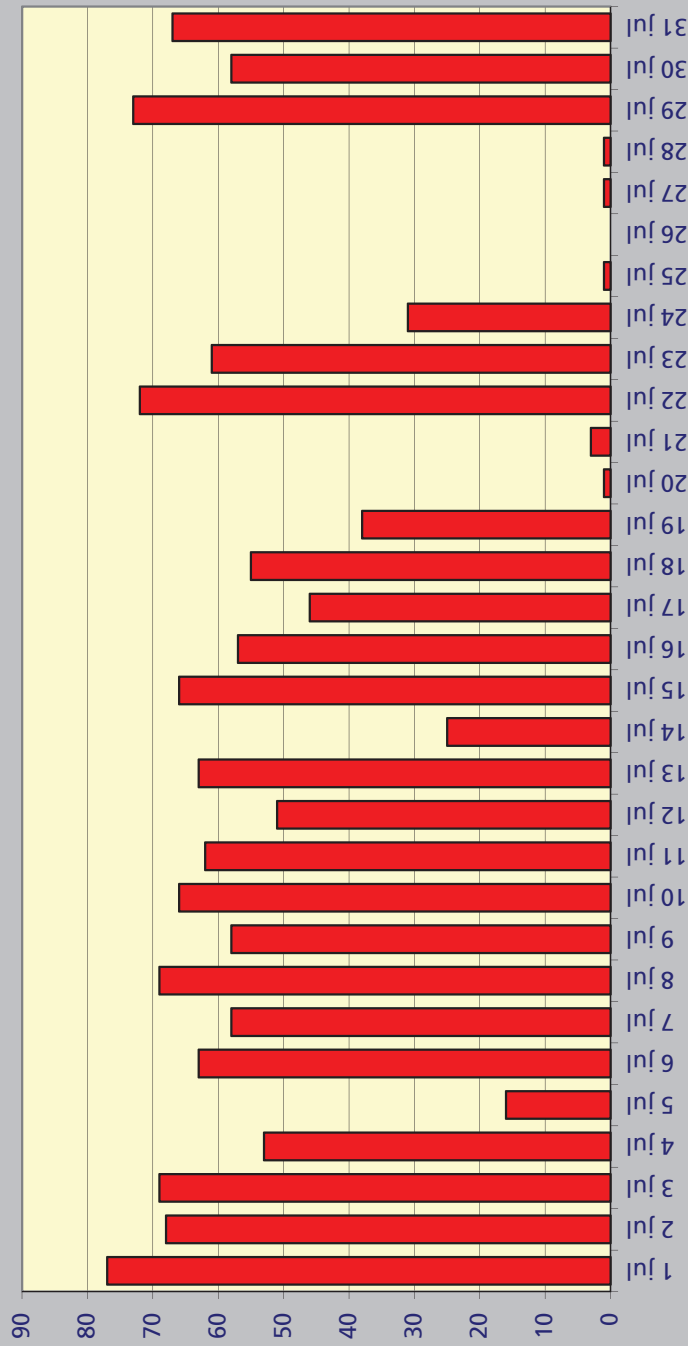


Hoogte	Aantal
<1000ft	14
1000-2300ft	4
2300-3600ft	83
3600-4900ft	884
4900-6200ft	398
>6200ft	46
Totaal	1429

Aantal noise events per dag

Dag	Aantal
1 jul	77
2 jul	68
3 jul	69
4 jul	53
5 jul	16
6 jul	63
7 jul	58
8 jul	69
9 jul	58
10 jul	66
11 jul	62
12 jul	51
13 jul	63
14 jul	25
15 jul	66
16 jul	57
17 jul	46
18 jul	55
19 jul	38
20 jul	1
21 jul	3
22 jul	72
23 jul	61
24 jul	31
25 jul	1
26 jul	0
27 jul	1
28 jul	1
29 jul	73
30 jul	58
31 jul	67
Totaal	1429

Aantal noise events per dag
1 juli 2012 t/m 31 juli 2012



Schiphol Nederland B.V.

Audit Noise Monitoring System (NOMOS III)





Schiphol Nederland B.V.

Audit Noise Monitoring Systeem (NOMOS III)

Opdrachtgever: Schiphol Nederland B.V.

Rapport: 1118GZA1.008

Auteur: ing. R.C. Horsten
dr.ir. W. Soede

Datum - versie: 16 September 2011

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING	4
2 BESCHRIJVING NOMOS	5
2.1 Systeembeschrijving	5
2.2 Beheer NOMOS	6
3 UITVOERING AUDIT	7
3.1 Samenvattend overzicht werkzaamheden	7
3.2 Beheer en onderhoud	7
3.3 Controlegeluidmetingen NOMOS	8
3.4 Rapportage en NOMOS online	8
4 TOETSING EN BEVINDINGEN	10
4.1 Beheer en onderhoud	10
4.2 Controlegeluidmetingen	11
4.3 Rapportage en NOMOS Online	13
5 SAMENVATTING	15
BIJLAGEN	
Bijlage 1 Lijst documenten	17
Bijlage 2 Beschrijving meetpost 78	18
Bijlage 3 Achtergrond vliegtuigdetectie	20
Bijlage 4 Resultaten geluidmetingen	23

1 INLEIDING

- NOMOS** Het Noise Monitoring System (NOMOS) van Amsterdam Airport Schiphol (Schiphol) is een geautomatiseerd informatiesysteem dat het vliegtuiggeluid in woongebieden rondom de luchthaven Schiphol meet en vastlegt in een database. De resultaten van deze metingen worden louter gebruikt voor informatieve doeleinden zoals rapportages richting gemeentes en milieudiensten. Tevens zijn de meetgegevens toegankelijk via een openbaar toegankelijke website¹.
- Vraag** Om maximale betrouwbaarheid en openheid voor het systeem te creëren, zijn door Amsterdam Airport Schiphol afspraken gemaakt met externe partijen teneinde een goede technische werking van het systeem te garanderen. Het NOMOS systeem heeft in de publieke opinie veelvuldig de aandacht. Twijfel omtrent de objectiviteit en betrouwbaarheid van het NOMOS systeem is daarbij aan de orde. Door de Alderspartijen is daarom afgesproken om een audit/kwaliteitstoetsing te laten uitvoeren op het huidige NOMOS systeem.
- Audit** In algemene termen kan een audit/kwaliteitstoetsing gedefinieerd worden als een systematisch en onafhankelijk onderzoek om te bepalen of activiteiten op het gebied van kwaliteit en de daarmee samenhangende resultaten in overeenstemming zijn met het te bereiken doel. Volgens de definitie gaat het dus primair om een onafhankelijke beoordeling of activiteiten volgens procedures plaatsvinden en resultaten aan de eisen voldoen.
- Opdracht** Aan ARDEA Acoustics & Consult is in juni 2011 gevraagd om een audit/kwaliteitstoetsing uit te voeren die meer inzicht moet geven in de betrouwbaarheid en objectiviteit van NOMOS. Gezien de vraagstelling en publieke discussie is door ARDEA voorgesteld om deze audit/kwaliteitstoetsing te laten bestaan uit een onderzoek naar:
- Beheer en onderhoud NOMOS systeem;
 - Controle resultaten geluidmeetsysteem op basis van onafhankelijke geluidmetingen;
 - Methodiek en opstellen procedures gegevens en presentatie.
- Uitvoering** De voorliggende rapportage is het resultaat van de audit/kwaliteitstoetsing die is uitgevoerd in de periode van 15 juni 2011 tot 15 augustus 2011. Volgens opgave van Schiphol is het voor het eerst dat NOMOS op deze wijze² wordt onderworpen aan een audit. Hoewel er door ARDEA naar is gestreefd om een zo compleet mogelijk beeld te vormen over het systeem en de implementatie, moet erop gewezen worden dat deze toetsing een eerste steekproef is en hopelijk een vervolg krijgt in een structurele cyclus om de kwaliteit van NOMOS te garanderen en te verbeteren. Op die wijze kan beter worden begrepen wat de kwaliteiten en beperkingen zijn en de kansen/mogelijkheden zijn voor verbetering. Presentatie van die kennis aan gebruikers en externe omgeving zal duidelijk maken aan welke eisen kan worden voldaan of waar verwachtingen moeten worden bijgesteld.

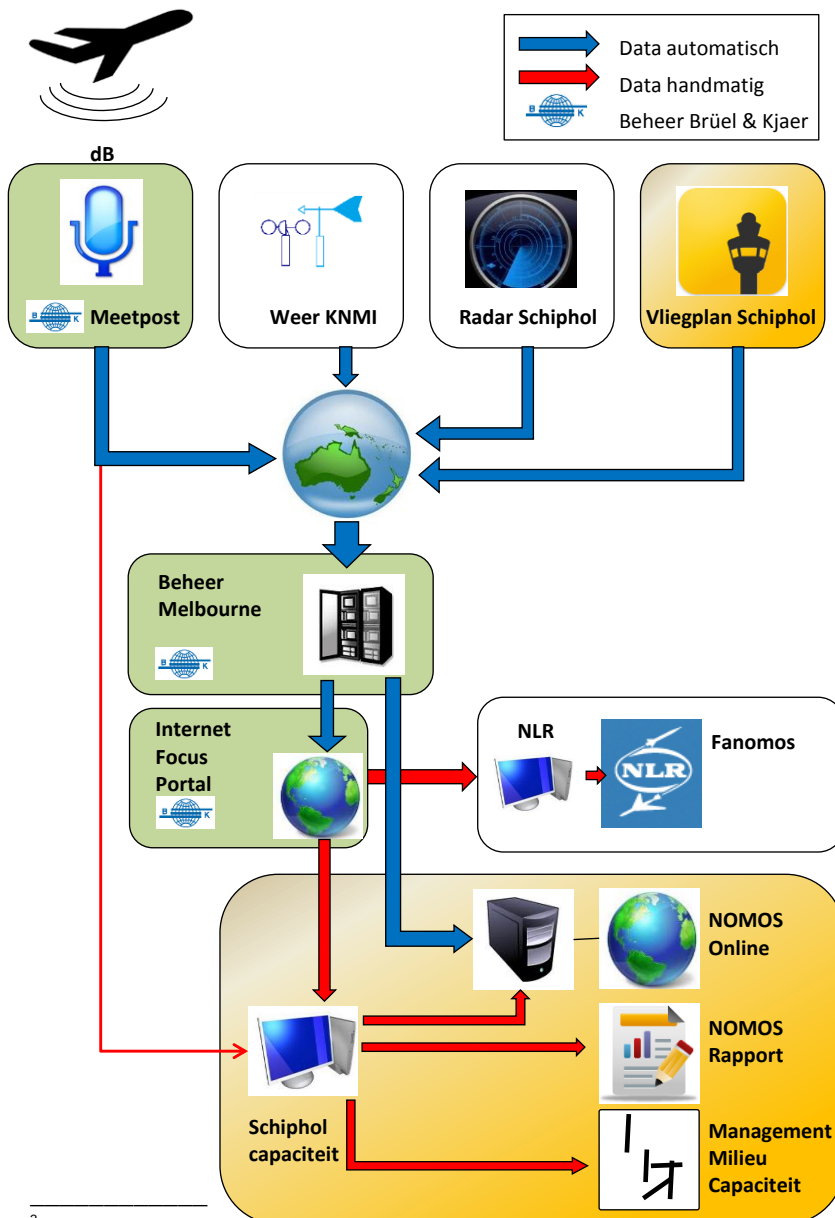
¹ www.schiphol.nl/nomosonline

² NOMOS wordt ook gebruikt als dataleveranciers van WINGS en dat deel maakt daarmee onderdeel uit van de audit van WINGS.

2 BESCHRIJVING NOMOS

2.1 Systeembeschrijving

Het NOMOS meetsysteem is ontwikkeld door het Australische bedrijf Lochard³. Lochard heeft NOMOS systemen geplaatst bij ca. 250 vliegvelden wereldwijd. Lochard is in 2007 overgenomen door het bedrijf Brüel & Kjaer⁴ (B&K). De eerste geluidmeetposten van NOMOS zijn in 1993 geplaatst door het bedrijf Lochard uit Australië. In de loop der jaren is het systeem uitgebreid en aangepast. Er zijn nu 29 vaste geluidmeetposten en 2 mobiele posten. Sinds maart 2011 wordt nu gewerkt met het zogenoemde NOMOS III systeem.



Het systeem werkt in principe volledig automatisch. Elke meetpost is voorzien van een geluidmeter en software om te bepalen of sprake is een vliegtuigpassage of andere omgevingsgeluiden. De data van de meetposten, weergegevens van KNMI, radar en vliegplan gaan via internet naar de centrale server van B&K in Melbourne.

Op de centrale server worden de gegevens van elke meetpost gekoppeld aan de radargegevens en het vliegplan. Deze gegevens worden opgeslagen op een centrale server en verwerkt in een database.

De gegevens van de centrale server worden automatisch verstuurd naar het NOMOS Online systeem voor presentatie op internet.

Via het zogenoemde Focus Portal bestaat de mogelijkheid dat beheerders en/of gebruikers kunnen inloggen op de server om de gegevens uit de database op te halen voor additionele doeleinden. Het NLR heeft rechten om gegevens op te halen voor haar Fanomos geluidberekeningen. Schiphol capaciteitsmanagement gebruikt het portal voor aanvullingen op NOMOS online, de maandrapportages en managementstudies naar o.a. verbetering vliegprocedures.

³ www.lochard.com

⁴ www.bksv.com

Tenslotte heeft Schiphol capaciteitsmanager de mogelijkheid om de meetpost direct te benaderen en direct alle data uit een meetpost op te halen.

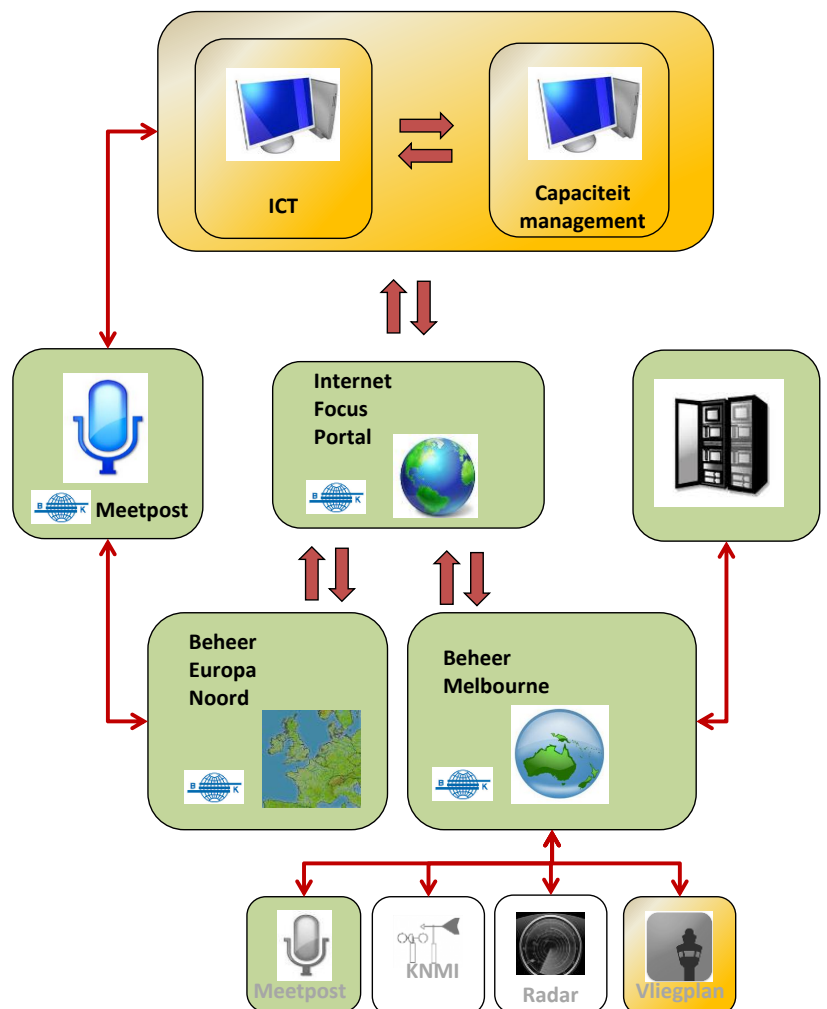
2.2 Beheer NOMOS

Beheer Het functioneel beheer en onderhoud van NOMOS wordt uitgevoerd door B&K in opdracht⁵ van Schiphol. Het lokale beheer van de meetposten vindt plaats via B&K Europa Noord. De server met alle data staat onder direct beheer van B&K Melbourne.

Schiphol Bij Schiphol staat het beheer, met de introductie van NOMOS III, primair onder toezicht van de ICT afdeling. Medewerkers van de groep capaciteitsmanagement zijn nog wel direct betrokken vanwege de inhoud.

Focus en ticket Het internet Focus Portal is de centrale plaats voor communicatie rond het beheer. Voor vragen, problemen en andere acties worden "tickets" gemaakt die door betrokken personen moeten worden afgehandeld. Indien een internetstoring plaatsvindt dan wordt een ticket aangemaakt in Focus zodat het beheer in Melbourne actie onderneemt. B&K beheer Melbourne haalt dan via een directe verbinding alsnog de relevante data op bij de meetpost of andere partijen en is bevoegd om deze data toe te voegen aan de centrale database. Na controle door Schiphol wordt een ticket afgesloten, indien tussen B&K en Schiphol overeenstemming bestaat over correcte afhandeling. Communicatie over de afhandeling van tickets vindt primair plaats via het portal.

Meetpost Zowel B&K Europa als Schiphol hebben op dit moment de mogelijkheid voor directe toegang bij een meetpost voor directe uitlezing van het geluid, controle en instellen van de detectieparameters. Het fysieke onderhoud, vervanging kapotte onderdelen, ijking en visuele controle wordt verzorgd door B&K beheer Europa.



⁵ Service Level Agreement tussen Schiphol Nederland BV en Brüel & Kjaer van 27 april 2010.

3 UITVOERING AUDIT

3.1 Samenvattend overzicht werkzaamheden

Uitvoering	De audit is uitgevoerd door dr.ir. W. Soede en ing. R.C. Horsten van ARDEA Acoustics & Consult ⁶ . In het kader van de audit zijn de volgende activiteiten uitgevoerd.
Gesprekken	Op 21 juni, en 4 augustus is gesproken met mevr. J. Nijmeijer, functioneel coördinator NOMOS, adviseur milieucapaciteit en de heer ing. E. Gordijn, adviseur milieucapaciteit. Beide van de afdeling capaciteitsmanagement, Schiphol. Op 2 augustus is gesproken met de heer L. Kampherbeek, service delivery manager, B&K Europa. Op 21 juli is gesproken met de heer F. Liklikuwata, service engineer, B&K Europa in verband met onderhoud aan de meetposten.
Onderhoud	Het fysieke onderhoud is op 21 juli beoordeeld op basis van een onderhoudsuitvoering aan meetpost 78 (grondmeetpost geluid Hoofddorp).
Metingen	Op 30 juni, 21 juli en 27 juli zijn controlemetingen uitgevoerd bij 5 meetposten van NOMOS.
Documenten	Door Schiphol zijn diverse documenten ter beschikking gesteld voor beoordeling. Bijlage 1 geeft een overzicht van de meest relevante documenten.

3.2 Beheer en onderhoud

De formele organisatie rond het beheer en onderhoud is al beschreven in paragraaf 2.1. Binnen Schiphol is de service coördinatie, met de invoering van NOMOS III, overgegaan naar de afdeling ICT. De functionele coördinatie blijft bij de afdeling capaciteitsmanagement.

Overleg	Over het beheer en onderhoud vindt maandelijks een overleg plaats tussen de afdeling ICT, capaciteitsmanagement en B&K. De basis voor dat overleg is een maandelijks rapportage van B&K met samenvattende overzichten van de resultaten per meetpost, openstaande tickets in het Focus Portal.
Onderhoud	Conform het onderhoudscontract heeft B&K de taak om het totale systeem te onderhouden. Onderdeel van het onderhoud betreft ook de meetposten. Deze dienen jaarlijks volledig te worden gecontroleerd. Na een controle wordt voor elke meetpost een verslag opgemaakt met bevindingen en eventuele reparaties/vervang. De verslagen maken deel uit van een jaarrapport. Bijlage 2 geeft een beschrijving van meetpost 78.

⁶ Voor beschrijving bedrijf en curriculum vitae zie website www.ardea.nl

3.3 Controlegeluidmetingen NOMOS

In het kader van de audit zijn door ARDEA controlegeluidmetingen uitgevoerd. Doel van deze metingen is om op onafhankelijke wijze te bepalen of de meetresultaten van NOMOS voldoende betrouwbaar en nauwkeurig zijn. Om een onafhankelijke beoordeling mogelijk te maken is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- ARDEA voert de metingen zonder aankondiging uit op een zelfgekozen moment.
- Gekozen wordt voor meetposten die vrij toegankelijke zijn zonder overleg. Om deze reden is gekozen om alleen te meten bij openbare grondlocaties.
- De metingen worden uitgevoerd met eigen geluidmeetapparatuur⁷ van ARDEA.
- De actuele vluchtgegevens tijdens de metingen zijn onafhankelijk verkregen via de website van CASPER⁸ Live Aircraft Tracking.
- Na uitvoering van de metingen is aan Schiphol gevraagd om aanlevering van de door NOMOS vastgelegde geluidmetingen om individuele meetresultaten te kunnen vergelijken en te toetsen.

De geluidmetingen zijn bedoeld als steekproef. Er is gemeten op 5 locaties, verdeeld over drie dagen. Per meetpost is gedurende 1 à 2 uur gemeten. Bijlage 3 geeft een korte uitleg van de manier waarop een vliegtuigpassage wordt gedetecteerd met twee voorbeelden op basis van de geluidmetingen van ARDEA. Bijlage 4 geeft de resultaten van de metingen en een nadere toelichting.

3.4 Rapportage en NOMOS online

De resultaten van NOMOS zijn beschikbaar via schriftelijke rapportages aan betrokkenen (gemeente, omwonenden, belangenorganisaties) en op de website NOMOS online.

Platform Daarnaast heeft het platform vlieghinder Castricum⁹ toestemming gekregen om de meetwaarden van de NOMOS meetposten direct uit NOMOS te halen en te presenteren in een applicatie op basis van Google Earth.

In het kader van de audit is een maandrapportage beoordeeld evenals de beschikbare informatie op NOMOS online. Ten aanzien van NOMOS online heeft Schiphol aangegeven dat zij concrete plannen heeft om NOMOS online te gaan vervangen door een andere applicatie om de resultaten van NOMOS te presenteren. Gezien deze plannen is geen inhoudelijke beoordeling uitgevoerd van de technische dataverwerking van NOMOS online.

Maandrapport De schriftelijke rapportages bestaan uit een Excel file met een maandoverzicht met o.a. de top 10 van de hoogste L_{max}, het aantal events per geluidcategorie L_{max}, het aantal geregistreerde events voor een meetpost en het aantal bewegingen per baan. Er wordt gebruik gemaakt van een automatische query uit de NOMOS database. De resultaten komen in een MS-Excel file. Deze Excel file wordt, samen met een digitale afdruk van de file naar een Adobe-pdf file, verstuurd naar betrokkenen. De rapportage komt in principe geheel automatisch tot stand. Er vindt door Schiphol geen inhoudelijke beoordeling plaats.

Nomosonline De resultaten van NOMOS worden online gepresenteerd via de website NOMOS online¹⁰. De data wordt direct opgehaald van de NOMOS server en online geplaatst. Dit

⁷ Gebruik is gemaakt van type I geluidmeters Rion NA-28 en type I calibrator Rion NC-74. De geluidmeters zijn op 11 maart 2010 volledig gecontroleerd (kalibratiecertificaat 184786 en 184787). De calibrator is op 25 mei 2011 volledig gecontroleerd (kalibratiecertificaat 505356).

⁸ www.casperflights.com

⁹ www.vlieghinder.nl



proces vindt bijna helemaal automatisch plaats zonder tussenkomst van de beheerders. Een uitzondering wordt gemaakt indien het systeem vaststelt dat er voor een passage een LAm_{ax} waarde is die hoger is dan een instelbare bovengrens per meetpost. Indien een dergelijke situatie zich voordoet dan wordt de desbetreffende passage voorzien van het label “not plausible” en apart gezet. Vervolgens wordt door een medewerker van de afdeling capaciteitsmanagement elke geluidpiek handmatig beoordeeld en goed- of afgekeurd.

¹⁰ www.schiphol.nl/nomosonline

4 TOETSING EN BEVINDINGEN

4.1 Beheer en onderhoud

Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de meest relevante punten die onderdeel hebben uitgemaakt van de audit, de toetsing/bevinding en advies/aanbeveling voor verbetering. Op basis van de bevindingen kan geconcludeerd worden dat sprake is van een professionele beheerorganisatie.

Onderwerp Beheer en Onderhoud	Omschrijving	Toetsing/Bevinding	Advies/Aanbeveling
Interne organisatie Schiphol	Kwaliteitsdocument beheerorganisatie	Document ontbreekt. Na de overdracht naar ICT zijn geen controleerbare afspraken gemaakt over wie doet wat wanneer en hoe, vervanging bij ziekte en waar worden relevante gegevens en beheerdocumenten opgeslagen.	Na overdracht in maart 2011 afspraken interne beheerorganisatie uitbreiden en vastleggen in intern beheerdocument.
Maandrapport B&K	Document met samenvattend overzicht resultaten NOMOS III, performance statistieken en belangrijke openstaande tickets ter bespreking	Rapport B&K geeft een volledig beeld van werking NOMOS III	-
Overleg Schiphol en B&K	Bespreking maandrapport tussen Schiphol en B&K	Gespreksverslagen met algemene bevindingen en acties ontbreken. Controle achteraf over afspraken is niet mogelijk.	Gespreksverslag op hoofdlijnen opnemen in maandrapport B&K
Focus Portal	Web interface voor toegang tot server in Melbourne en beheer tickets	Schiphol kan zelf nieuwe gebruikers aanmaken. Alle gebruikers hebben nu alle rechten.	De portal geeft de mogelijkheid gebruikers verschillende rechten te geven. Bij bestaande en nieuwe gebruikers bepalen welke rechten worden toegekend zodat duidelijker wordt waar verantwoordelijkheden liggen.
Meetpost jaarcontrole	Uitvoering controle en onderhoud zijn vastgelegd in onderhoudsafspraken en worden in overeenstemming uitgevoerd	Onderhoudsdocument aanwezig geeft volledige beschrijving uit te voeren onderhoud	-
		Checklist per meetpost ingevuld en aanwezig	-
		Microfooncalibratie correct uitgevoerd	-

Onderwerp Beheer en Onderhoud	Omschrijving	Toetsing/Bevinding	Advies/Aanbeveling
	Controle pistonphone voor beoordeling meetmicrofoons	Pistonphone is in 2010 op juiste werking via officieel calibratiedocument gecontroleerd door leverancier GRAS	-
	Controle frequentie- en tijdresponsie conform norm IEC 61672 – 5.2 en 5.5	Wordt niet uitgevoerd. Bij B&K beheer Europa is niet bekend of een microfoonsysteem tijdens de levenscyclus stabiel is qua frequentie- en lineariteitsgedrag onder invloed van luchtvervuiling, vocht en temperatuur.	Bij type I geluidmeters wordt een controle 2-jaarlijks uitgevoerd. In overleg met de leverancier bepalen of systeem stabiel is tijdens levenscyclus en of het zinvol is een extra controle in te voeren.
	Beheer computerinterface meetpost met mogelijkheid voor uitlezen meetpostgegevens en instellen parameters	Er zijn geen verschillende gebruikersniveaus. Dit houdt in dat de instelparameters van de meetpost zowel door medewerkers van Schiphol als door B&K kunnen worden veranderd en/of dat de meetpost offline kan worden geplaatst voor onderhoud (na overleg met Melbourne). (in de database wordt wel bij elk event opgeslagen wat de instellingen zijn van de meetpost).	Vanuit oogpunt van kwaliteit en beheer wordt geadviseerd om in overleg met B&K na te gaan of de computerinterface per meetpost voorzien kan worden van rechten per gebruiker. Zo niet, dan dienen duidelijke afspraken te worden gemaakt over een te volgen procedure voor aanpassing van parameters. (Wie mag dat doen en wie moet er dan worden geïnformeerd).

4.2 Controlegeluidmetingen

Deze paragraaf geeft een samenvatting van de toetsing van de meetresultaten. In het algemeen kan worden geconcludeerd dat de resultaten van het NOMOS meetsysteem en de controle metingen zeer goed overeenkomen. De resultaten vallen binnen de meetnauwkeurigheid conform NEN-ISO 20906.

Normen	Het NOMOS systeem wordt door Schiphol beschouwd als een informatiesysteem. Voor zover bekend zijn er daarom geen harde eisen voor de nauwkeurigheid van de getalsmatige uitkomsten. Wel is er een eis voor de nauwkeurigheid van de meetmicrofoons. Deze moeten voldoen aan de norm IEC 61672-1, klasse 1.
NEN-ISO 20906	Om toch een toetsing te kunnen uitvoeren van de resultaten van NOMOS en van ARDEA wordt in deze audit uitgegaan van de nauwkeurigheden die zijn omschreven in de norm NEN-ISO 20906 ¹¹ . In Bijlage B3.1 van deze norm is een berekening gemaakt van de te verwachten meetnauwkeurigheid op basis van een klasse 1 meetsysteem. De totale gecombineerde onzekerheid komt uit op 0.7 dB voor invalshoeken tot $\pm 30^\circ$ en 0.9 dB voor grotere invalshoeken. Daarnaast geeft de norm nog aan dat rekening moet worden gehouden met onnauwkeurigheid vanwege de effecten van het omgevingsgeluid. Omdat de ARDEA controlemetingen parallel zijn uitgevoerd aan de NOMOS metingen wordt voornamelijk uitgegaan dat sprake is van een onnauwkeurigheid die systematisch in beide resultaten aanwezig is. Voor de toetsing wordt nu uitgegaan van 0.7 dB voor meetposten dichtbij de landingsbanen en 0.9 dB op grotere afstand (ca 1 km).

¹¹ NEN-ISO 20906:2010 op basis van ISO 20906: Acoustics-Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports

Onderwerp Controle geluidmetin- gen	Omschrijving	Toetsing/Bevinding	Advies/Aanbeveling
LA-max bepaling	Vershil resultaat LA-max bepaling meetpost 01 en 10 is -0.3 en 0.1 dB	Vershil kleiner dan toets- waarde van 0.7 dB. Voldoet.	-
	Vershil resultaat LA-max bepaling meetpost 12, 16 en 27 is -0.2, -0.2 en +0.4 dB	Vershil kleiner dan toets- waarde van 0.9 dB. Voldoet.	-
SEL bepaling	Vershil resultaat SEL bepa- ling meetpost 01 en 10 is +0.5 en -0.1 dB	Vershil kleiner dan toets- waarde van 0.7 dB. Voldoet.	-
	Vershil resultaat SEL bepa- ling meetpost 12, 16 en 27 is -0.5, -0.6 en -0.2 dB	Vershil kleiner dan toets- waarde van 0.9 dB. Voldoet.	-
	Methodiek bepaling SEL ni- veau	Het NOMOS systeem gaat uit van een SEL bepaling voor passageniveaus die boven de drempelwaarde uitkomen	Zie onder methodiek SEL
Detectie vlieg- tuigpassages	Worden vliegtuigpassages correct herkend.	Vliegtuigpassages waarvan het piekniveau boven de drempelwaarde uitkomt wor- den correct herkend en opge- slagen in de database van NOMOS.	Zie onder Drempel
Koppeling geluid aan radargegevens	Een geluidevent wordt gekop- peld aan een type vliegtuig op basis van radargegevens	Bij de matching van de gege- vens van NOMOS en ARDEA komt de overeenkomst uit op 92%. Verschillen in interpreta- tie treden op bij meetpost 27 en 01 vanwege parallelle verlopende vluchten.	Op dit moment vindt geen beoor- deling plaats van individuele vluchten of typen vliegtuigen. Indien dat, bijvoorbeeld voor onderzoek, wel plaatsvindt dan is controle gewenst.

Methodiek SEL Bij de controlemetingen zijn de door NOMOS berekende SEL waarden voor de verschillende passages meegenomen in deze audit. SEL-waarden worden op dit moment alleen gegeven voor de 10 grootste LMax waarden. Indien in de toekomst ook SEL waarden worden gepresenteerd voor lagere geluidsniveaus dan wordt aanbevolen om bij presentatie van gegevens duidelijk aan te geven op welke wijze de SEL-waarde is berekend en wat het effect is van de keuze van de drempel en/of het effect van omgevingsgeluid.

Drempel Op basis van NOMOS online blijkt dat voor de meeste meetposten wordt uitgegaan van een vaste drempelwaarde gedurende 24 uur per dag van 60-65 dB(A). Voor enkele meetposten 22-25, 27, 28 en 92 wordt wel een onderscheid gemaakt in 4 perioden per 24 uur. De drempelwaarde per meetpost wordt in het algemeen zeer zelden gewijzigd en staat gedurende langere periode (enkele jaren) vast. Alleen bij meetpost 23 is de drempelwaarde 's nachts op 55 dB(A) gezet. Bij het uitvoeren van metingen bij 12 en 16 blijkt dat het regelmatig voorkomt dat het geluid van een vliegtuigpassage boven het omgevingsgeluid uitkomt maar onder de ingestelde drempel voor de desbetreffende meetpost blijft. NOMOS legt deze passage

niet vast omdat de drempel niet wordt overschreden. Daar staat tegenover dat deze passages voor het menselijk oor¹² wel goed waarneembaar zijn. Omdat deze passages voor omwonenden dus wel worden waargenomen maar niet worden vastgelegd in NOMOS wordt geadviseerd om per meetpost na te gaan of het mogelijk is om de drempel te verlagen. De meetnauwkeurigheid voor deze passages met een laag geluidniveau zullen vanzelfsprekend minder groot zijn door de invloed van het omgevingsgeluid, maar er vindt dan wel registratie plaats.

4.3 Rapportage en NOMOS Online

Onderwerp Controle geluidmetingen	Omschrijving	Toetsing/Bevinding	Advies/Aanbeveling
Maandrapport	Maandrapport geeft per meetpost informatie over LAmax, top 10 Max, aantal events per geluidniveau LAmax verdeling over dag en verdeling per dag van de maand. Overzicht aantal gemeten events per baan en het aantal starts en landingen op de baan.	De data worden automatisch gegeneerd uit de NOMOS database naar Excel. De kans op fouten of misinterpretaties is voldoende gewaarborgd.	-
	Duidelijkheid informatie	De informatie is in principe overzichtelijk gepresenteerd. Getallen zijn via de Excel file beschikbaar voor eigen verwerking en interpretatie. Door de grote hoeveelheid detailinformatie is het voor derden niet makkelijk om een koppeling te maken met ervaren hinder.	Heroverwegen presentatie, alle detailinformatie in maandrapportages noodzakelijk?
	Ontbrekende informatie	De resultaten worden gepresenteerd zonder achtergrondinformatie over betrouwbaarheid meetresultaten en aantal passages nabij meetposten.	Vanwege de vraag of NOMOS voldoende betrouwbaar vliegtuigpassages vastlegt, wordt aanbevolen om op basis van de beschikbare radargegevens vast te stellen hoeveel passages zijn vastgelegd. Voor meetposten met een lage score zal dan beoordeeld kunnen worden of de locatie wel geschikt is, de meetparameters anders moeten worden ingesteld. Op deze wijze kan de kwaliteit van de data verbeterd worden.
		Historisch vergelijkingsmateriaal ontbreekt (trends, verschil vorige periode, vorig jaar)	Toevoegen van trends.

¹² Uit psychofysisch onderzoek blijkt dat het menselijk oor in staat is om specifieke geluiden waar te nemen die zachter zijn dan het omgevingsgeluid. Spraak wordt bijvoorbeeld nog volledig verstaan als spraak 6 dB zachter is dan het omgevingsgeluid. Een specifieke toon kan zelfs nog worden waargenomen als deze 10 dB zachter is.

Onderwerp Controle geluidmetingen	Omschrijving	Toetsing/Bevinding	Advies/Aanbeveling
		Informatie over SEL-waarden of L_{den} ontbreekt.	In overleg met betrokken partijen nagaan of presentatie van andere informatie zinvol is en beter aansluit bij de ervaren hinder.
NOMOS online	Presentatie actuele meetwaarden. De actuele geluidniveaus worden automatisch gepresenteerd met staafdiagrammen. Data is online beschikbaar voor het platform vliegtuighinder.	Parallele beoordeling van de weergegeven niveaus op NOMOS en de Google Earth applicatie laten zien dat de waarden, rekening houdend met de verversingssnelheid van de sites aan elkaar gelijk zijn.	-
	Instelling drempelwaarden	De aangegeven drempelwaarden op de website komen overeen op basis van toetsing meetposten 1, 10, 12, 16 en 27.	-
	Presentatie top 10 L _{Amax} waarden	Vindt semiautomatisch plaats. Is afhankelijk van handmatige beoordeling als maximale waarde overschrijdt. Afhandeling vindt plaats op basis van individuele interpretatie medewerker.	Opstellen protocol voor controleerbare afhandeling "Non-plausible" L _{Amax} waarden. Voor meer transparantie waarden niet later op NOMOS online plaatsen maar direct met annotatie "ongecontroleerd". Indien mogelijk automatiseren voor controleerbaarheid en handhaafbaarheid.

Samenvatting

Op basis van de verkregen informatie wordt geconcludeerd dat presentatie in de maandrapporten en op NOMOS-online geautomatiseerd plaatsvinden en dat de mogelijkheid voor fouten en misinterpretaties beperkt is. Een uitzondering vormt de presentatie van L_{Amax} waarden die hoger zijn de ingestelde bovengrenzen. Dit proces is handmatig en matig controleerbaar. Aanbevolen wordt om dit proces anders op te zetten.

Overzichten zijn nu grotendeels gebaseerd op basis van aantallen gemeten passages, L_{Amax} waarden en actuele waarden (L_p , 1s slow). Geadviseerd wordt om in overleg met de gebruikersomgeving te bepalen welke extra informatie (vliegtuigbewegingen over meetpost, SEL-waarden, nauwkeurigheid meetresultaten) kan bijdragen aan extra transparantie/inzicht en beter past bij de ervaren hinderbeleving.

5 SAMENVATTING

- NOMOS** Het NOMOS meetsysteem is ontwikkeld door het Australische bedrijf Lochard¹³. Lochard heeft NOMOS geplaatst bij ca. 250 vliegvelden wereldwijd. Lochard is in 2007 overgenomen door het bedrijf Brüel & Kjaer¹⁴ (B&K). De eerste geluidmeetposten van NOMOS zijn in 1993 geplaatst. Daarbij is gekozen voor een hoogwaardig systeem op basis van geluidmeetapparatuur, klasse I. Het systeem is opgezet als een informatiesysteem waarbij inherent altijd is gekozen voor kwaliteit en relevante meetlocaties¹⁵. In de loop der jaren is het systeem uitgebreid en aangepast. Er zijn nu 29 vaste geluidmeetposten en 2 mobiele posten. Sinds maart 2011 wordt gewerkt met het zogenoemde NOMOS III systeem.
- Organisatie** Schiphol heeft het beheer en onderhoud via een service overeenkomst overgedragen aan Brüel & Kjaer. Op basis van de bevindingen uit deze audit kan geconcludeerd worden dat sprake is van een betrouwbaar systeem en een professionele beheerorganisatie. Rond de ingebruikname van het NOMOS III systeem heeft Schiphol, gezien de grote ICT-component, besloten de verantwoordelijkheid voor het technisch beheer over te dragen van de afdeling capaciteitsmanagement naar de afdeling ICT. De afdeling capaciteitsmanagement blijft inhoudelijk verantwoordelijk.
- Op basis van deze audit wordt geadviseerd om verantwoordelijkheden duidelijk te omschrijven en ook het beheer van documenten zodanig te organiseren dat voor alle (intern) betrokkenen op een eenduidige manier toegang wordt verkregen tot alle relevante documenten.
- Voor het beheer via de webinterface Focus Portal en de directe interface van de meetposten wordt aanbevolen meer gebruik te maken van gebruikersrechten en toekomstige aanpassingen van parameters van meetposten te laten verlopen via een protocol.
- Geluidmetingen** Uit de uitgevoerde controlegeluidmetingen blijkt dat passages boven de drempelwaarde correct zijn opgenomen in de NOMOS database en dat er een zeer goede overeenkomst bestaat tussen de resultaten van het NOMOS systeem en de metingen van ARDEA. De verschillen zijn kleiner dan de meetnauwkeurigheid conform NEN-ISO 20906:2010. In de praktijk blijkt dat voor veel meetposten is gekozen voor een conservatieve drempelwaarde van 60-65 dB(A). Door deze (relatief hoge) drempelwaarde worden stillere vliegtuigpassages met piekniveaus rond de drempelwaarde niet geregistreerd terwijl deze vaak duidelijk hoorbaar zijn. Geadviseerd wordt om per meetpost te bepalen of aanpassing van de drempelwaarde mogelijk is en of daardoor een completer beeld van de geluidssituatie wordt verkregen.

¹³ www.lochard.com

¹⁴ www.bksv.com

¹⁵ De commissie vliegtuigdeskundigen heeft in haar rapport van 2006 aanbevelingen gegeven voor geluidmetingen voor informatie. Veel van deze aanbevelingen maken onderdeel uit van NEN-ISO 20906:2010.

- Rapportage** Op basis van de verkregen informatie wordt geconcludeerd dat presentatie in de maandrapporten en op NOMOS-online geautomatiseerd plaatsvinden en dat de mogelijkheid voor fouten en misinterpretaties beperkt is. Een uitzondering vormt de presentatie van LAmix waarden die hoger zijn de ingestelde bovengrenzen. Dit proces is handmatig, tijdrovend en matig controleerbaar. Aanbevolen wordt om dit proces anders op te zetten.
- Informatie** Overzichten zijn nu grotendeels gebaseerd op basis van aantallen gemeten passages, LAmix waarden en actuele waarden (Lp, 1s slow). Geadviseerd wordt om in overleg met de gebruikersomgeving te bepalen welke extra informatie (vliegtuigbewegingen over meetpost, SEL-waarden, nauwkeurigheid meetresultaten) kan bijdragen aan extra transparantie/inzicht en beter past bij de ervaren hinderbeleving.
- Conclusie** Deze audit is uitgevoerd omdat er van diverse kanten steeds meer vragen kwamen over de kwaliteit van de geleverde informatie. Gekozen is voor een eerste verkennende audit ten aanzien van het totale proces met daarbij controlemetingen. Op basis van deze eerste audit kan geconcludeerd worden dat NOMOS vliegtuigpassages boven de drempel correct herkend. Dataverwerking en beheer vindt op een zodanig professionele en controleerbare wijze plaats dat geen twijfel hoeft te bestaan over de kwaliteit van de opgeslagen data.
- NEN-ISO** In de afgelopen jaren is steeds inherent gekozen voor kwaliteit en relevante meetlocaties. Indien de wens bestaat om de kwaliteit van NOMOS als totaal informatiesysteem te blijven garanderen en te verbeteren dan wordt geadviseerd om de processen duidelijker te beschrijven en te werken met een formeler cyclisch beheer- en kwaliteitsproces en volledige toetsing aan de recente norm NEN-ISO 20906:2010.

Bijlage 1 Lijst documenten

Calibration chart for Pistonphone Type 42AA, no. 58309 van 5 maart 2010

Infosheet Calibration adaptor, type RA0009

Voorbeeld certificeringsdocument bij installatie van Meetpost station met serienummer 860 waarin voldaan wordt aan IEC 61672-1-1 Class 1, ANS S1.4-193, type 1, IEC 60671, 60804, 61260, datum 16 februari 2006

Voorbeeld microfoon Linearity Test Results, microfoon 41dm-2 sn: 71058

Onderhoudsrapport Meetpost Velsbroek van 8 oktober 2010

Acoustic Performance Lochard 41 DM digital microphone, specificaties van Lochard Pt Ltd., verzin 1.0

Jaaroverzicht NOMOS meetposten, september 2007

Maandrapport meetpost 92-Lijnden 1 mei 2011-31 mei 2011

Rapportage NOMOS3 audit, beoordeling WINGS exportbestanden, NLR-CR-2011-202, mei 2011

Beschrijving Outdoor Microphone System Type 41AM

Technical Note EMU Noise Event Detection, Lochard

Service- en onderhoudsovereenkomst tussen Schiphol en Brüel & Kjaer, 27 april 2010

Praktijkmogelijkheden geluidmetingen Luchtvaart in het buitengebied van Schiphol, RIVM rapport 6800010001

Luid, maar duidelijk, rapport commissie deskundigen vliegtuiggeluid, 15 januari 2006

Acoustics-Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports (ISO 20906:2009, IDT), Nederlandse norm NEN-ISO 20906, januari 2010

Bijlage 2 Beschrijving meetpost 78

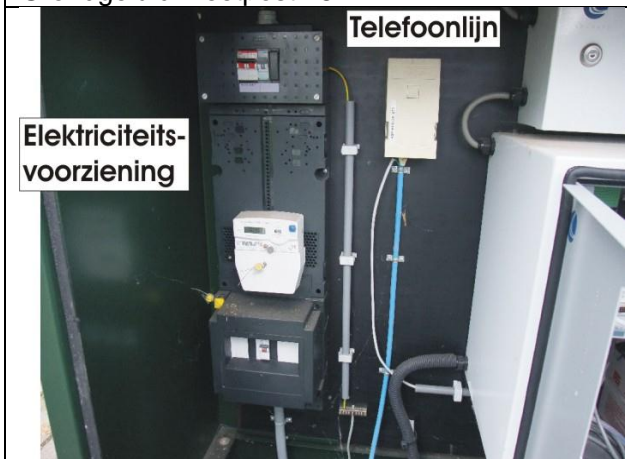
Meetpost 78 Meetpost 78 is een zogenoemde grondgeluid meetpost. Een grondgeluid meetpost is herkenbaar aan de lage microfoonpositie (circa 3 m) boven de grond. Naast meetpost 78 is er een tweede grondgeluid meetpost te weten nummer 80.

Distributiekast Meetpost 78 is voorzien van een losstaande distributiekast. Bij andere meetposten is de distributiekast gemonteerd aan de mast. De toegangsdeur van de distributiekast geeft geen directe toegang tot de tweede interne kast waarin zich de verwerkingsapparatuur bevindt. De distributiekast heeft een aparte elektriciteitsvoorziening en telefoonaansluiting ten behoeve van de ADSL-verbinding. In de distributiekast bevindt zich een tweede kast met daarin de verwerkingsapparatuur voor de microfoonsignalen (SLM), computer (CCM), voeding, noodstroomvoorziening en ADSL-modem.



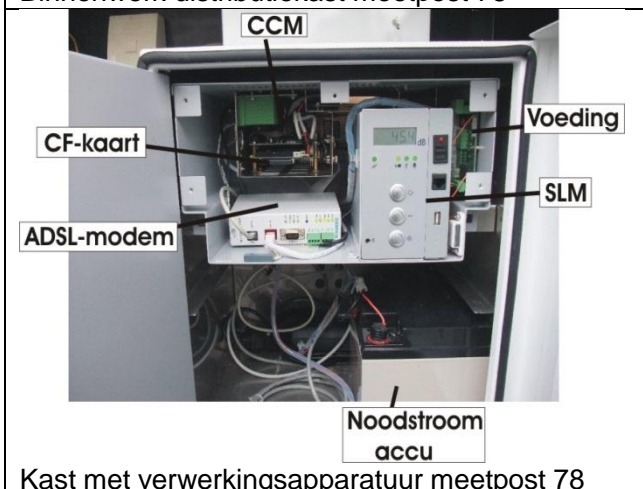
Grondgeluid meetpost 78

Verwerking De interne kast met verwerkingsapparatuur is voorzien van een deurdetectie schakelaar. Hiermee kan niet-geautoriseerde toegang worden gedetecteerd. Onderhoud aan de meetposten moet daarom vooraf worden gemeld. Voor onderhoudswerkzaamheden wordt er middels een UTP-ethernetkabel direct verbinding gemaakt met de SLM-module.



Binnenwerk distributiekast meetpost 78

Een webbased interface geeft de mogelijkheid het systeem te controleren en diverse calibratiemetingen uit te voeren. Hetzelfde gebruikersinterface is ook via het internet bereikbaar mits men beschikt over de juiste inlog autorisatie. Tevens is de meetpost uitgerust met een firewall. De firewall laat alleen verbindingen toe vanuit Melbourne, Australië of vanaf het Schiphol netwerk. Voor verbindingen naar een meetpost vanaf een willekeurig internetadres dient eerst een VPN verbinding te worden opgezet naar Melbourne, Australië van waaraf contact kan worden gemaakt naar een meetpost. Tijdens werkzaamheden wordt het systeem in een zogenaamde onderhoudstoestand geplaatst. Deze onderhoudstoestand vervalt automatisch na een



Kast met verwerkingsapparatuur meetpost 78

vooringestelde tijd (bijvoorbeeld 2 uur). Deze voorzien is aangebracht om te voorkomen dat vergeten wordt de meetpost terug te plaatsen in normale operationele toestand.

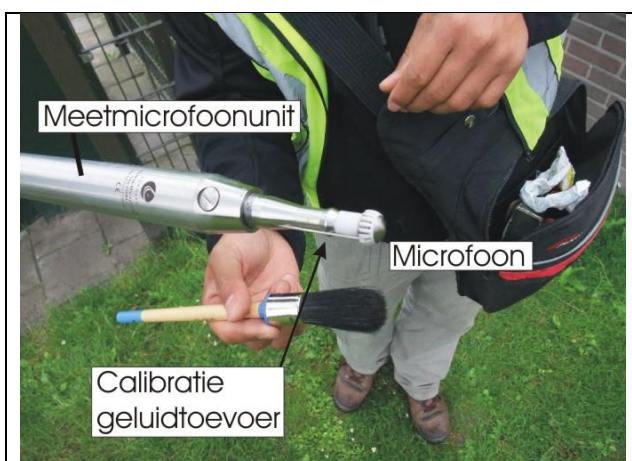
CCM (computer) De besturing van de controlekast gebeurt door een standalone Linux based computer systeem. De CCM is uitgerust met een 4GB CF-geheugenkaart waarop de meetgegevens opgeslagen worden. Tevens worden de geluidsignalen opgeslagen in ogg formaat. Bepaalde gebeurtenissen kunnen dan op een later tijdstip worden afgeluisterd. Een configuratie bestand bepaald de eigenschappen van de meetpost. Zo worden voor grondgeluid posten LCS metingen uitgevoerd en voor de overige geluidposten LAS metingen uitgevoerd.

De gegevens van alle meetposten worden verstuurd naar een server in Melbourne, Australië. Op de server worden alle meetgegevens bewerkt en geanalyseerd waarna ze beschikbaar zijn voor presentatie.

Energie Iedere meetpost is voorzien van een aparte elektriciteitsvoorziening met noodstroomvoorziening. Mocht in geval van een stroomstoring de elektriciteitsvoorziening wegvallen dan is het mogelijk de meetpost voor circa 38 uur in bedrijf te houden. Mocht de internetverbinding wegvallen dan worden de meetgegevens opgeslagen op een CF-geheugenkaart en zullen na herstel van de internetverbinding op een later tijdstip worden doorgestuurd naar de server in Melbourne. Stroomstoringen worden gedetecteerd en doorgegeven aan de onderhoudsdienst.

Meetmicrofoon De meetmicrofoon gebruikt op meetpost 78 (en alle andere meetposten) is een Lochard Outdoor Microphone type 41DM-2. De meetmicrofoon is uitgerust met een interne kalibratie unit. Tweemaal daags wordt een kalibratie van de meetmicrofoon uitgevoerd met behulp van de interne kalibratie unit.

Eenmaal per jaar wordt de meetmicrofoonunit gekalibreerd met een Pistonphone (124dB). De SLM zal tijdens de kalibratie fase het gemeten geluidniveau opslaan in het systeem en gebruiken als referentie. Voor kalibratie met de Pistonphone dient de juiste luchtdruk en de demping die optreedt door gebruik van de adapter (+0.3 dB) te worden ingevoerd als kalibratieparameters in de SLM. De kalibratie dient tweemaal te worden uitgevoerd. Na kalibratie met de Pistonphone wordt de interne kalibratieunit (90 dB) gecontroleerd door de SLM. Bij afwijkingen meer dan 1 dB wordt de gehele meetmicrofoonunit vervangen. De windbolkap wordt schoongemaakt of vervangen indien nodig. In de windbolkap worden twee zakjes gevuld met silicagel geplaatst om luchtvochtigheid nabij de microfoon te verlagen.



Reinigen meetmicrofoonunit



Kalibratie meetmicrofoonunit

Bijlage 3 Achtergrond vliegtuigdetectie

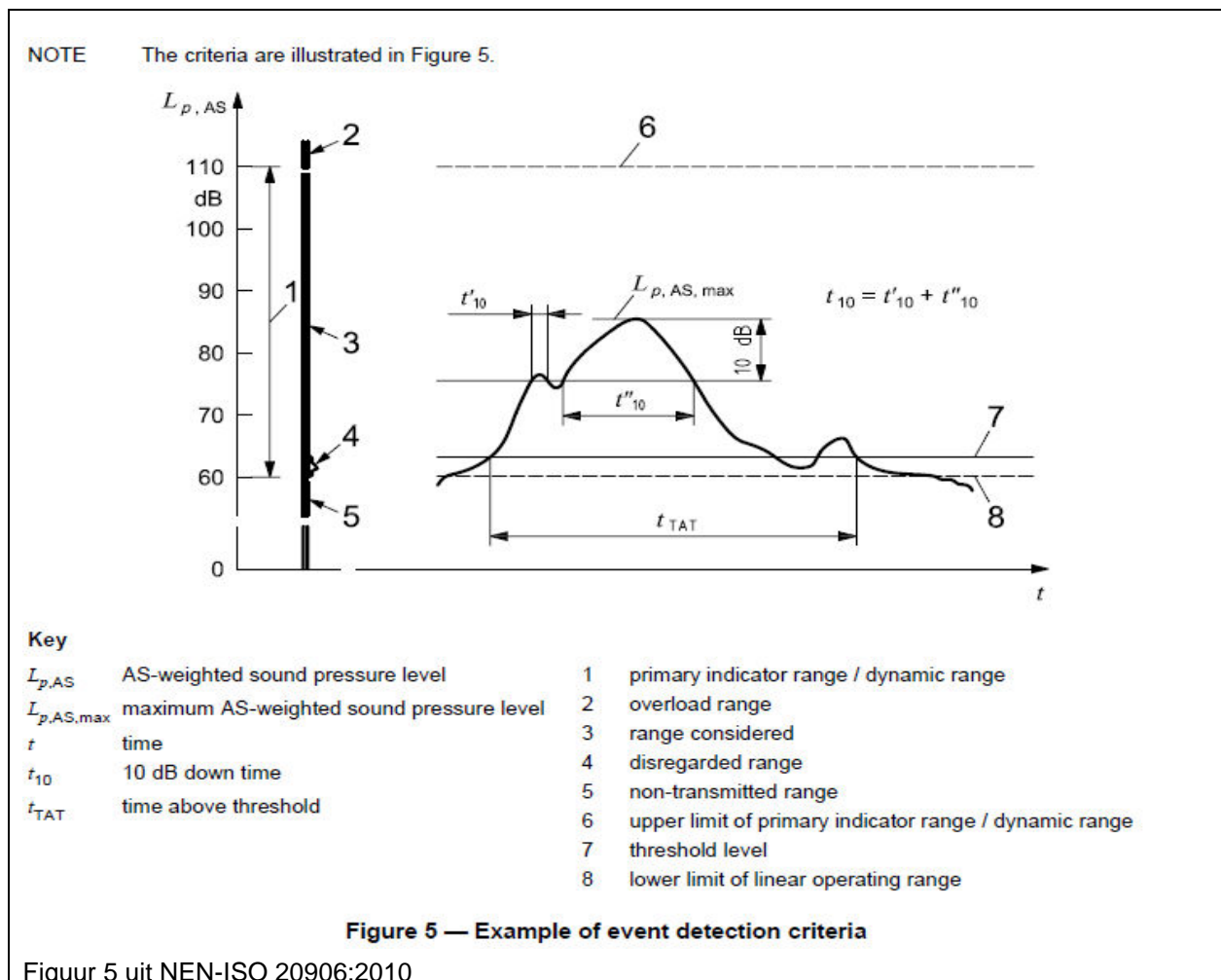
Algemeen

Bij het meten van geluid van vliegtuigen wordt op basis van het verloop van het geluidniveau over een bepaalde tijdsduur. Indien een vliegtuig aan komt vliegen dan neemt het geluid in een korte periode toe tot een maximum om dan weer af te nemen.

Met de meetmicrofoon wordt het totale geluidniveau opgevangen en nadien verwerkt in de geluidmeetunit. Vervolgens wordt een programma toegepast om uit het tijdsverloop te bepalen of er een vliegtuig langskwam dan wel een auto of een brommer.

Onderstaande figuur geeft een illustratie van een passage met de verschillende parameters zoals beschreven in de norm NEN-ISO 20906:2010. Als het geluidniveau boven een bepaalde drempel uitkomt (7) dan bepaalt het computerprogramma of de snelheid van de toename van het geluidniveau (en nadien de afname) voldoen aan de te verwachten snelheid van een vliegtuig.

Indien de totale tijdsduur (t_{TAT} in figuur) bijvoorbeeld langer is dan 10 s dan neemt het programma aan dat er een vliegtuig is gepasseerd.



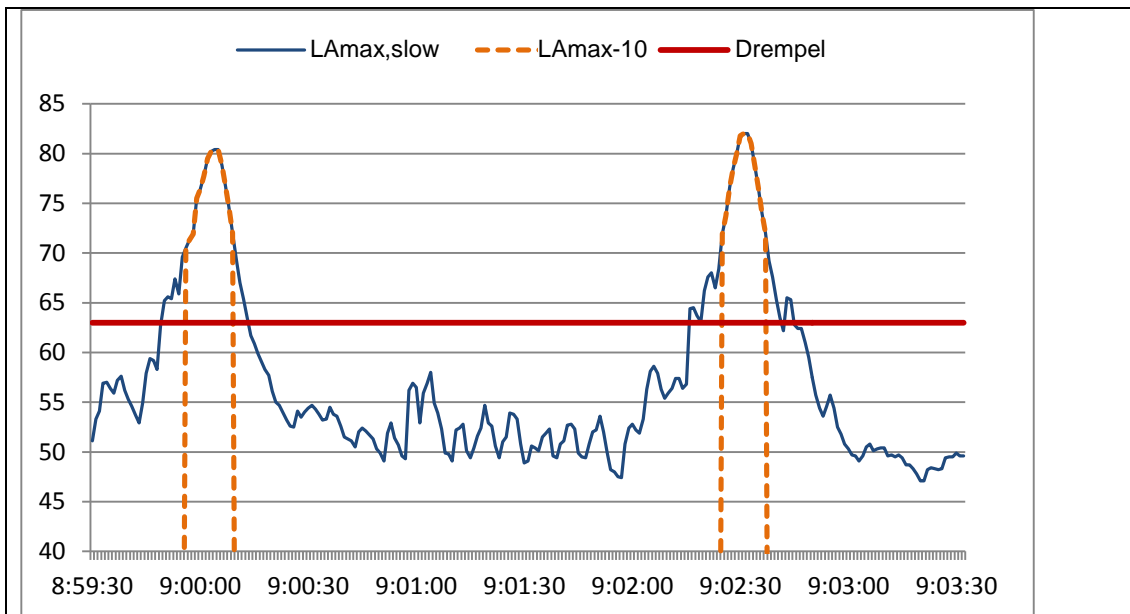
Uit het tijdsverloop wordt dan allereerst het maximale geluidniveau $L_{p,AS}$ bepaald (de top). Vervolgens wordt dan nog de tijd bepaald dat het geluidniveau 10 dB onder het maximum is ($t_{10} = t'_{10} t''_{10}$) in de figuur. Het geluidniveau over deze periode wordt dan gesommeerd alsof het gedurende 1 s is opgetreden. Dit wordt de SEL_{1s} genoemd.

In elke meetpost van NOMOS is een computer aanwezig die het gemeten geluid analyseert met een standaard programma van B&K. Het programma beschikt over een standaard algoritme met de mogelijkheid om verschillende parameters in te stellen (bijvoorbeeld drempelwaarde, minimaal te verwachten duur van een passage). Daarnaast kan gekozen worden voor enkele andere algoritmes die bv. voldoen aan Duitse of Zwitserse normen. Binnen NOMOS III is gekozen voor het standaard algoritme (code STD).

Na analyse van het geluid wordt door het computerprogramma de gegevens opgeslagen in een lokale data file die vervolgens naar de centrale server gaat. Voor elke passage wordt o.a. het tijdstip, de tijdsduur van de passage, het L_{max}, de SEL waarde en de softwareparameters opgeslagen.

Praktijkvoorbeeld

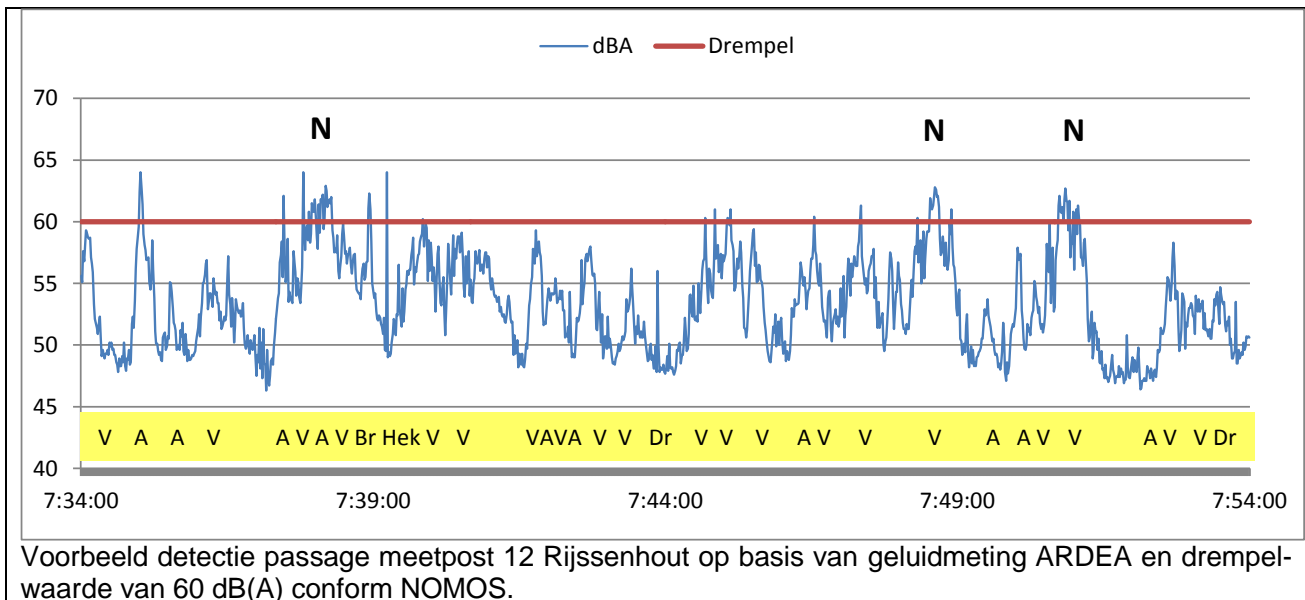
In de praktijk staan de geluidmeetposten in een omgeving waar ook andere geluiden zijn. De mogelijkheid om dan de passage van een vliegtuig goed te detecteren worden dan vooral bepaald door de verhouding tussen de sterkte van het geluid van de passage van een vliegtuig en het niveau van het overige geluid in de omgeving. In onderstaande figuur zijn twee passages van vliegtuigen weergegeven van metingen door ARDEA bij meetpost 10 (Aalsmeer) waar in het NOMOS-systeem een drempelwaarde geldt van 63 dB(A) is ingesteld. De passages zijn duidelijk zichtbaar en komen duidelijk boven de drempel uit. Detectie van de piek en de SEL-10 zijn eenvoudig.



Voorbeeld detectie passage meetpost 10 Aalsmeer op basis geluidmeting ARDEA en drempelwaarde 63 dB(A) conform NOMOS.

De detectie van passages bij Meetpost 12 (Rijssenhout) geeft een heel ander beeld. De drempelwaarde in NOMOS is ingesteld op 60 dB(A). De volgende figuur geeft het verloop van het geluid over een periode van 20 minuten. In de figuur is aangegeven welke geluiden auditief hoorbaar zijn: vliegtuiggeluid (V), autopassage (A), brommer (Br), dichtslaan hek (Hek) en dichtslaan deur (Dr). Daarbij zijn er enkele vogels aan het fluiten waardoor het totaalbeeld in de figuur veel “stoorgeluid” laat zien.

Het NOMOS systeem detecteert in totaal 3 passages terwijl een zeer groot deel van de tijd geluid van passerende vliegtuigen hoorbaar is. De detectie van de drie passages is correct vanwege de ingestelde drempel van 60 dB(A). Uit dit voorbeeld blijkt dat NOMOS in deze situatie passages van vliegtuigen die een lager passageniveau geven niet detecteert omdat zij juist onder de ingestelde drempelwaarde vallen.



Voorbeeld detectie passage meetpost 12 Rijssenhout op basis van geluidmeting ARDEA en drempelwaarde van 60 dB(A) conform NOMOS.

Bijlage 4 Resultaten geluidmetingen

Meting

Deze bijlage geeft een samenvatting van de meetresultaten. De metingen zijn uitgevoerd met eigen geluidmeters van ARDEA. Onderstaande foto's geven voorbeelden van de metingen bij meetpost 10 en 16.



Per meetpost worden de meetwaarden van NOMOS vergeleken met de meetwaarden van ARDEA. In de grafieken is op de horizontale as de meetwaarde van NOMOS aangegeven en op de verticale as de waarde van ARDEA. Bij een volledig exacte overeenkomst komt een stipje in de grafiek uit op de lijn $x=y$ (ofwel $NOMOS=ARDEA$). Een stip boven de lijn betekent dat de meting van ARDEA hoger uitkomt. Een stip onder de lijn dat de meting van ARDEA lager uitkomt.

Piekdetectie L_{max}

Overzicht

De onderstaande tabel geeft een samenvattend overzicht per meetpost voor de detectie van de L_{max,1s} waarden. Er is een zeer goede overeenkomst tussen de resultaten van NOMOS en van ARDEA. Het verschil per meetpost varieert tussen -0.2 en +0.6 dB.

Tabel Resultaat L_{max} detectie per meetpost en het verschil tussen NOMOS en ARDEA

Omschrijving	NOMOS	ARDEA	Vershil N-A
01 Zwanenburg	76.2	75.6	+0.6
10 Aalsmeer	82.7	82.6	+0.1
12 Rijssenhout	67.1	66.9	-0.2
16 Hoofddorp	68.3	68.5	-0.2
27 Uitgeest	69.6	69.2	+0.4

Figuren Uit de figuren voor de L_{max} waarden blijkt dat voor meetpost 01 en 10, beide dicht bij de landingsbanen, de spreiding rond de lijn $x=y$ zeer klein is. Voor de andere meetposten 12, 16 en 27, op grotere afstand van de landingsbanen, is de spreiding iets groter. Voor alle meetposten geldt dat de regressielijnen nagenoeg parallel aan de lijn $x=y$ lopen met een marginaal verschil.

Passageniveau SEL

Overzicht De onderstaande tabel geeft een samenvattend overzicht per meetpost voor de detectie van het passagegeluid omgerekend naar de SEL-waarden. Uit de tabel blijkt dat er voor de SEL waarden een zeer goede overeenkomst tussen de resultaten van NOMOS en van ARDEA. Het verschil per meetpost varieert tussen -0.6 en +0.5 dB.

Tabel Resultaat SEL bepaling per meetpost en het verschil tussen NOMOS en ARDEA

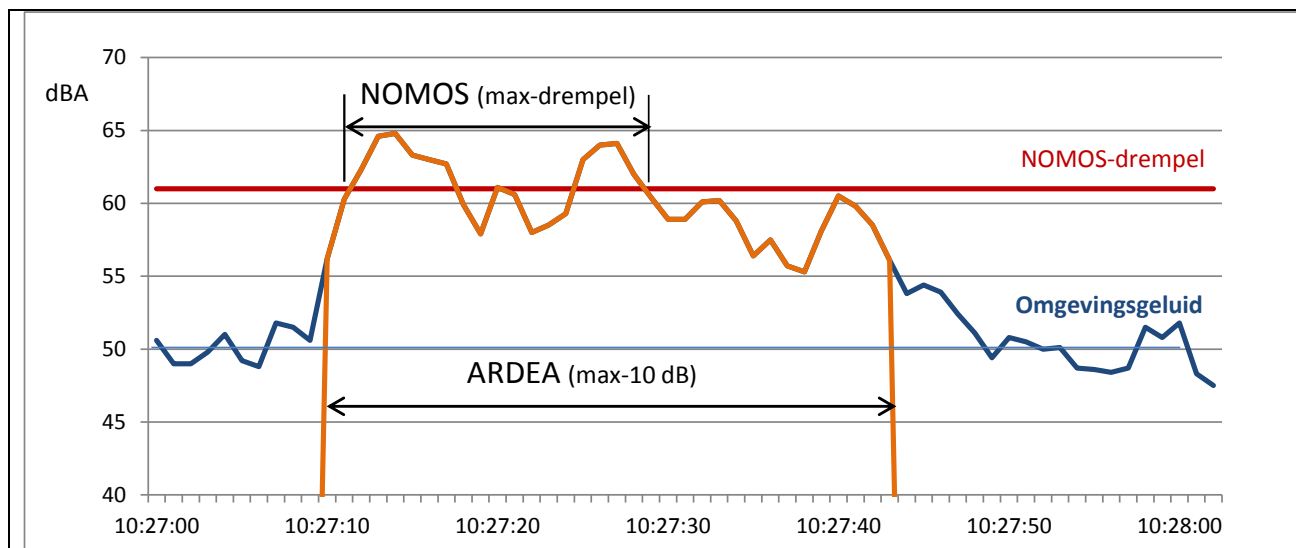
Omschrijving	NOMOS	ARDEA	Vershil N-A
01 Zwanenburg	85.5	85.0	+0.5
10 Aalsmeer	90.7	90.9	-0.2
12 Rijssenhout	79.3	79.8	-0.5
16 Hoofddorp	78.5	79.1	-0.6
27 Uitgeest	80.3	80.5	-0.2

Figuren Uit de figuren voor de SEL waarden blijkt dat voor meetpost 01 en 10, beide dicht bij de landingsbanen, de spreiding rond de lijn $x=y$ zeer klein is. Voor deze meetposten lopen de regressielijnen parallel aan de $x=y$ lijn.

Voor de andere meetposten 12, 16 en 27, op grotere afstand van de landingsbanen, is de spreiding groter en valt op dat de regressie lijnen niet parallel aan de $x=y$ lijn loopt. Het verschil is het grootst voor SEL-waarden tussen 70 en 75 dB(A). Vanaf SEL-waarden van 80 dB(A) is er wel een goede overeenkomst.

Uit een nadere analyse blijkt dat het verschil tussen de NOMOS waarden en de ARDEA waarden wordt bepaald door de methodiek van bepaling van de SEL. Dit verschil is vooral relevant voor passageniveaus met L_{max} waarden die 0-10 dB(A) boven de ingestelde NOMOS-drempel uitkomen. NOMOS bepaalt een vliegtuigpassage ten opzichte van de ingestelde drempel voor de betreffende meetpost.

Onderstaande figuur geeft een voorbeeld van een passage bij meetpost 16 met een groot verschil tussen NOMOS en ARDEA. NOMOS detecteert de passage vanaf 11:27:10 tot 11:27:28 en berekent een SEL-waarde van 73.6 dB(A). ARDEA is daarentegen steeds uitgegaan van een SEL-waarde bepaling op basis van de waarden van de niveaus -10 dB ten opzichte van het maximum. Dit levert een SEL-waarde van 76.1 dB(A).



Voorbeeld passage meetpost 16 met een Lmax-waarde die 3.8 dB(A) boven de drempel van 61 dB(A) uitkomt.

Omgeving

Uit de figuur blijkt verder dat het omgevingsgeluid, voor dit voorbeeld, ca. 10 dB(A) lager is dan de ingestelde NOMOS-drempel. Dit laat zien dat er binnen NOMOS een veilige drempel is gekozen omdat de invloed van het omgevingsgeluid op de resultaten van Lmax en SEL dan klein zijn. Een indicatieve berekening komt uit op 0.2 dB(A). Bij de methodiek van ARDEA is het effect van het omgevingsgeluid iets groter. Voor dit voorbeeld kan berekend worden dat het effect 0.4 dB(A) is. De door ARDEA bepaalde waarde zou dan gecorrigeerd moeten worden tot $76.1 - 0.4 = 75.7$ dB(A).

Vershil

Het verschil tussen NOMOS en ARDEA komt na de correctie voor het omgevingsgeluid uit op $(73.6 - 0.2) - (76.1 - 0.4) = 2.3$ dB(A).

Conclusie

Op basis van het voorgaande kan worden geconcludeerd dat het verschil tussen NOMOS en ARDEA niet het gevolg is van een meetfout maar voortkomt uit de keuze om wel/niet uit te gaan van een drempelniveau.

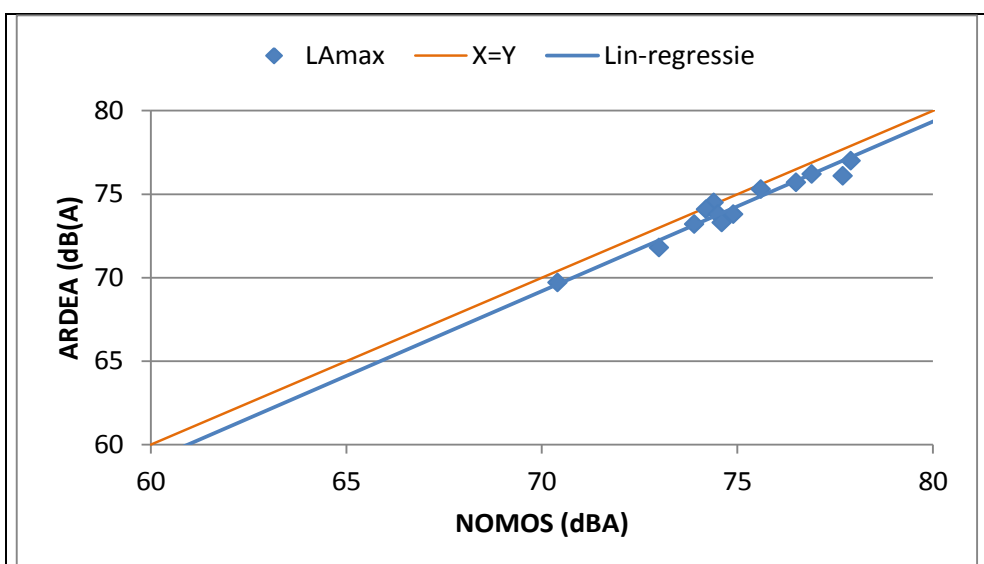
Meetpost 01 Zwanenburg

Meetsituatie landend verkeer tot 11:40 uur

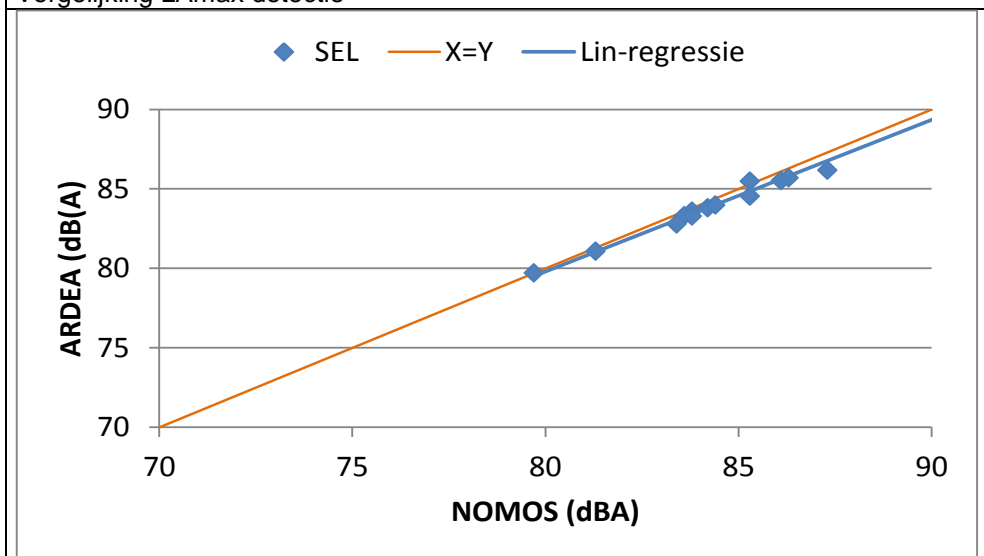
Omschrijving	Waarde
Datum	27 juli 2011
Tijd	11:00-11:40
Temperatuur	19 °C
Windrichting	Oost
Sterkte	3 m/s

Overzicht van gemiddelde waarden LAmax en SEL voor 14 gematchte passages NOMOS en ARDEA

Omschrijving	Nomos	ARDEA	Vershil Nomos-ARDEA
LA max	76.2	75.6	+0.6
SEL	85.5	85.0	+0.5



Vergelijking LAmx detectie



Vergelijking SEL-bepaling

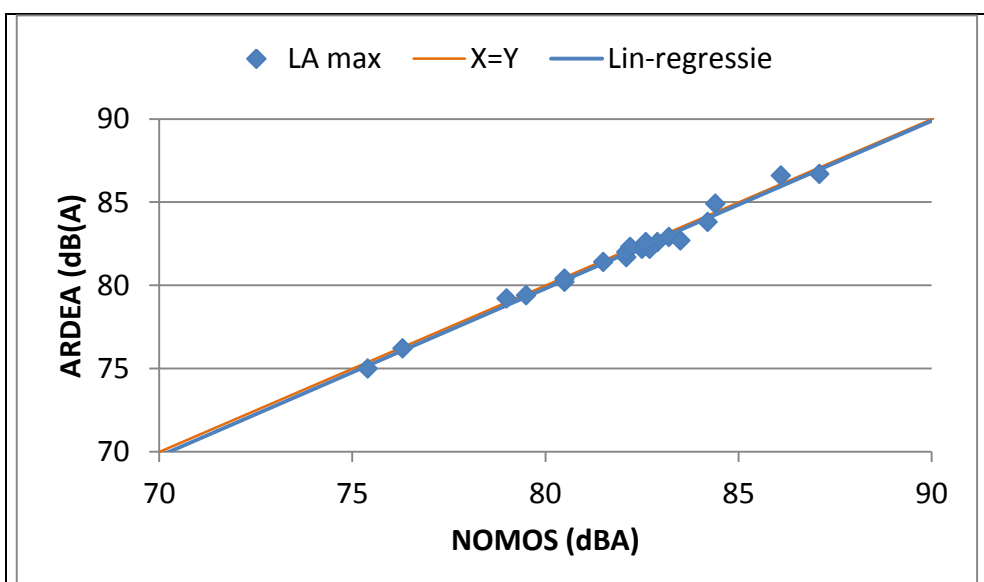
Meetpost 10 Aalsmeer

Meetsituatie landend verkeer

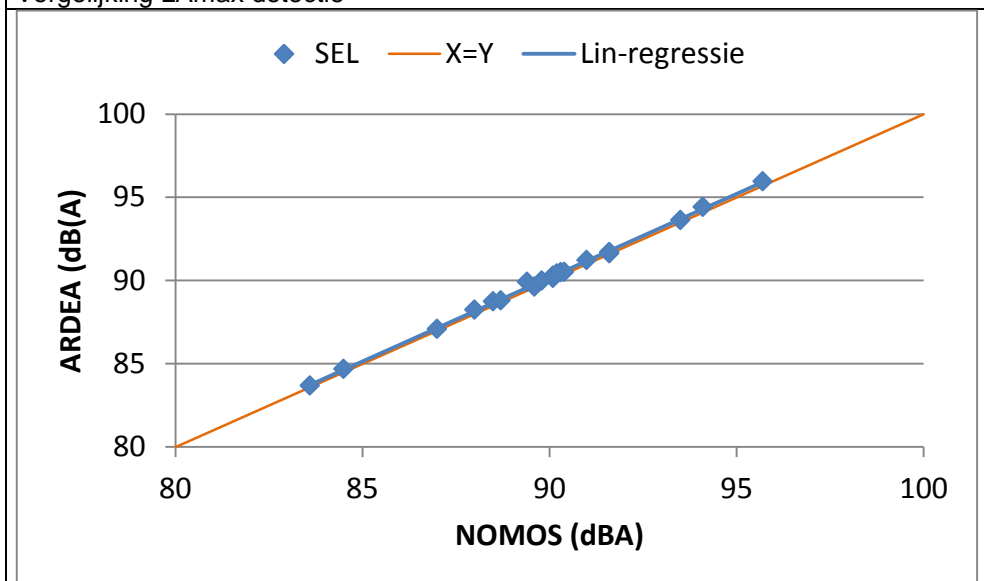
Omschrijving	Waarde
Datum	21 juli 2011
Tijd	8:00-9:30
Temperatuur	17 °C
Windrichting	Noordoost
Sterkte	4 m/s

Overzicht van gemiddelde waarden LAmax en SEL voor 20 gematchte passages NOMOS en ARDEA

Omschrijving	Nomos	ARDEA	Vershil Nomos-ARDEA
LA max	82.7	82.6	+0.1
SEL	90.7	90.9	-0.2



Vergelijking LAmax detectie



Vergelijking SEL-bepaling

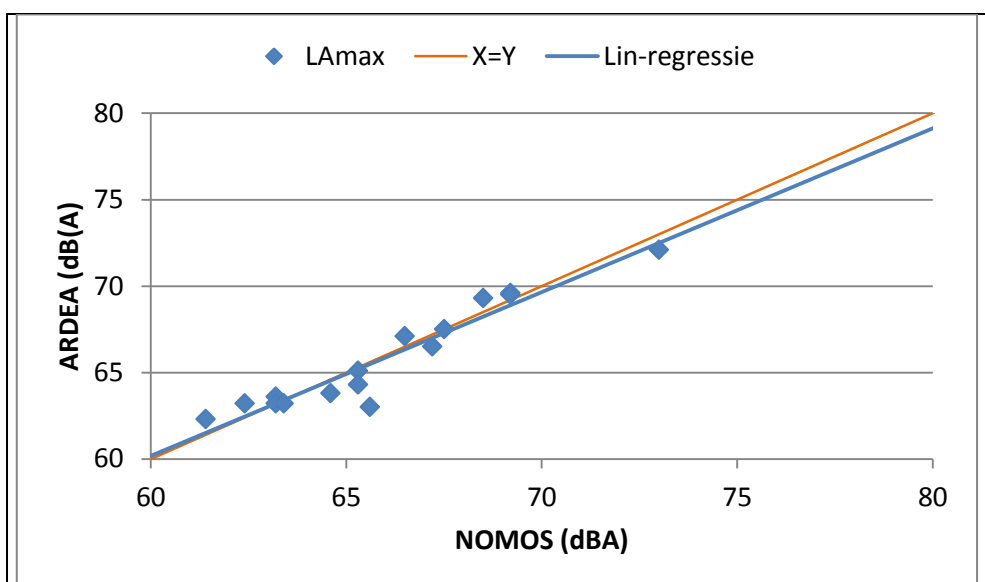
Meetpost 12 Rijssenhout

Meetsituatie landend verkeer

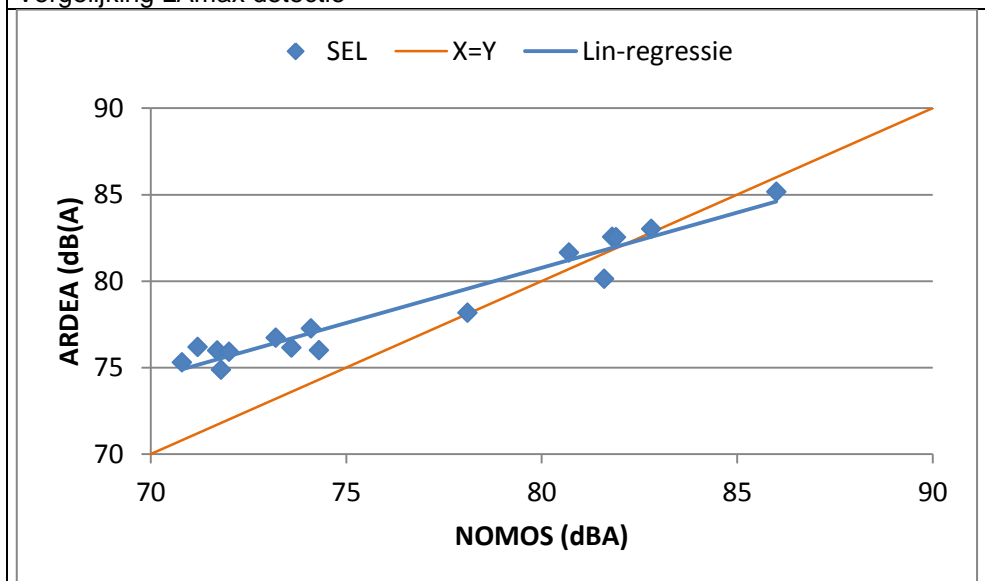
Omschrijving	Waarde
Datum	30 juni 2011
Tijd	7:50-9:40
Temperatuur	17 °C
Windrichting	NW
Sterkte	4 m/s

Overzicht van gemiddelde waarden LAmax en SEL voor gematchte passages NOMOS en ARDEA

Omschrijving	Nomos	ARDEA	Vershil Nomos-ARDEA
LA max	67.1	66.9	-0.2
SEL	79.3	79.8	-0.5



Vergelijking LAmx detectie



Vergelijking SEL-bepaling

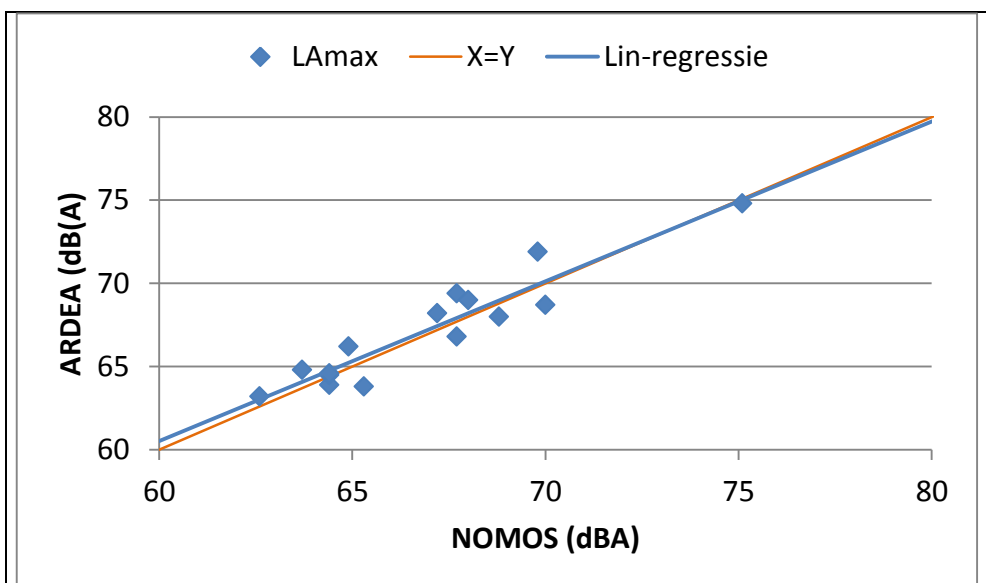
Meetpost 16 Hoofddorp

Meetsituatie landend verkeer

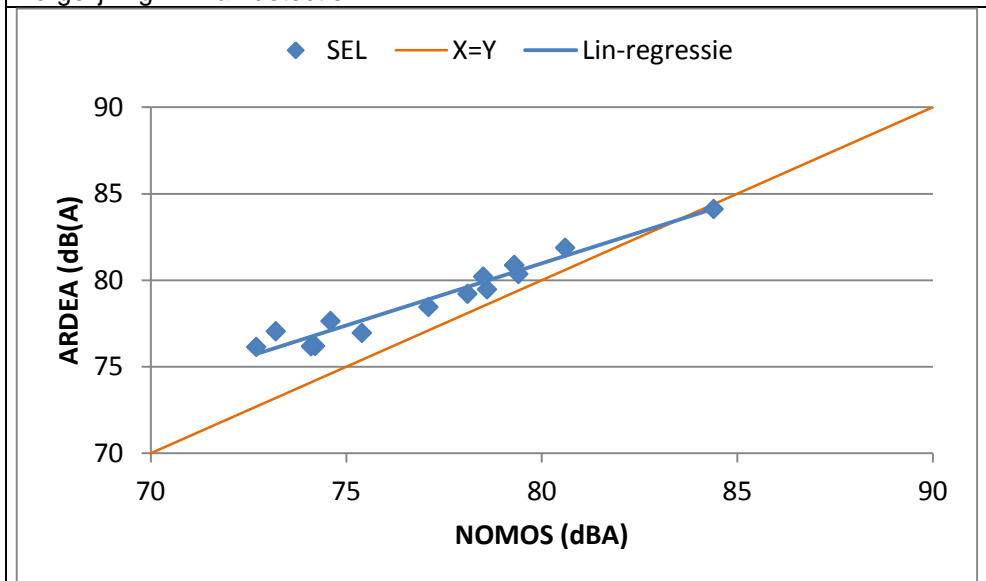
Omschrijving	Waarde
Datum	30 juni 2011
Tijd	10:10-11:50
Temperatuur	18 °C
Windrichting	W
Sterkte	5 m/s

Overzicht van gemiddelde waarden L_Amax en SEL voor 15 gematchte passages NOMOS en ARDEA

Omschrijving	Nomos	ARDEA	Vershil Nomos-ARDEA
LA max	68.3	68.5	-0.2
SEL	78.5	79.1	-0.6



Vergelijking L_Amax detectie



Vergelijking SEL-bepaling

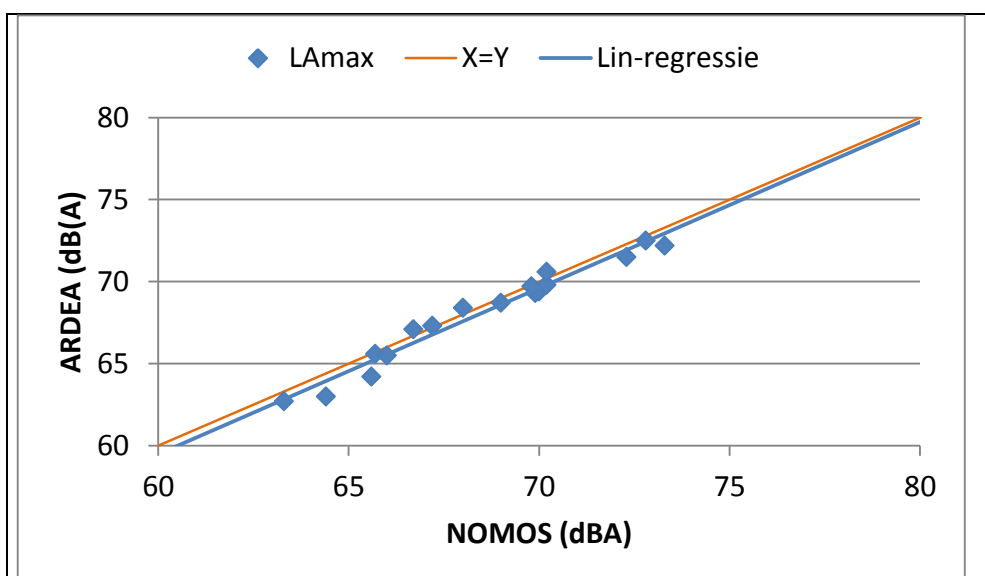
Meetpost 27 Uitgeest

Meetsituatie landend verkeer

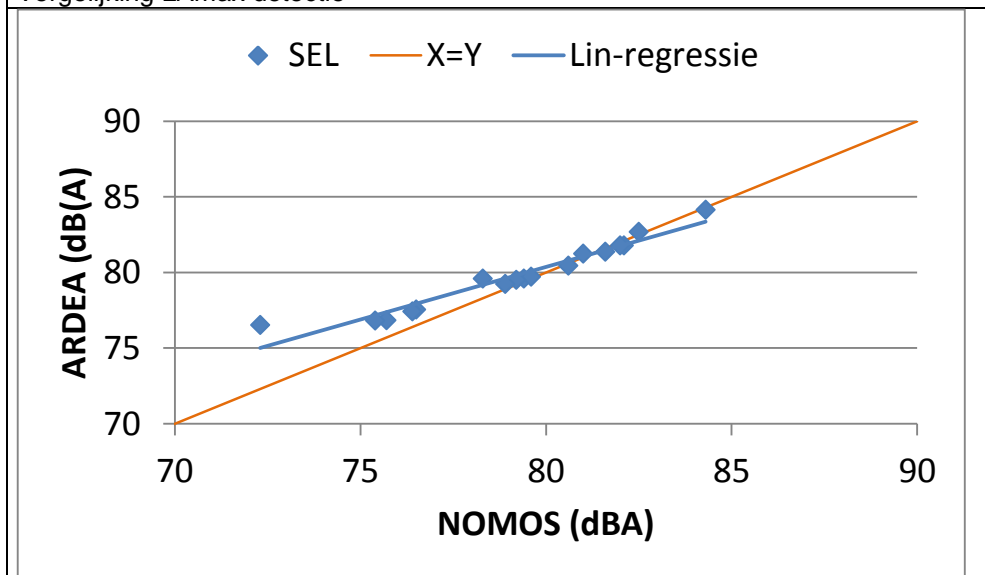
Omschrijving	Waarde
Datum	27 juli 2011
Tijd	8:30-10:15
Temperatuur	18 °C
Windrichting	Oost
Sterkte	3 m/s

Overzicht van gemiddelde waarden LAmax en SEL voor 16 gematchte passages NOMOS en ARDEA

Omschrijving	Nomos	ARDEA	Vershil Nomos-ARDEA
LA max	69.6	69.2	+0.4
SEL	80.3	80.5	-0.2



Vergelijking LAmox detectie



Vergelijking SEL-bepaling

Alderstafel Schiphol

Technische beschrijving vliegtuig geluidmeetsystemen:
Luistervink, Nomos, Sensornet



Alderstafel Schiphol

*Technische beschrijving vliegtuig geluidmeetsystemen:
Luistervink, Nomos, Sensornet*

Opdrachtgever: Alderstafel Schiphol

Rapport: 25971JGA1.016

Auteur: dr.ir. W. Soede

Datum: 1 Juni 2012

INHOUDSOPGAVE

1	SAMENVATTING	4
2	AUTOMATISCHE GELUIDMEETSYSTEMEN	8
2.1	Waarneming vliegtuiggeluid	8
2.2	Principe meetstelsel	8
2.3	Norm NEN-ISO 20906 en aanbeveling CDV2005	9
2.4	Nauwkeurigheid en spreiding	9
3	BESCHRIJVING EN VERGELIJKING SYSTEMEN	11
3.1	Beschrijving systemen	11
3.2	Overzichtstabel	11
3.3	Toelichting overzichtstabel	11
4	CONCLUSIE	15
4.1	Vergelijking systemen	15
4.2	Gebruik systemen voor informatie en verificatie	16
	BIJLAGEN	
	Bijlage 1 Achtergrond vliegtuigdetectie	17
	Bijlage 2 Toelichting NEN-ISO 20906	20
	Bijlage 3 Luistervink (Geluidconsult)	22
	Bijlage 4 NOMOS (Brüel & Kjaer)	25
	Bijlage 5 Geluidsnet (Sensornet)	28
	Bijlage 6 Vergelijkingstabel drie systemen	31
	Bijlage 7 Technische aanbevelingen voor geluidmetingen CDV2005	37

1 SAMENVATTING

VRAAGSTELLING EN OPDRACHT

- Meetsystemen Rond de luchthaven Schiphol zijn voor monitoring van vliegtuiggeluid nu drie “onbemande” geluidmeetsystemen¹ in bedrijf:
- Luistervink (leverancier Geluidconsult) met meetstations geplaatst in opdracht van een aantal gemeenten.
 - NOMOS systeem (gebaseerd op het systeem ANOMS van leverancier Brüel & Kjaer, voorheen Lochard). Dit systeem is geplaatst in opdracht van Amsterdam Airport Schiphol.
 - Geluidsnet (leverancier Sensornet) met meetstations geplaatst in opdracht/samenwerking met diverse gemeenten/particulieren.

Elk meetstelsel meet het geluid rond Schiphol. Resultaten worden gepresenteerd op websites en/of via (schriftelijke) overzichtsrapportages.

In de praktijk blijkt dat de resultaten van de systemen lijken te verschillen waardoor door betrokkenen vragen worden gesteld over de wijze van meten en de verslaglegging. Dit heeft geleid tot discussie over de manier van meten in het publieke domein en onder andere schriftelijke vragen in de Tweede Kamer maar ook in diverse gemeenteraden en bewonersplatforms.

- Vraagstelling Aan de Alderstafel Schiphol (het overlegorgaan tussen luchtvaartsector en omgeving over de ontwikkeling van de luchthaven) is gevraagd om een onafhankelijke vergelijking tussen de verschillende meetstelsels. Dit zodat de beleidsmakers, maar ook de bewoners in staat gesteld worden om vragen hierover te beantwoorden. Onder andere op basis van de eerder door de Tweede Kamer gestelde vragen over dit onderwerp (kamerstuk 2009-2010, 2878) is een aantal indicatoren geïdentificeerd waarop de verschillende systemen getoetst en vergeleken worden.

- Opdracht Door de Aldersregie is aan ARDEA gevraagd een technische beschrijving van de geluidmeetsystemen op te stellen op basis van gegevens van de leveranciers. Deze rapportage geeft de technische beschrijving per meetstelsel waarbij de eigenschappen op basis van gegevens van de leveranciers en publiek toegankelijke informatie naast elkaar is gezet.

- NEN-ISO 20906 Voor de uitleg en toelichting wordt uitgegaan van de internationale norm ISO20906:2009. Deze norm is geaccepteerd als Nederlandse norm NEN-ISO 20906 in januari 2010.

BESCHRIJVING SYSTEMEN

- Systemen Bij een automatisch geluidmeetsysteem zijn drie onderdelen relevant: de meetpost (microfoon/geluidmeter met lokale computer), de centrale dataopslag (meetresultaten, radar, meteo) en de wijze van rapporteren.

Tabel 1 geeft een samenvattend overzicht van de meetstelsels Luistervink, Nomos en Sensornet/geluidsnet.

¹ Bij de presentatie van de meetstelsels wordt uitgegaan van de alfabetische volgorde Luistervink, Nomos, Sensornet

De systemen maken gebruik van microfoonsystemen die het ter plaatse optredende actuele geluidniveau (vliegtuig inclusief omgevingsgeluid) kunnen meten met een nauwkeurigheid van 1-2 dB(A) (zie tabel 2 uit dit rapport). De totale eindnauwkeurigheid wordt echter vooral bepaald door de afstand tussen vliegpas en microfoon (spreiding in overdracht), de invloed van het heersende omgevingsgeluid en de gebruikte detectiesoftware om relevante vliegtuigpassages daadwerkelijk te meten en te classificeren onder invloed van omgevingsgeluid.

Tabel 1 Samenvattend overzicht meetsystemen (details zie Tabel 2 en Bijlage 6)

Omschrijving	Luistervink	Nomos	Sensornet/Geluidsnet
Meetpost			
Microfoon	Klasse 1	Klasse 1	Klasse 2
Microfoon hoogte	0.5 m, bak extra reductie omgevingsgeluid 6-10 dB(A)	Meetmast 6-10 m	Daklocatie 2 m
Aantal Schiphol	8	32	Circa 100
Detectie/opslag			
Vliegtuig-detectie	Zelfstandig per post	Zelfstandig per post	Correlatie tussen meetposten
Detectie-drempel	Adaptief	1-4 vaste drempels (per 24u)	Adaptief
Koppeling Radar	-	Schiphol Radar	Flight tracking
Rapportage			
Piek LAmix	Schriftelijk	Nomosonline.nl	Geluidsnet.nl
Gemiddeld Lden	Schriftelijk	Via Fanomos	Schriftelijk/portal
Rapportage	Schriftelijk opdrachtgever	Via portal beschikbaar voor opdrachtgever	Schriftelijk/portal opdrachtgever
Online website overig	1 Meetpost gekoppeld aan Sensornet	LAmix aantal dag/week/maand Informatie baangebruik, geluid per vliegtuigtype	LAmix (actueel, urregevens laatste dag/week)

Dit betekent dat bij onderlinge vergelijking van data van de systemen en verschillende meetposten een grotere spreiding in resultaten kan optreden. Deze spreiding kan uitkomen op ± 5 dB(A) en heeft dan niet met het technische meetsysteem zelf te maken maar met meteorische omstandigheden en de lokale situatie (invloed reflecties bodem en bebouwing en/of afscherming).

Luistervink	Het systeem Luistervink heeft een speciale opstelling van de microfoon waardoor het meetsignaal minder beïnvloed is door het omgevingsgeluid en het detectie-algoritme, mede door de adaptieve detectiedrempel, in principe in staat is om vliegtuigpassages met geluidsniveaus gelijk of iets hoger dan het omgevingsgeluid te detecteren. Luistervink kan geen gebruik maken van radardata van Schiphol, gedetecteerde passages worden nu niet gekoppeld aan radarpassages. Rapportage met uitgebreide analyses vindt schriftelijk plaats.
NOMOS	Het systeem NOMOS gaat uit van hoge microfoonplaatsing om invloed van reflecties van de omgeving te beperken. Het systeem heeft geen adaptieve detectie-drempel maar maakt gebruik van vast ingestelde drempelwaarden. Door deze keuze kunnen vliegtuigpassages die zich duidelijk onderscheiden van het omgevingsgeluid betrouwbaar worden gemeten maar worden vliegtuigpassages met geluidsniveaus onder de vaste detectiedrempel per definitie niet gemeten. Het systeem koppelt de gedetecteerde passages automatisch aan de eigen radargegevens van Schiphol. Rapportage vindt plaats via een portal naar de opdrachtgever en voor het publiek via internet.
Sensornet	Het systeem van Sensornet maakt gebruik van klasse 2 microfoons met de microfoon op 2 m hoogte boven het dak. Deze microfoonplaatsing voldoet aan de aanbeveling van de Commissie Vliegtuigdeskundigen maar door deze keuze moet wel rekening worden gehouden met invloed van lokale (bodem)reflecties. Het systeem heeft een adaptieve detectiedrempel. Detectie van vliegtuigen vindt plaats door de gegevens van nabijgelegen meetposten te correleren. Sensornet heeft geen toegang tot de Radar van Schiphol en koppelt de gedetecteerde passages via flighttracking aan vliegtuigen die

voorzien zijn van een transponder (ADS-B). Rapportage naar de opdrachtgever vindt schriftelijk plaats of via een portal met diverse mogelijkheden.

Keuze/Gebruik

De beschreven systemen hebben elk hun eigen specifieke eigenschappen. De inzet en bruikbaarheid van de beschreven systemen Luistervink, NOMOS en Sensornet voor monitoring wordt vooral bepaald door de voorkeur van de opdrachtgever ten aanzien van de gewenste informatie (globaal/instantaan/gedetailleerd), rapportagemogelijkheden (schriftelijk/online) en door de wens/noodzaak om op een specifieke situatie geluid te willen monitoren. Dit hangt dan af van de afstand tot het vliegveld en de lokale situatie met veel/weinig omgevingsgeluid en mogelijkheid microfoonplaatsing (zie illustratie figuur 1).

	Directe omgeving vliegveld	Grotere afstand vliegveld
	<p>Geluid vliegtuigen wordt met het menselijk oor gemakkelijk gehoord door hoge piekwaarden tijdens passage.</p>	<p>Geluid alle vliegtuigen kan worden gehoord. Zachte passages (buiten en in de woning) waarneembaar voor menselijk oor op basis van kenmerkende frequenties en amplitudevariaties gedurende de passage.</p>
	<p>Detectie van passages zeer goed mogelijk met hoge detectiescore. Bij passageniveaus die 10 dB(A) boven omgeving uitkomen nauwkeurige meetresultaten. Bepaling piekgeluid L_{Amax} en gemiddeld geluid (SEL, L_{den}, L_{night}) goed mogelijk.</p>	<p>Detectie passages in beperkte mate mogelijk door invloed omgevingsgeluid. Bij verwerking meetresultaten voor normering verificatie rekening houden met correctie omgevingsgeluid. Bepaling piekgeluid L_{Amax} mogelijk boven drempel. Bepaling gemiddeld geluid (SEL, L_{den}, L_{night}) afhankelijk van detectiescore en omgevingsgeluid.</p>

Figuur 1 Illustratie waarneming van vliegtuiggeluid met menselijk oor of microfoonsysteem. In directe omgeving vliegveld is het geluidsniveau van de vliegtuigpassages hoger dan het overige omgevingsgeluid (links). Op grotere afstand is het geluidsniveau van de vliegtuigen lager (verder weg, hoger in de lucht) en valt deels in het omgevingsgeluid.

AANBEVELINGEN

- Verwachting Bij het maken van een keuze voor een systeem zal per situatie bepaald moeten welke verwachtingen er zijn en wat men met een systeem wil monitoren. Welke informatie wil men vastleggen en welke resultaten komen wanneer en hoe ter beschikking. Kan volstaan worden met een jaarlijks schriftelijk rapport met gedetailleerde informatie of moet alles online beschikbaar zijn? Bestaat er dan naast de presentatie van L_{Amax} waarden bijvoorbeeld ook behoefte aan presentatie van L_{den} of L_{night} waarden of langjarige historische gegevens.
ARDEA beveelt aan dat betrokken partijen (Overheden, Schiphol, bewonerplatforms) duidelijker vastleggen welke verwachtingen er zijn ten aanzien van de informatie en validiteit en nauwkeurigheid afkomstig van de meetsystemen. De NEN-ISO 20906 en de aanbevelingen van de Commissie Vliegtuigdeskundigen geven daarvoor een goed uitgangspunt.
- Detectiescore Op dit moment geeft géén van de systemen inzicht hoe het aantal vastgelegde vliegtuigpassages zich verhoudt tot het totaal aantal voor het menselijk oor waarneembare vliegtuiggeluid.
Dit is in de toekomst belangrijk als vliegtuigen stiller worden en nu al relevant voor situaties op grotere afstand van het vliegveld of locaties waar sprake is van een relatief hoog omgevingsgeluidsniveau en stillere passages niet gedetecteerd zullen worden (zie figuur 1).
ARDEA beveelt daarom aan dat de systemen meer inzicht geven door het aangeven van een detectiescore van het correct aantal gedetecteerde passages² voor een specifieke locatie ten opzichte van het werkelijk aantal passages langs een bepaalde vliegroute. Op basis van radargegevens³ kan bepaald worden hoeveel passages binnen een bepaalde straal van het meetstation hebben plaatsgevonden. Indien het percentage correct gemeten passages voor een bepaalde locatie laag uitvalt dan moet beoordeeld worden of het desbetreffende meetsysteem en/of locatie wel geschikt is als informatiebron.

² Daarmee kan dan ook beoordeeld worden of voldaan wordt aan de eis van NEN-ISO 20906 die stelt dat minimaal 50% van de passages correct moet worden gemeten en geïdentificeerd.

³ In het kader van deze aanbeveling is het gewenst dat de meetnetten op gelijke wijze toegang krijgen tot de beschikbare radardata van alle vliegtuigpassages.

2 AUTOMATISCHE GELUIDMEETSISTEMEN

Dit hoofdstuk Dit hoofdstuk geeft een korte beschrijving van de meest relevante onderdelen van een automatisch geluidmeetsysteem. Vervolgens wordt op basis van de norm NEN-ISO 20906 en de aanbeveling van het rapport van de commissie deskundigen vliegtuiggeluid 2005 (CDV2005) ingegaan op de te gebruiken apparatuur en de te verwachten nauwkeurigheid van spreiding in resultaten in het algemeen.

2.1 Waarneming vliegtuiggeluid

Menselijk oor Het oor stelt de mens om in staat om geluid te horen met een zeer grote tijd- en frequentieresolutie.

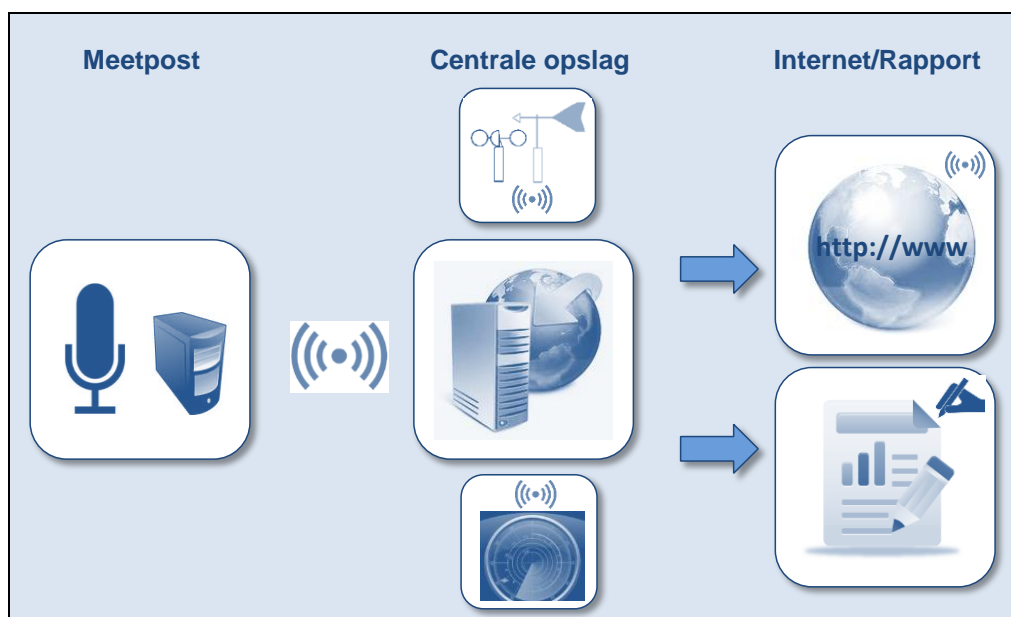
Door de auditieve verwerking van het geluid in het brein, waarbij ook kleine verschillen tussen linkeroor en rechteroor worden meegenomen, zijn we in staat om niet alleen te horen of het geluid hard of zacht is maar ook er richting aan te geven en zelfs geluiden te onderscheiden die zachter zijn dan het omgevingsgeluid.

Door deze auditieve verwerking kan vliegtuiggeluid zelfs nog worden gehoord als het 5-10 dB(A) zachter is dan het heersende omgevingsgeluid. Binnen in een woning kan een vliegtuig dan ook nog worden waargenomen door het specifieke karakter van het geluid.

Systeem Op dit moment bestaat er geen automatisch meetsysteem met microfoon, geluidmeter of computerprogramma dat het menselijk oor en de auditieve verwerking in de hersenen kan evenaren. Automatische detectie is op dit moment alleen goed mogelijk als het geluid van de passage harder is dan het omgevingsgeluid (Figuur 1).

2.2 Principe meetsysteem

Systeem In de huidige praktijk bestaat een automatisch geluidmeetsysteem uit een geluidmeter met lokale computer met een centrale dataopslag met mogelijkheid voor rapportage.



Figuur 2 Principe geluidmeetsystemen.

De gemeten geluiddata wordt dan digitaal verstuurd naar een centrale opslag. Deze centrale opslag kan aanvullende gegevens ontvangen van weerstations en radargegevens van vliegtuigpassages. Op basis van deze gegevens kunnen dan meetdata beschikbaar worden gesteld via internet en/of een schriftelijk rapport.

Vliegtuigdetectie Bijlage 1 geeft een introductie over het automatisch meten van geluid van vliegtuigpassages.

2.3 Norm NEN-ISO 20906 en aanbeveling CDV2005

NEN-ISO 20906 De ontwikkeling van automatische geluidmeetsystemen rond vliegvelden kent een geschiedenis van meer dan 20 jaar. Bij de ontwikkeling en plaatsing van systemen kon de ISO 3891-1987 ("Procedure for describing aircraft noise heard on the ground") gebruikt worden. In de afgelopen 10 jaar is deze norm internationaal herzien en heeft nu de titel "Acoustics – Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports (ISO 20906:2009)". De norm is geaccepteerd als Nederlandse norm in januari 2010 NEN-ISO 20906. De norm richt zich op monitoring en heeft niet het doel om een methode te beschrijven voor validatie van geluidcontouren of certificering van het geluid van een vliegtuigtype.

De NEN-ISO norm 20906 gaat uit van toepassing van klasse 1 geluidmeters volgens de norm IEC 61672-1. Voor plaatsing van de meetmicrofoon gaat de norm uit van een vrije opstelling van de meetmicrofoons met een minimale plaatsingshoogte van 6 m tot 10 m boven het grondoppervlak.

CDV 2005 De commissie vliegtuigdeskundigen heeft, destijds in aanvulling op de ontwerpnorm 20906:2003, een aantal aanbevelingen gegeven voor het uitvoeren van geluidmetingen om informatie te verkrijgen. Bijlage 7 geeft deze aanbevelingen. Op basis van deze aanbevelingen kunnen makkelijker meetlocaties in de bebouwde omgeving⁴ worden gerealiseerd en kan een minder nauwkeurige meetmicrofoon klasse 2 worden toegepast.

2.4 Nauwkeurigheid en spreiding

Bij het uitvoeren van geluidmetingen, maar ook bij geluidberekeningen met een model⁵, dient rekening te worden gehouden met meet- en rekennauwkeurigheid.

Deze nauwkeurigheid wordt bepaald door de meetonzekerheid van de gebruikte microfoon/geluidmeter, invloeden van geluid uit de omgeving en spreiding in de resultaten vanwege overdracht van geluid door de lucht en de geluidbron zelf. Bijlage 2 geeft een samenvatting op basis van de norm. In hoofdzaak gaat het om de volgende nauwkeurigheden.

Meetonzekerheid De meetonzekerheid van een geluidmeetstation zelf wordt bepaald door de gevoeligheid van de meetmicrofoon en de elektronica voor verdere verwerking. Voor meetstations met een klasse 1 microfoon komt de meetonzekerheid uit op 0.7-0.9 dB. Voor klasse 2 wordt een meetonzekerheid van 1.1-1.4 dB geaccepteerd.

Omgeving In de praktijk bestaat een gemeten geluidwaarde uit de som van het geluid van de vliegtuigpassage en het geluid uit de omgeving (verkeer, mensen, windgeruis in bomen). Als het geluid van de vliegtuigpassage 15 dB boven het omgevingsgeluid uitkomt dan is het effect op de meetwaarde beperkt en is de benodigde correctie < 0.1 dB. Is het verschil 10 dB dan moet al rekening worden gehouden met een correctie van 0.5 dB.

Spreiding De NEN-ISO 20906 geeft verder aan dat naast de nauwkeurigheid van het meetstation zelf ook rekening moet worden gehouden met spreiding in de geluidniveaus vanwege verschillen tussen vliegtuigtypen, vliegpad (afstand/hoogte) en invloed van de

⁴ ISO 20906 beschrijft een meethoogte van minimaal 6 m tot maximaal 10 m. De aanbeveling van de CDV gaat uit van 2 m hoogte met aanvullende eis dat de microfoon wordt geplaatst boven een absorberend oppervlak.

⁵ Bij berekeningen met een geluidmodel wordt uitgegaan van standaardgegevens en parameters op basis van metingen. Een model heeft daarmee intrinsiek ook een onzekerheidsmarge en nauwkeurigheid.

weersomstandigheden (wind/turbulentie, vochtigheid, temperatuur). De spreiding vanwege de onzekerheid in de overdracht van het geluid bedraagt circa 3 dB(A) bij een afstand van 1 km.

- Verschillen Op basis van het voorgaande moet bij het beoordelen van meet- en rekenresultaten van verschillende meetsystemen er dus steeds rekening mee worden gehouden dat er grote verschillen kunnen optreden tussen verschillende meetstations. Alleen als twee meetmicrofoons op dezelfde positie direct naast elkaar worden geplaatst is de spreiding vanwege de omgeving en de overdracht niet aanwezig en hoeft alleen nog rekening te worden gehouden met het verschil in meetonzekerheid door de gebruikte apparatuur.
- Steekproef Het uitvoeren van metingen op verschillende locaties kan beschouwd worden als het uitvoeren van een statistische steekproef. Bij verwerking van meetresultaten naar een dag-, maand- of jaargemiddelde is het daarom noodzakelijk om te blijven beseffen dat er steeds een steekproef is gedaan en dat statistische toetsing noodzakelijk is. Op basis van de statistische toetsing kan dan bepaald worden of een vastgesteld verschil significant is dan wel binnen het betrouwbaarheidsinterval blijft (bijvoorbeeld toe- of afname van geluid of verschil tussen rekenmodel en metingen).
- Nauwkeurigheid De totale eindnauwkeurigheid van een serie metingen is een combinatie van de bovenbeschreven genoemde onnauwkeurigheden en de omvang van de steekproef. In de rapportage van de CDV (pagina 41) wordt aangegeven dat een totale eindnauwkeurigheid van 1 dB(A) haalbaar is. Indien er echter sprake is van meer stoorlawaai en/of een kleiner aantal passages dan zal de spreiding toenemen en de eindnauwkeurigheid kleiner worden. De NEN-ISO 20906:2010 stelt de bovengrens op 3 dB (par 4.5, lid a) en bovendien dat 50% van de vliegtuigpassages correct moet zijn geïdentificeerd (par 4.5, lid b en c).
Bij presentatie van resultaten is het dus gewenst dat ook de totale nauwkeurigheid wordt berekend en het correct aantal geïdentificeerde vliegtuigen.

3 BESCHRIJVING EN VERGELIJKING SYSTEMEN

3.1 Beschrijving systemen

In de bijlagen 3 (Luistervink), 4 (Nomos) en 5 (Geluidsnet/Sensornet) wordt een samenvatting gegeven van de verschillende geluidmeetsystemen. Bijlage 6 geeft een meer technisch overzicht met informatie zoals type apparatuur meetstation, opslag en dataverwerking.

Paragraaf 3.2 geeft een overzichtstabel met een selectie van de informatie die naar het inzicht van ARDEA kenmerkend is voor de overeenkomsten en verschillen tussen de systemen. Paragraaf 3.3 geeft bij elk onderdeel van de omschrijving een aanvullende toelichting.

3.2 Overzichtstabel

In Bijlage 6 is een detailoverzicht gegeven ten aanzien van de systemen op basis van informatie welke ter beschikking is gesteld door de leveranciers. Tabel 1 geeft een overzichtstabel met kenmerkende verschillen en overeenkomsten.

3.3 Toelichting overzichtstabel

- Nauwkeurigheid Luistervink en NOMOS maken gebruik van klasse 1 meetmicrofoons die speciaal ontwikkeld zijn voor buitenmetingen. Daarmee voldoen de systemen aan de NEN-ISO 20906. Sensornet maakt gebruik⁶ van klasse 2 meetmicrofoons. De meetonzekerheid van Sensornet van een individuele meetwaarde is door gebruik van de klasse 2 microfoons groter.
- Microfoonhoogte Luistervink maakt gebruik van een speciale opstelling om invloed van het omgevingsgeluid en bodemreflectie te verminderen. De opstelling wijkt daarmee formeel af van de NEN-ISO 20906 maar kan naar het inzicht van ARDEA als een technisch gelijkwaardige oplossing worden beschouwd indien gecorrigeerd wordt voor de bodemreflectie (zie verder).

Bij de plaatsing van de meetposten van NOMOS is in het verleden gekozen voor meethoogtes en posities die zo min mogelijk beïnvloedt worden door reflecties. In hoeverre nu voldaan wordt aan alle plaatsingseisen van NEN-ISO 20906 is nog niet bekend.

De meetmicrofoons van Sensornet zijn meestal geplaatst op 2 m hoogte boven lokaal maaiveld. Daarmee wordt wel voldaan aan de aanbevelingen van de CDV2005 maar niet aan de NEN-ISO 20906. De resultaten zijn daarmee afhankelijk van de lokale bodem- en gevelreflectie.

⁶ Sensornet geeft aan dat plaatsing van type 1 microfoons mogelijk is. De opdrachtgevers maken daar echter geen gebruik van voor monitoring van vliegtuiggeluid.

Tabel 2 Overzichtstabel kenmerkende verschillen en overeenkomsten.

Omschrijving	Luistervink	Nomos	Sensornet/Geluidsnet
MEETPOST			
Nauwkeurigheid meetpost	Klasse 1, 0.7-0.9 dB, buitenmicrofoon	Klasse 1, 0.7-0.9 dB, buitenmicrofoon	Klasse 2, 1.1-1.4 dB
Microfoon hoogte	0.5 m speciale absorberende bak van 0.6 m hoog op daklocatie voor reductie omgevingsgeluid	meetmast 10 m daklocatie 6 m	Daklocatie 2 m
Calibratie/ controle	1x 2 jaar volledig/ 1x 3 maanden controle ijkbron /onderhoud	4x per dag elektrisch akoestisch 1x per jaar/ 1x jaarlijks onderhoud	2x per jaar
Aantal Schiphol	8	32	Circa 100
DATA-ANALYSE			
Vliegtuig-detectie	Zelfstandige detectie met div. parameters/ herkenningssoftware	Zelfstandige detectie met div. parameters	Statistische methode via correlatie tussen nabijgelegen meetposten in omgeving
Detectie-drempel	Detectiedrempel past zich automatisch aan op basis van kwartierwaarde actueel omgevingsgeluid.	4 detectietemplates, naar keuze schakelbaar voor bv. dag, nacht, spitsuur verkeer	Adaptieve drempel afhankelijk omgevingsgegeluid
Koppeling radar	-	✓	✓
GEGEVENS			
Dataserver	L _{Amax} , LAX, L _{den}	L _{Amax} , LAX, Frequentiespectrum, Geluidsamples, L _{den} via Fanomos	L _{Amax} , LAX, L _{den}
Rapportage	Schriftelijk diverse parameters en analyses, in overleg met opdrachtgever	Via portal beschikbaar voor opdrachtgever	Schriftelijk/portal diverse parameters, in overleg met opdrachtgever
Online website voor publiek	1 Meetpost gekoppeld aan Sensornet	L _{Amax} (actueel, top 10, geclassificeerd, gemiddeld), aantal gemeten passages, dag/week/maand/jaar Informatie baangebruik, geluid per vliegtuigtype	L _{Amax} (actueel, uurgegevens laatste dag/week)
OVERIG			
Centrale database	✓	✓	✓
Optionele software	Maatwerk gericht op lokale markt	Extra softwaremodules monitoring/ bewaking/vliegroutes zie website www.lochard.com	Maatwerk gericht op lokale markt

Calibratie Controle	Akoestische calibratie wordt bij alle systemen jaarlijks uitgevoerd conform de eis. Het NOMOS-systeem heeft, in overeenstemming met NEN-ISO 20906, een dagelijkse automatische elektrische controle.
Aantal posten	Ten opzichte van Luistervink en NOMOS is Geluidsnet in een kort tijdsbestek gegroeid naar een groot aantal van 100 meetposten. Deze groei is mede mogelijk geweest door de keuze om uit te gaan van een eenvoudige klasse 2 systeem en te kiezen voor een systeem dat primair het actuele geluidsniveau laat zien. Vanwege de gebruikte detectiemethode op basis van onderlinge correlatie van meetposten op de centrale server, zijn per meetcel (woonwijk) meer meetposten ⁷ nodig met een maximale onderlinge afstand van 600 m.
Detectie	De meetposten van Luistervink en NOMOS detecteren zelfstandig vliegtuigpassages waarbij op hoofdlijn gebruik wordt gemaakt van kenmerken zoals ook genoemd in NEN-ISO 20906. Bij Luistervink is de meetmicrofoon in een soort bak geplaatst die moet dienen als een geluidscherm om het omgevingsgeluid te reduceren. Indien de opstelling geplaatst kan worden op een dak van een gebouw met meerdere verdiepingen dan kan het overige geluid van verkeer uit de directe omgeving met ca. 6 dB(A) verminderd worden ^{8,9} . Voor bepaalde meetlocaties met een relatief hoog omgevingsgeluidsniveau is het dan te verwachten dat stillere vliegtuigpassages met een relatief lage L _{Amax} -waarde beter gedetecteerd kunnen worden. Sensornet maakt gebruik van statistische verwerking door gebruik te maken van correlatie tussen meetstations en radargegevens. Deze methode heeft het voordeel dat vliegtuigen gevolgd kunnen worden langs hun vliegp pad. Door de lage positie van de meetmicrofoon is er echter meer invloed van door interferentie van direct geluid met lokale bodemreflecties.
Drempel	Luistervink en Sensornet maken gebruik van een meetdrempel die automatisch verandert met het omgevingsgeluid. Dit kan relevant zijn voor situaties waarin het omgevingsgeluid sterk fluctueert. Bij NOMOS kan gekozen worden uit vier verschillende drempelprofielen per etmaal.
Radar	NOMOS is gekoppeld aan de radargegevens van Schiphol. Sensornet maakt gebruik van openbare radargegevens op basis van een virtueel radarsysteem ((transponder ADS-B).
Rapportage	De systemen bepalen voor alle passages de piekwaarde L _{Amax} en het passageniveau L _{Ax} . Volgens opgave corrigeert géén van de systemen de meetwaarden voor het instantane omgevingsgeluidniveau conform annex B van de norm of specifieke reflecties vanwege de bebouwde omgeving. De CDV2006 wijst in haar rapportage ook op deze invloeden vanuit de omgeving. Bij onderlinge vergelijking van meetdata en/of berekeningen dient dan ook rekening te worden gehouden met een systematische afwijking. Door Luistervink en Sensornet worden aanvullend berekeningen gedaan van de gemiddelde geluidbelasting L _{den} /L _{night} . In de schriftelijke rapportage geven Luistervink en Sensornet aanvullende analyses over aantallen, stille dagen e.d. Deze rapportages staan ter beschikking aan de opdrachtgevers. De opdrachtgevers kunnen dan zelf bepalen op welke wijze de rapportages beschikbaar komen aan het publiek.

⁷ Er zijn geen gegevens bekend over de nauwkeurigheid in relatie tot het aantal microfoons in een meetcel.

⁸ De waarde van 6 dB(A) is gebaseerd op eigen metingen van Luistervink. Deze waarde is door ARDEA geverifieerd via een modelberekening op basis van de Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai 1999.

⁹ Hierbij wordt opgemerkt dat de reductie ook optreedt voor het geluid van het vliegtuig dat weerkaatst wordt door de bodem of lager gelegen bebouwing. Daardoor zal ter plaatse het totale passageniveau lager zijn en de detectie voor vliegtuigen verder aan de horizon soms weer iets minder goed gaan. Luistervink past daarom wel een vaste bodemcorrectie van 1 dB(A) toe.

Het NOMOS-systeem levert geen L_{den}/L_{night} waarden. Op basis van de meetgegevens kunnen deze wel bepaald worden. Op dit moment maakt de NLR en Schiphol gebruik van de meetgegevens voor verdere berekeningen.

- Online website Informatie van Luistervink is niet beschikbaar via een website met uitzondering van meetpost Amstelveen welke is aangesloten op Geluidsnet. Sensornet presenteert op de publieke website alleen LAmax-data (actueel met een historie van een week). Opdrachtgevers kunnen desgewenst toegang krijgen tot een portal met meer data. De NOMOS online site laat LAmax waarden zien, actuele informatie over gebruik van het banenstelsel en biedt historische informatie. (weglaten is niet onderscheidend).
- Overig Alle systemen slaan de data op in een centrale database van de leverancier. In principe is het mogelijk om data aan te leveren voor één landelijke database. Alle leveranciers kunnen op verzoek maatwerk leveren gericht op de lokale markt. De leverancier van NOMOS kan aanvullend diverse softwaremodules leveren met extra informatie over vluchten en monitoring. Deze modules vragen om additionele investeringen van de opdrachtgever Schiphol.

4 CONCLUSIE

4.1 Vergelijking systemen

Systemen	<p>De systemen Luistervink, NOMOS en Geluidsnet/Sensornet zijn in staat om vliegtuigpassages te onderscheiden van overig geluid en leggen de geluidniveaus van deze passages op automatische wijze vast in een eigen opslagsysteem. De systemen genereren daarmee data die bruikbaar is voor informatie aan omwonenden over de optredende geluidniveaus en geluidbelasting.</p> <p>De systemen maken gebruik van microfoonsystemen die het ter plaatse optredende actuele geluidniveau (vliegtuig inclusief omgevingsgeluid) kunnen meten met een nauwkeurigheid van 1-2 dB(A) (zie tabel 1 uit dit rapport). De totale eindnauwkeurigheid wordt echter vooral bepaald door de afstand tussen vliegpads en microfoon (spreiding in overdracht), de invloed van het heersende omgevingsgeluid en de gebruikte detectiesoftware om relevante vliegtuigpassages daadwerkelijk te meten en te classificeren onder invloed van omgevingsgeluid.</p> <p>De informatie van de meetsystemen is voor het brede publiek in beperkte mate beschikbaar via de sites NOMOS online en Geluidsnet. Voor alle drie de systemen kan gesteld worden dat meer uitgebreide maand- en jaarrapportages wel beschikbaar zijn voor opdrachtgevers maar in beperkte mate direct beschikbaar zijn voor het publiek.</p>
Statistische Verwerking	<p>Indien data gebruikt worden voor beoordeling van de lokale hindersituatie of vergelijking van de meetresultaten met computermodelberekeningen dan dient voor de meetsystemen (maar ook voor computermodelberekeningen) gebruik worden gemaakt van statistische dataverwerking met opgave van nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en ontbrekende gegevens vanwege een defect meetsysteem of weersomstandigheden.</p> <p>Op het moment dat via een gestandaardiseerde en structurele wijze duidelijkheid bestaat over nauwkeurigheden en het rendement van de herkenning¹⁰ is het beter mogelijk om de data van de meetposten (die beschouwd kunnen worden als een praktijk steekproef) statistisch te vergelijken met de tot nu gebruikte computermodellen voor prognose en handhaving.</p>
Radars	<p>Met het oog op de toekomst, waarbij vliegtuigen stiller worden en de piekniveaus dalen, is het gewenst dat alle systemen, bij presentatie van meetdata op internet en schriftelijke rapportages, duidelijker aangegeven in hoeverre het meetsysteem in staat is geweest om het geluid van de vliegtuigpassages vast te leggen die binnen een bepaalde straal¹¹ van het meetpunt hebben plaatsgevonden. Radardata is tegenwoordig al deels op transparante wijze beschikbaar (bv. www.casperflights.com). Dat neemt niet weg dat nu nog niet alle vliegtuigen zijn voorzien van de apparatuur voor flighttracking (transponder ADS-B) en dat klassieke radardata voor alle meetnetten beschikbaar zou moeten zijn.</p> <p>Indien het percentage correct gemeten passages (aan radardata gerelateerde vliegtuigpassages) voor een bepaalde locatie laag uitvalt dan zal beoordeeld moeten</p>

¹⁰ In de afgelopen jaren heeft het RIVM een eerste aanzet gegeven voor validatie/vergelijking van enkele meetsystemen waaronder Luistervink, ANOMS van Lochard en geluidsnet voor een aantal proeflocaties. Bij deze vergelijking werden grote verschillen gevonden ten aanzien van het aantal correct gedetecteerde vliegtuigen op de desbetreffende proeflocaties (zie o.a. RIVM rapport praktijkmogelijkheden Geluidmetingen Luchtvaart in het buitengebied van Schiphol (nr. 680001001/2005), geluidmonitor 2006, (nr. 680300004/2007), noisemonitor 2009 (nr. 68074004/2010).

¹¹ Afhankelijk van de positie van de meetpost kan in eerste instantie gedacht worden aan een afstand tot circa 2 km. Bij een grotere afstand zal de spreiding in geluidniveaus wel toenemen (zie Tabel 4, bijlage 2).

worden of het desbetreffende meetsysteem en/of locatie wel geschikt is als informatiebron.

De NEN-ISO 20906 gaat met het oog op monitoring bijvoorbeeld uit van een score van 50% correct vastgestelde waarden en een nauwkeurigheid van 3 dB. Voor validatie het gewenst dat de nauwkeurigheidsmarge kleiner is. Voor een nauwkeurigheid van 1 dB is het overeenkomstig percentage gelijk aan 79% (zie Bijlage 2).

4.2 Gebruik systemen voor informatie en verificatie

Informatie

De beperking in nauwkeurigheid bij meten die vooral ontstaan door lokale invloeden nemen niet weg dat drie beschreven systemen, afhankelijk van het doel en de gewenste informatie, behulpzaam kunnen zijn voor het geven van informatie aan een breed publiek.

De Commissie Deskundigen Vliegtuiggeluid (CDV) in 2005 heeft dit in haar rapportage als volgt beschreven:

Uit contacten met omwonenden van Schiphol krijgt de commissie de indruk dat de opvatting bestaat, dat áls er maar gemeten wordt, daardoor de ondervonden overlast afneemt. Meten op zich zal er niet toe leiden dat de geluidbelasting afneemt, maar kan wel een gunstige invloed hebben op de ondervonden hinder of overlast, wanneer het **vertrouwen in de handhaving** door meten toeneemt of wanneer metingen gewenste informatie bieden over vliegtuiggeluid.

Voor (gehinderde) omwonenden is het daarbij van belang dat **een systeem informatie geeft die aansluiting geeft bij de hinderbeleving**.

(...)

Geef **begrijpelijke** informatie. (Niet iedereen is vertrouwd met cijfers of grafieken en het lezen van toelichtingen met technische beschouwingen)

Mensen horen geluid maar hebben **geen idee hoeveel decibels** deze vliegtuigen veroorzaken, tot welke 'gemiddelde' waarden of geluidbelasting L_{den} die leiden, waarom de maat L_{den} eigenlijk wordt gebruikt en welke relatie er is tussen blootstelling en hinder.

In de huidige situatie bestaat de publiek beschikbare informatie op internet voornamelijk uit presentatie van L_{Amax} waarden¹² terwijl de systemen in principe de mogelijkheid hebben om meer informatie aan te leveren. Dit betreft bijvoorbeeld een gemiddelde waarde per dag/week/maand/jaar op basis van een de L_{den}/L_{night} -berekening voor de desbetreffende periode (inclusief historische ontwikkeling en vergelijking met officiële contouren). ARDEA heeft niet onderzocht welke informatie gewenst is maar beveelt wel aan dat partijen in onderling overleg bepalen of het op eenvoudige wijze mogelijk is aanvullende informatie te verstrekken die aanvullend aansluiting geeft bij de hinderbeleving.

Verificatie

De meetsystemen zijn primair bedoeld voor monitoring. De resultaten van de meetsystemen zijn, mits rekening wordt gehouden met genoemde nauwkeurigheden en de totale eindnauwkeurigheid, bruikbaar voor verificatie van de computer modelberekeningen. Indien de verificatie op de juiste wijze wordt uitgevoerd en voldoende uitleg wordt gegeven over nauwkeurigheden van metingen en berekeningen, dan kunnen de metingen op die manier bijdragen aan het vertrouwen van het publiek in de modelberekeningen.

Het is dan echter wel gewenst dat de meetsystemen, op basis van volledig openbare radardata, complete informatie geven over het aantal correct geregistreerde passages, het aantal gemiste passages en de statistische nauwkeurigheid van het eindresultaat van de metingen.

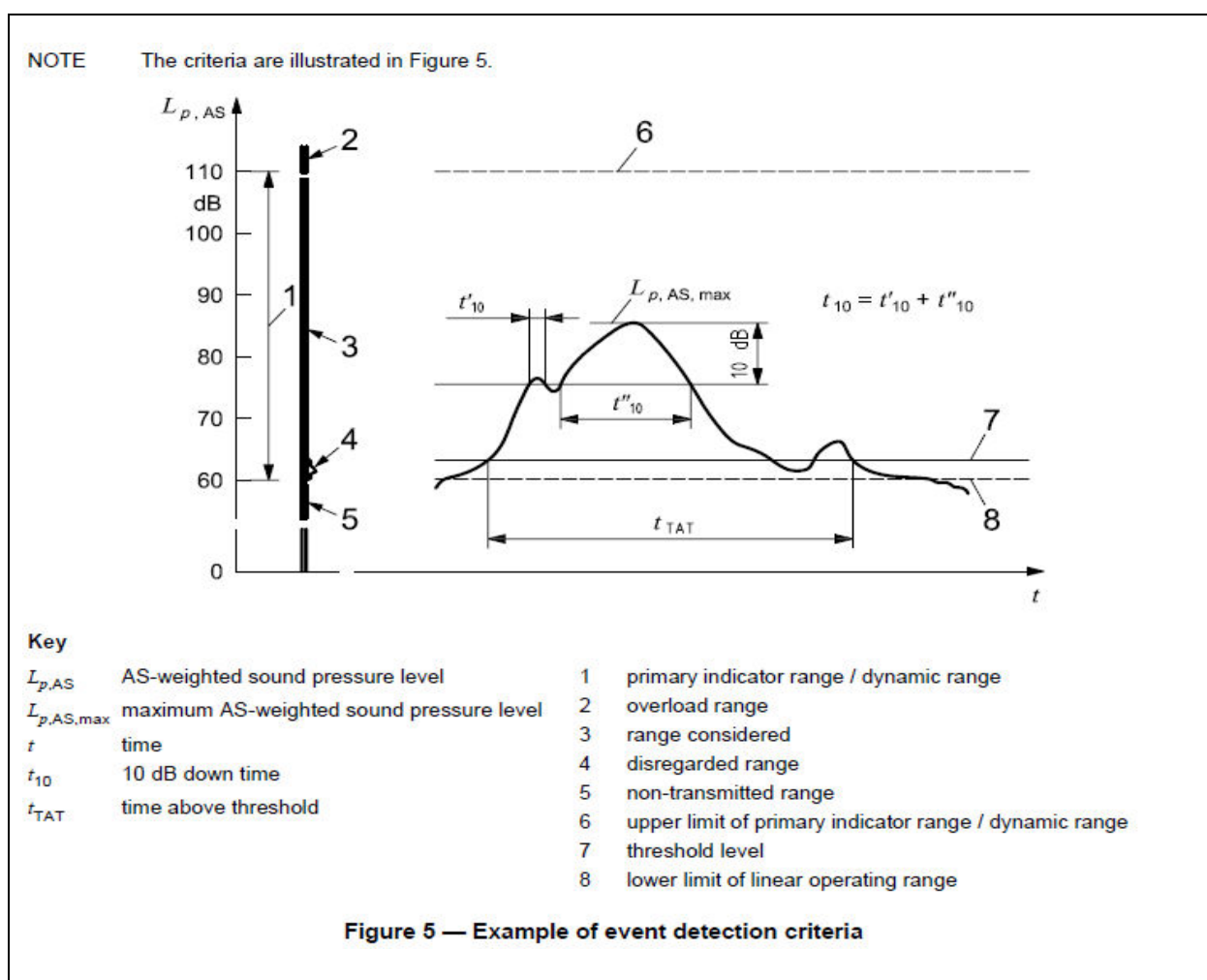
¹² De NOMOS website levert meer informatie, zie Tabel 2.

Bijlage 1 Achtergrond vliegtuigdetectie

Algemeen

Bij het meten van geluid van vliegtuigen geschiedt op basis van het verloop van het geluidniveau over een bepaalde tijdsduur. Indien een vliegtuig aan komt vliegen dan neemt het geluid in een korte periode toe tot een maximum om dan weer af te nemen. Met de meetmicrofoon wordt het totale geluidniveau (vliegtuiggeluid inclusief omgevingsgeluid) opgevangen en opgeslagen. Vervolgens wordt een computeralgoritme toegepast om uit het tijdsverloop te bepalen of er een vliegtuigpassage dan wel een auto of een brommer. Deze verwerking kan deels lokaal en deels op een centrale computer plaatsvinden.

Onderstaande figuur geeft een illustratie van een passage met de verschillende parameters zoals beschreven in de norm NEN-ISO 20906:2010. Als het geluidniveau boven een bepaalde drempel uitkomt (7) dan bepaalt het computeralgoritme of de snelheid van de toename van het geluidniveau (en nadien de afname) voldoen aan de te verwachten signatuur van een vliegtuigpassage. Indien de totale tijdsduur (t_{TAT} in figuur) bijvoorbeeld langer is dan 10 s dan neemt het programma aan dat er een vliegtuig is gepasseerd.



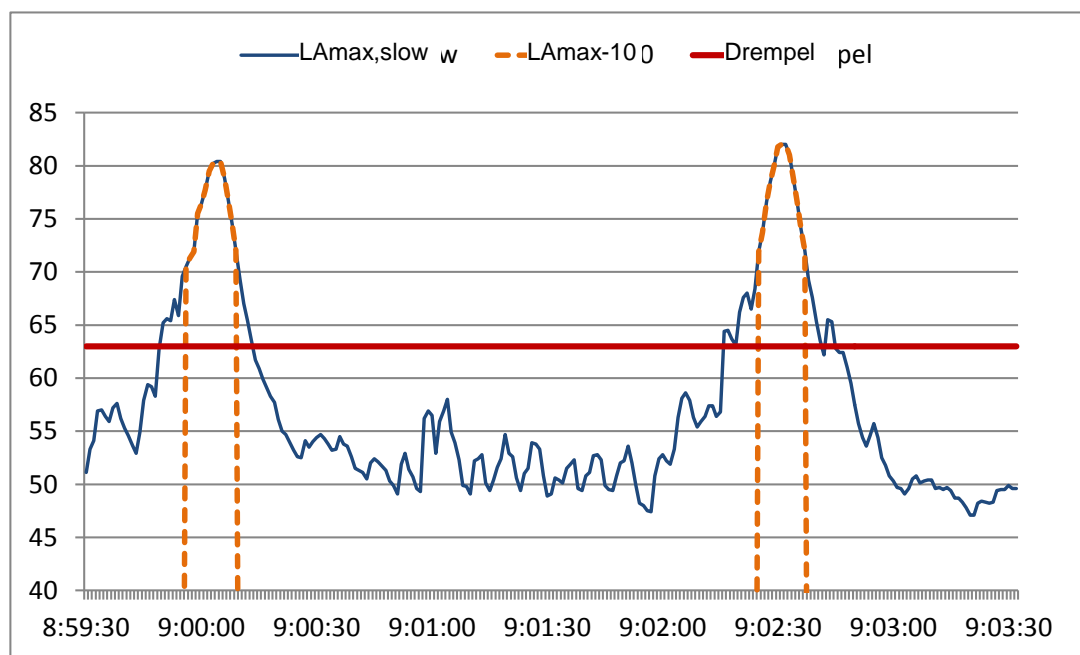
Figuur 3 Voorbeeld uit NEN-ISO 20906:2010

Uit de meetgegevens wordt dan allereerst het maximale geluidniveau $L_{p,AS}$ bepaald (de top). Vervolgens wordt dan nog de tijd bepaald dat het geluidniveau 10 dB onder het maximum is ($t_{10=}$ t'_{10} t''_{10}) in de figuur. Het geluidniveau over deze periode wordt dan gesommeerd alsof het gedurende 1 s is opgetreden. Dit wordt de SEL_{1s} genoemd. Een alternatieve bepaling kan ook bestaan uit een bepaling van het geluidsniveau gedurende de tijd dat de drempelwaarde wordt overschreden. Voorwaarde is dan wel dat de piekwaarde minimaal 10 dB boven de drempelwaarde is uitgekomen.

Om het geluid automatisch te analyseren kan gebruik worden gemaakt van een computerprogramma. Dit computerprogramma kan worden uitgevoerd op een lokaal systeem of, na verzending van de data naar een centrale server, op een centrale computer.

Praktijkvoorbeeld

In de praktijk staan de geluidmeetposten in een omgeving waar ook andere geluiden zijn. De mogelijkheid om dan de passage van een vliegtuig goed te detecteren worden dan vooral bepaald door de verhouding tussen de sterkte van het geluid van de passage van een vliegtuig en het niveau van het overige geluid in de omgeving. In onderstaande figuur 3 zijn twee passages van vliegtuigen weergegeven afkomstig van metingen uitgevoerd door ARDEA (locatie Aalsmeer). De passages zijn duidelijk zichtbaar en komen duidelijk boven de drempel uit. Detectie van de piek (L_{Amax}) en het geluidsniveau 10 dB onder de piek (L_{Amax-10}) zijn eenvoudig te bepalen.

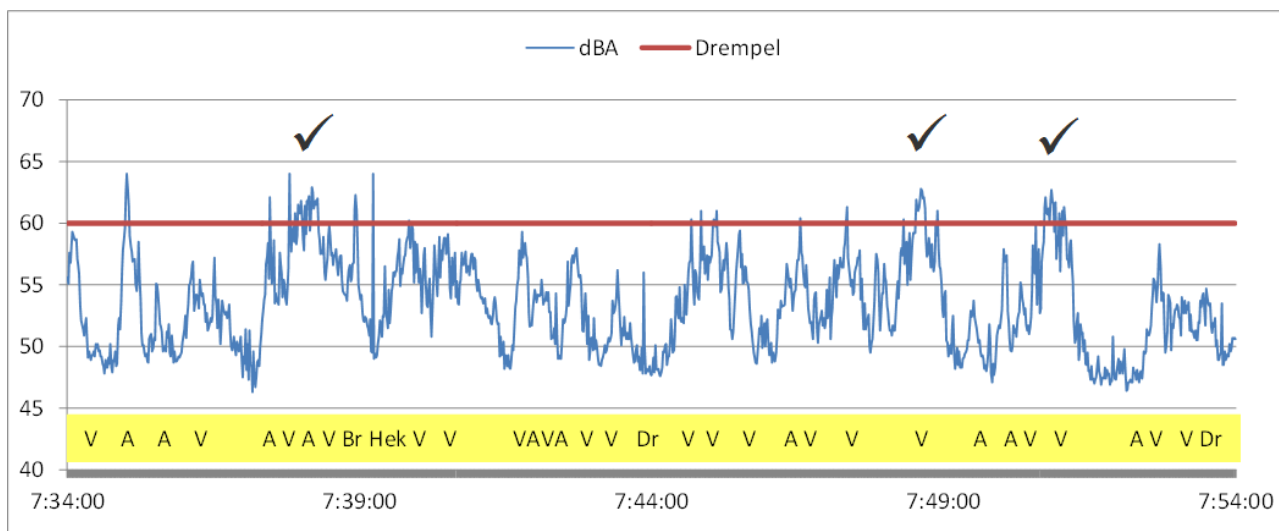


Figuur 4 Voorbeeld detectie passage nabij NOMOS-metpost 10 Aalsmeer op basis geluidmeting ARDEA en drempelwaarde 63 dB(A).

Wanneer het geluidniveau van een vliegtuigpassage minder sterk is en nauwelijks boven het omgevingsgeluid uitkomt ontstaat een ander beeld. De volgende figuur 4 geeft het verloop van het geluid over een periode van 20 minuten. In de figuur is aangegeven welke geluiden auditief hoorbaar zijn: vliegtuiggeluid (V), autopassage (A), brommer (Br), dichtslaan hek (Hek) en dichtslaan deur (Dr). Daarbij is er ook geluid van fluitende vogels waardoor het totaalbeeld in de figuur veel "stoorgeluid" laat zien.

Een automatisch systeem kan in totaal 3 vliegtuigpassages detecteren omdat het geluid boven de ingestelde drempel uitkomt en qua tijdsverloop voldoet aan de herkenningcriteria. Een zeer groot deel van de tijd is geluid van passerende vliegtuigen

hoorbaar maar wordt door het systeem niet gedetecteerd vanwege de ingestelde drempel



Figuur 5 Voorbeeld detectie passage NOMOS meetpost 12 Rijssenhout op basis van geluidmeting ARDEA. De drempelwaarde is ingesteld op 60 dB(A). Het systeem start de detectie vanaf deze drempelwaarde en heeft vervolgens op basis van de detectieparameters drie passages vastgelegd.

Het NOMOS¹³ systeem detecteert in dit voorbeeld totaal 3 passages die voldoen aan de ingestelde detectiecriteria, terwijl een groot deel van de tijd geluid van passerende vliegtuigen hoorbaar is. De detectie van de drie passages is correct vanwege de ingestelde drempel van 60 dB(A). Uit dit voorbeeld blijkt dat een automatisch systeem in deze situatie passages van vliegtuigen die een lager passageniveau geven niet detecteert omdat zij juist onder de ingestelde drempelwaarde vallen.

¹³

Dit voorbeeld is een illustratie. In een eerder onderzoek heeft ARDEA aan Schiphol de suggestie gegeven om de vaste drempels in NOMOS, waar mogelijk, zoveel mogelijk aan te passen aan het heersende omgevingsgeluid. De betrouwbaarheid van gedetecteerde events kan dan gecontroleerd worden op basis van de beschikbare radartracks.

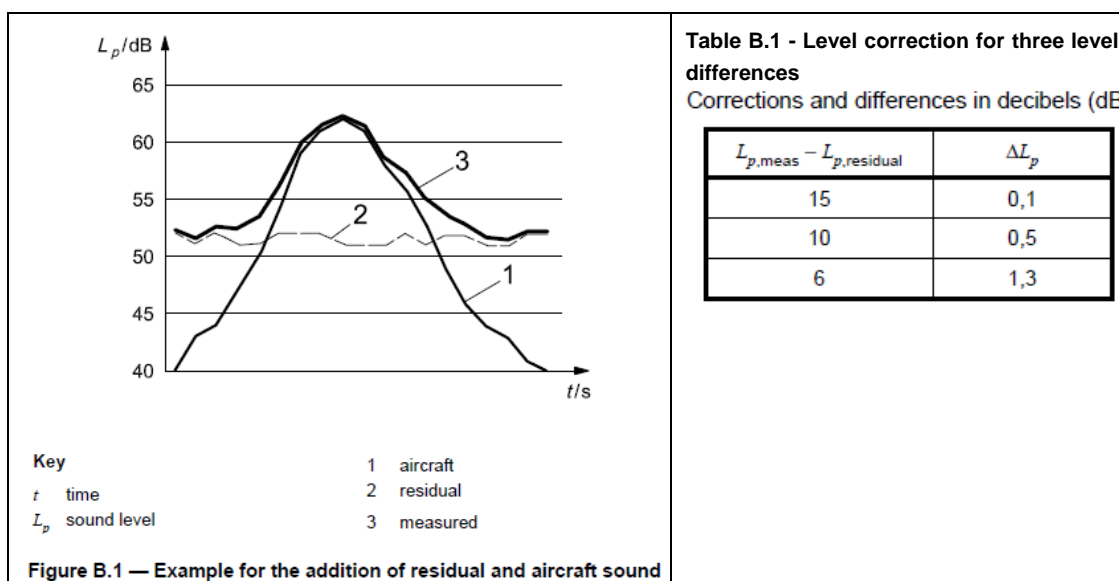
Bijlage 2 Toelichting NEN-ISO 20906

Nauwkeurigheid Tabel 3 geeft een overzicht van de nauwkeurigheid voor een geluidmeetstation op basis van klasse 1 of 2. Deze nauwkeurigheid is altijd van toepassing ongeacht de locatie of plaats van een meetmicrofoon.

Tabel 3 Nauwkeurigheid geluidmeetstation op basis van annex B NEN-ISO 20906 met meetmicrofoon klasse 1 of klasse 2¹⁴.

Omschrijving	Klasse 1	Klasse 2
Hoek van geluidinval < 30°	0.7	1.1
Hoek van geluidinval < 90°	0.9	1.4

Correctie Volgens de NEN-ISO 20906 dient aanvullend nog rekening te worden gehouden met een correctie vanwege het altijd aanwezige omgevings- of achtergrondgeluid. Figuur 6 geeft een toelichting uit de norm en een voorbeeld van correctiewaarden. Deze bedraagt 0.1 dB voor situaties als het geluidsniveau van een vliegtuigpassage 15 dB boven het omgevingsgeluid uitkomt. Indien het verschil kleiner is (en dus de invloed van het omgevingsgeluid groter) dan neemt de correctie toe. Bijvoorbeeld: wanneer de meetwaarde gelijk is aan 68.2 dB(A) en het omgevingsgeluidniveau is gelijk aan 58.2 dB(A). Het verschil is dan 10 dB. Conform de tabel is het gecorrigeerde geluidniveau vanwege het vliegtuig dan gelijk aan 68.2 dB(A) - 0.5 dB = 67.7 dB(A).



Figuur 6 De som van het geluid van het vliegtuig (1) en het omgevingsgeluid (2) levert het totale geluidniveau (3) (voorbeeld NEN-ISO 20906). De tabel B.1 geeft voorbeelden van correctiewaarden.

Spreiding De NEN-ISO 20906 geeft aan dat naast de nauwkeurigheid van het meetstation zelf ook rekening moet worden gehouden met spreiding in de geluidniveaus vanwege verschillen tussen vliegtuigpassages en invloed van de weersomstandigheden (wind, vochtigheid, temperatuur) op het geluidniveau.

¹⁴ In de NEN-ISO 20906 is de berekening voor klasse 1 volledig beschreven. De nauwkeurigheid klasse 2 is aan de hand van de voorbeeldberekening bepaald met de eisen klasse 2 conform IEC 61672-1.

In annex B van de norm wordt aangegeven dat de onzekerheid van geluidoverdracht door de lucht beschreven kan worden met de volgende formule:

$$u_{\text{att}} = \left(\frac{r_0}{r}\right)^2 + (p_j r + q_j)^2 \quad (\text{B.19})$$

In deze formule zijn p_j en q_j constanten gebaseerd op diverse onderzoeken, r is de afstand tussen vliegtuig en meetmicrofoon en r_0 een referentieafstand van 750 m. De norm geeft per vliegtuigtype waarden voor p_j en q_j voor stijgen en landen. Onderstaande tabel geeft de berekende waarde voor een gemiddelde p_j en q_j van stijgen en landen.

Tabel 4 Onzekerheid overdracht door lucht u_{att} op basis van paragraaf B.5.2.2 NEN-ISO 20906.

Afstand (m) r	Landen q_j	Stijgen p_j	Gemiddeld dB
250	10.8	10.3	10.6
500	4.3	3.8	4.1
750	3.3	2.7	3.0
1000	3.2	2.5	2.8
1500	3.4	2.7	3.1
2000	4.0	3.2	3.6

Classificatie

De NEN-ISO 20906 geeft aan dat een automatisch geluidmeetsysteem betrouwbaar en precies het geluid van vliegtuigen moet classificeren. In paragraaf 4.5 van de norm zijn een aantal eisen beschreven waaraan een systeem aantoonbaar moet voldoen bij oplevering. De norm gaat er daarbij dan vanuit dat de controle handmatig plaatsvindt.

Tabel 5 Eisen NEN-ISO 20906 voor correcte detectie en classificatie.

4.5 Aircraft sound event detection and classification

An automatic sound-monitoring system shall reliably and precisely detect and classify aircraft sound events. A variety of techniques can be used to detect the aircraft sound events depending on the situation. It may be necessary to use different techniques for different periods of the day.

The chosen technique shall classify the aircraft sound events precisely enough to satisfy the following three criteria.

- The expanded uncertainty (see Clause 6) of the measured cumulated exposure level of all aircraft sound events shall not exceed 3 dB.
- At least 50 % of true aircraft sound events shall be correctly classified as aircraft sound events.
- The number of non-aircraft sound events which are incorrectly classified as aircraft sound events shall be less than 50 % of the true number of aircraft sound events.

De waarde van 50% hangt waarschijnlijk samen met het uitgangspunt dat een systeem een nauwkeurigheid moet hebben van 3 dB zoals genoemd bij de eerste voorwaarde: bij een percentage van 50% kan verwacht worden dat de andere helft van de vliegtuigen een lager geluidniveau heeft en daarmee de meetwaarde hoogstens met 3 dB zal verhogen.

Indien de wens bestaat om de onzekerheid te verlagen naar 2 dB of 1 dB dan zal het bijbehorende percentage uitkomen op respectievelijk 63% en 79%.

Wind

De NEN-ISO 20906 gaat uit van een maximaal geluidniveau vanwege wind van 65 dB bij een windsnelheid van 10 m/s (6 Bft). De idee achter deze waarde is dat bij hogere windsnelheden het omgevingsgeluid vanwege de wind zodanig hoog is dat een betrouwbare meting van het vliegtuiggeluid met een standaard buitenmicrofoon niet mogelijk is.

Bijlage 3 Luistervink (Geluidconsult)

Ontstaan en organisatie

Luistervink is in de jaren 90 ontwikkeld door de afdeling geluid van de Amsterdamse onderzoeksdienst OMEGAM. In 2003 werd deze dienst door de gemeenteraad van Amsterdam opgeheven. De geluidactiviteiten zijn eerst voortgezet door Omegam-Geluid b.v. In 2005 is de naam gewijzigd in Geluidconsult b.v.

Voor meer informatie over het bedrijf zie: www.geluidconsult.nl.

Internet

Algemene beschrijving systeem

Monitorsysteem Luistervink is bedoeld voor meten van vliegtuiggeluid. Het wordt geplaatst op een plat dak in of nabij een woongebied op een bijvoorbeeld rustige locatie. De installatie bestaat uit een microfoonhuis met meterkast, computer met meetsoftware en een softwarepakket voor nabewerking tot eindresultaten. Het gehele systeem is in Nederland ontwikkeld en momenteel op een tiental locaties in bedrijf ten behoeve van een aantal gemeenten rond Schiphol.



Figuur 7 Meetstation luistervink met microfoonhuis

Het microfoonhuis heeft een afmeting van $b \times d \times h = 2.5 \times 2.5 \times 0.6$ m met gaasdoek aan de bovenzijde en een geluidsabsorberende bodem. Hierin is de buitenmicrofoon opgenomen. Voor het meten van de windsnelheid is een aparte windmeter opgenomen. Het microfoonhuis heeft de functies:

- windgeruis tot het minimum reduceren waardoor ondermeer weersomstandigheden betrouwbaar kunnen worden gemeten,
- het afschermen van stoorgeluiden van de omgeving,
- het absorberen van de storende bodemreflectie. Door de absorberende bodem kan de hoogte van de installatie beperkt worden gehouden tot 0.6 m zodat deze niet of minder zichtbaar is vanaf de openbare weg.

Tegen het microfoonhuis is de meterkast gemonteerd waarin een klasse 1 geluidmeter, meetcomputer en communicatieapparatuur is opgenomen.

Data-analyse en verwerking

Detectie

De meetsoftware bestaat uit twee delen. Een programma dat de geluidenergie en de piekwaarde van elke geluidgebeurtenis bepaald alsmede de windsnelheid en het achtergrondniveau van elk kwartier.

Herkenning

Het tweede programma onderscheidt vliegtuiglawaai van andere soorten lawaai. Dit herkenningsprogramma maakt gebruik van een computersimulatie van het menselijk oor

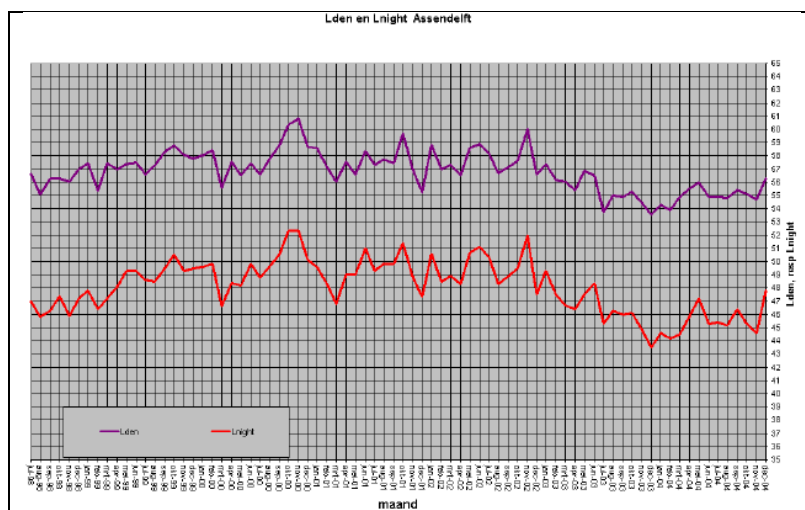
en is ontwikkeld aan de universiteit van Groningen. Het is afgestemd op herkenning van vliegtuiggeluid op de Luistervinklocaties.

Met dit systeem kunnen vliegtuigpassages met een piekwaarde van 10 dB(A) of meer boven het momentane achtergrondniveau worden gemeten. De leverancier vermeldt dat aldus een L_{max} waarde van 50-55 dB(A) gemeten kan worden in een rustige omgeving. In de meetcomputer worden de ruwe meetbestanden opgeslagen en periodiek getransporteerd naar het thuisstation. In een nabewerking worden stoorlawaai en vliegtuiglawaai verder gescheiden.

Presentatie en rapportage

Van de geselecteerde vliegtuiggeluiden worden de eindresultaten samengesteld. Deze bestaan uit (per maand en per 12 maanden):

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kosteneenheden KE (Nederlandse eenheid) ▪ L_{den} en L_{night} (Europese eenheden) ▪ Leq dag 7-19 ▪ Leq avond 19-23 ▪ Leq nacht 23-7 en 23-6 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aantal meetbare passages ▪ Verdeling geluidbelasting over het etmaal ▪ Verdeling aantal passages over het etmaal ▪ Verdeling passages in geluidklassen van 2 dB(A).
--	--



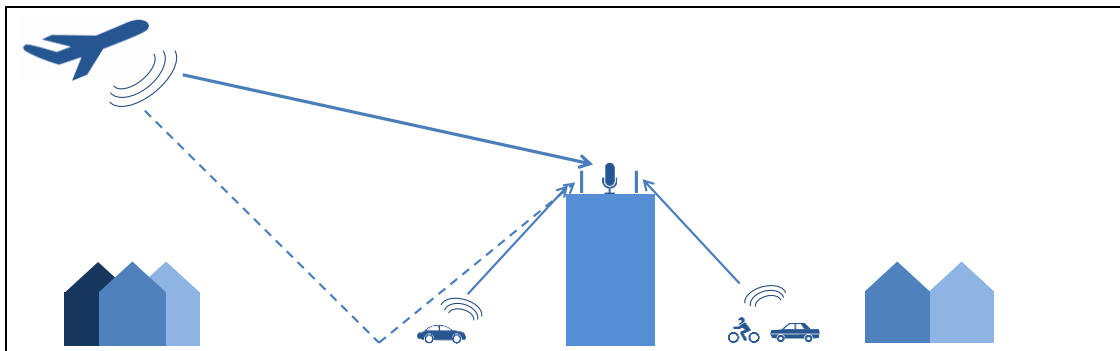
Figuur 8 Voorbeeld Lden en Lnight per maand

Resultaten worden schriftelijk gerapporteerd naar de opdracht gevende gemeente/milieudiensten. Deze rapportage geeft o.a. de L_{den}, L_{night}, de geluidbelasting L_{Aeq} dag-avond-nacht, het aantal gemeten passages, de etmaalwaarde per dag en een top 20. Eén meetpost is direct aangesloten op Sensornet (zie Bijlage 5).

Onderscheidende kenmerken

Opstelling

De meetmicrofoon van Luistervink wordt geplaatst in een speciale opstelling. Deze opstelling wordt toegepast om de invloed van bodemreflecties, omgevingsgeluid en windgeruis (bij hoge windsnelheden) te reduceren. Bij plaatsing op een hoger dak van een gebouw kan het van opzij/van onderkomend omgevingsgeluid 6-10 dB(A) worden gereduceerd¹⁵.



Figuur 9 Illustratie afschermdende werking meetopstelling Luistervink voor omgevingsgeluid. De bodemreflectie van het vliegtuig wordt ook afschermd.

Drempel

Luistervink maakt verder gebruik van een variabel drempel van 5 dB boven het heersende omgevingsgeluid. Daardoor ontstaat de mogelijkheid om vliegtuigpassages te detecteren met een passagegeluidniveau van L_{Amax} 50-55 dB(A). Dat heeft tevens tot gevolg dat geluidbelastingen vanaf 45 dB(A) L_{den} resp 15 KE betrouwbaar kunnen worden gemeten.

Onderscheid tussen geluid van passages van vliegtuigen en andere geluiden (auto, trein) wordt gemaakt op basis van geluidherkenningssoftware van Universiteit Groningen.

Samenvatting Luistervink

Het geluidstelsel Luistervink heeft als onderscheidend kenmerk dat de meetmicrofoon wordt geplaatst in een bak waarvan de bodem is voorzien van een laag absorberend materiaal. Doel van deze opstelling is het verminderen van het effect van bodemreflecties en het afschermen van omgevingsgeluid door de opstaande randen. Door deze opstelling kan verwacht worden dat in bepaalde situaties met veel omgevingsgeluid passages van stille vliegtuigen beter onderscheiden kunnen worden van het overige geluid en dat daardoor met een hogere nauwkeurigheid gemeten kan worden dan met een standaard opstelling.

Data van het systeem worden opgeslagen op een centrale computer van Geluidconsult b.v.. Gegevens worden op dit moment alleen¹⁶ beschikbaar gesteld via schriftelijke rapportages aan opdrachtgevers.

¹⁵ De waarde van 6 dB(A) is gebaseerd op eigen metingen van Geluidconsult. Voor bronnen dicht bij de opstelling kan de afscherming groter zijn. Deze waarde is door ARDEA geverifieerd via een modelberekening op basis van de Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai 1999.

¹⁶ Eén meetstation levert data aan Geluidsnet/Sensornet.

Bijlage 4 NOMOS (Brüel & Kjaer)

Ontstaan en organisatie

NOMOS

Het NOMOS meetsysteem is ontwikkeld door het Australische bedrijf Lochard¹⁷. Lochard heeft NOMOS geplaatst bij circa 250 vliegvelden wereldwijd. Lochard is in 2009 overgenomen door het bedrijf Brüel & Kjaer¹⁸ (B&K).

De eerste geluidmeetposten van NOMOS zijn in 1993 geplaatst in opdracht van Schiphol. Daarbij is gekozen voor een systeem op basis van klasse 1 geluidmeetapparatuur. Het systeem is door Schiphol opgezet als een informatiesysteem met mogelijkheden om detailinformatie te verkrijgen voor verdere analyse van relevante meetlocaties¹⁹.

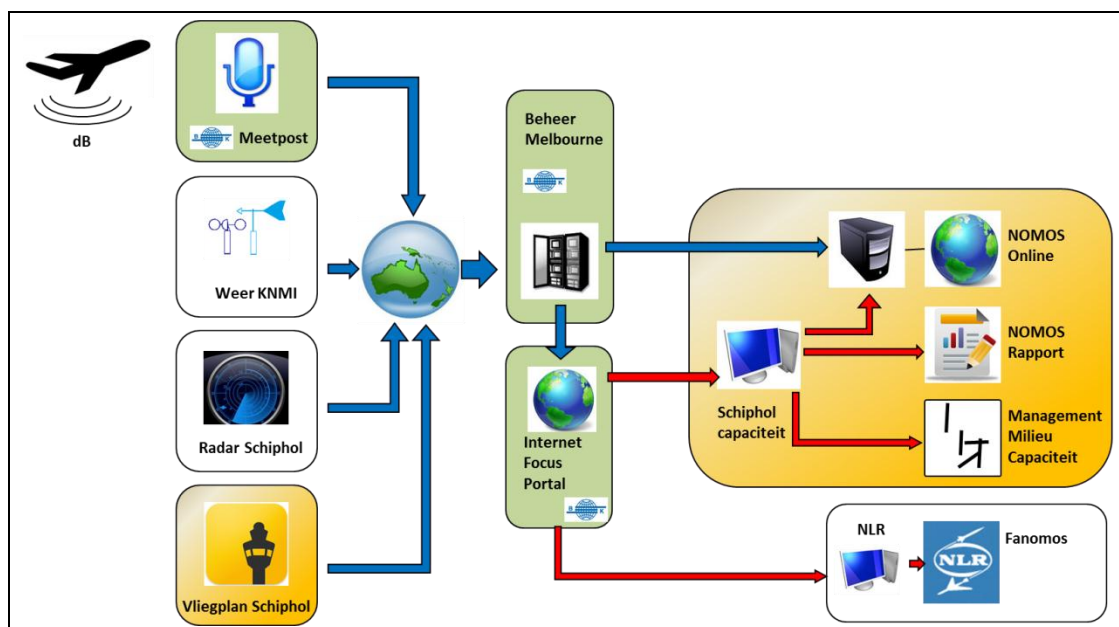
In de loop der jaren is het systeem uitgebreid en aangepast. Er zijn nu 29 vaste geluidmeetposten en 2 mobiele posten. Sinds maart 2011 wordt gewerkt met het zogenoemde NOMOS III systeem.

Internet

Voor meer informatie over het bedrijf en de organisatie zie: www.lochard.com en www.schiphol.nl/nomosonline.

Algemene beschrijving systeem

Het NOMOS systeem bestaat op dit moment uit circa 30 meetstations. Elk meetstation is voorzien van een geluidmeetsysteem klasse 1 waarbij de microfoon vrij op een daklocatie (school/flat) is geplaatst of een meetmast van 10 m hoogte in woonwijken. De meetdata van elke meetstation wordt continu verstuurd naar een centrale opslag (B&K Melbourne). De centrale computer ontvangt daarnaast meteogegevens, radardata en vliegplangegevens van Schiphol. Op de centrale computer worden alle gegevens gecombineerd. Meetdata is beschikbaar voor andere computersystemen via een directe verbinding. Detaildata voor onderzoek is beschikbaar via een internetportal.



Figuur 10 Overzicht NOMOS meetsysteem en wijze van presenteren.

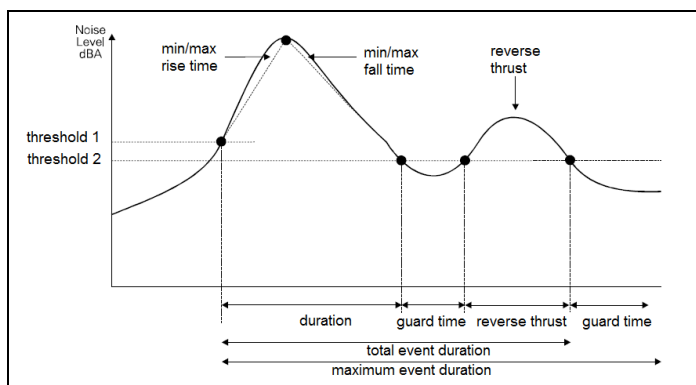
¹⁷ www.lochard.com

¹⁸ www.bksv.com

¹⁹ De commissie vliegtuigdeskundigen heeft in haar rapport van 2006 aanbevelingen gegeven voor geluidmetingen voor informatie. Veel van deze aanbevelingen maken onderdeel uit van NEN-ISO 20906:2010.

Wijze van data-analyse

Het NOMOS-systeem heeft verschillende algoritmen om een geluidspassage van een vliegtuig te detecteren: NOMOS standaarddetectie, DIN456543-detectie en SWD-detectie²⁰. Figuur 9 geeft schematisch het geluidverloop van een vliegtuigspassage. Nadat het geluidniveau een instelbare statische drempelwaarden (4 drempels²¹ per 24 uur) overschrijdt bepaald het algoritme of er sprake is een vliegtuigspassage op basis van de stijgtijd, daaltijd en totale lengte. Op basis van de radargegevens wordt vervolgens een koppeling gemaakt tussen het geluidevent en een vliegtuig. Bij twijfel over een geluidevent wordt een event geheel afgekeurd of geaccepteerd met waarschuwing.

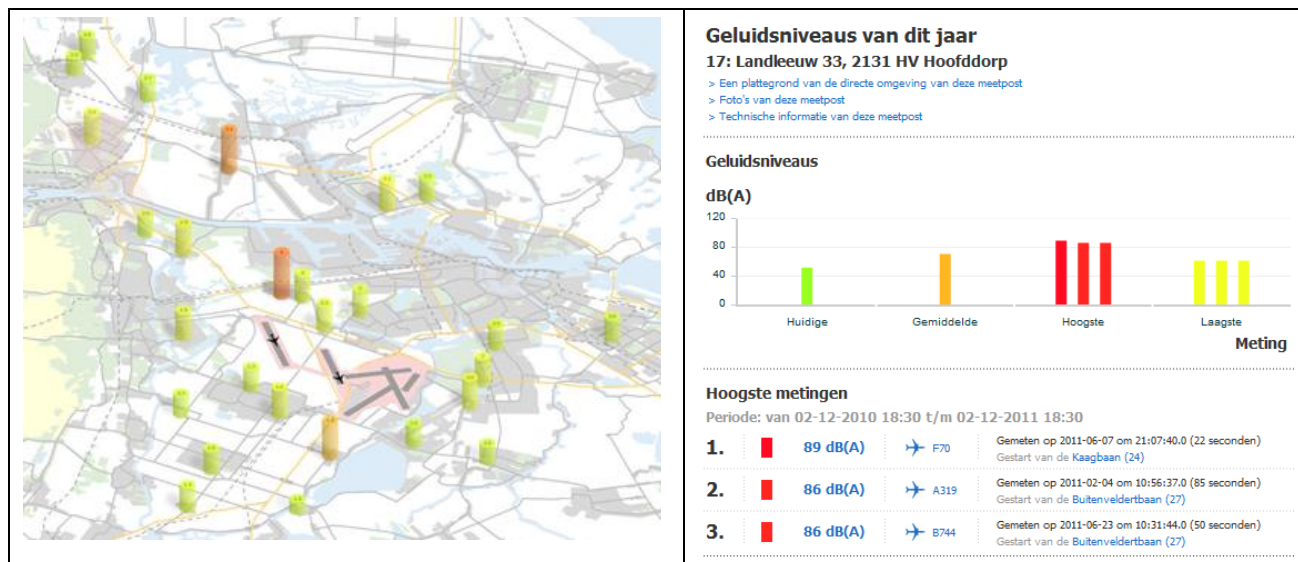


Figuur 11 Overzicht paramaters NOMOS-standaard detectie

Presentatie en rapportage

NOMOS online

De gegevens van de centrale server worden automatisch verstuurd naar het NOMOS Online systeem voor presentatie op internet. NOMOS online presenteert nu o.a. de actuele geluidniveaus, L_{Amax}-waarden, het gemiddelde van de L_{Amax}, aantal gemeten passages per meetpost en dag-, week- en maandgemiddelden. Verder worden gegevens opgenomen over baangebruik, geluidmetingen per type toestel.



Figuur 12 Presentatie geluidniveaus op NOMOS online en overzicht historische gegevens.

²⁰ SWD: aangepaste versie DIN voor Zwitserse vliegvelden.

²¹ In de huidige situatie is bij de meeste NOMOS meetposten gekozen voor één vaste waarde. Naar aanleiding van de audit door ARDEA van september 2011 heeft Schiphol aangegeven onderzoek uit te gaan voeren op welke plaatsen aanpassing mogelijk is.

Via het Focus Portal en/of de ANOMS client bestaat de mogelijkheid dat beheerders en/of gebruikers kunnen inloggen op de server om de gegevens uit de database op te halen voor additionele doeleinden. Het NLR heeft rechten om gegevens op te halen voor haar Fanomos geluidberekeningen. Schiphol capaciteitsmanagement gebruikt het portal voor aanvullingen op NOMOS online, de maandrapportages en managementstudies ten behoeve van bijvoorbeeld verbetering vliegprocedures. Tenslotte heeft Schiphol capaciteitsmanagent de mogelijkheid om de meetpost direct te benaderen en direct alle data uit een meetpost op te halen.

Onderscheidende kenmerken

De opzet en organisatie van het geluidmeetsysteem NOMOS lijkt, hoewel formeel niet getoetst, goed aan te sluiten bij de NEN-ISO 20906. Het heeft een zelfstandige dagelijkse automatische kalibratie met defectdetectie. Het systeem slaat veel detailinformatie voor verificatie en gebruik voor achtergrondstudies en modelberekeningen. Onderhoud en toegang tot het meetsysteem vindt plaats door gecertificeerd personeel. Informatie vanuit het systeem is voor het publiek direct toegankelijk via de internetsite www.schiphol.nl/nomosonline.

Samenvatting NOMOS

Het geluidstelsysteem NOMOS is een wereldwijd gebruikt systeem rond circa 250 vliegvelden. Qua opzet en structuur lijkt, lijkt, alhoewel formeel niet getoetst, goed aan te sluiten bij de NEN-ISO 20906. Data van het systeem wordt opgeslagen op een centrale computer in Melbourne en is via een beheerdersportal beschikbaar voor Schiphol en NLR voor verdere rapportages.

Informatie over gemeten L_{Amax} waarden en aantal passages is vanuit het systeem voor het publiek direct toegankelijk via de internetsite www.schiphol.nl/nomosonline.

Bijlage 5 Geluidsnet (Sensornet)

Ontstaan en organisatie

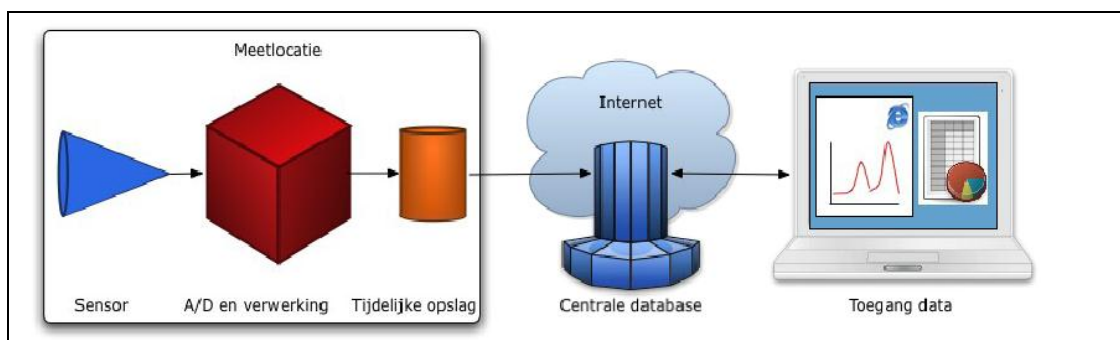
Geluidnet werd in 2003 opgericht om als onafhankelijke pioniersorganisatie betrouwbare en objectieve gegevens over geluidsoverlast in de woon- en werkomgeving te verzamelen. In 2005 is besloten om de organisatie te veranderen en te gaan samenwerken met adviserend ingenieurbureau DGMR om de operationele dienstverlening te verbeteren voor haar klanten. Sinds 2006 wordt door beider partijen samengewerkt onder de naam Sensornet. Sensornet levert nu informatie op contractbasis aan opdrachtgevers.

Internet

Voor meer informatie over het bedrijf en de organisatie zie: www.sensornet.nl en www.dgmr.nl.

Algemene beschrijving systeem

Geluidnet biedt verschillende meetdiensten aan gebaseerd op netwerken van geluidmeetpunten. Deze meten continu het geluidniveau op de meetlocaties en sturen de meetresultaten (1 meting per s) via internet naar een centrale computer. Door analyse van het geluidpatroon worden lokale verstoringen uitgefilterd. Indien gewenst kunnen de actuele meetresultaten toegankelijk gemaakt worden via de Geluidnet-website. Het is ook mogelijk om deze informatie via andere kanalen weer te geven, zoals de website van de opdrachtgever.



Figuur 13 Principe Sensornet



Figuur 14 Voorbeeld van opstelling meetstations.

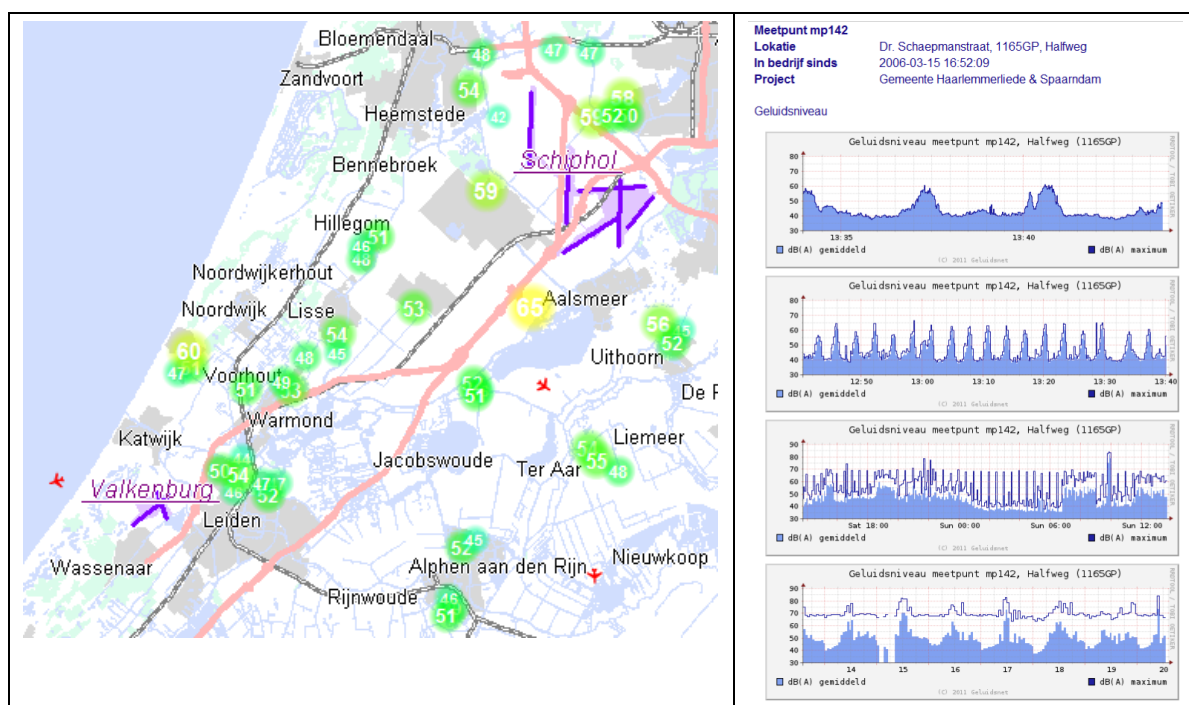
De locaties voor de meetpunten worden in onderling overleg vastgesteld. Geschikte locaties zijn één of twee verdiepingen hoog, hebben een plat dak en een breedband-internet aansluiting. De huidige meetpunten staan gelijk verdeeld bij bedrijven, scholen, particulieren of openbare gebouwen (gemeentehuis, zwembad, bibliotheek, buurtcentrum, brandweerkazerne, etc.). Er zijn ook oplossingen voor locaties waar geen breedband-internet of geen vaste stroomvoorziening aanwezig is.

Wijze van data-analyse

De detectie van vliegtuigpassages is in belangrijke mate gebaseerd op correlatie van de geluiden tussen nabijgelegen meetpunten. De optimale afstand tussen meetlocaties is ongeveer 600 meter. Door deze methode worden lokale verstoringen/passages (brommer of vrachtwagen) zoveel mogelijk uitgefilterd en kunnen vliegtuigpassages worden vastgesteld op basis van het geluidverloop tussen verschillende punten en radargegevens. Gegevens over nauwkeurigheid van deze methode zijn in beperkte mate beschikbaar. Het RIVM heeft een eerste vergelijking uitgevoerd in 2009 (rapport geluidmonitor 2009, RIVM nr. 680740004/2010).

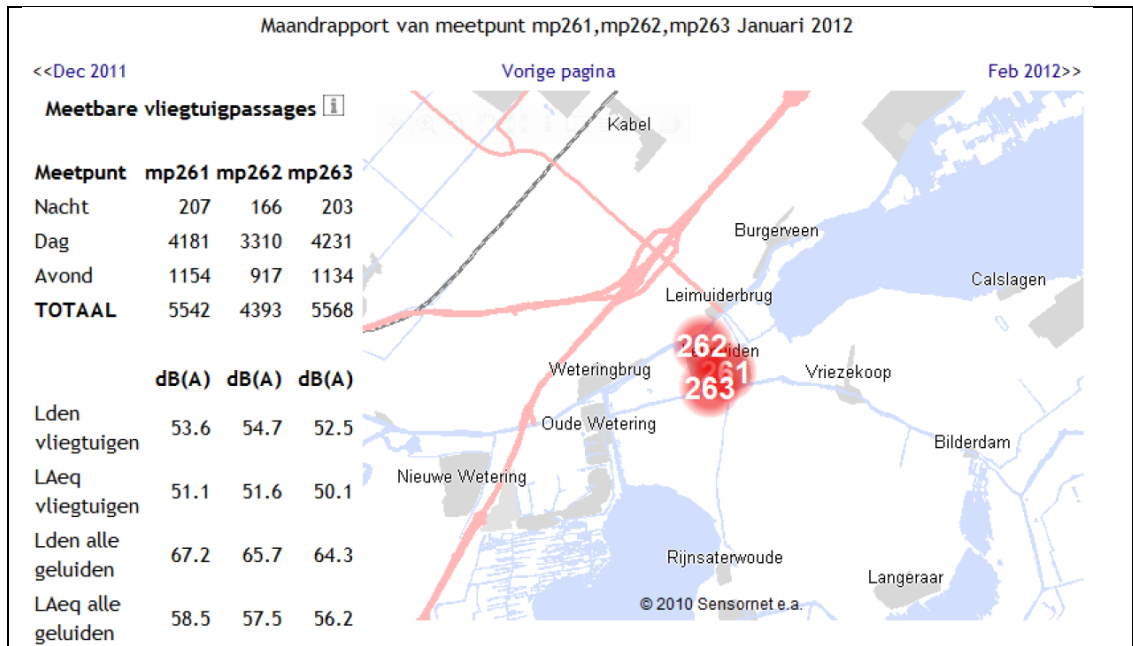
Presentatie en rapportage

De actuele meetwaarden van Sensornet worden gepresenteerd op de website met daarbij ook vertrekkende en landende vliegtuigen. Per meetstation wordt een grafiek gegeven met recente meetwaarden.



Figuur 15 Online website met meetwaarden (links). Informatie laatste minuten tot 7 dagen terug (rechts).

Naast de presentatie op de website worden voor opdrachtgevers schriftelijke maand- of jaarrapportages opgesteld met o.a. aantallen vliegtuigpassages, geluidbelasting, L_{den} vliegtuigpassages per uurwaarde, dag of maand en geluidniveaus per vliegtuigpassage. Voor opdrachtgevers is er een portal beschikbaar om online maand- en jaarrapportages te bekijken.



Figuur 16 Voorbeeld maandrapportage beschikbaar via portal voor opdrachtgevers.

Samenvatting Sensornet

Sensornet is gebaseerd op eenvoudige meetstations. Verwerking van data vindt plaats op de centrale computer waarbij passages bepaald worden op basis van correlatietechnieken. Informatie over LAm_{ax} waarden is voor het publiek direct toegankelijk via de internetsite www.geluidsnet.nl.

Bijlage 6 Vergelijkingstabel drie systemen

Informatie	Toelichting	Luistervink	Nomos	Sensornet
MEETPOSTEN				
Systeem	Korte beschrijving van het systeem met een blokdiagram	Zie Bijlage 3	Zie Bijlage 4	Zie Bijlage 5
Meetposten	Plaats/locatie meetpost	8 stations (Buitenveldert, Amstelveen, Krommenie, Driehuis, Velsen).	32 stations (Zwanenburg, Amsterdam, Amstelveen, Aalsmeer, Rijsenhout, Leimuiden, Abbenes, Nieuw Vennep, Hoofddorp, Haarlem, Spraandam, Assendelft, Oostzaan, Heemskerk, Uithoorn, Velsbroek, Uitgeest, Limmen, Castricum, Hoofddorp, Schiphol, Lijnden)	100 microfoons
	Positionering microfoon. Conform NEN-ISO 20906 minimaal 6 m hoogte. Aanbevelingen Commissie Vliegtuigdeskundigen zie Bijlage 7.	De meethoogte is 0.6 m boven dak/bodem, waarbij het dak/bodem voorzien wordt van geluidabsorberend materiaal. Microfoon wordt afgeschermd door randen bak voor omgevingsgeluid. Afscherming windgeruis door extra grote windbol met gaasdoek.	Stations staan zo veel mogelijk vrij opgesteld met microfoon op 10 m hoogte.	Behoudens een enkele uitzondering Ja. De circa 100 microfoons staan doorgaans op ongeveer 5m hoogte waarbij microfoons geplaatst zijn op een mast en aan gebouwen en dakopstanden bevestigd.
MEETAPPARATUUR				
Apparatuur	De nauwkeurigheid van geluidmeters kan voldoen aan ISO-IEC 61672-1:2002. De geeft de eisen voor klasse 0 (laboratorium, klasse 1 (laboratorium/standaard), klasse 2 (algemene toepassingen) en klasse 3 (verkennde meting)	Geluidmeters en microfoons klasse 1 Merken: B&K type 2236; Rion NL15; NL 32 ; dB01 type Solo	Lochard EMU 2, klasse 1 ISO 61672 en 606521	Rion UC52 klasse 2 microfoon (Klasse 1 optioneel)
	Geluidmeters zijn in het algemeen uitgerust met omni-directionele microfoons. Richtmicrofoons maken het is het mogelijk om het geluid uit één bepaalde richting op te vangen en het geluid van achteren te onderdrukken.	Omni-directioneel	Omni-directioneel	Omni-directioneel
	Bij buitengebruik is het relevant dat de microfoons onder alle weersomstandigheden blijven functioneren. Invloed van neerslag wordt bij alle systemen voorkomen door een speciale windbol. Een te hoge luchtvochtigheid in/op de microfoon kan worden voorkomen door verwarmen en/of silicagel.	Alle relevante temperaturen. De microfoons worden verwarmd.	-40 °C - +60 °C, speciale buitenmicrofoon	-10 °C - +50 °C De microfoons worden verwarmd.

Informatie	Toelichting	Luistervink	Nomos	Sensornet
	Geluid	✓	✓	✓
	Temperatuur	-	✓ (enkele stations)	-
	Windrichting	-	✓ (enkele stations)	-
	Windsnelheid	✓	✓ (enkele stations)	-
	Relatieve vochtigheid	-	✓ (enkele stations)	-
GEGEVENS DERDEN				
	Radar	Op 1 meet post virtuele radar	Gegevens lokale radar vliegveld	
	Vliegtuigtype	-	Gegevens lokale radar vliegveld	✓
	Luchtvaartmaatschappij	-	Gegevens lokale radar vliegveld	✓
	Hoogte vliegtuig	-	Gegevens lokale radar vliegveld	✓
	Anders	-	-	Meteogegevens, temperatuur, wind en richting worden extern betrokken
MEETWAARDEN/ PARAMETERS				
$L_{p,AS,max}$	Het maximale geluidniveau dat optreedt in een bepaald tijdsinterval (bv. passage) met de geluidmeter in meterstand "Slow". De A-weging is de standaard correctie voor de gevoeligheid van het menselijk oor.	✓	✓	✓
$L_{p,AS,1s}$	Het gemiddeld geluidniveau dat optreedt in een periode van 1s.	✓	✓	✓
LAX (SEL)	Het totale gemiddelde geluidniveau voor de duur dat het geluid van een vliegtuig 10 dB onder het maximum is geweest (zie toelichting Bijlage 1)	✓	✓	-
LC	Het C-gewogen optredende geluidniveau.	-	✓	-
Leq		✓	✓	✓
L95	Het minimale geluidniveau dat gedurende 95% van de tijd optreedt. Dit niveau wordt beschouwd als een goede beschrijving van het continue omgevingsgeluid/achtergrondgeluid.	✓	✓	-
dB(A)	Bij de meting van het geluid kan aanvullend een frequentieanalyse worden uitgevoerd. Deze analyse vindt vaak plaats in negen 1/1 octaafbanden (25-10000 Hz) of 27 1/3-octaafbanden. Deze detailinformatie kan (later) gebruikt worden voor controle en/of verdere analyse en berekeningen.	dB(A)	dB(A) 31 1/3 octaafbanden 16-16000 Hz	dB(A)
Geluidsamples van event	Opslag van geluidsamples maakt het mogelijk om achteraf te bepalen wat er in werkelijkheid is gemeten.	-	✓ op te halen uit meetstation	-
Overig				
Temperatuur		-	✓ (enkele stations, uurdata)	✓ <u>elk station of vanuit meteo?</u>
Windrichting		-	✓ (enkele stations, uurdata)	✓
Windsnelheid		✓	✓ (enkele stations, uurdata)	✓

Informatie	Toelichting	Luistervink	Nomos	Sensornet
DETECTIE en PARAMETERS				
Aantal gedetecteerde passages	Het aantal gedetecteerde passages wordt vastgelegd.	✓	✓	✓
		Herkenningstotal vliegtuiggeluid Waarde0-1, Stijgtijd geluid dB/sec Passageduur (Tpas) pp zwevende meetdrempel die 5 dB boven L95 ligt van afgelopen 15 minuten. T10 passagetijd 10 dB onder de top	Passageduur, tijdsduur, spectrum L _{Amax} , L _{Aeq} , SEL en ingestelde detectie-parameters drempel, minimale duur. LCS _{max} , LCE, LCE _q , LCE _{qmax} , PNL _{max} , EPNL Uurwaarden LAE, LAE, max level, L1, L5, L10, L50, L90, L95, L99.	
Vliegtuigdetectie		Koppelen van het meetbestand met een bestand van geluidherkennings programmatuur Aanvullende herkenningsparameters als piekniveau- windsnelheid, stijgtijd, soms vergelijking met nabijgelegen meetpost (clusterherkenning), vergelijkingen L _{Amax} - LSEL, en vergelijkingen ander gemeten parameters L _{Amax} -Tpas; Tpas-T10 etc	Overschrijding ingestelde drempel Tijdsduur gebeurtenis (minimum tijd/maximum tijd) Snelheid van toe- en afname gebeurtenis (niet te snel of te langzaam)	Geluidpatroonherkenning, Correlatie dB(A)-waarde met naburige meetpunten, radartracks
Criteria		Als de vectorsom H van alle herkenningsparameters boven een bepaalde waarde komen. $H^2 = a1 \cdot h1^2 + a2 \cdot h2^2 + a3 \cdot h3^3 + a4 \cdot h4^2 \dots \text{etc}$ H1= herkenningsparameter 1 A1 weefactor van herkenningsparameter1 Event= valid als H1 < drempelwaarde, anders stoorlawaai	Systeem gebruikt een fuzzy logic algoritme dat de L _{Amax} waarde van een gebeurtenis koppelt aan radargegevens op basis van afstand, vliegpad (hoogte, stijgen, dalen).	Zie boven, voor elk event wordt een statistische zekerheid bepaald
L _{den} /L _{night}	Wordt een berekening uitgevoerd van het gemiddelde geluidniveau L _{den} of L _{night}	✓, rapportage schriftelijk Luistervink	✓, rapportage NLR	✓, rapportage schriftelijk Sensornet
CORRECTIES				
Stoorgeluidcorrectie	Conform NEN-ISO 20906 kan rekening worden gehouden met een stoorgeluidcorrectie (zie Bijlage 2).	Alleen als L _{Amax} -L95 < 10 dB. Normaliter is L _{Amax} -L95 groter dan 10 dB., dan is correctie niet gebruikelijk.	Nee, alleen passages boven een drempelwaarde worden gemeten. De drempelwaarde is per meetpost zo ingesteld dat de L _{Amax} waarde niet significant beïnvloed wordt.	Nee

Informatie	Toelichting	Luistervink	Nomos	Sensornet
Stoorgeluidcorrectie (vervolg)		Normaliter worden events bij LMax-L95 < 10 dB niet meegenomen omdat daarbij de herkenning te veel fouten oplevert en de geluidbijdrage van deze events meestal te verwaarlozen is.		
Andere correcties/bodem/gevel	Invloed van lokale reflecties moet worden voorkomen om meetdata onderling vergelijkbaar te maken.	Ja, omdat de bodem van het microfoonhuis sterker absorbeert, (Reflectie 0 dB) dan de standaard situatie bij de certificaat metingen met laag grasland (geschatte reflectie 1 dB) zoals gedefinieerd in de Icao voorschriften Annex16, wordt bij de gemeten geluidniveau's 1 dB(A) opgeteld.	-	-
Onderdrukking windgeruis		Er is een dubbele windafscherming : een grote 20 cm windbol met daarboven een gaasdoek van 2,5x2,5 m. Aangezien het windgeruis afneemt met de 4e macht van de diameter van de windbol, geeft deze oplossing een veel lager windruisniveau dan een 10 cm windbol.	Windbol	Windbol
Invloed wind	Zie toelichting invloed wind Bijlage 2.	Alle events worden vastgelegd. Bij een te grote kans dat het event door windgeruis wordt veroorzaakt, wordt het event afgekeurd. Dit is afhankelijk van de relatie Lmax-Vwind. De Lmax door de wind wordt berekend en vergeleken met de gemeten Lmax.Events met een windsnelheid > 20 m/s (9 Bft) worden later weggefilterd.	Bij windsnelheid > 10 m/s (6 Bft) wordt een gebeurtenis voorzien van een waarschuwing voor mogelijke invloed wind.	10 m/s
Max/min geluidniveau drempel	Door het instellen van een drempelwaarde wordt voorkomen dat systeem teveel fouten gaat maken door langfluctuaties van het omgevingsgeluid (bv. auto in de verte) te 'herkennen' als vliegtuig. Het instellen van een bovengrens kan zinvol zijn om niet zinnige piekgeluiden (windvlagen, onweer) buiten beschouwing te laten.	Ondergrens als Lmax-L95 < 10 dB(A). Bovengrens als Vwind > 20 m/s of als L95 > 60 dB(A). Luistervink heeft een zwevende meetdrempel op 5 dB boven het heersende L95 niveau. Dat betekent dat in een aantal gevallen een L95 niveau 's nachts van 35 dB(A) voorkomt, hetgeen betekent dat pieken vanaf 45 dB(A) al worden geregistreerd.	4 detectietemplates, naar keuze schakelbaar voor bv. dag, nacht, spitsuur verkeer	Passage 10 dB boven omgevingsgeluid

Informatie	Toelichting	Luistervink	Nomos	Sensornet
Beheer/ Meetgegevens				
Locatie	Meetdata kan direct bij het meetstation worden opgeslagen en/of elders.	Op de computer van het meetstation, Na periodieke verzending per week ook op de computers van de thuisbasis.	Lokale meetgegevens in meetstation. Daarna transport naar centrale server (Melbourne)	Centrale servers
Beheer	Wie regelt de opslag en beheer	Geluidconsult	Brüel & Kjaer	Geluidnet medewerkers
	Wie heeft toegang tot de meetgegevens.	Geluidconsult	Brüel & Kjaer, Schiphol, NLR Platform Vliegtuighinder Castricum (meetposten)	Geluidnet medewerkers
Omgeving	Wordt het meetsysteem of delen daarvan elders gebruikt in of buiten Nederland			
Buitenland		-	Circa 250 locaties wereldwijd	Ja
Controle, onderhoud, ijking, validatie	Met welke frequentie wordt het systeem gecontroleerd, onderhouden en geijkt. Met welke regelmaat worden de microfoons geijkt. Op welke wijze wordt gecontroleerd of de frequentie eigenschappen van het systeem stabiel zijn. Worden onderdelen van het systeem gecontroleerd op veroudering (bv. windbol) en standaard vervangen			
Controle		1x per 1-3 maanden controle 1x week data uitwisseling 1 station naar geluidnet	4x Dagelijkse Automatische Controle Wekelijkse Controlerapporten naar Schiphol 1x per jaar volledige onderhoud	2x per jaar
Ijking		1x per 2 jaar	1x per jaar met pistophon	2x per jaar
Frequentie eigenschappen		1x per 2 jaar	-	-
Veroudering		✓	✓	✓
Registratie onderhoud		Via logboek	Via onderhoudsrapporten en tickets in beheerportal	????
Bewaartermijn		Onbeperkt, vanaf 1991	Onbeperkt	Onbeperkt
Maximaal aantal posten		Onbeperkt, zelfstandig per post	Onbeperkt	Onbeperkt
Landelijke database	Is de data beschikbaar te maken voor een landelijke database	✓	✓	✓
Beheer ISO organisatie/bedrijf	Interne kwaliteit van het bedrijf/organisatie	Algemene kwaliteitsprincipes	ISO9001	Intern
Relatie bedrijf/kwaliteit		Geluidconsult is onafhankelijk van de opdrachtgever met een mate van onafhankelijkheid Type A volgens de kwaliteitsnorm ISO 17020 voor inspection bodies.	Brüel & Kjaer beheert systeem in opdracht van Schiphol	Hier is bij onze doelgroep geen extra budget voor
ISO systeem	Toegepaste normen	ISO-61672 en 60651. De ISO 20906 en ISO 3891-2 waren nog niet beschikbaar toen de Luistervinkstations werden geïnstalleerd.	ISO 61672 en 60651 (meetpost) ISO 20906 (totaal systeem, plaatsing meetpost buiten verantwoordelijkheid B&K/Lochard)	ISO-61672 en 60651.

Informatie	Toelichting	Luistervink	Nomos	Sensornet
DATA PRESENTATIE RAPPORTAGE				
	Op welke wijze kan uw systeem data rapporteren en presenteren (email/online/website)	Zie Bijlage 3 Normaliter via jaarlijkse elektronische rapportages aan de opdrachtgever: de betreffende gemeente. Bij een gemeente is per kwartaal een verslag gemaakt. Op 1 Luistervink meet station in Amstelveen is er een online internetpresentatie via het netwerk van Geluidnet. Meetpunt 213	Zie Bijlage 4 NOMOS online (Applicatie Schiphol)	Zie Bijlage 5 Website met geluidniveaus Overige uitkomsten L_{den}/L_{night} schriftelijk voor opdrachtgevers
TOEKOMSTIGE ONTWIKKELING				
	Verwacht u in het komend jaar veranderingen aan het systeem die u relevant acht om nu te melden.	Mogelijke veranderingen in het geluidherkenningspakket. Verbeteringen mbt draadloze communicatie Verbeteringen in de meetsoftware	Brüel & Kjaer kan extra software modules leveren zoals <i>NoiseOffice</i> , opslag en analyse data <i>WebTrak</i> , online vlucht en geluidinformatie <i>iView</i> , visualisatie vluchten <i>Flyquiet</i> , voor Management lawaaiprogramma	Ja, o.a. verbetering geluidherkenning

Bijlage 7 Technische aanbevelingen voor geluidmetingen CDV2005

Bijlage 5: Technische aanbevelingen voor geluidmetingen voor informatie

Voor de meting en evaluatie van vliegtuiggeluid bestaat een internationale standaard: ISO 3891-1987 (E) "Procedure for describing aircraft noise heard on the ground". Het werk aan een herziening van dit document heeft recentelijk geleid tot een ontwerptekst voor een nieuwe standaard, "Acoustics – unattended monitoring of aircraft noise in the vicinity of airports" (ISO/CD 20906, d.d. 28.04.2003). Dit ontwerp geeft in detail de voorschriften voor de te gebruiken meetapparatuur, meetomstandigheden en gegevensverwerking. Het ligt voor de hand dat dit document een belangrijke rol moet spelen bij de ontwikkeling van een meetsysteem voor vliegtuiggeluid. Het zal in de praktijk niet altijd mogelijk zijn om aan alle voorschriften te voldoen. Het afwijken van de voorschriften brengt het risico met zich mee dat er onduidelijkheid gaat ontstaan over wat een meetresultaat precies voorstelt en met welke nauwkeurigheid dit is bepaald. Om dit risico te beperken zijn hieronder enkele technische aanbevelingen beschreven.

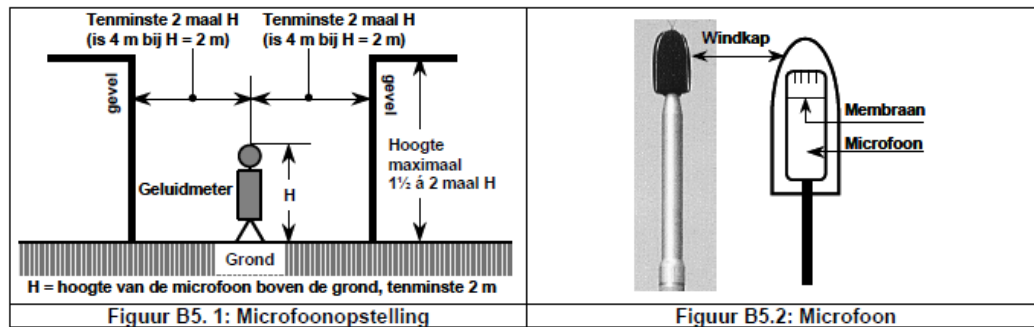
Onderstaande aanbevelingen geven geen garantie voor een bepaalde mate van betrouwbaarheid of nauwkeurigheid. Ook is het niet zo dat de aanbevelingen een noodzakelijke voorwaarde zijn voor het realiseren van een betrouwbaar meetsysteem. Maar men moet zich wel bewust zijn van afwijkingen tussen meetresultaten die op onderstaande manier en op een andere manier worden verkregen en eventueel maatregelen treffen om deze afwijkingen te vermijden.

a. Meetapparatuur

- De meetapparatuur moet geschikt zijn voor het meten van het geluid-drukniveau L_p één keer per seconde in meterstand 'slow' en/of $L_{eq,1sec}$ in dB(A). Deze gegevens zijn nodig om de geluidsniveaus L_{Amax} en L_{AX} van de vliegtuigpassages te bepalen, maar kunnen op zich achterwege blijven bij de presentatie van de resultaten.
- De apparatuur inclusief microfoons voldoen aan IEC "klasse 2" of wijken in de primaire meetresultaten, dat wil zeggen de L_p waarden hierboven genoemd, minder dan plus of min 3 dB(A) af ten opzichte van een ijking met "klasse 0" of "klasse 1" geluidsmeters. Ter toelichting: geluidsmeters zijn ingedeeld in door de IEC geformuleerde klassen. Hoe lager het klasse nummer, hoe beter de kwaliteit van de meter, klasse 0 is laboratorium apparatuur.
- De metingen worden zodanig uitgevoerd dat de resultaten met A-weging kunnen worden gepresenteerd.
- De apparatuur moet ongevoelig zijn voor en bestand zijn tegen temperatuur-variaties en vocht.
- De meetmicrofoon moet voorzien zijn van een windkap, die het te meten geluid niet beïnvloedt maar wel het stoorgeluid van wind vermindert.
- De calibratie van het meetsysteem wordt uitgevoerd bij installatie en na het herstel van technische storingen en voorts ten minste twee maal per jaar.

b. Opstelling van de microfoons

Meetresultaten zijn afhankelijk van de opstelling van de microfoon. Obstakels die de weg van het geluid tussen het vliegtuig en de microfoon belemmeren en reflecterende oppervlakken (gevels en daken van gebouwen, maar ook het bodemoppervlak) kunnen zorgen voor een versterking of verzwakking van het geluid, die op twee nabij gelegen meetpunten sterk kan verschillen. Om te weten wat er precies wordt gemeten en om meetresultaten onderling te kunnen vergelijken, moeten zoveel



mogelijk onzekerheden ten gevolge van reflecties en afscherming worden vermeden. Dit kan door de microfoon op een hoogte van tenminste 2 meter boven een geluidabsorberend oppervlak. (geen harde bestrating, grind of asfalt) op te stellen en op voldoende afstand (tenminste twee maal de meethoogte) van reflecterende verticale vlakken, zoals de gevels van huizen, die niet hoger zijn dan twee maal de meethoogte. Dit is aangegeven in figuur B5.1, waarin de meethoogte is aangeduid met "H". Het is gebruikelijk een meetmicrofoon te gebruiken die verticaal wordt opgesteld, zodat het membraan van de microfoon horizontaal ligt; zie figuur B5.2

c. Bewerking van de primaire meetresultaten

Voor bruikbare metingen moeten de primaire meetresultaten, derhalve de elke seconde gemeten L_p waarden, worden bewerkt:

- Eliminatie van onbetrouwbare resultaten ten gevolge van regen, onweer, of windsnelheden boven circa 5 m/s. Hogere windsnelheden kunnen toelaatbaar zijn, indien - naast het gebruik van de eerder genoemde windkap - het windgeluid voldoende kan worden onderdrukt.
- Scheiding van vliegtuiggeluid van het geluid van andere bronnen, bijvoorbeeld door het instellen van drempelniveau's (dat wil zeggen een waarde voor het geluidniveau waaronder niet wordt gemeten), koppeling aan radargegevens van vliegtuigen, filtering technieken die gebruik maken van de specifieke karakteristieken van vliegtuiggeluid ten opzichte van andere bronnen of correlaties tussen resultaten van verschillende dicht bij elkaar gelegen meetposten.
- Voor alle vliegtuiggeluidpassages worden per meetpost naast de primaire resultaten ook L_{Amax} en bij voorkeur ook L_{AX} geregistreerd; deze maten worden gebruikt voor de presentatie van de resultaten.

d. Meteorologische gegevens

Het verdient aanbeveling ook de meteorologische omstandigheden, waaronder de metingen zijn uitgevoerd, vast te leggen. Deze gegevens zijn belangrijk, want als exact hetzelfde vliegtuig exact hetzelfde vliegt langs dezelfde meetpost, maar bij verschillende meteorologische omstandigheden – zoals luchtdruk, temperatuur, luchtvochtigheid, windsnelheid, windrichting (naar de meetpost toe of er vanaf) – wordt gemeten, verschillen de resultaten van die metingen van elkaar.